สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

T037201

ชื่อหัวข้อ เครื่องจ่ายไอซีอัตโนมัติ

Automatic IC Distributor

ชื่อนักศึกษา

1. นายบุญกรานต์	พลรักษา	รหัสประจำตัว	41031212
2. นายปรเมษฐ์	หลอดอาสา	รหัสประจำตัว	41031213
3. นายภูมินทร์	อุดมรัตน์	รหัสประจำตัว	41031219
4. นายสารัตถ์	เตสง่าวงศ์	รหัสประจำตัว	41031230

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต **สาขาวิชา** วิศวกรรมโทรคมนาคม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์สุรพงษ์ สิริพงศ์ดี

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์โกศล ตราชู

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์		ลายมือชื่อ
1. อาจารย์โกศล	ตราชู	.....
2. ผศ.วิสุทธิ์	อธิพรธรรม	.....
3. อาจารย์พีระวุฒิ	สุวรรณจันทร์	.....
4. อาจารย์ปิยะ	ศุภวราสุวัฒน์	.....
5. อาจารย์อมรชัย	ชัยชนะ	.....

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันเสาร์ที่ 13 พฤษภาคม พ.ศ. 2543 เวลา 11.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.310 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่ 30 เดือน พ.ค. พ.ศ. 2543

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 37201
วัน, เดือน, ปี - 5 ก.ย. 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้ง

ปริญญานิพนธ์

เครื่องเบิกจ่ายไอซีอัตโนมัติ

AUTOMATIC IC DISTRIBUTOR

นายบุญกรานต์ พลรักษา

นายปรเมษฐ์ หลอดอาสา

นายภูมินทร์ อุดมรัตน์

นายสารัตถ์ เตสง่าวงศ์

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง เครื่องเบิกจ่ายไอซีอัตโนมัติ

AUTOMATIC IC DISTRIBUTOR

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาระบบการสื่อสารข้อมูลด้วย RS232C และชุดคำสั่งของ MCS-51
2. เพื่อออกแบบโครงข่ายการสื่อสารข้อมูลด้วย RS232C เพื่อแสดงสถานะของไอซี
3. เพื่อสร้างโครงข่ายการสื่อสารข้อมูลด้วย RS232C เพื่อแสดงสถานะของไอซี
4. เพื่อทดลอง และทดสอบโครงข่ายการสื่อสารข้อมูลด้วย RS232C เพื่อแสดงสถานะของไอซี
5. เพื่อนำโครงข่ายการสื่อสารด้วยข้อมูล RS232C เพื่อแสดงสถานะของไอซีไปใช้งาน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. มีความรู้เกี่ยวกับระบบการสื่อสารข้อมูลด้วย RS232C และชุดคำสั่งของ MCS-51
2. ได้ต้นแบบโครงข่ายการสื่อสารข้อมูลด้วย RS232C เพื่อแสดงสถานะของไอซี
3. ได้โครงข่ายการสื่อสารข้อมูลด้วย RS232C เพื่อแสดงสถานะของไอซี
4. ได้ผลการทดลองและทดสอบโครงข่ายการสื่อสารข้อมูลด้วย RS232C เพื่อแสดงสถานะของไอซี
5. ได้นำโครงข่ายการสื่อสารข้อมูลด้วย RS232C เพื่อแสดงสถานะของไอซีไปใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	เครื่องเบิกจ่ายไอซีอัตโนมัติ
นักศึกษา	นายบุญกรานต์ พลรักษา
	นายปรเมษฐ์ หลอดอาสา
	นายภูมินทร์ อุดมรัตน์
	นายสารัตถ์ เตสง่าวงศ์
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์สุรพงษ์ สิริพงศ์ดี
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์โกศล ตราชู
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมโทรคมนาคม
ปีการศึกษา	2542

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอเครื่องจ่ายไอซีอัตโนมัติ ซึ่งใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ในการควบคุมการจ่ายไอซีโดยเครื่องจะรับคำสั่งจากบาร์โค้ดและคีย์สวิตช์ไปประมวลผลและแสดงผลทางจอ LCD เครื่องเบิกจ่ายไอซีนี้จะประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือส่วนรับข้อมูลเพื่อไปประมวลผลในการจ่ายไอซี และส่วนจ่ายไอซี ซึ่งทั้ง 2 ส่วนหลักสามารถรับและส่งข้อมูลถึงกันได้โดยใช้การสื่อสารข้อมูลอนุกรมแบบ RS-232C เครื่องเบิกจ่ายไอซีนี้สามารถเบิกจ่ายไอซีได้ 16 เบอร์ และสามารถปรับและเปลี่ยนเบอร์ไอซีได้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Automatic IC Distributor
Students	Mr.Bunkran Polragsa
	Mr.Paramate Lordasa
	Mr.Pumin Udomrut
	Mr.Sarat Tasangawong
Advisor	Mr.Surapong Siripongdee
Co-Advisor	Mr.Koson Trasu
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education
Program in	Telecommunication Engineering
Academic Year	1999

ABSTRACT

This thesis presents the Automatic Integrated Circuit Distributor by used Microcontroller the MCS-51. Only control Automatic Integrated Circuit Distributor order from barcode and key matrix switch go on calculate present in LCD (Liquid control Display). Than Automatic Integrated Circuit Distributor can control pay Integrated Circuit. Since 2 compound can receive and send data is full duplex by used data Communication serial port same RS232C. This Automatic Integrated Circuit Distributor can distribute Integrated Circuit total 16 piece and can modify change Integrated Circuit.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีนั้น กลุ่มผู้จัดทำขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ และอาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่านเป็นอย่างมาก ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา และคำแนะนำในการแก้ไขปัญหาต่างๆ รวมไปถึงข้อมูล และอุปกรณ์ที่เป็นประโยชน์ต่อการทดลอง

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ได้ให้ทุกสิ่งทุกอย่างตลอดมาจนถึงปัจจุบันและขอบคุณเพื่อนๆ ที่เป็นกำลังใจเสมอมาจนทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VIII
สารบัญรูป	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปริญญานิพนธ์	1
1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน	1
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 กล่าวนำ	3
2.2 การสื่อสารข้อมูลแบบขนาน	3
2.3 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม	3
2.3.1 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมที่แบ่งตามทิศทางของข้อมูล	5
2.3.2 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมตามมาตรฐาน RS-232C	6
2.4 บาร์โค้ด	9
2.5 ชนิดของตัวบาร์โค้ด	10
2.5.1 ไดโอดเปล่งแสง (LED)	10
2.5.2 แสงอินฟราเรด (IR)	10
2.5.3 แสงเลเซอร์ (Laser)	10
2.5.4 ไฟเบอร์ออปติก	11
2.6 การทำงานของบาร์โค้ด	11
2.7 ผลของช่องรับแสง	13
2.8 รูปแบบของรหัสบาร์โค้ด	14
2.8.1 รหัส 3 ใน 9 หรือรหัส 39	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.8.2 รหัสแทรก 2 ใน 5	17
2.8.3 รหัสแบบ Codebar	21
2.8.4 รหัสสากล UPC (Universal Product Code)	22
2.8.5 รหัสตัวเลขของยุโรป EAN (European Article Numbering)	22
2.9 การอินเตอร์เฟสกับคีย์บอร์ด	27
2.9.1 แบบเชื่อมต่อสวิตซ์โดยตรงกับพอร์ต	27
2.9.2 การเชื่อมต่อสวิตซ์แบบเมตริกซ์	29
2.9.3 แบบเชื่อมต่อสวิตซ์ผ่านชิฟต์รีจิสเตอร์	29
2.9.4 แบบเชื่อมต่อสวิตซ์มัลติเพล็กซ์	30
2.9.5 แบบเชื่อมต่อสวิตซ์เข้ากับระบบบัสข้อมูล	31
2.10 การต่อใช้งานพอร์ตอินพุตและพอร์ตเอาท์พุตของ 8051	31
2.10.1 พอร์ตอินพุตและพอร์ตเอาท์พุต	31
2.10.2 คำสั่งการใช้งานพอร์ตอินพุตและเอาต์พุต	33
2.10.3 ตัวอย่างการใช้งานพอร์ตอินพุตและเอาต์พุตของ 8051	34
2.10.4 การเพิ่มจำนวนพอร์ตอินพุตและเอาต์พุต	37
2.11 การติดต่อกับ 8255	41
2.11.1 ลักษณะพื้นฐานของ 8255	41
2.11.2 รายละเอียดการจัดขาของ 8255	42
2.11.3 การเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051 กับ 8255	43
2.11.4 โหมดการทำงานของ 8255	45
2.12 โครงสร้างภายในของ MCS – 51 และการเขียนโปรแกรมเบื้องต้น	55
2.13 โครงสร้างภายนอกของ MCS – 51	57
2.14 โครงสร้างภายในของ MCS-51	59
2.15 การจัดหน่วยความจำ	59
2.16 หน่วยความจำโปรแกรม	61
2.17 หน่วยความจำข้อมูล	62
2.18 รีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษ (SFR)	62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.19 รีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป	62
2.20 การเขียนโปรแกรมภาษาแอสเซมบลี	64
2.21 การใช้งานรีจิสเตอร์	65
2.22 ไทเมอร์ ไอซี 555 คล็อค (555 Precision Timer IC Clock)	67
2.23 ไทม์เมอร์ไอซี 556 (556 Dual Timer)	76
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	77
3.1 กล่าวนำ	77
3.2 การออกแบบวงจร	78
3.2.1 ส่วนไมโครคอนโทรเลอร์หลัก	78
3.2.2 ส่วนของวงจรควบคุมการจ่ายไอซี	81
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	87
4.1 กล่าวนำ	87
4.2 การทดลองส่วนรับข้อมูลจากเครื่องอ่านบาร์โค้ด และการแสดงผล	87
4.3 การทดลองรับข้อมูลจากวงจรคีย์เมตริกซ์สวิตช์ และการแสดงผล	90
4.4 การทดลองในส่วนของการแสดงผล	91
4.5 การทดลองการควบคุมการจ่ายไอซี	91
บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไขและพัฒนา	93
5.1 สรุป	93
5.2 ปัญหา และแนวทางการแก้ปัญหา	93
5.3 แนวทางการพัฒนาโครงงาน	94
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	95
ภาคผนวก ข ผังการทำงาน และโปรแกรม	99
ภาคผนวก ค วงจร และแผ่นวงจรพิมพ์	133
ภาคผนวก ง รายการอุปกรณ์	147
ภาคผนวก จ คู่มือประกอบการใช้งาน	151
ภาคผนวก ฉ รายละเอียด และคุณสมบัติของอุปกรณ์	158
บรรณานุกรม	200

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
ประวัติผู้แต่ง	201

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบมาตรฐานการสื่อสารข้อมูลของ EIA	7
ตารางที่ 2.2 ตารางเปรียบเทียบมาตรฐานการสื่อสารข้อมูลของ EIA	8
ตารางที่ 2.3 ชนิดของตัวอ่านบาร์โค้ด	10
ตารางที่ 2.4 ผลของช่องแสงที่มีแรงดันต่อเอาต์พุต	13
ตารางที่ 2.5 โครงสร้างตัวอักขระในรหัส	16
ตารางที่ 2.6 ชุดอักขระของบาร์โค้ดรหัสแทรก 2 ใน 5	18
ตารางที่ 2.7 รูปแบบบาร์โค้ด Codebar และค่าของตัวเลขในระบบฐานสอง	23
ตารางที่ 2.8 ระบบจำนวนของตัวอักขระ	24
ตารางที่ 2.9 ตัวเลขของรหัสสากล	24
ตารางที่ 2.10 แอดเดรสของพอร์ตและรีจิสเตอร์ของ 8255	43
ตารางที่ 2.11 การทำงานของ 8255 เมื่อสัญญาณ RD\ และ WR\ เป็นค่าต่าง ๆ	44
ตารางที่ 2.12 แอดเดรสของรีจิสเตอร์ภายใน 8255 จากรูปที่ 2.27	45
ตารางที่ 2.13 หน้าที่สัญญาณต่าง ๆ ของพอร์ต C เมื่อ 8255 ทำงานในโหมด 1	49
ตารางที่ 2.14 พอร์ต C ของ 8255 เมื่อทำงานในโหมดของ 2 เพื่อบอกสภาวะของการติดต่อทางพอร์ต A	55
ตารางที่ 2.15 แสดงคุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์แต่ละเบอร์ในตระกูล MCS -- 51	56
ตารางที่ 2.16 แสดงหน้าที่พิเศษของแต่ละขาพอร์ต P3	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูป	หน้า
รูปที่ 2.1 โครงสร้างของการสื่อสารข้อมูลแบบขนาน	4
รูปที่ 2.2 โครงสร้างของการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม	4
รูปที่ 2.3 รูปแบบของการติดต่อสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม	6
รูปที่ 2.4 ระดับแรงดันทางเอาต์พุตของตัวอ่านบาร์โค้ด Vws คือแรงดันเมื่อผ่ายแถบขาว และ Vbs คือแรงดันเมื่อผ่านแถบดำ	12
รูปที่ 2.5 รูปแบบของการเข้ารหัส "LA"	14
รูปที่ 2.6 อักขระในบาร์โค้ด 3 ใน 9	15
รูปที่ 2.7 รูปแบบของบาร์โค้ดรหัสแทรก 2 ใน 5	17
รูปที่ 2.8 ผังการจัดวางบาร์โค้ดรหัสแทรก 2 ใน 5	19
รูปที่ 2.9 บาร์โค้ดสมบูรณ์ของจำนวน 0123 ในรูปแบบรหัสแทรก 2 ใน 5	20
รูปที่ 2.10 การเข้ารหัส Codebar "A37859B"	20
รูปที่ 2.11 รูปแบบการเข้ารหัส UPC	21
รูปที่ 2.12 ฟิลด์ซ้ายและฟิลด์ขวาของข้อมูลตัวอักขระ	25
รูปที่ 2.13 รูปบาร์โค้ดรหัส EAN	26
รูปที่ 2.14 การเชื่อมต่อสวิตซ์แบบมัลติเพล็กซ์	27
รูปที่ 2.15 การเชื่อมต่อสวิตซ์แบบเมตริกซ์	28
รูปที่ 2.16 การเชื่อมต่อสวิตซ์ผ่านชิฟต์รีจีสเตอร์	28
รูปที่ 2.17 การเชื่อมต่อสวิตซ์แบบมัลติเพล็กซ์	30
รูปที่ 2.18 การเชื่อมต่อสวิตซ์แบบต่าง ๆ	31
รูปที่ 2.19 การส่งข้อมูลออกไปยังพอร์ตเอาท์พุท ซึ่งจะมีสัญญาณจำนวน 8 เส้น สำหรับส่งข้อมูลออกไปให้กับอุปกรณ์ภายนอก	31
รูปที่ 2.20 การรับข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกเข้ามายังพอร์ตอินพุทของระบบ ซึ่งจะมีเส้นสัญญาณจำนวน 8 เส้น	32
รูปที่ 2.21 ตัวอย่างการใช้งานพอร์ต P1 เป็นพอร์ตเอาต์พุต	34
รูปที่ 2.22 ผังงานแสดงการทำงานของไฟวิ่ง	35
รูปที่ 2.23 ตัวอย่างการใช้งานพอร์ต P1 เป็นพอร์ตเอาต์พุต	36
รูปที่ 2.24 ผังงานแสดงการทำงานของไฟวิ่ง	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ 2.25 การใช้บัฟเฟอร์สามสถานะเป็นพอร์ตอินพุต	37
รูปที่ 2.26 การใช้ไอซีแลตช์เป็นพอร์ตเอาต์พุต	38
รูปที่ 2.27 ตัวอย่างการเพิ่มพอร์ตอินพุตที่แอดเดรส 20H	39
รูปที่ 2.28 ตัวอย่างการเพิ่มพอร์ตเอาท์พุทที่แอดเดรส 20H	40
รูปที่ 2.29 ผังการทำงานภายในไอซีเบอร์ 8255	41
รูปที่ 2.30 ขาสัญญาณต่าง ๆ ของไอซีเบอร์ 8255	43
รูปที่ 2.31 การเชื่อมต่อระหว่าง 8255 กับไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051	45
รูปที่ 2.32 รายละเอียดแต่ละบิตของรีจิสเตอร์ควบคุม 8255	46
รูปที่ 2.33 การติดต่อระหว่าง 8255 ในลักษณะเป็นอินพุต กับอุปกรณ์ภายนอกที่สัญญาณบอกสภาวะการทำงาน	48
รูปที่ 2.34 การติดต่อระหว่าง 8255ในลักษณะเป็นเอาต์พุต กับอุปกรณ์ภายนอกที่มีสัญญาณบอกสภาวะการทำงาน	48
รูปที่ 2.35 การกำหนดไบต์ข้อมูลควบคุม	49
รูปที่ 2.36 การทำงานโหมด 1 ของ 8255 โดยพอร์ต A เป็นพอร์ตสำหรับส่งข้อมูลและพอร์ต B เป็นพอร์ตรับข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอก	50
รูปที่ 2.37 สัญญาณติดต่อเพื่อส่งข้อมูลออกไปจากพอร์ต A ของ 8255	50
รูปที่ 2.38 สัญญาณติดต่อเพื่อรับข้อมูลเข้ามาทางพอร์ต B ของ 8255	51
รูปที่ 2.39 ผังการทำงานส่งข้อมูลทางพอร์ต A ไปให้อุปกรณ์ภายนอก	52
รูปที่ 2.40 ผังการทำงานข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกทางพอร์ต A	53
รูปที่ 2.41 หลักการทำงานในโหมด 2 ของ 8255	54
รูปที่ 2.42 แสดงการจัดตำแหน่งขาต่าง ๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS – 51	57
รูปที่ 2.43 แสดงโครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	60
รูปที่ 2.44 แสดงการจัดโครงสร้างของหน่วยความจำทั้งในส่วนของหน่วยความจำโปรแกรม และหน่วยความจำข้อมูล	61
รูปที่ 2.45 แสดงการจัดหน่วยความจำและตำแหน่งของรีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษต่าง ๆ	63
รูปที่ 2.46 ตัวอย่างโปรแกรมภาษาแอสเซมบลีหรือซอร์สโค้ดไฟล์ที่เขียนขึ้นโดยใช้เวิร์ดโปรเซสเซอร์ทั่วไป	64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ 2.47 แสดงกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากซอร์สโค้ดที่เขียนบนเครื่องพีซีจนเป็นออปเจ็กต์โค้ดซึ่งถูกโหลดมาเก็บไว้ในหน่วยความจำโปรแกรมบน MCS-51	66
รูปที่ 2.48 ผังการทำงานของไอซีเบอร์ 555	68
รูปที่ 2.49 การกำหนดตำแหน่งขาของไอซีเบอร์ 555	69
รูปที่ 2.50 วงจรนาฬิกา (Clock Circuit)ของไอซีเบอร์ 555	69
รูปที่ 2.51 ความถี่ของวงจรแอสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ ที่ใช้ไอซี ไทม์เมอร์ 555	71
รูปที่ 2.52 วงจรไทม์เมอร์ที่ให้ ดิวตี้ไซเกิล 50%	72
รูปที่ 2.53 วงจรกำเนิดสัญญาณพัลส์นาฬิกาที่สามารถปรับค่าดิวตี้ไซเกิลได้	72
รูปที่ 2.54 บล๊อกไดอะแกรมโมโนสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์	73
รูปที่ 2.55 วงจรไอซี 555 ไทม์เมอร์โมโนสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์	74
รูปที่ 2.56 วงจรปรับรูปสัญญาณอินพุทพัลส์สำหรับ โมโนสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ไอซี 555 ไทม์เมอร์	75
รูปที่ 2.57 แสดงไดอะแกรมของไอซีไทม์เมอร์ 556	75
รูปที่ 3.1 โครงสร้างการทำงานเครื่องเบิกจ่ายไอซีอัตโนมัติ	78
รูปที่ 3.2 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมหลัก	80
รูปที่ 3.3 การต่อวงจรเครื่องอ่านบาร์โค้ด	81
รูปที่ 3.4 วงจรรับข้อมูลจากเครื่องอ่านบาร์โค้ด	81
รูปที่ 3.5 วงจรคีย์เมตริกซ์สวิตช์	82
รูปที่ 3.6 วงจรรับข้อมูลคีย์เมตริกซ์สวิตช์	82
รูปที่ 3.7 การต่อวงจรแสดงผลจอแอลซีดี	83
รูปที่ 3.8 ส่วนของวงจรควบคุมการจ่ายไอซี	84
รูปที่ 3.9 วงจรจ่ายไอซีโดยใช้ ไอซี # 556	85
รูปที่ 3.10 วงจรตรวจสอบไอซี	85
รูปที่ 4.1 การต่อวงจรรวมทั้งหมดเข้าด้วยกัน	87
รูปที่ 4.2 แสดงเมื่อเข้าสู่โปรแกรมหลัก	88
รูปที่ 4.3 การรูดบัตรนักศึกษาผ่านเครื่องอ่านบาร์โค้ด	88
รูปที่ 4.4 แสดงผลการรูดบัตรเมื่อมีข้อมูลในหน่วยความจำ	89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ 4.5 แสดงผลการรูดบัตรเมื่อไม่มีข้อมูลในหน่วยความจำ	89
รูปที่ 4.6 แสดงการป้อนเบอร์ไอซี	90
รูปที่ 4.7 แสดงการป้อนจำนวนไอซี	91
รูปที่ 4.8 แสดงการรับไอซีจากช่องรับ	92
รูปที่ ก.1 ด้านหน้าของเครื่องจ่ายไอซีอัตโนมัติ	96
รูปที่ ก.2 แสดงการติดตั้งวงจรภายในเครื่องจ่ายไอซีอัตโนมัติ	96
รูปที่ ก.3 แสดงแผ่นวงจรควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์หลัก	97
รูปที่ ก.4 แสดงแผ่นวงจรควบคุมการจ่ายไอซี	97
รูปที่ ก.5 แสดงแผ่นวงจรควบคุมโซลีนอยด์	98
รูปที่ ก.6 แสดงการติดตั้งโซลีนอยด์และหลอดบรรจุไอซีกับแผ่นวงจร	98
รูปที่ ค.1 ผังการทำงานของโปรแกรมการเบิกจ่ายไอซีหลัก	134
รูปที่ ค.2 ผังการทำงานของโปรแกรมควบคุมการจ่ายไอซี	134
รูปที่ ค.3 ผังการทำงานของโปรแกรมแก้ไขข้อมูล	135
รูปที่ ค.4 ผังการทำงานของโปรแกรมย่อยแสดงรหัสในหน่วยความจำที่ 1-5	136
รูปที่ ค.5 ผังการทำงานของโปรแกรมย่อยการบันทึกข้อมูลหน่วยความจำที่ 1-5	137
รูปที่ ค.6 ผังการทำงานของโปรแกรมย่อยการแก้ไขรหัสของผู้ควบคุมการใช้เครื่องจ่ายไอซีอัตโนมัติ	138
รูปที่ ค.7 โปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์หลัก	139
รูปที่ ค.8 โปรแกมควบคุมการทำงานของโซลีนอยด์	140
รูปที่ ค.9 ลายวงจรคีย์เมตริกซ์สวิตซ์	141
รูปที่ ค.10 การวางอุปกรณ์วงจรคีย์เมตริกซ์สวิตซ์	141
รูปที่ ค.11 ลายวงจรด้านบนของวงจรรับสัญญาณจากวงจรตรวจจับไอซี	141
รูปที่ ค.12 ลายวงจรด้านล่างของวงจรรับสัญญาณจากวงจรตรวจจับไอซี	142
รูปที่ ค.13 การวางอุปกรณ์ของวงจรรับสัญญาณจากวงจรตรวจจับไอซี	142
รูปที่ ค.14 ลายวงจรจ่ายไอซีที่ประกอบด้วยโซลีนอยด์ 2 ตัว และสล็อตบรรจุไอซี	143
รูปที่ ค.15 การวางอุปกรณ์ของวงจรจ่ายไอซีที่ประกอบด้วยโซลีนอยด์ 2 ตัว และสล็อตบรรจุไอซี	143

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ ค.16 ลายวงจรด้านบนของวงจรควบคุมโซลีนอยด์ ย่อขนาด 80%	144
รูปที่ ค.17 ลายวงจรด้านล่างของวงจรควบคุมโซลีนอยด์ ย่อขนาด 80%	145
รูปที่ ค.18 การวางอุปกรณ์ของวงจรควบคุมโซลีนอยด์	146
รูปที่ จ.1 แสดงผลหน้าจอ แอลซีดี เมื่อเปิดเครื่อง	153
รูปที่ จ.2 แสดงผลหน้าจอ แอลซีดี เมื่อกดรหัสผ่าน	154
รูปที่ จ.3. แสดงผลหน้าจอ แอลซีดี เมื่อกดหมายเลขหน่วยความจำที่ต้องการตรวจสอบ	155
รูปที่ จ.4 แสดงผลหน้าจอ แอลซีดี เมื่อกดหมายเลขที่ต้องการบันทึก	155
รูปที่ จ.5 แสดงโหมดการเปลี่ยนแปลงรหัสใช้งานผู้ควบคุมเครื่อง	156
รูปที่ จ.6 แสดงผลหน้าจอ แอลซีดี เมื่อกดรหัสเพื่อยืนยันรหัสใหม่	156

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปริญญานิพนธ์

ในปัจจุบันความสะดวก รวดเร็ว เป็นสิ่งที่ขาดเสียมิได้ไม่ว่าจะเป็นหน่วยงานใดก็ตาม เพื่อให้เกิดความรู้สึกว่าไม่ต้องเสียเวลาในการทำงานในส่วนที่ไม่จำเป็นไป เช่น ในการเบิกอุปกรณ์ที่มีขนาดเล็กแต่มีราคาแพงหรือ มีความสำคัญต่อหน่วยงาน เช่นอุปกรณ์ประเภทไอซี ในสถานศึกษาที่มีการเบิกไอซี โดยต้องเบิกกับผู้รับผิดชอบ ในการจ่ายอุปกรณ์บางครั้งนักศึกษาต้องกาอุปกรณ์นอกเวลาทำงานก็ไม่สามารถเบิกได้ หรือ เวลาเบิกอุปกรณ์ให้นักศึกษาหยิบอุปกรณ์ประเภทไอซีเองทำให้เกิดการสูญหาย อาจเพราะนักศึกษาหยิบเกิน หรือจากปัญหาอื่นๆ เราสามารถสร้างเครื่องจ่ายไอซีโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ควบคุมโซลีนอยด์ที่ทำหน้าที่เป็นตัวจ่ายไอซี ซึ่งจะเกิดความสะดวก รวดเร็วกับนักศึกษามากขึ้น

1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน

โครงงานนี้มีขีดความสามารถดังนี้

1) สามารถจ่ายไอซีแบบอัตโนมัติได้ทั้งหมด 16 เบอร์
2) สามารถแสดงผลสถานะทางจอแสดงผลผลึกเหลว
3) สามารถเปลี่ยนข้อมูลนักศึกษาที่สามารถเบิกโดยผู้ดูแลเครื่องจ่ายไอซีอัตโนมัติ
4) สามารถพัฒนาเปลี่ยนแปลงไอซีได้ตามขนาดความยาวของไอซี
5) เครื่องจ่ายไอซีอัตโนมัติสามารถจ่ายไอซีได้จริง

1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีเนื้อหาทั้งหมด 5 บทดังต่อไปนี้

บทที่ 1 บทนำ ซึ่งเป็นเนื้อหาเกี่ยวกับ ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหาที่ต้องทำให้เกิดโครงงานนี้ขึ้น ซึ่งรวมทั้งยังกล่าวถึง วัตถุประสงค์ ขอบเขตและประโยชน์ของการทำปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ จะกล่าวถึงเนื้อหาทฤษฎีเกี่ยวกับ ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 การสื่อสารทางพอร์ตอนุกรม RS232C บาร์โค้ดและไอซีไทเมอร์ #555 ที่ใช้ในการออกแบบ และสร้างชุดควบคุมการจ่ายไอซีอัตโนมัติ

บทที่ 3 การออกแบบ และการสร้างจะเป็นเนื้อหา โดยละเอียด ตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบวงจรในส่วนต่างๆ การนำส่วนต่างๆ มาประกอบกัน เพื่อให้สามารถทำงานร่วมกันได้

บทที่ 4 การทดลองในบทนี้ จะเป็นการนำเสนอการทดลองโดยแบ่งการทดลองออกเป็นส่วน ๆ ตามการออกแบบและการสร้าง ในแต่ละส่วน

บทที่ 5 บทสรุป ปัญหาแนวทางแก้ไข และพัฒนา ซึ่งเป็นการสรุปผลเกี่ยวกับความสามารถประสิทธิภาพการทำงานของการทำงานของชุดจ่ายไอซีอัตโนมัติ และกล่าวถึงปัญหาที่เกิดขึ้นนับตั้งแต่การเริ่มสร้างโครงงาน จนกระทั่งโครงงานเสร็จสมบูรณ์ตลอดจนแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นพร้อมทั้งเสนอแนวทางการพัฒนา เครื่องจ่ายไอซีอัตโนมัติให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้อย่างกว้างขวางและ สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ
ภาคผนวก ข ผังการทำงาน และโปรแกรม
ภาคผนวก ค วงจร และแผ่นวงจรพิมพ์
ภาคผนวก ง รายการอุปกรณ์
ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งาน
ภาคผนวก ฉ รายละเอียด และคุณสมบัติของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 กล่าวนำ

โดยทั่วๆ ไป ในการใช้งานคอมพิวเตอร์ทั้งในการใช้โปรแกรม การดาวน์โหลดข้อมูล การค้นหาเวบไซต์ การใช้งานปริ้นต์เตอร์ หรือการควบคุมอุปกรณ์ภายนอก จะมีการติอต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ โดยส่งสัญญาณผ่านพอร์ตคอมพิวเตอร์เพื่อนำข้อมูลภายในตัวคอมพิวเตอร์ส่งไปยังอุปกรณ์ภายนอก ซึ่งในการติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกของคอมพิวเตอร์นั้นจะมีการติดต่อสื่อสารกันอยู่ 2 ลักษณะ คือ การสื่อสารข้อมูลแบบขนาน และการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม ซึ่งแต่ละลักษณะจะมีรายละเอียดดังนี้ คือ

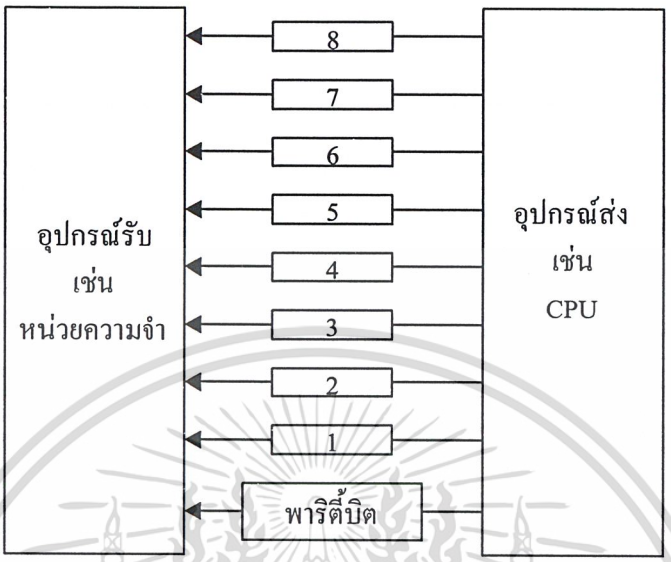
2.2 การสื่อสารข้อมูลแบบขนาน

ลักษณะของการสื่อสารข้อมูลแบบขนานนั้น จะเป็นการสื่อสารข้อมูลที่ข้อมูลจะรับหรือส่งโดยผ่านสายนำสัญญาณหรือช่องสัญญาณพร้อมกันหลายๆ เส้น ดังแสดงในรูปที่ 2.1 โดยที่จำนวนของสัญญาณจะมีจำนวนไม่แน่นอนต้องขึ้นอยู่กับโครงสร้างการประมวลผลข้อมูลระบบนั้นๆ ข้อดีของการสื่อสารข้อมูลแบบนี้ คือ สามารถสื่อสารข้อมูลกันได้ในระยะเวลาสั้นๆ แต่ก็มีข้อเสีย คือ จะสิ้นเปลืองสายสัญญาณเป็นจำนวนมาก และถ้ายิ่งใช้ในการสื่อสารข้อมูลในระยะทางไกลๆ นอกจากจะสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายจำนวนมากแล้ว ยังทำให้สัญญาณถูกลดทอนไปด้วยโดยทั่วไปแล้วการสื่อสารข้อมูลแบบขนานนิยมนำไปใช้กับการสื่อสารข้อมูลในระยะเวลาสั้นๆ ที่ต้องการสื่อสารข้อมูลด้วยอัตราเร็ว เช่น การเชื่อมต่อของสัญญาณ ระหว่างหน่วยประมวลผลกลางกับอุปกรณ์รอบข้าง

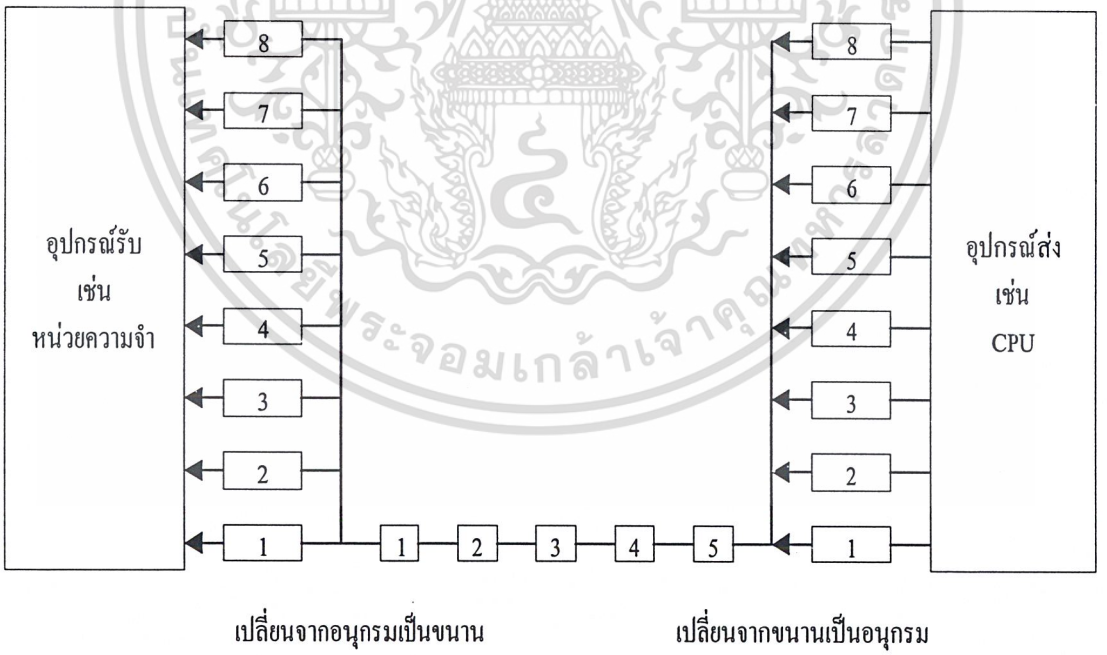
2.3 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม

ลักษณะของการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมนั้นจะเป็นการสื่อสารที่จะทำการรับหรือส่ง ข้อมูลโดยใช้สายจำนวนน้อย ซึ่งปกติจะใช้เพียง 1 คู่ เท่านั้น คือ สายสัญญาณที่จะใช้เป็นสายข้อมูลและสายกราวด์ลักษณะของการรับหรือส่งข้อมูลนั้น ข้อมูลจะถูกส่งออกไปหรือรับเข้ามาในลักษณะเป็นบิตต่อบิต ซึ่งถ้าหากเปรียบเทียบกันกับการสื่อสารแบบขนานที่จำนวนข้อมูลและอัตราเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 โครงสร้างของการสื่อสารข้อมูลแบบขนาน



รูปที่ 2.2 โครงสร้างของการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการสื่อสารข้อมูลเท่ากันแล้วจะพบว่าการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมจะต้องใช้เวลาในการรับส่งข้อมูลมากกว่าอย่างแน่นอนแต่เมื่อพิจารณาข้อดีของการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมแล้วจะพบว่าข้อดีของการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมคือ การใช้สายสัญญาณน้อยกว่าและสามารถส่งสัญญาณได้ในระยะทางที่ไกลกว่า แม้ว่าอัตราการลดทอนหรือผิดเพี้ยนของสัญญาณที่มีผลจากความยาวของสายสัญญาณจะมีค่าเท่ากับการสื่อสารข้อมูลแบบขนาน การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม จะมีวิธีในการที่จะลดผลจากการลดทอนของสัญญาณนี้ โดยอาศัยหลักการรับหรือส่งสัญญาณแบบดิฟเฟอเรนเชียล

ดังนั้นการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมจึงเหมาะสำหรับใช้กับการสื่อสารข้อมูล ในระยะไกลหรือการสื่อสารที่ต้องใช้สายหรือช่องสัญญาณในการรับหรือส่งข้อมูลจำนวนน้อย เช่นการสื่อสารข้อมูลโครงข่ายแบบท้องถิ่น (Local Area Network : LAN)

2.3.1 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมที่แบ่งตามทิศทางของข้อมูล

นอกจากที่ได้กล่าวมาแล้วนั้นจะพบว่า การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมยังสามารที่จะแบ่งตามลักษณะของทิศทางในการสื่อสารข้อมูลตามโครงสร้างและความาต้องการของระบบได้ดังต่อไปนี้

1) การสื่อสารข้อมูลในทิศทางเดียวตลอดเวลาหรือแบบซิมเพล็กซ์ (Simplex)

เป็นการสื่อสารข้อมูลที่ข้อมูลสามารถส่งข้อมูลได้ในทางเดียวเท่านั้นเมื่อทำการสื่อสารในทิศทางใดก็จะใช้ทิศทางนั้นตลอดเวลา ไม่มีการเปลี่ยนแปลงทิศทาง เช่น การส่งสัญญาณจากภาพจากสถานีโทรทัศน์ไปยังเครื่องรับโทรทัศน์ หรือการส่งข้อมูลจากศูนย์บริการไปยังวิทยุติดตามตัว

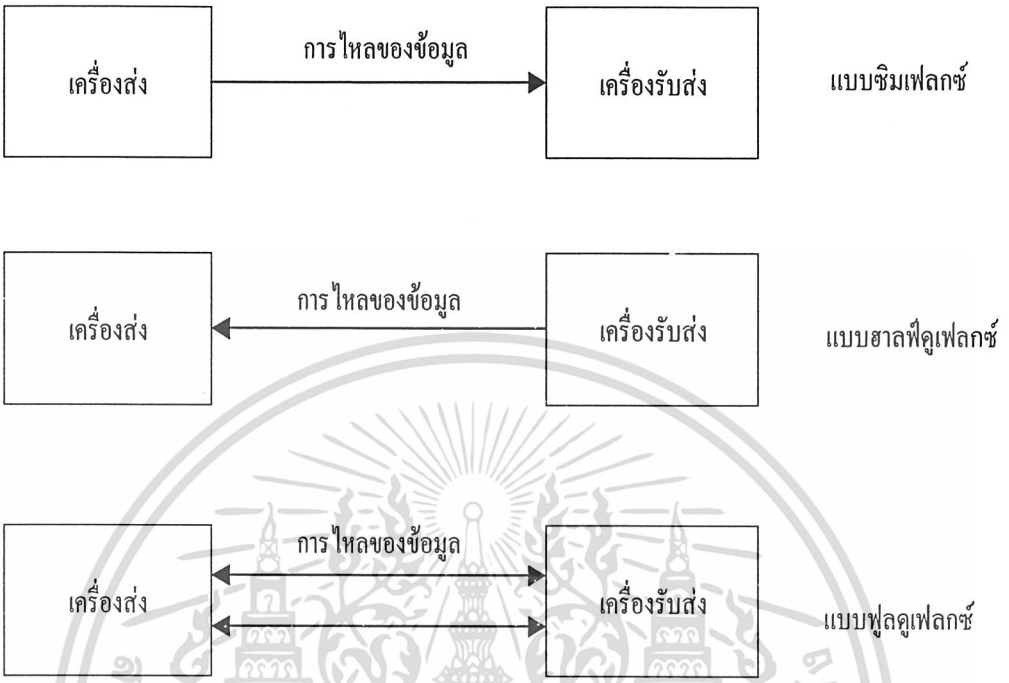
2) การสื่อสารข้อมูลแบบ 2 ทิศทางตลอดเวลาหรือแบบฮาล์ฟดูเพล็ก (Half duplex)

เป็นการสื่อสารข้อมูลที่สามารถส่งได้ 2 ทิศทาง โดยจะทำการส่งในลักษณะของการผลัดกันรับและส่ง โดยในขณะเวลาหนึ่งนั้นสัญญาณจะไปได้ในทิศทางเดียวเท่านั้น ดังนั้นอุปกรณ์แต่ละตัวที่จะเชื่อมต่อหรือสื่อสารข้อมูลในลักษณะนี้จะต้องเป็นไปได้ทั้งตัวรับและตัวส่งซึ่งมีชื่อเรียกว่า ทรานซีฟเวอร์ (Tranceiver) และจะต้องมีวงจรที่จะเลือกว่า ณ เวลานั้นจะทำงานเป็นตัวรับหรือส่ง

3) การสื่อสารข้อมูลแบบ 2 ทิศทางตลอดเวลาหรือแบบฟูลดูเพล็ก (Full duplex)

เป็นการสื่อสารข้อมูลที่คล้ายกับแบบฮาล์ฟดูเพล็ก แต่เป็นการสื่อสารข้อมูลใน 2 ทิศ ทางแบบตลอดเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 รูปแบบของการติดต่อสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม

2.3.2 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมตามมาตรฐาน RS-232C

การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมที่มีการใช้งานอยู่ในปัจจุบันนี้นั้น ได้มีการกำหนดมาตรฐานในการรับส่งข้อมูลไว้หลายแบบด้วยกันแต่ที่ได้รับความนิยมนำมาใช้งานอย่างกว้างขวางก็คือ การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมตามมาตรฐาน RS-232C

ทั้งนี้เนื่องจากความต้องการในการสื่อสารข้อมูลผ่านทางเครือข่ายโทรศัพท์มีมากขึ้น เรื่อยๆ ดังนั้นจึงได้กำหนดมาตรฐานที่เรียกว่า RS-232C ขึ้นเพื่อใช้เป็นมาตรฐานแก่อุปกรณ์ที่ถูกผลิตขึ้นจากบริษัทต่างๆ ในสหรัฐอเมริกาบริษัท Bell System operating telephone companies เป็นบริษัทหลักบริษัทแรกที่เป็นผู้ผลิตและติดตั้งระบบสื่อสารข้อมูล และเป็นผู้ผลิตอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการอินเตอร์เฟสอุปกรณ์ดิจิตอลกับเครือข่ายโทรศัพท์รายใหญ่อุปกรณ์นี้ก็คือ Bell modem ซึ่งถูกพัฒนาโดย Bell Laboratories และถูกใช้เป็นมาตรฐานในงานอุตสาหกรรมจนถึงปัจจุบันนี้ (บริษัทต่างๆ มักจะลอกข้อกำหนดต่างๆ ของ Bell ไปใช้งานเพื่อให้สินค้าของบริษัทนั้นๆ สามารถใช้กับอุปกรณ์ของ Bell ได้) ดังนั้นความต้องการเกี่ยวกับข้อมูลและ ข้อกำหนดในการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบมาตรฐานการสื่อสารข้อมูลของ EIA

พารามิเตอร์	RS - 232A	RS –423A	RS - 422A	RS – 485
โหมดการทำงาน	Single-ended	Single-ended	Differrential	Differrential
จำนวนของตัวรับและตัวส่งที่ยอมรับ	ตัวส่ง 1 ตัวรับ	1 ตัวส่ง 10 ตัวรับ	1 ตัวส่ง 10 ตัวรับ	32 ตัวส่ง 32 ตัวรับ
ความยาวของคู่สายสัญญาณรับส่งข้อมูล	50 ฟุต	4000 ฟุต	4000 ฟุต	4000 ฟุต
อัตราการส่งข้อมูล	20 k	100 k	10 M	10 M
สูงสุด (bit / sec)				
แรงดันไฟฟ้าโหมดร่วมสูงสุด	± 2.5 V	±6 V	+ 6 V - 2.5 V	+ 12 V - 7 V
Driver output	ต่ำสุด ± 5 V สูงสุด ± 15 V	ต่ำสุด ± 3.6 V สูงสุด ± 6 V	ต่ำสุด ±2 V	ต่ำสุด ±1.5 V
Driver Load (W)	3k ถึง 7k	ต่ำสุด 450	ต่ำสุด 100	ต่ำสุด 60
Driver slew rate	30 V/μs สูงสุด		NA	NA
กระแสสูงสุดเมื่อเอาต์พุตลัดวงจร	500 mA ลัดวงจรกับ Vccหรือ GND	150 mA ลัดวงจรกับ GND	150 mA ลัดวงจรกับ GND	150 mA ลัดวงจรกับ GND 250 mA ลัดวงจรกับ 8V หรือ 12 V
ค่าความต้านทานเอาต์พุตของตัวส่ง (w)	NA- power ON 300 - power off	NA – power ON 60 k – power off	NA - power ON 60 k - power off	120 k power on, off
ค่าความต้านทานอินพุตของตัวรับ (w)	3 k ถึง 7 k	4 k	4 k	12 k
ความไวตัวรับ	±3 V	±200 mV	±200 mV	±200 mV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 ตารางเปรียบเทียบมาตรฐานการสื่อสารข้อมูลของ EIA

รูปแบบการสื่อสารข้อมูล	แบบขนาน	แบบอนุกรม
1. ระยะทาง	ปกติจะน้อยกว่า 100 ฟุต	ส่งได้ตั้งแต่ระยะทางสั้น ๆ ไปจนถึงระยะทางเป็นไมล์
2. ความเร็ว	อัตราความเร็วสูงมาก ในระยะที่ไม่ไกลนัก กำหนดได้เป็นบิต/วินาที	อัตราความเร็วของข้อมูลที่ใช้กันอยู่ทั่วไปจะอยู่ในช่วง 0 ถึง 2 ล้านบิต/วินาที
3. ระดับของสัญญาณ	ในการอินเตอร์เฟสจะใช้ระดับของสัญญาณที่ใช้กับอุปกรณ์ (TTL) คือสัญญาณลอจิก 1 และ 0 จะแทนด้วยระดับแรงดัน 5V และ 0V ตามลำดับ	ใช้มาตรฐานของ EIA RS-232C คือมีระดับสัญญาณไฟฟ้าขนาด 12 V หรืออาจจะใช้มาตรฐาน 20 mA current loop หรืออาจจะใช้ระดับสัญญาณ (TTL) ก็ได้ (ใช้กันน้อยมาก)
4. ความผิดพลาดของสัญญาณ	ถ้าส่งในระยะทางที่ไกล ความผิดพลาดของข้อมูลจะเกิดขึ้นง่าย	การผิดพลาดของสัญญาณจะมีน้อยลง
5. ค่าใช้จ่าย	ถ้าส่งในระยะทางที่ไกล ๆ จะสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมาก เพราะต้องใช้สายส่งสัญญาณหลายเส้น	สิ้นเปลืองน้อยกว่าหลายเท่า ถึงแม้ว่าจะใช้อุปกรณ์เปลี่ยนสัญญาณข้อมูลจากแบบขนานไปเป็นแบบอนุกรมแล้วส่งผ่านสายส่งใช้อุปกรณ์ ในการแปลงสัญญาณกลับมาเป็นขนานอีกก็ยังลงทุนน้อยกว่า

อินเตอร์เฟสกับโมเด็มจึงมีเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เพื่อตอบสนองต่อความต้องการนี้ Bell System และผู้ผลิตโมเด็มรายอื่น ๆ จึงได้ร่วมมือกันตั้งมาตรฐาน RS-232C ขึ้นมาตรฐาน RS-232C ได้ถูกตีพิมพ์โดย EIA ในปี ค.ศ 1969 โดยตัวอักษร RS แทน "Recommended Standard" 232 แทนหมายเลขของมาตรฐาน ส่วนอักษร C แสดงให้เห็นว่า มาตรฐานได้รับการแก้ไขกี่ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การที่มาตรฐานนี้เป็นที่นิยมใช้ ก็เนื่องจากเป็นระบบการสื่อสารข้อมูลที่ใช้ในเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ IBM PC ซึ่งเป็นคอมพิวเตอร์ที่มีใช้อย่างแพร่หลายตั้งแต่อดีตมาจนถึงปัจจุบัน มาตรฐาน RS-232C จะมีโครงสร้างการสื่อสารเป็นแบบจุดต่อจุดเท่านั้น โดยมีลักษณะสมบัติทางไฟฟ้า และทางกายภาพ

2.4 บาร์โค้ด

ในระบบที่มีการปฏิบัติการงานอัตโนมัติที่มีจำนวนมากๆ เครื่องจักรจะถูกนำมาใช้เพื่อความสะดวกโดยการเปลี่ยนแปลงรูปแบบข้อมูลจากแบบเดิมที่มนุษย์เข้าใจเป็นรูปแบบของรหัสแทน ซึ่งรหัสนี้อาจใช้แทนตัวแปลเดียวหรือหลาย ๆ ตัวก็ได้ สำหรับงานที่แตกต่างกันไป

บาร์โค้ด คือ รหัสที่ใช้แทนสิ่งเหล่านั้นในรูปของเครื่องจักรที่อ่านรหัสแถบสีดำและช่องว่าสีขาวในอัตราส่วนที่กำหนด ซึ่งจะแทนอักขระแต่ละตัว โดยมีเซนเซอร์เป็นตัวอ่านเครื่องหมายจากแถบนั้นออกมาเพื่อประมวลผลต่อไปในขั้นตอนของสัญญาณทางไฟฟ้า กรรมวิธีในการทำงานนั้นอาจเปรียบเทียบกับการทำงานในร่างกายมนุษย์คือมีสายตาเป็นตัวตรวจจับ และสมองเป็นตัวประมวลผลและหรือสั่งงานบาร์โค้ดจัดเป็นรูปแบบการใช้งานที่ง่ายที่สุด รวมทั้งราคาและความน่าเชื่อถือได้ นับว่าเหมาะสมที่สุดที่จะใช้งานกับระบบข้อมูลของคอมพิวเตอร์ ตัวอย่างการนำบาร์โค้ดไปใช้งานและก็ช่วยงานได้มาก คือ ระบบไปรษณีย์อัตโนมัติ โดยการนำไปใช้คัดเลือกชนิดของจดหมาย และปลายทางที่จะส่งไป

ชนิดของตัวตรวจจับบาร์โค้ดทั่วๆไปแบ่งได้ 2 ประเภท คือชนิดมือถือและแบบที่ตั้งอยู่กับที่ สำหรับแบบมือถือนั้นผู้ปฏิบัติงานฝึกหัดงานเพียงเล็กน้อยก็สามารถที่จะทำงานได้ และสามารถที่จะทำงานได้รวดเร็ว และถูกต้องกว่าการใช้งานใช้คนป้อนข้อมูลมากอีกทั้งการเปลี่ยนแปลงรูปแบบบาร์โค้ดในผลิตภัณฑ์นั้นก็ง่ายมาก มีข้อมูลที่น่าสนใจ เปรียบเทียบให้เห็นความผิดพลาดซึ่งเกิดจากการใช้บาร์โค้ดจะมีแต่ 1 ใน 10,000 ในขณะที่หากใช้คนป้อนข้อมูลความผิดพลาดจะสูงถึง 1 ใน 300 อัตราการผิดพลาดที่ได้จากการใช้บาร์โค้ดสามารถลดลงโดยใช้วิธีการตรวจเช็คตัวเลขและเทคนิคการป้องกันข้อมูลในรูปแบบอื่นร่วมด้วย

ข้อแตกต่างของรูปแบบต่าง ๆ ของบาร์โค้ดทุกวันนี้มีอยู่มากมายขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในงานแต่ละชนิดไป โดยจะขึ้นอยู่กับตัวถอดรหัสของบาร์โค้ด ซึ่งจะต้องตรงกับชนิดของบาร์โค้ดนอกเหนือจากจะต้องมีระบบของแหล่งกำเนิดแสง และตัวอ่านตามปกติแล้วการแสดงผลจะแสดงเอาต์พุตออกทางตัวเลขแสดงผล LED หรือต่อไปยังอินพุตของระบบคอมพิวเตอร์ โดยการต่อผ่านทางพอร์ต RS232 มาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้แสงเลเซอร์ในการอ่านบาร์โค้ดเพิ่งจะมีมาได้เมื่อต้นทศวรรษที่ 70 โดยใช้งานร่วมกับระบบไมโครโปรเซสเซอร์ซึ่งการประมวลจากตัวอ่านนี้หากว่ามีความสนใจในการอ่านรูปแบบรหัสของบาร์โค้ดที่แตกต่างกันจะมีความยืดหยุ่นใน การใช้งานมากกว่า 1 รูปแบบในสายงานการผลิต ยกตัวอย่างในอุตสาหกรรมเวชภัณฑ์จะใช้รหัส UPC เป็นหลักในขณะที่ใช้รหัส 39 สำหรับการใช้งานรูปแบบใหม่

2.5 ชนิดของตัวบาร์โค้ด

ตัวบาร์โค้ดพื้นฐานมี 4 ชนิดดังแสดงในตารางที่ 2.3 ซึ่งจะบอกตั้งแต่ราคาต่อหน่วยและลักษณะการทำงาน สำหรับรายละเอียดของตัวอ่านแต่ละชนิด มีดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.3 ชนิดของตัวอ่านบาร์โค้ด

ชนิดของตัวอ่านบาร์โค้ด	แหล่งกำเนิดแสง	ราคาต่อหน่วย
LED	ไดโอดเปล่งแสงสีแดง	ต่ำ
IR	แสงย่านอินฟาเรด	ปานกลาง
แสงแบนด์แคบ	แสงเลเซอร์	สูงสุด
ไฟเบอร์ออปติก	ใช้แสงจากสภาพแวดล้อมภายนอก	สูง

2.5.1 ไดโอดเปล่งแสง (LED)

ตัวอ่านไดโอดแบบเปล่งแสงจะมีราคาต่อหน่วยต่ำแต่การทำงานนั้นอาจถูกรบกวนด้วยแสงสว่างจากสภาพแวดล้อมได้ การใช้งานตัวอ่านต้องสัมผัสกับวัตถุที่จะอ่านและตัวฉลากบาร์โค้ด หากเกิดความสกปรกจะทำให้ประสิทธิภาพการอ่านข้อมูลลดลง โดยทั่วไปๆ แล้วความลึกในการฉายแสง (depth of field) จะมีค่าอยู่ในระดับ 0.075 นิ้ว

2.5.2 แสงอินฟราเรด (IR)

ตัวอ่านชนิดนี้จะคล้ายกับไดโอดเปล่งแสง แต่มีข้อดีกว่าคือ มีผลรบกวนจากแสงสว่างจากสภาพแวดล้อมรอบ ๆ น้อยมา และไม่มีปัญหาในการอ่านเนื่องมาจากความสกปรกของผิวบาร์โค้ด

2.5.3 แสงเลเซอร์ (Laser)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจุบันนี้ตัวอ่านที่ใช้แสงเลเซอร์จะมีราคาแพงที่สุดในบรรดาตัวอ่านบาร์โค้ด มีความลึกใน

การฉายแสง (depth of field) อยู่ในระดับ 3 นิ้ว ซึ่งก็หมายความว่าสามารถที่จะใช้งานอ่านบาร์โค้ดที่ระยะไกลออกไปได้ ตัวอ่านไม่จำเป็นต้องติดกับผิวป้ายบาร์โค้ดโดยทั่วไปจะใช้แสงที่มีความยาวคลื่นประมาณ 750 นาโนเมตร ซึ่งเป็นแสงที่อยู่ในช่วงที่สายตาไม่สามารถมองเห็นได้ แต่การทำงานจะมี แอลอีดี สีแดงช่วยเล็งหาเป้าหมายขณะทำงาน

2.5.4 ไฟเบอร์ออปติก

ใช้แสงสว่างจากสิ่งแวดล้อม มีราคาต่อหน่วย อยู่ในระดับค่อนข้างสูง แต่ก็น้อยกว่าแบบเลเซอร์

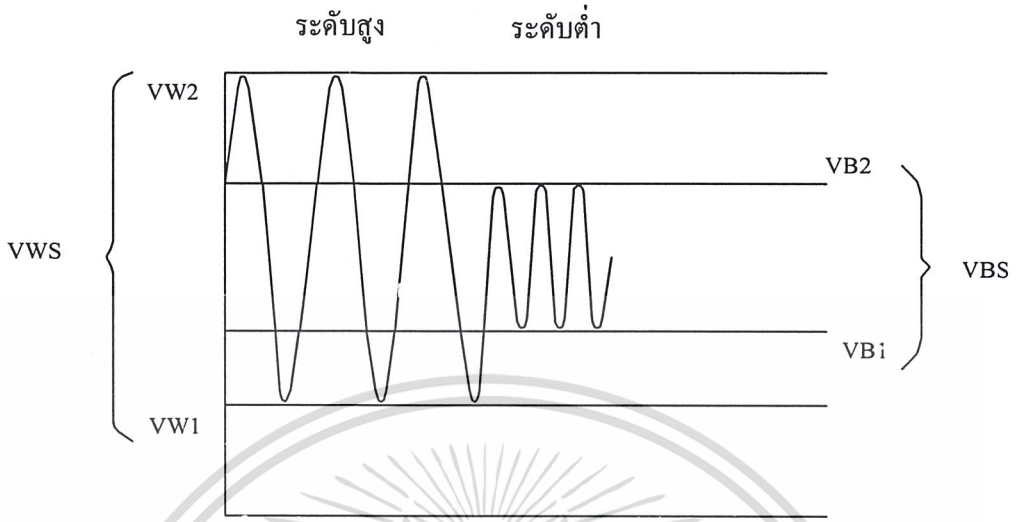
2.6 การทำงานของบาร์โค้ด

ตัวอ่านบาร์โค้ดหรือสแกนเนอร์เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจจับบาร์โค้ดซึ่งจะให้เอาต์พุตเป็นสถานะต่ำเมื่อพบแถบเส้นสีดำและมีสถานะสูงเมื่อพบสีขาว รูปแบบของสัญญาณ ดังรูปที่ 2.6 ซึ่งทำหน้าที่ เหมือนตาในระบบบาร์โค้ด โดยการเปลี่ยนแถบเส้นขาวดำที่เห็นให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้าส่วนประกอบหลักๆ ที่ต้องนำมาพิจารณาในการตัดสินใจเลือกชนิดของตัวอ่านบาร์โค้ดคือ

1) แบบของสัญญาณทางเอาต์พุตที่ต้องการว่าเป็นอนาล็อกหรือดิจิตอล
2) ชนิดของตัวอ่านหรือแสงที่ใช้อ่าน
3) ตัวอ่านเป็นชนิดที่ต้องสัมผัสหรือไม่สัมผัสกับผิวของวัตถุ
4) ตัวอ่านอยู่กับที่หรือสามารถเคลื่อนย้ายได้
5) สิ่งแวดล้อมในบริเวณที่ใช้งานว่ามีสภาพแสงรบกวนต่อการทำงานหรือไม่

การเลือกตัวอ่านที่เหมาะสมนั้นขึ้นอยู่กับความเข้ากันได้ทั้งหมดของการประยุกต์ใช้งาน เช่น รูปแบบของป้ายหรือฉลาก ตัวถอดรหัส (decode) และระบบทั้งหมดการตัดสินใจว่าเลือกเอาต์พุตว่าให้เป็นอนาลอกหรือดิจิตอลจะต้องพิจารณาด้านความต้องการทางอินพุตของส่วนถอดรหัสข้อมูล และชนิดของแสงที่ต้องใช้อ่านจะขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมภายนอกประเภทของการนำไปใช้งาน และ ชนิดของป้ายบาร์โค้ดที่มีตัวอ่านเป็นอินฟาเรดสามารถอ่านป้ายที่มีความสกปรก ซึ่งความสกปรกนี้จะพบได้บ่อยในบริเวณการบรรจุหีบห่อสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 ระดับแรงดันทางเอาต์พุตของตัวอ่านบาร์โค้ด Vws คือแรงดันเมื่อผ่ายแถบขาว และ Vbs คือแรงดันเมื่อผ่านแถบดำ

ชนิดของหมึกที่ใช้พิมพ์ป้ายบาร์โค้ด ต้องสัมผัสกับแสงที่ใช้ในตัวอ่านด้วยส่วนการเลือกตัวอ่านเป็นชนิดอยู่นิ่งหรือเคลื่อนที่รวมทั้งสัมผัส กับ ผิวหรือไม่ขึ้นอยู่กับประเภทของการใช้งานหลังจากได้ข้อมูลจากแสกนเนอร์ หรือตัวอ่านบาร์โค้ดแล้ว สัญญาณจะถูกส่งต่อมายังส่วนประมวลผลข้อมูล เพื่อแปลความหมายโดยการเปรียบเทียบสัญญาณทางไฟฟ้าที่ได้จากการอ่านสัญญาณบาร์และสเปซ สิ่งที่ใช้พิจารณาการเลือกตัวถอดรหัสแปลผลสำหรับบาร์โค้ด

1.) ความเข้ากันได้กับชนิดของตัวอ่าน
2.) สัญญาณทางเอาต์พุตที่ต้องการ
3.) ต้องการชนิดที่เคลื่อนย้ายได้หรือไม่
4.) แสดงผลเพียงอย่างเดียวหรือจะให้พิมพ์ข้อมูลออกมาด้วย
5.) ต้องการคีย์ในการป้อนข้อมูลหรือไม่
6.) ความสามารถในการถอดรหัสบาร์โค้ดได้หลายรูปแบบหรือไม่
7.) ปัจจัยการใช้งานทางด้านสภาพแวดล้อม

เครื่องมือที่ใช้อ่านบาร์โค้ด หรือว่าตัวประมวลผลข้อมูล จะต้องมีระบบควบคุมระดับการอ่านข้อมูลอัตโนมัติ (Automatic Gain Control) เพื่อชดเชยกรณีที่แถบบาร์โค้ดมีการพิมพ์แถบไม่ชัดเจน หรือมีความเข้มเบาบางเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 ผลของช่องแสงที่มีแรงดันต่อเอาต์พุต

ขนาดของช่อง (นิ้ว)	ค่าต่ำสุด (มิลลิโวลต์)	ค่าปกติ (มิลลิโวลต์)
<u>แรงดันจากแถบกว้าง</u>		
0.004	100	150
0.006	200	300
0.008	400	600
0.010	620	930
0.012	900	1350
<u>แรงดันจากแถบแคบ</u>		
0.004	50	90
0.006	100	180
0.008	200	360
0.010	310	558
0.012	450	810

2.7 ผลของช่องรับแสง

ตัวอ่านบาร์โค้ดจะมีช่องแสงเป็นทางให้แสงสะท้อนจากผิวบาร์โค้ดผ่านส่วนตรวจจับ และช่องแสงนี้ต้องมีขนาดเล็กกว่าความกว้างของแถบบาร์โค้ด แรงดันที่เอาต์พุตจะขึ้นอยู่กับขนาดของช่องแสงตัวแสดงในตารางที่ 2.4

ค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญอีกค่าหนึ่งของตัวอ่านบาร์โค้ด คือ ค่าของดัชนีความละเอียด (Resolution Index หรือ RI) อัตราส่วนของสัญญาณแถบแคบ VD (Narrowbar Signal) หารด้วยค่าของสัญญาณแถบกว้าง VS (Widebar Signal) โดยที่ค่าของสัญญาณแถบแคบ VD คือ ระดับของสัญญาณไฟฟ้าที่อ่านผ่านแถบที่แคบที่สุดของบาร์โค้ด และ สัญญาณแถบกว้าง VS คือค่าความแตกต่างระหว่างขนาดของสัญญาณที่ได้จากบริเวณแถบดำ และ แถบขาว ของป้ายบาร์โค้ดสัมพันธ์กับสัญญาณที่สร้าง โดยความกว้างของบาร์และสเปซหาได้โดยใช้สมการดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$RI = \frac{VD}{VS} \times 100\%$$

เมื่อ $$VS = V_{W2} - V_{W1}$$

$$VD = V_{W1} - V_{B1}$$

ช่วงสิ้นสุดอักขระสุดท้าย 1 A อักขระสุดท้ายช่วงสิ้นสุด

รูปที่ 2.5 รูปแบบของการเข้ารหัส "LA"

ซึ่งการวัดอ้างอิงตามมาตรฐาน NBS (Nationnal Bureal of Standard) สัญญาณที่วัดได้จากตัวอ่านบาร์โค้ดจะขึ้นกับความเร็วในการสแกนผ่านไปบนป้ายเวลาขาขึ้น (RiseTime) และเวลาขาลง (Fall Time) ของสัญญาณที่อ่านจะอยู่ระหว่าง 10 เปอร์เซ็นต์ และ 90 เปอร์เซ็นต์ของสัญญาณภายในเวลา 40 ไมโครวินาที

2.8 รูปแบบของรหัสบาร์โค้ด

ความแตกต่างของรหัสตัวอักขระบาร์โค้ดที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมา ใช้งานในทุกวันนี้มีลักษณะรูปแบบมากมาย ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับรูปแบบการตรวจเช็คความผิดพลาดความหนาแน่นในการพิมพ์อักขระต่อนิ้ว ชนิดของตัวอักขระที่ใช้งานไม่ว่าจะเป็นตัวอักขระหรือว่าตัวเลข ซึ่งสามารถนำมาเข้ารหัส และ ประยุกต์ใช้งานจริงได้รูปแบบ ของรหัสบาร์โค้ดที่ใช้กันในทุกวันนี้มี 5 แบบ หลักๆ ดังนี้

2.8.1 รหัส 3 ใน 9 หรือรหัส 39

รหัส 39 ประกอบด้วยส่วนประกอบแถบกว้าง 3 ส่วน ซึ่งเป็นแถบทึบหรือบาร์และแถบว่างหรือสเปซ จากทั้งหมด 9 ส่วน ดังแสดงในรูปที่ 2.7 และรูปที่ 2.8 ซึ่งในบาร์โค้ดจะประกอบด้วย

1) ช่วงแถบว่างที่อยู่แต่ละด้านของบาร์โค้ด
2) ส่วนแสดงการเริ่มต้น
3) ข้อมูลของตัวอักขระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อักขระ 1 = 10001 0100

อักขระ 4 = 00101 0100

บาร์ 1 0 0 0 1

สเปซ 0 1 0 0

อักขระ 1

บาร์ 0 0 1 0 1

สเปซ 0 1 0 0

อักขระ 4

รูปที่ 2.6 อักขระในบาร์โค้ด 3 ใน 9

รูปแบบโครงสร้างของรหัส 39

ในรหัสแบบ 39 ความกว้างของแถบบาร์ และสเปซ จะอยู่ในรูปแบบของตัวเลขฐานสอง โดยแถบที่แคบจะแทนด้วย 0 และแถบกว้างจะแทนด้วยเลข 1 ดังนั้น รหัส 3 ใน 9 ข้อมูล 1 ฟิลด์จะประกอบด้วย แถบกว้าง 3 แถบ จึงมีเลขฐาน 2 ค่า 1 อยู่ 3 ตัวและที่เหลือจะเป็นค่า 0 อยู่ 6 ตัว

รหัสของ แถบบาร์โค้ดจะประกอบด้วยรหัสเริ่มต้นทางด้านซ้ายสุด และรหัสหยุดที่ทางขวาสุด ขอบเขตระหว่างแถบที่แสดงการเริ่มต้นและแถบหยุดจะเป็นส่วนบรรจุข้อมูลซึ่งสามารถบรรจุสูงสุดได้ถึง 32 ตัวอักขระ แต่ก็จะขึ้นอยู่กับความสามารถของอุปกรณ์ที่ใช้ร่วมด้วย

ตัวอย่างของข้อมูลบาร์โค้ด สำหรับเลข 1 และเลข 4 เปรียบเทียบให้ดู ดังแสดงในรูปที่ 2.8 ตัวอักษรทั้งหมดของรหัส 39 แสดงไว้ในตารางที่ 2.5 แถบช่องว่างหรือว่าบาร์ และสเปซแต่ละอันสามารถเลือกได้ ซึ่งจะแคบหรือกว้างขึ้นอยู่กับการแปลงรหัส ตัวอักขระแต่ละตัวประ กอบด้วยแถบกว้าง 3 แถบ และแถบแคบ 6 แถบตัวเลข 1ใช้แทนส่วนกว้าง และเลข 0 แทนส่วนแคบ ตัวอักษรอื่น ๆ แบ่งแยกโดยช่องว่างระหว่างตัวอักษร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 โครงสร้างตัวอักขระในรหัส

ตัวอักขระ	รูปแบบ	บาร์	สเปซ	ตัวอักขระ	รูปแบบ	บาร์	สเปซ
1		10001	0100	M		11000	0001
2		01001	0100	N		00101	0001
3		11000	0100	O		10100	0001
4		00101	0100	P		01100	0001
5		10100	0100	Q		00011	0001
6		01100	0100	R		10010	0001
7		00011	0100	S		01010	0001
8		10010	0100	T		00110	0001
9		01010	0100	U		10001	1000
0		00110	0100	V		01001	1000
A		10001	0010	W		11000	1000
B		01001	0010	X		00101	1000
C		11000	0010	Y		10100	1000
D		00101	0010	Z		01100	1000
E		10100	0010	,		00011	1000
F		01100	0010	.		10010	1000
G		00011	0010	SPACE		01010	1000
H		10010	0010	@		00110	1000
I		01010	0010	$		00000	1110
J		00110	0010	/		00000	1101
K		10001	0001	+		00000	1011
L		00001	0001	%		00000	0111

ผังจัดการข้อมูลสตริงในรหัส 39

/ เริ่มต้น__ / __ ข้อมูล ฟิลด์ข้อมูล__ / __ ค่าผิดพลาด ตรวจสอบตัวอักขระ __ / __ หยุด / (32 ตัว อักขระ) (1 ตัวอักขระ - สำรองไว้)

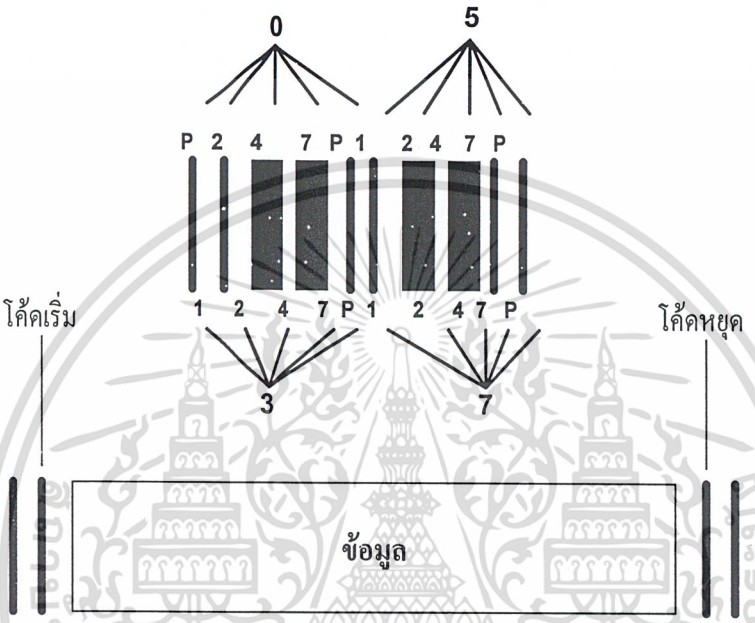
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ผังการจัดการข้อมูลสตริงในรหัสแทรก 2 ใน 5

เริ่มต้น __/__ ฟิลด์ข้อมูล __/__ หยุด

(ความยาวขึ้นอยู่กับข้อมูล)



รูปที่ 2.7 รูปแบบของบาร์โค้ดรหัสแทรก 2 ใน 5

2.8.2 รหัสแทรก 2 ใน 5

เฉพาะข้อมูลตัวเลขเท่านั้นที่สามารถเข้ารหัสแบบแทรก 2 ใน 5 ความหนาแน่นของข้อมูลสูงสุดคือ 18 ตัวอักขระต่อนิ้วรหัสอาจผิดพลาดได้หากไม่เข้ารหัสเป็นตัวเลขคู่ของตัวอักษรเข้ารหัสในสัญลักษณ์ตัวอักษรตัวแรกของคู่แทนโดยบาร์ และตัวอักษรตัวที่ 2 แทน โดยสเปซ รหัสแทรก 2 ใน 5 ในอุตสาหกรรมผลิตยา , ในร้านอาหารและอุตสาหกรรมผลิตสิ่งพิมพ์ ฯลฯ

1) **คุณสมบัติของรหัสแทรก 2 ใน 5 หรือ บาร์โค้ด USS - I 2/5**

ชนิดของตัวอักขระ : ตัวเลข

ความยาวของข้อมูล : เปลี่ยนแปลงได้ แต่ต้องเป็นจำนวนคู่

การถอดรหัส : ได้ทั้งสองทิศทาง (Bi - Directional)

ความหนาแน่นของข้อมูล : สูงสุด 18 ตัวอักขระต่อนิ้ว

ตัวอักขระพิเศษ : มีความแตกต่างกันรูปของการเริ่มและการหยุด

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

37201

ตารางที่ 2.6 ชุดอักขระของบาร์โค้ดรหัสแทรก 2 ใน 5

ตัวเลข (ฐานสิบ)	9 รหัส 2 ใน 5 (ดัดแปลงจาก BCD)	ค่าไบนารี
0	00110	6
1	10001	17
2	01001	9
3	11001	25
4	00101	5
5	10100	20
6	01100	12
7	00011	3
8	10010	18
9	01010	10
อักขระเริ่มต้น	00	0
อักขระหยุด	10	2

2) คุณสมบัติของรหัส Codebar

ตัวอักขระ : ตัวเลข 0 ถึง 9 รวมทั้งตัวอักขระพิเศษอีก 6 ตัว คือ $, - , : , / ,. และ + รวมทั้งตัวอักขระหยุด - เริ่มอีก 4 ตัว A , B , Cและ D

ความยาวของชุดข้อมูล : เปลี่ยนแปลงได้

การถอดรหัส : ได้ทั้งสองทิศทาง

ความหนาแน่นข้อมูล : สูงสุด 12.8 ตัวอักขระต่อนิ้ว

3) รูปแบบโครงสร้างของรหัส 2 ใน 5

รูปแบบสำหรับตัวอักขระจะประกอบด้วยบาร์ และสเปซสลับกันไป แทนค่าตัวเลขฐานสิบในรูปของตัวเลขฐานสอง 5 บิด (4 บิดแสดงค่าตัวเลข และ 1 บิตพาริตี้)รูปแบบของบาร์โค้ดจะประกอบด้วยส่วน เริ่มต้น ส่วนของข้อมูล และส่วนการแสดงการสิ้นสุดของรหัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อักขระ	โค้ด
5	10100

บาร์ 0 1 0 0

สเปซ 1 0 1 0 0

(ก)

อักขระ	โค้ด
1	10001
4	00101

บาร์ 1 0 0 0 1

สเปซ 0 0 1 0 1

ข)

รูปที่ 2.8 ผังการจัดวางบาร์โค้ดรหัสแทรก 2 ใน 5

การเข้ารหัสตัวเลขต้องประกอบด้วยจำนวนคู่เสมอตัวเลขที่เข้ารหัสแล้ว ดังรูปที่ 2.12 สัญลักษณ์ ของบาร์โค้ดบ่อยครั้ง จะประกอบด้วยตัวอักษรที่คนเราสามารถอ่านได้อย่างง่าย ๆ ซึ่งทำให้ง่ายต่อการตรวจเช็คเมื่อไม่สามารถอ่านบาร์โค้ดได้โดยตัวเลขจะเขียนไว้ด้านบนหรือด้านล่างของบาร์โค้ดเสมอ ความยาวของแถบบาร์โค้ดสามารถคำนวณด้วยสมการ

$$L=(P(4N+6)+6+N)X+2Q$$

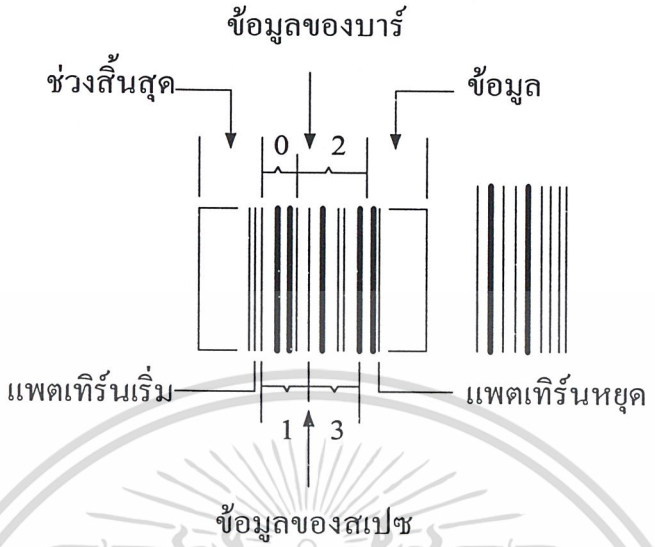
ซึ่ง P คือ จำนวนของคู่อักขระ

N คือ อัตราส่วนของแถบกว้าง

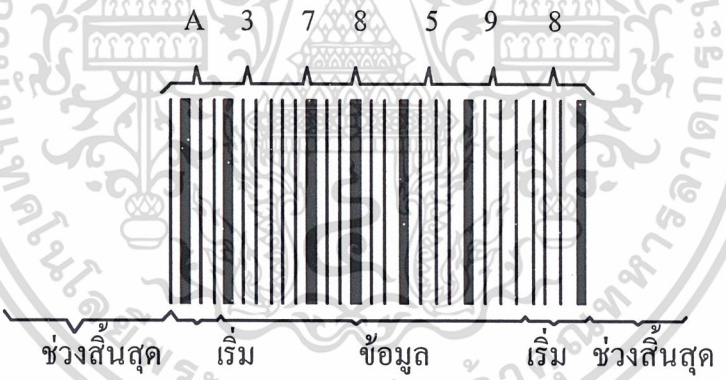
X คือ ขนาดความกว้างของแถบแคบ

และ Q คือ ความกว้างของแถบแสดงการสิ้นสุดรหัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 บาร์โค้ดสมบูรณ์ของจำนวน 0123 ในรูปแบบรหัสแทรก 2 ใน 5



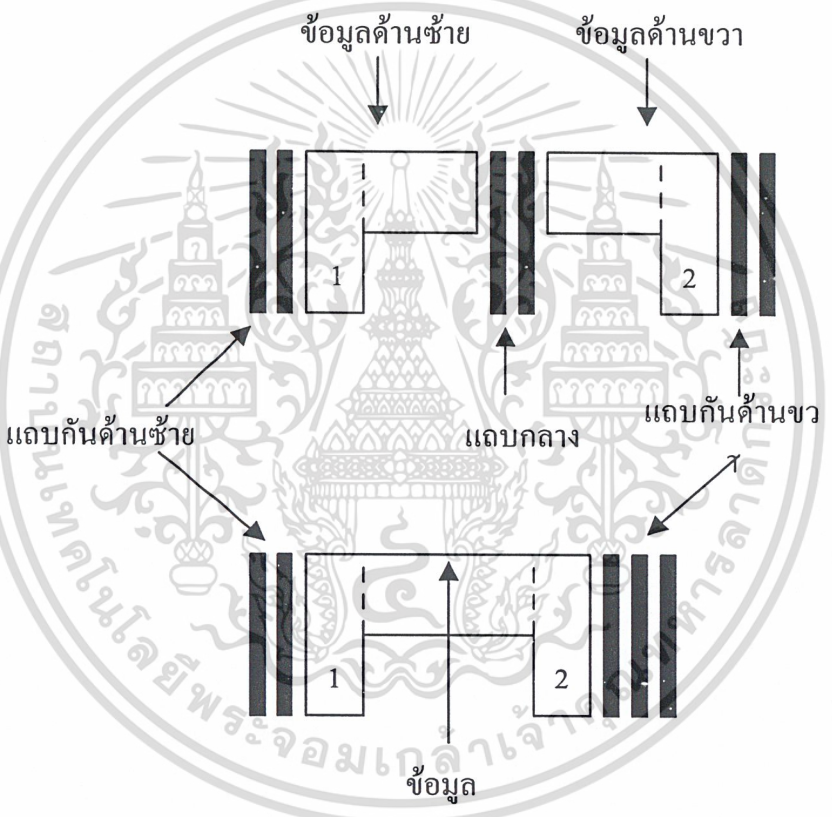
รูปที่ 2.10 การเข้ารหัส Codebar "A37859B"

ส่วนประกอบของข้อมูล ดังแสดงในรูปที่ 2.9 ในรูป แสดงส่วนประกอบของรหัสแบบแทรก 2 ใน 5 โดยอ่านค่าจากแถบได้ 5 และจากช่องว่างก็ได้ 5 โดยดูจากแถบหรือช่องว่างกว้างแทนด้วย 1 และในทางตรงกันข้ามแถบหรือช่องว่างแคบแทนด้วย 0 ส่วนในรูปที่ 2.10 แสดงการอ่านรหัสจากแถบได้ 1 และจากช่องว่างได้ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ส่วนประกอบของบาร์โค้ด

ส่วนแสดงการเริ่มต้นและหยุดของบาร์โค้ดแสดงในรูปที่ 2.11ส่วนเริ่มต้นจะอยู่ทางซ้ายของข้อมูลทั้งหมด ประกอบด้วย 4 ส่วนแคบ ๆ โดยสลับกันระหว่างบาร์และสเปซ ส่วนแถบแสดงการหยุดจะอยู่ทางด้านขวาของข้อมูลทั้งหมด ประกอบด้วยแถบใหญ่แล้วตามด้วยแถบเล็กโดยมีช่องว่างแคบ ๆ สลับกันไว้ และในส่วนประกอบของบาร์โค้ดจะมีส่วนที่แสดงการสิ้นสุดของรหัสที่อยู่ปิดหัวท้ายของรหัส ดังแสดงในรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 รูปแบบการเข้ารหัส UPC

2.8.3 รหัสแบบ Codebar

Codebar สามารถใช้กับข้อมูลตัวเลขและตัวอักขระพิเศษอีก 6 ตัวคือ $, – , : , / ,. , และ + และตัวอักษร 4 ตัวที่แสดงการเริ่มต้นและหยุด คือ A, B, C และ D สัญลักษณ์ของ Codebar ใช้สำหรับ เปลี่ยนแปลงความยาวของข้อมูล ซึ่งคุณสมบัติต่าง ๆ ได้ให้ไว้ในตารางที่ 2.7 ส่วนประกอบของข้อมูลแต่ละตัวจะแสดงให้ในรูปที่ 2.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Codebar แต่ละตัวประกอบด้วยขอบเขตแสดงการสิ้นสุด,ส่วนแสดงการเริ่มต้นหรือหยุด และส่วนของข้อมูล ซึ่งข้อมูลสามารถเปลี่ยนแปลงความยาวได้ถึง 32 ตัวอักษร ตัวอย่างดังแสดงในรูปที่ 2.12 ตัวอักษร แต่ละตัวแทนโดยส่วนประกอบ 7 ส่วน มี 4 บาร์และ 3 สเปซ ระหว่างแถบตัวอักขระแสดงว่าเริ่มต้น หรือ หยุดมี 4 ตัว สามารถใช้เป็นตัวเริ่มต้นหรือหยุดได้ ส่วนประกอบการเพิ่มข้อมูลสัญลักษณ์ภายในตัวอักขระแบ่งโดย ช่องว่างระหว่างตัวอักขระประกอบด้วยส่วนของช่องว่างแคบ ๆ 1 ช่อง ส่วนประกอบเบื้องต้นสำหรับตัวอักษร Codebar ทั้งหมดแสดงไว้ในตารางที่ 2.7 ซึ่งส่วนประกอบกว้างแทนไบนารี 1 และส่วนประกอบแคบ แทนไบนารี 0 แต่ละตัวอักขระสามารถแทนโดยไบนารีขนาด 1 บิต เท่านั้น

2.8.4 รหัสสากล UPC (Universal Product Code)

บาร์โค้ด UPC ชุดอักขระประกอบด้วยตัวเลขและอีก 3 ส่วนพิเศษ คือส่วรเริ่มต้น, ส่วนหยุดและตัวอักขระตัวอักษรแต่ละตัวสร้างขึ้นโดย 4 ส่วนคือ 2 บาร์และ 2 สเปซ มี 2 ตัวอย่างข้อมูลพื้นฐานดังแสดงในรูปที่ 2.13

รหัสสากล UPC จะใช้เพื่อเข้ารหัสรายการต่าง ๆ ในบัตรประจำตัวในหน่วยงานต่าง ๆ และใช้ในระบบการบรรจุหีบห่อสินค้าอุปโภคบริโภคในสหรัฐฯ โดยที่ประชุมของ UPC ซึ่งไม่เป็นสากลเท่าไรนัก ระบบตัวอักษรเฉพาะและชนิดพิเศษใช้ของข้อมูล การจัดการของระบบตัวเลข ดังแสดงในตารางที่ 2.8 ตัวเลขของรหัสสากลที่แสดงให้เห็นในตารางที่ 2.9 ข้อมูลตัวอย่างสำหรับตัวเลข 5 มี 2 แบบ ได้แสดงไว้ในรูปที่ 2.14 ซึ่งแถบทึบจะแทนค่า 1 และช่องว่างจะแทนค่า 0 ในสัญลักษณ์ของบาร์โค้ดรหัสประเภทนี้มีความผิดพลาดต่ำ จึงได้มีการพัฒนาไปประยุกต์ใช้กับเครดิตการ์ด

2.8.5 รหัสตัวเลขของยุโรป EAN (European Article Numbering)

ลักษณะรหัสตัวเลขของยุโรปที่ใช้ในทวีปยุโรป ซึ่งมักจะใช้คู่กับรหัส UPC (รหัสสากล UPC จะใช้เพื่อเข้ารหัสรายการต่าง ๆ ในบัตรประจำตัวในหน่วยงานต่าง ๆ และใช้ในระบบการบรรจุหีบห่อสินค้าอุปโภคบริโภคในสหรัฐฯ โดยที่ประชุมของ UPC ซึ่งไม่เป็นสากลเท่าไรนัก) เป็นรหัสที่ใช้สำหรับข้อมูลตัวเลขตัวอย่างดังแสดงในรูปที่ 2.15 ซึ่งเป็นรหัส EAN-13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.7 รูปแบบบาร์โค้ด Codebar และค่าของตัวเลขในระบบฐานสอง

ตัวอักขระที่เข้ารหัส	ค่าในรูปของเลขฐานสอง	แพตเทิร์นของบาร์และสเปซ
0	0000011	
1	0000110	
2	0001001	
3	1100000	
4	0010010	
5	1000010	
6	0100001	
7	0100100	
8	0110000	
9	1001000	
,	0001100	
$	0011000	
:	1000101	
/	1010001	
.	1010100	
+	0010101	
A	0011010	
B	0101001	
C	0001011	
D	0001110	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.8 ระบบจำนวนของตัวอักขระ

ตัวอักขระ	การใช้งาน
0	รหัส UPC ปกติ
2	รายการสุ่มน้ำหนักจำพวกพืชผลและเนื้อสัตว์
3	รายการเกี่ยวกับสุขภาพเช่น รหัสสากลของยา
4	การปฏิบัติการในร้านที่ไม่ใช่รายการอาหารพร้อมรหัสตัวเลขเพื่อตรวจสอบและป้องกัน รวมทั้งการใช้งานในรูปแบบที่มีจำกัด
5	สำหรับใช้กับคูปอง
อื่น ๆ	สำรองไว้ใช้งาน

ตารางที่ 2.9 ตัวเลขของรหัสสากล

ตัวอักขระ	อักขระฟิลด์ซ้าย พาริตี้คี่	อักขระฟิลด์ขวา พาริตี้คู่
0	0001101	1110010
1	0011001	1100110
2	0010011	1101100
3	0111101	1000010
4	0100011	1011100
5	0110001	1001110
6	0101111	1010000
7	0111011	1000100
8	0110111	1001000
9	0001011	1110100

1) การพิมพ์ฉลากบาร์โค้ด

ในอุตสาหกรรมผลิตบาร์โค้ดโดยทั่ว ๆไปป้ายบาร์โค้ดที่ใช้จะใช้การพิมพ์โดยคอมพิวเตอร์โดยเครื่องพิมพ์ดอตเมตริกซ์ จะคำนึงถึงชนิดของรหัสที่ใช้เป็นสำคัญบาร์โค้ดจะพิมพ์โดยมาตรฐานที่จะทำให้ผิดพลาดน้อยที่สุดผู้ใช้บาร์โค้ดโดยทั่ว ๆ ไป มีระบบการตรวจสอบ 4 ตัวแปรที่สำคัญคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบการวางป้าย รูปแบบการเข้ารหัส คุณภาพความเข้ม (Contrast) ของการพิมพ์ และ ความกว้างของแถบและช่องว่างของบาร์โค้ดการเปลี่ยนแปลงในความกว้างของแถบและช่องว่างบนบาร์โค้ดที่กำหนดจะเกิดจากกรรมวิธีในการพิมพ์บาร์โค้ด การสร้างป้ายบาร์โค้ดจะต้องขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้ป้ายบาร์โค้ดสามารถเลือกได้มีทั้งที่พิมพ์ไว้แล้ว และระบบที่สามารถนำไปสร้างบาร์โค้ดใหม่ได้เองตามต้องการ

ป้ายบาร์โค้ดที่มีใช้งานอยู่ทุกวันนี้แบ่งได้เป็น 2 รูปแบบตามลักษณะการพิมพ์คือมีบาร์โค้ดที่พิมพ์สำเร็จไว้แล้วและป้ายบาร์โค้ดที่ต้องพิมพ์ใช้เอง ซึ่งแต่ละแบบก็มีข้อดีข้อเสียอยู่ในตัวเอง

ข้อดี ของการใช้ป้ายสำเร็จคือ

1) สามารถที่จะพิมพ์บาร์โค้ดที่มีความสามารถหนาแน่นข้อมูลสูง ๆ ได้
2) มีความเชื่อถือได้ของการพิมพ์สูงเพราะส่วนใหญ่จะพิมพ์โดยระบบออฟเซต
3) สามารถที่จะพิมพ์บนวัสดุอื่นนอกเหนือจากการพิมพ์โดยกระดาษได้
4) ไม่ต้องยุ่งยากหาเครื่องพิมพ์
5) สามารถที่จะสร้างบาร์โค้ดติดเพื่อการบรรจุในผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกันได้

ข้อเสีย

1) ราคาต่อหน่วยจะสูงกว่า
2) จะต้องเตรียมข้อมูลของป้ายไว้ล่วงหน้าก่อน

เริ่ม	NSC	ซ้าย	กลาง	ขวา	ตรวจสอบ	หยุด
101	0	0	01010	5	ตรวจสอบ	101

รูปที่ 2.12 ผังการจัดวางข้อมูลสตริงของบาร์โค้ดรหัส UPC

	ฟิลด์ซ้าย , พาริตี้คี่		ฟิลด์ขวา , พาริตี้คู่	
บาร์	1 1	1	บาร์	1 1 1 1
สเปซ	0 0 0 0		สเปซ	0 0 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.12 ฟิลด์ซ้ายและฟิลด์ขวาของข้อมูลตัวอักขระ

การพิมพ์บาร์โค้ดโดยเครื่องพิมพ์สามารถที่จะพิมพ์นอกสถานที่ได้ จากเครื่องพิมพ์หลายรูปแบบถึงแม้ว่าจะมีคุณภาพของบาร์โค้ดด้อยกว่าใช้ป้ายสำเร็จ แต่มีความยืดหยุ่นในการใช้งานสูง เครื่องพิมพ์ใช้ได้หลายแบบคือ

2) **เทอร์มอลพรินเตอร์**

1. ราคาของป้ายขึ้นอยู่กับชนิดของกระดาษที่ใช้
2. คุณภาพการพิมพ์อยู่ในระดับปานกลาง
3. ความคงทนของป้ายปานกลาง
4. ราคาของระบบมีตั้งแต่ราคาถูกถึงปานกลาง

3) **ด็อตเมตริกซ์พรินเตอร์**

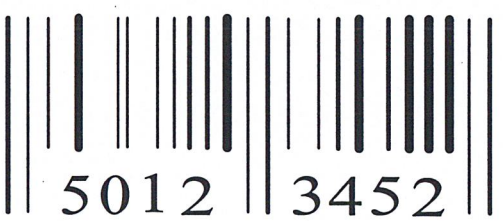
1. ใช้กระดาษชนิดราคาถูก
2. ความหนาแน่นของการพิมพ์ปานกลาง
3. พิมพ์บาร์โค้ดได้เต็มรูปแบบ
4. ราคาของระบบอยู่ในช่วงกว้าง
5. คุณภาพการพิมพ์ไม่แน่นอน

4) **การพิมพ์ตัวอักขระเต็ม (Full Character Impact Printting)**

1. ราคากระดาษต่ำ
2. อุปกรณ์มีราคาสูง
3. สามารถพิมพ์ป้ายที่มีความหนาแน่นสูงได้
4. Mป้ายอาจหลุดได้ง่าย

5) **เลเซอร์พรินเตอร์**

1. อุปกรณ์มีราคาสูง
2. พิมพ์บนพื้นผิวได้หลายชนิด
3. คุณภาพการพิมพ์สูง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.13 รูปบาร์โค้ดรหัส EAN

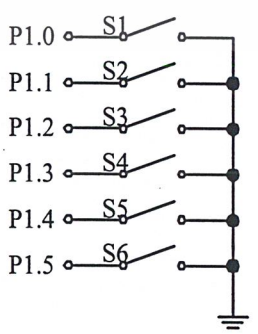
จะเห็นว่ารูปแบบของบาร์โค้ดปัจจุบันมีหลายชนิด ขึ้นอยู่กับประเภทของงานซึ่งนิยมใช้กันมากโดยเฉพาะในระบบงานบริการต่างๆ ที่ต้องการความรวดเร็วและความถูกต้องในการทำงานสูง ซึ่งหากใช้บาร์โค้ดแล้ว จะช่วยให้มีความยืดหยุ่นและมีความสะดวกในการทำงาน

2.9 การอินเตอร์เฟสกับคีย์บอร์ด

โครงงานที่ถูกสร้างขึ้นส่วนมากแล้วจำเป็นต้องติดต่อกับอุปกรณ์อินพุท เช่น ตัวเซ็นเซอร์ต่าง ๆ สัญญาณไฟฟ้า , คีย์บอร์ด เป็นต้นโดยเฉพาะคีย์บอร์ดที่ใช้ติดต่อกับผู้ใช้งานในการควบคุมเครื่อง การอินเตอร์เฟสกับคีย์บอร์ด 6 รูปแบบที่ใช้งานกันอยู่ทั่วไปสำหรับตรวจจับสถานะการปิดเปิดของสวิตซ์ในที่นี้คงยกตัวอย่างเฉพาะ การเชื่อมต่อสวิตซ์ในแต่ละรูปแบบเป็นหลักเพื่อให้สามารถมองเห็นแนวทางการเขียนโปรแกรมได้ซึ่งแต่ละรูปแบบการเชื่อมต่อสวิตซ์ก็จะมี ข้อดีข้อเสียแตกต่างกันไป

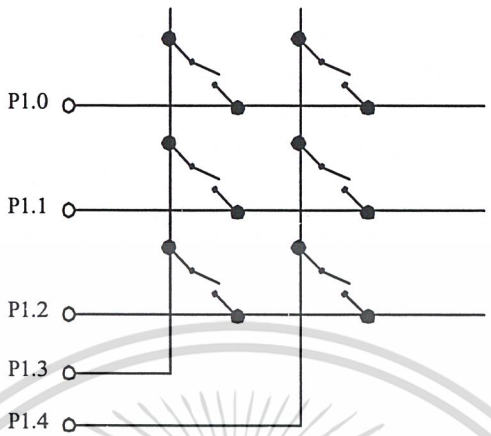
2.9.1 แบบเชื่อมต่อสวิตซ์โดยตรงกับพอร์ต

รูปที่ 2.16 การเชื่อมต่อสวิตซ์โดยตรงกับพอร์ตซึ่งเป็นแบบที่ง่ายที่สุด การกดสวิตซ์แต่ละตัวจะทำให้ขาพอร์ตถูกต่อลงกราวด์โดยตรงซึ่งไม่จำเป็นต้องมีวงจรจำกัดกระแสก็ได้เพราะว่าภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์มีตัวต้านทานพูลอัพต่ออยู่แล้ว การเขียนโปรแกรมทำได้ง่ายมากโดยการใช้คำสั่งตรวจสอบสถานะของแต่ละบิตในพอร์ต เช่นคำสั่ง JB หรือ JNB ข้อเสียของวงจรแบบนี้คือสิ้นเปลืองจำนวนขาพอร์ตจำนวนมากถ้าต้องการใช้สวิตซ์มากเท่าใด ก็ต้องขยายพอร์ตให้มากตามไปด้วย ซึ่งเป็นเรื่องยุ่งยาก เช่น ถ้าต้องการออกแบบเป็นคีย์บอร์ดสำหรับป้อนตัวอักษรขนาด 60 คีย์ ผู้ออกแบบต้องจัดสร้างขาพอร์ตให้ได้ถึง 60 ขาพอร์ต ซึ่งแทบจะเป็นไปได้ยากและสิ้นเปลืองอุปกรณ์มาก

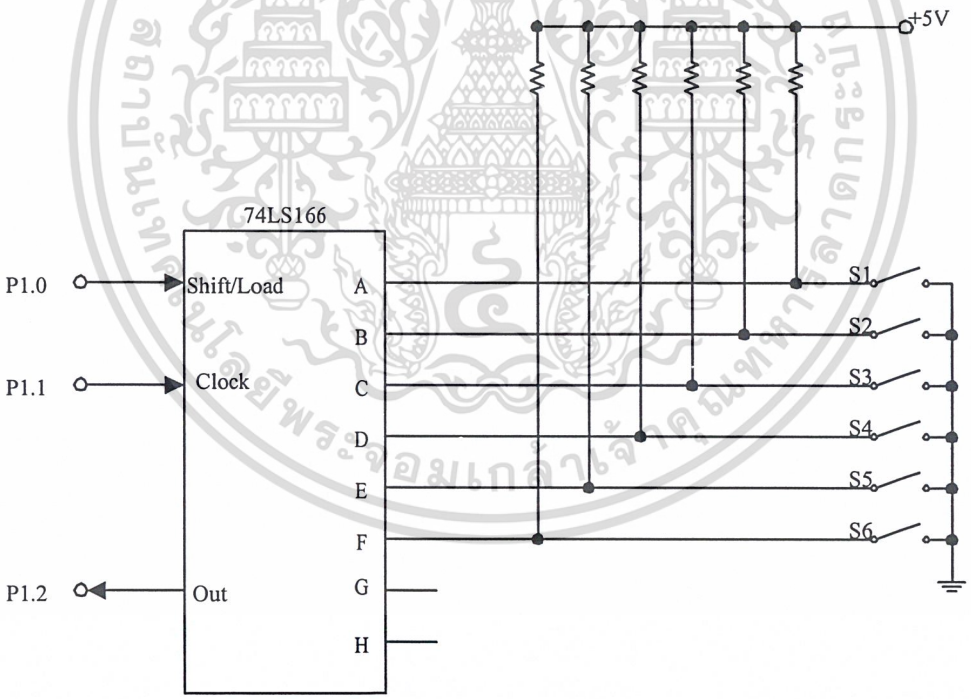


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.14 การเชื่อมต่อสวิตซ์แบบมัลติเพล็กซ์

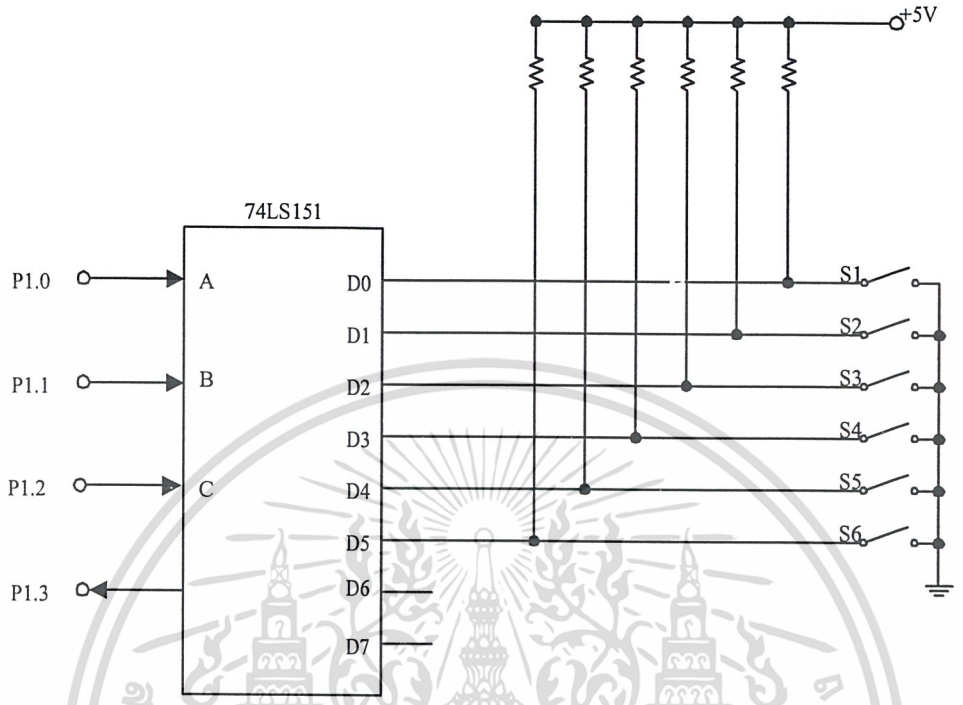


รูปที่ 2.15 การเชื่อมต่อสวิตซ์แบบเมตริกซ์



รูปที่ 2.16 การเชื่อมต่อสวิตซ์ผ่านชิฟต์รีจีสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.17 การเชื่อมต่อสวิตซ์แบบมัลติเพล็กซ์

2.9.2 การเชื่อมต่อสวิตซ์แบบเมตริกซ์

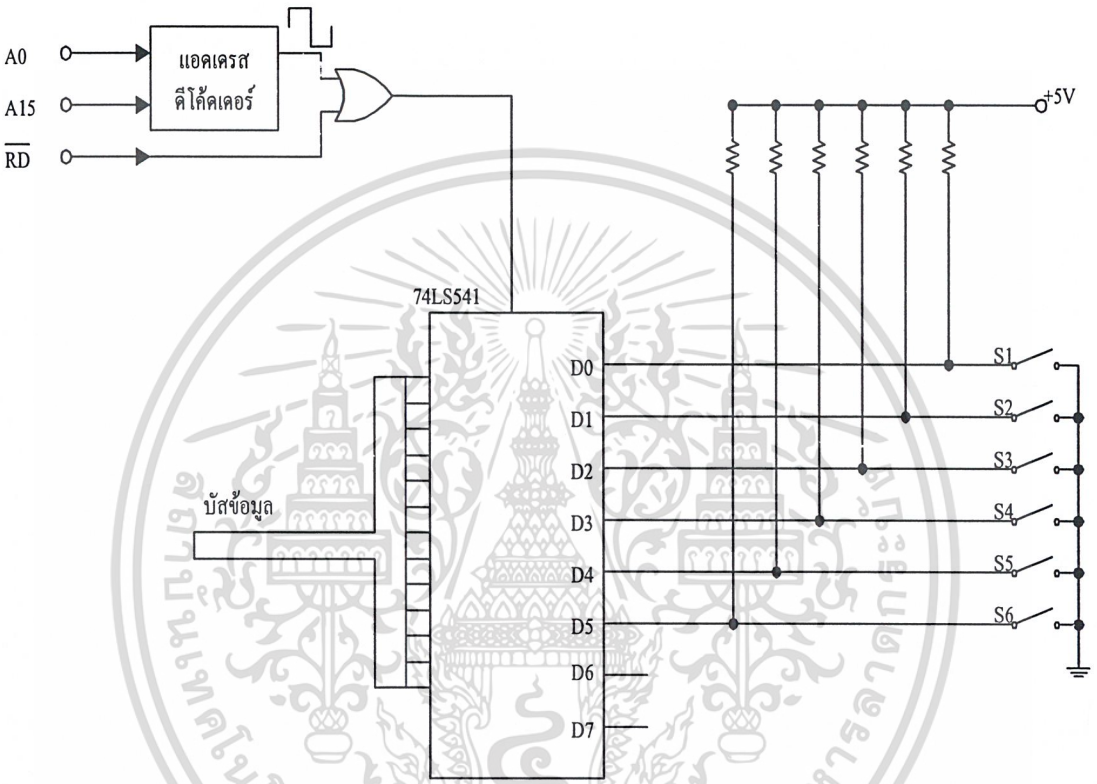
รูปที่ 2.15 การเชื่อมต่อสวิตซ์แบบเมตริกซ์แต่ละตัวจะถูกเชื่อมต่อกันแบบแถว และคอลัมน์ในรูปแบบของเมตริกซ์ การตรวจสอบการกดคีย์ใดบนคีย์บอร์ดทำได้โดยการป้อนค่าลงไป ตรวจสอบค่าหนึ่งไปยังด้านคอลัมน์ และตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทางด้านแถว หรืออาจกล่าวได้ว่าตำแหน่งของการกดคีย์ได้จากการเขียนโปรแกรมทางด้านสแกนคีย์ด้านแถว ข้อดีของการเชื่อมต่อสวิตซ์แบบเมตริกซ์ คือสามารถใช้สวิตซ์ได้มากขึ้น ในขณะที่สิ้นเปลืองขาพอร์ตจำนวนน้อย เช่นใช้ขาพอร์ตเพียง 16 ขาพอร์ตสามารถต่อคีย์บอร์ดได้ถึง 64 คีย์ ข้อเสียของวงจรนี้คือไม่สามารถรับการกดคีย์พร้อมกันได้ และต้องเขียนโปรแกรมในการตรวจสอบคีย์ที่ยุ่งยากซับซ้อน

2.9.3 แบบเชื่อมต่อสวิตซ์ผ่านชิฟต์รีจิสเตอร์

รูปที่ 2.16 การเชื่อมต่อสวิตซ์ผ่านชิฟต์รีจิสเตอร์จะเห็นได้ว่าวงจรนี้ต้องการขาพอร์ตน้อยมากเพียง 3 ขาพอร์ต โดยใช้ขาพอร์ตหนึ่งกำหนดโหมดที่ขา SHIFT/LOAD ให้อยู่ในสภาวะโหลดเพื่ออ่านสถานะสวิตซ์ทุกตัวเข้าสู่ชิฟรีจิสเตอร์ขั้นต่อไป คือเปลี่ยนโหมดการทำงานให้อยู่ในสภาวะชิฟต์ข้อมูลและให้กำเนิดพัลส์จำนวน 8 พัลส์ เพื่อทำการชิฟต์ข้อมูลสถานะของสวิตซ์ผ่านขาพอร์ต P_{12} ไปใช้งาน นั่นคือใช้ขาพอร์ตเพียง 3 ขาพอร์ตเท่านั้นก็ทำงานได้แล้ว รวมทั้งการเขียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมควบคุมก็ทำได้ง่ายถ้าต้องการเพิ่มจำนวนคีย์มากขึ้น ทำได้โดยเพิ่มชิฟต์รีจิส-เตอร์มากขึ้นให้เท่าเทียมกัน อย่างไรก็ตาม ข้อเสียที่เกิดขึ้นคือใช้เวลาในการอ่านสถานะของคีย์ทั้งหมดเป็นเวลานานจนกระทั่งชิฟต์ข้อมูลได้ครบตามจำนวนคีย์



รูปที่ 2.18 การเชื่อมต่อสวิตซ์แบบต่าง ๆ

2.9.4 แบบเชื่อมต่อสวิตซ์มัลติเพล็กซ์

วงจรการเชื่อมต่อแบบนี้แสดงในรูปที่ 2.17 ต้องการขาพอร์ตจำนวน 4 ขาพอร์ตพอร์ต $P_{1.0}$, $P_{1.1}$ และ $P_{1.2}$ ทำหน้าที่ควบคุมไอซีมัลติเพล็กซ์เซอร์เพื่อเลือกสวิตซ์ S_1- S_6ที่ต้องการจะติดต่อด้วยสถานะของคีย์ที่ถูกเลือกจะถูกส่งกับไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านขาพอร์ต$P_{1.3}$วงจรแบบนี้สามารถเพิ่มจำนวนคีย์ได้ง่ายและได้เป็นจำนวนมาก อีกทั้งการเขียนโปรแกรม ก็ทำได้ง่ายเช่นเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

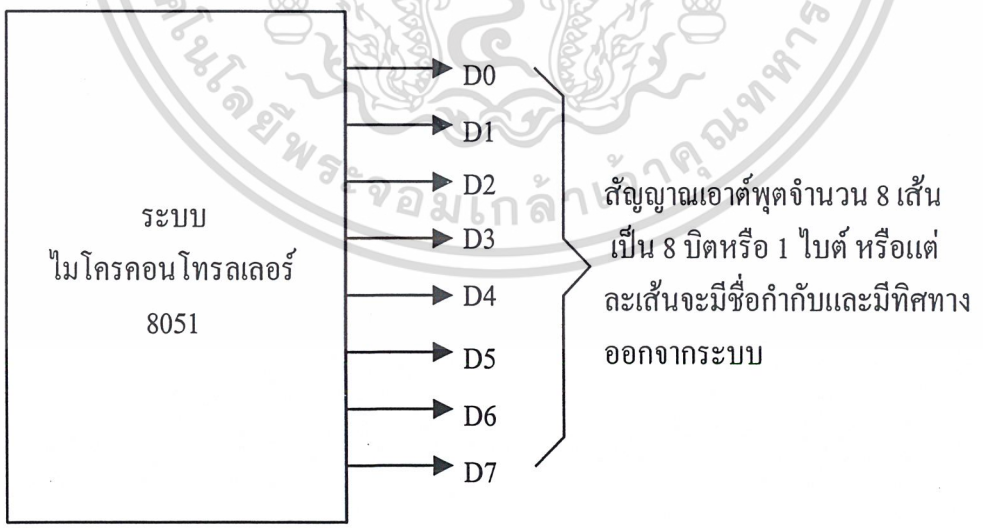
2.9.5 แบบเชื่อมต่อสวิตซ์เข้ากับระบบบัสข้อมูล

วงจรการเชื่อมต่อแบบนี้แสดงในรูปที่ 2.16 (จ) ทำการเชื่อมต่อสวิตซ์เข้ากับระบบบัสข้อมูล เพื่อทำการอ่านสถานะของสวิตซ์เข้าสู่ระบบบัสข้อมูลของไมโครคอนโทรลเลอร์ การเชื่อมต่อแบบนี้มักถูกนำมาใช้เมื่อไม่มีขาพอร์ตเหลือไว้ใช้งานเลย การติดต่อกับคีย์บอร์ด ทำได้โดยการอ้างตำแหน่งแอดเดรสไปยังวงจรดีโค้ดเดอร์ และ ทำการแอกตีฟขาสัญญาณ RD เพื่อส่งสัญญาณไปอีนาเบิลไปยังไอซีบัฟเฟอร์ส่งผ่านสถานะของไอซีต่างๆ เข้าสู่ระบบบัสข้อมูลถึงแม้ว่าถ้าพิจารณาดูที่การเขียนโปรแกรมจะเห็นได้ว่าไม่ยากเลยแต่ในทางปฏิบัติการต่อวงจร แบบนี้จะทำให้เกิดความยุ่งยากในทางฮาร์ดแวร์มาก เพราะต้องการเชื่อมต่อวงจรเข้ากับทั้งระบบบัสแอดเดรสและบัสข้อมูล

2.10 การต่อใช้งานพอร์ตอินพุตและพอร์ตเอาท์พุตของ 8051

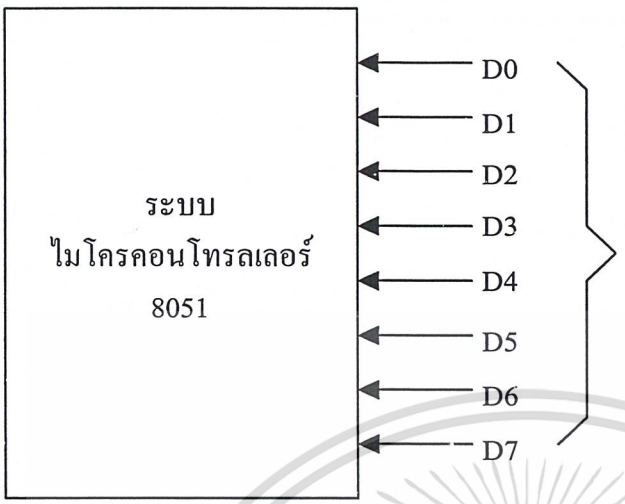
2.10.1 พอร์ตอินพุตและพอร์ตเอาท์พุต

พอร์ต หมายความว่าแอดเดรสที่กำหนดไว้เพื่อการโอนย้ายข้อมูลระหว่าง ไมโครคอนโทรลเลอร์กับอุปกรณ์ภายนอก เมื่อพิจารณาการไหลของข้อมูล โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นหลัก จะได้ว่าการรับข้อมูลจากวงจรภายนอกเรียกว่า อินพุต (Input) ดังรูปที่ 2.20 และการส่งข้อมูลออกไปยังวงจรภายนอกเรียกว่า เอาท์พุต (Output) ดังรูปที่ 2.19



รูปที่ 2.19 การส่งข้อมูลออกไปยังพอร์ตเอาท์พุท ซึ่งจะมีสัญญาณจำนวน 8 เส้น สำหรับส่งข้อมูลออกไปให้กับอุปกรณ์ภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.20 การรับข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกเข้ามายังพอร์ตอินพุทของระบบ ซึ่งจะมีเส้นสัญญาณจำนวน 8 เส้น

เมื่อพิจารณาถึงวิธีการส่งข้อมูลภายในพอร์ตจะสามารถแยกประเภทของพอร์ตออกเป็น 2 ลักษณะคือพอร์ตขนาน (Parallel) ซึ่งจะทำการส่งหรือรับข้อมูลทุกบิตในเวลาเดียวกัน และพอร์ตอนุกรม (Serial Port) จะทำการส่งหรือรับข้อมูลทีละบิตจนครบจำนวน

8051 มีพอร์ตขนานจำนวน 4 พอร์ต มีชื่อเรียกตามลำดับว่า พอร์ต 0,1,2 และ 3 (P0, P1, P2 และ P3) ทั้ง 4 พอร์ตนี้จะเป็นพอร์ตขนาด 8 บิต สามารถใช้งานได้ทั้งแบบบิต หรือแบบไบต์ นอกจากนี้พอร์ต 0,2 และ 3 ยังสามารถใช้งานอื่น ๆ ได้อีกหน้าที่ของพอร์ตต่าง ๆ มีดังนี้ คือ

พอร์ต 0 (P0.7- P0.0) สามารถใช้งานได้ 2 หน้าที่ คือใช้เป็นพอร์ตอินพุตหรือเอาต์พุต ส่วนอีกหน้าที่หนึ่งจะใช้เมื่อต้องการขยายระบบให้ใหญ่ขึ้น โดยใช้ควบคุมหน่วยความจำภายนอก ซึ่งจะให้สัญญาณที่มัลติเพล็กซ์ระหว่างบัสแอดเดรส และบัสข้อมูล (AD7- AD0) ออกมา

พอร์ต 1 (P1.7- P1.0) จะใช้เป็นพอร์ตอินพุตหรือพอร์ตเอาต์พุตได้เพียงอย่างเดียว

พอร์ต 2 (P2.7- P2.0) เป็นพอร์ตที่ใช้งาน 2 หน้าที่ คือ หน้าที่แรกเป็นพอร์ตอินพุต หรือเอาต์พุต ส่วนอีกหน้าที่หนึ่งจะใช้ควบคุมหน่วยจำภายนอก โดยจะใช้เป็นแอดเดรสไบต์สูง (A15-A8)

พอร์ต 3 (P3.7-P3.0) เป็นพอร์ตที่ใช้งาน 2 หน้าที่ คือ หน้าที่แรกเป็นพอร์ตอินพุตหรือเอาต์พุต ส่วนหน้าที่ที่ 2 จะแยกออกเป็นหลายอย่าง ดังนี้คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิต	ชื่อ	ทำหน้าที่
P3.0	RXD	รับข้อมูลของพอร์ตอนุกรม
P3.1	TXD	ส่งข้อมูลของพอร์ตอนุกรม
P3.2	INTO\	ใช้รับสัญญาณอินเตอร์รัพต์จากภายนอก
P3.3	INT1\	ใช้รับสัญญาณอินเตอร์รัพจากภายนอก
P3.4	TO	เป็นอินพุตจากภายนอกของไทเมอร์/ เคาน์เตอร์0
P3.5	T1	เป็นอินพุตจากภายนอกของไทเมอร์/ เคาน์เตอร์ 1
P3.6	WR\	ขาสัญญาณควบคุมการเขียน (Write) ของหน่วยความจำภายนอก
P3.7	RD\	ขาสัญญาณควบคุมการอ่าน (Read) ของหน่วยความจำภายนอก

2.10.2 คำสั่งการใช้งานพอร์ตอินพุตและเอาต์พุต

8051 อ้างถึงพอร์ต, รีจิสเตอร์ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบ โดยใช้หลักการที่เรียกว่า Memory Mapped System คือ การติดต่อกับอุปกรณ์เหล่านี้จะเหมือนกับการติดต่อกับหน่วยความจำ ดังนั้นการติดต่อกับพอร์ตอินพุตหรือเอาต์พุต ของ 8051 จะใช้คำสั่งเช่นเดียวกับการติดต่อกับการติดต่อหน่วยความจำนั่นเอง เช่น

```
MOV   PO,#00H      ; เคลียร์ทุกบิตของพอร์ต P0 ให้เป็น 0
MOV   PO,#0FFH     ; เซ็ตทุกบิตของพอร์ต P0 ให้เป็น 1
MOV   P1,#00H      ; เคลียร์ทุกบิตของพอร์ต P1 ให้เป็น 0
MOV   P1,# 0FFH    ; เซ็ตทุกบิตของพอร์ต P1 ให้เป็น 1
```

นอกจากนี้ 8051 ยังมีชุดคำสั่งที่สามารถจัดการแบบบิตได้โดยตรง (Single-bit Operation) เพื่อจัดการพอร์ตอินพุทและเอาท์พุททั้งหมด แบบเส้นเดียวได้ เช่น

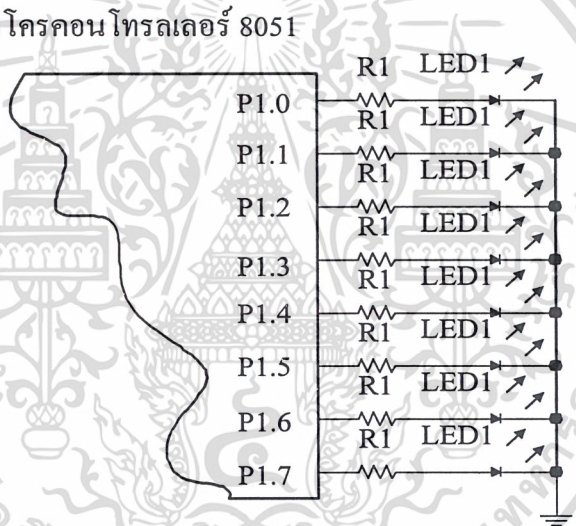
```
CLR   P2.0         ; เคลียร์บิตที่ 0 ของพอร์ต P2 ให้เป็น 0
SETB  P2.0         ; เซ็ตบิตที่ 0 ของพอร์ต P2 ให้เป็น 1
CPL   P1.0         ; เปลี่ยนสภาวะของบิตที่ 0 ของพอร์ต 1 ให้เป็นตรงกันข้าม
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MOV    C,P1.0          ; อ่านค่าจากบิตที่ 0 ของพอร์ต P1 ไปใส่ไว้ในแฟล็กทด
JB     P1.0,<location> ; ตรวจสอบบิตที่ 0 ของพอร์ต P1 ถ้าเป็น 1 ให้กระโดดไปยัง
                         Location ที่ต้องการ
```

2.10.3 ตัวอย่างการใช้งานพอร์ตอินพุตและเอาต์พุตของ 8051

จากรูปที่ 2.18 เป็นตัวอย่างการใช้งานพอร์ต P1 เป็นเอาต์พุต โดยให้แสดงผลผ่าน LED ซึ่งจะต่อกับพอร์ต P1 โดยผ่านตัวต้านทาน R1- R8 ตัวต้านทานเหล่านี้จะทำหน้าที่จำกัดกระแสที่ผ่าน LED ให้มีค่าเหมาะสม ส่วนโปรแกรมที่ใช้ทดสอบจะมีหลักการทำงาน คือ ให้ LED1-LED8 ติดเรียงกันไปเรื่อย ๆ ในลักษณะของไฟวิ่ง ซึ่งโฟลว์ชาร์ตจะแสดงดังรูปที่ 2.19



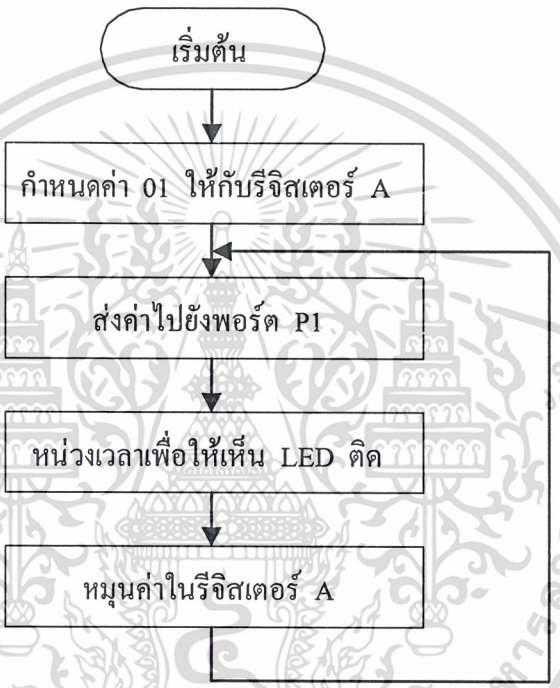
รูปที่ 2.21 ตัวอย่างการใช้งานพอร์ต P1 เป็นพอร์ตเอาต์พุต

จากโฟลว์ชาร์ตในรูปที่ 2.19 สามารถนำมาเขียนโปรแกรมได้ดังนี้

```
        ORG   0000H        ; ตำแหน่งเริ่มต้นของหน่วยความจำสำหรับโปรแกรม
        MOV   A,#01H       ; ใส่ค่า 01 ลงไปในรีจิสเตอร์ A
LOOP:   ACALL DELAY        ; หน่วงเวลาเพื่อให้เห็น LED ติด
        RL    A            ; หมุนค่าในรีจิสเตอร์ A ไปทางซ้าย
        SJMP  LOOP         ; กระโดดไปยังลาเบลชื่อ LOOP เพื่อทำซ้ำกระบวนการเดิม
DELAY:  MOV   R1,#0FFH     ; โปรแกรมย่อยของการหน่วงเวลา
```

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DELAY1:MOV   R2,#0FFH
DELAY2:DJNZ  R2,DELAY2
       DJNZ  R1,DELAY1
       RET
       END
```



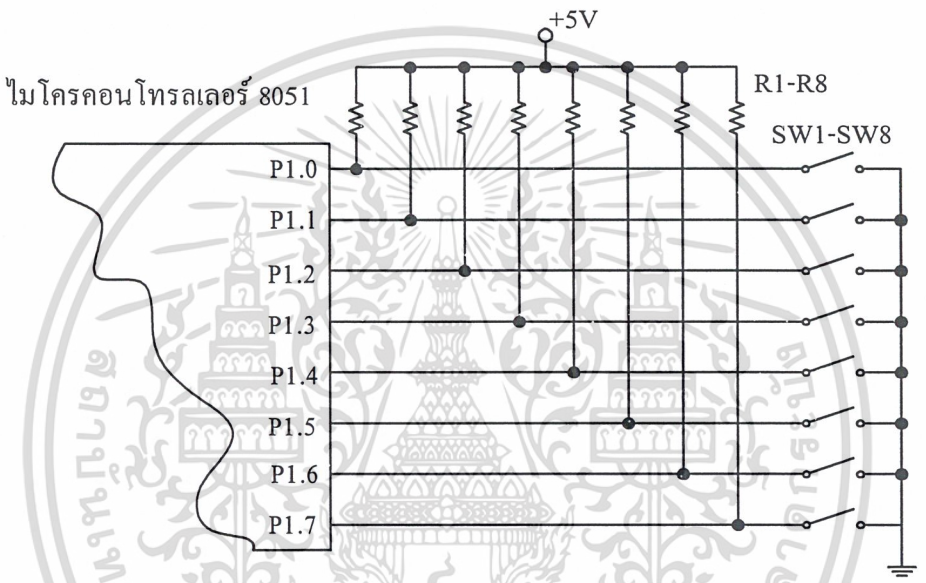
รูปที่ 2.22 ผังงานแสดงการทำงานของไฟวิ่ง

จากรูปที่ 2.20 เป็นการใช้งานพอร์ต P1 เป็นพอร์ตอินพุต โดยจะรับข้อมูลจากดิพสวิตซ์เข้าทางพอร์ต P1 เข้าไปเก็บไว้ในรีจิสเตอร์ A จากนั้นทำการเปรียบเทียบว่าค่าที่อ่านเข้ามา มีค่าเป็น 0FFH หรือไม่ถ้าไม่เป็น 0FFH แสดงว่ามีการกดสวิตซ์ให้อ่านค่าเข้ามาเก็บไว้ใน KEY แต่ถ้าเป็น 0FFH ให้อ่านค่ามาตรวจสอบใหม่ ซึ่งสามารถเขียนโฟลว์ชาร์ต ได้ดังรูปที่ 2.21 และจากโฟลว์ชาร์ตในรูปที่ 2.21 เราสามารถเขียนโปรแกรมได้ดังนี้ คือ

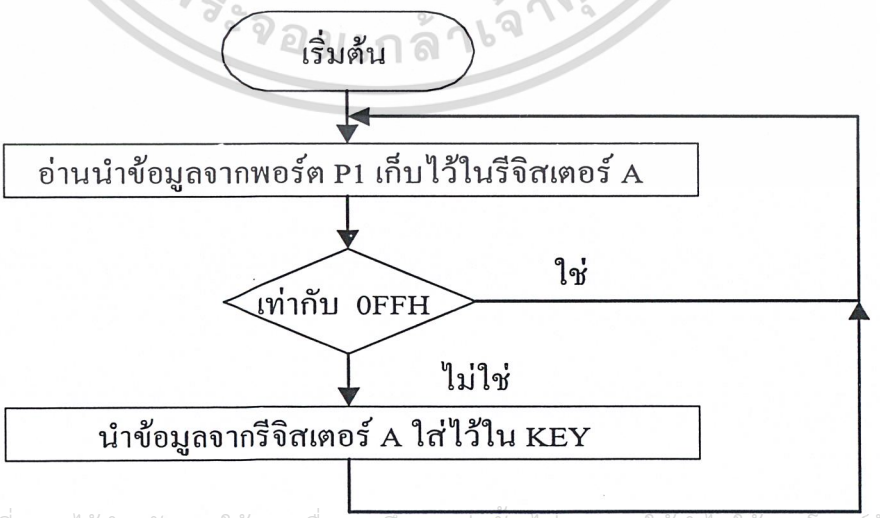
```
KEY    EQU   060H          ; กำหนดให้ KEY มีค่าเท่ากับ 60H
       ORG   0000H
LOOP:  MOV   A,P1          ; อ่านข้อมูลจากพอร์ต P1 ใส่ไว้ในรีจิสเตอร์ A
       CJNE  A,#0FFH,KEEP  ; เปรียบเทียบว่าค่าที่อ่านได้จากรีจิสเตอร์A ท่ากับ0FFH หรือไม่
```

เอกสารนี้จัดทำขึ้นสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้นำไปดัดแปลง เผยแพร่ หรือจำหน่ายต่อ

```
        SJMP   LOOP          ; เท่ากับ0FFHแสดงว่ายังไม่มีการกดสวิตซ์ให้กลับไปอ่านค่าใหม่
KEEP:   MOV    KEY,A         ; ไม่เท่ากับ 0FFH แสดงว่ามีการกดสวิตซ์ ให้อ่านค่าใส่ใน
                             รีจิสเตอร์ A
        SJMP   LOOP          ; กลับไปอ่านค่าจากพอร์ต P1 ใหม่
        END
```



รูปที่ 2.23 ตัวอย่างการใช้งานพอร์ต P1 เป็นพอร์ตเอาต์พุต

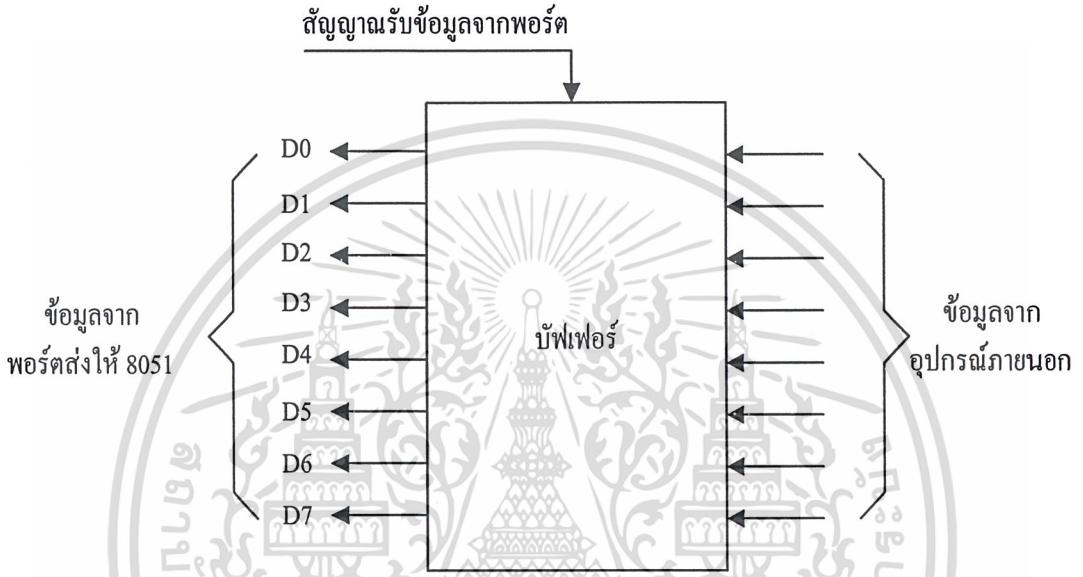


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.24 ผังงานแสดงการทำงานของไฟวิ่ง

ซึ่งจะเห็นว่า พอร์ตภายในของ 8051 สามารถทำงานเป็นทั้งอินพุตและเอาต์พุตได้ภายในตัวเอง ขึ้นอยู่กับการเขียนโปรแกรมและลักษณะการต่อวงจรใช้งาน

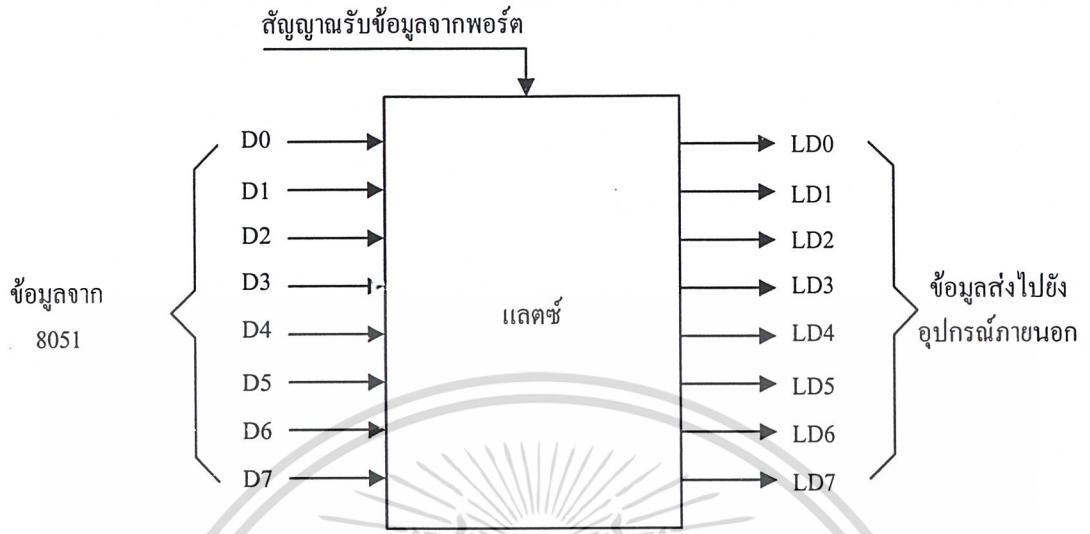
2.10.4 การเพิ่มจำนวนพอร์ตอินพุตและเอาต์พุต



รูปที่ 2.25 การใช้บัฟเฟอร์สามสถานะเป็นพอร์ตอินพุต

เมื่อต้องการทำการเพิ่มหน่วยความจำภายนอกคือ หน่วยความจำสำหรับโปรแกรม และหน่วยความจำสำหรับข้อมูล จะต้องใช้พอร์ต 0 เป็นบัสแอดเดรสและบัสข้อมูล ส่วนพอร์ตหนึ่งจะใช้เป็นบัสแอดเดรสไบต์สูง ดังนั้นในการเพิ่มจำนวนพอร์ตอินพุตเอาต์พุตก็เช่นเดียวกันทำได้โดยสัญญาณที่เป็นแอดเดรสมาทำการถอดรหัส เพื่อเลือกพอร์ตที่เพิ่มเข้าไปให้ทำงาน ส่วนการจะให้ทำงานเป็นพอร์ตอินพุตหรือเอาต์พุตนั้นสามารถทำได้โดยการใช้สัญญาณที่ใช้ในการเขียน หรืออ่านเป็นสัญญาณควบคุม ส่วนตัวพอร์ตที่เพิ่มเข้าไปเช่น ไอซีบัฟเฟอร์สามสถานะ (Tri-state buffers) สำหรับเป็นพอร์ตอินพุต (ดังแสดงในรูปที่ 2.22) และไอซีแลตช์ (Latches) สำหรับเป็นพอร์ตเอาท์พุท (ดังแสดงในรูปที่ 2.23) เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



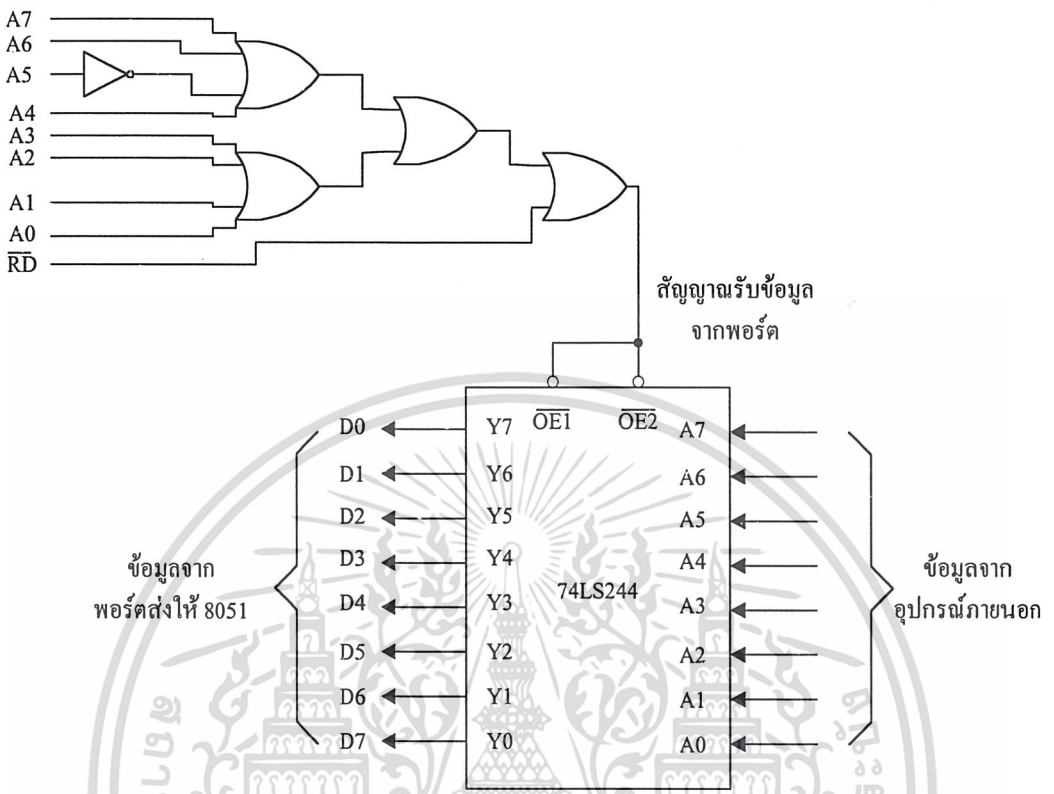
รูปที่ 2.26 การใช้ไอซีแลตช์เป็นพอร์ตเอาต์พุต

1) การเพิ่มพอร์ตอินพุต

จากรูปที่ 2.24 จะแสดงให้เห็นตัวอย่างของการเพิ่มพอร์ตอินพุต ซึ่งจะสมมุติให้พอร์ตที่ต้องการอ่านข้อมูลอยู่ที่แอดเดรส 20H และใช้สัญญาณ RD เป็นสัญญาณควบคุมการอ่านข้อมูลจากพอร์ต ส่วนบัฟเฟอร์จะใช้ไอซีเบอร์ 74LS244 สำหรับเป็นพอร์ตอินพุต ส่วนขา OE1 และ OE2 จะต่อกับสัญญาณสโตรบที่สร้างขึ้นเพื่ออ่านข้อมูล จากอุปกรณ์ภายนอก ส่วนการเขียนโปรแกรมเพื่ออ่านข้อมูลจากพอร์ตอินพุตที่เพิ่มเข้ามานี้จะเหมือนกับการเขียนโปรแกรมเพื่ออ่านข้อมูลจากหน่วยความจำสำหรับข้อมูลภายนอก คือการใช้คำสั่ง MOVX นั่นเอง สำหรับโปรแกรมอ่านข้อมูลจากพอร์ตอินพุตสามารถเขียนโปรแกรมได้ดังนี้

```
PORT   EQU    0020H          ; กำหนดค่า 20H ให้กับตัวแปร PORT
       ORG    0000H
START: MOV    DPTR,#PORT     ; ให้รีจิสเตอร์ DPTR มีค่าเป็น 0020H
       MOVX   A,@DPTR        ; อ่านข้อมูลจากพอร์ต 20H มาเก็บไว้ในรีจิสเตอร์ A
       END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

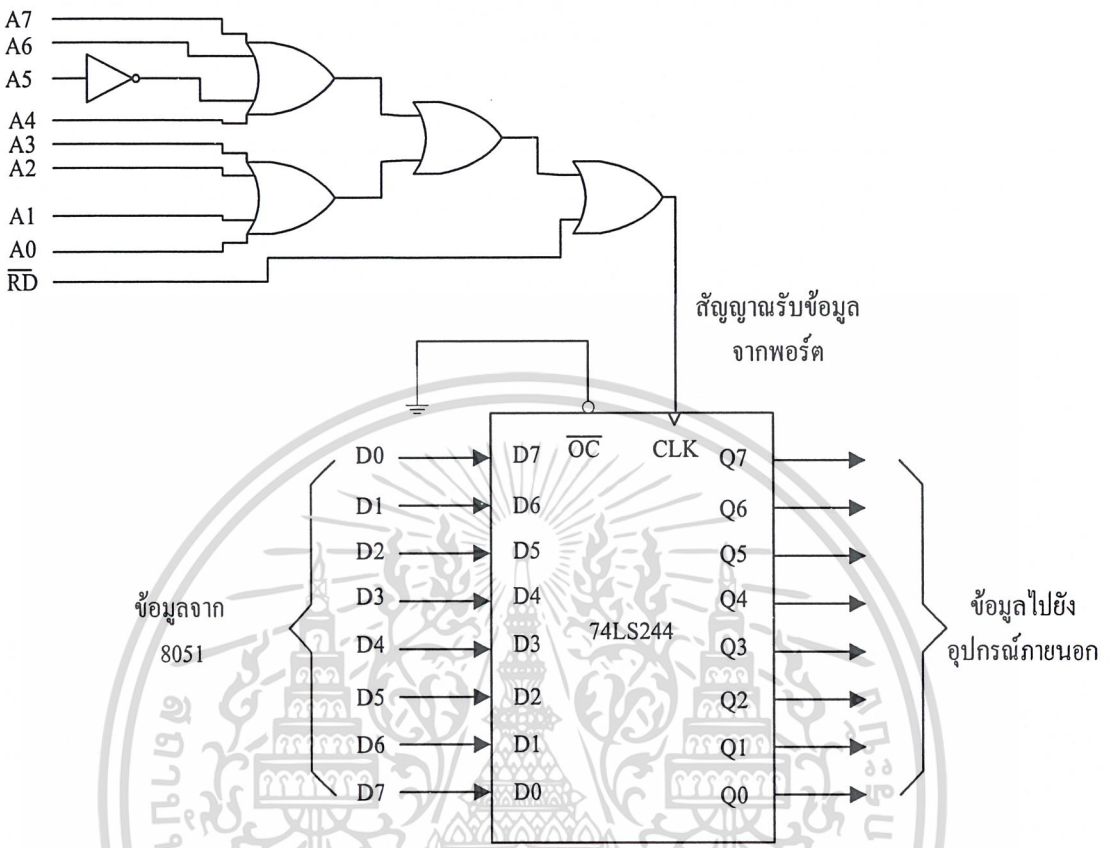


รูปที่ 2.27 ตัวอย่างการเพิ่มพอร์ตอินพุตที่แอดเดรส 20H

2) การเพิ่มพอร์ตเอาต์พุต

จากรูปที่ 2.25 จะแสดงให้เห็นตัวอย่างของการเพิ่มพอร์ตเอาต์พุต ซึ่งจะสมมุติให้พอร์ตที่ต้องการอยู่ที่แอดเดรส 20H และใช้สัญญาณ WR เป็นสัญญาณควบคุมการเขียนข้อมูล ไปยังพอร์ต ส่วนแลตช์จะใช้ไอซีเบอร์ 74LS373 สำหรับเป็นพอร์ตเอาต์พุต ส่วนขา CLK จะต่อกับสัญญาณสโตรบที่สร้างขึ้นเพื่อเขียนข้อมูลไปยังอุปกรณ์ภายนอก ส่วนการเขียนโปรแกรมเพื่อเขียนข้อมูลไปยังพอร์ตเอาต์พุตที่เพิ่มเข้ามานี้จะเหมือนกับการเขียนโปรแกรมเพื่อเขียนข้อมูลไปยังหน่วยความจำสำหรับข้อมูลภายนอก คือการใช้คำสั่ง MOVX เช่นเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.28 ตัวอย่างการเพิ่มพอร์ตเอาท์พุทที่แอดเดรส 20H

สำหรับโปรแกรมเขียนข้อมูลไปยังพอร์ตเอาท์พุทสามารถเขียนโปรแกรมได้ดังนี้

```
PORT   EQU    020H
       ORG    0000H
START: MOV    DPTR,#PORT
       MOV    A,#0FFH
       MOVX   @DPTR,A      ; ส่งข้อมูลในรีจิสเตอร์ A ออกไปยังพอร์ต 020H
       END
```

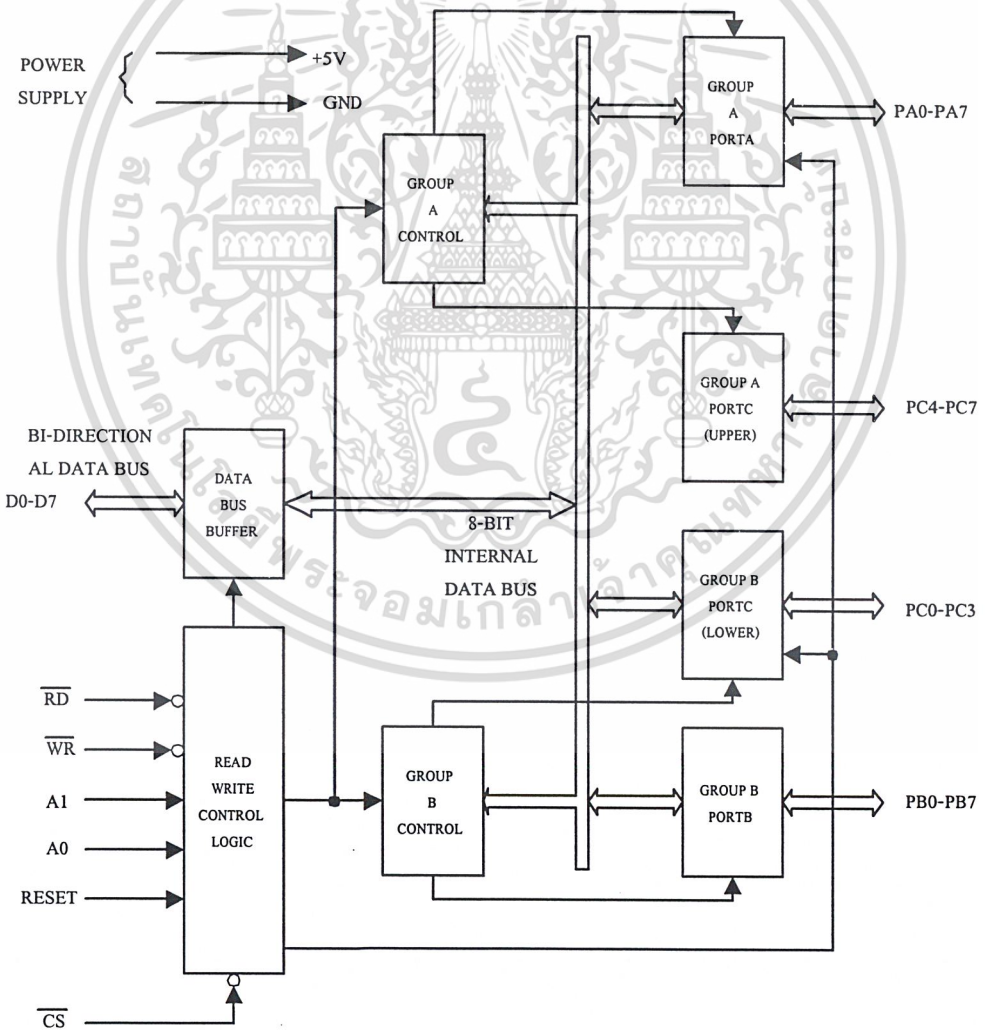
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11 การติดต่อกับ 8255

การเพิ่มอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุตของ 8051 นั้น สามารถใช้ไอซีเบอร์ 8255 ซึ่งเป็นทั้งอุปกรณ์อินพุตเอาต์พุตภายในตัวที่สามารถโปรแกรมด้วยซอฟต์แวร์ได้ ทำให้สามารถใช้งานได้ดียิ่งขึ้น

2.11.1 ลักษณะพื้นฐานของ 8255

8255 จะใช้สำหรับการส่งหรือรับข้อมูลแบบขนาน ระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับอุปกรณ์ภายนอก ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงการทำงานของพอร์ตอินพุตให้เป็น พอร์ตเอาต์พุตได้ โดยการส่งข้อมูลควบคุมจากไมโครคอนโทรลเลอร์ไปให้ 8255 ก่อนที่จะเริ่มต้นทำงาน



รูปที่ 2.29 ผังการทำงานภายในไอซีเบอร์ 8255

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.26 เป็นผังการทำงานภายในของ 8255 ซึ่งสามารถแบ่งการทำงานได้ดังนี้ คือ บล็อกจำนวน 4 บล็อกที่อยู่ทางด้านขวามือของรูป เป็นส่วนที่จะเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก โดยจะใช้สาย PA0-PA7 , PB0-PB7 และ PC0-PC7 เป็นทางผ่านของข้อมูล ระหว่างอุปกรณ์ภายนอกกับ 8255 สายสัญญาณเหล่านี้ จะถูกแบ่งออกเป็นอินพุต/เอาต์พุตพอร์ต 3 กลุ่ม คือพอร์ต A(PA) , พอร์ต B (PB) และ พอร์ต C (PC)

สำหรับบล็อกกลุ่มถัดมา ซึ่งอยู่บริเวณกลาง ๆ คือ Group A Control และ GroupB Control ซึ่งจะทำหน้าที่กำหนดการทำงานของอินพุต/เอาต์พุตทั้ง 3 พอร์ต จากรูปที่ 2.26 เราจะสังเกตุเห็นว่า พอร์ต C จะประกอบด้วยพอร์ตขนาด 4 บิต จำนวน 2 พอร์ต กลุ่มหนึ่งจะถูกควบคุมโดย Group A Control และอีกกลุ่มจะถูกควบคุมโดย GroupB Control เพื่อประโยชน์ในการทำงาน

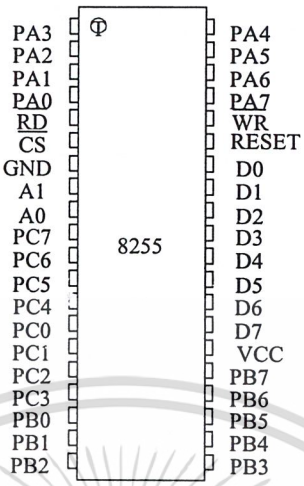
ส่วนบล็อกกลุ่มสุดท้าย คือ Data Bus Buffer และ READ/WRITE Control Logic จะเป็นส่วนที่ติดต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับ 8255 โดย Data Bus Buffer จะเป็นบัฟเฟอร์ให้กับบัสข้อมูลของไมโครคอนโทรลเลอร์ ส่วน READ/WRITE Control Logic จะทำหน้าที่ควบคุมให้ข้อมูลเข้าหรือออกจากรีจิสเตอร์ภายในตัวของ 8255 ได้อย่างถูกต้อง

2.11.2 รายละเอียดการจัดขาของ 8255

จากรูปที่ 2.27 รายละเอียดขาของ 8255 มีดังนี้ คือ

ขาสัญญาณ	รายละเอียด
DO-D7	ข้อมูลอินพุต/เอาต์พุตแบบสองทิศทาง (Bi-directional Bus) ซึ่งจะเป็นทางผ่านของข้อมูลต่างๆ ของ 8255 กับไมโครคอนโทรลเลอร์
CS/ (Chip Select Input)	เป็นขาเลือกอุปกรณ์ให้ทำงานเมื่อขานี้มีลอจิกเป็น 0 จะสามารถอ่านหรือเขียนข้อมูลกับ 8255 ได้
RD/ (Read Input)	สัญญาณบอกสถานะการอ่านข้อมูลจาก 8255 โดยจะทำงานเมื่อลอจิกเป็น 0
WR/ (Write Input)	สัญญาณบอกสถานะการเขียนข้อมูลจากบัสข้อมูล จากไมโครคอนโทรลเลอร์ ไปยัง 8255 โดยจะทำงานเมื่อลอจิกเป็น 0
A0-A1 (Address Input)	สัญญาณระบุตำแหน่งรีจิสเตอร์ภายในของ 8255

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.30 ขาสัญญาณต่าง ๆ ของไอซีเบอร์ 8255

RESET สัญญาณรีเซ็ตการทำงานภายในของ 8255 เพื่อให้เริ่มต้นทำงานใหม่ โดยจะทำงานเมื่อมีสถานะเป็น 1

PA0-PA7, PB0-PB7 กลุ่มของสัญญาณอินพุต/เอาต์พุตขนาด 8 บิต ใช้ต่อเข้ากับอุปกรณ์ภายนอก

PC0-PC7 กลุ่มของสัญญาณอินพุต/เอาต์พุทขนาด 8 บิตใช้ต่อกับอุปกรณ์ภายนอก และ PC0-PC7 นี้ยังแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มจะมีขนาด 4 บิต คือ กลุ่มแรกจะใช้ควบคุม PB0-PB7 และกลุ่มที่ 2 ใช้ควบคุม PA0-PA7

2.11.3 การเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051 กับ 8255

ตารางที่ 2.10 แอดเดรสของพอร์ตและรีจิสเตอร์ของ 8255

A1	A0	รีจิสเตอร์หรือพอร์ต
0	0	พอร์ต A
0	1	พอร์ต B
1	0	พอร์ต C
1	1	รีจิสเตอร์ควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8255 มีสัญญาณแอดเดรสจำนวน 2 เส้น คือ A0 และ A1 ทำให้สามารถเลือกแอดเดรส ได้ $2^2 = 4$ แอดเดรส ซึ่งแต่ละแอดเดรสก็คือ รีจิสเตอร์หรือพอร์ตภายใน 8255 ดังแสดงในตารางที่ 2.10

เมื่อทำการรวมสัญญาณ RD\ และ WR\ กับขา A0 และ A1 แล้วนั่น คือ จะเป็นการอ่านหรือเขียนข้อมูลทางขา D0-D7 กับรีจิสเตอร์หรือพอร์ตของ 8255 ดังแสดงในตารางที่ 2.11

ตารางที่ 2.11 การทำงานของ 8255 เมื่อสัญญาณ RD\ และ WR\ เป็นค่าต่าง ๆ

RD\	WR\	A1	A0	ความหมาย
0	1	0	0	เขียนข้อมูลไปยังพอร์ต A
1	0	0	0	อ่านข้อมูลจากพอร์ต A
0	1	0	1	เขียนข้อมูลไปยังพอร์ต B
1	0	0	1	อ่านข้อมูลจากพอร์ต B
0	1	1	0	เขียนข้อมูลไปยังพอร์ต C
1	0	1	0	อ่านข้อมูลจากพอร์ต C
0	1	1	1	เขียนข้อมูลไปยังรีจิสเตอร์ควบคุม
1	0	1	1	สภาวะไม่ถูกต้อง (Illegal Read Register)

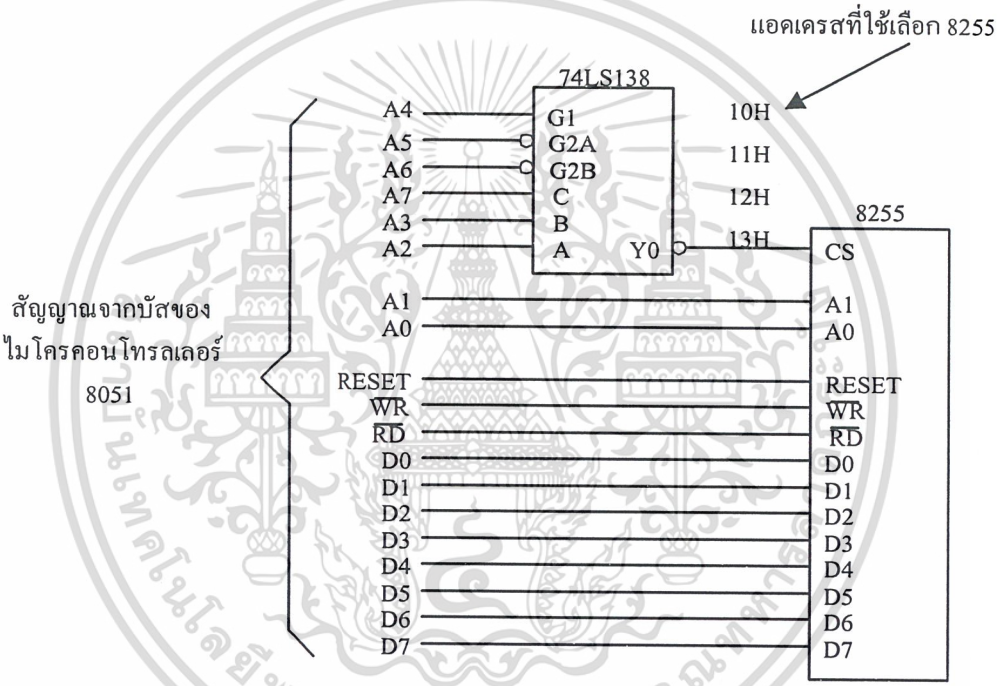
โดยทั่วไปมักจะกำหนดให้แอดเดรสทั้ง 4 ของ 8255 อยู่ที่ในช่วงใดช่วงหนึ่งของระบบ เช่น 10H, 11H, 12H และ 13H และใช้ขาแอดเดรสที่เกิน จาก A0 และ A1 มาทำการถอดรหัสแอดเดรส เพื่อสร้างสัญญาณเลือกอุปกรณ์ (CS\) ในช่วงแอดเดรสที่ต้องการ ดังแสดงในรูปที่ 2.28 จะเห็นว่า สัญญาณ CS\ จะเป็นลอจิก 0 เมื่อบัสแอดเดรส A2-A7 มีค่าเป็น 0000100XX (XX คือ A1 และ A0) ดังนั้นวงจรนี้แอดเดรสของรีจิสเตอร์ภายใน 8255 จะมีค่าตามตารางที่ 2.10

ส่วนขาควบคุมอื่น ๆ คือ RD\ และ WR\ ของ 8255 จะเชื่อมต่อกับขาสัญญาณ RD\ และ WR\ ของไมโครคอนโทรลเลอร์โดยตรง จะทำให้แอดเดรสพอร์ตของ 8255 อยู่ในพื้นที่ของหน่วยความจำสำหรับข้อมูลภายนอกของ 8051 ส่วนขา RESET จะทำงานที่ลอจิก 1 ดังนั้นจะต่อกับขา RESET ของ 8051 ได้โดยตรง ส่วนขา D0-D7 สามารเชื่อมต่อโดยตรงกับบัสของ 8051 เช่นกัน ดังแสดงในรูปที่ 2.28 เช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.12 แอดเดรสของรีจิสเตอร์ภายใน 8255 จากรูปที่ 2.27

แอดเดรส	ความหมาย
10H	พอร์ต A
11H	พอร์ต B
12H	พอร์ต C
13H	รีจิสเตอร์ควบคุม



รูปที่ 2.31 การเชื่อมต่อระหว่าง 8255 กับไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051

2.11.2 โหมดการทำงานของ 8255

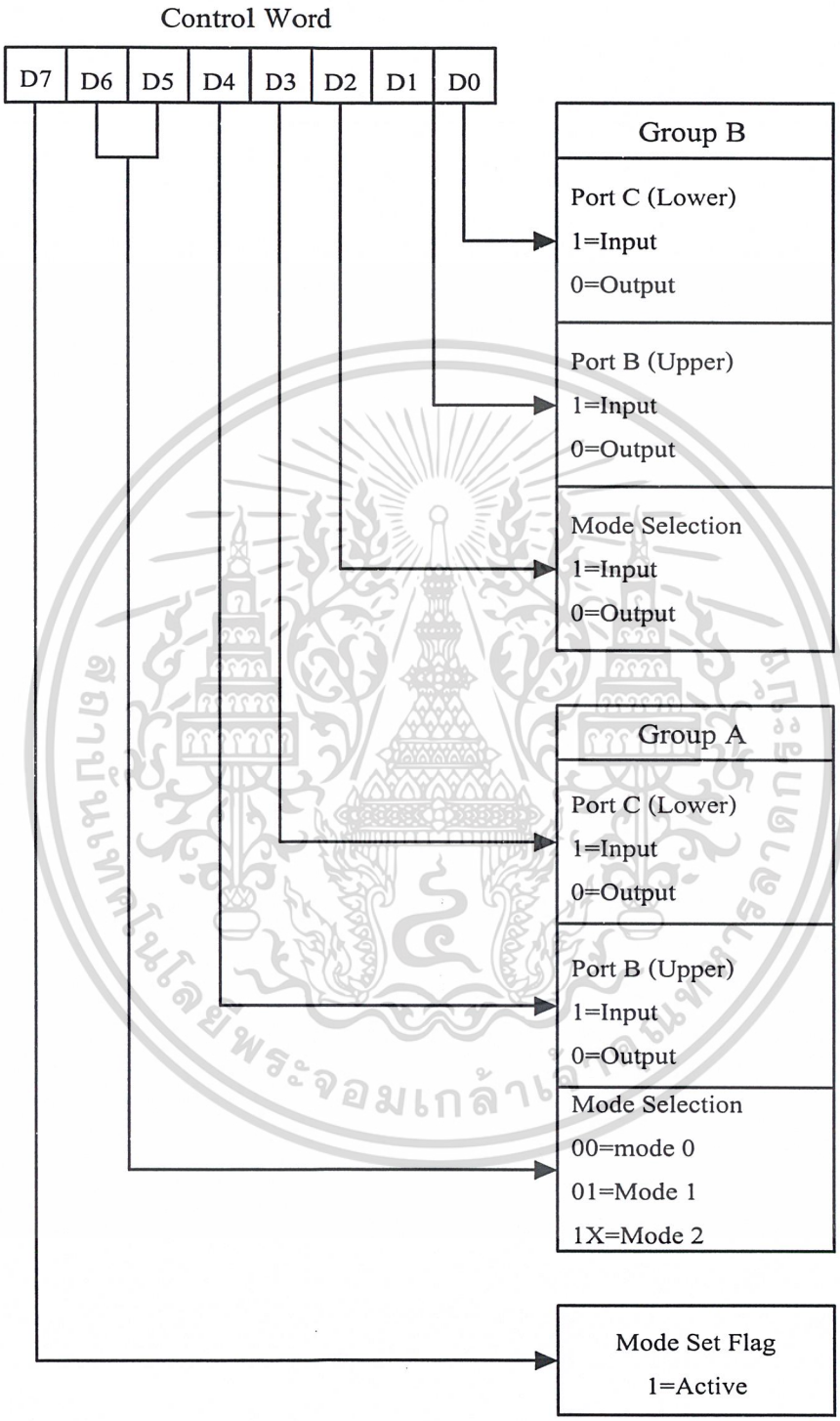
การทำงานของ 8255 จะถูกควบคุมโหมดการทำงานผ่านรีจิสเตอร์ควบคุม ดังแสดงได้ในรูปที่ 2.29 ซึ่งสามารถโปรแกรมให้ 8255 ทำงานในโหมดที่แตกต่างกันได้ 3 โหมด คือ

1) โหมด 0

2) โหมด 1

3) โหมด 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.32 รายละเอียดแต่ละบิตของรีจิสเตอร์ควบคุม 8255

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) การทำงานโหมด 0 ของ 8255

การทำงานในโหมด 0 จะทำงานในลักษณะที่แต่ละพอร์ตจะเป็นอินพุตหรือเอาต์พุตเพียงอย่างเดียวเท่านั้น การกำหนดให้ 8255 ทำงานในโหมด 0 นั้น เริ่มต้นจะต้องส่งไบต์ข้อมูลควบคุมไปให้รีจิสเตอร์ควบคุมเช่น ถ้าต้องการให้พอร์ต A, B และ C ของ 8255 ทำงานเป็นเอาท์พุททั้งหมดจะสามารถกำหนดได้ดังนี้

บิต	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
ค่าที่กำหนด	1	0	0	0	0	0	0	0	80H

จากวงจรในรูปที่ 2.28 ถ้าต้องการส่งหรือเขียนค่าของไบต์ข้อมูลควบคุมไปยังรีจิสเตอร์ควบคุมของ 8255 จะต้องใช้แอดเดรส 13H และสามารถเขียนคำสั่งได้ดังนี้ คือ

```
MOV   DPTR, #0013H        ; กำหนดหมายเลขแอดเดรสของ 8255
MOVX @DPTA, #80H          ; ส่งค่าไบต์ข้อมูลควบคุมไปยัง 8255
```

หลังจากโปรแกรม 8255 เรียบร้อยแล้ว พอร์ต A, B และ C จะเป็นพอร์ตเอาท์พุทซึ่งเราสามารถจะส่งข้อมูลต่าง ๆ ไปยังพอร์ตเหล่านี้ได้ เช่น ถ้าต้องการส่งข้อมูล 52H ไปยังพอร์ต A, 0AAH ไปยังพอร์ต B และ 66H ไปยังพอร์ต C เราจะสามารถเขียนโปรแกรมได้ดังนี้

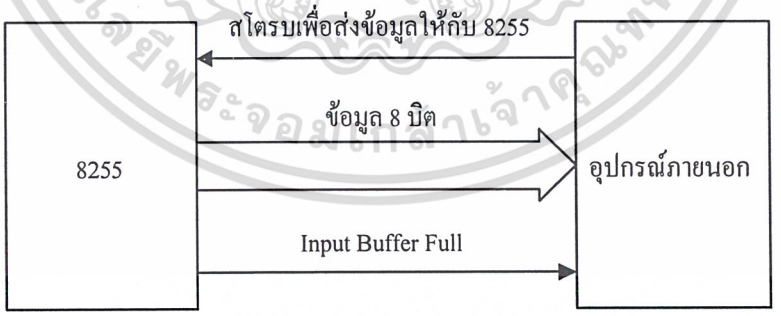
```
MOV   DPTR, #0010H        ; กำหนดแอดเดรสของพอร์ต A ให้รีจิสเตอร์ DPTR
MOVX @DPTR, #052H         ; ส่งข้อมูล 052H ไปยังพอร์ต A ของ 8255
MOV   DPTR, #0011H
MOVX @DPTR, #0AAH
MOV   DPTR, #0012H
OVX   @DPTR, #066H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2)การทำงานในโหมด 1 ของ 8255

เมื่อ 8255 ทำงานในโหมด1จะทำให้ พอร์ต A และ B ทำงานในลักษณะเป็นอินพุต/เอาต์พุตเหมือนโหมด 0 แต่พอร์ต C จะถูกใช้งานสำหรับบอกสภาวะการติดต่อ (หรือที่เรียกว่า Handshake Signal) เท่านั้น โดยพอร์ต C สี่บิตบน (PC4-PC7) ใช้งานร่วมกับการติดต่อข้อมูลทางพอร์ต A ส่วน 4 บิตล่าง (PC0-PC4) ใช้งานร่วมกับการติดต่อข้อมูลทางพอร์ตB การใช้งานโหมดนี้ส่วนมาก จะใช้งานในลักษณะที่อุปกรณ์ภายนอก ทำงานช้ากว่าไมโครคอรโทรลเลอร์มาก จึงต้องมีสัญญาณบอกสภาวะการทำงาน ดังแสดงในรูปที่ 2.30 (ก) และ (ข)

รูปที่ 2.33 การติดต่อระหว่าง 8255 ในลักษณะเป็นอินพุต กับอุปกรณ์ภายนอก ที่สัญญาณบอกสภาวะการทำงาน



รูปที่ 2.34 การติดต่อระหว่าง 8255ในลักษณะเป็นเอาต์พุต กับอุปกรณ์ภายนอก ที่มีสัญญาณบอกสภาวะการทำงาน

จากรูปที่ 2.30 (ก) ข้อมูลยังอุปกรณ์ภายนอกเข้ามายังพอร์ตของ 8255 แต่ก่อนที่จะทำการส่งข้อมูล ตัวอุปกรณ์ภายนอกต้องทำการตรวจสอบบัฟเฟอร์ของ 8255 (ตรวจสอบที่สัญญาณ Input Buffer Full) ถ้าว่าง อุปกรณ์ภายนอกก็จะส่งข้อมูลไปให้ 8255

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.30 (ข) ข้อมูลจาก 8255 ถูกส่งไปให้กับอุปกรณ์ภายนอก ก่อนที่จะส่งข้อมูลไปนั้น 8255 ต้องส่งสัญญาณ (Output Buffer Full) ไปบอกอุปกรณ์ภายนอก ว่ามีข้อมูลจะส่งไป และเมื่ออุปกรณ์ภายนอกได้รับข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ก็จะส่งสัญญาณ สโตรบ อีกเส้นหนึ่งเพื่อแจ้งให้ 8255 ทราบ

การทำงานของ 8255 ในโหมด 1 พอร์ตที่ใช้สำหรับรับหรือส่งข้อมูล คือ พอร์ต A และ B สามารถใช้งานได้อย่างอิสระไม่ขึ้นต่อกัน ตัวอย่างเช่น ในรูปที่ 2.31 ได้กำหนดให้พอร์ต A เป็นพอร์ตเอาท์พุทและพอร์ต B เป็นพอร์ตอินพุท เราสามารถกำหนดค่าของไบต์ข้อมูลควบคุมได้ดังนี้

บิต	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
ค่าที่กำหนด	1	0	1	0	0	1	1	0	0A6H

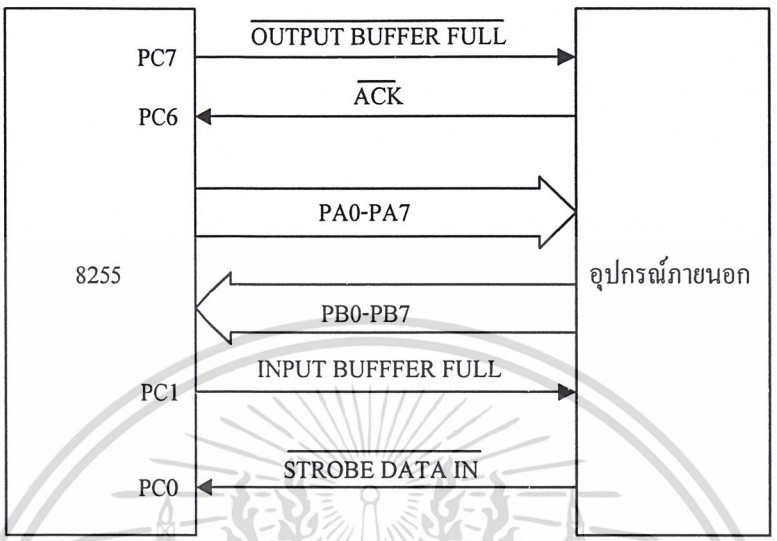
รูปที่ 2.35 การกำหนดไบต์ข้อมูลควบคุม

การกำหนดบิตในลักษณะนี้ จะทำให้ข้อมูลส่งออกไปทางพอร์ต A ทางขา PA0-PA7 สัญญาณ Output Buffer Full (OBF คือขา PC7) สัญญาณตอบรับจากภายนอก (ACK คือขา PC6) สำหรับการรับข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกจะรับเข้าทางพอร์ต B ทางขา PB0-PB7 ขา PC1 ใช้เป็นขา Input Buffer Full (IBF) และขา PC2 ใช้เป็นขาสโตรบให้กับข้อมูล (STB) ส่วนในตาราง – ที่ 2.13 แสดงหน้าที่ของพอร์ต C เมื่อใช้งาน 8255 ในโหมด 1

ตารางที่ 2.13 หน้าที่สัญญาณต่าง ๆ ของพอร์ต C เมื่อ 8255 ทำงานในโหมด 1

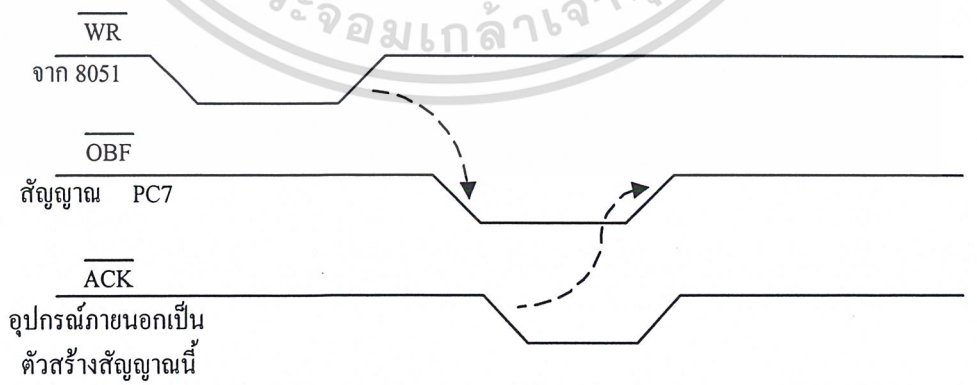
เส้นสัญญาณ	การติดต่อกับอินพุท	การติดต่อกับเอาท์พุท
PC0	INTR ของพอร์ต B	INTR ของพอร์ต B
PC1	IBF ของพอร์ต B	OBF\ ของพอร์ต B
PC2	STB\ ของพอร์ต B	ACK\ ของพอร์ต B
PC3	INTR\ ของพอร์ต A	INTR ของพอร์ต A
PC4	STB\ ของพอร์ต A	I/O ปกติ
PC5	INF ของพอร์ต A	I/Oปกติ
PC6	I/O ปกติ	ACK\ ของพอร์ต A
PC7	I/O ปกติ	OBF\ ของพอร์ต A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



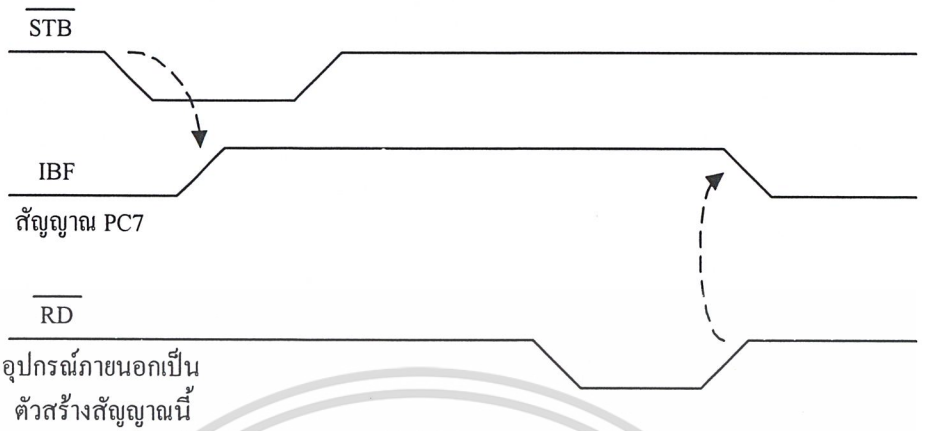
รูปที่ 2.36 การทำงานโหมด 1 ของ 8255 โดยพอร์ต A เป็นพอร์ตสำหรับส่งข้อมูลและพอร์ต B เป็นพอร์ตรับข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอก

ส่วนโปรแกรมเพื่อจัดการให้ 8251 สามารถรับและส่งข้อมูลกับอุปกรณ์ภายนอก โดยใช้พอร์ตของ 8255 ที่กำหนดทำงานในโหมด 1 นั้น ตามหลักการแล้ว 8051 จะดูสภาวะของบิตที่เกี่ยวข้องกับการติดต่อ 8255 เท่านั้น ส่วนสัญญาณที่ใช้ติดต่อกันจริง ๆ นั้น (ทางฮาร์ดแวร์) จะดำเนินการโดย 8255 เองอัตโนมัติ ดังแสดงในรูปที่ 2.32 (ก) และ (ข)



รูปที่ 2.37 สัญญาณติดต่อเพื่อส่งข้อมูลออกไปจากพอร์ต A ของ 8255

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

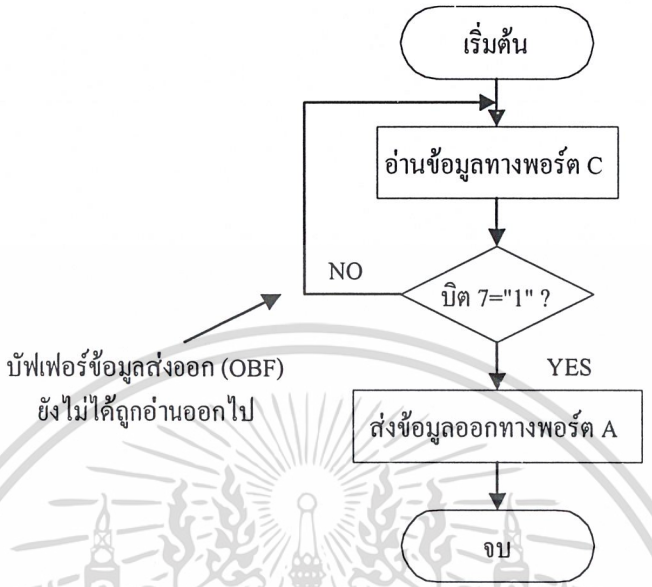


รูปที่ 2.38 สัญญาณติดต่อเพื่อรับข้อมูลเข้ามาทางพอร์ต B ของ 8255

จะเห็นว่าเมื่อ 8051 ต้องการส่งข้อมูลให้กับอุปกรณ์ภายนอก จะเริ่มจากการตรวจสภาวะของขา PC7 (OBF\) โดยอ่านจากพอร์ต C เข้ามาพิจารณา ถ้าบิต D7 เป็น 1 แสดงว่าข้อมูลที่ส่งให้ 8255 ก่อนหน้านี้ ได้ถูกส่งต่อไปให้อุปกรณ์ภายนอกเรียบร้อยแล้ว ดังนั้น 8051 จะสามารถส่งข้อมูลตัวถัดไปได้ ซึ่งผลจากการเขียนข้อมูลไปให้กับพอร์ต A ของ 8255 จะทำให้สัญญาณ PC7 (OBF\) เปลี่ยนเป็นระดับลอจิก 0 เมื่ออุปกรณ์ภายนอกที่ต่ออยู่ตรวจสอบที่ขานี้ ก็จะทราบว่า 8255 มีข้อมูลอยู่ ก็จะทำการอ่านข้อมูลจากพอร์ต A ทันที และแจ้งกลับมาให้ทราบโดยสัญญาณ ACK\ (ขา PC6) เมื่อตรวจพบก็จะเปลี่ยนสภาวะจากขา OBF\ เป็นลอจิก 1 โดยอัตโนมัติ ก็จะครบรอบการติดต่อส่งข้อมูล 1 ครั้ง ดังนั้นเมื่อใดก็ตามที่ 8051 ทำการตรวจสอบบิต D7 ของพอร์ต C แล้วพบว่าเป็นลอจิก 0 ก็ยังไม่ควรที่จะส่ง (หรือเขียน) ข้อมูลให้กับพอร์ต A ของ 8255 เพราะข้อมูลก่อนหน้านี้ยังคงค้างอยู่ในบัฟเฟอร์ของ 8255 ยังไม่ได้มีการส่งต่อไปให้อุปกรณ์ภายนอกเลย ดังโฟลว์ชาร์ตในรูปที่ 2.33

ส่วนการรับข้อมูลของ 8051 จากอุปกรณ์ภายนอกผ่านทางพอร์ตของ 8255 เริ่มจากการตรวจสอบบิต D1 ของพอร์ต C ถ้าเป็นลอจิก 1 แสดงว่ามีข้อมูลอยู่ในบัฟเฟอร์ของ 8255 ซึ่งว่างมาจากอุปกรณ์ภายนอก และแจ้งให้ 8255 ทราบได้โดยสัญญาณ STB\ (PC2) ทำให้ 8255 เปลี่ยนระดับลอจิกที่ขา PC1 (IBF) เป็นระดับลอจิก 1 ดังนั้น 8051จะสามารถอ่านข้อมูลเข้าไปทางพอร์ต B ของ 8255 ได้ ซึ่งการอ่านข้อมูลนี้เองทำให้สัญญาณ IBF กลับไปเป็นระดับลอจิก0 อีกครั้งซึ่งจะครบรอบการรับข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกหนึ่งครั้ง ดังแสดงในโฟลว์ชาร์ตรูปที่ 2.34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

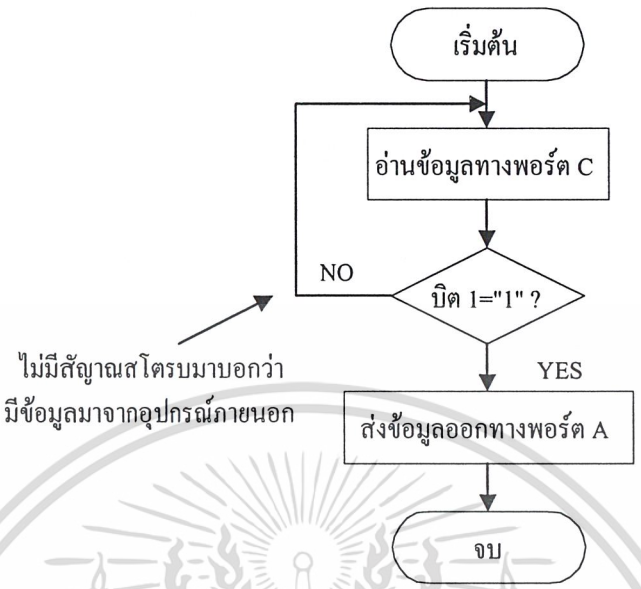


รูปที่ 2.39 ผังการทำงานส่งข้อมูลทางพอร์ต A ไปให้อุปกรณ์ภายนอก

จากโฟลว์ชาร์ตในรูปที่ 2.33 สามารถเขียนโปรแกรมได้ดังนี้ คือ

```
PORTA       EQU     0010H
PORTC       EQU     0012H
DATABUF     EQU     60H
            :
            ORG     0100H
SNDDATA     MOV     DPTR,#PORTC
LOOP:       MOVX    A,@DPTR
            JB      ACC.7.LOOP
            MOV     A,DATABUF
            MOV     DPTR,#PORTA
            MOVX    @DPTR,A
            RET
            :
            END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.40 ผังการทำงานข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกทางพอร์ต A

จากโฟลว์ชาร์ตในรูปที่ 2.34 สามารถเขียนโปรแกรมได้ดังนี้

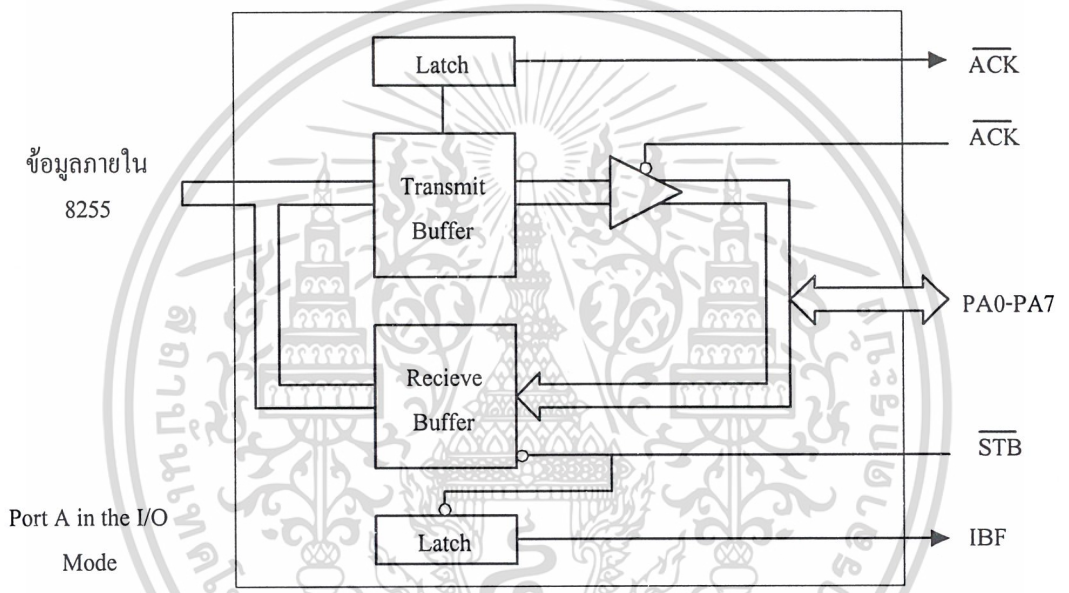
```
PORTB       EQU     001H
PORTC       EQU     0012H
            :
            ORG     0100H
REVDATA:    MOV     DPTR,#PORTC
LOOP:       MOVX    A,@DPTR
            JB      ACC.1,LOOP
            MOV     A,@DPTR
            RET
            :
            END
```

3) การทำงานในโหมด 2 ของ 8255

การทำงานของ 8255 ในโหมด 2 จะใช้เฉพาะการทำงานของพอร์ต A เท่านั้น โดยทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นพอร์ตข้อมูลแบบสองทิศทาง (Bi-Directional DataPort) คือ ข้อมูลภายในเส้นของพอร์ต A ทั้งหมด สามารถเป็นข้อมูลที่มาจากอินพุตหรือเอาต์พุตก็ได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.35 จะเห็นว่า PA0-PA7 จะเชื่อมต่อกับบล็อกของวงจรแลตช์ทั้งหมด ซึ่งแลตช์สำหรับส่งข้อมูลออก (Output Latch) มีหน้าที่ ค้างข้อมูลที่ 8051 ส่ง (หรือเขียน) ไปยังพอร์ต A และรอให้อุปกรณ์ภายนอกอ่านข้อมูลไปจาก 8255 ส่วนแลตช์สำหรับข้อมูลเข้า (Input Latch) ทำหน้าที่เก็บข้อมูลที่อุปกรณ์ภายนอกส่งมาให้พอร์ต A



รูปที่ 2.41 หลักการทำงานในโหมด 2 ของ 8255

เมื่อ 8051 ต้องการส่งข้อมูลออก ไปให้กับอุปกรณ์ภายนอก เริ่มโดยการส่งข้อมูลทางพอร์ต A ของ 8255 ซึ่งจะทำให้สัญญาณ OBF\ เปลี่ยนเป็นลอจิก 0 เมื่ออุปกรณ์ภายนอกตรวจสอบสัญญาณนี้ จะทราบว่าข้อมูลที่ต้องอ่านไปจาก 8255 และสัญญาณนี้ใช้ในการแจ้งให้ 8051 ได้เช่นเดียวกัน (โดยการอ่านและตรวจสอบค่าบิต D7 ของพอร์ต C) ว่าบัฟเฟอร์ของ 8255 พร้อมที่จะรับข้อมูลเข้าไปใหม่หรือไม่ เมื่ออุปกรณ์ภายนอกอ่านข้อมูลจากบัฟเฟอร์นี้แล้ว ก็จะต้องทำการส่งสัญญาณ ACK\ ทำให้สัญญาณ OBF\ ของ 8255 เปลี่ยนกลับไปเป็นลอจิก 1 อีกครั้ง

ส่วนการอ่านข้อมูลจากอุปกนณ์ภายนอกนั้น ก่อนที่อุปกรณ์จะส่งข้อมูลเข้ามาให้กับ 8255 จะต้องตรวจสอบสัญญาณ IBF ก่อน หากว่าเป็นลอจิก 0 จึงส่งข้อมูลออกมา พร้อมกับส่งสัญญาณ STB\ มาบอกให้ 8255 ทราบแล้วจะทำให้ สัญญาณ IBF เป็นลอจิก 1 โดยอัตโนมัติ ดังนั้น 8051

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะทราบว่ามีข้อมูลมาจากอุปกรณ์ภายนอก (ตรวจสอบจากบิต D5 ของพอร์ต C) และหลังจากอ่านข้อมูลจากพอร์ต A ของ 8255 แล้ว จะทำให้สัญญาณ IBF เปลี่ยนเป็นลอจิก 0

จากตารางที่ 2.14 แสดงหน้าที่ต่าง ๆ ของพอร์ต C ของ 8255 เมื่อทำงานในโหมด 2 ซึ่งจะนำมาใช้เป็นบิตบอกสภาวะการติดต่อระหว่าง 8255 กับอุปกรณ์ภายนอก

ตารางที่ 2.14 พอร์ต C ของ 8255 เมื่อทำงานในโหมดของ 2 เพื่อบอกสภาวะของการติดต่อทางพอร์ต A

พอร์ต C	หน้าที่
PC0	I/O ปกติ
PC1	I/O ปกติ
PC2	I/O ปกติ
PC3	INTR ของพอร์ต A
PC4	STB\ ของพอร์ต A
PC5	IBF ของพอร์ต A
PC6	ACK\ ของพอร์ต A
PC7	OBF\ ของพอร์ต A

2.12 โครงสร้างภายในของ MCS – 51 และการเขียนโปรแกรมเบื้องต้น

ก่อนที่จะนำไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ใดไปใช้งานก็แล้วแต่ ผู้ออกแบบต้องมีความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์นั้น ๆ ด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS – 51 นั้นมีอยู่หลายเบอร์ให้เลือกซึ่งแต่ละเบอร์จะมีความสามารถพิเศษมากน้อยแตกต่างกันไป ดังแสดงในตารางที่ 2.15 ซึ่งเป็นเบอร์พื้นฐานในตระกูลนี้

คุณสมบัติทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS – 51

คุณสมบัติทั่วไปที่สำคัญของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS – 51 มีดังนี้

1) เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 8 บิต
2) มีวงจรออสซิลเลเตอร์และวงจรผลิตสัญญาณนาฬิกาภายในไอซี
3) มีขาสัญญาณอินพุทเอาท์พุทจำนวน 32 บิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) สามารถเชื่อมต่อหน่วยความจำข้อมูลภายนอก (extemal data memory) โดยอ้างตำแหน่งแอดเดรสได้ถึง 64 K

5) สามารถเชื่อมต่อโปรแกรมหน่วยความจำภายนอก (extemal program memory) โดยอ้างตำแหน่งแอดเดรสได้ถึง 64 K

6) มีหน่วยความจำโปรแกรมภายในตัว (on-chip pro-gram memory) ขนาด 4 K โดยเฉพาะเบอร์ 8052 จะมีส่วนความจำในหน่วยนี้ถึง 8 K สำหรับเบอร์ 8031 และ M8032 จะมีหน่วยความจำในส่วนนี้

7) มีหน่วยความจำข้อมูลภายในตัว (on-chip data memory) ขนาด 128 ไบต์ โดยเฉพาะเบอร์ 8032 และ 8052 จะมีหน่วยความจำในส่วนนี้ถึง 256 ไบต์

ตารางที่ 2.15 แสดงคุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์แต่ละเบอร์ในตระกูล MCS – 51

ชื่อเบอร์	หน่วยความจำภายใน		จำนวน	จำนวน
	เก็บโปรแกรม	เก็บข้อมูล	ไทเมอร์/เคาน์เตอร์	อินเตอร์รัปต์
8052AH	8K x 8 ROM	256 x 8 RAM	3 x 16 - Bit	6
8051AH	4K x 8 ROM	128 x 8 RAM	2 x 16 - Bit	5
8051	4K x 8 ROM	128 x 8 RAM	2 x 16 - Bit	5
8032AH	ไม่มี	256 x 8 RAM	3 x 16 - Bit	6
8031AH	ไม่มี	128 x 8 RAM	2 x 16 - Bit	5
8031	ไม่มี	128 x 8 RAM	2 x 16 - Bit	5
8751H	4K x 8 EPROM	128 x 8 RAM	2 x 16 - Bit	5
8751H-12	4K x 8 EPROM	128 x 8 RAM	2 x 16 - Bit	5

8) หน่วยความจำข้อมูลภายในบางส่วนสามารถเข้าถึงข้อมูลระดับบิตได้ด้วย ทำให้การควบคุมหรือการตรวจสอบสถานะบิตทำได้ง่าย ส่งผลให้การเขียนโปรแกรมทำได้ง่ายมากขึ้น

9) มีไทเมอร์/เคาน์เตอร์ (time/counters) ขนาด 16 บิต จำนวน 12 ตัว โดยเฉพาะเบอร์ 8032 หรือ 8052 จะมีไทเมอร์/เคาน์เตอร์ จำนวน 3 ตัว

10) การอินเตอร์รัปต์สามารถทำได้จาก 5 แหล่งกำเนิด โดยเฉพาะเบอร์ 8032 และ 8052 จะทำการอินเตอร์รัปต์ได้จาก 6 แหล่งกำเนิด โดยการอินเตอร์รัปต์ยังสามารถจัดระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น รวมทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสำคัญได้ 2 ระดับ

11) มีพอร์ตสื่อสารอนุกรมภายในตัวเอง ซึ่งทำงานเป็นแบบ Full Duplex

12) มีคำสั่งในการคำนวณทางคณิตศาสตร์และตรรกศาสตร์

13) คำสั่งโดยส่วนใหญ่ใช้เวลาการทำงานเพียง 1 ไมโครวินาที เมื่อใช้ความถี่ 2 เมกะเฮิรตซ์

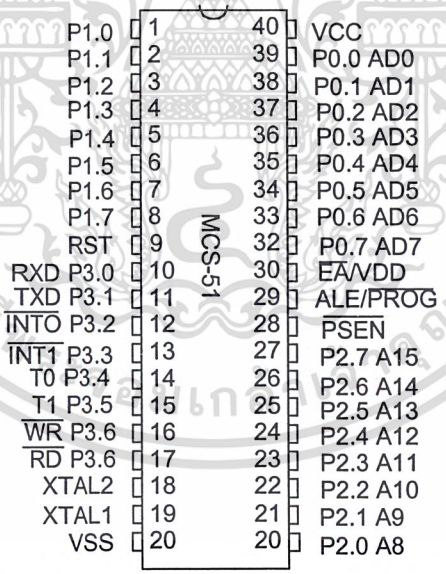
14) ต้องการแหล่งจ่ายไฟ 5 โวลต์ เพียงชุดเดียว

2.13 โครงสร้างภายนอกของ MCS – 51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS – 51 ทุกเบอร์จะมีตำแหน่งขาพื้นฐานที่เหมือนกัน ดังแสดงในรูปที่ 2.36 สำหรับหน้าที่การใช้งานของแต่ละขามีดังนี้

1) ขา V_{cc} เป็นขาป้อนแรงดันไฟเลี้ยง +5 V

2) ขา V_{ss} เป็นขากราวด์



รูปที่ 2.42 แสดงการจัดตำแหน่งขาต่าง ๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS – 51

3) ขาพอร์ต 0 (Port 0) มี 8 ขา ได้แก่ขา $P_{0.0}$- $P_{0.7}$ เป็นขาพอร์ตอินพุทเอาท์พุทแบบ 2 ทิศทาง สำหรับใช้งานทั่วไป โดยถ้าใช้งานเป็นอินพุทพอร์ตต้องทำงานเขียนค่า 1 ไปยังแต่ละบิตของ พอร์ต เพื่อกำหนดให้ขาพอร์ตเหล่านั้นอยู่ในสถานะปล่อยลอย ซึ่งในสถานะนี้เองที่สามารถนำ มาใช้เป็นพอร์ตอินพุตเอาต์พุตแล้วมันยังถูกใช้งานใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก โดยทำหน้าที่ในการกำหนดตำแหน่งแอดเดรสไบต์ ต่ำ (A0-A7) ซึ่งจะใช้งานเป็นแบบมัลติเพล็กซ์ กับการรับข้อมูลขนาด 8 บิต

4) ขาพอร์ต 1 (Port 1) มี 8 ขา ได้แก่ P1.0-P1.7 เป็นขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุต 2 ทิศทาง สำหรับใช้งานทั่วไป โดยถ้าใช้งานเป็นอินพุตพอร์ตต้องทำการเขียนค่า 1 ไปยังแต่ละบิตของพอร์ต เพื่อกำหนดให้พอร์ตต้องทำการเขียนค่า 1 ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตเพื่อกำหนดให้เป็นพอร์ตอินพุต นอกจากนี้สำหรับเบอร์ 8032 และ 8052 ขาพอร์ต P1.0 และ P1.1 จะถูกนำมาใช้งานเป็น ขา T2 และ T2EX ตามลำดับด้วย
5) ขาพอร์ต 2 (Port 2) มี 8 ขา ได้แก่ขา P2.0-P2.7 เป็นขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุตแบบ 2 ทิศทาง สำหรับใช้งานทั่วไปโดยถ้าใช้งานเป็นอินพุตพอร์ตต้องทำการเขียนค่า 1 ไปยังแต่ละ อินพุตพอร์ต เพื่อกำหนดให้เป็นพอร์ตอินพุต นอกจากพอร์ตนี้ จะใช้งานเป็นพอร์ตอินพุตเอาต์พุตแล้ว มันยังถูกใช้งานในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกด้วย โดยทำหน้าที่ ในการกำ--หนดตำแหน่งแอดเดรสไบต์สูง (A8-A15)
6) ขาพอร์ต 3 (Port 3) มี 8 ขาได้แก่ขา P3.0-P3.7 เป็นขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุตแบบ 2 ทิศทางสำหรับใช้งานทั่วไป โดยถ้าใช้งานเป็นอินพุตพอร์ตต้องทำการเขียนค่า 1 ไปยังแต่ละบิต ของพอร์ต เพื่อกำหนดให้เป็นพอร์ตอินพุต นอกจากพอร์ตนี้จะใช้งานเป็นพอร์ตอินพุตเอาต์พุตแล้วมันยังถูกใช้งานในหน้าที่พิเศษต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 2.16
7) ขารีเซต (RST) ใช้สำหรับรีเซตการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยการรีเซตต้องคง สถานะเป็น 1 อย่างน้อย 2 แมชีนไซเกิล ในขณะที่ออสซิลเลเตอร์ยังทำงานอยู่
8) ขา ALE/PROG เป็นขาสัญญาณเพื่อทำหน้าที่ควบคุมการแลตช์ ค่าตำแหน่งแอดเดรสไบต์ต่ำ (Address Latch Enable) เมื่อต้องการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก นอกจากนี้ขานี้ ยังทำหน้าที่ เป็นอินพุตรับพัลส์ในการโปรแกรม (Program pulse input) ในส่วนของหน่วยความจำ EPROM สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS- 51 ที่มีหน่วยความ จำโปรแกรมภายในเป็น EPROM
9) ขา EA / VPP (External Access enable/VPP) เป็นขาสำหรับเลือกใช้งานหน่วยความจำโปรแกรมภายในหรือภายนอก มีสถานะเป็น 0 จะหมายถึงให้ ไมโครคอนโทรลเลอร์รับคำสั่งจากหน่วยความจำภายนอกที่ตำแหน่งแอดเดรส 0-0FFFH (0-1FFFH ถ้าเป็นเบอร์8052) อย่างไรก็ตามถ้าบิตป้องกัน (security bit) ในหน่วยความจำ EPROM ถูกโปรแกรมไว้ ไมโครคอนโทรลเลอร์จะยังไม่รับคำสั่งจากหน่วยความจำภายนอกเลย นอกจากนี้ขานี้ยัง ทำหน้าที่รับแรงดันไฟสำหรับการโปรแกรม (Vpp) ขนาด 21 V เพื่อใช้ในระหว่างการโปรแกรม EPROM

เอกสารนี้เป็นเอกสาร[illegible]ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งนี้ห้าม[illegible]ต้องขออนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากเจ้าของเอกสารก่อนเท่านั้น มิฉะนั้นจะถือว่าละเมิดลิขสิทธิ์ และต้องรับโทษตามกฎหมาย ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือในการอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10) ขา XTAL1 และขา XTAL2 เป็นขาอินพุตและเอาต์พุตของวงจรอินเวอร์ติ้งออสซิลเลเตอร์แอมปริไฟเออร์ (inverting oscillator amplifier) สำหรับใช้ต่อร่วมกับคริสตอลภายนอก

ตารางที่ 2.16 แสดงหน้าที่พิเศษของแต่ละขาพอร์ต P3

ขาพอร์ต	หน้าที่พิเศษ
P3.0	RXD (serial input port)
P3.1	TXD (serial output port)
P3.2	INTO (external interrupt 0)
P3.3	INT1 (external interrupt 1)
P3.4	TO (Timer 0 external input)
P3.5	T1 (Timer 1 external input)
P3.6	WR (external data memory write strobe)
P3.7	RD (external data memory read strobe)

2.14 โครงสร้างภายในของ MCS-51

โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 แสดงดังรูปที่ 2.37 โดยส่วนที่มีเครื่องหมายดอกจัน (*) จะมีเฉพาะในเบอร์ 8032 และ 8052 เท่านั้น

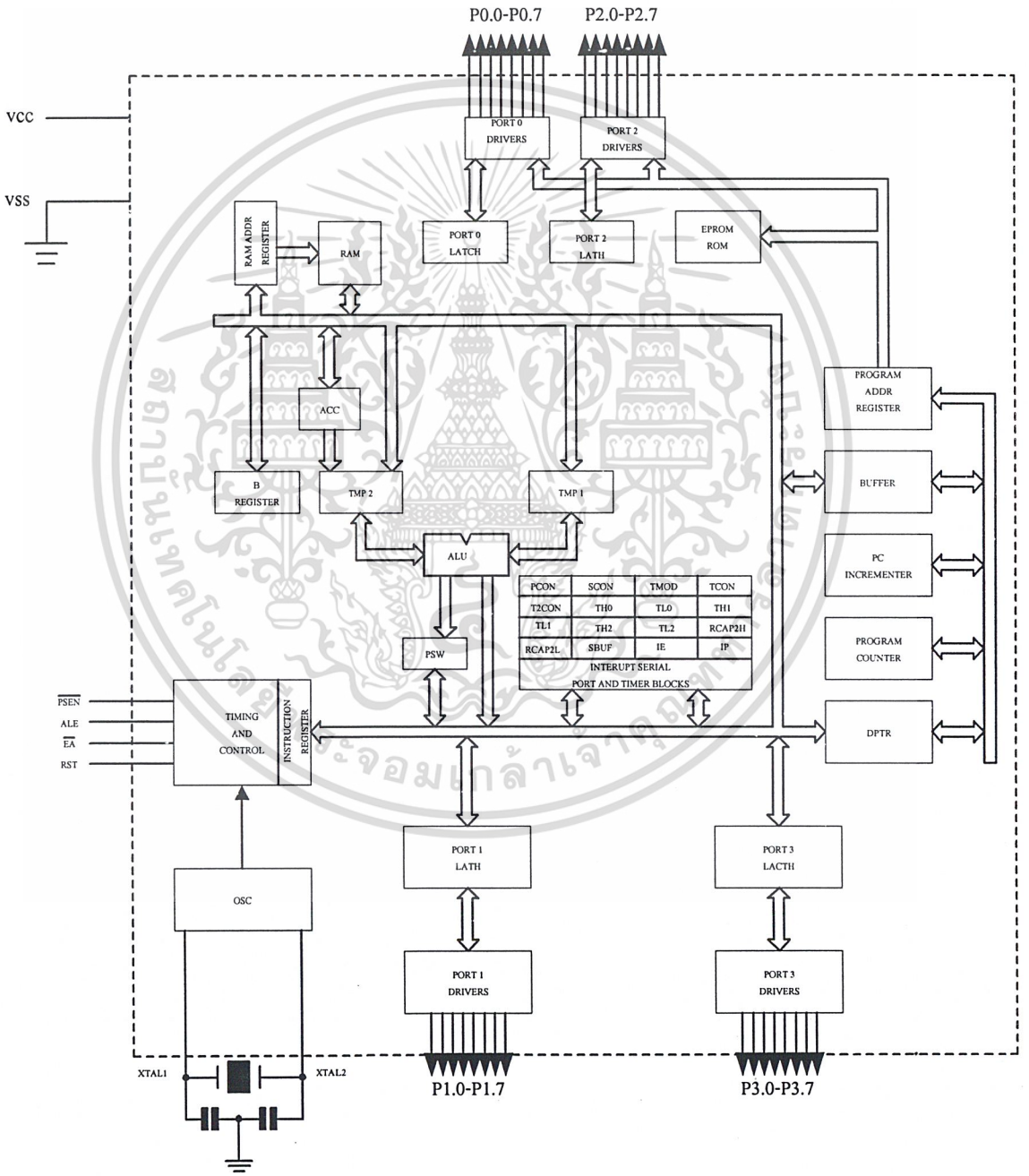
2.15 การจัดหน่วยความจำ

ในไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 แบ่งชนิดหรือหน่วยความจำแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ หน่วยความจำโปรแกรม (program memory) และหน่วยความจำข้อมูล (data memory)

หน่วยความจำโปรแกรม จะใช้สำหรับเก็บโปรแกรมควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งบางเบอร์จะมีหน่วยความจำ ส่วนนี้อยู่ภายในตัว โดยอาจจะมีขนาดไม่เท่ากันเป็นหน่วยความจำต่างชนิดกัน เช่น บางเบอร์เป็น ROM และบางเบอร์อาจเป็น EPROM และบางเบอร์อาจไม่มีหน่วยความจำในส่วนนี้เลย โปรแกรมการทำงานจะถูกเก็บไว้ยังหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกทั้งหมด

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

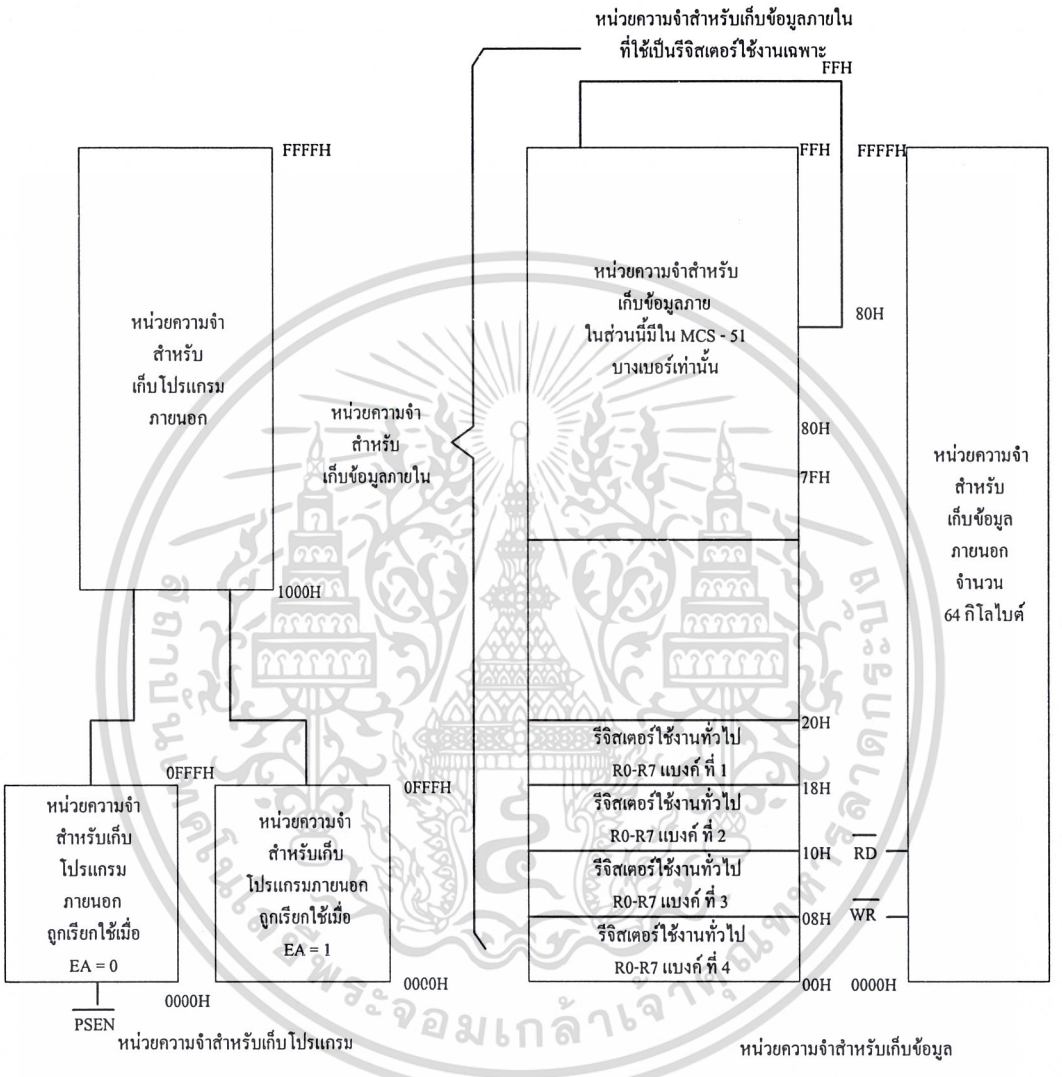
สำหรับหน่วยความจำข้อมูลจะใช้สำหรับเก็บข้อมูลหรือค่าตัวแปลต่าง ๆ จากการทำงานของโปรแกรม ซึ่งใน MCS-51 ทุกเบอร์จะมีหน่วยความจำในส่วนนี้อยู่จำนวนหนึ่ง แต่อาจมีขนาดมากน้อยต่างกันไปในแต่ละเบอร์สำหรับการจัดโครงสร้างของหน่วยความจำ ทั้งในส่วนของหน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูลแสดงไว้ในรูปที่ 2.38



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น มีข้อห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.43 แสดงโครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

2.16 หน่วยความจำโปรแกรม



รูปที่ 2.44 แสดงการจัดโครงสร้างของหน่วยความจำทั้งในส่วนของหน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูล

หน่วยความจำโปรแกรมสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนคือ หน่วยความจำโปรแกรมภายในและหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก หน่วยความจำโปรแกรมภายในจะถูกเลือกใช้งานถ้าขาสัญญาณ EA มีค่าเป็น1โดยจะถูกใช้งานในช่วงแอดเดรส 0-0FFFH (หรือช่วงแอดเดรส 0-1FFFH ในเบอร์ 8052) นอกเหนือจากช่วงแอดเดรสนี้จะใช้หน่วยความจำภายนอกทั้งหมด ในกรณีตรงกันข้ามถ้าขาสัญญาณ EA มีค่าเป็น 0 ในช่วงแอดเดรส 0-0FFFH (หรือช่วงแอดเดรส 0-1FFFH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในเบอร์ 8052) จะถูกใช้จากหน่วยความจำภายนอก หรือกล่าวได้ว่าถ้าขาสัญญาณ EA มีค่าเป็น 0 จะเป็นการเลือกใช้หน่วยความจำโปรแกรมภายนอกทั้งหมดตลอดช่วงแอดเดรส

2.17 หน่วยความจำข้อมูล

หน่วยความจำข้อมูลสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ หน่วยความจำข้อมูลภายในและหน่วยความจำข้อมูลภายนอก สำหรับหน่วยความจำข้อมูลภายในยังแบ่งออกเป็น 2 ส่วนย่อย คือ ส่วนที่ใช้เก็บข้อมูลทั่วไปและส่วนที่ใช้เป็นรีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษหรือ SFR (Special Function Register) โดยส่วนที่ใช้เก็บข้อมูลทั่วไปจะถูกใช้สำหรับเก็บข้อมูลหรือค่าตัวแปลต่าง ๆ จากการทำงานของโปรแกรม ส่วนรีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษจะถูกใช้งานเป็นรีจิสเตอร์ควบคุมการทำงานและการบอกสถานะการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ทุกเบอร์จะมีหน่วยความจำภายในขนาด 128 ไบต์ เป็นอย่างน้อย และบางเบอร์อาจจะมีถึงขนาด 256 ไบต์

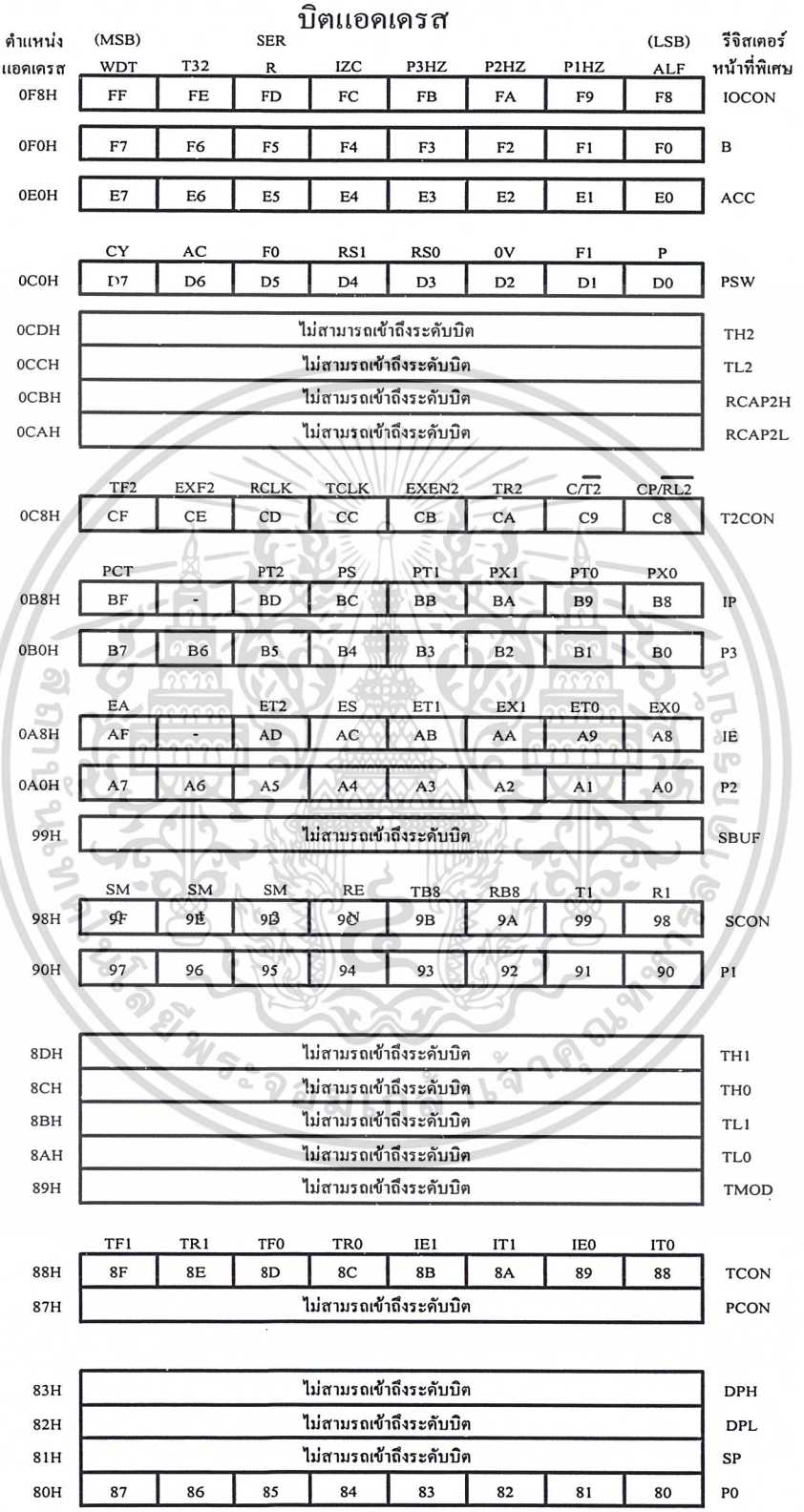
2.18 รีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษ (SFR)

รีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษมีบทบาทอย่างมาก ในการควบคุมการทำงานของไมโครคอน - โทรเลอร์และทำให้การเขียนโปรแกรมสามารถทำได้สะดวกมากขึ้นรีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษทำหน้าที่สำคัญคือ การควบคุมการทำงานในส่วนต่างๆ ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์และทำหน้าที่แสดงสถานะการทำงานซึ่งในรีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษบางตัวยังสามารถเข้าถึงได้ในระดับบิต(Bit Addressable) ด้วย ดังแสดงรูปการจัดหน่วยความจำและตำแหน่งของรีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษต่าง ๆ ในรูปที่ 2.45

2.19 รีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป

รีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไปมีไว้สำหรับให้ผู้เขียนโปรแกรมสามารถนำข้อมูลไปพักไว้ชั่วคราวหรือใช้งานทั่วไปได้ตามต้องการซึ่งรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไปนี้มีอยู่ด้วยกัน 8 ตัว คือรีจิสเตอร์ R0-R7 โดนรีจิสเตอร์ทั้ง 8 ตัว ถูกจัดให้อยู่รวมกันและมีให้เลือกใช้ถึง 4 Bank นั่นคือมีรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไปถึง 32 ตัวให้ใช้งาน เพียงแต่การเลือกใช้รีจิสเตอร์ R0-R7 ในแบงค์ใดแบงค์หนึ่งถูกกำหนดจากบิต RS0, RS1 ในรีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษ PSW ดังนั้นการเลือกใช้จึงเลือกได้เพียงแบงค์เดียวในขณะใดขณะหนึ่ง อย่างไรก็ตามค่าข้อมูลที่เก็ฐไว้ในรีจิสเตอร์แบงค์ใดก็ตามที่มีชื่อเดียวกันแต่อยู่คนละ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.45 แสดงการจัดหน่วยความจำและตำแหน่งของรีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษต่าง ๆ

แบงค์จะไม่มีผลซึ่งกันและกันเลย ทำให้ผู้เขียนโปรแกรมใช้งานรีจิสเตอร์ทั่วไป นี้ได้ทั้ง 32 ตัว อย่างเต็มที่และไม่ยุ่งยากในการเขียนโปรแกรม

```
; FILE  XAMPLE 0.1A51
                ORG 4100H           ; start object code at 4100H
START           MOV DPTR, #text     ; DPTR points to text
                LCALL STXT          ; MONITOR Routine print text
                RET                 ; return to MONITTOR
;
text            DB      ' The FIRST Program... ', 13, 10, 0
; ..................................................................
; MONITOR INTERFACE

ccSTXT          EQU   2       ; MONITOR command to send text
COMMAND         EQU   030H    ; MONITOR command menory
                              ; location
MON             EQU   0200H   ; MONITOR entry address
;
STXT            MOV COMMAND. #CCSTXT ; MONITOR set command
                LJMP  MON            ; MONITOR call it!
```

รูปที่ 2.46 ตัวอย่างโปรแกรมภาษาแอสเซมบลีหรือซอร์สโค้ดไฟล์ที่เขียนขึ้นโดยใช้เวิร์ดโปรเซสเซอร์ทั่วไป

2.20 การเขียนโปรแกรมภาษาแอสเซมบลี

รูปที่ 2.40 เป็นตัวอย่างโปรแกรมภาษาแอสเซมบลีที่เขียนขึ้นภายใต้โปรแกรมเวิร์ดโปรเซสเซอร์ ซึ่งมีชื่อว่า XAMPLE01.A51 (บรรจุอยู่ในดิสเก็ตต์แล้ว) โปรแกรมนี้เรียกว่าซอร์สโค้ดโปรแกรม (Source Code Program) ในแต่ละบรรทัดจะบรรจุซึ่งสาระสำคัญต่าง ๆ ในรูปของคำสั่ง คำสั่งที่ถูกเขียนขึ้นนี้เรียกว่านิวโมนิก (mnemonic) นอกจากในแต่ละบรรทัดประกอบด้วยคำสั่งไมโครคอนโทรลเลอร์แล้วยังมีส่วนของคำอธิบายด้วย คำอธิบายเหล่านี้มีประโยชน์อย่างยิ่งเพื่อให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้อื่นทำความเข้าใจได้ แต่ละคำสั่งที่เขียนขึ้นหรือแม้แต่ตัวผู้เขียน โปรแกรมเอง เมื่อต้องการพัฒนาโปรแกรมเพิ่มเติมจะไม่สับสน

โปรแกรมแอสเซมบลียังไมาสามารถนำมาใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์ ได้ทันที แต่ต้องนำมาทำการแปลงซอร์สโค้ดไฟล์ เป็นภาษาเครื่องทั้งคำสั่งต่าง ๆ , ข้อมูลและการอ้างแอดเดรส ทั้งหมดถูกแปลงไปเป็นโปรแกรมภาษาเครื่อง ที่ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถเข้าใจได้หรือเรียกว่า ออปเจ็กต์โค้ด โดยใช้โปรแกรมแอสเซมเบลอร์ในที่นี้คือ EASM51.EXE มาใช้งาน หรืออาจกล่าวได้อีกอย่างหนึ่งคือโปรแกรมแอสเซมเบลอร์ทำการสร้างไฟล์ใหม่ขึ้นมาอีกไฟล์หนึ่ง โดยการนำเอาออปเจ็กต์โค้ดมาแทนที่คำสั่งหรือนิวโมนิกที่เขียนขึ้น โดยไม่สนใจคำอธิบายต่าง ๆ ที่เขียนไว้หรือตัดส่วนนี้ออกไปไม่นำมาใช้งานเลย

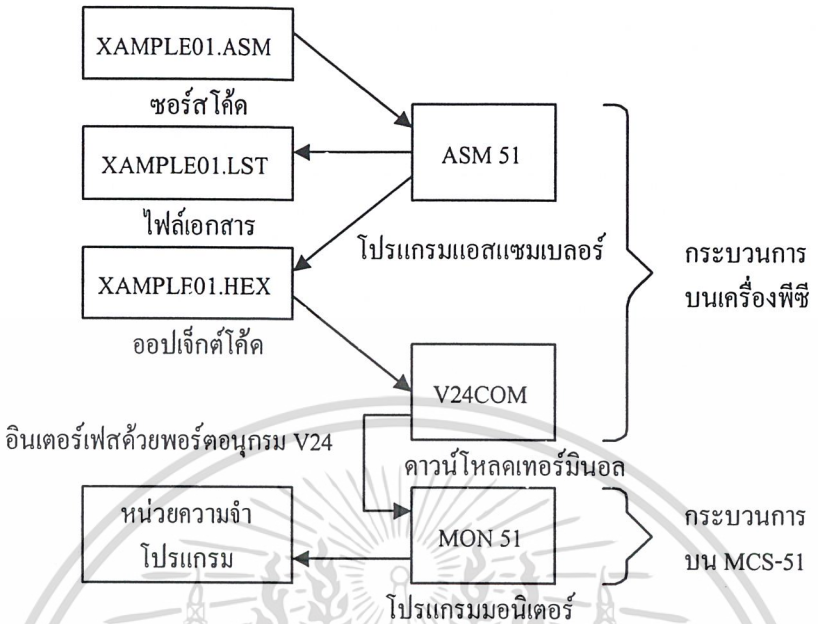
เอาต์พุต ไฟล์ที่ได้จากการแอสเซมเบลอร์ จะมีนามสกุลเป็น .HEX ตัวอย่าง เช่น XAMPLE01.HEX ไฟล์ที่ถูกแปลงเป็นภาษาเครื่องแล้วจะอยู่ในรูปของเลขฐาน 16 จำนวน 2 หลัก เรียงตามลำดับคำสั่งต่าง ๆ ที่เขียนขึ้น ไฟล์นี้เองที่สามารถประมวลผลได้ทันที เมื่อมันถูกส่งผ่านไปเก็บไว้ที่หน่วยความจำบน MCS-51 บอร์ด หรือกล่าวได้ว่าเครื่องพีซีทำหน้าที่สร้างออปเจ็กต์โค้ดขึ้นมา และทำการส่งผ่านหรือดาวน์โหลดไปยัง MCS-51 บอร์ด โดยการติดต่อผ่านโปรแกรม V24COM เพื่อส่งข้อมูลผ่านพอร์ตสื่อสารอนุกรม

นอกจาก EASM51 จะทำการสร้างออปเจ็กต์โค้ดขึ้นมาไฟล์หนึ่งแล้วมันยังสร้างไฟล์เอกสาร (list file) ขึ้นมาชุดหนึ่งมีนามสกุล .LST ตัวอย่างเช่น XAMPLE01.LST ไฟล์เอกสารนี้สร้างขึ้น เพื่อรวบรวมและแสดงออปเจ็กต์โค้ดที่สร้างโดยโปรแกรมแอสเซมเบลอร์จากซอร์สโค้ดโปรแกรมและข้อมูลอื่น ๆ ที่สำคัญ ดังนั้นในไฟล์เอกสารนี้เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง เมื่อต้องการศึกษาการทำงานของโปรแกรมและการทำงานภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ ตลอดจนตรวจสอบโปรแกรมที่เขียนขึ้นเพื่อพัฒนาในครั้งต่อไป ถึงแม้ว่าไฟล์เอกสารนี้จะไม่สามารถนำไปใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์แต่มันก็มีประโยชน์ดังได้กล่าวมาแล้ว รูปที่ 2.41 แสดงให้เห็นถึงกระบวนการในการแปลงโปรแกรมภาษาแอสเซมบลี จนกระทั่งเป็นโปรแกรมที่สามารถประมวลผลได้ทันทีกับ MCS-51 บอร์ด

2.21 การใช้งานรีจิสเตอร์

โดยปกติไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 จะทำการประมวลผลข้อมูลครั้งละ 1 ไบต์ ซึ่งกระทำกับรีจิสเตอร์ภายในโดยที่รีจิสเตอร์แต่ละตัวเก็บข้อมูลได้ขนาด 1 ไบต์ เช่นกันเช่น รีจิสเตอร์ A ซึ่งเป็นแอคคิวมูเลเตอร์ (Accumulator) ทำหน้าที่เป็นรีจิสเตอร์กลาง สำหรับการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.47 แสดงกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากซอร์สโค้ดที่เขียนบนเครื่องพีซีจนเป็นออปเจ็กต์โค้ดซึ่งถูกโหลดมาเก็บไว้ในหน่วยความจำโปรแกรมบน MCS-51

คำนวนทางคณิตศาสตร์หรือทางลอจิกของตัวกระทำ 2 ตัว ตัวอย่างเช่น ถ้าต้องการบวกค่า 10 กับข้อมูลตัวหนึ่ง ให้ทำการโหลดข้อมูลไปยังรีจิสเตอร์ A ก่อน จากนั้นให้ใช้คำสั่งนำค่า 10 ไปบวกกับ A ผลที่ได้บวกข้อมูลกับค่า 10จะถูกเก็บไว้ในรีจิสเตอร์ A นอกจากรีจิสเตอร์ A จะทำการบวกด้วยการกำหนดค่าโดยตรงแล้ว มันยังทำการคำนวณร่วมกับรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิตตัวอื่น ๆ ได้ อีกด้วย

ทั้งไมโครโปรเซสเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์จะมีรีจิสเตอร์ สำหรับใช้งานในคำสั่งพิเศษ โดยผู้เขียนโปรแกรมอาจกำหนดขึ้นเอง โดยที่กำหนดให้อยู่ในตำแหน่งแอดเดรสพิเศษในที่นี้มีค่ามากกว่า 07FH ขึ้นไป ตัวอย่างเช่นแอกคิวมูเลเตอร์ถูกกำหนดให้ใช้หน่วยความจำภายในที่ 0E0H รีจิสเตอร์เหล่านี้เรียกว่า รีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษ (special function registers หรือ SFRs) จำนวนของรีจิสเตอร์พิเศษอาจจะมีไม่เท่ากันในไมโครคอนโทรลเลอร์แต่ละเบอร์ ซึ่งอยู่ในตระกูล MCS-51 ขึ้นอยู่กับคำสั่งที่ทำการตั้งค่าไว้ เพราะรีจิสเตอร์พิเศษเหล่านี้ถูกรวมอยู่ หรือใช้พื้นที่ในส่วนของหน่วยความจำภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งมีหน่วยความจำภายในหรือแรมภายในจะมีขนาดไม่เท่ากันในแต่ละเบอร์

นอกจากรีจิสเตอร์พิเศษหรือ SFR แล้วยังมีรีจิสเตอร์ สำหรับใช้งานทั่วไปอีก 8 ตัว คือ รีจิสเตอร์ R0-R7 รีจิสเตอร์ทั้ง 8 ตัว ถูกบรรจุอยู่ภายในแรมภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ในรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของแบงค์ (Bank) และใช้สำหรับเก็บข้อมูลชั่วคราวระหว่างการประมวลผลในที่นี้จะใช้รีจิสเตอร์เฉพาะแบงค์ศูนย์เท่านั้น และหลังจากรีเซตระบบทุกครั้งรีจิสเตอร์ที่แบงค์ศูนย์ จะถูกเลือกโดยอัตโนมัติ

2.22 ไทเมอร์ ไอซี 555 คล็อค (555 Precision Timer IC Clock)

ไอซีไทม์เมอร์ 555 เป็นไอซีพิเศษตัวหนึ่ง สามารถใช้เป็นวงจรตั้งเวลา (Timer) วงจรทริกเกอร์ (Trigger) วงจรดีเลย์ (Delaying) วงจรปรับรูปสัญญาณพัลส์ (Pulse Reshaping) และวงจรนาฬิกา (Clock) ได้ (ผังไดอะแกรมของวงจรแสดงดังรูปที่ 2.42 ก) ความต้านทาน 5 kΩ สามตัว จะต่ออยู่ภายในจัดเป็นวงจรแบ่งแรงดัน (Voltage Divider) จากค่าแรงดัน Vcc กับกราวน์ วงจรเปรียบเทียบแรงดัน (Comparator) สองตัวจะต่ออินพุทข้างหนึ่งเข้ากับวงจรแบ่งแรงดัน จะไปควบคุมการทำงานของอาร์-เอส ฟลิบฟลอบ จะต่อไปยังวงจรอินเวอร์เตอร์ ซึ่งจะควบคุมการนำกระแสของทรานซิสเตอร์ Q_2 เรียกว่า ซอส (Source) ทรานซิสเตอร์ ต่อออกไปยังเอาต์พุตขา 3 ของไอซีและแหล่งจ่าย (+Vcc) เส้นเอาท์พุทจากอาร์-เอส ฟลิบฟลอบจะต่อมาควบคุมทรานซิสเตอร์ Q_3 ซึ่งเรียกว่า ซิงค์ (Sink) ทรานซิสเตอร์ ซึ่งติออยู่กับขั้วเอาต์พุตกับกราวน์ที่ขา 1 จะมีทรานซิสเตอร์หนึ่งในสองตัวนี้จะนำกระแสในระยะเวลาหนึ่งๆ เรียกว่า เป็นโทเท็ม-โพลเอาต์พุต (Totem-pole Output) เช่น ถ้า Q_2 นำกระแส (ON) Q_3 จะหยุดนำกระแส (OFF) และถ้า Q_2 หยุดนำกระแส (OFF), Q_3 จะนำกระแส (ON) นอกจากนั้นเอาต์พุตของอาร์-เอส ฟลิบฟลอบ ยังควบคุมการทำงานของทรานซิสเตอร์ Q_1 ซึ่งจะใช้ในการคายประจุของคาปาซิเตอร์ภายนอกที่ใช้สำหรับตั้งเวลา (Timing Sequence) ที่ขา 7 ของไอซี ขา 6 (Threshold) และขา 2 (Trigger) ใช้ต่อกับอุปกรณ์ RC ภายนอกสำหรับตั้งเวลา ขา 4 ใช้สำหรับรีเซ็ทฟลิบฟลอบจากภายนอก เมื่อไม่ใช้จะต้องต่อไว้กับ +Vcc ขา 5 ใช้สำหรับควบคุมแรงดันอ้างอิงของตัวเปรียบเทียบ

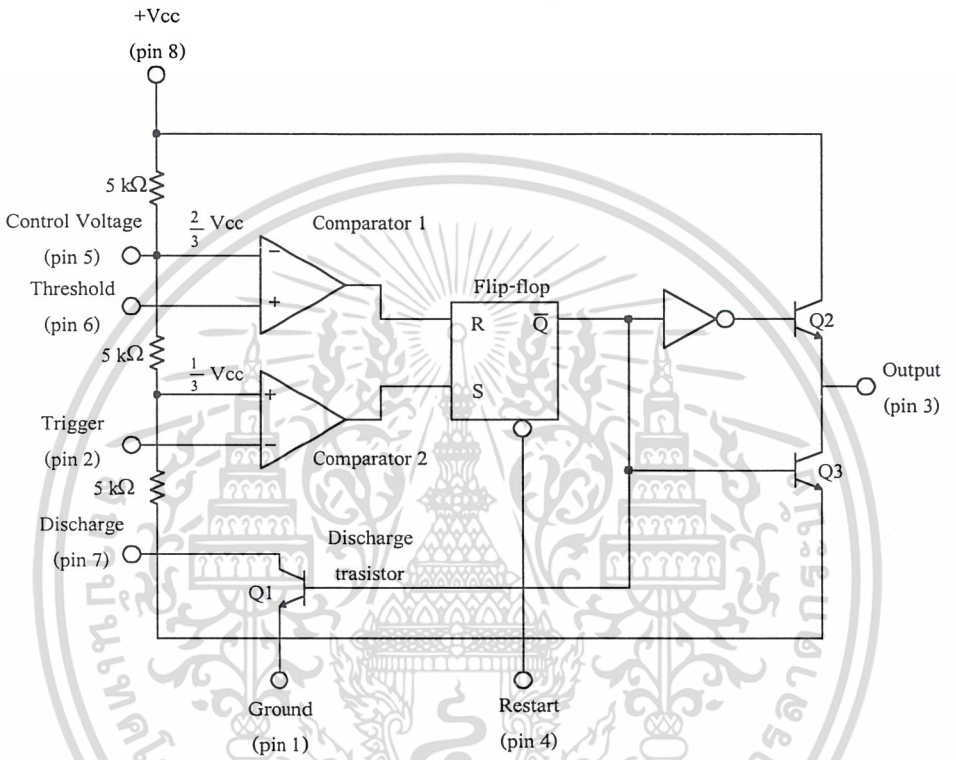
แรงดันที่ตัวที่ 1 ถ้ายังไม่ใช้ขา 5 มักจะต่อคาปาซิเตอร์ค่าประมาณ 0.01 μF ที่ขา 5 กับกราวน์ แทน เพื่อให้เป็นทางผ่านของสัญญาณรบกวน (Niose) หรือการเปลี่ยนแปลงของแรงดันจากแหล่งจ่ายกับกราวน์ และจะช่วยลดผลอื่นๆ ที่จะเกิดขึ้นต่อระดับแรงดันอ้างอิงของตัวเปรียบเทียบแรงดันตัวที่ 1

1) หลักการทำงานเบื้องต้นของไอซีไทม์เมอร์ 555

1.1) ระดับแรงดันอ้างอิงของวงจรเปรียบเทียบแรงดันตัวที่ 1 ตั้งไว้ที่ค่า $\frac{1}{3}VCC$ ถ้าอินพุตอีกข้างหนึ่งที่ขา 6 (Threshold) มีระดับแรงดันต่ำกว่าระดับแรงดันอ้างอิง จะทำให้เอาท์พุทของวงจรเปรียบเทียบแรงดันตัวที่ 1 เป็นโลจิก "0" อาร์-เอส ฟลิบฟลอบจะไม่ถูกรีเซ็ท สมมุ ติว่าในขณะนี้ฟลิบฟลอบทำงานที่เอาต์พุต Q เป็น "1" และเอาต์พุต $\overline{Q}$ เป็น "0" ทำให้ทรานซิสเตอร์ Q_1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ Q_3 อยู่ในสภาพ OFF ต่ที่เบสของ Q_2 จะได้รับอินพุท "1" จากอินเวอร์เตอร์ จึงทำให้ทรานซิสเตอร์ Q_2 นำกระแส (ON) และมีสภาพเสมือนต่อขาเอาท์พุทของไอซี (ขา 3) เข้ากับ +Vcc หรือมีสภาวะโลจิก "High"



รูปที่ 2.48 ผังการทำงานของไอซีเบอร์ 555

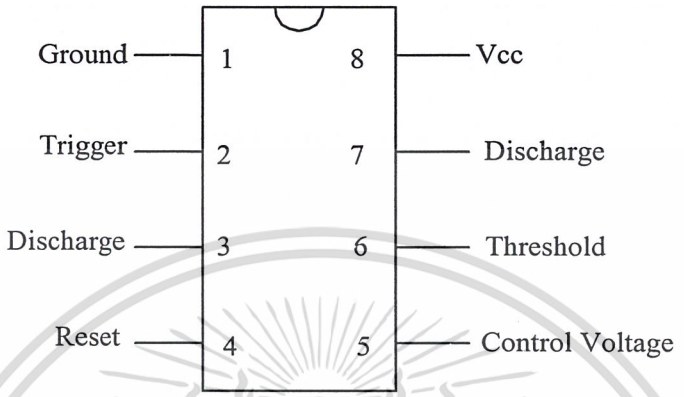
1.2) เมื่อแรงดันที่ขา 6 มีระดับ $\frac{1}{3}VCC$ จะทำให้เอาท์พุทของวงจรเปรียบเทียบแรงดันตัวที่ 1 เป็น โลจิก "1" ซึ่งจะไปรีเซ็ท อาร์-เอส ฟลิบฟลอบทำให้เอาท์พุท $\overline{Q}$ เป็นโลจิก "1" ในช่วงเวลานี้ Q_1 และ Q_3 จะ ON และ Q_2 จะ OFF ที่เอาท์พุทของไอซี (ขา 3) ในขณะนี้จึงเสมือนหนึ่งต่อผ่าน Q_3 กราวน์ หรือมีสภาวะโลจิก "1"

1.3) ระดับแรงดันอ้างอิงของวงจรเปรียบเทียบแรงดัน ตัวที่ 2 ตั้งไว้ที่ $\frac{1}{3}VCC$ ถ้าอินพุทที่ขา 2 (Trigger) มีระดับแรงดันสูงกว่าระดับแรงดันอ้างอิง เอาท์พุทของวงจรเปรียบเทียบแรงดัน ตัวที่ 2 เป็นโลจิก "0" ซึ่งจะทำให้ อาร์-เอสฟลิบฟลอบไม่ถูกเซ็ท (Set)

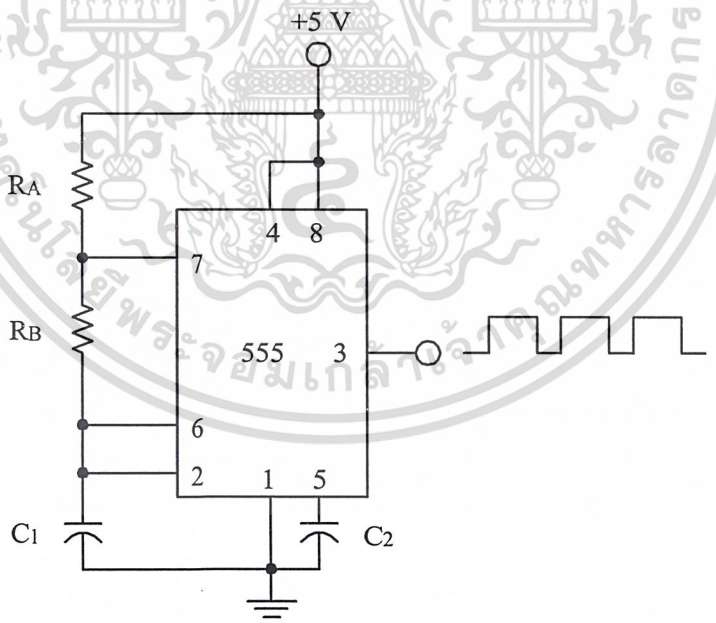
1.4) เมื่อระดับแรงดันของขา 2 ต่ำกว่า $\frac{1}{3}VCC$ จะทำให้เอาท์พุท ของวงจรเปรียบเทียบแรงดันตัวที่ 2 เป็นโลจิก "1" " ซึ่งจะทำให้ อาร์-เอสฟลิบฟลอบถูกเซ็ท (Set) เอาท์พุท $\overline{Q}$ จะเป็นโลจิก "0" ขณะนี้ Q_1 และ Q_3 จะ OFF และ Q_2 จะ ON ขาเอาท์พุทของไอซี (ขา 3) จึงมีสภาพเสมือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนึ่งต่ออยู่กับ +Vcc หรือเป็นโลจิก "High" ใหม่อีกครั้งหนึ่งในช่วงเวลานี้ Q_1 จะมีสภาพ OFF ทำให้คาปาซเตอร์ภายนอกสามารถประจุ (Charge) ผ่าน +Vcc และเริ่มต้นทำงานซ้ำใหม่อีกได้



รูปที่ 2.49 การกำหนดตำแหน่งขาของไอซีเบอร์ 555



รูปที่ 2.50 วงจรนาฬิกา (Clock Circuit)ของไอซีเบอร์ 555

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) วงจรคล๊อค 555 เบื้องต้น

วงจรคล๊อค 555 เบื้องต้น แสดงดังรูปที่ 2.50 อุปกรณ์ R_A, R_B และ C_1 เป็นอุปกรณ์กำหนดเวลาภายนอก (RC Timing Circuit) คาปาซิเตอร์ C_2 ใช้สำหรับบายพาสสัญญาณรบกวนลงกราวน์

คาปาซิเตอร์ C_1 จะประจุ (Chage) ไปสู่ค่า +Vcc ผ่านความต้านทาน R_A และ R_B แต่จะคายประจุผ่านความต้านทาน R_B ดังนั้นวงจรคล๊อคเบื้องต้นนี้ จึงมีเอาท์พุทพัลส์ในส่วนที่เป็น "1" ยาวนานกว่าส่วนที่เป็น "0" ความถี่ของการออสซิเลท คำนวณได้จากสูตร

$$f = \frac{1.44}{(R_A + R_B)C_1}$$

3) 555 ดิวตี้ไซเกิล (Duty Cycle)

ดิวตี้ไซเกิล ของอุปกรณ์ คือ ระยะเวลาที่อุปกรณ์นั้นมีระยะเวลาการนำกระแส (ON) เป็นเท่าไร เทียบกับระยะเวลาที่หยุดนำกระแส (OFF) ในกรณีของไอซีไทเมอร์ 555 จะเป็นอัตราส่วนที่เอาท์พุทเป็นโลจิก "Low" หรือ t_{low} ต่อระยะเวลาคาบ (period) หรือ T และสามารถคำนวณหาได้ จากสูตร

$$t_{low} = 0.695(R_B)C \qquad \text{(ระยะเวลาที่เอาท์พุท Low)}$$

$$t_{high} = 0.695(R_A + R_B)C \qquad \text{(ระยะเวลาที่เอาท์พุท High)}$$

ระยะคาบเวลาของสัญญาณหนึ่งไซเกิล คือ

$$T = t_{low} + t_{high}$$
$$= 0.695(R_A + 2R_B)C$$

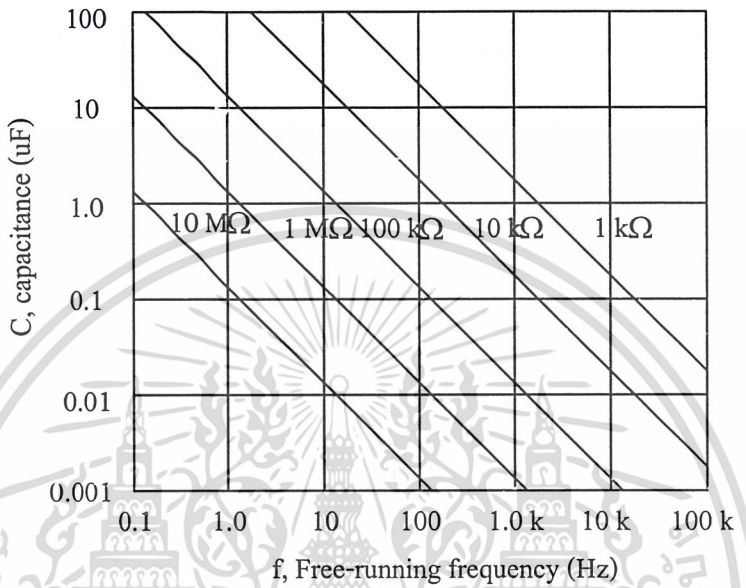
$$\text{ดิวตี้ไซเกิล (Duty Cycle)} = \frac{t_{low}}{T}$$

$$= \frac{R_B}{R_A + 2R_B}$$

ค่าดิวตี้ไซเกิล มักจะกำหนดเป็นเปอร์เซ็นต์ (%) ซึ่งจะมีค่าไม่เกิน 50% ทั้งนี้เพราะว่า คาปาซิเตอร์ C จะประจุ (Charge) ผ่าน R_A และ R_B แต่จะคายประจุ (discharge) ผ่าน R_B เพียงตัวเดียว ระยะเวลา t_{low} กับ t_{high} จึงต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความถี่ของวงจรไทม์เมอร์ 555 ที่ทำงานเป็นแอสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ สำหรับ R และ C ต่างๆ แสดงดังกราฟในรูปที่ 2.43



รูปที่ 2.51 ความถี่ของวงจรแอสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ ที่ใช้ไอซี ไทม์เมอร์ 555

เราสามารถปรับปรุงวงจรไทม์เมอร์ 555 แอสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์ให้ได้รูปสัญญาณเป็นพัลส์สแควรเวฟ ซึ่งมีดิวตี้ไซเกิล เท่ากับ 50% ได้โดยการต่อไดโอด คร่อมความต้านทาน R_B ให้ด้านอาโนดต่ออยู่กับขา 6 ดังรูปที่ 2.44

จากวงจรในรูปที่ 2.44 คาปาซิเตอร์จะประจุผ่านความต้านทาน R_A และไดโอดโดยไม่ผ่าน R_B ระยะเวลาของรูปสัญญาณเอาท์พุทจะเป็น

$$t_{high} = 0.695 R_A C$$

$$t_{low} = 0.695 R_B C$$

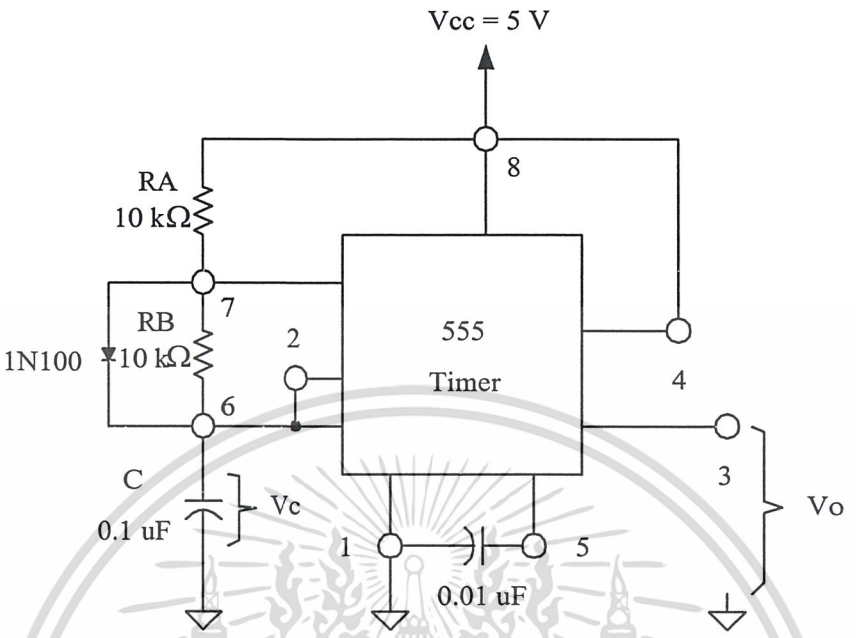
$$T = 0.695(R_A + R_B)C$$

$$\text{Duty Cycle} = \frac{t_{low}}{T}$$

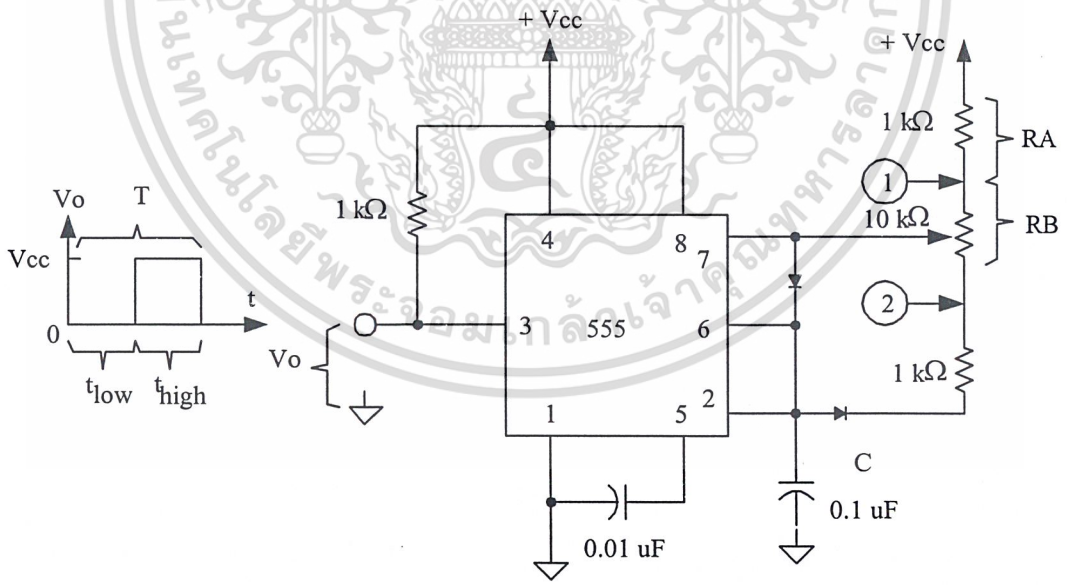
$$= \frac{R_B}{R_A + R_B}$$

จะเห็นว่า $R_A = R_B$ จะได้ค่าดิวตี้ไซเกิลเท่ากับ 50% ซึ่งจะได้รูปสัญญาณเป็นพัลส์แบบสแควเวฟ ($t_{low} = t_{high}$) ตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.52 วงจรไทม์เมอร์ที่ให้ ดิวตี้ไซเกิล 50%



รูปที่ 2.53 วงจรกำเนิดสัญญาณพัลส์นาฬิกาที่สามารถปรับค่าดิวตี้ไซเกิลได้

นอกจากนั้นเรายังสามารถจัดวงจรให้สามารถปรับค่าดิวตี้ไซเกิลได้ตั้งแต่ประมาณ 5% ถึง 95% โดยใช้ไดโอดช่วยเช่นเดียวกัน ดังแสดงในรูปที่ 2.45 ซึ่งใช้ไดโอดสองตัวคือ D_A และ D_B ตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ การประจุ (Charge) ของคาปาซิเตอร์ C จะประจุผ่าน R_A และ D_A และการคายประจุของคาปาซิเตอร์ C ผ่าน D_B, R_B และขา 7 ของไอซี ค่าระยะเวลา t_{high} และ t_{low} ยังคงเหมือนเดิมคือ

$$t_{high} = 0.695R_AC$$

$$t_{low} = 0.695R_BC$$

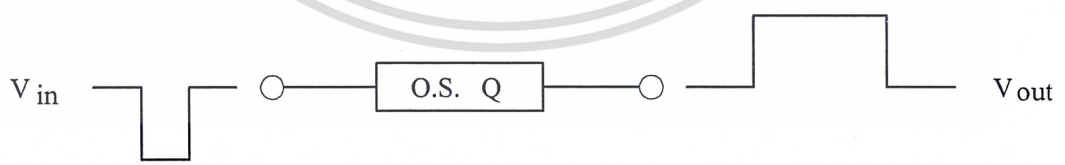
$$T = 0.695(R_A + R_B)C$$

และ Duty Cycle $= \frac{t_{low}}{T}$

$$= \frac{R_B}{R_A + R_B}$$

4) ไอซี ไทม์เมอร์ 555 ในวงจรวันช้อททริกเกอร์(555 Timer One – Shot Trigger Circuit)

โมโนสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์ หรือวันช้อท (One – Shot) มัลติไวเบรเตอร์ มีลักษณะการทำงานดังไดอะแกรมในรูปที่ 2.46 ปกติวงจรจะมีสภาวะคงที่สภาวะหนึ่งก่อนได้รับ สัญญาณกระตุ้น (Trigger) และเมื่ออินพุทได้รับสัญญาณกระตุ้น จะทำให้เอาท์พุทเปลี่ยนสภาวะ ไปชั่วระยะเวลาหนึ่งซึ่งกำหนดโดยค่าอาร์ซีไทม์คอนสแตนท์ แล้วจะกลับคืนสู่สภาวะเดิม วงจรวันช็อตทริกเกอร์ใช้สำหรับดีเลย์สัญญาณพัลส์ ปรับรูปสัญญาณพัลส์ให้มีพัลส์บวกที่เหมาะสมสำหรับทริกเกอร์วงจรอื่นๆ และสามารถใช้เป็นวงจรดีเบาส์ (Debounce) สำหรับสวิตซ์ได้ ในขณะที่วงจร วันช้อททริกเกอร์เปลี่ยนสภาวะอยู่ จะไม่สามารถใช้ทริกเกอร์ควบคุมวงจรได้ จนกว่าเอาท์พุท จะกลับคืนสู่สภาวะเดิมหลังจากผ่าน ระยะเวลาที่กำหนดโดยวงจรอาร์ซีไทม์เมอร์คอนสแตนท์ไปแล้ว

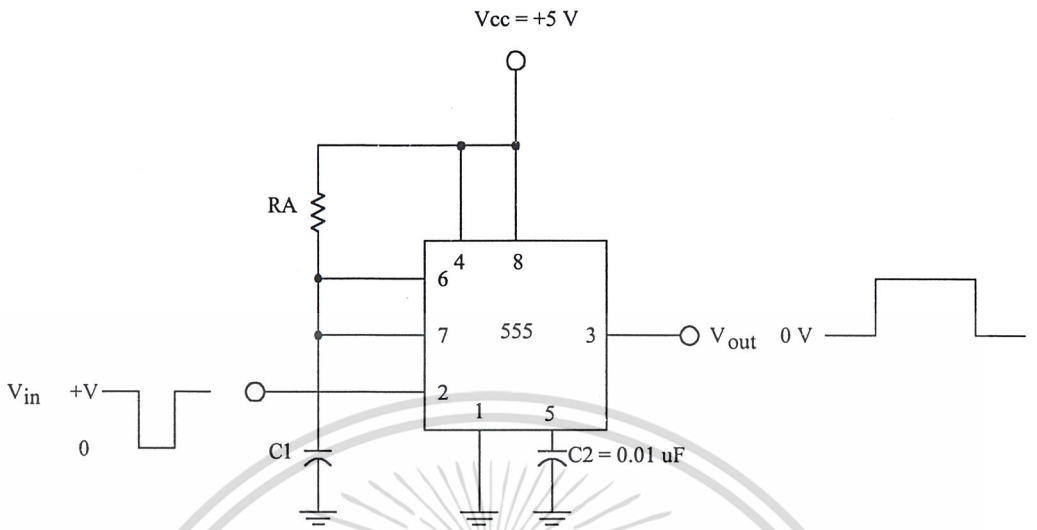


รูปที่ 2.54 บล๊อกไดอะแกรมโมโนสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์

เราสามารถใช้ไอซี 555 ไทม์เมอร์ต่อเป็นโมโนสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์ได้ ดังวงจรในรูปที่ 2.46 ข) อุปกรณ์ R_A และ C_1 จะเป็นตัวกำหนดช่วงระยะเวลาที่เอาท์พุทของวงจรจะเปลี่ยนสภาวะไปเป็นโลจิก “High” ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสูตร

$$T = 1.1R_AC_1$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.55 วงจรไอซี 555 ไทม์เมอร์โมโนสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์

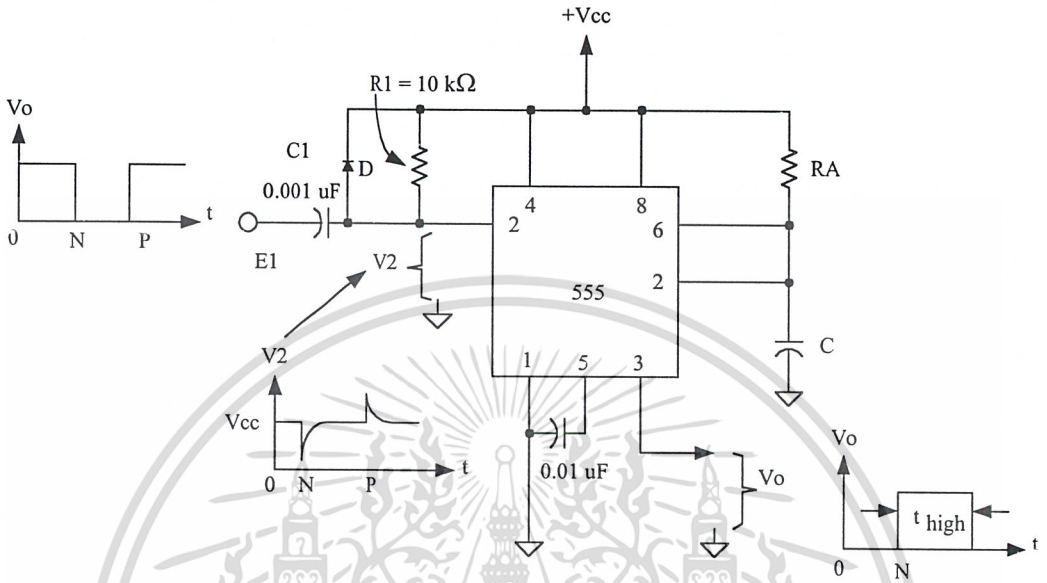
สัญญาณทริกเกอร์ จะเป็นสัญญาณพัลส์ลบ (Negative GoingPulse) ป้อนให้กับอินพุตขา 2 ของไอซี

บางครั้งจะต้องใช้วงจรปรับรูปสัญญาณ อินพุตพัลส์ที่ใช้ทริกเกอร์สำหรับวงจรโมโน สเตเบิล เพื่อให้ได้เอาต์พุตพัลส์ที่แน่นอนและถูกต้อง ลักษณะของวงจรปรับรูปสัญญาณพัลส์อินพุต แสดงดังรูปที่ 2.47 วงจร R_i , C_i และไดโอด D จะเป็นตัวปรับรูปสัญญาณอินพุต ให้ได้เอาต์พุตพัลส์หนึ่งลูกสำหรับอินพุตพัลส์หนึ่งลูก ความต้านทาน R_A และ C เป็นตัวกำหนดระยะเวลาเอาต์พุตพัลส์ที่อยู่ในช่วงโลจิก "High" ความต้านทาน R_i ต่ออยู่กับ Vcc กับขา 2 ของไอซี เพื่อให้ได้โลจิก "1" ที่อินพุตขา 2 และเอาต์พุตจะอยู่ในสภาพโลจิก "LOW" ในขณะที่ยังไม่ได้รับสัญญาณพัลส์อินพุตทริกเกอร์ ทำให้คาปาซิเตอร์จะประจุ (Charge) ไว้ที่ค่าแรงดัน +Vcc จนกว่าจะมีสัญญาณทริกเกอร์อินพุตปรากฏค่า อาร์-ซี ไทม์คอนสแตนท์ ของ R_i และ C_i จะต้องมีค่าน้อยๆ เมื่อเทียบกับช่วงเวลา t_{high} ของพัลส์เอาต์พุตไดโอด D จะใช้ป้องกันไม่ให้ไอซี 555 ถูกทริกเกอร์ด้วยพัลส์บวกของสัญญาณพัลส์อินพุต E_i ลักษณะของรูปสัญญาณทริกเกอร์ที่ขา 2 ของไอซี และเอาต์พุตพัลส์ที่ขา 3 แสดงดังรูปที่ 2.47

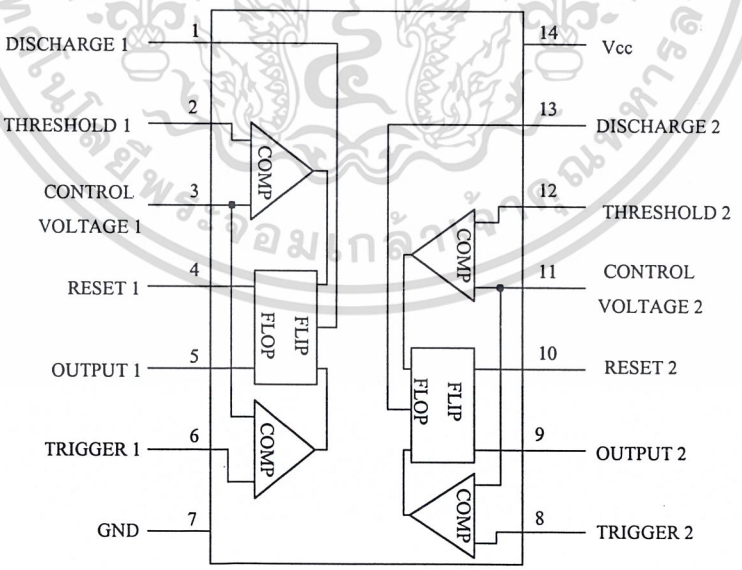
ไม่ว่าไอซีไทเมอร์ 555 จะต่อวงจรเป็นแอสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์หรือโมโนสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ จะสามารถใช้อินพุทขา 4 ของไอซี ซึ่งเป็นขารีเซ็ท (Reset) ทำการรีเซ็ทให้วงจรหยุดทำงานได้ทุกเวลา ปกติอินพุตรีเซ็ทนี้จะต้องต่ออยู่กับแหล่งจ่าย +Vcc ถ้าอินพุตรีเซ็ทได้รับโลจิก "0" โดยการต่ออินพุตขา 4 ลงกราวน์ จะทำให้วงจรหยุดการทำงาน กล่าวคือ เอาต์พุตขา 3 และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขาคายประจุ (ขา 7) จะเป็นโลจิก “0” หรือกราวน์ คาปาซิเตอร์จะคายประจุหมด และจะเป็นเช่นนี้ตลอดไปเท่าที่อินพุต รีเซ็ทยังต่อลงกราวน์



รูปที่ 2.56 วงจรปรับรูปสัญญาณอินพุตพัลส์สำหรับ โมโนสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ ไอซี 555 ไทม์เมอร์



รูปที่ 2.57 แสดงไดอะแกรมของไอซีไทม์เมอร์ 556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.23 ไทม์เมอร์ไอซี 556 (556 Dual Timer)

ไทม์เมอร์ไอซี 556 (556 Dual Timer) เป็นไอซีไทเมอร์ที่ประกอบด้วย ไอซีไทม์เมอร์ 555 อยู่ในตัวเดียวกันถึง 2 ตัว การใช้งานและคุณสมบัติต่าง ๆ การใช้งานของไอซีเบอร์ 556 นี้ เหมือนกันกับไอซีเบอร์ 555 ทั้งหมด แตกต่างเพียงจำนวนขา และตัวถังไอซีเท่านั้น ไดอะแกรมของไอซีไทม์เมอร์ 556 แสดงดังรูปที่ 2.57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบ การสร้าง และ การทำงาน

3.1 กล่าวนำ

การออกแบบและการสร้างเครื่องเบิกจ่ายไอซีอัตโนมัติ นี้ได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆด้วยกันคือส่วนที่ 1 เป็นส่วนของการออบแบบวงจรที่ใช้ประมวลผลและควบคุมการจ่ายไอซี ซึ่งไอซีจะถูกบรรจุอยู่ในหลอดไอซีที่เตรียมไว้สำหรับขนาดไอซีแต่ละเบอร์ ซึ่งแต่ละหลอดอยู่บนชุดจ่ายไอซีอัตโนมัติบรรจุไอซีเพียงเบอร์เดียวภายในเครื่องเบิกจ่ายไอซีอัตโนมัติจะมีชุดจ่ายไอซีอัตโนมัติ 16 ชุดโดยในการเบิกจ่ายจะควบคุมโดยใช้ไมโครคอนโทรเลอร์ AT89S8252 จะมีการอ่านข้อมูลบนบัตรนักศึกษาโดนใช้บาร์โค้ดและจะแสดงผลโดยจอ แอลซีดี

เครื่องเบิกจ่ายไอซีอัตโนมัติประกอบด้วย ส่วนของวงจรควบคุมและประมวลผลโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ วงจรรับข้อมูลจากบัตรนักศึกษาด้วนบาโค้ด, วงจรรับข้อมูลจากคีย์เมตริกซ์ วงจรควบคุมการจ่ายไอซี,วงจรสื่อสารข้อมูล และวงจรแสดงผล

ส่วนที่ 2 จะเป็นส่วนของการออกแบบโปรแกรม ซึ่งประกอบไปด้วยโปรแกรมรับข้อมูลนักศึกษาจากบาร์โค๊ดโปรแกรมรับข้อมูลจากคีสวิตซ์ เพื่อการตรวจสอบรหัสประจำตัวและรหัสผ่านของแต่ละบุคคลและแสดงผลโดย แอลซีดี ที่ไมโครคอนโทรเลอร์หลัก แล้วส่งข้อมูลโดยผ่านทาง RS 232 โดยใช้โปรแกรมการสื่อสารข้อมูลไปยังชุดไมโครคอนโทรเลอร์ควบคุมการจ่ายไอซีและรับสัญญาณตรวจสอบไอซี โดยใช้ฐานข้อมูลจากชุดไมโครคอนโทรเลอร์ฐานข้อมูลนักศึกษา โดยสามารถแสดงโครงสร้างการทำงานของเครื่องเบิกจ่ายไอซีอัตโนมัติ ซึ่งมีการทำงานดังรูปที่ 3.1

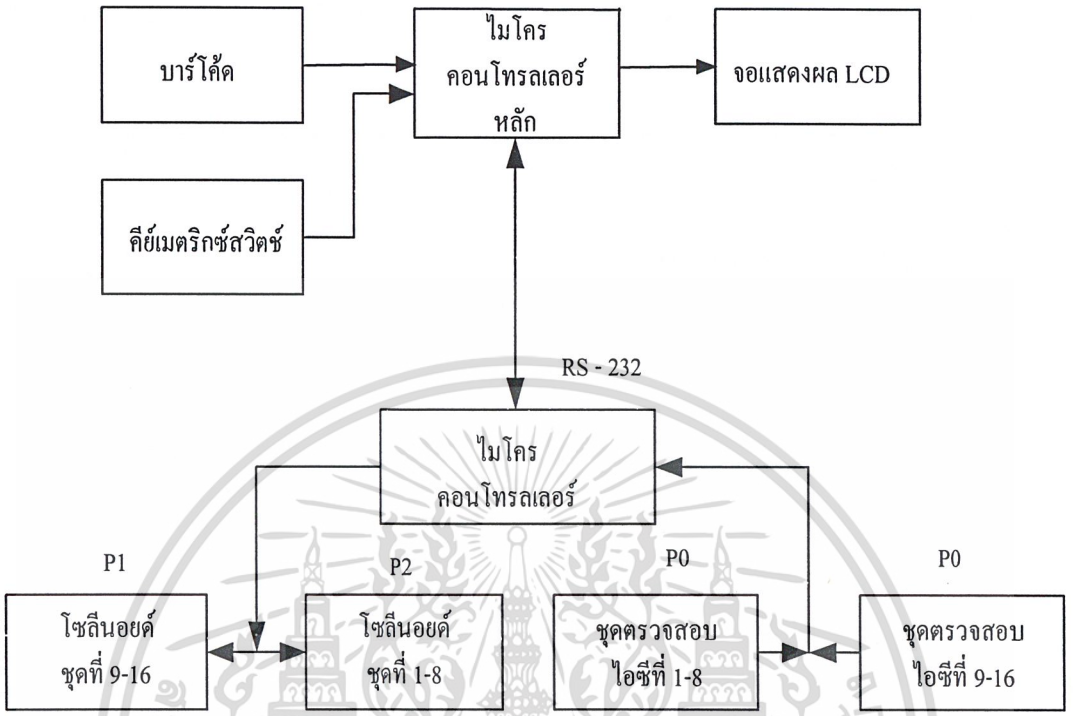
3.2 การออกแบบวงจร

การออกแบบวงจรของเครื่องเบิกจ่ายไอซีอัตโนมัติ จะแบ่งออกได้ดังนี้ คือส่วนของไมโครคอนโทรเลอร์หลัก, ส่วนของฐานข้อมูลนักศึกษา,ส่วนของจงจรสื่อสารข้อมูล,ส่วนควบคุมการจ่ายไอซี,ส่วนการจ่ายไอซีและส่วนของการตรวจสอบไอซี ซึ่งมีการทำงานของวงจรดังนี้

3.2.1 ส่วนไมโครคอนโทรเลอร์หลัก

ในส่วนของวงจรจะประกอบไปด้วย วงจรรับข้อมูลนักศึกษาจากบาร์โค้ด,วงจรรับข้อมูลจากคีย์เมตริกซ์สวิตช์ และวงจรแสดงผล แอลซีดี ซึ่งจะทำหน้าที่ควบคุมการรับข้อมูลจากบาร์โค้ดเพื่อไปประมวลผลว่านักศึกษาคนนี้มีอยู่ในฐานข้อมูลหรือไม่โดยส่งไปตรวจสอบข้อมูลที่วงจรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 โครงสร้างการทำงานเครื่องเบิกจ่ายไอซีอัตโนมัติ

ข้อมูลนักศึกษาแล้วเปรียบเทียบว่ามีข้อมูลอยู่หรือไม่ถ้าไม่มีก็ไม่สามารถทำงานต่อไปได้ เครื่องจะรอรับการทำงานต่อไปส่วนถ้ามีข้อมูลอยู่ก็จะถูกส่งข้อมูลนั้นออกมาที่จอแสดงผลที่ แอลซีดี โดยการ

ส่งผ่านข้อมูลระหว่างไมโครคอนโทรเลอร์ทั้ง 2 นั้นผ่านพอร์ตสื่อสารแบบอนุกรม RS232C ต่อไปก็จะรอรับการกดคีย์เมตริกซ์สวิตช์เพื่อตรวจสอบรหัสผู้ใช้จำนวน 4 ตัว เมื่อรหัสถูกต้องถึงจสามารถทำการเบิกไอซีต่อไปได้โดยการเติมตัวเลขที่ระบุว่าเป็นไอซีเบอร์อะไร หลังจากนั้นก็ระบุจำนวนโดยเบอร์ไอซีและตัวเลขที่กำหนดจะแสดงที่ด้านหน้าของเครื่องเบิกจ่ายไอซีอัตโนมัติ โดยวงจรไมโครคอนโทรเลอร์หลักดังแสดงรูปที่ 3.2

1. ส่วนของวงจรรับข้อมูลนักศึกษาจากเครื่องผ่านบาร์โค้ด

ในส่วนของวงจรรับข้อมูลนักศึกษาจากเครื่องผ่านบาร์โค้ด ทำหน้าที่ในการรับข้อมูลจากการรูดบัตรนักศึกษา จากนั้นทำการส่งข้อมูลให้กับ พอร์ตอินพุตของไอซี AT89S8252 เพื่อนำไปประมวลผลและแสดงผล ดังแสดงในรูปที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการออกแบบส่วนของการอ่านข้อมูลรหัสบาร์โค้ดได้ในไปต่อร่วมกับวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์หลักซึ่งประกอบไปด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89S8252 และ หน่วยความจำชั่วคราว ซึ่งใช้ในการเก็บข้อมูลเมื่อมีนักศึกษาต้องการใช้ไอซี ก็สามารถกระทำได้โดยการนำบัตรนักศึกษาของตนเองซึ่งจะมีข้อมูลของนักศึกษาผู้นั้นถูกบันทึกเอาไว้ ในฐานข้อมูลทั้งรหัสนักศึกษา, ชื่อ-นามสกุล และรหัสผ่านประจำตัวผู้ใช้เมื่อทำการรูดบัตรนักศึกษาผ่านเครื่องอ่านบาร์โค๊ด รหัสข้อมูลจากบัตรนักศึกษาจะอ่านออกมา และถูกส่งออกมาที่ขาข้อมูลของบาร์โค้ด รหัสข้อมูลที่ออกมาจากเอาต์พุตของเครื่องอ่านบาร์โค้ด และจะส่งไปยังพอร์ตอินพุต P1.4 และนำสัญญาณการรูดบัตรนักศึกษาเข้าที่ขา INT0โดยที่ข้อมูลที่ส่งเข้ามาที่ขา P1.4 จะแปลงเป็นรหัส ASCII และทำการประมวลผลต่อไป ดังวงจรแสดงดังรูป 3.4

2. ส่วนของวงจรรับข้อมูลคีย์เมตริกซ์สวิตช์ในส่วนของวงจรรับข้อมูลคีย์เมตริกซ์สวิตช์

จะทำหน้าที่ในการรับสัญญาณข้อมูลจากการกดรหัสของผู้ที่ต้องการ,จำนวน และเบอร์ไอซี ดังแสดงในรูปที่ 3.5

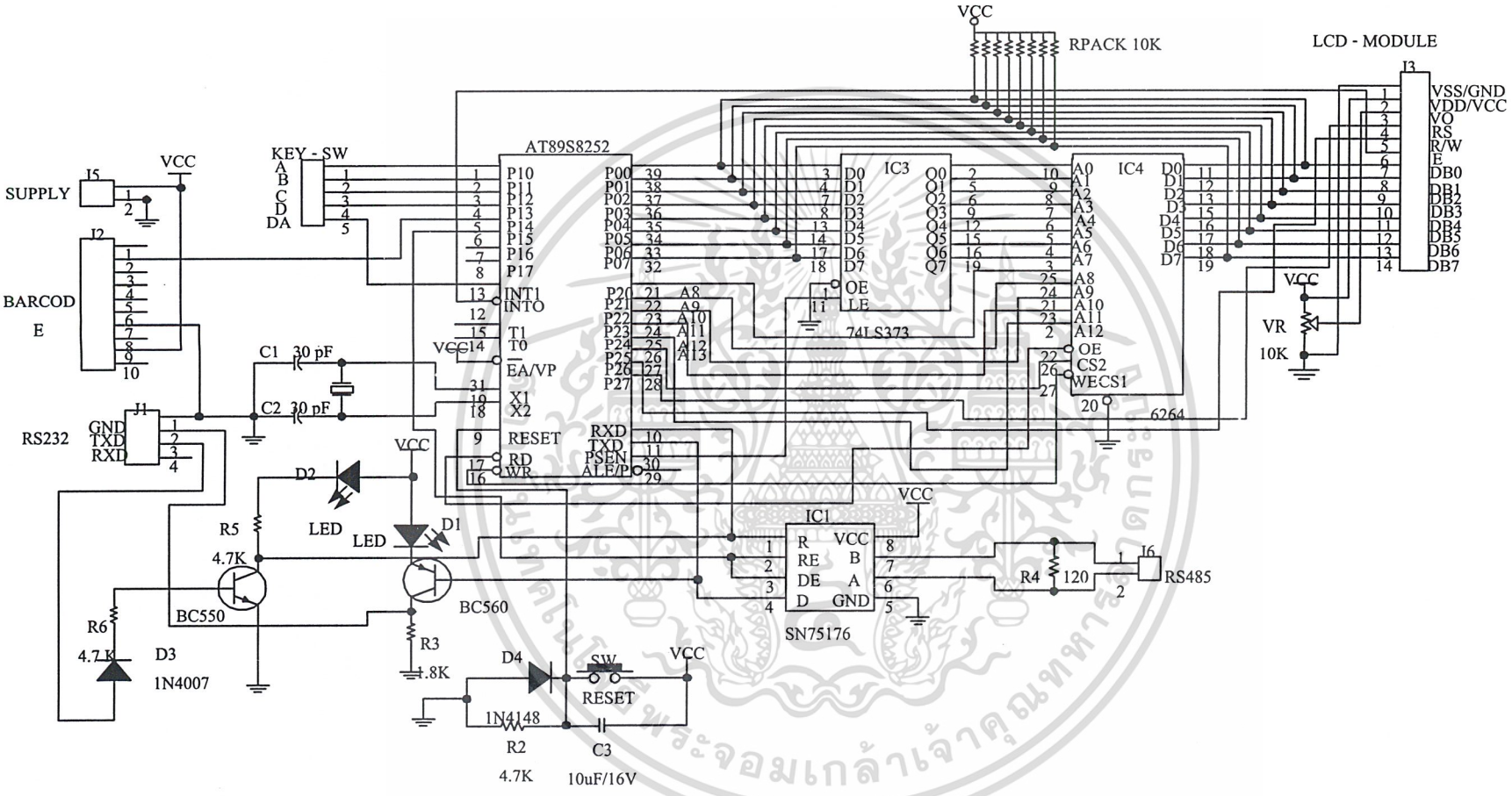
การทำงานของวงจรคีย์เมตริกซ์สวิตช์ จะเริ่มเมื่อมีการกดคีย์ สัญญาณจากการกดจะเข้าที่ขาไอซีเบอร์ MM74C922N ซึ่งเป็นไอซีเข้ารหัส โดยเข้าที่ขา 8 ออกที่ขา 4 ซึ่งเป็นไอซี CMOS แล้วนำสัญญาณเอาต์พุตผ่าน NOT GATE แล้วส่งเป็นยัง พอร์ต อินพุต P1.0,P1.1,P1.2 และ P1.3 ตามลำดับ ส่วนสัญญาณจากขา INT0 ของไมโครคอนโทรเลอร์เบอร์ AT89C51 ซึ่งแสดงการต่อวงจรรับข้อมูลคีย์เมตริกซ์สวิตช์

3. ส่วนของวงจรแสดงผล

ในส่วนของการแสดงผลจะใช้ แอลซีดีทำหน้าที่ในการแสดงผลข้อมูลที่ได้จากการประมวล ของวงจรไมโครคอนโทรเลอร์หลักที่รับข้อมูลจากเครื่องอ่านบาร์โค้ด, เมตริกซ์สวิตช์ วงจรฐานข้อมูลนักศึกษา และวงจรควบคุมการจ่ายไอซี โดยที่จอแสดงผล แอลซีดีจะแสดงชื่อและนามสกุล รหัสนักศึกษา และหมายเลขที่ระบุว่าเป็นไอซีเบอร์ใด

การทำงานของวงจรแสดงผล แอลซีดี เริ่มจากการส่งข้อมูลกำหนดการอ่านหรือเขียนแล้วจึงกำหนดการอ่านหรือเขียนนั้นเป็นข้อมูลหรือคำสั่งที่ขา RS232C ส่งข้อมูลออกทางขา Data เป็นการทำงานแบบ 8 บิต การแสดงผลบรรทัดที่ 1 จะอยู่ที่ Address 80H บรรทัดที่ 2 จะอยู่ที่ Address #0COH บรรทัดที่ 3 จะอยู่ที่ Address #94H และบรรทัดที่ 4 จะอยู่ที่ Address ที่ #D4H การต่อวงจรแสดงผลดังรูปที่ 3.7

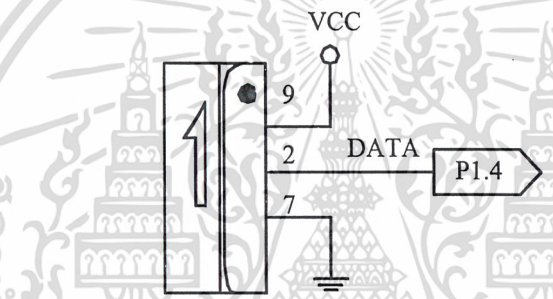
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



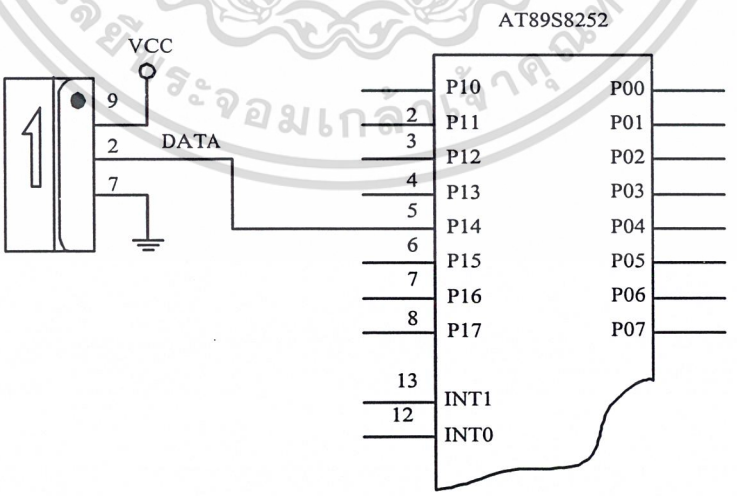
รูปที่ 3.2 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมหลัก

3.2.2 ส่วนของวงจรควบคุมการจ่ายไอซี

ในส่วนของวงจรควบคุมการจ่ายไอซีจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ ส่วนแรกเป็นวงจรไมโครคอนโทรเลอร์ AT89S8252 ที่ถูกโปรแกรมให้ควบคุมโดยการรับข้อมูลจากวงจรไมโครคอนโทรเลอร์หลักโดยการส่งข้อมูลผ่านทางพอร์ตสื่อสารอนุกรม RS232C เมื่อรับสัญญาณจากวงจรไมโครคอนโทรเลอร์หลักส่วนของวงจรควบคุมการจ่ายไอซีจะตรวจสอบว่าไอซีที่ต้องการมีหรือไม่โดยใช้วงจรตรวจจับไอซีโดยใช้อินฟาเรด ถ้าไม่มีก็จะส่งสัญญาณข้อมูลไปยังวงจรไมโครคอนโทรเลอร์หลักเพื่อแสดงว่าไอซีนั้นไม่มีก็จะสามารถเบิกได้แต่ถ้ามีก็จะส่งสัญญาณไปยังวงจรไมโครคอนโทรเลอร์หลักเพื่อให้วงจรไมโครคอนโทรเลอร์หลักส่งสัญญาณมาจ่ายไอซี แสดงดังรูปที่ 3.8

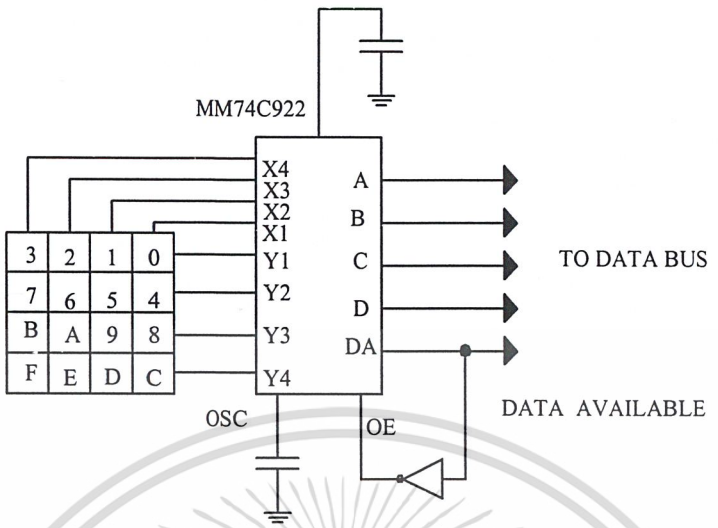


รูปที่ 3.3 การต่อวงจรเครื่องอ่านบาร์โค้ด

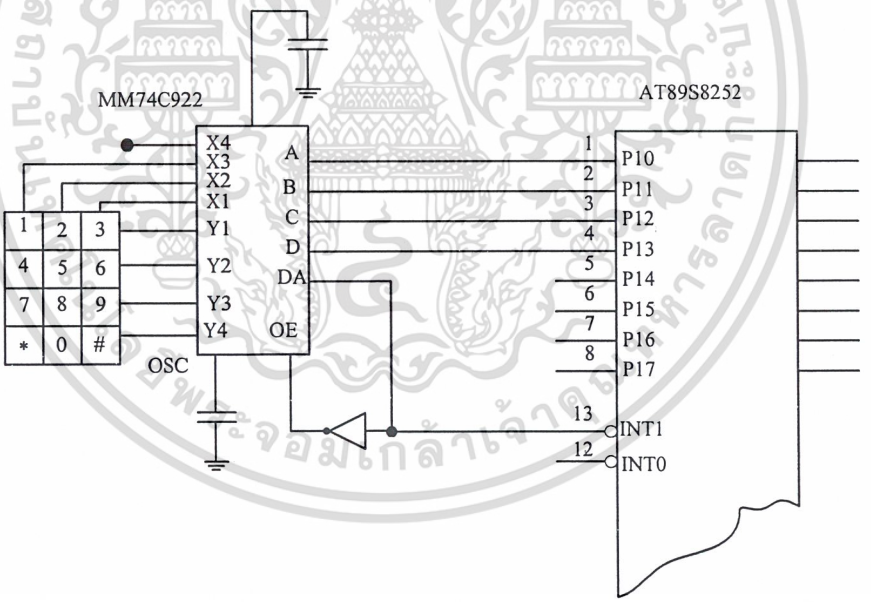


รูปที่ 3.4 วงจรรับข้อมูลจากเครื่องอ่านบาร์โค้ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

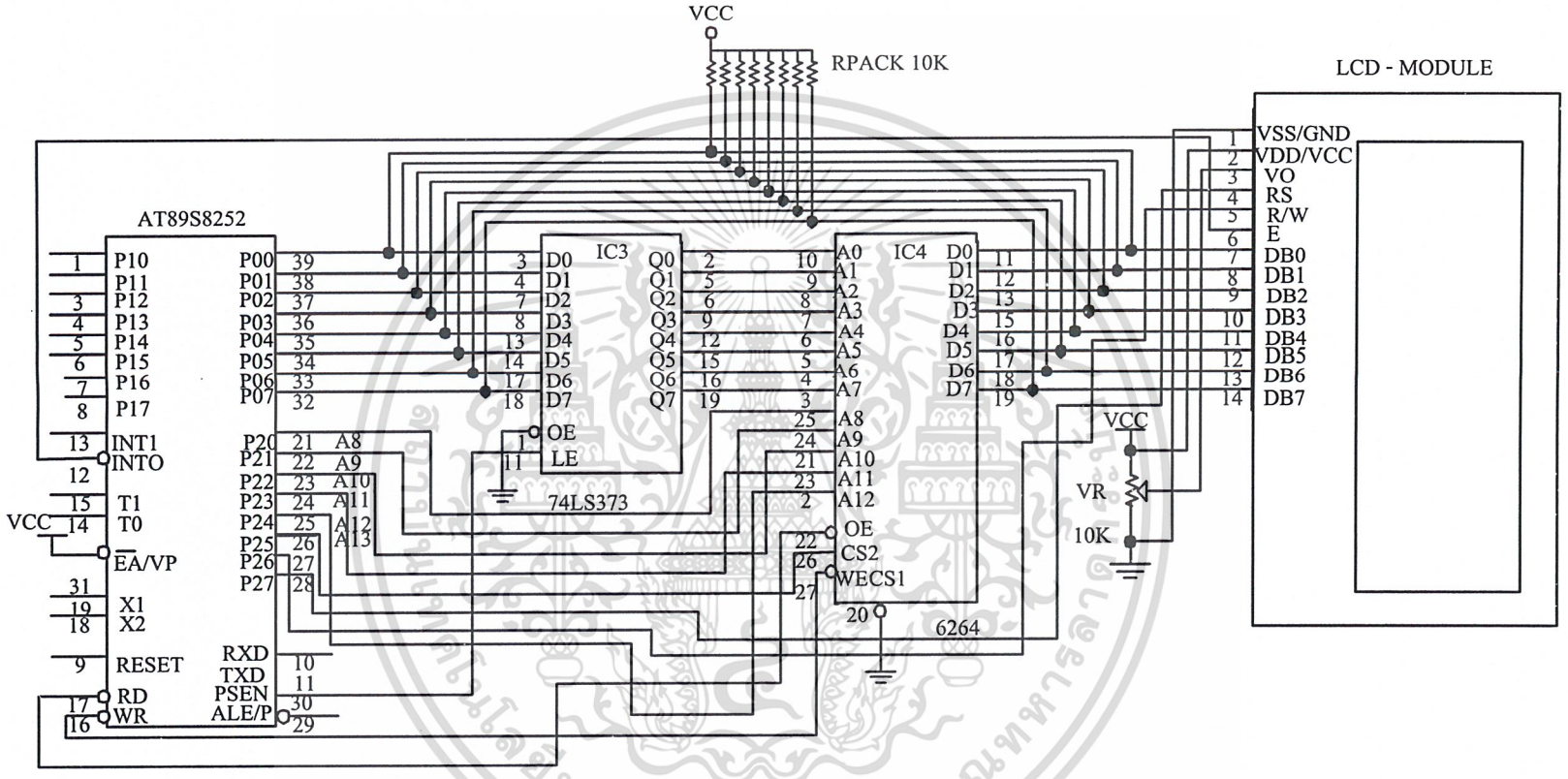


รูปที่ 3.5 วงจรคีย์เมตริกซ์สวิตช์

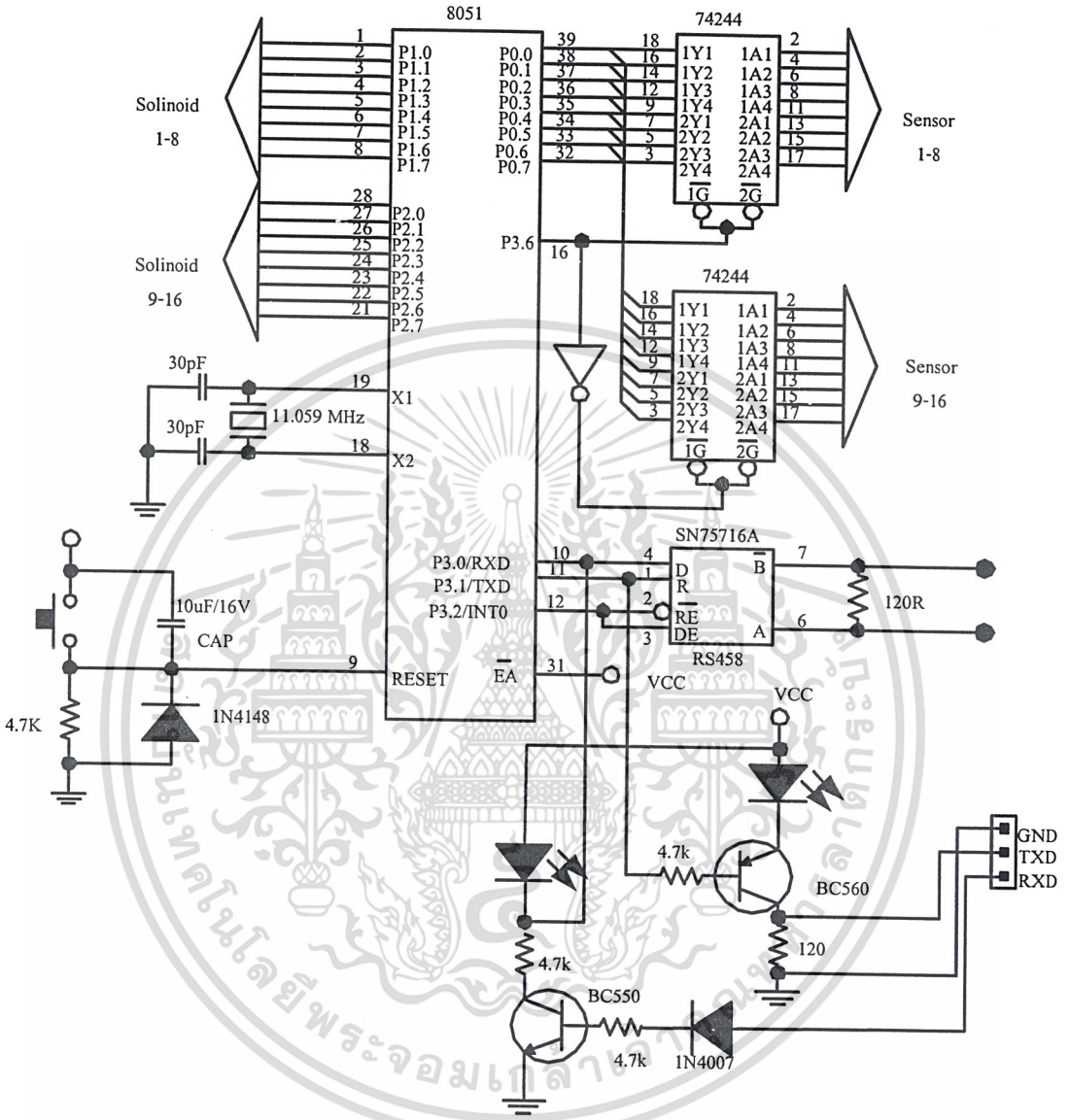


รูปที่ 3.6 วงจรรับข้อมูลคีย์เมตริกซ์สวิตช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



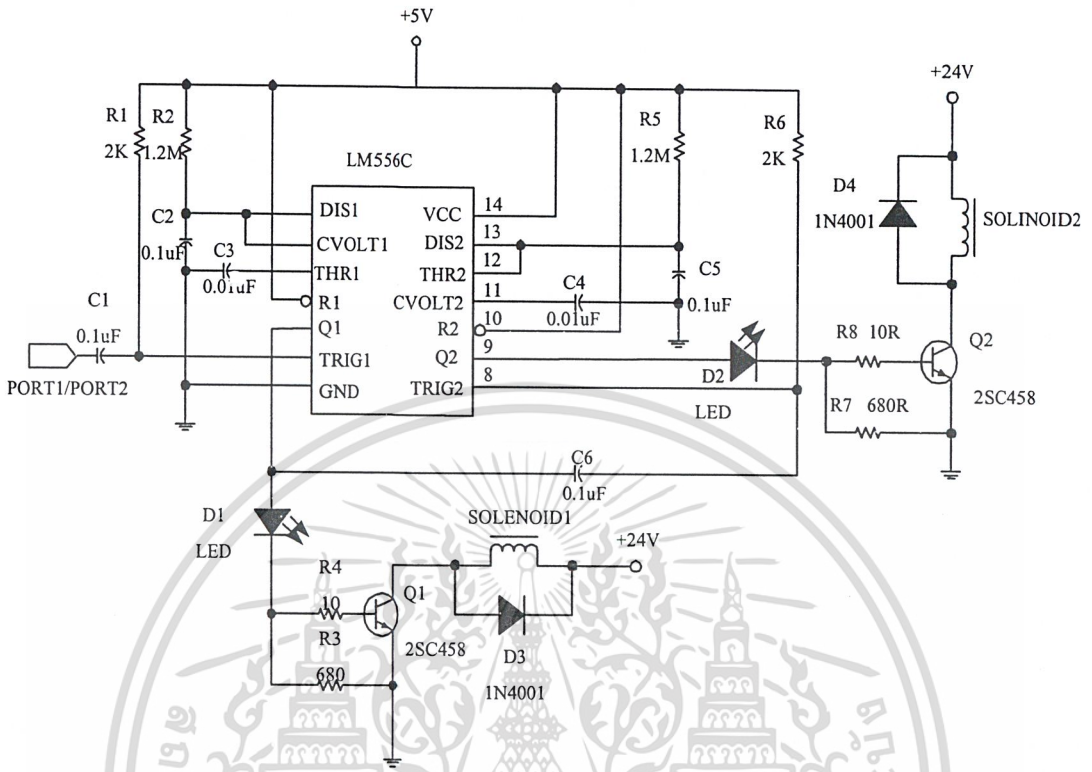
รูปที่ 3.7 การต่อวงจรแสดงผลจอแอลซีดี



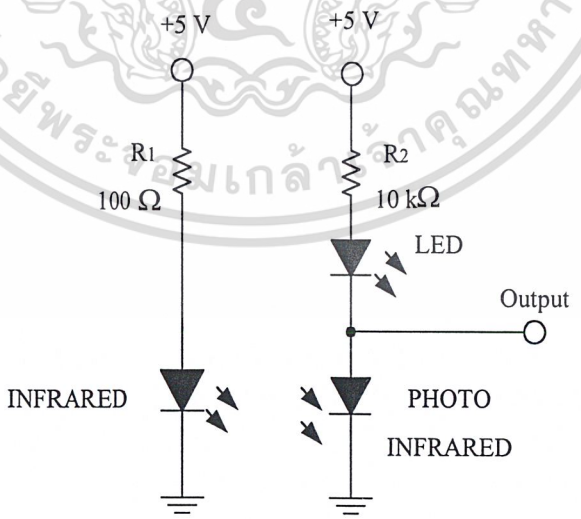
รูปที่ 3.8 ส่วนของวงจรควบคุมการจ่ายไอซี

ส่วนที่ 2 เป็นวงจรจ่ายไอซีจะทำหน้าที่รับสัญญาณจากวงจรควบคุมการจ่ายซึ่งใช้ไมโครคอนโทรเลอร์ควบคุม โดยเมื่อได้รับสัญญาณแล้ววงจรจ่ายไอซี จะเป็นวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ ซึ่งเมื่อมีสัญญาณเข้ามาก็จะทำงาน ซึ่งควบคุมโซลีนอยด์ 2 ตัว โดยใช้ไอซี #556 ที่ประกอบด้วยไอซี #555 จำนวน 2 ตัว เพื่อควบคุมโซลีนอยด์ทั้ง 2 ตัว ดังแสดงรูปที่3.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 วงจรจ่ายไอซีโดยใช้ ไอซี # 556



รูปที่ 3.10 วงจรตรวจสอบไอซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ 3 เป็นส่วนของวงจรตรวจสอบจ่ายไอซีโดยใช้อินฟาเรด เพื่อเช็คว่าไอซีที่ต้องการมีอยู่หรือไม่แล้วส่งสัญญาณไปยังวงจรควบคุมการจ่ายไอซีไปประมวลผลต่อไปดังแสดงรูปที่ 3.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

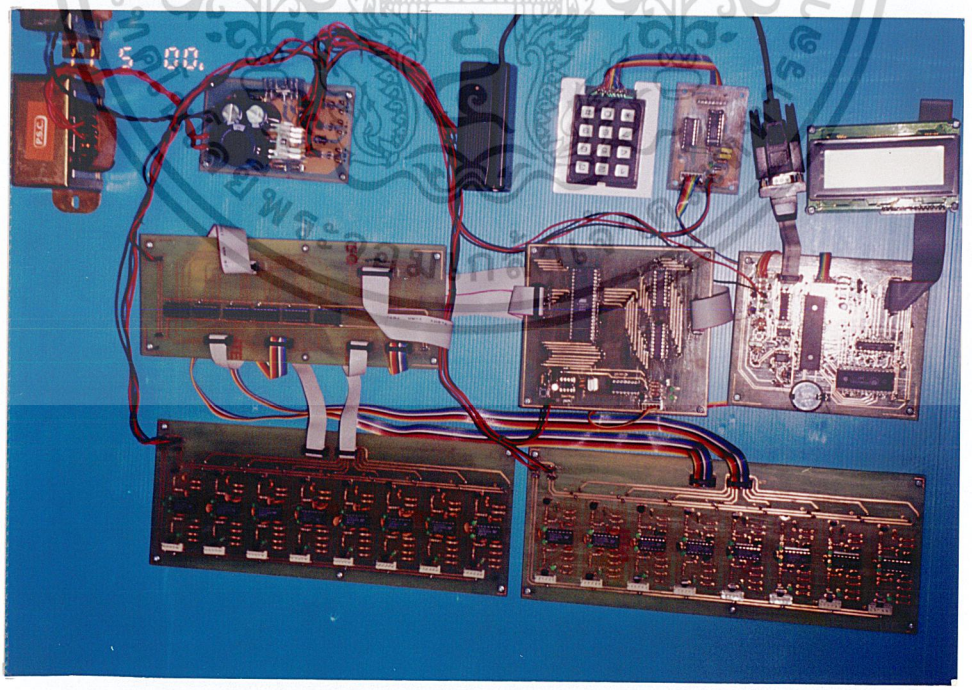
บทที่ 4
การทดลอง และผลการทดลอง

4.1 กล่าวนำ

การทำงานของเครื่องเบิกจ่ายไอซีอัตโนมัติ ส่วนใหญ่จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS – 51 ควบคุมเป็นส่วนใหญ่ โดยในการทดลองการทำงานส่วนใหญ่ จะเป็นการทดลองการทำงานของโปรแกรม โดยพิจารณาผลจากการแสดงผลของวงจรที่ใช้ในการทดลอง ซึ่งได้สร้างขึ้นมา โดยในการอดลอง และการตรวจสอบการทำงานของระบบ จึงแบ่งได้เป็น 5 ส่วน คือ ส่วนที่หนึ่งการทดลองส่วนรับข้อมูลจากเครื่องอ่านบาร์โค้ด ส่วนที่สองส่วนรับข้อมูลจากคีย์เมตริกซ์ ส่วนที่สามส่วนของการแสดงผล ส่วนที่สี่ส่วนของการควบคุมการจ่ายไอซี ส่วนสุดท้ายส่วนของการสื่อสารข้อมูล

4.2 การทดลองส่วนรับข้อมูลจากเครื่องอ่านบาร์โค้ด และการแสดงผล

4.2.1 ลำดับขั้นการทดลอง



รูปที่ 4.1 การต่อวงจรรวมทั้งหมดเข้าด้วยกัน

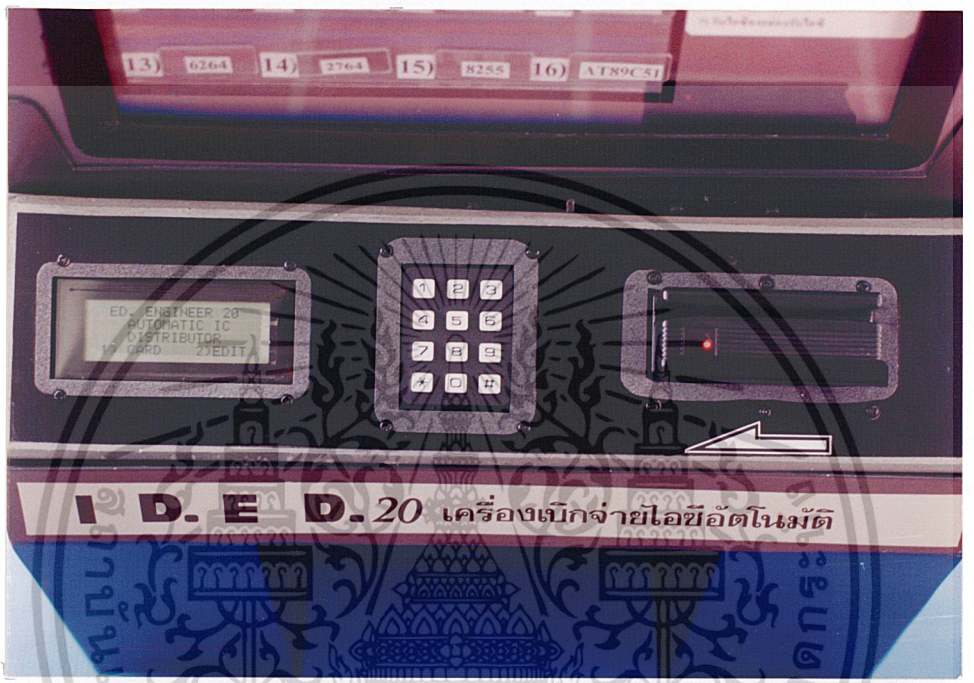
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ต่อชุดวงจรรวมทั้งหมดเข้าด้วยกัน ดังรูปที่ 4.1

2) ตรวจสอบการต่อสายของอุปกรณ์ แต่ละตัว

3) จ่ายไฟเลี้ยงให้กับวงจรรวม

4) กดหมายเลข 1 เพื่อเข้าสู่โปรแกรมหลัก ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 แสดงเมื่อเข้าสู่โปรแกรมหลัก

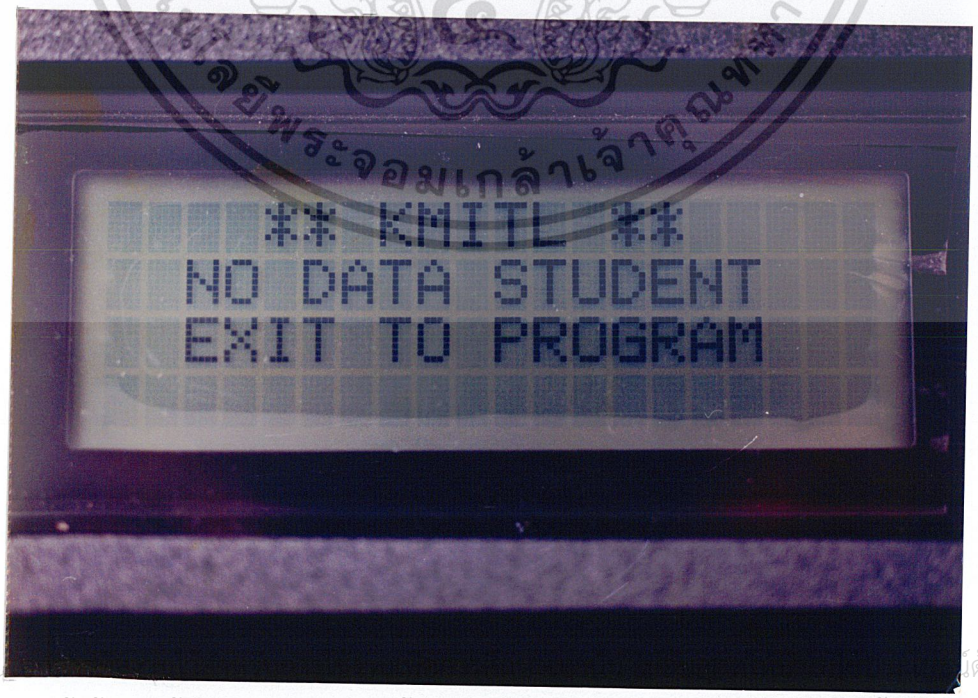
รูปที่ 4.3 การรูดบัตรนักศึกษาผ่านเครื่องอ่านบาร์โค้ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) รูดบัตรนักศึกษาผ่านเครื่องอ่านบาร์โค้ด ดังรูปที่ 4.3
6) สังเกตผลที่ได้จากการรูดบัตรนักศึกษาที่หน้าจอ แอลซีดี

4.2.2 ผลการทดลอง

รูปที่ 4.4 แสดงผลการรูดบัตรเมื่อมีข้อมูลในหน่วยความจำ



เอกสารนี้เป็น
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
ด้านการค้า

รูปที่ 4.5 แสดงผลการรูดบัตรเมื่อไม่มีข้อมูลในหน่วยความจำ

เมื่อต่อชุดวงจรรวมเข้าด้วยกันแล้ว ทำการรูดบัตรนักศึกษาจะได้ รหัสนักศึกษาแสดงออกทางหน้าจอ แอลซีดี ผลที่ได้จากการรูดบัตรนักศึกษาถ้ามีข้อมูลในหน่วยความจำฐานข้อมูล จะได้ข้อมูลดังรูปที่ 4.4 แต่ถ้าไม่มีข้อมูลในหน่วยความจำในฐานข้อมูลก็จะแสดงดังรูปที่ 4.5 แล้วกลับไปหน้าจอหลัก

4.3 การทดลองรับข้อมูลจากวงจรคีย์เมตริกซ์สวิตช์ และการแสดงผล

4.3.1 ลำดับขั้นการทดลอง

1) ต่อชุดวงจรรวมทั้งหมดเข้าด้วยกัน ดังรูปที่ 4.1
2) ทำการทดลองตามหัวข้อที่ 4.2.1
3) กดรหัสที่คีย์เมตริกซ์จำนวน 4 ตัว หลังจากนั้นเลือกกดเครื่องหมาย และตัวเลขบนคีย์เมตริกซ์สวิตช์
4) สังเกตผลที่ได้จากการกดรหัสหน้าจอ แอลซีดี

4.3.2 ผลการทดลอง

เมื่อกดคีย์สวิตช์เพื่อป้อนรหัส 4 ตัว ถ้ารหัสถูกต้องหน้าจอ แอลซีดี จะบอกให้ป้อนเบอร์ไอซีที่จะเบิก และป้อนจำนวนต่อไป แสดงดังรูปที่ 4.6 ถ้ารหัสไม่ถูกต้อง แอลซีดี ก็จะแสดงผลว่ารหัสไม่ถูกต้อง แล้วกลับไปหน้าจอหลัก

รูปที่ 4.6 แสดงการป้อนเบอร์ไอซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.7 แสดงการป้อนจำนวนไอซี

4.4 การทดลองในส่วนของการแสดงผล

4.4.1 ลำดับขั้นการทดลอง

1) ทดลองตามขั้นตอนของหัวข้อ 4.2 และ 4.3
2) สังเกตผลการทดลองที่ได้

4.4.2 ผลการทดลอง

เมื่อทดลองตามขั้นตอนดังกล่าวข้างต้นแล้วผลที่ได้จะเหมือนกันกับขั้นตอนก่อนหน้านี้ เพราะการทำงานของวงจรแต่ละส่วนจะสัมพันธ์กัน โดยเฉพาะการแสดงผลทางจอ แอลซีดี ซึ่งขาดเสียมิได้

4.5 การทดลองการควบคุมการจ่ายไอซี

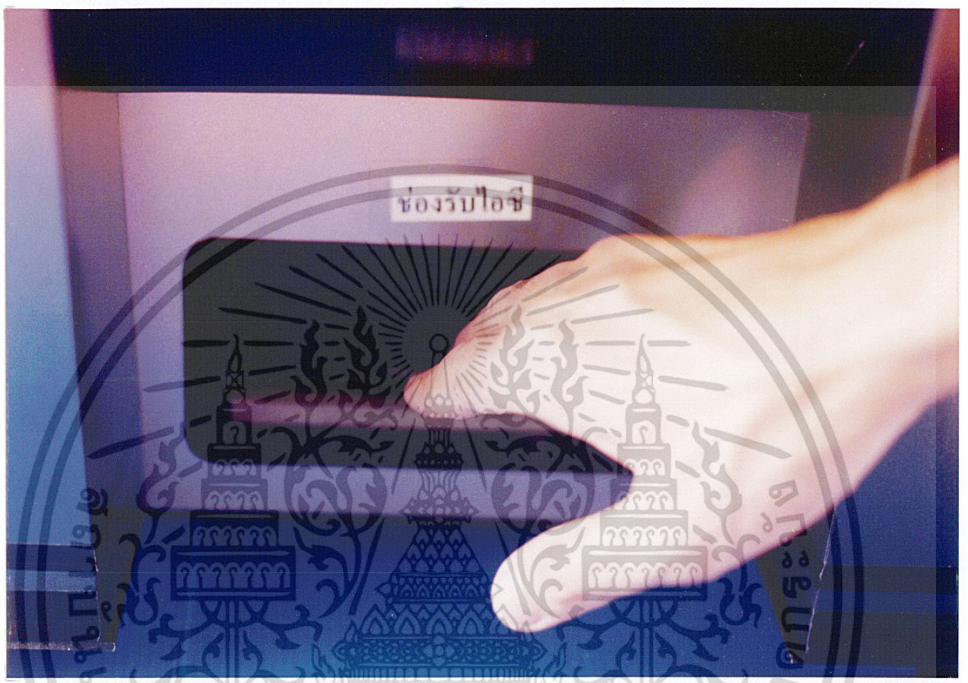
4.5.1 ลำดับขั้นการทดลอง

1) ทำการต่อวงจรรวมทั้งหมดเข้าด้วยกันดังรูปที่ 4.1
2) ทำการรันโปรแกรมในวงจรที่ต่อไว้แล้วสั่งจ่ายไอซี
3) สังเกตผลที่ได้จากช่องจ่ายไอซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.2 ผลการทดลอง

เมื่อมีการสั่งจ่ายไอซีจะมีการส่งสัญญาณจากวงจรควบคุมการจ่ายไอซีไปยังตัวจ่ายไอซี ซึ่งทำหน้าที่จ่าย โดยโซลีนอยด์จะทำงานเมื่อมีสัญญาณควบคุม แล้วจ่ายไอซีออกมาตามจำนวนที่ผู้เบิกใส่ลงไป



รูปที่ 4.8 แสดงการรับไอซีจากช่องรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไข และพัฒนา

5.1 สรุป

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสนอผลงานของเครื่องเบิกจ่ายไอซีอัตโนมัติ ซึ่งใช้ในภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม เพื่อให้นักศึกษาในภาควิชาใช้ในการเบิกจ่ายไอซีซึ่งจะอำนวยความสะดวก รวดเร็ว และความปลอดภัย ในการเบิกจ่าย ไอซี นักศึกษาที่จะสามารถเบิกไอซี ไปใช้ได้นั้นจะต้องมีข้อมูลที่ถูกบันทึกเก็บไว้ในฐานข้อมูลโดยจะต้องใช้โค้ดบัตรนักศึกษาในการเบิกไอซีแต่ละครั้ง โดยข้อมูลที่อยู่ในหน่วยความจำจะถูกป้อนเข้าไปโดยผู้ควบคุมการใช้เครื่องจ่ายไอซี ในการทำงานของเครื่องจ่ายไอซีจะแสดงผลออกทางจอ แอลซีดี

ประโยชน์ที่ได้รับจากการทำโครงงาน มีดังนี้

1) มีความรู้ด้านการสื่อสารข้อมูลด้วย RS-232C และชุดคำสั่งของ MCS-51
2) ได้เครื่องต้นแบบที่ใช้โครงข่ายการสื่อสารข้อมูลด้วย RS-232C เพื่อแสดงสถานะของไอซี
3) ได้ผลการทดลองและทดสอบโครงข่ายการสื่อสารข้อมูลด้วย RS-232C เพื่อแสดงสถานะของไอซี
4) ได้นำโครงข่ายการสื่อสารข้อมูลด้วย RS-232C เพื่อแสดงสถานะของไอซีไปใช้งาน
5) มีความรู้เกี่ยวกับการควบคุมโซลินอยด์ เพื่อให้ทำงานตามเงื่อนไขที่ตั้งไว้โดยใช้ชุดคำสั่ง MCS-51

5.2 ปัญหา และแนวทางการแก้ปัญหา

ปัญหาที่เกิดขึ้น ตลอดจนแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในการจัดทำโครง เครื่องเบิกจ่ายไอซีอัตโนมัติ ได้แก่

1) ในการสร้างวงจรควบคุมการจ่ายไอซีเกิดการผิดพลาดขึ้น อันเนื่องจากวงจรมีความไวต่อสัญญาณอินพุตทำให้วงจรทำงาน นอกเหนือจากการควบคุม แนวทางแก้ปัญหา คือ สร้างวงจร ที่เสถียรภาพในการรับ สัญญาณ อินพุต
2) ในการเขียนโปรแกรมการทำงานของวงจรควบคุม มีความยุ่งยากซับซ้อนจึงทำให้การทำงานของ โปรแกรมเกิดการผิดพลาดได้ แนวทางการแก้ปัญหาคือการจัดระเบียบและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเขียนโปรแกรมให้มีการทำงานไม่ซับซ้อนและเป็นระเบียบมากยิ่งขึ้น

3) ในการติดตั้งแผงวงจรควบคุมการจ่ายไอซีที่มีโซลีนอยด์ ทำหน้าที่ควบคุมการปล่อยไอซียังไม่แข็งแรงพอ แนวทางการแก้ไขปัญหาคือ ทำให้ส่วนที่ทำการติดตั้งแผงวงจรดังกล่าวให้มีความแข็งแรงกว่าเดิม

5.3 แนวทางการพัฒนาโครงงาน

เครื่องเบิกจ่ายไอซีอัตโนมัติ สามารถทำงานได้ตามขีดความสามารถในวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้แต่โครงงานนี้ยังสามารถเพิ่มขีดความสามารถในการทำงานได้อีกคือ

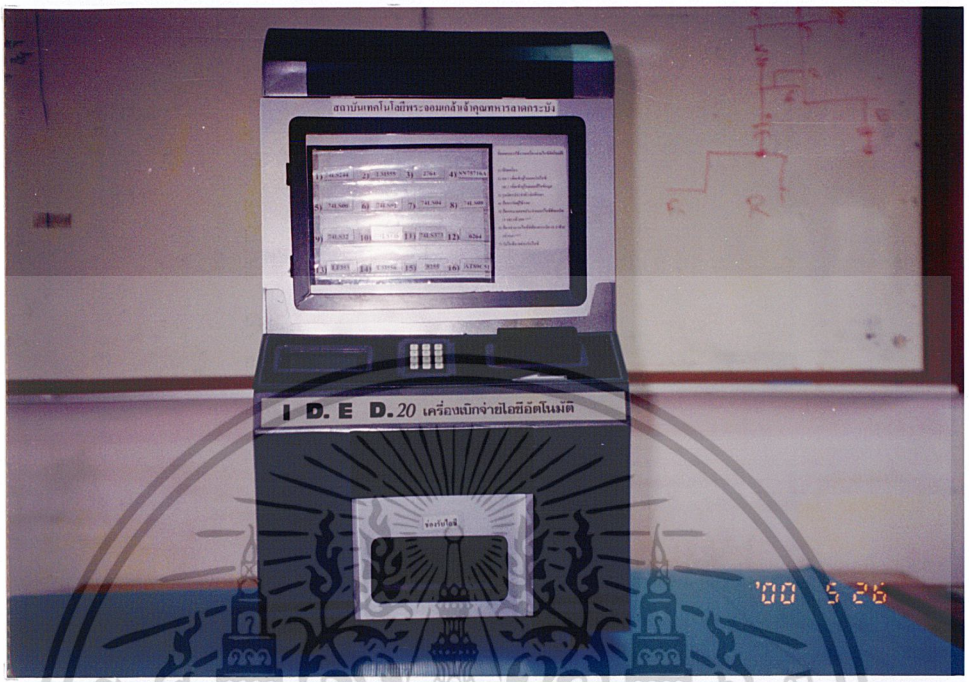
1) ในส่วนของโปรแกรมควบคุมระบบสามารถที่จะเพิ่มจำนวนไอซีเบอร์ใหม่ๆ เข้าไปไว้ให้บริการแก่นักศึกษาได้
2) สามารถที่จะเปลี่ยนจากการจ่ายไอซี เป็นการจ่ายอุปกรณ์ ชนิดอื่นได้ตามต้องการ
3) เพิ่มความสามารถของการใช้งานของเครื่อง เช่น จำนวนผู้ทำการเบิกจ่าย ทำการบันทึกการเบิกไอซี
4) เพิ่มความสามารถของเครื่องเบิกจ่ายไอซีอัตโนมัติบอกจำนวนไอซีที่ในแต่ละหลอดได้
5) เพิ่มความสามารถให้เครื่องเบิกจ่ายไอซีอัตโนมัติติดต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการแก้ไขข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

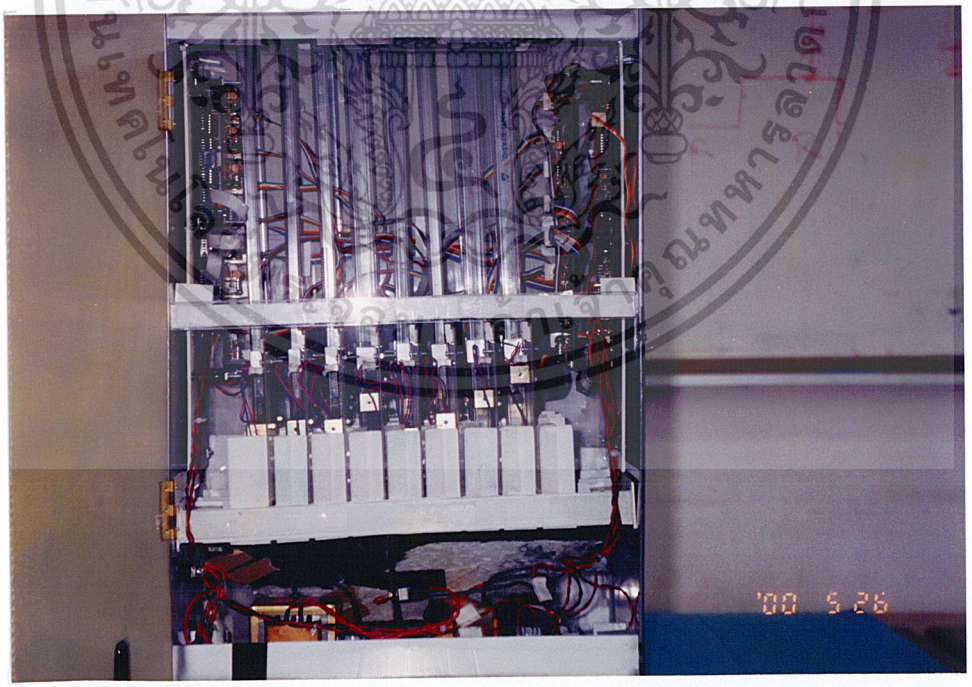
ภาคผนวก ก

เครื่องต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

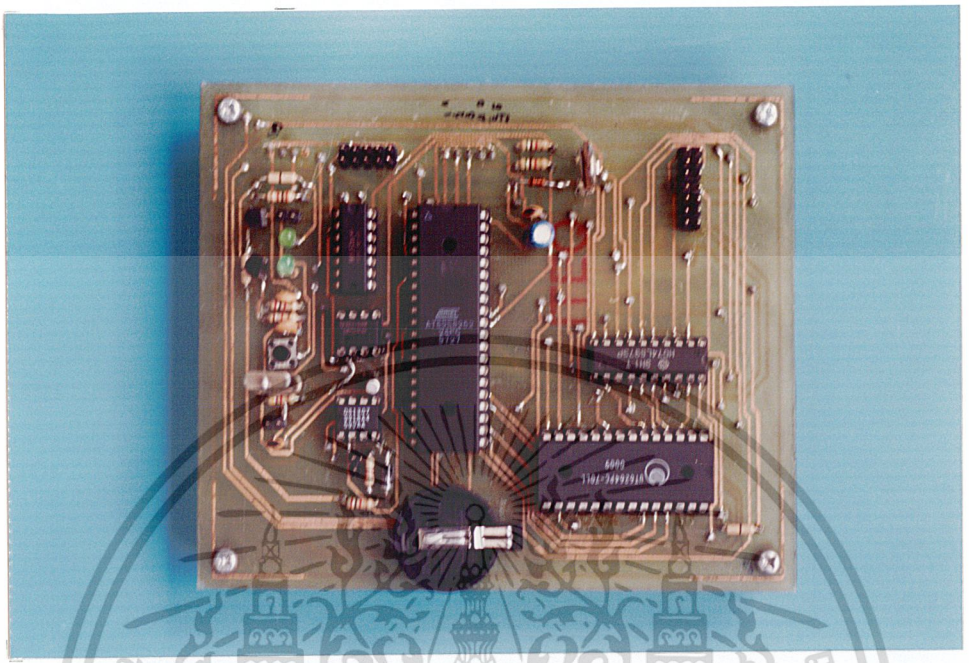


รูปที่ ก.1 ด้านหน้าของครื่องจ่ายไอซีอัตโนมัติ

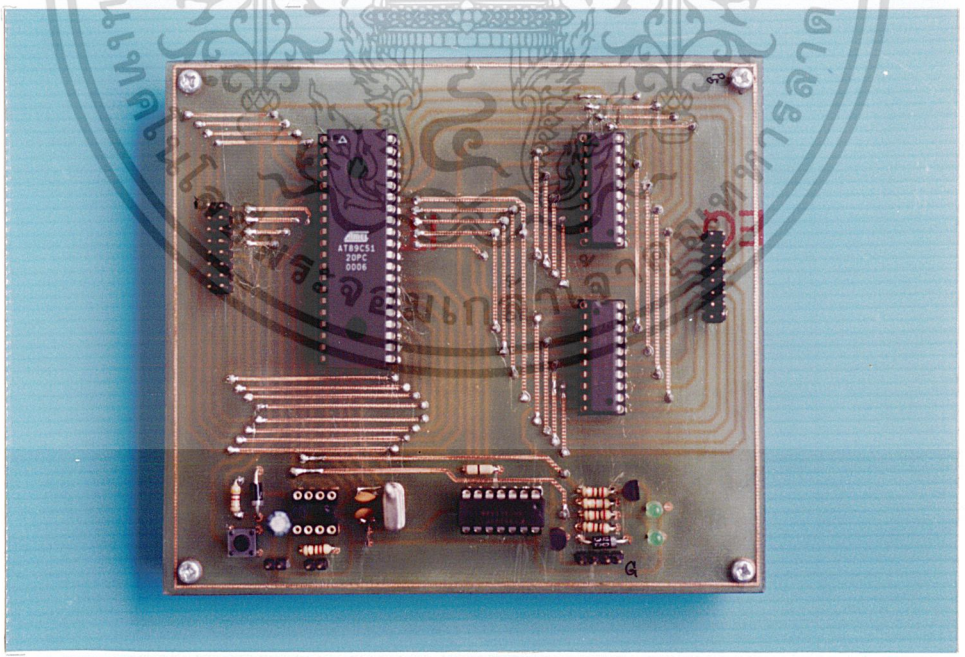


รูปที่ ก.2 แสดงการติดตั้งวงจรภายในครื่องจ่ายไอซีอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

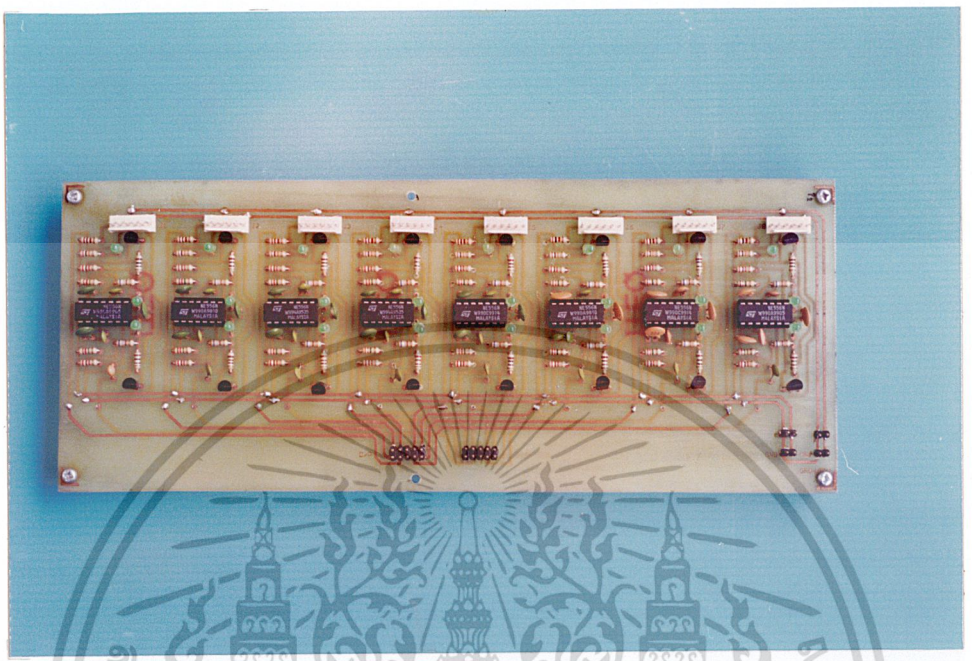


รูปที่ ก.3 แสดงแผ่นวงจรควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์หลัก

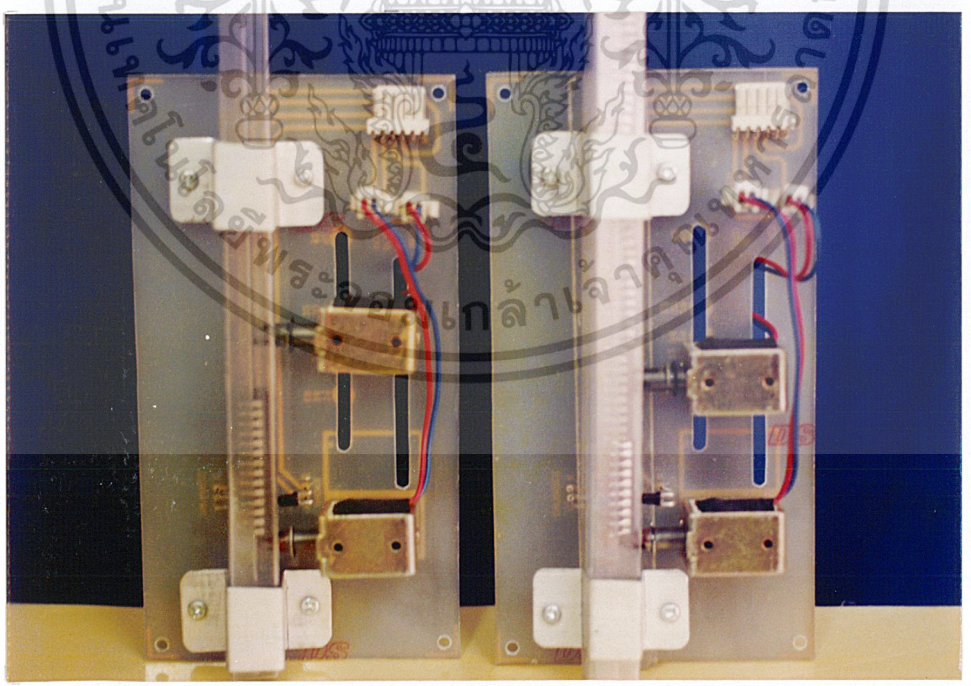


รูปที่ ก.4 แสดงแผ่นวงจรควบคุมการจ่ายไอซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.5 แสดงแผ่นวงจรควบคุมโซลีนอยด์



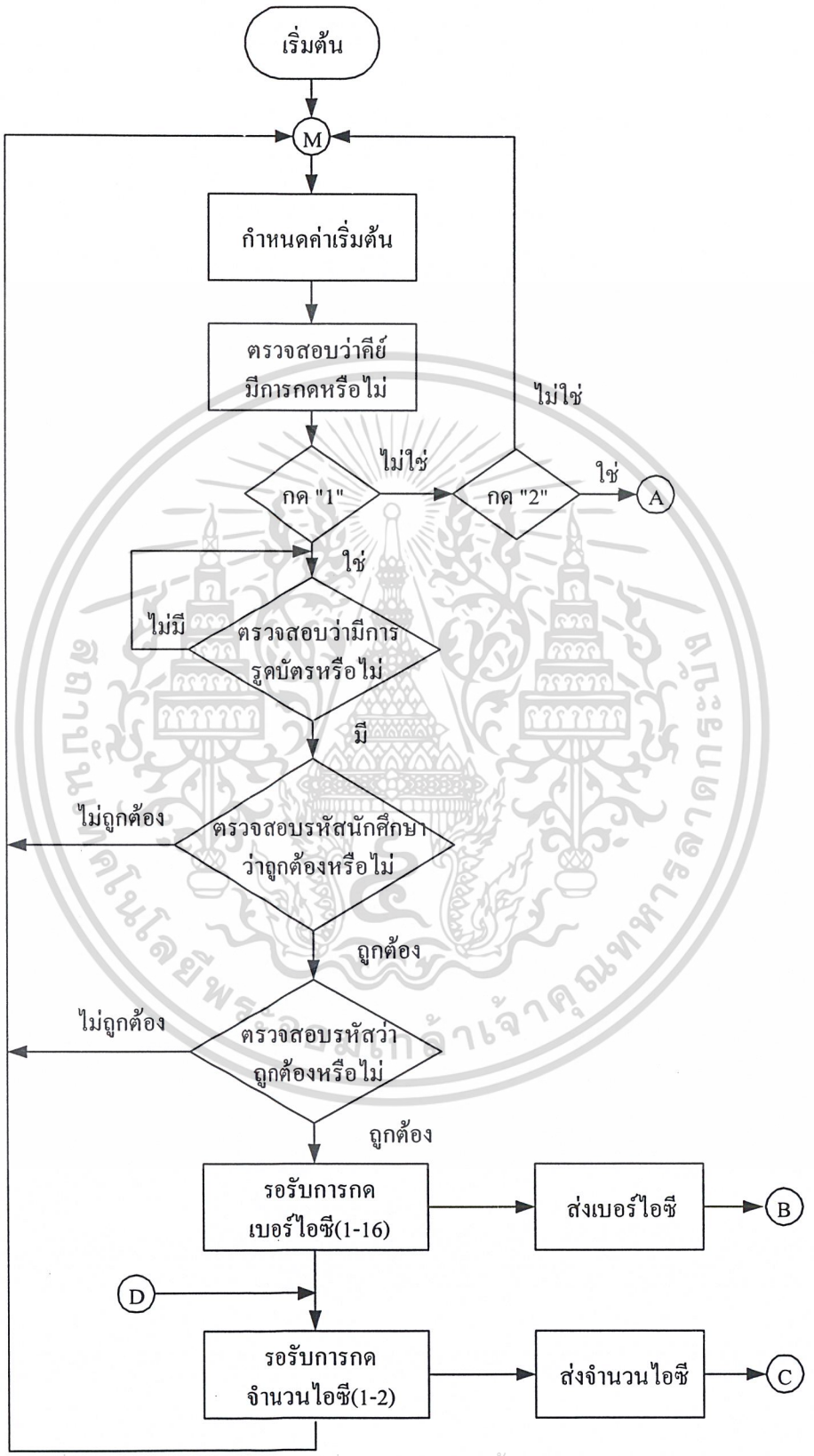
รูปที่ ก.6 แสดงการติดตั้งโซลีนอยด์และหลอดบรรจุไอซีกับแผ่นวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

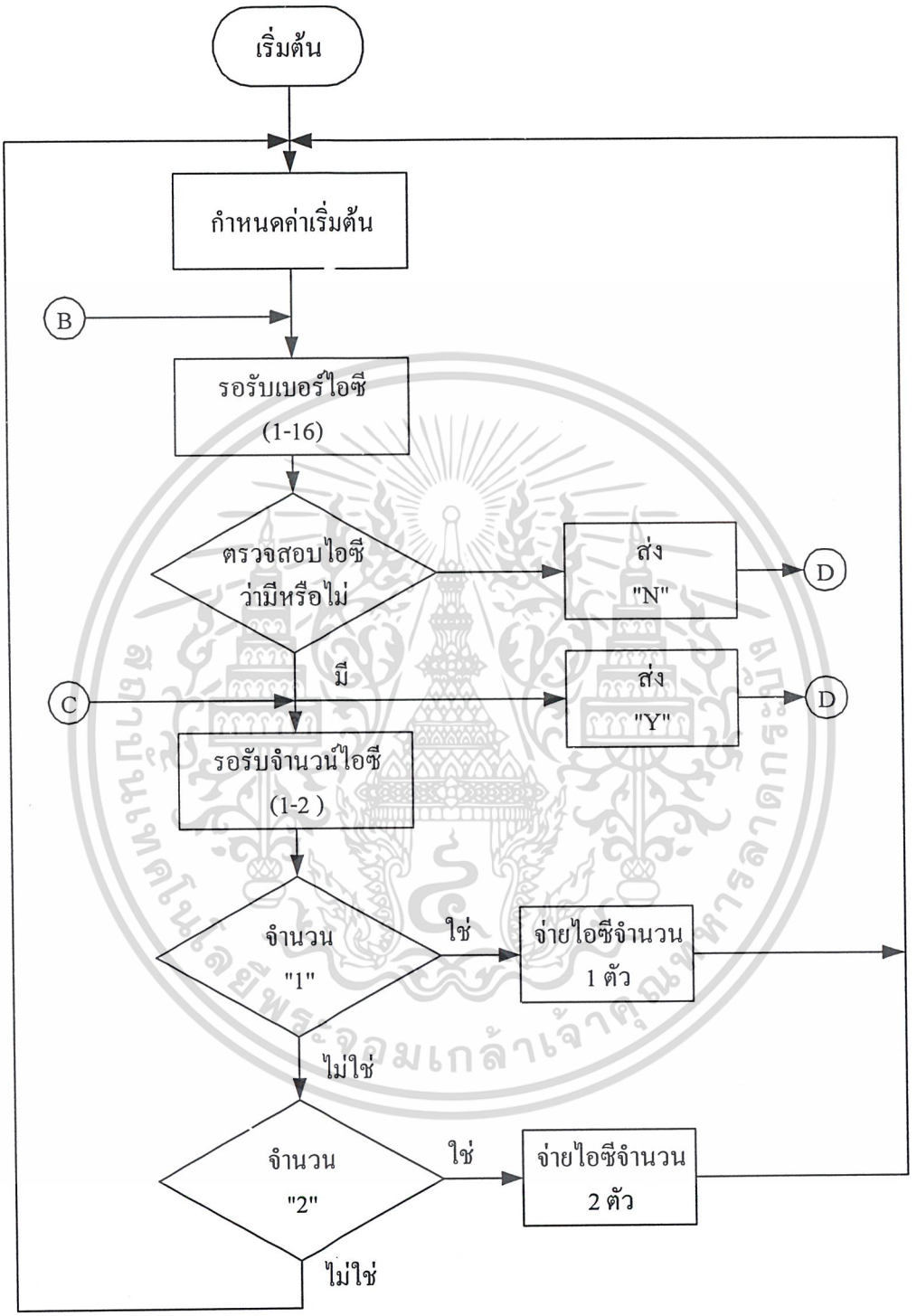
ผังการทำงาน และโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



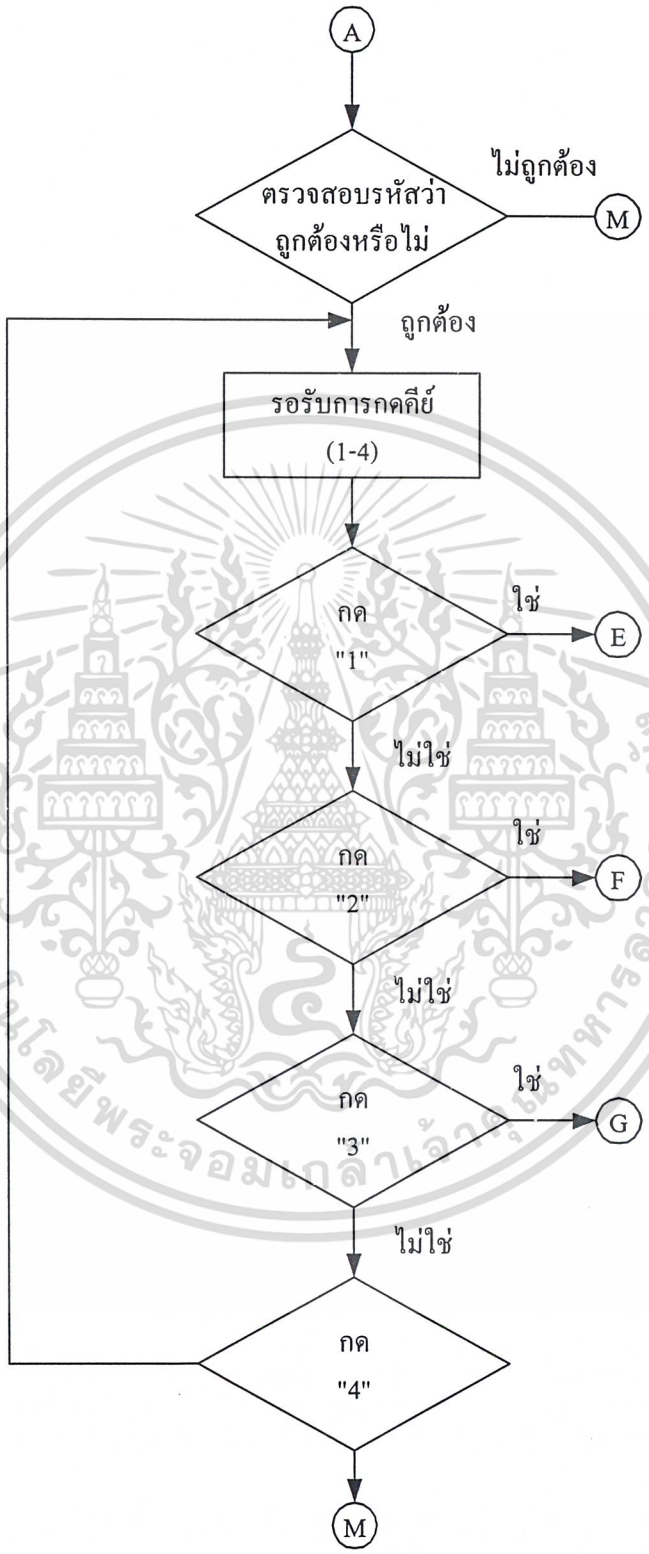
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ข.1 ผังการทำงานของโปรแกรมการเบิกจ่ายไอซีหลัก



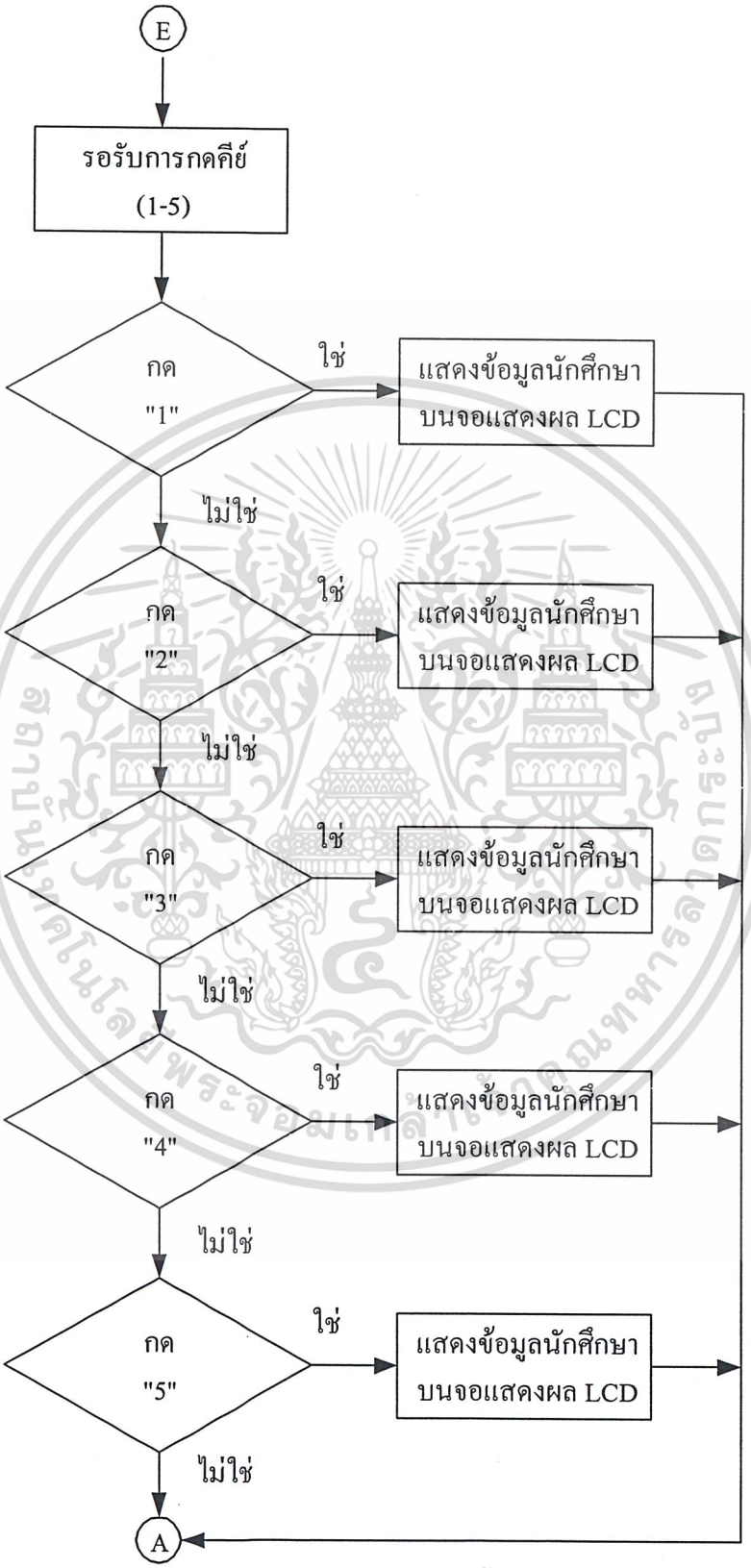
รูปที่ ข.2 ผังการทำงานของโปรแกรมควบคุมการจ่ายไอซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



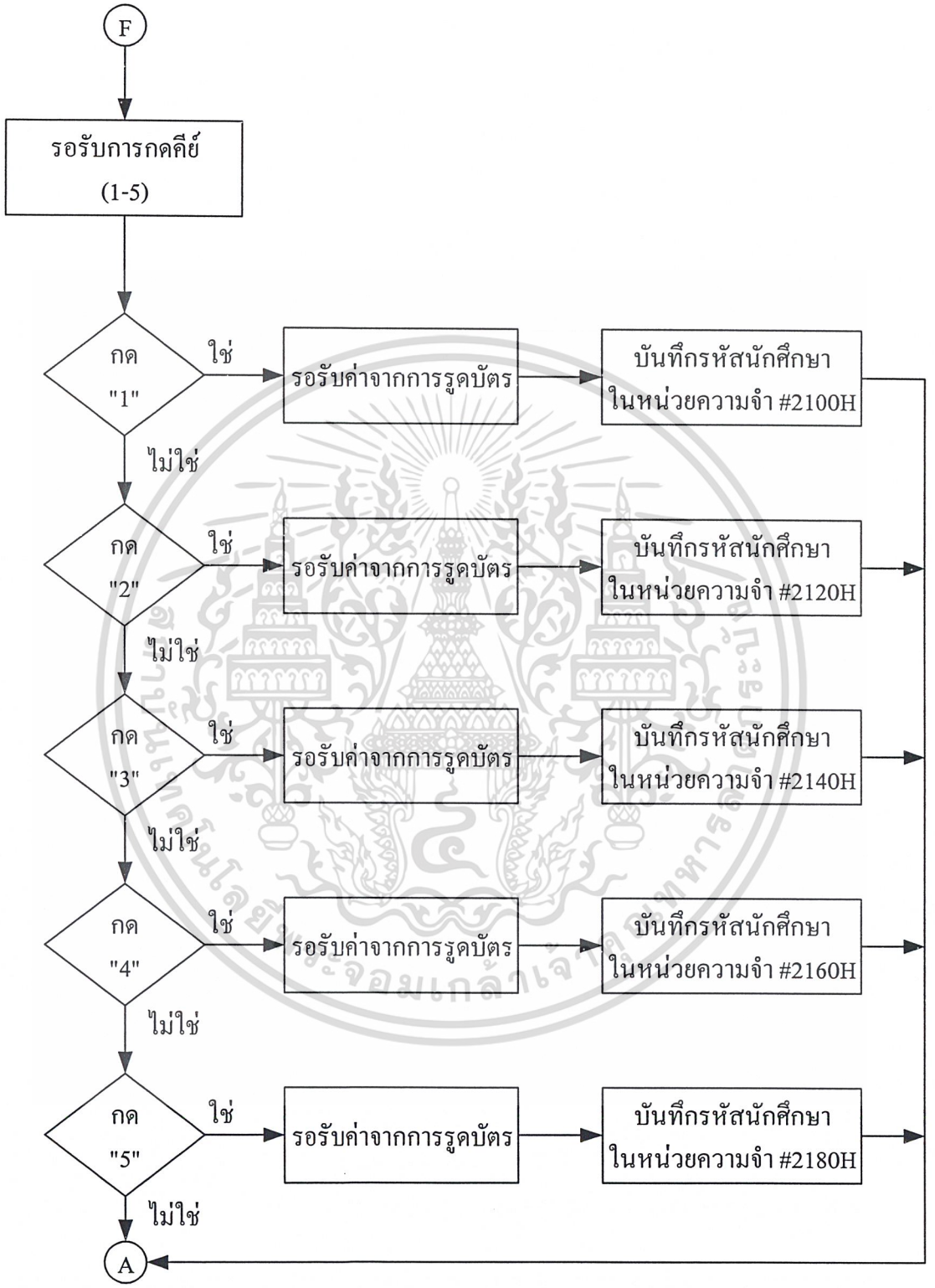
รูปที่ ข.3 ผังการทำงานของโปรแกรมแก้ไขข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



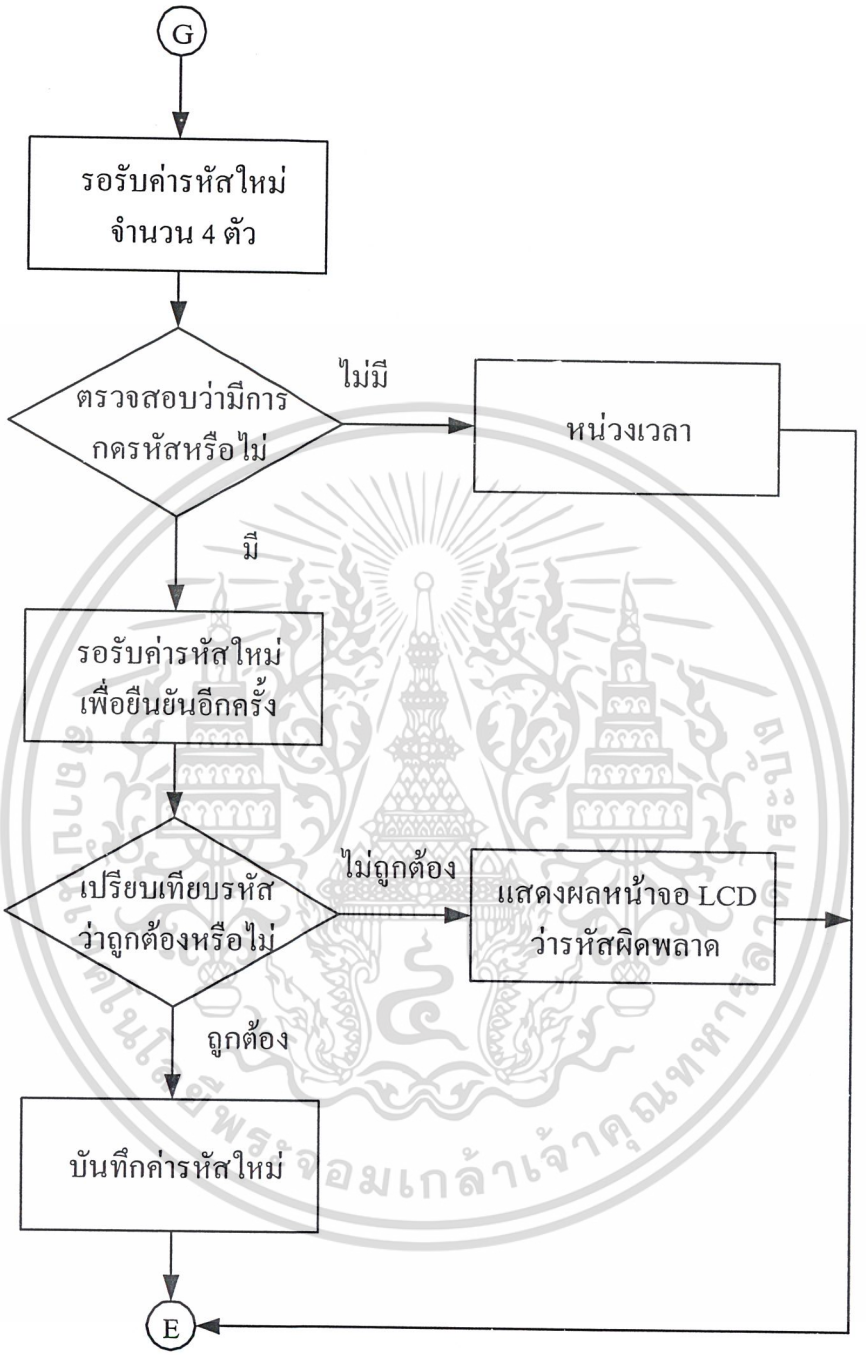
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ข.4 ผังการทำงานของโปรแกรมย่อยแสดงรหัสในหน่วยความจำที่ 1-5



รูปที่ ข.5 ผังการทำงานของโปรแกรมย่อยการบันทึกข้อมูลหน่วยความจำที่ 1-5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.6 ผังการทำงานของโปรแกรมย่อยการแก้ไขรหัสของผู้ควบคุมการใช้เครื่องจ่ายไอซีอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;************************************;
;       AUTOMATIC IC DISTRIBUTOR     ;
;         ID.ED. ENGINEER 20         ;
;            PROGRAM MAIN            ;
; **********  VARIABLE SET  **********;

BARBIT  EQU     P1.4        ;DATA FROM BARCODE READER
BAROUT  EQU     60H         ;BAR CODE DIGIT BUFFER (LENGTH+1)
BARREV  EQU     70H         ;SAME AS BAROUT
BARBUF  EQU     2000H       ;RAW-DATA BUFFER (LENGTH+2)*10+1 BYTE

                ORG     0000H

                CALL    DELAY5
                MOV     2CH,#0F0H
                MOV     2DH,#0F1H
                MOV     2EH,#0F3H
                MOV     2FH,#0F4H
                RAM_1   EQU  2100H
                RAM_2   EQU    2120H
                RAM_3   EQU    2140H
                RAM_4   EQU    2160H
                RAM_5   EQU    2180H
                EN      EQU    INT0
                RW      EQU    P2.6
                RS      EQU    P2.7
;-------------------------------------;
;       SET SERIAL PORT               ;
;-------------------------------------;
                MOV     SCON,#52H
                MOV     TMOD,#20H
                MOV     TH1,#0FDH
                SETB    TR1
                CALL    LCD_INIT
MAIN:           CALL    LCD_CLEAR
                CALL    LCD_TAB
                CALL    LCD_DIS1
                CALL    LCD_TAB_1
MAI:            JB      INT1,$
KEY_START:      CALL    KEY_IN
                CJNE    R5,#'1',NEXT
                JMP     BEG
                CALL    KEY_IN
NEXT:           CJNE    R5,#'2',MAIN
                CALL    EDIT
BEG:            CALL    LCD_CLEAR
                CALL    LCD_TAB
                CALL    LCD_DIS1
                CALL    LCD_TAB_9
                CALL    KEY_PASSWORD
SUB4:           CALL    COMPAR_BUF
RECIV_SENSOR:   CALL    RECIV
                CJNE    R7,#'N',GO
                CALL    SUB3
GO:             CALL    KEY_AMT
                CALL    LCD_CLEAR
                CALL    LCD_TAB_8
                CALL    DELAY
                CALL    DELAY
                CALL    DELAY
                CALL    DELAY
                CALL    LCD_CLEAR
                JMP     MAIN
EDIT:           CALL    LCD_CLEAR
                CALL    LCD_TAB
                CALL    LCD_TAB_14
                MOV     P0,#9CH
                CALL    LCD_SET
                CALL    LCD_DIS
LOCK:           JB      INT1,$
                LCALL   DELAY3
                JB      INT1,LOCK
                AJMP    PASS0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;-------------------------------------;
;       PASSWORD TO EDIT              ;
;-------------------------------------;
PASS0:          MOV     R5,#04H
                MOV     R0,#2CH
PASS1:          MOV     R4,#10H
P_11:           MOV     R3,#0FFH
P_12:           MOV     R2,#0FFH
P_13:           JNB     INT1,P_16
                LCALL   DELAY3
                JNB     INT1,P_13
                MOV     A,P1
                MO\     23H,@R0
P_14:           CJNE    A,23H,P_15
                MOV     P0,#'?'
                CALL    LCD_DATA
T_11:           JB      INT1,$
                LCALL   DELAY3
                JB      INT1,T_11
                INC     R0
                DJNZ    R5,PASS1
                JMP     PASS3
P_15:           MOV     P0,#'?'
                CALL    LCD_DATA
T_12:           JB      INT1,$
                LCALL   DELAY3
                JB      INT1,T_12
                INC     R0
                DJNZ    R5,PASS1
                JMP     PASS2
P_16:           DJNZ    R2,P_13
                DJNZ    R3,P_12
                DJNZ    R4,P_11
                JMP     MAIN
PASS2:          MOV     R2,#1FH
P_21:           MOV     R3,#0FFH
P_22:           MOV     R4,#0FFH
P_23:           MOV     A,P1
                CJNE    A,#0FCH,P_24        ;PRESS  *
                LJMP    INCOR
P_24:           DJNZ    R4,P_23
                DJNZ    R3,P_22
                DJNZ    R2,P_21
                LJMP    MAIN
INCOR:          CALL    LCD_CLEAR
                CALL    LCD_TAB
                CALL    LCD_TAB_17
                CALL    LCD_SET
                CALL    LCD_DIS1
                CALL    DELAY4
                JMP     MAIN
PASS3:          MOV     R2,#1FH
P_31:           MOV     R3,#0FFH
P_32:           MOV     R4,#0FFH
P_33:           MOV     A,P1
                CJNE    A,#0FCH,P_34        ;PRESS  *
                LJMP    GO_EDIT
P_34:           DJNZ    R4,P_33
                DJNZ    R3,P_32
                DJNZ    R2,P_31
                LJMP    MAIN
GO_EDIT:        CALL    LCD_CLEAR
                CALL    LCD_TAB
                MOV     P0,#0C5H
                CALL    LCD_DIS1
                CALL    LCD_TAB_15
AGAIN:          MOV     R7,#08H
AG1:            MOV     R6,#0FFH
AG2:            MOV     R5,#0FFH
AG3:            MOV     A,P1                ;1)CHECK
                CJNE    A,#0F0H,MEM1
                JMP     CHECK
MEM1:           CJNE    A,#0F1H,N_PASS      ;2)MEMORY
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                JMP     MEMORY
N_PASS:         CJNE    A,#0F3H,EXIT          ;3)NEWPASSWORD
                JMP     N_WPASS
EXIT:           CJNE    A,#0F4H,AG4           ;4)EXIT
                JMP     MAIN
AG4:            DJNZ    R5,AG3
                DJNZ    R6,AG2
                DJNZ    R7,AG1
                JMP     MAIN
N_WPASS:        CALL    LCD_CLEAR
                CALL    LCD_TAB
                CALL    LCD_TAB_22
                MOV     P0,#9CH
                CALL    LCD_SET
                CALL    LCD_DIS
N_W0:           JB      INT1,$
                LCALL   DELAY3
                JB      INT1,N_W0
                AJMP    N_W1
;--------------------------------------;
;             NEW PASS WORD            ;
;--------------------------------------;
N_W1:           MOV     R0,#28H
                MOV     R1,#04H
N_W2:           MOV     R7,#20H
N_W3:           MOV     R6,#0FFH
N_W4:           MOV     R5,#0FFH
N_W5:           JNB     INT1,N_W16
                LCALL   DELAY3
                JNB     INT1,N_W5
                MOV     A,P1
                CJNE    A,#0F0H,N_W6
                JMP     WORD
N_W6:           CJNE    A,#0F1H,N_W7
                JMP     WORD
N_W7:           CJNE    A,#0F3H,N_W8
                JMP     WORD
N_W8:           CJNE    A,#0F4H,N_W9
                JMP     WORD
N_W9:           CJNE    A,#0F5H,N_W10
                JMP     WORD
N_W10:          CJNE    A,#0F7H,N_W11
                JMP     WORD
N_W11:          CJNE    A,#0F8H,N_W12
                JMP     WORD
N_W12:          CJNE    A,#0F9H,N_W13
                JMP     WORD
N_W13:          CJNE    A,#0FBH,N_W14
                JMP     WORD
N_W14:          CJNE    A,#0FDH,N_W15
                JMP     WORD
N_W15:          CJNE    A,#0FCH,N_W16
                JMP     GO_EDIT
N_W16:          DJNZ    R5,N_W5
                DJNZ    R6,N_W4
                DJNZ    R7,N_W3
                JMP     GO_EDIT
WORD:           JB      INT1,$
                LCALL   DELAY3
                JB      INT1,WORD
                MOV     @R0,A
                INC     R0
                MOV     P0,#'?'
                CALL    LCD_DATA
                DJNZ    R1,N_W2
                JMP     CONFIRM
;--------------------------------------;
;              CONFIRM                 ;
;--------------------------------------;
CONFIRM:        CALL    LCD_CLEAR
                CALL    LCD_TAB
                CALL    LCD_TAB_23            ; CONFIRM NEW PASS WORD
                MOV     P0,#9CH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CALL    LCD_SET
                CALL    LCD_DIS
C_N:            JB      INT1,$
                LCALL   DELAY3
                JB      INT1,C_N
                AJMP    CON0
;-------------------------------------;
;         CONFIRM NEW PASS WORD       ;
;-------------------------------------;
CON0:           MOV     R0,#24H
                MOV     R1,#04H
CON1:           MOV     R7,#20H
CON2:           MOV     R6,#0FFH
CON3:           MOV     R5,#0FFH
CON4:           JNB     INT1,CON15
                LCALL   DELAY3
                JNB     INT1,CON4
                MOV     A,P1
                CJNE    A,#0F0H,CON5
                JMP     WORD1
CON5:           CJNE    A,#0F1H,CON6
                JMP     WORD1
CON6:           CJNE    A,#0F3H,CON7
                JMP     WORD1
CON7:           CJNE    A,#0F4H,CON8
                JMP     WORD1
CON8:           CJNE    A,#0F5H,CON9
                JMP     WORD1
CON9:           CJNE    A,#0F7H,CON10
                JMP     WORD1
CON10:          CJNE    A,#0F8H,CON11
                JMP     WORD1
CON11:          CJNE    A,#0F9H,CON12
                JMP     WORD1
CON12:          CJNE    A,#0FBH,CON13
                JMP     WORD1
CON13:          CJNE    A,#0FDH,CON14
                JMP     WORD1
CON14:          CJNE    A,#0FCH,CON15
                JMP     GO_EDIT
CON15:          DJNZ    R5,CON4
                DJNZ    R6,CON3
                DJNZ    R7,CON2
                JMP     GO_EDIT
WORD1:          JB      INT1,$
                LCALL   DELAY3
                JB      INT1,WORD1
                MOV     @R0,A
                INC     R0
                MOV     P0,#'?'
                CALL    LCD_DATA
                DJNZ    R1,CON1
                JMP     SAME
;-------------------------------------;
;            SAME PASS WORD           ;
; ------------------------------------;
SAME:           MOV     A,24H
                CJNE    A,28H,FAIL
                MOV     A,25H
                CJNE    A,29H,FAIL
                MOV     A,26H
                CJNE    A,2AH,FAIL
                MOV     A,27H
                CJNE    A,2BH,FAIL
                MOV     2CH,28H
                MOV     2DH,29H
                MOV     2EH,2AH
                MOV     2FH,2BH
                JMP     GO_EDIT
;-------------------------------------;
;          PASS WORD FAIL             ;
;-------------------------------------;
FAIL:           CALL    LCD_CLEAR
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CALL    LCD_TAB
                CALL    LCD_TAB_24
                CALL    LCD_DIS1
                CALL    DELAY4
                CALL    DELAY4
                JMP     GO_EDIT
;-------------------------------------;
;       MEMORY                        ;
;-------------------------------------;
MEMORY:         CALL    LCD_CLEAR
                CALL    LCD_TAB
                CALL    LCD_TAB_19
                MOV     P0,#0A3H
                CALL    LCD_SET
                CALL    LCD_DIS
MEM:            JB      INT1,$
                JMP     M_CODE
;-------------------------------------;
;SELECT TO EDIT DATA STUDENT CODE (1-5);
;-------------------------------------;
M_CODE:         MOV     A,P1
ME1:            CJNE    A,#0F0H,ME2
                CALL    CARD
                CALL    MEM_1
                MOV     A,P1
ME2:            CJNE    A,#0F1H,ME3
                CALL    CARD
                CALL    MEM_2
                MOV     A,P1
ME3:            CJNE    A,#0F3H,ME4
                CALL    CARD
                CALL    MEM_3
                MOV     A,P1
ME4:            CJNE    A,#0F4H,ME5
                CALL    CARD
                CALL    MEM_4
                MOV     A,P1
ME5:            CJNE    A,#0F5H,ST
                CALL    CARD
                CALL    MEM_5
                MOV     A,P1
ST:             CJNE    A,#0FCH,M_CODE
                CALL    GO_EDIT
;-------------------------------------;
;       LCD,BAR TO INT. RAM           ;
;-------------------------------------;
CARD:           CALL    LCD_CLEAR
                CALL    LCD_TAB
                CALL    LCD_TAB_21
                MOV     P0,#9AH
                CALL    LCD_SET
                CALL    LCD_DIS
                CALL    BARCODE
                MOV     R0,#60H
                MOV     R1,#08H
NUMBER:         MOV     A,@R0
                MOV     P0,A
                CALL    LCD_DATA
                INC     R0
                DJNZ    R1,NUMBER
                RET
;-------------------------------------;
;       MOV  DATA TO RAM  (1-5)       ;
;-------------------------------------;
MEM_1:          MOV     R0,#60H
                MOV     R1,#08H
                MOV     DPTR,#RAM_1
D01:            MOV     A,@R0
                MOVX    @DPTR,A
                INC     R0
                INC     DPTR
                DJNZ    R1,D01
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MEM_2:          MOV     R0,#60H
                MOV     R1,#08H
                MOV     DPTR,#RAM_2
D02:            MOV     A,@R0
                MOVX    @DPTR,A
                INC     R0
                INC     DPTR
                DJNZ    R1,D02
                RET
MEM_3:          MOV     R0,#60H
                MOV     R1,#08H
                MOV     DPTR,#RAM_3
D03:            MOV     A,@R0
                MOVX    @DPTR,A
                INC     R0
                INC     DPTR
                DJNZ    R1,D03
                RET
MEM_4:          MOV     R0,#60H
                MOV     R1,#08H
                MOV     DPTR,#RAM_4
D04:            MOV     A,@R0
                MOVX    @DPTR,A
                INC     R0
                INC     DPTR
                DJNZ    R1,D04
                RET
MEM_5:          MOV     R0,#60H
                MOV     R1,#08H
                MOV     DPTR,#RAM_5
D05:            MOV     A,@R0
                MOVX    @DPTR,A
                INC     R0
                INC     DPTR
                DJNZ    R1,D05
                RET
;-------------------------------------;
;     CHECK   CODE  STUDENT           ;
;-------------------------------------;
CHECK:          CALL    LCD_CLEAR
                CALL    LCD_TAB
                CALL    LCD_TAB_16
                MOV     P0,#0CCH
                CALL    LCD_SET
                CALL    LCD_DIS
SE:             JB      INT1,$
                LCALL   DELAY3
                JB      INT1,SE
                JMP     S_CODE
;-------------------------------------;
;   SELECT TO SEE STUDENT CODE (1-5)  ;
;-------------------------------------;
S_CODE:         MOV     A,P1
                CJNE    A,#0F0H,C2
                CALL    MAN_1
C2:             CJNE    A,#0F1H,C3
                CALL    MAN_2
C3:             CJNE    A,#0F3H,C4
                CALL    MAN_3
C4:             CJNE    A,#0F4H,C5
                CALL    MAN_4
C5:             CJNE    A,#0F5H,C6
                CALL    MAN_5
C6:             CJNE    A,#0FCH,S_CODE
                JMP     GO_EDIT
;-------------------------------------;
;       READ  DATA IN RAM  (1-5)      ;
;-------------------------------------;
MAN_1:          MOV     R1,#08H
                MOV     DPTR,#RAM_1
                MOV     P0,#0CCH
                CALL    LCD_SET
                CALL    LCD_DIS
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     P0,#'1'
                CALL    LCD_DATA
                MOV     P0,#9DH
                CALL    LCD_SET
                CALL    LCD_DIS1
M_1:            MOVX    A,@DPTR
                MOV     P0,A
                CALL    LCD_DATA
                INC     DPTR
                DJNZ    R1,M_1
                RET
MAN_2:          MOV     R1,#08H
                MOV     DPTR,#RAM_2
                MOV     P0,#0CCH
                CALL    LCD_SET
                CALL    LCD_DIS
                MOV     P0,#'2'
                CALL    LCD_DATA
                MOV     P0,#9DH
                CALL    LCD_SET
                CALL    LCD_DIS1
M_2:            MOVX    A,@DPTR
                MOV     P0,A
                CALL    LCD_DATA
                INC     DPTR
                DJNZ    R1,M_2
                RET
MAN_3:          MOV     R1,#08H
                MOV     DPTR,#RAM_3
                MOV     P0,#0CCH
                CALL    LCD_SET
                CALL    LCD_DIS
                MOV     P0,#'3'
                CALL    LCD_DATA
                MOV     P0,#9DH
                CALL    LCD_SET
                CALL    LCD_DIS1
M_3:            MOVX    A,@DPTR
                MOV     P0,A
                CALL    LCD_DATA
                INC     DPTR
                DJNZ    R1,M_3
                RET
MAN_4:          MOV     R1,#08H
                MOV     DPTR,#RAM_4
                MOV     P0,#0CCH
                CALL    LCD_SET
                CALL    LCD_DIS
                MOV     P0,#'4'
                CALL    LCD_DATA
                MOV     P0,#9DH
                CALL    LCD_SET
                CALL    LCD_DIS1
M_4:            MOVX    A,@DPTR
                MOV     P0,A
                CALL    LCD_DATA
                INC     DPTR
                DJNZ    R1,M_4
                RET
MAN_5:          MOV     R1,#08H
                MOV     DPTR,#RAM_5
                MOV     P0,#0CCH
                CALL    LCD_SET
                CALL    LCD_DIS
                MOV     P0,#'5'
                CALL    LCD_DATA
                MOV     P0,#9DH
                CALL    LCD_SET
                CALL    LCD_DIS1
M_5:            MOVX    A,@DPTR
                MOV     P0,A
                CALL    LCD_DATA
                INC     DPTR
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                DJNZ    R1,M_5
                RET
;-------------------------------------;
;       INPUT KEY                     ;
;-------------------------------------;
KEY_IN:         CALL    DELAY2
                MOV     A,#0FFH
                MOV     A,P1
                MOV     R7,A
                JNB     INT1,$
;-------------------------------------;
;      CHECK PRESS KEY !              ;
;-------------------------------------;
CK_0:           CJNE    R7,#0FDH,CK_1
                MOV     R5,#'0'
                RET
CK_1:           JNE     R7,#0F0H,CK_2
                MOV     R5,#'1'
                RET
CK_2:           CJNE    R7,#0F1H,CK_3
                MOV     R5,#'2'
                RET
CK_3:           CJNE    R7,#0F3H,CK_4
                MOV     R5,#'3'
                RET
CK_4:           CJNE    R7,#0F4H,CK_5
                MOV     R5,#'4'
                RET
CK_5:           CJNE    R7,#0F5H,CK_6
                MOV     R5,#'5'
                RET
CK_6:           CJNE    R7,#0F7H,CK_7
                MOV     R5,#'6'
                RET
CK_7:           CJNE    R7,#0F8H,CK_8
                MOV     R5,#'7'
                RET
CK_8:           CJNE    R7,#0F9H,CK_9
                MOV     R5,#'8'
                RET
CK_9:           CJNE    R7,#0FBH,CK_A
                MOV     R5,#'9'
                RET
CK_A:           CJNE    R7,#0FCH,KEY_IN
                MOV     R5,#'*'
                RET
KEY_ENT2:       CALL    KEY_IN
                CJNE    R7,#0FCH,KEY_DEL2     ;PRESS *
                RET
KEY_DEL2:       CJNE    R7,#0F3H,KEY_ENT2     ;PRESS 3
                MOV     P0,#9EH
                CALL    LCD_SET
                CALL    LCD_TAB_3
                JMP     KEY_AMT1
KEY_ENT3:       JB      INT1,$
                CALL    KEY_IN
                CJNE    R7,#0FCH,KEY_ENT3     ;PRESS *
                RET
;-------------------------------------;
;               DRAW BARCODE          ;
;-------------------------------------;
KEY_PASSWORD:   MOV     P0,#9AH
                CALL    LCD_SET
                CALL    LCD_DIS
                CALL    BARCODE
                MOV     R0,#60H
                MOV     R2,#08H
KEY_PASS1:      MOV     A,@R0
                MOV     P0,A
                CALL    LCD_DATA
                INC     R0
                DJNZ    R2,KEY_PASS1
                CALL    DELAY4
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CALL    LCD_DIS1
                JMP     CO_BAR
;--------------------------------;
;     COMPARE BARCODE IN/OUT     ;
;--------------------------------;
CO_BAR:
PEO_1:          MOV     R0,#60H
                MOV     R1,#08H
                MOV     DPTR,#RAM_1          ;#2100H
RE_1:           MOVX    A,@DPTR
                CLR     C
                SUBB    A,@R0
                CJNE    A,#00H,PEO_2
                INC     DPTR
                INC     R0
                DJNZ    R1,RE_1
                CALL    PAS
PEO_2:          MOV     R0,#60H
                MOV     R1,#08H
                MOV     DPTR,#RAM_2          ;#2120H
RE_2:           MOVX    A,@DPTR
                CLR     C
                SUBB    A,@R0
                CJNE    A,#00H,PEO_3
                INC     DPTR
                INC     R0
                DJNZ    R1,RE_2
                CALL    PAS
PEO_3:          MOV     R0,#60H
                MOV     R1,#08H
                MOV     DPTR,#RAM_3          ;#2140H
RE_3:           MOVX    A,@DPTR
                CLR     C
                SUBB    A,@R0
                CJNE    A,#00H,PEO_4
                INC     DPTR
                INC     R0
                DJNZ    R1,RE_3
                CALL    PAS
PEO_4:          MOV     R0,#60H
                MOV     R1,#08H
                MOV     DPTR,#RAM_4          ;#2160H
RE_4:           MOVX    A,@DPTR
                CLR     C
                SUBB    A,@R0
                CJNE    A,#00H,PEO_5
                INC     DPTR
                INC     R0
                DJNZ    R1,RE_4
                CALL    PAS
PEO_5:          MOV     R0,#60H
                MOV     R1,#08H
                MOV     DPTR,#RAM_5          ;#2180H
RE_5:           MOVX    A,@DPTR
                CLR     C
                SUBB    A,@R0
                CJNE    A,#00H,BACK
                INC     DPTR
                INC     R0
                DJNZ    R1,RE_5
                CALL    PAS
;--------------------------------------;
;            SEND BARCODE              ;
;--------------------------------------;
  BACK:         CALL    LCD_DIS1             ;NO DATA STUDENT
                CALL    LCD_CLEAR
                CALL    LCD_TAB
                CALL    LCD_TAB_11
                CALL    DELAY
                CALL    DELAY
                JMP     MAIN
;--------------------------------------;
;        PASSWORD FOR STUDENT          ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;--------------------------------------;
PAS:            CALL    LCD_CLEAR
                CALL    LCD_TAB
                CALL    LCD_TAB_10
KEY_PASS2:      MOV     R1,#68H
                MOV     R2,#04H
                MOV     P0,#9DH
                CALL    LCD_SET
                CALL    LCD_DIS
KEY_PASS3:      JB      INT1,$
                CALL    KEY_IN
                MOV     A,R5
                MOV     @R1,A
                INC     R1
                MOV     P0,#'*'
                CALL    LCD_DATA
                DJNZ    R2,KEY_PASS3
                CALL    LCD_DIS1
                JB      INT1,$
                CALL    KEY_ENT
                CALL    COMPAR_BUF
                RET
;--------------------------------------;
;       WAIT KEY ENTER,EXIT,DEL        ;
;--------------------------------------;
KEY_ENT:        CALL    KEY_IN
                CJNE    R7,#0FCH,KEY_EXIT     ;PERSS  *
                RET
KEY_EXIT:       CJNE    R7,#0F1H,KEY_DEL      ;PRESS  2
                CALL    LCD_CLEAR
                JMP     MAIN
KEY_DEL:        CJNE    R7,#0F3H,KEY_ENT      ;PRESS 3
                MOV     P0,#9DH
                CALL    LCD_SET
                CALL    LCD_TAB_3
                JMP     KEY_PASS2
KEY_ENT1:       CALL    KEY_IN
                CJNE    R7,#0FCH,KEY_DEL1     ;PRESS *
                RET
KEY_DEL1:       CJNE    R7,#0F3H,KEY_ENT1     ;PRESS 3
                MOV     P0,#9EH
                CALL    LCD_SET
                CALL    LCD_TAB_3
                JMP     KEY_NUMB
;--------------------------------------;
;       PRESS NUMBER  IC               ;
;--------------------------------------;
KEY_NUMB:       CALL    LCD_CLEAR
                CALL    LCD_TAB
                CALL    LCD_TAB_5
                MOV     P0,#9EH
                CALL    LCD_SET
                CALL    LCD_DIS

KEY_NUMB1:      JB      INT1,$
                CALL    KEY_IN
                SETB    C                     ; A >= 9
                MOV     A,R5
                SUBB    A,#39H
                JC      DIGIT_OK2
                JMP     KEY_NUMB1
DIGIT_OK2:      CLR     C                     ; A <= 1 ?
                MOV     A,R5
                SUBB    A,#30H
                JNC     DIGIT_OK3
                JMP     KEY_NUMB1
DIGIT_OK3:      CJNE    R5,#'1',KEY_2_9       ; KEY 1 - 9
                MOV     A,R5
                MOV     R6,A
                MOV     P0,A
                CALL    LCD_DATA
KEY_NEW1:       JB      INT1,$
                CALL    KEY_IN
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CJNE    R5,#'*',KEY_NEW         ;EDIT
                CALL    LCD_DIS1
                JMP     KEY_111
KEY_NEW:        SETB    C                       ; A >= 5
                MOV     A,R5
                SUBB    A,#36H
                JC      DIGIT_OK4
                JMP     KEY_NEW1
DIGIT_OK4:      CLR     C                       ; A <= 0 ?
                MOV     A,R5
                SUBB    A,#30H
                JNC     DIGIT_OK5
                JMP     KEY_NEW1
DIGIT_OK5:      MOV     A,R5                    ; KEY 0 - 5
                MOV     P0,A
                CALL    LCD_DATA
                CALL    LCD_DIS1
                MOV     A,#11H
                ADD     A,R5
                MOV     R6,A
                JMP     KEY_222
KEY_2_9:        MOV     A,R5
                MOV     R6,A
                MOV     P0,A
                CALL    LCD_DATA
                CALL    LCD_DIS1
KEY_222:        JB      INT1,$
                CALL    KEY_IN
                CALL    KEY_ENT1
KEY_111:        CALL    SEND_SLAVE1
                MOV     A,R6
                CALL    SEND
                JMP     RECIV_SENSOR
;---------------------------------------;
;          PRESS AMOUNT  IC             ;
;---------------------------------------;
KEY_AMT:        CALL    LCD_TAB_6
KEY_AMT1:       MOV     R2,#01H
                MOV     P0,#9EH
                CALL    LCD_SET
                CALL    LCD_DIS
KEY_AMT2:       JB      INT1,$
                CALL    KEY_IN
                SETB    C                       ; A >= 3 ?
                MOV     A,R5
                SUBB    A,#33H
                JC      DIGIT_OK
                JMP     KEY_AMT1
DIGIT_OK:       CLR     C                       ; A <= 1 ?
                MOV     A,R5
                SUBB    A,#31H
                JNC     DIGIT_OK1
                JMP     KEY_AMT1
DIGIT_OK1:      MOV     A,R5                    ; (A <= 3) AND (A >= 1)
                MOV     A,R5
                MOV     R6,A
                MOV     P0,A
                CALL    LCD_DATA
                DJNZ    R2,KEY_AMT2
                CALL    LCD_DIS1
                CALL    KEY_IN
                CALL    KEY_ENT2
                CALL    SEND_SLAVE1
                MOV     A,R6
                CALL    SEND
                RET
;---------------------------------------;
;         SAVE DATA FORM KEY            ;
;          TO RAM 68H - 6BH             ;
;---------------------------------------;
KEY_BUF:        MOV     A,R5
                MOV     @R1,A
                INC     R1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     P0,A
                CALL    LCD_DATA
                RET
;-------------------------------------;
;       COMPAR DATA RAM ADDRESS       ;
;       64H - 67H TO 68H - 6BH        ;
;-------------------------------------;
COMPAR_BUF:     MOV     R2,#04H
                MOV     R0,#64H
                MOV     R1,#68H
COMPAR_BUF1:    MOV     A,@R0
                CLR     C
                SUBB    A,@R1
                CJNE    A,#00H,SUB_NO
                INC     R0
                INC     R1
                DJNZ    R2,COMPAR_BUF1
                CALL    KEY_NUMB
                RET
SUB_YES:        CALL    LCD_TAB                 ; PASSWORD YES
                CALL    LCD_TAB_5
                RET
SUB_NO:         CALL    LCD_TAB                 ; PASSWORD NO
                CALL    LCD_TAB_4
                CALL    DELAY
                CALL    DELAY
                CALL    LCD_CLEAR
                JMP     MAIN
;-------------------------------------;
;               NO  IC                ;
;-------------------------------------;
SUB3:           CALL    LCD_CLEAR               ;  NO IC
                CALL    LCD_TAB
                CALL    LCD_TAB_7
SUBB32:         JB      INT0,$
                CALL    KEY_IN
                CJNE    R5,#'1',SUB31
                JMP     SUB4
SUB31:          CJNE    R5,#'2',SUBB32
                JMP     MAIN
;-------------------------------------;
;           INITIAL   LCD             ;
;-------------------------------------;
LCD_INIT:       MOV     P0,#38H
                CALL    LCD_SET
                MOV     P0,#38H
                CALL    LCD_SET
                CALL    LCD_ETM
                CALL    LCD_DIS1
                CALL    LCD_CLEAR
                RET
;-------------------------------------;
;    SET LCD  OR  SET ADDRESS         ;
;-------------------------------------;
LCD_SET:        CLR     RS
                CLR     RW
                SETB    EN
                CALL    LCD_BUSY
                CLR     EN
                RET
;-------------------------------------;
;  WIRTE   DATA                       ;
;-------------------------------------;
LCD_DATA:       CLR     EN
                SETB    RS
                CLR     RW
                SETB    EN
                CALL    LCD_BUSY
                CLR     EN
                SETB    RS
                CLR     RW
                RET
;-------------------------------------;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;           CHECK   BUSY FLAG           ;
;---------------------------------------;
LCD_BUSY:       CLR     EN
                CLR     RS
                SETB    RW
                MOV     P0,#0FFH
                SETB    EN
                JB      P0.7,$
                RET
;---------------------------------------;
;             CLEAR DISPLAY             ;
;---------------------------------------;
LCD_CLEAR:      MOV     P0,#01H
                CALL    LCD_SET
                RET
;---------------------------------------;
;                ENTRY  MODE            ;
;       - INC DD RAM ADDRESS AUTO       ;
;       - MOV DATA CURSOR SHIFT         ;
;---------------------------------------;
LCD_ETM:        MOV     P0,#06H
                CALL    LCD_SET
                RET
;---------------------------------------;
;          DISPLAY ON/OFF CONTROL       ;
;          - DISPLAY ON                 ;
;          - CURSOR  ON                 ;
;          - CURSOR  ON/OFF             ;
;---------------------------------------;
LCD_DIS:        MOV     P0,#0FH
                CALL    LCD_SET
                RET
LCD_DIS1:       MOV     P0,#0CH             ; CURSOR OFF
                CALL    LCD_SET
                RET
;---------------------------------------;
;  WIRTE    KMITL  ED.ENGINEER 20       ;
;---------------------------------------;
LCD_TAB:        MOV     P0,#80H             ;P0 SET LINE OR ADDRESS  T0 80H
                CALL    LCD_SET
                RET
LCD_TAB_1:      MOV     DPTR,#TAB1
                CALL    LCD_WR
                RET
LCD_TAB_2:      MOV     DPTR,#TAB2
                CALL    LCD_WR
                RET
LCD_TAB_3:      MOV     DPTR,#TAB3
                CALL    LCD_WR
                RET
LCD_TAB_4:      MOV     DPTR,#TAB4
                CALL    LCD_WR
                RET
LCD_TAB_5:      MOV     DPTR,#TAB5
                CALL    LCD_WR
                RET
LCD_TAB_6:      CALL    LCD_CLEAR
                MOV     DPTR,#TAB6
                CALL    LCD_WR
                RET
LCD_TAB_7:      MOV     DPTR,#TAB7
                CALL    LCD_WR
                RET
LCD_TAB_8:      MOV     DPTR,#TAB8
                CALL    LCD_WR
                RET
LCD_TAB_9:      MOV     DPTR,#TAB9
                CALL    LCD_WR
                RET
LCD_TAB_10:     MOV     DPTR,#TAB10
                CALL    LCD_WR
                RET
LCD_TAB_11:     MOV     DPTR,#TAB11
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CALL    LCD_WR
                RET
LCD_TAB_12:     MOV     DPTR,#TAB12
                CALL    LCD_WR
                RET
LCD_TAB_13:     MOV     DPTR,#TAB13
                CALL    LCD_WR
                RET
LCD_TAB_14:     MOV     DPTR,#TAB14
                CALL    LCD_WR
                RET
LCD_TAB_15:     MOV     DPTR,#TAB15
                CALL    LCD_WR
                RET
LCD_TAB_16:     MOV     DPTR,#TAB16
                CALL    LCD_WR
                RET
LCD_TAB_17:     MOV     DPTR,#TAB17
                CALL    LCD_WR
                RET
LCD_TAB_18:     MOV     DPTR,#TAB18
                CALL    LCD_WR
                RET
LCD_TAB_19:     MOV     DPTR,#TAB19
                CALL    LCD_WR
                RET
LCD_TAB_20:     MOV     DPTR,#TAB20
                CALL    LCD_WR
                RET
LCD_TAB_21:     MOV     DPTR,#TAB21
                CALL    LCD_WR
                RET
LCD_TAB_22:     MOV     DPTR,#TAB22
                CALL    LCD_WR
                RET
LCD_TAB_23:     MOV     DPTR,#TAB23
                CALL    LCD_WR
                RET
LCD_TAB_24:     MOV     DPTR,#TAB24
                CALL    LCD_WR
                RET
LCD_WR:         CLR     A
                MOVC    A,@A+DPTR
                CJNE    A,#00H,LCD_WR1
                RET
LCD_WR1:        MOV     P0,A
                CALL    LCD_DATA
                INC     DPTR
                SJMP    LCD_WR

DELAY:          MOV     R4,#00H
                CALL    DELAY1
                CALL    DELAY1
                CALL    DELAY1
                CALL    DELAY1
                CALL    DELAY1
                CALL    DELAY1
                RET
DELAY1:         MOV     R3,#00H
                DJNZ    R3,$
                NOP
                NOP
                DJNZ    R4,DELAY1
                RET
DELAY2:         MOV     R3,#100
                DJNZ    R3,$
                DJNZ    R4,DELAY2
                RET
DELAY3:         MOV     R7,#1FH
Z1:             MOV     R6,#0FFH
Z2:             DJNZ    R6,Z2
                DJNZ    R7,Z1
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DELAY4:         MOV     R7,#0AH
Z11:            MOV     R6,#0FFH
Z12:            MOV     R5,#0FFH
Z13:            DJNZ    R5,Z13
                DJNZ    R6,Z12
                DJNZ    R7,Z11
                RET
DELAY5:         MOV     R7,#05H
Z21:            MOV     R6,#0FFH
Z22:            MOV     R5,#0FFH
Z23:            DJNZ    R5,Z23
                DJNZ    R6,Z22
                DJNZ    R7,Z21
                RET
;-------------------------------------;
;           RECIVE DATA               ;
;-------------------------------------;
RECIV:          JNB     RI,$
                CLR     RI
                MOV     A,SBUF
                MOV     R5,A
                MOV     R7,A
                RET
;-------------------------------------;
;           SEND DATA                 ;
;-------------------------------------;
SEND:           JNB     TI,$
                CLR     TI
                MOV     SBUF,A
                RET
SEND_SLAVE1:    MOV     A,#'S'
                CALL    SEND
                RET
SEND_SLAVE2:    MOV     A,#'T'
                CALL    SEND
                RET

TAB1:
                DB      '  ED. ENGINEER 20   '
                DB      '    DISTRIBUTOR     '
                DB      '    AUTOMATIC IC    '
                DB      ' 1) CARD    2)EDIT  ',00H
TAB2:
                DB      '    ** KMITL **     '
                DB      '  PASSWORD:         '
                DB      'ID:                 '
                DB      '*)ENT  2)EXIT  3)DEL',00H
TAB3:
                DB      '                    ',00H
TAB4:
                DB      '  ----------------- '
                DB      '  EXIT TO MAIN MENU '
                DB      '   PASSWORD ERROR   '
                DB      '  ----------------- ',00H
TAB5:
                DB      '    ** KMITL **     '
                DB      'NUMBER IC:          '
                DB      '   PRESS NUMBER IC  '
                DB      '*)ENT          3)DEL',00H
TAB6:
                DB      '    ** KMITL **     '
                DB      'AMOUNT IC:          '
                DB      '   PRESS AMOUNT IC  '
                DB      '*)ENT          3)DEL',00H
TAB7:
                DB      '    ** KMITL **     '
                DB      ' 1)NEW NUMBER IC    '
                DB      '    SORRY NO IC     '
                DB      ' 2)EXIT             ',00H
TAB8:
                DB      '    ** KMITL **     '
                DB      '     THANK YOU      '
                DB      '   WAIT RECEIVE IC  '
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                DB      '     - - - - -       ',00H
TAB9:
                DB      '    ** KMITL **      '
                DB      '   ID:               '
                DB      '   DRAW ST. CARD     '
                DB      '                     ',00H
TAB10:
                DB      '    ** KMITL **      '
                DB      'PASSWORD:            '
                DB      '  PRESS PASSWORD     '
                DB      '*)ENT  2)EXIT  3)DEL',00H
TAB11:
                DB      '    ** KMITL **      '
                DB      '  EXIT TO PROGRAM    '
                DB      '  NO DATA STUDENT    '
                DB      '                     ',00H
TAB12:
                DB      '      AMOUNT IC      '
                DB      ' 5)   6)   7)   8)   '
                DB      ' 1)   2)   3)   4)   '
                DB      '   (*)NEXT  (1)DOWN  ',00H
TAB13:
                DB      '      AMOUNT IC      '
                DB      '13)  14)  15)  16)   '
                DB      ' 9)  10)  11)  12)   '
                DB      '    (*)NEXT  (2)UP   ',00H
TAB14:
                DB      '   ENTER PASSWORD    '
                DB      '     ##    ##        '
                DB      '                     '
                DB      '     *) ENTER        ',00H
TAB15:
                DB      '   1) CHECK CODE     '
                DB      '   3) NEW PASSWORD   '
                DB      '   2) ADD NEW CODE   '
                DB      '   4) EXIT           ',00H
TAB16:
                DB      '    **  CHECK  **     '
                DB      ' CODE:               '
                DB      ' PERSONNEL:          '
                DB      '     *) EXIT         ',00H
TAB17:
                DB      '   " INCORRECT "     '
                DB      '   "  PASSWORD "     '
                DB      '                     '
                DB      '     ---------       ',00H
TAB18:
                DB      '    ** KMITL **      '
                DB      '  EXIT TO PROGRAM    '
                DB      '  NO DATA STUDENT    '
                DB      '                     ',00H
TAB19:
                DB      '     PERSONNEL       '
                DB      '   NUMBER(1-5):      '
                DB      '    EDIT DATA        '
                DB      '    ---------        ',00H
TAB20:
                DB      '      PERSONNEL      '
                DB      '  NUMBER(1-5):       '
                DB      '   EDIT DATA  IC     '
                DB      '*)ENT  2)EXIT  3)DEL',00H
TAB21:
                DB      '    ** KMITL **      '
                DB      '   ID:               '
                DB      '   DRAW ST. CARD     '
                DB      '      *) ENTER       ',00H

TAB22:
                DB      '    NEW PASSWORD     '
                DB      '     ##    ##        '
                DB      '                     '
                DB      '     *) CANCEL       ',00H
TAB23:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                DB      '  CONFIRM PASSWORD  '
                DB      '      ##    ##      '
                DB      '                    '
                DB      '      *) CANCEL     ',00H
TAB24:
                DB      '      FAILED...!    '
                DB      '    NEW PASSWORD    '
                DB      '                    '
                DB      '    NOT CONFIRM     ',00H

BARCODE:        SETB    BARBIT
                CALL    BARIN
                CALL    BARCV
                JC      BARCODE
                RET

;--------------------------------------;
;               BARCV SUB              ;
;       CONVERT RAW-DATA TO ASCII      ;
;       IN  = BARBUF                   ;
;       OUT = BAROUT,CY                ;
;       REG = A,B,R0,R2,R3,DPTR        ;
;--------------------------------------;
BARCV:          MOV     DPTR,#BARBUF
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     B,#2
                MUL     AB
                MOV     B,A                     ;STD. COMPARE
                MOV     DPTR,#BARBUF+1          ;CHECK FORWARD OR REVERSE
                MOVX    A,@DPTR
                CJNE    A,B,$+3
                JC      BARRV
                MOV     DPTR,#BARBUF            ;FORWARD
                MOV     R0,#BAROUT
BARCV1:         MOV     R2,#9                   ;DIGIT LOOP
                MOV     R3,#0
BARCV2:         MOVX    A,@DPTR
                CJNE    A,#0FFH,BARCV3
                SJMP    BARCVE
BARCV3:         CJNE    A,B,$+3
                CPL     C
                MOV     A,R3
                RLC     A
                MOV     R3,A
                INC     DPTR
                DJNZ    R2,BARCV2
                INC     DPTR                    ;SKIP 0 BETWEEN DIGIT
                CALL    BARTB
                JC      BARCVE
                CJNE    A,#'*',BARCV4
                CJNE    R0,#BAROUT,BARCV35
                SJMP    BARCV1                  ;IS * START
BARCV35:        MOV     @R0,#0DH
                CLR     C
                RET                             ;EXIT OK
BARCV4:         MOV     @R0,A
                INC     R0
                SJMP    BARCV1
BARCVE:         SETB    C
                RET                             ;EXIT ERROR
BARRV:          MOV     DPTR,#BARBUF            ;**** REVERSE ****
                MOV     R0,#BARREV
BARRV1:         MOV     R2,#9                   ;DIGIT LOOP
                MOV     R3,#0
BARRV2:         MOVX    A,@DPTR
                CJNE    A,#0FFH,BARRV3
                SJMP    BARRVE
BARRV3:         CJNE    A,B,$+3
                CPL     C
                MOV     A,R3
                RRC     A
                MOV     R3,A
                INC     DPTR
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                DJNZ    R2,BARRV2
                INC     DPTR                    ;SKIP 0 BETWEEN DIGIT
                MOV     A,R3
                RLC     A
                MOV     R3,A
                CALL    BARTB
                JC      BARRVE
                CJNE    A,#'*',BARRV4
                CJNE    R0,#BARREV,BARRV35
                SJMP    BARRV1                  ;IS * START
BARRV35:        MOV     R1,#BAROUT              ;LOAD BARREV TO BAROUT
                DEC     R0
BARRV37:        CJNE    R0,#BARREV-1,BARRV38
                MOV     @R1,#0DH
                CLR     C
                RET                             ;EXIT OK
BARRV38:        MOV     A,@R0
                MOV     @R1,A
                DEC     R0
                INC     R1
                SJMP    BARRV37
BARRV4:         MOV     @R0,A
                INC     R0
                SJMP    BARRV1
BARRVE:         SETB    C
                RET                             ;EXIT ERROR
;-------------------------------------;
;             BARTB SUB               ;
;       BARCODE LOOKUP TABLE          ;
;       IN  = R3,CY   (CODE39)        ;
;       OUT = A,CY    (ASCII)         ;
;       REG = A                       ;
;-------------------------------------;
BARTB:          PUSH    DPH
                PUSH    DPL
                MOV     DPTR,#BARTBX
                JC      BARTB1
                MOV     DPTR,#BARTBY
BARTB1:         CLR     A                       ;TABLE
                MOVC    A,@A+DPTR
                CJNE    A,#0FFH,BARTB2
                SJMP    BARTBE
BARTB2:         CLR     C                       ;COMPARE
                SUBB    A,R3
                JZ      BARTB5
                INC     DPTR
                INC     DPTR
                SJMP    BARTB1
BARTBE:         SETB    C                       ;EXIT ERROR
                POP     DPL
                POP     DPH
                RET
BARTB5:         INC     DPTR                    ;COMPARE OK
                CLR     A
                MOVC    A,@A+DPTR
                CLR     C
                POP     DPL
                POP     DPH
                RET                             ;EXIT OK
BARTBX:         DB      00100001B,'1'           ;BIT 9 = 1 TABLE
                DB      01100000B,'3'
                DB      00110000B,'5'
                DB      00100100B,'8'
                DB      00001001B,'A'
                DB      01001000B,'C'
                DB      00011000B,'E'
                DB      00001100B,'H'
                DB      00000011B,'K'
                DB      01000010B,'M'
                DB      00010010B,'O'
                DB      00000110B,'R'
                DB      10000001B,'U'
                DB      11000000B,'W'
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                DB      10010000B,'Y'
                DB      10000100B,'.'
                DB      0FFH
BARTBY:         DB      00110100B,'0'          ;BIT 9 = 0 TABLE
                DB      01100001B,'2'
                DB      00110001B,'4'
                DB      01110000B,'6'
                DB      00100101B,'7'
                DB      01100100B,'9'
                DB      01001001B,'B'
                DB      00011001B,'D'
                DB      01011000B,'F'
                DB      00001101B,'G'
                DB      01001100B,'I'
                DB      00011100B,'J'
                DB      01000011B,'L'
                DB      00010011B,'N'
                DB      01010010B,'P'
                DB      00000111B,'Q'
                DB      01000110B,'S'
                DB      00010110B,'T'
                DB      11000001B,'V'
                DB      10010001B,'X'
                DB      11010000B,'Z'
                DB      10000101B,'-'
                DB      11000100B,' '
                DB      10010100B,'*'
                DB      10101000B,'$'
                DB      10100010B,'/'
                DB      10001010B,'+'
                DB      00101010B,'%'
                DB      0FFH
;---------------------------------------;
;             BARIN SUB                 ;
;          READ BAR CODE TO BARBUF      ;
;          OUT = BATBUF                 ;
;          REG = A,R2,DPTR              ;
;---------------------------------------;
BARIN:          MOV     DPTR,#BARBUF
                JB      BARBIT,$               ;WAIT FOR FIRST PULSE
                JNB     BARBIT,$
BARIN1:         CLR     A                      ;BACK BAR
BARIN2:         CALL    BARDL
                INC     A
                JZ      BARIN5
                JB      BARBIT,BARIN2
                MOVX    @DPTR,A
                INC     DPTR
                CLR     A                      ;WHITE BAR
BARIN3:         CALL    BARDL
                INC     A
                JZ      BARIN5
                JNB     BARBIT,BARIN3
                MOVX    @DPTR,A
                INC     DPTR
                SJMP    BARIN1
BARIN5:         MOV     A,#0FFH
                MOVX    @DPTR,A
                RET
BARDL:          MOV     R2,#8                  ;DELAY SUB.
                DJNZ    R2,$
                RET
                END
```

รูปที่ ค.7 โปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์หลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;-------------------------------------;
;        AUTOMATIC IC DISTRIBUTOR     ;
;           ID.ED.ENGINEER 20         ;
;       PROGRAM SOLINIOD & SENSOR     ;
;-------------------------------------;

                ORG     0000H

;-------------------------------------;
;            SET_SERIALPORT           ;
;-------------------------------------;
                MOV     SCON,#52H
                MOV     TMOD,#20H
                MOV     TH1,#0FDH
                SETB    TR1
;-------------------------------------;
;            RECIVE  CHECK 'S'        ;
;-------------------------------------;
MAIN:
                MOV     P1,#0FH
                MOV     P2,#55H
                CALL    RECIV
                CJNE    R0,#'S',MAIN          ; CHECK 'S'
                CALL    RECIV                 ;RECIV NUMBER IC
                SJMP    CHECK_0

;-------------------------------------;
;          CHECK NUMBER IC            ;
;-------------------------------------;
CHECK_0:        MOV     A,R0
                DEC     A
                CJNE    A,#'0',CHECK_1
                JMP     SUB_0
CHECK_1:        MOV     A,R0
                DEC     A
                CJNE    A,#'1',CHECK_2
                JMP     UB_1
CHECK_2:        MOV     A,R0
                DEC     A
                CJNE    A,#'2',CHECK_3
                JMP     SUB_2
CHECK_3:        MOV     A,R0
                DEC     A
                CJNE    A,#'3',CHECK_4
                JMP     SUB_3
CHECK_4:        MOV     A,R0
                DEC     A
                CJNE    A,#'4',CHECK_5
                JMP     SUB_4
CHECK_5:        MOV     A,R0
                DEC     A
                CJNE    A,#'5',CHECK_6
                JMP     SUB_5
CHECK_6:        MOV     A,R0
                DEC     A
                CJNE    A,#'6',CHECK_7
                JMP     SUB_6
CHECK_7:        MOV     A,R0
                DEC     A
                CJNE    A,#'7',CHECK_8
                JMP     SUB_7
CHECK_8:        MOV     A,R0
                DEC     A
                CJNE    A,#'8',CHECK_9
                JMP     SUB_8
CHECK_9:        MOV     A,R0
                DEC     A
                CJNE    A,#'9',CHECK_A
                JMP     SUB_9
CHECK_A:        MOV     A,R0
                DEC     A
                CJNE    A,#'A',CHECK_B
                JMP     SUB_A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CHECK_B:        MOV     A,R0
                DEC     A
                CJNE    A,#'B',CHECK_C
                JMP     SUB_B
CHECK_C:        MOV     A,R0
                DEC     A
                CJNE    A,#'C',CHECK_D
                JMP     SUB_C
CHECK_D:        MOV     A,R0
                DEC     A
                CJNE    A,#'D',CHECK_E
                JMP     SUB_D
CHECK_E:        MOV     A,R0
                DEC     A
                CJNE    A,#'E',CHECK_F
                JMP     SUB_E
CHECK_F:        MOV     A,R0
                DEC     A
                CJNE    A,#'F',MA
                JMP     SUB_F
MA:             JMP     MAIN
;-------------------------------------;
;              SUBRUTINE              ;
;-------------------------------------;
SUB_0:          CALL    SENSOR_1
                JB      ACC.0,IC_0
                CALL    PUT_1
                JMP     MAIN
IC_0:           CALL    PUT_2
L_00:           CALL    RECIV
                CJNE    R0,#'S',L_00        ;CHECK 'S'
                CALL    RECIV
                CJNE    R0,#'1',L_01        ;IC 1 TOU
                CPL     P1.0
                CALL    DELAY
                CPL     P1.0
                JMP     MAIN
L_01:           CJNE    R0,#'2',L_00        ;IC 2 TOU
                CPL     P1.0
                CALL    DELAY
                CPL     P1.0
                CALL    DELAY
                CPL     P1.0
                CALL    DELAY
                CPL     P1.0
                JMP     MAIN
SUB_1:          CALL    SENSOR_1
                JB      ACC.1,IC_1
                CALL    PUT_1
                JMP     MAIN
IC_1:           CALL    PUT_2
L_10:           CALL    RECIV
                CJNE    R0,#'S',L_10        ;CHECK 'S'
                CALL    RECIV
                CJNE    R0,#'1',L_11        ;IC 1 TOU
                CPL     P1.1
                CALL    DELAY
                CPL     P1.1
                JMP     MAIN
L_11:           CJNE    R0,#'2',L_10        ;IC 2 TOU
                CPL     P1.1
                CALL    DELAY
                CPL     P1.1
                CALL    DELAY
                CPL     P1.1
                CALL    DELAY
                CPL     P1.1
                JMP     MAIN
SUB_2:          CALL    SENSOR_1
                JB      ACC.2,IC_2
                CALL    PUT_1
                JMP     MAIN
IC_2:           CALL    PUT_2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
L_20:           CALL    RECIV
                CJNE    R0,#'S',L_20        ;CHECK 'S'
                CALL    RECIV
                CJNE    R0,#'1',L_21        ;IC 1 TOU
                CPL     P1.2
                CALL    DELAY
                CALL    DELAY
                CPL     P1.2
                JMP     MAIN
L_21:           CJNE    R0,#'2',L_20        ;IC 2 TOU
                CPL     P1.2
                CALL    DELAY
                CALL    DELAY
                CPL     P1.2
                CALL    DELAY
                CALL    DELAY
                CPL     P1.2
                CALL    DELAY
                CALL    DELAY
                CPL     P1.2
                JMP     MAIN
SUB_3:          CALL    SENSOR_1
                JB      ACC.3,IC_3
                CALL    PUT_1
                JMP     MAIN
IC_3:           CALL    PUT_2
L_30:           CALL    RECIV
                CJNE    R0,#'S',L_30        ;CHECK 'S'
                CALL    RECIV
                CJNE    R0,#'1',L_31        ;IC 1 TOU
                CPL     P1.3
                ACALL   DELAY
                CALL    DELAY
                CPL     P1.3
                JMP     MAIN
L_31:           CJNE    R0,#'2',L_30        ;IC 2 TOU
                CPL     P1.3
                CALL    DELAY
                CALL    DELAY
                CPL     P1.3
                CALL    DELAY
                CALL    DELAY
                CPL     P1.3
                CALL    DELAY
                CALL    DELAY
                CPL     P1.3
                JMP     MAIN
SUB_4:          CALL    SENSOR_1
                JB      ACC.4,IC_4
                CALL    PUT_1
                JMP     MAIN
IC_4:           CALL    PUT_2
L_40:           CALL    RECIV
                CJNE    R0,#'S',L_40        ;CHECK 'S'
                CALL    RECIV
                CJNE    R0,#'1',L_41        ;IC 1 TOU
                CPL     P1.4
                ACALL   DELAY
                CALL    DELAY
                CPL     P1.4
                JMP     MAIN
L_41:           CJNE    R0,#'2',L_40        ;IC 2 TOU
                CPL     P1.4
                CALL    DELAY
                CALL    DELAY
                CPL     P1.4
                CALL    DELAY
                CALL    DELAY
                CPL     P1.4
                CALL    DELAY
                CALL    DELAY
                CPL     P1.4
                JMP     MAIN
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
SUB_5:          CALL    SENSOR_1
                JB      ACC.5,IC_5
                CALL    PUT_1
                JMP     MAIN
IC_5:           CALL    PUT_2
L_50:           CALL    RECIV
                CJNE    R0,#'S',L_50        ;CHECK 'S'
                CALL    RECIV
                CJNE    R0,#'1',L_51        ;IC 1 TOU
                CPL     P1.5
                CALL    DELAY
                CALL    DELAY
                CPL     P1.5
                JMP     MAIN
L_51:           CJNE    R0,#'2',L_50        ;IC 2 TOU
                CPL     P1.5
                CALL    DELAY
                CALL    DELAY
                CPL     P1.5
                CALL    DELAY
                CALL    DELAY
                CPL     P1.5
                CALL    DELAY
                CALL    DELAY
                CPL     P1.5
                JMP     MAIN
SUB_6:          CALL    SENSOR_1
                JB      ACC.6,IC_6
                CALL    PUT_1
                JMP     MAIN
IC_6:           CALL    PUT_2
L_60:           CALL    RECIV
                CJNE    R0,#'S',L_60        ;CHECK 'S'
                CALL    RECIV
                CJNE    R0,#'1',L_61        ;IC 1 TOU
                CPL     P1.6
                CALL    DELAY
                CALL    DELAY
                CPL     P1.6
                JMP     MAIN
L_61:           CJNE    R0,#'2',L_60        ;IC 2 TOU
                CPL     P1.6
                CALL    DELAY
                CALL    DELAY
                CPL     P1.6
                CALL    DELAY
                CALL    DELAY
                CPL     P1.6
                CALL    DELAY
                CALL    DELAY
                CPL     P1.6
                JMP     MAIN
SUB_7:          CALL    SENSOR_1
                JB      ACC.7,IC_7
                CALL    PUT_1
                JMP     MAIN
IC_7:           CALL    PUT_2
L_70:           CALL    RECIV
                CJNE    R0,#'S',L_70        ;CHECK 'S'
                CALL    RECIV
                CJNE    R0,#'1',L_71        ;IC 1 TOU
                CPL     P1.7
                CALL    DELAY
                CALL    DELAY
                CPL     P1.7
                JMP     MAIN
L_71:           CJNE    R0,#'2',L_70        ;IC 2 TOU
                CPL     P1.7
                CALL    DELAY
                CALL    DELAY
                CPL     P1.7
                CALL    DELAY
                CALL    DELAY
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CPL     P1.7
                CALL    DELAY
                CALL    DELAY
                CPL     P1.7
                JMP     MAIN
SUB_8:          CALL    SENSOR_2
                JB      ACC.0,IC_8
                CALL    PUT_1
                JMP     MAIN
IC_8:           CALL    PUT_2
L_80:           CALL    RECIV
                CJNE    R0,#'S',L_80          ;CHECK 'S'
                CALL    RECIV
                CJNE    R0,#'1',L_81          ;IC 1 TOU
                CPL     P2.0
                CALL    DELAY
                CALL    DELAY
                CPL     P2.0
                JMP     MAIN
L_81:           CJNE    R0,#'2',L_80          ;IC 2 TOU
                CPL     P2.0
                CALL    DELAY
                CALL    DELAY
                CPL     P2.0
                CALL    DELAY
                CALL    DELAY
                CPL     P2.0
                CALL    DELAY
                CALL    DELAY
                CPL     P2.0
                JMP     MAIN
SUB_9:          CALL    SENSOR_2
                JB      ACC.1,IC_9
                CALL    PUT_1
                JMP     MAIN
IC_9:           CALL    PUT_2
L_90:           CALL    RECIV
                CJNE    R0,#'S',L_90          ;CHECK 'S'
                CALL    RECIV
                CJNE    R0,#'1',L_91          ;IC 1 TOU
                CPL     P2.1
                CALL    DELAY
                CALL    DELAY
                CPL     P2.1
                JMP     MAIN
L_91:           CJNE    R0,#'2',L_90          ; IC 2 TOU
                CPL     P2.1
                CALL    DELAY
                CALL    DELAY
                CPL     P2.1
                CALL    DELAY
                CALL    DELAY
                CPL     P2.1
                CALL    DELAY
                CALL    DELAY
                CPL     P2.1
                JMP     MAIN
SUB_A:          CALL    SENSOR_2
                JB      ACC.2,IC_A
                CALL    PUT_1
                JMP     MAIN
IC_A:           CALL    PUT_2
L_A0:           CALL    RECIV
                CJNE    R0,#'S',L_A0          ;CHECK 'S'
                CALL    RECIV
                CJNE    R0,#'1',L_A1          ;IC 1 TOU
                CPL     P2.2
                CALL    DELAY
                CALL    DELAY
                CPL     P2.2
                JMP     MAIN
L_A1:           CJNE    R0,#'2',L_A0          ;IC 2 TOU
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CPL     P2.2
                CALL    DELAY
                CALL    DELAY
                CPL     P2.2
                CALL    DELAY
                CALL    DELAY
                CPL     P2.2
                CALL    DELAY
                CALL    DELAY
                CPL     P2.2
                JMP     MAIN
SUB_B:          CALL    SENSOR_2
                JB      ACC.3,IC_B
                CALL    PUT_1
                JMP     MAIN
IC_B:           CALL    PUT_2
L_B0:           CALL    RECIV
                CJNE    R0,#'S',L_B0          ;CHECK 'S'
                CALL    RECIV
                CJNE    R0,#'1',L_B1          ;IC 1 TOU
                CPL     P2.3
                CALL    DELAY
                CALL    DELAY
                CPL     P2.3
                JMP     MAIN
L_B1:           CJNE    R0,#'2',L_B0          ;IC 2 TOU
                CPL     P2.3
                CALL    DELAY
                CALL    DELAY
                CPL     P2.3
                CALL    DELAY
                CALL    DELAY
                CPL     P2.3
                CALL    DELAY
                CALL    DELAY
                CPL     P2.3
                JMP     MAIN
SUB_C:          CALL    SENSOR_2
                JB      ACC.4,IC_C
                CALL    PUT_1
                JMP     MAIN
IC_C:           CALL    PUT_2
L_C0:           CALL    RECIV
                CJNE    R0,#'S',L_C0          ;CHECK 'S'
                CALL    RECIV
                CJNE    R0,#'1',L_C1          ;IC 1 TOU
                CPL     P2.4
                CALL    DELAY
                CALL    DELAY
                CPL     P2.4
                JMP     MAIN
L_C1:           CJNE    R0,#'2',L_C0          ;IC 2 TOU
                CPL     P2.4
                CALL    DELAY
                CALL    DELAY
                CPL     P2.4
                CALL    DELAY
                CALL    DELAY
                CPL     P2.4
                CALL    DELAY
                CALL    DELAY
                CPL     P2.4
                JMP     MAIN
SUB_D:          CALL    SENSOR_2
                JB      ACC.5,IC_D
                CALL    PUT_1
                JMP     MAIN
IC_D:           CALL    PUT_2
L_D0:           CALL    RECIV
                CJNE    R0,#'S',L_D0          ;CHECK 'S'
                CALL    RECIV
                CJNE    R0,#'1',L_D1          ;IC 1 TOU
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CJNE    R0,#'S',L_D0        ;CHECK 'S'
                CALL    RECIV
                CJNE    R0,#'1',L_D1        ;IC 1 TOU
                CPL     P2.5
                CALL    DELAY
                CALL    DELAY
                CPL     P2.5
                JMP     MAIN
L_D1:           CJNE    R0,#'2',L_D0        ;IC 2 TOU
                CPL     P2.5
                CALL    DELAY
                CALL    DELAY
                CPL     P2.5
                CALL    DELAY
                CALL    DELAY
                CPL     P2.5
                CALL    DELAY
                CALL    DELAY
                CPL     P2.5
                JMP     MAIN
SUB_E:          CALL    SENSOR_2
                JB      ACC.6,IC_E
                CALL    PUT_1
                JMP     MAIN
IC_E:           CALL    PUT_2
L_E0:           CALL    RECIV
                CJNE    R0,#'S',L_E0        ;CHECK 'S'
                CALL    RECIV
                CJNE    R0,#'1',L_E1        ;IC 1 TOU
                CPL     P2.6
                CALL    DELAY
                CALL    DELAY
                CPL     P2.6
                JMP     MAIN
L_E1:           CJNE    R0,#'2',L_E0        ;IC 2 TOU
                CPL     P2.6
                CALL    DELAY
                CALL    DELAY
                CPL     P2.6
                CALL    DELAY
                CALL    DELAY
                CPL     P2.6
                CALL    DELAY
                CALL    DELAY
                CPL     P2.6
                JMP     MAIN
SUB_F:          CALL    SENSOR_2
                JB      ACC.7,IC_F
                CALL    PUT_1
                JMP     MAIN
IC_F:           CALL    PUT_2
L_F0:           CALL    RECIV
                CJNE    R0,#'S',L_F0        ;CHECK 'S'
                CALL    RECIV
                CJNE    R0,#'1',L_F1        ;IC 1 TOU
                CPL     P2.7
                CALL    DELAY
                CALL    DELAY
                CPL     P2.7
                JMP     MAIN
L_F1:           CJNE    R0,#'2',L_F0        ;IC 2 TOU
                CPL     P2.7
                CALL    DELAY
                CALL    DELAY
                CPL     P2.7
                CALL    DELAY
                CALL    DELAY
                CPL     P2.7
                CALL    DELAY
                CALL    DELAY
                CPL     P2.7
                JMP     MAIN
;-------------------------------------;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;             SENSOR  0 - 7             ;
;-----------------------------------------;
SENSOR_1:       SETB    RD
                CLR     WR
                MOV     A,P0
                RET
;-----------------------------------------;
;             SENSOR  8 - 15            ;
;-----------------------------------------;
SENSOR_2:
                SETB    WR
                CLR     RD
                MOV     A,P0
                RET
;-----------------------------------------;
;               RECIVER  DATA             ;
;-----------------------------------------;
RECIV:          CLR     INT0
                JNB     RI,$
                CLR     RI
                MOV     A,SBUF
                MOV     R0,A
                RET
;-----------------------------------------;
;               RECIVER ENTER             ;
;-----------------------------------------;
ENT:            CALL    RECIV
                CJNE    R0,#'3',ENT             ;ENTER
                RET
;-----------------------------------------;
;               SEND  DATA                ;
;-----------------------------------------;
PUT:            SETB    INT0
                MOV     A,R0
                JNB     TI,$
                CLR     TI
                MOV     SBUF,A
                RET
PUT_1:          SETB    INT0
                MOV     A,#'N'                  ;NO IC SEND 'N'
                MOV     R0,A
                ACALL   PUT
                RET
PUT_2:          SETB    INT0
                MOV     A,#'Y'                  ;YES IC SEND 'Y'
                MOV     R0,A
                ACALL   PUT
                RET
DELAY:          MOV     R4,#0FFH
LOOP2:          MOV     R5,#0FFH
                DJNZ    R5,$
                DJNZ    R4,LOOP2
                RET
END
```

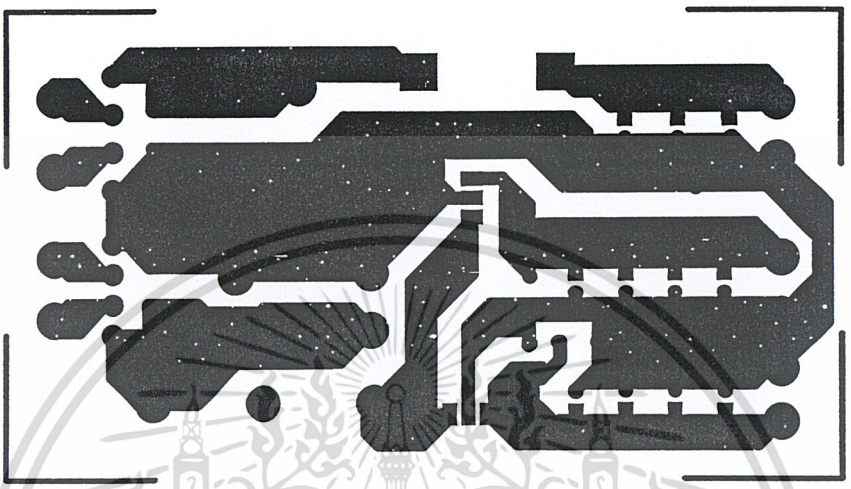
รูปที่ ข.8 โปรแกมควบคุมการทำงานของโซลีนอยด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

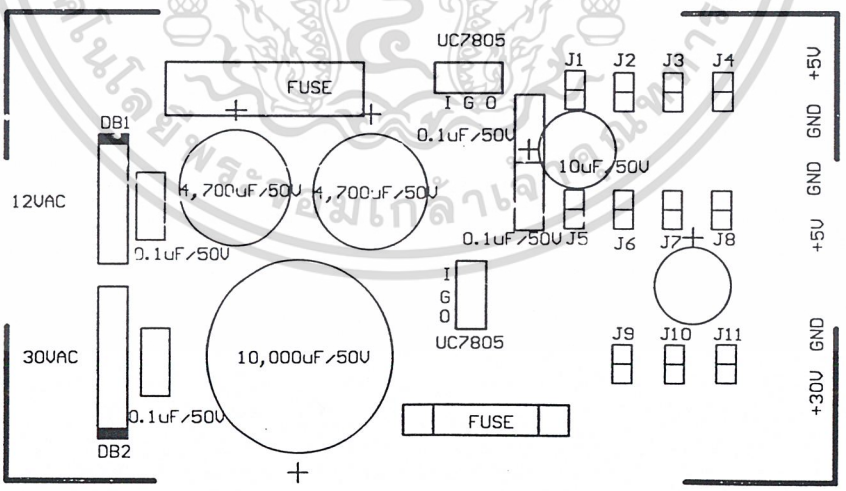
ภาคผนวก ค

วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

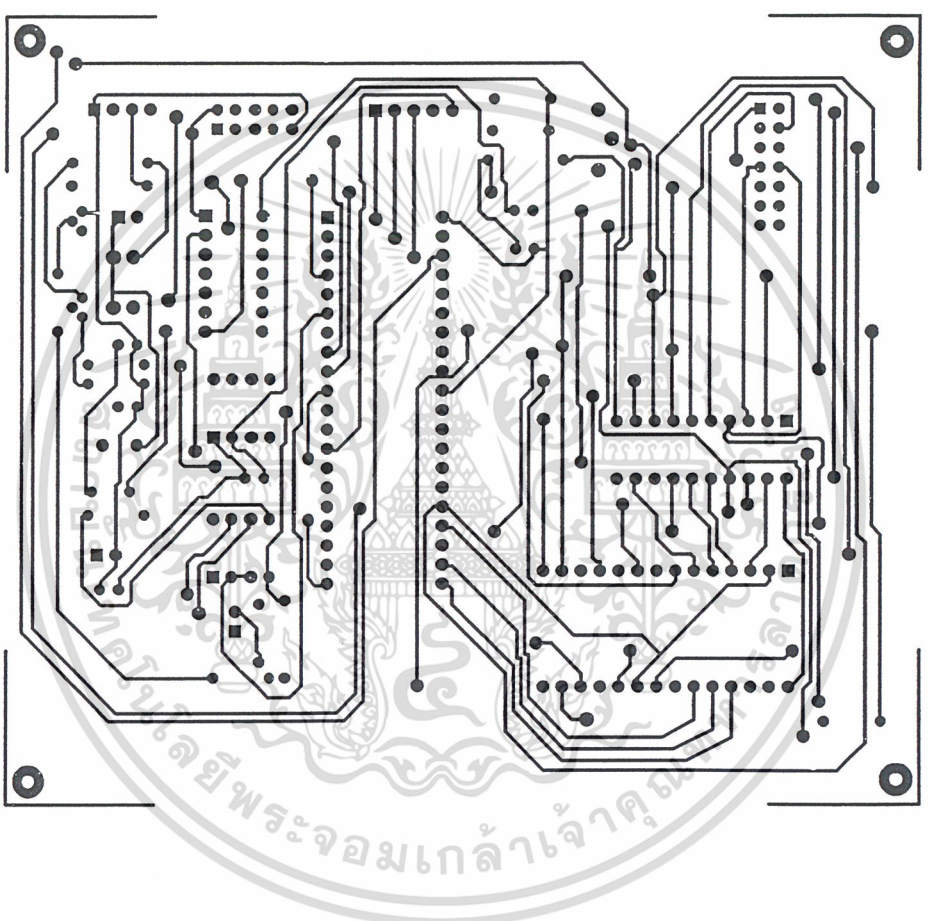


รูปที่ ค.1 ลายวงจรภาคจ่ายไฟ +5V และ +30V



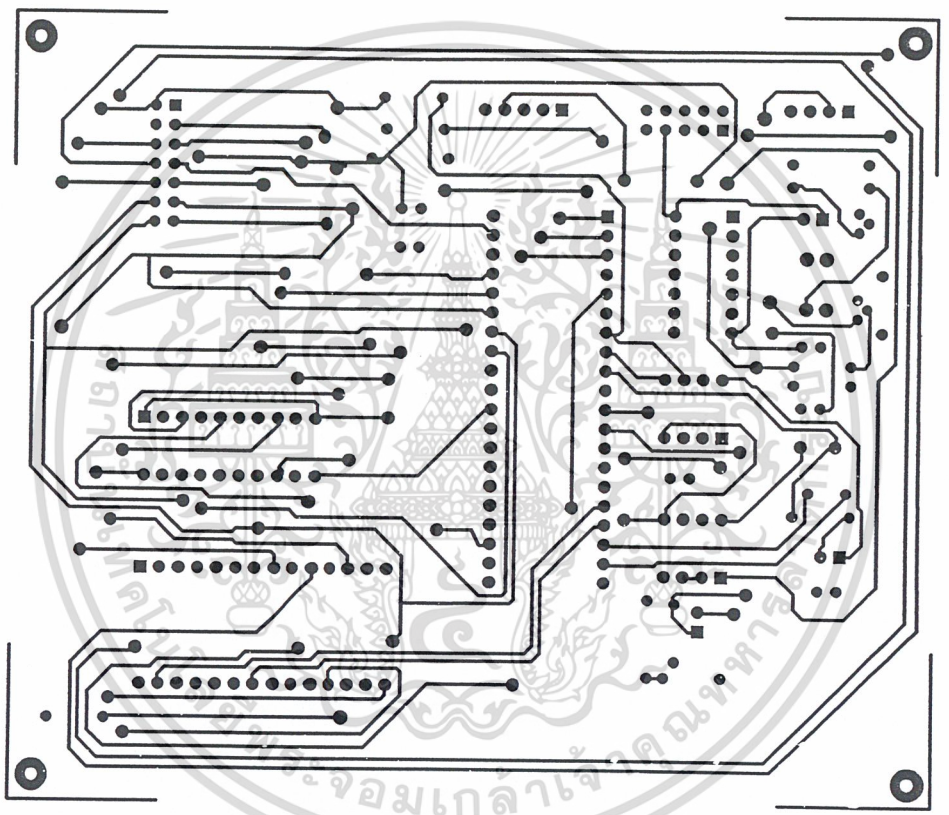
รูปที่ ค.2 การวางอุปกรณ์ของวงจรภาคจ่ายไฟ 5V และ +30V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



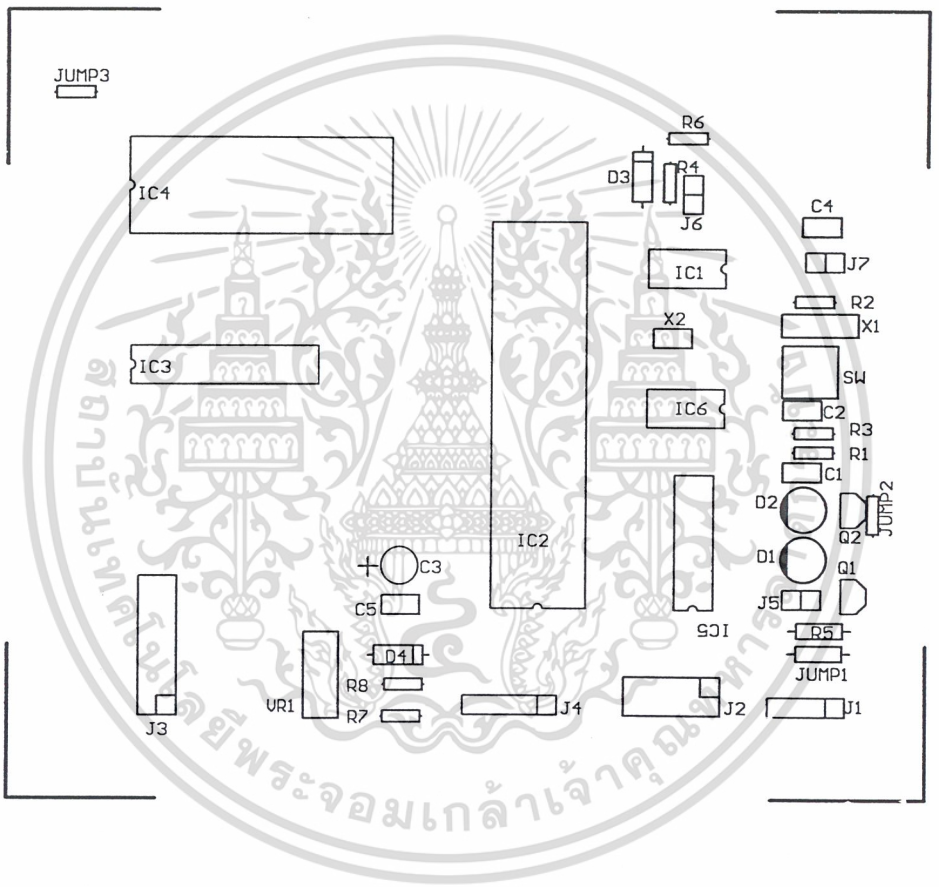
รูปที่ ก.3 ลายวงจรด้านบนของวงจรควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์หลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



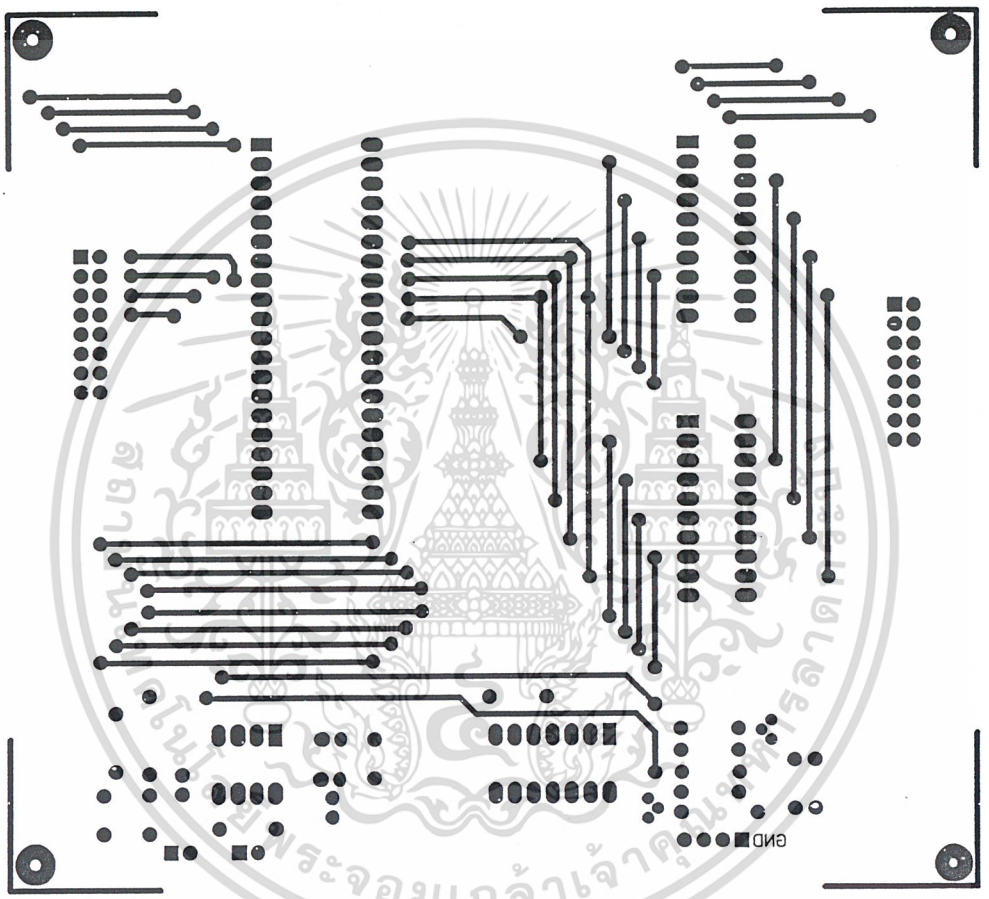
รูปที่ ก.4 ลายวงจรด้านล่างของวงจรควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์หลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



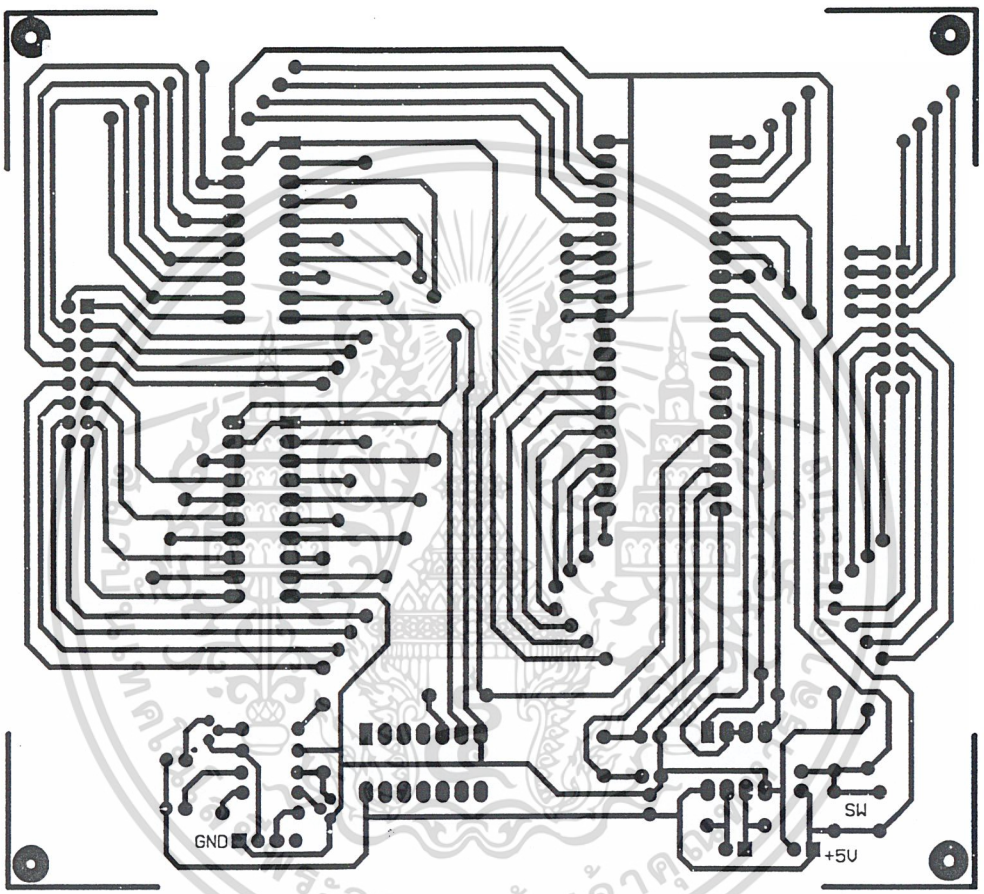
รูปที่ ก.5 การวางอุปกรณ์ของวงจรควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์หลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



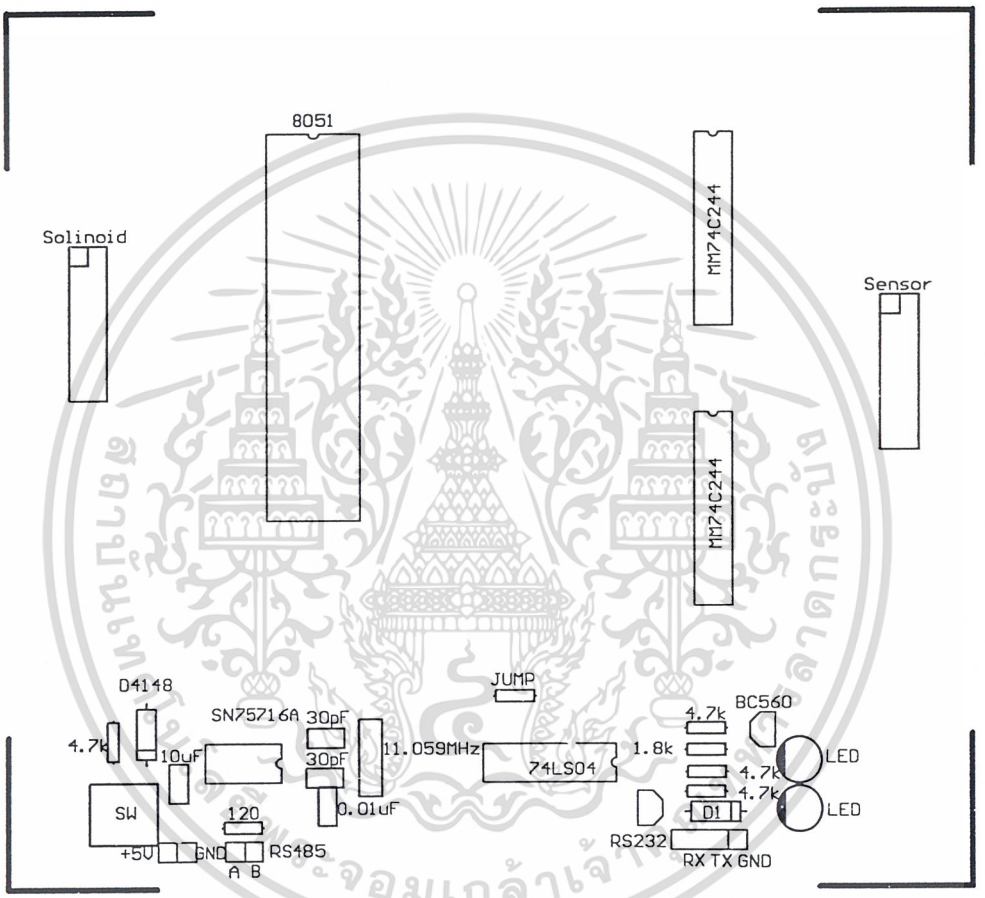
รูปที่ ก.6 ลายวงจรด้านบนของวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการจ่ายไอซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



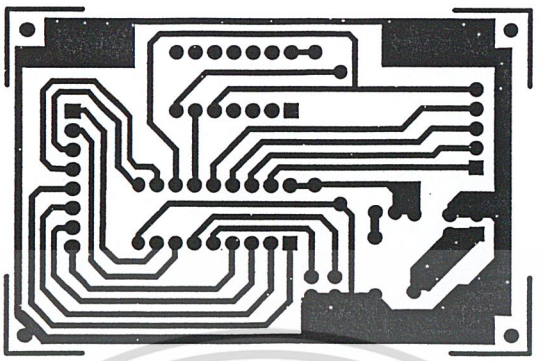
รูปที่ ก.7 ลายวงจรด้านล่างของวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการจ่ายไอซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

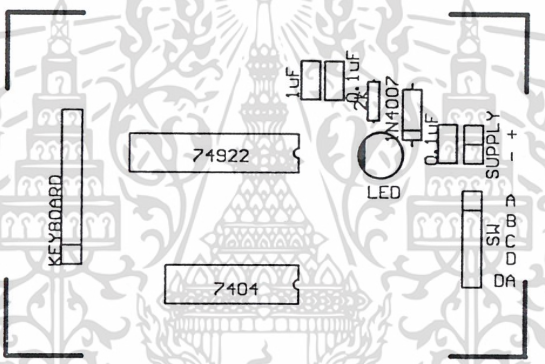


รูปที่ ก.8 การวางอุปกรณ์ของวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการจ่ายไอซี

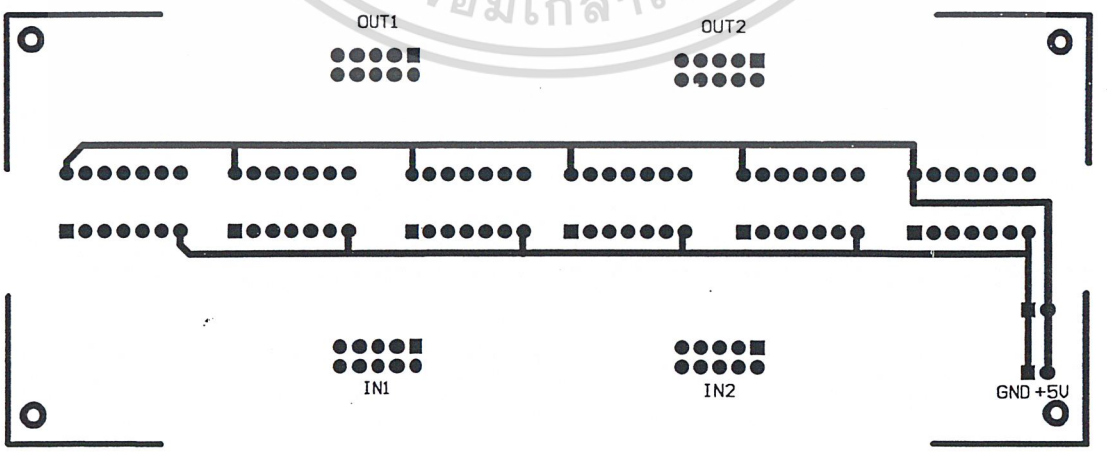
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.9 ลายวงจรคีย์เมตริกซ์สวิตซ์

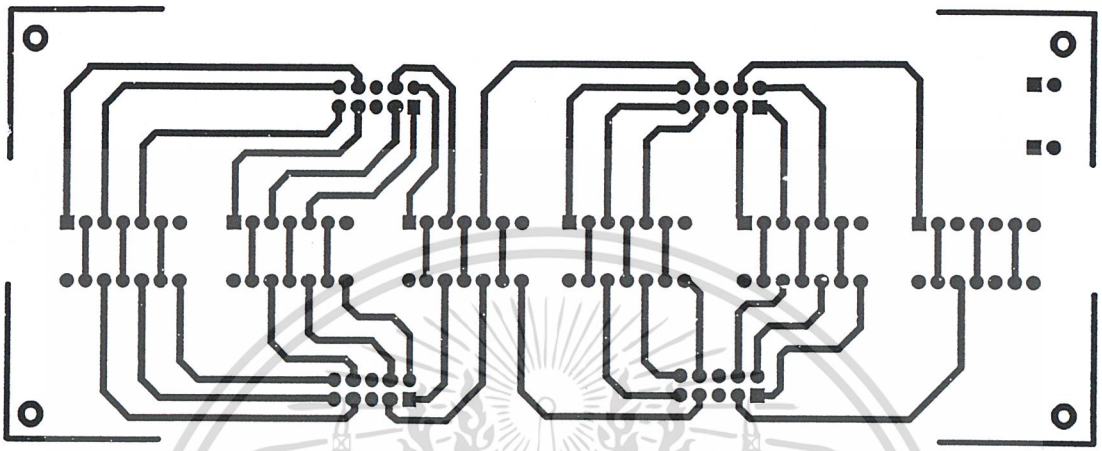


รูปที่ ค.10 การวางอุปกรณ์วงจรคีย์เมตริกซ์สวิตซ์

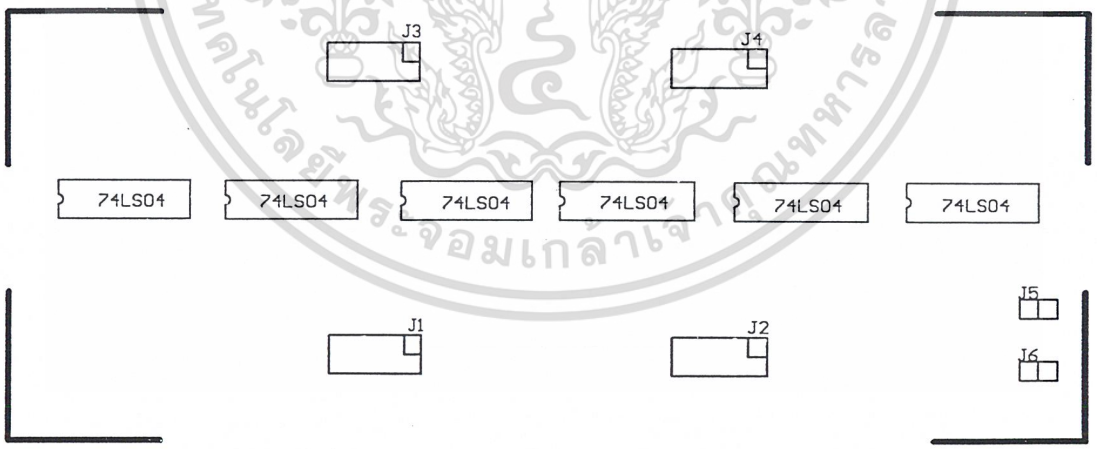


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ค.11 ลายวงจรด้านบนของวงจรรับสัญญาณจากวงจรตรวจจับไอซี

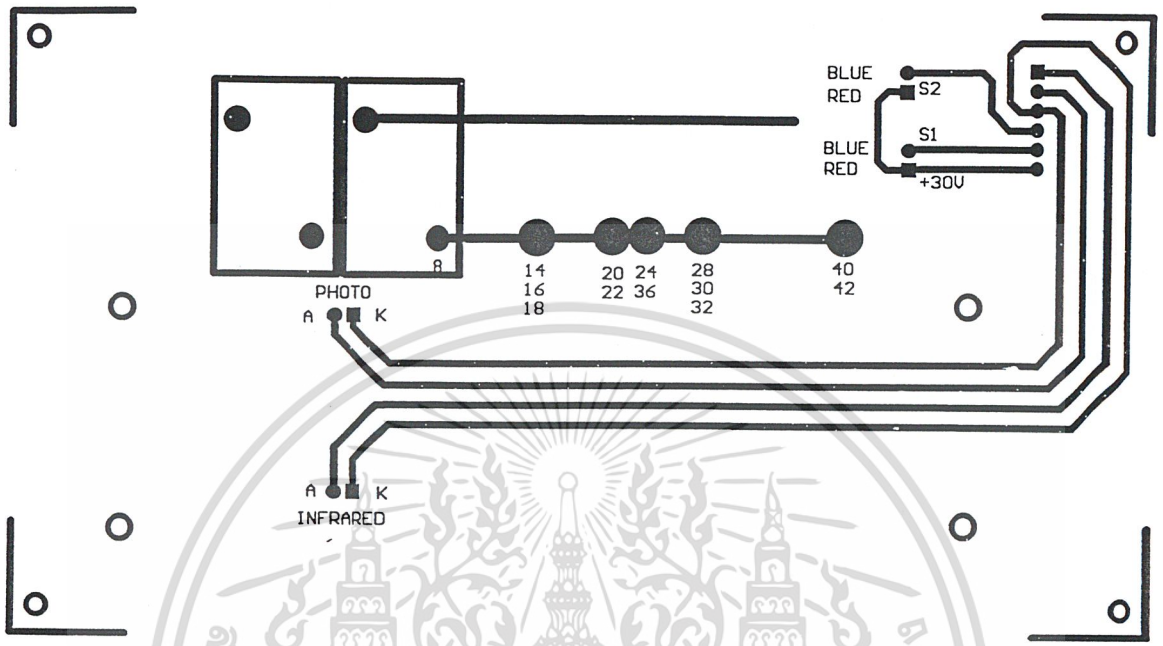


รูปที่ ค.12 ลายวงจรด้านล่างของวงจรรับสัญญาณจากวงจรตรวจจับไอซี

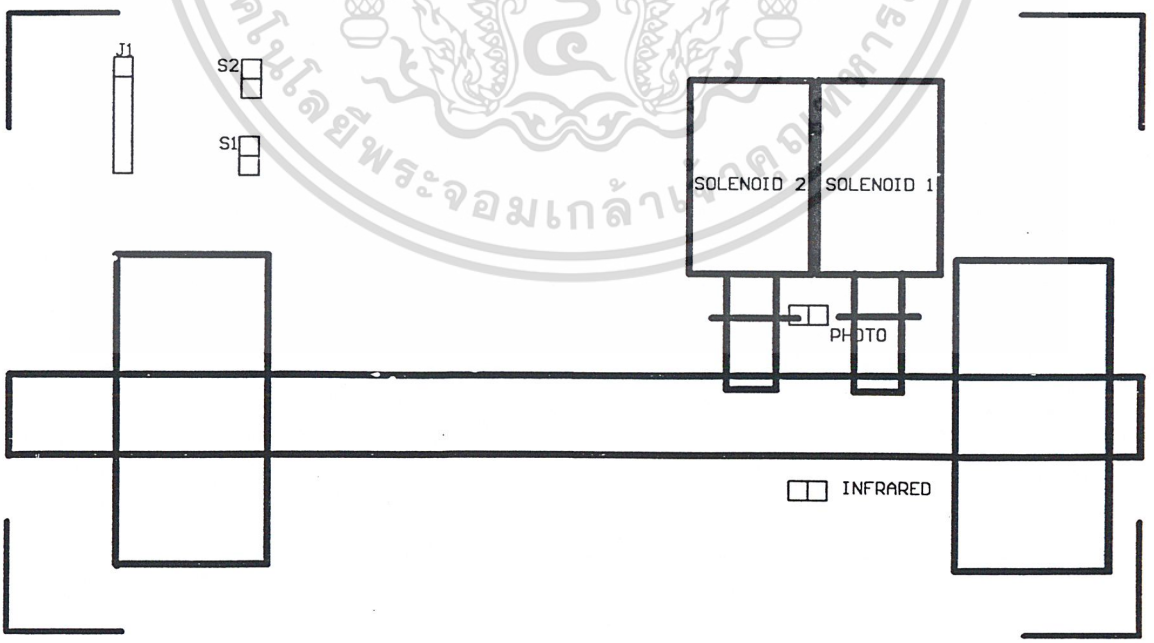


รูปที่ ค.13 การวางอุปกรณ์ของวงจรรับสัญญาณจากวงจรตรวจจับไอซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

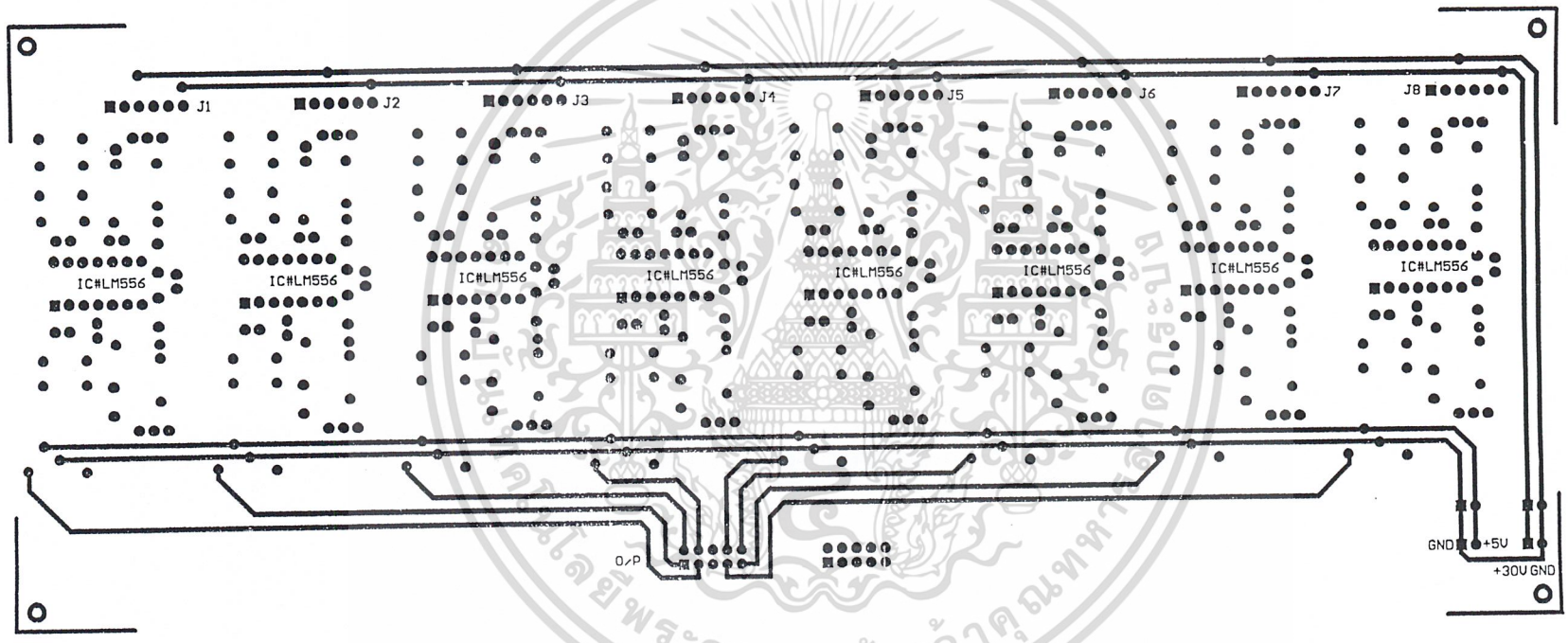


รูปที่ ค.14 ลายวงจรจ่ายไอซีที่ประกอบด้วยโซลีนอยด์ 2 ตัว และสล็อตบรรจุไอซี

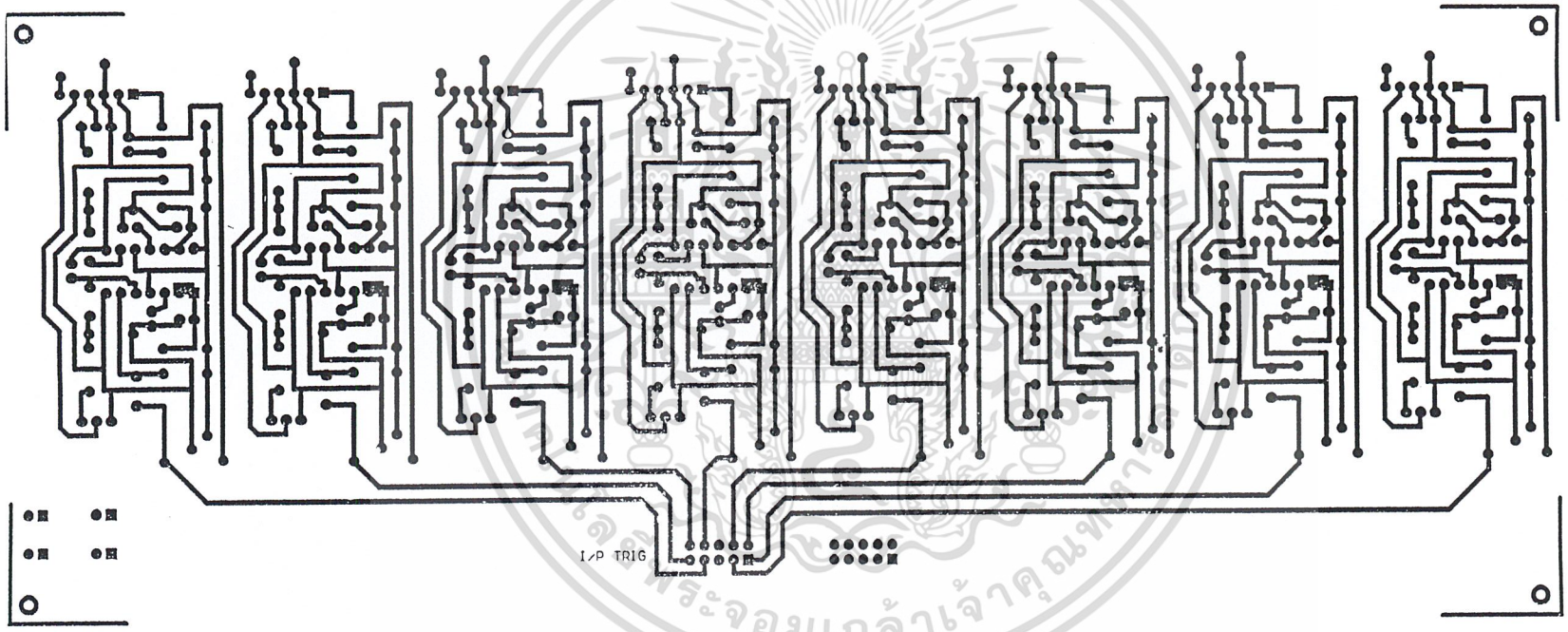


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

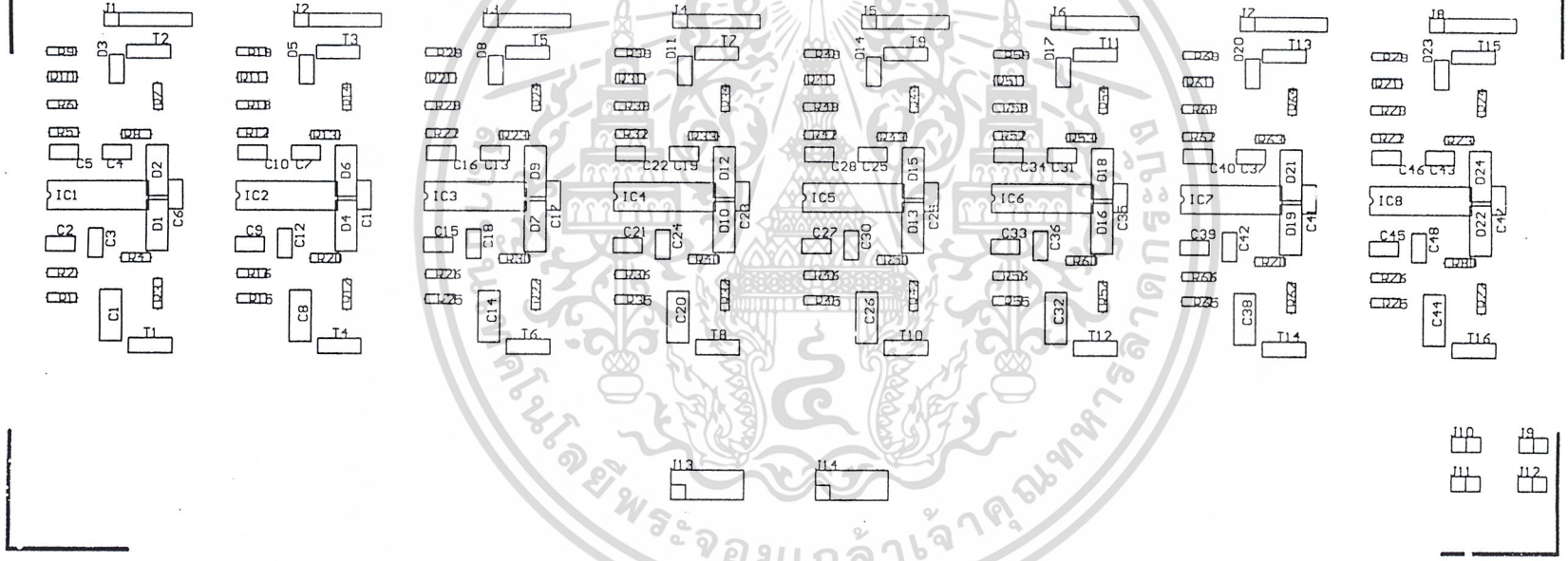
รูปที่ ค.15 การวางอุปกรณ์ของวงจรจ่ายไอซีที่ประกอบด้วยโซลีนอยด์ 2 ตัว และสล็อตบรรจุไอซี



รูปที่ ค.16 ลายวงจรด้านบนของวงจรควบคุมโซลีนอยด์ ย่อขนาด 80%



รูปที่ ค.17 ลายวงจรด้านล่างของวงจรควบคุมโซลีนอยด์ ย่อขนาด 80%



รูปที่ ค.18 การวางอุปกรณ์ของวงจรควบคุมโซลีนอยด์

ภาคผนวก ง

รายการอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการอุปกรณ์

วงจรภาคจ่ายไฟของวงจรควบคุม +5V

หม้อแปลง 12V/2A	1	ตัว
ไดโอดบริดจ์ขนาด 3 A	1	ตัว
ฟิวส์ 1A	1	ตัว
ตัวเก็บประจุชนิดเซรามิค 0.1uF	4	ตัว
ตัวเก็บประจุชนิดอิเลคโตรไลต์ 4,700 uF / 50 V	2	ตัว
ตัวเก็บประจุชนิดอิเลคโตรไลต์ 10 uF / 50 V	2	ตัว
ไอซีเรกูเลตเบอร์ UC7805	2	ตัว

วงจรภาคจ่ายไฟของวงจรควบคุมโซลีนอยด์ +30V

หม้อแปลง 30V/2A	1	ตัว
ไดโอดบริดจ์ขนาด 3 A	1	ตัว
ฟิวส์ 2A	1	ตัว
ตัวเก็บประจุชนิดเซรามิค 0.1uF	1	ตัว
ตัวเก็บประจุชนิดอิเลคโตรไลต์ 10,000 uF / 50 V	2	ตัว

วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการจ่าย โซลีนอยด์

ไอซีเบอร์ AT89C51	1	ตัว
ไอซีเบอร์ 74244	2	ตัว
ไอซีเบอร์ 75716A	1	ตัว
ไอซีเบอร์ 7404	1	ตัว
ตัวเก็บประจุชนิดเซรามิค 30 pF	2	ตัว
ตัวเก็บประจุชนิดอิเลคโตรไลต์ 10 uF / 16 V	1	ตัว
ตัวต้านทาน 4.7 KΩ	4	ตัว
ตัวต้านทาน 1.8 KΩ	1	ตัว
ทรานซิสเตอร์เบอร์ BC550	1	ตัว
ทรานซิสเตอร์เบอร์ BC560	1	ตัว
ไดโอดเปล่งแสง	2	ตัว
ไดโอดเบอร์ 1N4148	1	ตัว
สวิทช์	1	ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คริสตอล 11.059 MHz	1	ตัว
วงจรควบคุมการจ่ายไอซี		
ไอซีเบอร์ LM556C	1	ตัว
ตัวต้านทาน 2 KΩ	2	ตัว
ตัวต้านทาน 1.2 MΩ	2	ตัว
ตัวต้านทาน 10 Ω	2	ตัว
ตัวต้านทาน 680 Ω	2	ตัว
ตัวเก็บประจุชนิดเซรามิค 0.1 uF	4	ตัว
ตัวเก็บประจุชนิดเซรามิค 0.01 uF	2	ตัว
ไดโอดเปล่งแสง	2	ตัว
ทรานซิสเตอร์เบอร์ 2SC458	2	ตัว
ไดโอดเบอร์ 1N4001	2	ตัว
โซลีนอยด์ 24V	2	ตัว
โฟโต้ไดโอด	1	ตัว
อินฟราเรด	1	ตัว
วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์หลัก		
ไอซีเบอร์ AT89C8252	1	ตัว
ไอซีเบอร์ SN75176	1	ตัว
ไอซีเบอร์ 74LS373	1	ตัว
ไอซีเบอร์ 6264	1	ตัว
ตัวเก็บประจุชนิดเซรามิค 30 pF	2	ตัว
ตัวเก็บประจุชนิดอิเลคโตรไลต์ 10uF / 16 V	1	ตัว
ตัวเก็บประจุชนิดเซรามิค 15 pF	2	ตัว
คริสตอล 11.059 MHz	1	ตัว
ไดโอดเปล่งแสง	2	ตัว
ตัวต้านทาน 4.7 KΩ	4	ตัว
ตัวต้านทาน(RPACK) 10 KΩ	1	ตัว
ตัวต้านทาน 1.8 KΩ	1	ตัว
ตัวต้านทาน 5 KΩ	2	ตัว
ตัวต้านทาน 120 Ω	1	ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวต้านทานปรับค่าได้ 10 KΩ	1	ตัว
สวิทช์	1	ตัว
ทรานซิสเตอร์เบอร์ BC550	1	ตัว
ทรานซิสเตอร์เบอร์ BC560	1	ตัว
ไดโอดเบอร์ 1N4007	1	ตัว
ไดโอดเบอร์ 1N4148	1	ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

คู่มือประกอบการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือประกอบการใช้งาน
เครื่องเบิกจ่ายไอซีอัตโนมัติ

1. บทนำ

เครื่องเบิกจ่ายไอซีอัตโนมัตินี้สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการเบิกจ่ายไอซีของนักศึกษา ที่จำเป็นต้องใช้ ไอซีเบอร์ต่างๆ โดยกำหนดให้แต่ละคนสามารถเบิกได้จำนวนครั้งละเท่าใดในแต่ละเบอร์ และเบอร์ไหนบ้างโดยเครื่องจ่ายไอซีอัตโนมัตินี้ประกอบด้วยส่วนแสดงผล แอลซีดี ส่วนรับข้อมูล คือ ส่วนบาร์โค้ด และคีย์เมตริกซ์สวิตช์ และส่วนการจ่ายไอซี ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

1) สามารถจ่ายไอซีแบบอัตโนมัติได้ทั้งหมด 16 เบอร์
2) สามารถแสดงผลสถานะทางจอ แอลซีดี
3) สามารถเปลี่ยนข้อมูลนักศึกษาที่สามารถเบิกโดยผู้ดูแลเครื่องจ่ายไอซีอัตโนมัติ
4) สามารถพัฒนาเปลี่ยนแปลงไอซีได้ตามขนาดความยาวของไอซี
5) เครื่องจ่ายไอซีอัตโนมัติสามารถจ่ายไอซีได้จริง

2. ส่วนประกอบ และอุปกรณ์

1) ส่วนแสดงผล แอลซีดี
2) ส่วนของการรับข้อมูล ประกอบไปด้วย คีย์สวิตช์ และ ตัวอ่านบาร์โค้ด
3) ส่วนของการจ่ายไอซี คือ สล็อตใส่ไอซีแต่ละขนาดและการติดตั้งโซลินอยด์

3. หน้าที่การทำงานพิเศษ

1) ส่วนแสดงผล แอลซีดี ทำหน้าที่แสดงผลขณะใช้งาน เช่นการกดคีย์ การรูดบัตรนักศึกษาและการทำงานของเครื่องจ่ายไอซี

2) ส่วนของการรับข้อมูล ทำหน้าที่รับข้อมูลจากผู้ใช้ เช่น บาร์โค้ดรับข้อมูลจากการรูดบัตรนักศึกษา คีย์เมตริกซ์สวิตช์ รับข้อมูลจากการกดคีย์

3) ส่วนของการจ่ายไอซี ทำหน้าที่ในการจ่ายไอซี ตามที่ผู้ใช้ต้องการซึ่งแต่ละเบอร์จะจ่ายไอซีได้ไม่เกิน 2 ตัว

4) การติดตั้งและการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการติดตั้งจะต้องติดตั้งไว้ ในส่วนที่ผู้รับผิดชอบเครื่อง สามารถดูแลได้ง่าย และไม่เกะกะขวางทางเดิน สามารถจัดไว้ในห้องที่นักศึกษาใช้งานเกี่ยวกับไอซีบ่อยๆ ซึ่งเพิ่มความสะดวกกับผู้ใช้

4. การใช้งานเครื่องจ่ายไอซีอัตโนมัติ

1) เปิดเครื่อง

2) กด 1 เพื่อเข้าสู่โหมดการเบิกไอซี

3) รูดบัตรนักศึกษาที่เครื่องอ่านบาร์โค้ด

4) กดรหัส 4 ตัวของผู้ใช้บัตร

5) กดหมายเลขของเบอร์ไอซีที่ต้องการ (1-16)

6) กดจำนวนไอซีที่ต้องการแต่ไม่เกิน 2 ตัว

7) รับไอซีที่ช่องรับไอซี

5. การใช้งานในโหมดของผู้ควบคุมเครื่องจ่ายไอซีอัตโนมัติ

1) เปิดเครื่อง

2) กดรหัส 4 ตัวของผู้คุมเครื่อง เมื่อเริ่มต้นเปิดเครื่องรหัสจะเป็น “1234” แล้วกด “*” Enter

รูปที่ จ.1 แสดงผลหน้าจอ แอลซีดี เมื่อเปิดเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) เมื่อป้อนรหัสผ่านหน้าจอแสดงผล แอลซีดี จะแสดงโหมดการทำงาน 4 โหมด คือ

3.1) Check Code เป็นโหมดที่กดเข้าไปเพื่อดูว่ามีนักศึกษารหัสไหนบ้าง สามารถใช้เครื่องได้ที่หน่วยความจำที่เท่าไหร่ แล้วทำการป้อนหมายเลขหน่วยความจำที่ต้องการดูข้อมูลที่เป็นรหัสนักศึกษา ในที่นี้มีหน่วยความจำ 1-5 เมื่อกดแล้วจะแสดงรหัสที่อยู่ในหน่วยความจำนั้น

รูปที่ จ.2 แสดงผลหน้าจอ แอลซีดี เมื่อกดรหัสผ่าน

3.2) Add New Code เป็นโหมดที่ใช้ในการเพิ่มหรือแก้ไขข้อมูลในหน่วยความจำที่ 1-5 เพื่อเปลี่ยนแปลงข้อมูลของผู้ใช้ที่สามารถเบิกไอซีได้ โดยเมื่อกด 2 ที่โหมด Edit จอจะแสดงผลดังรูปที่

แล้วทำการกดหน่วยความจำที่ต้องการแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลง รหัสนักศึกษา จากนั้นจอแสดงผลจะสั่งให้ทำการรูดบัตรนักศึกษาเพื่อเก็บข้อมูลรหัสไว้ที่หน่วยความจำ แล้วกด "*" จากนั้นจอแสดงผลจะกลับมาที่โหมด Edit

3.3) NEW PASSWORD เป็นโหมดที่ใช้ในการเปลี่ยนรหัสใช้งานผู้ควบคุมเครื่องซึ่งจะเก็บไว้ที่หน่วยความจำ แต่เมื่อปิดเครื่องแล้วเปิดใหม่เครื่องจะกลับไปที่รหัสเดิมคือ "1234"

เมื่อกด "3" จอแสดงผล แอลซีดี จะสั่งให้ทำการป้อนรหัสใหม่ 4 ตัว แล้วกด Enter จากนั้นจะให้กดรหัสเดิมเพื่อเป็นการยืนยันถ้ากดผิดเครื่องจะบอกว่ารหัสไม่ถูกต้อง หรือไม่ แอลซีดี จะกลับไปแสดงผลที่โหมด EDIT อีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ จ.3 แสดงผลหน้าจอ แอลซีดี เมื่อกดหมายเลขหน่วยความจำที่ต้องการตรวจสอบ

รูปที่ จ.4 แสดงผลหน้าจอ แอลซีดี เมื่อกดหมายเลขที่ต้องการบันทึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ จ.5 แสดงโหมดการเปลี่ยนแปลงรหัสใช้งานผู้ควบคุมเครื่อง

รูปที่ จ.6 แสดงผลหน้าจอ แอลซีดี เมื่อกดรหัสเพื่อยืนยันรหัสใหม่

นั่นแสดงว่ารหัสไม่ได้ถูกเก็บไว้แล้ว เมื่อต้องการเข้าที่โหมด EDIT อีกครั้งก็ต้องป้อนรหัสใหม่จึงจะใช้งานได้

3.4) Exit เป็นโหมดที่ใช้ในการกลับไป ยังหน้าจอหลัก โดยการกด 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. การตรวจซ่อมและแก้ไข

แนวทางการแก้ไขนี้เป็นเพียงการแก้ไขเบื้องต้น หากมีปัญหานอกเหนือจากคู่มือนี้ ให้ติดต่อผู้ชำนาญเท่านั้น ไม่ควรแก้ไขเอง โดยเด็ดขาด

1) เมื่อเสียบปลั๊ก และเปิดสวิตช์แล้ว ไม่มีอะไรเกิดขึ้น หรือ แอลซีดี ไม่ติด

การแก้ไข

- ตรวจสอบว่ามีไฟฟ้ามาปรกติหรือไม่
- ตรวจสอบว่าปลั๊กไฟฟ้าอยู่ในสภาพสมบูรณ์หรือเปล่า และเสียบเข้าที่ถูกต้องหรือไม่

2) เมื่อเสียบปลั๊กและเปิดสวิตช์ไฟแล้ว แอลซีดี ไม่ติด

การแก้ไข

- ถอดปลั๊กออกแล้วเสียบใหม่อีกครั้ง
- ถ้ายังไม่มีการเปลี่ยนแปลง ให้กดสวิตช์ Reset ที่แผงวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ

รายละเอียด และคุณสมบัติของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Features

- Compatible with MCS-51™ Products
- 8K Bytes of In-System Reprogrammable Downloadable Flash Memory
  - SPI Serial Interface for Program Downloading
  - Endurance: 1,000 Write/Erase Cycles
- 2K Bytes EEPROM
  - Endurance: 100,000 Write/Erase Cycles
- 4.0V to 6V Operating Range
- Fully Static Operation: 0 Hz to 24 MHz
- Three-Level Program Memory Lock
- 256 x 8-bit Internal RAM
- 32 Programmable I/O Lines
- Three 16-bit Timer/Counters
- Nine Interrupt Sources
- Programmable UART Serial Channel
- SPI Serial Interface
- Low Power Idle and Power Down Modes
- Interrupt Recovery From Power Down
- Programmable Watchdog Timer
- Dual Data Pointer
- Power Off Flag

Description

The AT89S8252 is a low-power, high-performance CMOS 8-bit microcomputer with 8K bytes of Downloadable Flash programmable and erasable read only memory and 2K bytes of EEPROM. The device is manufactured using Atmel's high density nonvolatile memory technology and is compatible with the industry standard 80C51 instruction set and pinout. The on-chip Downloadable Flash allows the program memory to be reprogrammed in-system through an SPI serial interface or by a conventional nonvolatile memory programmer. By combining a versatile 8-bit CPU with Downloadable Flash on a monolithic chip, the Atmel AT89S8252 is a powerful microcomputer which provides a highly flexible and cost effective solution to many embedded control applications.

The AT89S8252 provides the following standard features: 8K bytes of Downloadable Flash, 2K bytes of EEPROM, 256 bytes of RAM, 32 I/O lines, programmable watchdog timer, two Data Pointers, three 16-bit timer/counters, a six-vector two-level interrupt architecture, a full duplex serial port, on-chip oscillator, and clock circuitry. In addition, the AT89S8252 is designed with static logic for operation down to zero frequency and supports two software selectable power saving modes. The Idle Mode stops the CPU while allowing the RAM, timer/counters, serial port, and interrupt system to continue functioning. The Power Down Mode saves the RAM contents but freezes the oscillator, disabling all other chip functions until the next interrupt or hardware reset.

The Downloadable Flash can be changed a single byte at a time and is accessible through the SPI serial interface. Holding RESET active forces the SPI bus into a serial programming interface and allows the program memory to be written to or read from unless Lock Bit 2 has been activated.

ATMEL

8-Bit Microcontroller with 8K Bytes Flash

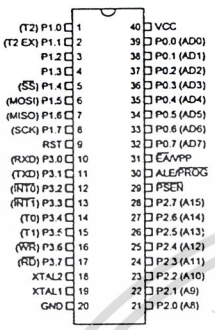
AT89S8252

0401D-A-12/97

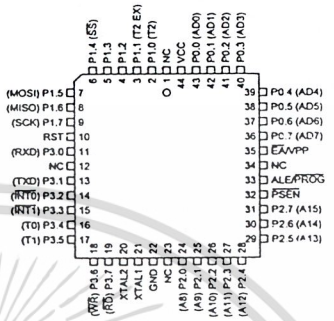
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pin Configurations

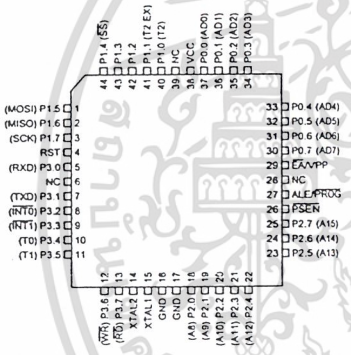
PDIP



PLCC



PQFP/TQFP



Pin Description

V_{CC}
Supply voltage.

GND
Ground.

Port 0
Port 0 is an 8-bit open drain bidirectional I/O port. As an output port, each pin can sink eight TTL inputs. When 1s are written to port 0 pins, the pins can be used as high-impedance inputs.

Port 0 can also be configured to be the multiplexed low-order address/data bus during accesses to external program and data memory. In this mode, P0 has internal pullups.

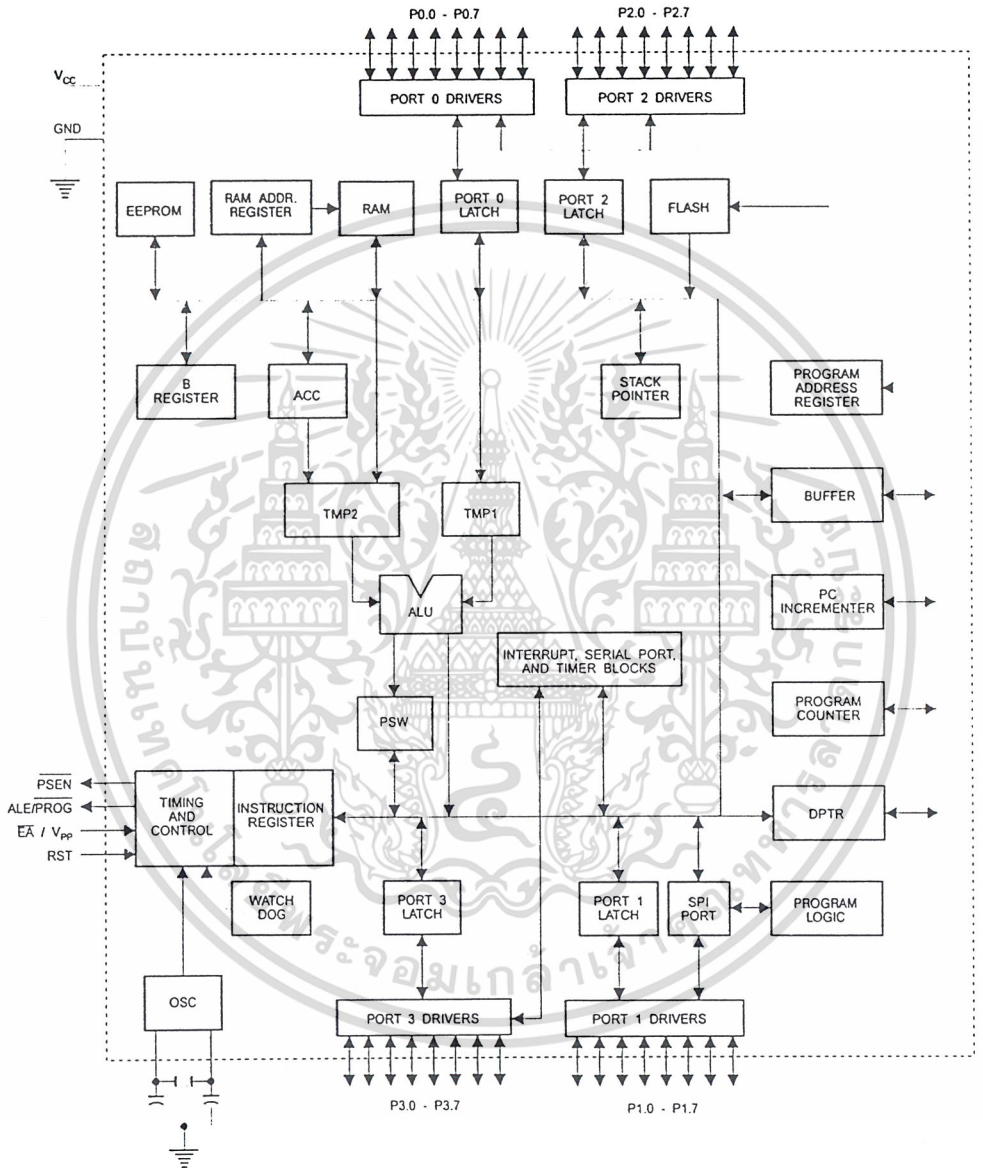
Port 0 also receives the code bytes during Flash programming and outputs the code bytes during program verification. External pullups are required during program verification.

Port 1
Port 1 is an 8-bit bidirectional I/O port with internal pullups. The Port 1 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 1 pins, they are pulled high by the internal pullups and can be used as inputs. As inputs, Port 1 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the internal pullups.

Some Port 1 pins provide additional functions. P1.0 and P1.1 can be configured to be the timer/counter 2 external count input (P1.0/T2) and the timer/counter 2 trigger input (P1.1/T2EX), respectively.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Block Diagram



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Furthermore, P1.4, P1.5, P1.6, and P1.7 can be configured as the SPI slave port select, data input/output and shift clock input/output pins as shown in the following table.

Port Pin	Alternate Functions
P1.0	T2 (external count input to Timer/Counter 2), clock-out
P1.1	T2EX (Timer/Counter 2 capture/reload trigger and direction control)
P1.4	$\overline{SS}$ (Slave port select input)
P1.5	MOSI (Master data output, slave data input pin for SPI channel)
P1.6	MISO (Master data input, slave data output pin for SPI channel)
P1.7	SCK (Master clock output, slave clock input pin for SPI channel)

Port 1 also receives the low-order address bytes during Flash programming and verification.

Port 2

Port 2 is an 8-bit bidirectional I/O port with internal pullups. The Port 2 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 2 pins, they are pulled high by the internal pullups and can be used as inputs. As inputs, Port 2 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the internal pullups.

Port 2 emits the high-order address byte during fetches from external program memory and during accesses to external data memory that use 16-bit addresses (MOVX @ DPTR). In this application, Port 2 uses strong internal pullups when emitting 1s. During accesses to external data memory that use 8-bit addresses (MOVX @ RI), Port 2 emits the contents of the P2 Special Function Register.

Port 2 also receives the high-order address bits and some control signals during Flash programming and verification.

Port 3

Port 3 is an 8 bit bidirectional I/O port with internal pullups. The Port 3 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 3 pins, they are pulled high by the internal pullups and can be used as inputs. As inputs, Port 3 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the pullups.

Port 3 also serves the functions of various special features of the AT89S8252, as shown in the following table.

Port 3 also receives some control signals for Flash programming and verification.

Port Pin	Alternate Functions
P3.0	RXD (serial input port)
P3.1	TXD (serial output port)
P3.2	$\overline{INT0}$ (external interrupt 0)
P3.3	$\overline{INT1}$ (external interrupt 1)
P3.4	T0 (timer 0 external input)
P3.5	T1 (timer 1 external input)
P3.6	$\overline{WR}$ (external data memory write strobe)
P3.7	$\overline{RD}$ (external data memory read strobe)

RST

Reset input. A high on this pin for two machine cycles while the oscillator is running resets the device.

ALE/$\overline{PROG}$

Address Latch Enable is an output pulse for latching the low byte of the address during accesses to external memory. This pin is also the program pulse input ($\overline{PROG}$) during Flash programming.

In normal operation, ALE is emitted at a constant rate of 1/6 the oscillator frequency and may be used for external timing or clocking purposes. Note, however, that one ALE pulse is skipped during each access to external data memory.

If desired, ALE operation can be disabled by setting bit 0 of SFR location 8EH. With the bit set, ALE is active only during a MOVX or MOVC instruction. Otherwise, the pin is weakly pulled high. Setting the ALE-disable bit has no effect if the microcontroller is in external execution mode.

$\overline{PSEN}$

Program Store Enable is the read strobe to external program memory.

When the AT89S8252 is executing code from external program memory, $\overline{PSEN}$ is activated twice each machine cycle, except that two $\overline{PSEN}$ activations are skipped during each access to external data memory.

$\overline{EA}$/V_{PP}

External Access Enable. $\overline{EA}$ must be strapped to GND in order to enable the device to fetch code from external program memory locations starting at 0000H up to FFFFH. Note, however, that if lock bit 1 is programmed, $\overline{EA}$ will be internally latched on reset.

$\overline{EA}$ should be strapped to V_{CC} for internal program executions. This pin also receives the 12-volt programming enable voltage (V_{PP}) during Flash programming when 12-volt programming is selected.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

XTAL1
Input to the inverting oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.

XTAL2
Output from the inverting oscillator amplifier.

Special Function Registers

A map of the on-chip memory area called the Special Function Register (SFR) space is shown in Table 1.

Note that not all of the addresses are occupied, and unoccupied addresses may not be implemented on the chip. Read accesses to these addresses will in general return random data, and write accesses will have an indeterminate effect.

Table 1. AT89S8252 SFR Map and Reset Values

0F8H									0FFH
0F0H	B 00000000								0F7H
0E8H									0EFH
0E0H	ACC 00000000								0E7H
0D8H									0DFH
0D0H	PSW 00000000					SPCR 000001XX			0D7H
0C8H	T2CON 00000000	T2MOD XXXXXX00	RCAP2L 00000000	RCAP2H 00000000	TL2 00000000	TH2 00000000			0CFH
0C0H									0C7H
0B8H	IP XX000000								0BFH
0B0H	P3 11111111								0B7H
0A8H	IE 0X000000		SPSR 00XXXXXX						0AFH
0A0H	P2 11111111								0A7H
98H	SCON 00000000	SBUF XXXXXXXX							9FH
90H	P1 11111111						WMCON 00000010		97H
88H	TCON 00000000	TMOD 00000000	TL0 00000000	TL1 00000000	TH0 00000000	TH1 00000000			8FH
80H	P0 11111111	SP 00000111	DP0L 00000000	DP0H 00000000	DP1L 00000000	DP1H 00000000	SPDR XXXXXXXX	PCON 0XXX0000	87H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

User software should not write 1s to these unlisted locations, since they may be used in future products to invoke new features. In that case, the reset or inactive values of the new bits will always be 0.

Timer 2 Registers Control and status bits are contained in registers T2CON (shown in Table 2) and T2MOD (shown in Table 9) for Timer 2. The register pair (RCAP2H, RCAP2L) are the Capture/Reload registers for Timer 2 in 16 bit capture mode or 16-bit auto-reload mode.

Watchdog and Memory Control Register The WMCON register contains control bits for the Watchdog Timer (shown in Table 3). The EEMEN and EEMWE bits are used to select the 2K bytes on-chip EEPROM, and to enable byte-write. The DPS bit selects one of two DPTR registers available.

SPI Registers Control and status bits for the Serial Peripheral Interface are contained in registers SPCR (shown in Table 4) and SPSR (shown in Table 5). The SPI data bits are contained in the SPDR register. Writing the SPI data register during serial data transfer sets the Write Collision bit, WCOL, in the SPSR register. The SPDR is double buffered for writing and the values in SPDR are not changed by Reset.

Interrupt Registers The global interrupt enable bit and the individual interrupt enable bits are in the IE register. In addition, the individual interrupt enable bit for the SPI is in the SPCR register. Two priorities can be set for each of the six interrupt sources in the IP register.

Table 2. T2CON—Timer/Counter 2 Control Register

T2CON Address = 0C8H — Reset Value = 0000 0000B

Bit Addressable

	TF2	EXF2	RCLK	TCLK	EXEN2	TR2	C/$\overline{T2}$	CP/$\overline{RL2}$
Bit	7	6	5	4	3	2	1	0

Symbol	Function
TF2	Timer 2 overflow flag set by a Timer 2 overflow and must be cleared by software. TF2 will not be set when either RCLK = 1 or TCLK = 1.
EXF2	Timer 2 external flag set when either a capture or reload is caused by a negative transition on T2EX and EXEN2 = 1. When Timer 2 interrupt is enabled, EXF2 = 1 will cause the CPU to vector to the Timer 2 interrupt routine. EXF2 must be cleared by software. EXF2 does not cause an interrupt in up/down counter mode (DCEN = 1).
RCLK	Receive clock enable. When set, causes the serial port to use Timer 2 overflow pulses for its receive clock in serial port Modes 1 and 3. RCLK = 0 causes Timer 1 overflows to be used for the receive clock.
TCLK	Transmit clock enable. When set, causes the serial port to use Timer 2 overflow pulses for its transmit clock in serial port Modes 1 and 3. TCLK = 0 causes Timer 1 overflows to be used for the transmit clock.
EXEN2	Timer 2 external enable. When set, allows a capture or reload to occur as a result of a negative transition on T2EX if Timer 2 is not being used to clock the serial port. EXEN2 = 0 causes Timer 2 to ignore events at T2EX.
TR2	Start/Stop control for Timer 2. TR2 = 1 starts the timer.
C/$\overline{T2}$	Timer or counter select for Timer 2. C/$\overline{T2}$ = 0 for timer function. C/$\overline{T2}$ = 1 for external event counter (falling edge triggered).
CP/$\overline{RL2}$	Capture/Reload select. CP/$\overline{RL2}$ = 1 causes captures to occur on negative transitions at T2EX if EXEN2 = 1. CP/$\overline{RL2}$ = 0 causes automatic reloads to occur when Timer 2 overflows or negative transitions occur at T2EX when EXEN2 = 1. When either RCLK or TCLK = 1, this bit is ignored and the timer is forced to auto-reload on Timer 2 overflow.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Dual Data Pointer Registers To facilitate accessing both internal EEPROM and external data memory, two banks of 16 bit Data Pointer Registers are provided: DP0 at SFR address locations 82H-83H and DP1 at 84H-85H. Bit DPS = 0 in SFR WMCON selects DP0 and DPS = 1 selects DP1. The user should always initialize the DPS bit to the appropriate value before accessing the respective Data Pointer Register.

Power Off Flag The Power Off Flag (POF) is located at bit_4 (PCON.4) in the PCON SFR. POF is set to "1" during power up. It can be set and reset under software control and is not affected by RESET.

Table 3. WMCON—Watchdog and Memory Control Register

WMCON Address = 96H — Reset Value = 0000 0010B

Bit	PS2	PS1	PS0	EEMWE	EEMEN	DPS	WDTRST	WDTEN
	7	6	5	4	3	2	1	0

Symbol	Function
PS2 PS1 PS0	Prescaler Bits for the Watchdog Timer. When all three bits are set to "0", the watchdog timer has a nominal period of 16 ms. When all three bits are set to "1", the nominal period is 2048 ms.
EEMWE	EEPROM Data Memory Write Enable Bit. Set this bit to "1" before initiating byte write to on-chip EEPROM with the MOVX instruction. User software should set this bit to "0" after EEPROM write is completed.
EEMEN	Internal EEPROM Access Enable. When EEMEN = 1, the MOVX instruction with DPTR will access on-chip EEPROM instead of external data memory. When EEMEN = 0, MOVX with DPTR accesses external data memory.
DPS	Data Pointer Register Select. DPS = 0 selects the first bank of Data Pointer Register, DP0, and DPS = 1 selects the second bank, DP1
WDTRST RDY/$\overline{BSY}$	Watchdog Timer Reset and EEPROM Ready/$\overline{Busy}$ Flag. Each time this bit is set to "1" by user software, a pulse is generated to reset the watchdog timer. The WDTRST bit is then automatically reset to "0" in the next instruction cycle. The WDTRST bit is Write-Only. This bit also serves as the RDY/$\overline{BSY}$ flag in a Read-Only mode during EEPROM write. RDY/$\overline{BSY}$ = 1 means that the EEPROM is ready to be programmed. While programming operations are being executed, the RDY/$\overline{BSY}$ bit equals "0" and is automatically reset to "1" when programming is completed.
WDTEN	Watchdog Timer Enable Bit. WDTEN = 1 enables the watchdog timer and WDTEN = 0 disables the watchdog timer.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4. SPCR—SPI Control Register

SPCR Address = D5H — Reset Value = 0000 01XXB

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
	SPIE	SPE	DORD	MSTR	CPOL	CPHA	SPR1	SPR0

Symbol	Function
SPIE	SPI Interrupt Enable. This bit, in conjunction with the ES bit in the IE register, enables SPI interrupts: SPIE = 1 and ES = 1 enable SPI interrupts. SPIE = 0 disables SPI interrupts.
SPE	SPI Enable. SPI = 1 enables the SPI channel and connects $\overline{SS}$, MOSI, MISO and SCK to pins P1.4, P1.5, P1.6, and P1.7. SPI = 0 disables the SPI channel.
DORD	Data Order. DORD = 1 selects LSB first data transmission. DORD = 0 selects MSB first data transmission.
MSTR	Master/Slave Select. MSTR = 1 selects Master SPI mode. MSTR = 0 selects Slave SPI mode.
CPOL	Clock Polarity. When CPOL = 1, SCK is high when idle. When CPOL = 0, SCK of the master device is low when not transmitting. Please refer to figure on SPI Clock Phase and Polarity Control.
CPHA	Clock Phase. The CPHA bit together with the CPOL bit controls the clock and data relationship between master and slave. Please refer to figure on SPI Clock Phase and Polarity Control.
SPR0 SPR1	SPI Clock Rate Select. These two bits control the SCK rate of the device configured as master. SPR1 and SPR0 have no effect on the slave. The relationship between SCK and the oscillator frequency, $F_{osc.}$, is as follows: SPR1 SPR0 SCK = $F_{osc.}$ divided by 0 0 4 0 1 16 1 0 64 1 1 128

Table 5. SPSR—SPI Status Register

SPSR Address = AAH — Reset Value = 00XX XXXXB

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
	SPIF	WCOL	—	—	—	—	—	—

Symbol	Function
SPIF	SPI Interrupt Flag. When a serial transfer is complete, the SPIF bit is set and an interrupt is generated if SPIE = 1 and ES = 1. The SPIF bit is cleared by reading the SPI status register with SPIF and WCOL bits set, and then accessing the SPI data register.
WCOL	Write Collision Flag. The WCOL bit is set if the SPI data register is written during a data transfer. During data transfer the result of reading the SPDR register may be incorrect, and writing to it has no effect. The WCOL bit (and the SPIF bit) are cleared by reading the SPI status register with SPIF and WCOL set, and then accessing the SPI data register.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 6. SPDR—SPI Data Register

SPDR Address = 86H — Reset Value = unchanged

Bit	SPD7	SPD6	SPD5	SPD4	SPD3	SPD2	SPD1	SPD0
	7	6	5	4	3	2	1	0

Data Memory—EEPROM and RAM

The AT89S8252 implements 2K bytes of on-chip EEPROM for data storage and 256 bytes of RAM. The upper 128 bytes of RAM occupy a parallel space to the Special Function Registers. That means the upper 128 bytes have the same addresses as the SFR space but are physically separate from SFR space.

When an instruction accesses an internal location above address 7FH, the address mode used in the instruction specifies whether the CPU accesses the upper 128 bytes of RAM or the SFR space. Instructions that use direct addressing access SFR space.

For example, the following direct addressing instruction accesses the SFR at location 0A0H (which is P2).

```
MOV 0A0H, #data
```

Instructions that use indirect addressing access the upper 128 bytes of RAM. For example, the following indirect addressing instruction, where R0 contains 0A0H, accesses the data byte at address 0A0H, rather than P2 (whose address is 0A0H).

```
MOV @R0, #data
```

Note that stack operations are examples of indirect addressing, so the upper 128 bytes of data RAM are available as stack space.

The on-chip EEPROM data memory is selected by setting the EEMEN bit in the WMCON register at SFR address location 96H. The EEPROM address range is from 000H to 7FFH. The MOVX instructions are used to access the EEPROM. To access off-chip data memory with the MOVX instructions, the EEMEN bit needs to be set to "0".

The EEMWE bit in the WMCON register needs to be set to "1" before any byte location in the EEPROM can be written. User software should reset EEMWE bit to "0" if no further EEPROM write is required. EEPROM write cycles in the serial programming mode are self-timed and typically take 2.5 ms. The progress of EEPROM write can be monitored by reading the RDY/$\overline{BSY}$ bit (read-only) in SFR WMCON. RDY/$\overline{BSY}$ = 0 means programming is still in progress and RDY/$\overline{BSY}$ = 1 means EEPROM write cycle is completed and another write cycle can be initiated.

In addition, during EEPROM programming, an attempted read from the EEPROM will fetch the byte being written with the MSB complemented. Once the write cycle is completed, true data are valid at all bit locations.

Programmable Watchdog Timer

The programmable Watchdog Timer (WDT) operates from an independent oscillator. The prescaler bits, PS0, PS1 and PS2 in SFR WMCON are used to set the period of the Watchdog Timer from 16 ms to 2048 ms. The available timer periods are shown in the following table and the actual timer periods (at V_{CC} = 5V) are within ±30% of the nominal.

The WDT is disabled by Power-on Reset and during Power Down. It is enabled by setting the WDTEN bit in SFR WMCON (address = 96H). The WDT is reset by setting the WDTRST bit in WMCON. When the WDT times out without being reset or disabled, an internal RST pulse is generated to reset the CPU.

Table 7. Watchdog Timer Period Selection

WDT Prescaler Bits			Period (nominal)
PS2	PS1	PS0	
0	0	0	16 ms
0	0	1	32 ms
0	1	0	64 ms
0	1	1	128 ms
1	0	0	256 ms
1	0	1	512 ms
1	1	0	1024 ms
1	1	1	2048 ms

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Timer 0 and 1

Timer 0 and Timer 1 in the AT89S8252 operate the same way as Timer 0 and Timer 1 in the AT89C51, AT89C52 and AT89C55. For further information, see the October 1995 Microcontroller Data Book, page 2-45, section titled, "Timer/Counters."

Timer 2

Timer 2 is a 16 bit Timer/Counter that can operate as either a timer or an event counter. The type of operation is selected by bit C/$\overline{T2}$ in the SFR T2CON (shown in Table 2). Timer 2 has three operating modes: capture, auto-reload (up or down counting), and baud rate generator. The modes are selected by bits in T2CON, as shown in Table 8.

Timer 2 consists of two 8-bit registers, TH2 and TL2. In the Timer function, the TL2 register is incremented every machine cycle. Since a machine cycle consists of 12 oscillator periods, the count rate is 1/12 of the oscillator frequency.

In the Counter function, the register is incremented in response to a 1-to-0 transition at its corresponding external input pin, T2. In this function, the external input is sampled during S5P2 of every machine cycle. When the samples show a high in one cycle and a low in the next cycle, the count is incremented. The new count value appears in the register during S3P1 of the cycle following the one in which the transition was detected. Since two machine cycles (24 oscillator periods) are required to recognize a 1-to-0 transition, the maximum count rate is 1/24 of the oscillator frequency. To ensure that a given level is sampled at least once before it changes, the level should be held for at least one full machine cycle.

Table 8. Timer 2 Operating Modes

RCLK + TCLK	CP/$\overline{RL2}$	TR2	MODE
0	0	1	16-bit Auto-Reload
0	1	1	16-bit Capture
1	X	1	Baud Rate Generator
X	X	0	(Off)

Capture Mode

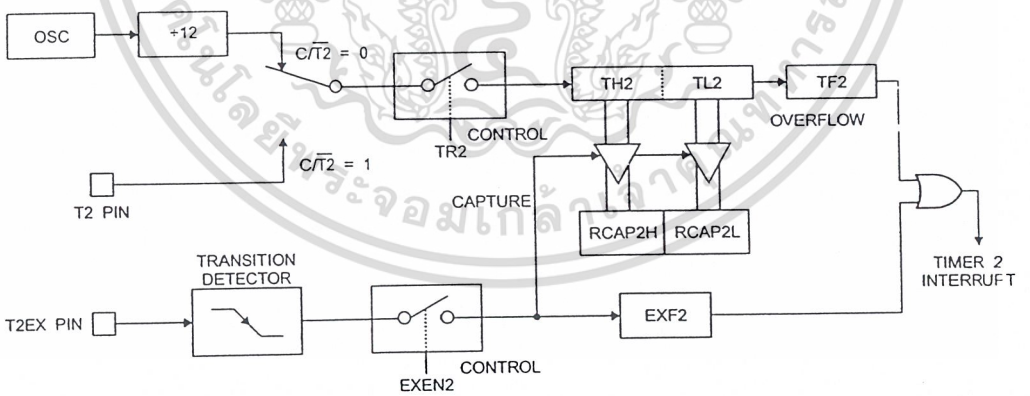
In the capture mode, two options are selected by bit EXEN2 in T2CON. If EXEN2 = 0, Timer 2 is a 16 bit timer or counter which upon overflow sets bit TF2 in T2CON. This bit can then be used to generate an interrupt. If EXEN2 = 1, Timer 2 performs the same operation, but a 1-to-0 transition at external input T2EX also causes the current value in TH2 and TL2 to be captured into RCAP2H and RCAP2L, respectively. In addition, the transition at T2EX causes bit EXF2 in T2CON to be set. The EXF2 bit, like TF2, can generate an interrupt. The capture mode is illustrated in Figure 1.

Auto-Reload (Up or Down Counter)

Timer 2 can be programmed to count up or down when configured in its 16 bit auto-reload mode. This feature is invoked by the DCEN (Down Counter Enable) bit located in the SFR T2MOD (see Table 9). Upon reset, the DCEN bit is set to 0 so that timer 2 will default to count up. When DCEN is set, Timer 2 can count up or down, depending on the value of the T2EX pin.

Figure 2 shows Timer 2 automatically counting up when DCEN = 0. In this mode, two options are selected by bit EXEN2 in T2CON. If EXEN2 = 0, Timer 2 counts up to

Figure 1. Timer 2 in Capture Mode



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0FFFFH and then sets the TF2 bit upon overflow. The overflow also causes the timer registers to be reloaded with the 16 bit value in RCAP2H and RCAP2L. The values in RCAP2H and RCAP2L are preset by software. If EXEN2 = 1, a 16 bit reload can be triggered either by an overflow or by a 1-to-0 transition at external input T2EX. This transition also sets the EXF2 bit. Both the TF2 and EXF2 bits can generate an interrupt if enabled.

Setting the DCEN bit enables Timer 2 to count up or down, as shown in Figure 3. In this mode, the T2EX pin controls the direction of the count. A logic 1 at T2EX makes Timer 2 count up. The timer will overflow at 0FFFFH and set the TF2 bit. This overflow also causes the 16 bit value in RCAP2H and RCAP2L to be reloaded into the timer registers, TH2 and TL2, respectively.

A logic 0 at T2EX makes Timer 2 count down. The timer underflows when TH2 and TL2 equal the values stored in RCAP2H and RCAP2L. The underflow sets the TF2 bit and causes 0FFFFH to be reloaded into the timer registers.

The EXF2 bit toggles whenever Timer 2 overflows or underflows and can be used as a 17th bit of resolution. In this operating mode, EXF2 does not flag an interrupt.

Figure 2. Timer 2 in Auto Reload Mode (DCEN = 0)

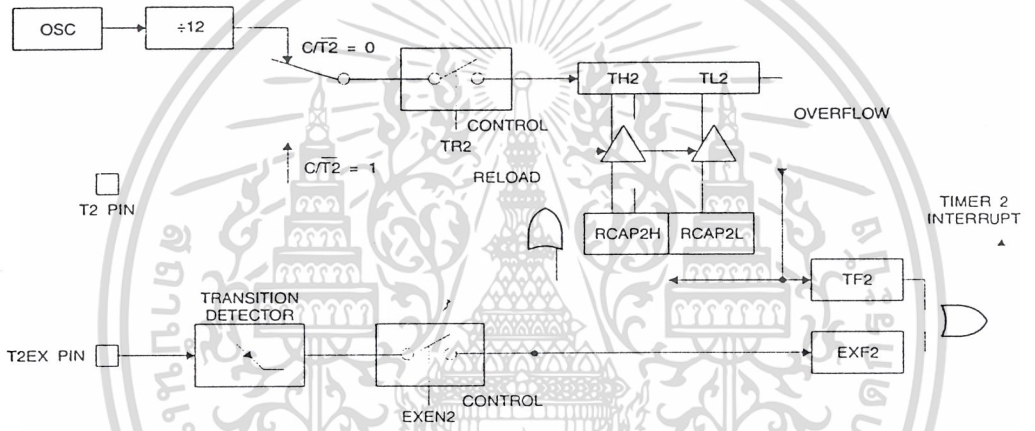


Table 9. T2MOD—Timer 2 Mode Control Register

T2MOD Address = 0C9H — Reset Value = XXXX XX00B

Not Bit Addressable

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
	—	—	—	—	—	—	T2OE	DCEN

Symbol	Function
—	Not implemented, reserved for future use.
T2OE	Timer 2 Output Enable bit.
DCEN	When set, this bit allows Timer 2 to be configured as an up/down counter.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 3. Timer 2 Auto Reload Mode (DCEN = 1)

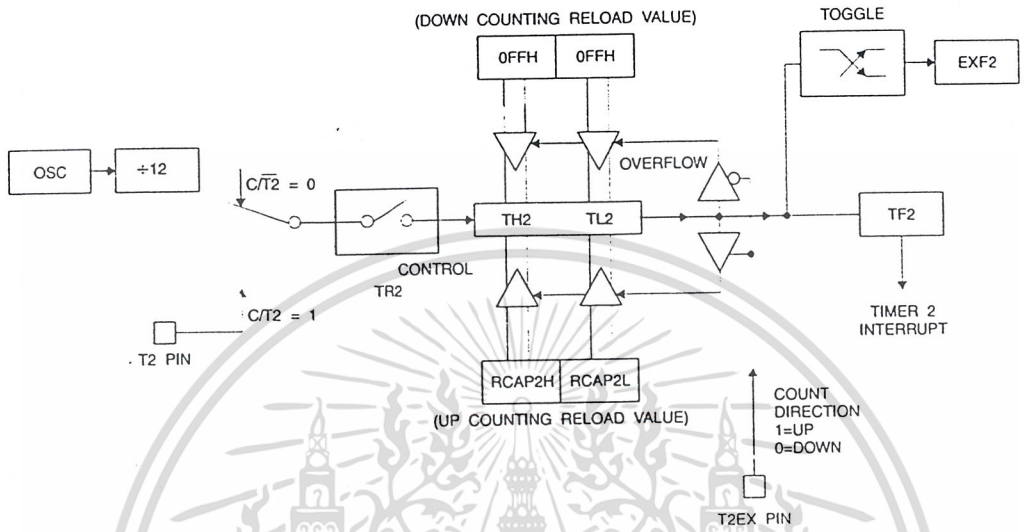
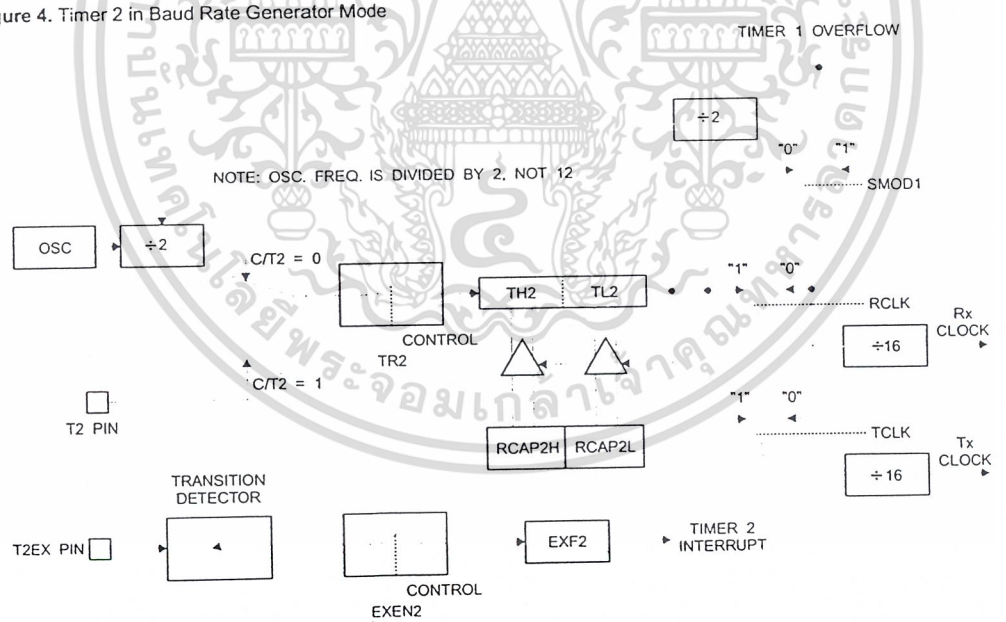


Figure 4. Timer 2 in Baud Rate Generator Mode



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Baud Rate Generator

Timer 2 is selected as the baud rate generator by setting TCLK and/or RCLK in T2CON (Table 2). Note that the baud rates for transmit and receive can be different if Timer 2 is used for the receiver or transmitter and Timer 1 is used for the other function. Setting RCLK and/or TCLK puts Timer 2 into its baud rate generator mode, as shown in Figure 4.

The baud rate generator mode is similar to the auto-reload mode, in that a rollover in TH2 causes the Timer 2 registers to be reloaded with the 16 bit value in registers RCAP2H and RCAP2L, which are preset by software.

The baud rates in Modes 1 and 3 are determined by Timer 2's overflow rate according to the following equation.

$$\text{Modes 1 and 3 Baud Rates} = \frac{\text{Timer 2 Overflow Rate}}{16}$$

The Timer can be configured for either timer or counter operation. In most applications, it is configured for timer operation ($C/\overline{T2} = 0$). The timer operation is different for Timer 2 when it is used as a baud rate generator. Normally, as a timer, it increments every machine cycle (at 1/12 the oscillator frequency). As a baud rate generator, however, it increments every state time (at 1/2 the oscillator frequency). The baud rate formula is given below.

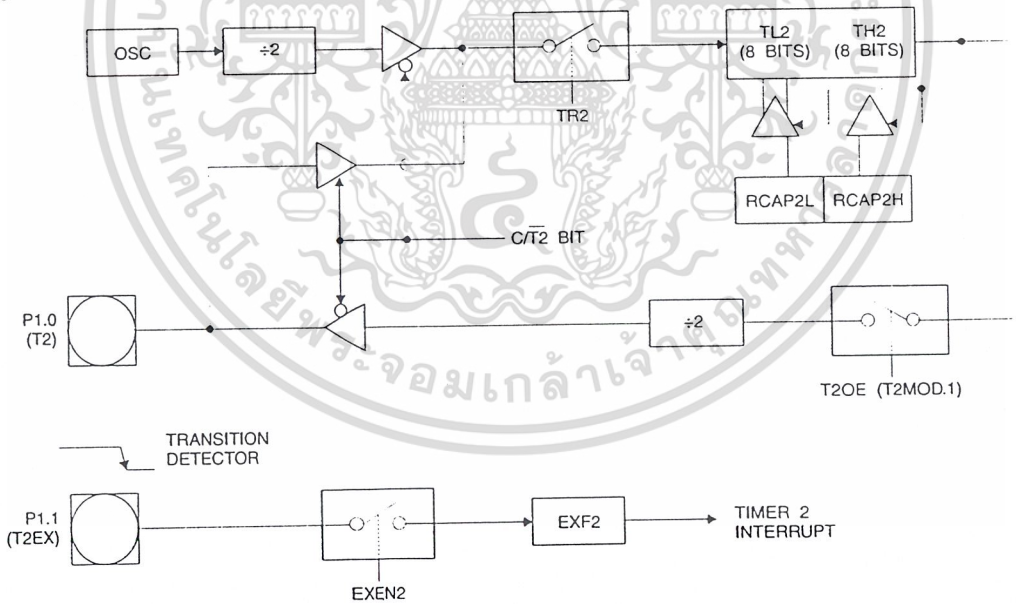
$$\frac{\text{Modes 1 and 3}}{\text{Baud Rate}} = \frac{\text{Oscillator Frequency}}{32 \times [65536 - (\text{RCAP2H,RCAP2L})]}$$

where (RCAP2H, RCAP2L) is the content of RCAP2H and RCAP2L taken as a 16 bit unsigned integer.

Timer 2 as a baud rate generator is shown in Figure 4. This figure is valid only if RCLK or TCLK = 1 in T2CON. Note that a rollover in TH2 does not set TF2 and will not generate an interrupt. Note too, that if EXEN2 is set, a 1-to-0 transition in T2EX will set EXF2 but will not cause a reload from (RCAP2H, RCAP2L) to (TH2, TL2). Thus when Timer 2 is in use as a baud rate generator, T2EX can be used as an extra external interrupt.

Note that when Timer 2 is running (TR2 = 1) as a timer in the baud rate generator mode, TH2 or TL2 should not be read from or written to. Under these conditions, the Timer is incremented every state time, and the results of a read or write may not be accurate. The RCAP2 registers may be read but should not be written to, because a write might overlap a reload and cause write and/or reload errors. The timer should be turned off (clear TR2) before accessing the Timer 2 or RCAP2 registers.

Figure 5. Timer 2 in Clock-Out Mode



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Programmable Clock Out

A 50% duty cycle clock can be programmed to come out on P1.0, as shown in Figure 5. This pin, besides being a regular I/O pin, has two alternate functions. It can be programmed to input the external clock for Timer/Counter 2 or to output a 50% duty cycle clock ranging from 61 Hz to 4 MHz at a 16 MHz operating frequency.

To configure the Timer/Counter 2 as a clock generator, bit C/$\overline{T2}$ (T2CON.1) must be cleared and bit T2OE (T2MOD.1) must be set. Bit TR2 (T2CON.2) starts and stops the timer.

The clock-out frequency depends on the oscillator frequency and the reload value of Timer 2 capture registers (RCAP2H, RCAP2L), as shown in the following equation.

$$\text{Clock Out Frequency} = \frac{\text{Oscillator Frequency}}{4 \times [65536 - (\text{RCAP2H,RCAP2L})]}$$

In the clock-out mode, Timer 2 rollovers will not generate an interrupt. This behavior is similar to when Timer 2 is used as a baud-rate generator. It is possible to use Timer 2 as a baud-rate generator and a clock generator simultaneously. Note, however, that the baud-rate and clock-out frequencies cannot be determined independently from one another since they both use RCAP2H and RCAP2L.

UART

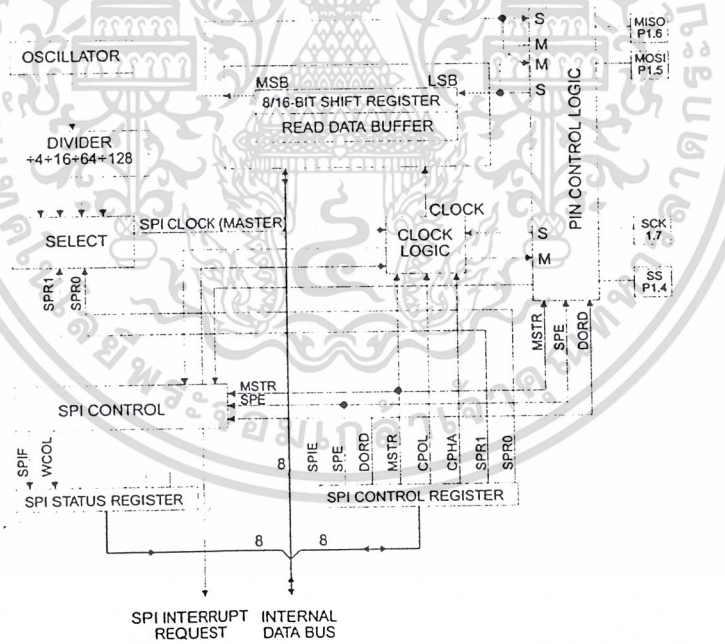
The UART in the AT89S8252 operates the same way as the UART in the AT89C51, AT89C52 and AT89C55. For further information, see the October 1995 Microcontroller Data Book, page 2-49, section titled, "Serial Interface."

Serial Peripheral Interface

The serial peripheral interface (SPI) allows high-speed synchronous data transfer between the AT89S8252 and peripheral devices or between several AT89S8252 devices. The AT89S8252 SPI features include the following:

- Full-Duplex, 3-Wire Synchronous Data Transfer
- Master or Slave Operation
- 1.5-MHz Bit Frequency (max.)
- LSB First or MSB First Data Transfer
- Four Programmable Bit Rates
- End of Transmission Interrupt Flag
- Write Collision Flag Protection
- Wakeup from Idle Mode (Slave Mode Only)

Figure 6. SPI Block Diagram



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The interconnection between master and slave CPUs with SPI is shown in the following figure. The SCK pin is the clock output in the master mode but is the clock input in the slave mode. Writing to the SPI data register of the master CPU starts the SPI clock generator, and the data written shifts out of the MOSI pin and into the MOSI pin of the slave CPU. After shifting one byte, the SPI clock generator stops, setting the end of transmission flag (SPIF). If both the SPI interrupt enable bit (SPIE) and the serial port interrupt enable bit (ES) are set, an interrupt is requested.

The Slave Select input, $\overline{SS}$/P1.4, is set low to select an individual SPI device as a slave. When $\overline{SS}$/P1.4 is set high, the SPI port is deactivated and the MOSI/P1.5 pin can be used as an input.

There are four combinations of SCK phase and polarity with respect to serial data, which are determined by control bits CPHA and CPOL. The SPI data transfer formats are shown in Figures 8 and 9.

Figure 7. SPI Master-Slave Interconnection

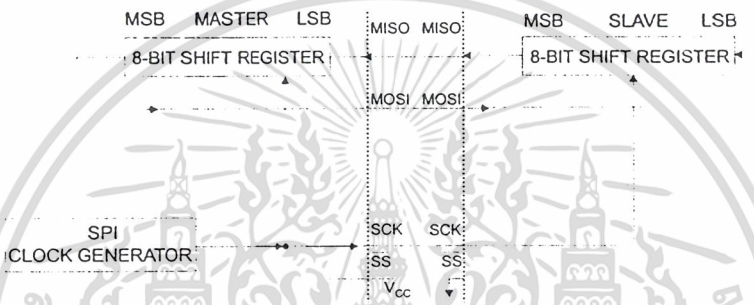
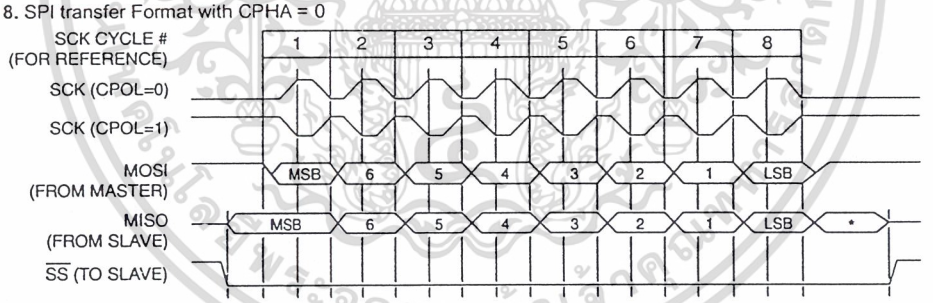


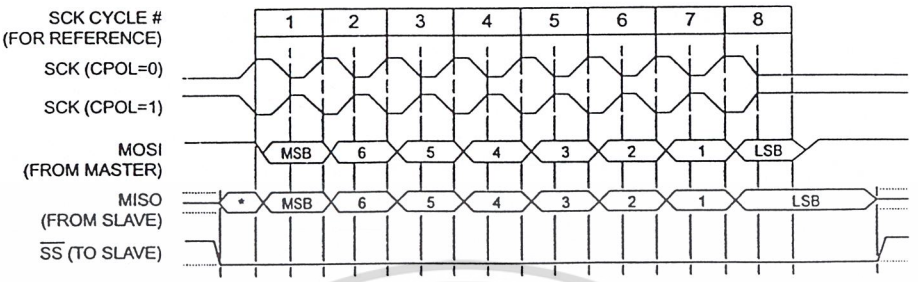
Figure 8. SPI transfer Format with CPHA = 0



*Not defined but normally MSB of character just received

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 9. SPI Transfer Format with CPHA = 1



*Not defined but normally LSB of previously transmitted character

Interrupts

The AT89S8252 has a total of six interrupt vectors: two external interrupts ($\overline{INT0}$ and $\overline{INT1}$), three timer interrupts (Timers 0, 1, and 2), and the serial port interrupt. These interrupts are all shown in Figure 10.

Each of these interrupt sources can be individually enabled or disabled by setting or clearing a bit in Special Function Register IE. IE also contains a global disable bit, EA, which disables all interrupts at once.

Note that Table 10 shows that bit position IE.6 is unimplemented. In the AT89C51, bit position IE.5 is also unimplemented. User software should not write 1s to these bit positions, since they may be used in future AT89 products.

Timer 2 interrupt is generated by the logical OR of bits TF2 and EXF2 in register T2CON. Neither of these flags is cleared by hardware when the service routine is vectored to. In fact, the service routine may have to determine whether it was TF2 or EXF2 that generated the interrupt, and that bit will have to be cleared in software.

The Timer 0 and Timer 1 flags, TF0 and TF1, are set at S5P2 of the cycle in which the timers overflow. The values are then polled by the circuitry in the next cycle. However, the Timer 2 flag, TF2, is set at S2P2 and is polled in the same cycle in which the timer overflows.

Table 10. Interrupt Enable (IE) Register

(MSB) (LSB)

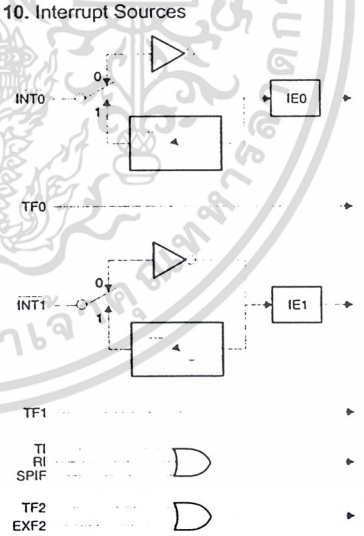
EA	—	ET2	ES	ET1	EX1	ET0	EX0

Enable Bit = 1 enables the interrupt.

Enable Bit = 0 disables the interrupt.

Symbol	Position	Function
EA	IE.7	Disables all interrupts. If EA = 0, no interrupt is acknowledged. If EA = 1, each interrupt source is individually enabled or disabled by setting or clearing its enable bit.
—	IE.6	Reserved.
ET2	IE.5	Timer 2 interrupt enable bit.
ES	IE.4	SPI and UART interrupt enable bit.
ET1	IE.3	Timer 1 interrupt enable bit.
EX1	IE.2	External interrupt 1 enable bit.
ET0	IE.1	Timer 0 interrupt enable bit.
EX0	IE.0	External interrupt 0 enable bit.
User software should never write 1s to unimplemented bits, because they may be used in future AT89 products.		

Figure 10. Interrupt Sources



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 11. Oscillator Connections

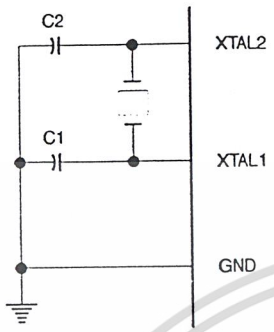
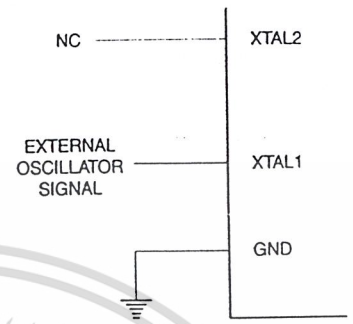


Figure 12. External Clock Drive Configuration



Note: Note: C1, C2 = 30 pF ± 10 pF for Crystals
= 40 pF ± 10 pF for Ceramic Resonators

Oscillator Characteristics

XTAL1 and XTAL2 are the input and output, respectively, of an inverting amplifier that can be configured for use as an on-chip oscillator, as shown in Figure 11. Either a quartz crystal or ceramic resonator may be used. To drive the device from an external clock source, XTAL2 should be left unconnected while XTAL1 is driven, as shown in Figure 12. There are no requirements on the duty cycle of the external clock signal, since the input to the internal clocking circuitry is through a divide-by-two flip-flop, but minimum and maximum voltage high and low time specifications must be observed.

Idle Mode

In idle mode, the CPU puts itself to sleep while all the on-chip peripherals remain active. The mode is invoked by software. The content of the on-chip RAM and all the special functions registers remain unchanged during this mode. The idle mode can be terminated by any enabled interrupt or by a hardware reset.

Note that when idle mode is terminated by a hardware reset, the device normally resumes program execution from where it left off, up to two machine cycles before the internal reset algorithm takes control. On-chip hardware inhibits access to internal RAM in this event, but access to the port pins is not inhibited. To eliminate the possibility of an unexpected write to a port pin when idle mode is terminated by a reset, the instruction following the one that invokes idle mode should not write to a port pin or to external memory.

Power Down Mode

In the power down mode, the oscillator is stopped and the instruction that invokes power down is the last instruction executed. The on-chip RAM and Special Function Registers retain their values until the power down mode is terminated. Exit from power down can be initiated either by a hardware reset or by an enabled external interrupt. Reset redefines the SFRs but does not change the on-chip RAM. The reset should not be activated before V_{CC} is restored to its normal operating level and must be held active long enough to allow the oscillator to restart and stabilize.

To exit power down via an interrupt, the external interrupt must be enabled as level sensitive before entering power down. The interrupt service routine starts at 16 ms (nominal) after the enabled interrupt pin is activated.

Status of External Pins During Idle and Power Down Modes

Mode	Program Memory	ALE	$\overline{PSEN}$	PORT0	PORT1	PORT2	PORT3
Idle	Internal	1	1	Data	Data	Data	Data
Idle	External	1	1	Float	Data	Address	Data
Power Down	Internal	0	0	Data	Data	Data	Data
Power Down	External	0	0	Float	Data	Data	Data

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Program Memory Lock Bits

The AT89S8252 has three lock bits that can be left unprogrammed (U) or can be programmed (P) to obtain the additional features listed in the following table.

When lock bit 1 is programmed, the logic level at the $\overline{EA}$ pin is sampled and latched during reset. If the device is powered up without a reset, the latch initializes to a random value and holds that value until reset is activated. The latched value of $\overline{EA}$ must agree with the current logic level at that pin in order for the device to function properly.

Once programmed, the lock bits can only be unprogrammed with the Chip Erase operations in either the parallel or serial modes.

Lock Bit Protection Modes(1)(2)

Program Lock Bits				Protection Type
	LB1	LB2	LB3	
1	U	U	U	No internal memory lock feature.
2	P	U	U	MOVC instructions executed from external program memory are disabled from fetching code bytes from internal memory, $\overline{EA}$ is sampled and latched on reset and further programming of the Flash memory (parallel or serial mode) is disabled.
3	P	P	U	Same as Mode 2, but parallel or serial verify are also disabled.
4	P	P	P	Same as Mode 3, but external execution is also disabled.

Notes: 1. U = Unprogrammed
2. P = Programmed

Programming the Flash and EEPROM

Atmel's AT89S8252 Flash Microcontroller offers 8K bytes of in-system reprogrammable Flash Code memory and 2K bytes of EEPROM Data memory.

The AT89S8252 is normally shipped with the on-chip Flash Code and EEPROM Data memory arrays in the erased state (i.e. contents = FFH) and ready to be programmed. This device supports a High-Voltage (12V) Parallel programming mode and a Low-Voltage (5V) Serial programming mode. The serial programming mode provides a convenient way to download the AT89S8252 inside the user's system. The parallel programming mode is compatible with conventional third party Flash or EPROM programmers.

The Code and Data memory arrays are mapped via separate address spaces in the serial programming mode. In the parallel programming mode, the two arrays occupy one contiguous address space: 0000H to 1FFFH for the Code array and 2000H to 27FFH for the Data array.

The Code and Data memory arrays on the AT89S8252 are programmed byte-by-byte in either programming mode. An auto-erase cycle is provided with the self-timed programming operation in the serial programming mode. There is no need to perform the Chip Erase operation to reprogram any memory location in the serial programming mode unless any of the lock bits have been programmed.

In the parallel programming mode, there is no auto-erase cycle. To reprogram any non-blank byte, the user needs to use the Chip Erase operation first to erase both arrays.

Parallel Programming Algorithm

To program and verify the AT89S8252 in the parallel programming mode, the following sequence is recommended:

1. Power-up sequence:
   Apply power between V_{CC} and GND pins.
   Set RST pin to "H".
   Apply a 3 MHz to 24 MHz clock to XTAL1 pin and wait for at least 10 milliseconds.
2. Set $\overline{PSEN}$ pin to "L"
   ALE pin to "H"
   $\overline{EA}$ pin to "H" and all other pins to "H".
3. Apply the appropriate combination of "H" or "L" logic levels to pins P2.6, P2.7, P3.6, P3.7 to select one of the programming operations shown in the Flash Programming Modes table.
4. Apply the desired byte address to pins P1.0 to P1.7 and P2.0 to P2.5.
   Apply data to pins P0.0 to P0.7 for Write Code operation.
5. Raise $\overline{EA}/V_{PP}$ to 12V to enable Flash programming, erase or verification.
6. Pulse ALE/$\overline{PROG}$ once to program a byte in the Code memory array, the Data memory array or the lock bits. The byte-write cycle is self-timed and typically takes 1.5 ms.
7. To verify the byte just programmed, bring pin P2.7 to "L" and read the programmed data at pins P0.0 to P0.7.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. Repeat steps 3 through 7 changing the address and data for the entire 2K or 8K bytes array or until the end of the object file is reached.
9. Power-off sequence:

   Set XTAL1 to "L".

   Set RST and $\overline{EA}$ pins to "L".

   Turn V_{CC} power off.

In the parallel programming mode, there is no auto-erase cycle and to reprogram any non-blank byte, the user needs to use the Chip Erase operation first to erase both arrays.

$\overline{DATA}$ Polling

The AT89S8252 features $\overline{DATA}$ Polling to indicate the end of a write cycle. During a write cycle in the parallel or serial programming mode, an attempted read of the last byte written will result in the complement of the written datum on P0.7 (parallel mode), and on the MSB of the serial output byte on MISO (serial mode). Once the write cycle has been completed, true data are valid on all outputs, and the next cycle may begin. $\overline{DATA}$ Polling may begin any time after a write cycle has been initiated.

Ready/$\overline{Busy}$

The progress of byte programming in the parallel programming mode can also be monitored by the RDY/$\overline{BSY}$ output signal. Pin P3.4 is pulled Low after ALE goes High during programming to indicate $\overline{BUSY}$. P3.4 is pulled High again when programming is done to indicate READY.

Program Verify

If lock bits LB1 and LB2 have not been programmed, the programmed Code or Data byte can be read back via the address and data lines for verification. The state of the lock bits can also be verified directly in the parallel programming mode. In the serial programming mode, the state of the lock bits can only be verified indirectly by observing that the lock bit features are enabled.

Chip Erase

Both Flash and EEPROM arrays are erased electrically at the same time. In the parallel programming mode, chip erase is initiated by using the proper combination of control signals and by holding ALE/$\overline{PROG}$ low for 10 ms. The Code and Data arrays are written with all "1"s in the Chip Erase operation.

In the serial programming mode, a chip erase operation is initiated by issuing the Chip Erase instruction. In this mode, chip erase is self-timed and takes about 16 ms.

During chip erase, a serial read from any address location will return 00H at the data outputs.

Serial Programming Fuse

A programmable fuse is available to disable Serial Programming if the user needs maximum system security. The Serial Programming Fuse can only be programmed or erased in the Parallel Programming Mode.

The AT89S8252 is shipped with the Serial Programming Mode enabled.

Reading the Signature Bytes: The signature bytes are read by the same procedure as a normal verification of locations 030H and 031H, except that P3.6 and P3.7 must be pulled to a logic low. The values returned are as follows:

(030H) = 1EH indicates manufactured by Atmel
(031H) = 72H indicates 89S8252

Programming Interface

Every code byte in the Flash and EEPROM arrays can be written, and the entire array can be erased, by using the appropriate combination of control signals. The write operation cycle is self-timed and once initiated, will automatically time itself to completion.

All major programming vendors offer worldwide support for the Atmel microcontroller series. Please contact your local programming vendor for the appropriate software revision.

Serial Downloading

Both the Code and Data memory arrays can be programmed using the serial SPI bus while RST is pulled to V_{CC}. The serial interface consists of pins SCK, MOSI (input) and MISO (output). After RST is set high, the Programming Enable instruction needs to be executed first before program/erase operations can be executed.

An auto-erase cycle is built into the self-timed programming operation (in the serial mode ONLY) and there is no need to first execute the Chip Erase instruction unless any of the lock bits have been programmed. The Chip Erase operation turns the content of every memory location in both the Code and Data arrays into FFH.

The Code and Data memory arrays have separate address spaces:

0000H to 1FFFH for Code memory and 000H to 7FFH for Data memory.

Either an external system clock is supplied at pin XTAL1 or a crystal needs to be connected across pins XTAL1 and XTAL2. The maximum serial clock (SCK) frequency should be less than 1/40 of the crystal frequency. With a 24 MHz oscillator clock, the maximum SCK frequency is 600 kHz.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Serial Programming Algorithm

To program and verify the AT89S8252 in the serial programming mode, the following sequence is recommended:

1. Power-up sequence:

   Apply power between V_{CC} and GND pins.

   Set RST pin to "H".

   If a crystal is not connected across pins XTAL1 and XTAL2, apply a 3 MHz to 24 MHz clock to XTAL1 pin and wait for at least 10 milliseconds.
2. Enable serial programming by sending the Programming Enable serial instruction to pin MOSI/P1.5. The frequency of the shift clock supplied at pin SCK/P1.7 needs to be less than the CPU clock at XTAL1 divided by 40.
3. The Code or Data array is programmed one byte at a time by supplying the address and data together with the appropriate Write instruction. The selected memory location is first automatically erased before new data is written. The write cycle is self-timed and typically takes less than 2.5 ms at 5V.
4. Any memory location can be verified by using the Read instruction which returns the content at the selected address at serial output MISO/P1.6.
5. At the end of a programming session, RST can be set low to commence normal operation.

Power-off sequence (if needed):

Set XTAL1 to "L" (if a crystal is not used).

Set RST to "L".

Turn V_{CC} power off.

Serial Programming Instruction

The Instruction Set for Serial Programming follows a 3-byte protocol and is shown in the following table:

Instruction Set

Instruction	Input Format			Operation
	Byte 1	Byte 2	Byte 3	
Programming Enable	1010 1100	0101 0011	xxxx xxxx	Enable serial programming interface after RST goes high.
Chip Erase	1010 1100	xxxx x100	xxxx xxxx	Chip erase both 8K & 2K memory arrays.
Read Code Memory	aaaa a001	low addr	xxxx xxxx	Read data from Code memory array at the selected address. The 5 MSBs of the first byte are the high order address bits. The low order address bits are in the second byte. Data are available at pin MISO during the third byte.
Write Code Memory	aaaa a010	low addr	data in	Write data to Code memory location at selected address. The address bits are the 5 MSBs of the first byte together with the second byte.
Read Data Memory	00aa a101	low addr	xxxx xxxx	Read data from Data memory array at selected address. Data are available at pin MISO during the third byte.
Write Data Memory	00aa a110	low addr	data in	Write data to Data memory location at selected address.
Write Lock Bits	1010 1100	LB1 LB2 LB3 x x111	xxxx xxxx	Write lock bits. Set LB1, LB2 or LB3 = "0" to program lock bits.

Notes: 1. $\overline{DATA}$ polling is used to indicate the end of a write cycle which typically takes less than 2.5 ms at 5V.
2. "aaaaa" = high order address.
3. "x" = don't care.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Flash and EEPROM Parallel Programming Modes

Mode	RST	$\overline{PSEN}$	ALE/$\overline{PROG}$	$\overline{EA}$/V_{PP}	P2.6	P2.7	P3.6	P3.7	Data I/O P0.7:0	Address P2.5:0 P1.7:0
Serial Prog. Modes	H	h(1)	h(1)	x						
Chip Erase	H	L	⌐⌐ (2)	12V	H	L	L	L	X	X
Write (10K bytes) Memory	H	L	⌐⌐	12V	L	H	H	H	DIN	ADDR
Read (10K bytes) Memory	H	L	H	12V	L	L	H	H	DOUT	ADDR
Write Lock Bits:	H	L	⌐⌐	12V	H	L	H	L	DIN	X
Bit - 1									P0.7 = 0	X
Bit - 2									P0.6 = 0	X
Bit - 3									P0.5 = 0	X
Read Lock Bits:	H	L	H	12V	H	H	L	L	DOUT	X
Bit - 1									@P0.2	X
Bit - 2									@P0.1	X
Bit - 3									@P0.0	X
Read Atmel Code	H	L	H	12V	L	L	L	L	DOUT	30H
Read Device Code	H	L	H	12V	L	L	L	L	DOUT	31H
Serial Prog. Enable	H	L	⌐⌐ (2)	12V	L	H	L	H	P0.0 = 0	X
Serial Prog. Disable	H	L	⌐⌐ (2)	12V	L	H	L	H	P0.0 = 1	X
Read Serial Prog. Fuse	H	L	H	12V	H	H	L	H	@P0.0	X

Notes:
1. "h" = weakly pulled "High" internally.
2. Chip Erase and Serial Programming Fuse require a 10-ms $\overline{PROG}$ pulse. Chip Erase needs to be performed first before reprogramming any byte with a content other than FFH.
3. P3.4 is pulled Low during programming to indicate $\overline{RDY/BSY}$.
4. "X" = don't care

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 14. Programming the Flash/EEPROM Memory

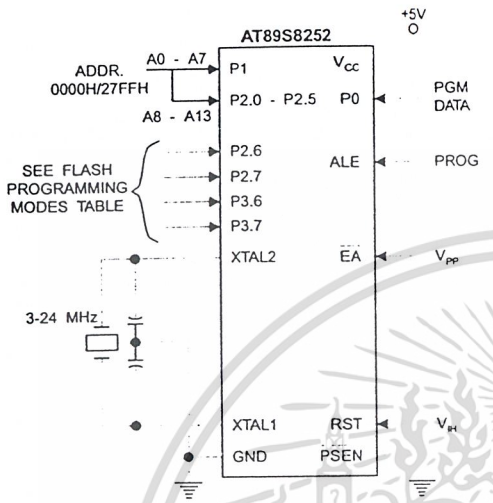


Figure 15. Flash/EEPROM Serial Downloading

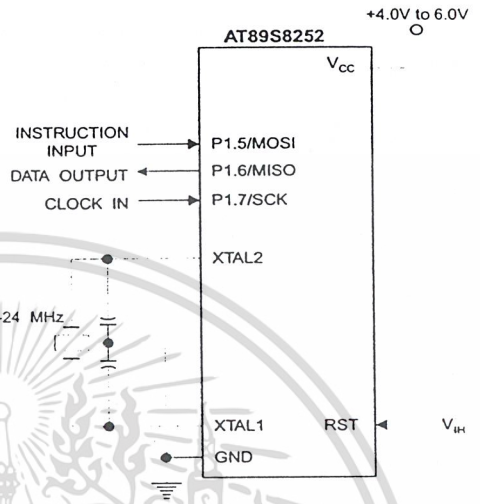
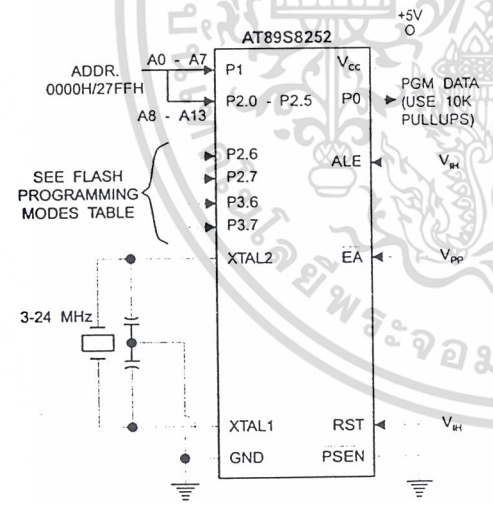


Figure 16. Verifying the Flash/EEPROM Memory



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

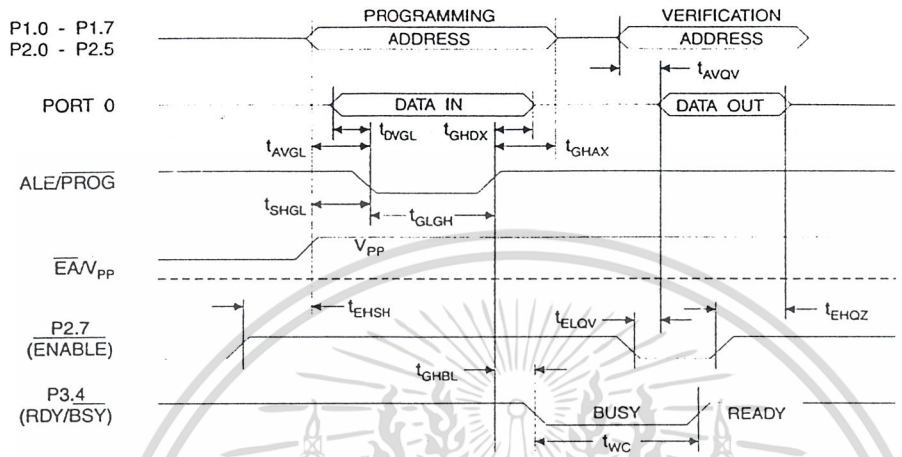
Flash Programming and Verification Characteristics-Parallel Mode

T_A = 0°C to 70°C, V_{CC} = 5.0V ± 10%

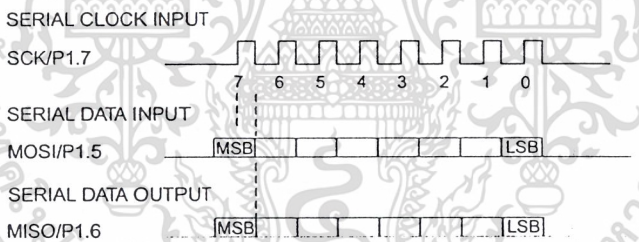
Symbol	Parameter	Min	Max	Units
V_{PP}	Programming Enable Voltage	11.5	12.5	V
I_{PP}	Programming Enable Current		1.0	mA
$1/t_{CLCL}$	Oscillator Frequency	3	24	MHz
t_{AVGL}	Address Setup to $\overline{PROG}$ Low	$48t_{CLCL}$		
t_{GHAX}	Address Hold After $\overline{PROG}$	$48t_{CLCL}$		
t_{DVGL}	Data Setup to $\overline{PROG}$ Low	$48t_{CLCL}$		
t_{GHDX}	Data Hold After $\overline{PROG}$	$48t_{CLCL}$		
t_{EHSH}	P2.7 ($\overline{ENABLE}$) High to V_{PP}	$48t_{CLCL}$		
t_{SHGL}	V_{PP} Setup to $\overline{PROG}$ Low	10		µs
t_{GLGH}	$\overline{PROG}$ Width	1	110	µs
t_{AVQV}	Address to Data Valid		$48t_{CLCL}$	
t_{ELQV}	$\overline{ENABLE}$ Low to Data Valid		$48t_{CLCL}$	
t_{EHQZ}	Data Float After $\overline{ENABLE}$	0	$48t_{CLCL}$	
t_{GHBL}	$\overline{PROG}$ High to $\overline{BUSY}$ Low		1.0	µs
t_{WC}	Byte Write Cycle Time		2.0	ms

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Flash/EEPROM Programming and Verification Waveforms - Parallel Mode



Serial Downloading Waveforms



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings*

Operating Temperature	-55°C to +125°C
Storage Temperature	-65°C to +150°C
Voltage on Any Pin with Respect to Ground	-1.0V to +7.0V
Maximum Operating Voltage	6.6V
DC Output Current	15.0 mA

*NOTICE: Stresses beyond 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 at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

DC Characteristics

The values shown in this table are valid for T_A = -40°C to 85°C and V_{CC} = 5.0V ± 20%, unless otherwise noted.

Symbol	Parameter	Condition	Min	Max	Units
V_{IL}	Input Low Voltage	(Except $\overline{EA}$)	-0.5	0.2 V_{CC} - 0.1	V
V_{IL1}	Input Low Voltage ($\overline{EA}$)		-0.5	0.2 V_{CC} - 0.3	V
V_{IH}	Input High Voltage	(Except XTAL1, RST)	0.2 V_{CC} + 0.9	V_{CC} + 0.5	V
V_{IH1}	Input High Voltage	(XTAL1, RST)	0.7 V_{CC}	V_{CC} + 0.5	V
V_{OL}	Output Low Voltage (1) (Ports 1,2,3)	I_{OL} = 1.6 mA		0.5	V
V_{OL1}	Output Low Voltage (1) (Port 0, ALE, $\overline{PSEN}$)	I_{OL} = 3.2 mA		0.5	V
V_{OH}	Output High Voltage (Ports 1,2,3, ALE, $\overline{PSEN}$)	I_{OH} = -60 µA, V_{CC} = 5V ± 10%	2.4		V
		I_{OH} = -25 µA	0.75 V_{CC}		V
		I_{OH} = -10 µA	0.9 V_{CC}		V
V_{OH1}	Output High Voltage (Port 0 in External Bus Mode)	I_{OH} = -800 µA, V_{CC} = 5V ± 10%	2.4		V
		I_{OH} = -300 µA	0.75 V_{CC}		V
		I_{OH} = -80 µA	0.9 V_{CC}		V
I_{IL}	Logical 0 Input Current (Ports 1,2,3)	V_{IN} = 0.45V		-50	µA
I_{TL}	Logical 1 to 0 Transition Current (Ports 1,2,3)	V_{IN} = 2V, V_{CC} = 5V ± 10%		-650	µA
I_{LI}	Input Leakage Current (Port 0, $\overline{EA}$)	0.45 < V_{IN} < V_{CC}		±10	µA
RRST	Reset Pulldown Resistor		50	300	KΩ
C_{IO}	Pin Capacitance	Test Freq. = 1 MHz, T_A = 25°C		10	pF
I_{CC}	Power Supply Current	Active Mode, 12 MHz		25	mA
		Idle Mode, 12 MHz		6.5	mA
	Power Down Mode (2)	V_{CC} = 6V		100	µA
		V_{CC} = 3V		40	µA

Notes: 1. Under steady state (non-transient) conditions, I_{OL} must be externally limited as follows:
Maximum I_{OL} per port pin: 10 mA
Maximum I_{OL} per 8-bit port:
Port 0: 26 mA
Ports 1, 2, 3: 15 mA
Maximum total I_{OL} for all output pins: 71 mA
If I_{OL} exceeds the test condition, V_{OL} may exceed the related specification. Pins are not guaranteed to sink current greater than the listed test conditions.

2. Minimum V_{CC} for Power Down is 2V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC Characteristics

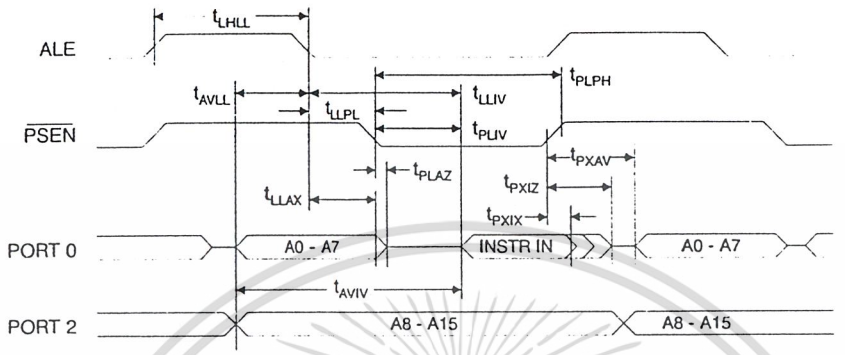
Under operating conditions, load capacitance for Port 0, ALE/$\overline{PROG}$, and $\overline{PSEN}$ = 100 pF; load capacitance for all other outputs = 80 pF.

External Program and Data Memory Characteristics

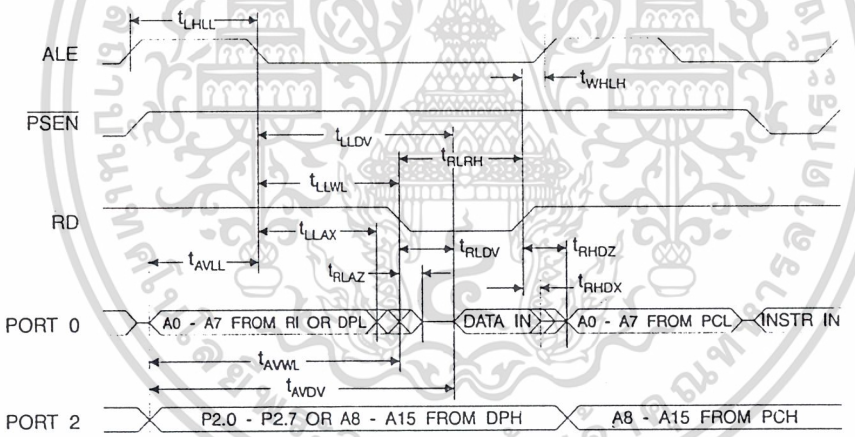
Symbol	Parameter	Variable Oscillator		Units
		Min	Max	
$1/t_{CLCL}$	Oscillator Frequency	0	24	MHz
t_{LHLL}	ALE Pulse Width	$2t_{CLCL}$ - 40		ns
t_{AVLL}	Address Valid to ALE Low	t_{CLCL} - 13		ns
t_{LLAX}	Address Hold After ALE Low	t_{CLCL} - 20		ns
t_{LLIV}	ALE Low to Valid Instruction In		$4t_{CLCL}$ - 65	ns
t_{LLPL}	ALE Low to $\overline{PSEN}$ Low	t_{CLCL} - 13		ns
t_{PLPH}	$\overline{PSEN}$ Pulse Width	$3t_{CLCL}$ - 20		ns
t_{PLIV}	$\overline{PSEN}$ Low to Valid Instruction In		$3t_{CLCL}$ - 45	ns
t_{PXIX}	Input Instruction Hold After $\overline{PSEN}$	0		ns
t_{PXIZ}	Input Instruction Float After $\overline{PSEN}$		t_{CLCL} - 10	ns
t_{PXAV}	$\overline{PSEN}$ to Address Valid	t_{CLCL} - 8		ns
t_{AVIV}	Address to Valid Instruction In		$5t_{CLCL}$ - 55	ns
t_{PLAZ}	$\overline{PSEN}$ Low to Address Float		10	ns
t_{RLRH}	$\overline{RD}$ Pulse Width	$6t_{CLCL}$ - 100		ns
t_{WLWH}	$\overline{WR}$ Pulse Width	$6t_{CLCL}$ - 100		ns
t_{RLDV}	$\overline{RD}$ Low to Valid Data In		$5t_{CLCL}$ - 90	ns
t_{RHDX}	Data Hold After $\overline{RD}$	0		ns
t_{RHDZ}	Data Float After $\overline{RD}$		$2t_{CLCL}$ - 28	ns
t_{LLDV}	ALE Low to Valid Data In		$8t_{CLCL}$ - 150	ns
t_{AVDV}	Address to Valid Data In		$9t_{CLCL}$ - 165	ns
t_{LLWL}	ALE Low to $\overline{RD}$ or $\overline{WR}$ Low	$3t_{CLCL}$ - 50	$3t_{CLCL}$ + 50	ns
t_{AVWL}	Address to $\overline{RD}$ or $\overline{WR}$ Low	$4t_{CLCL}$ - 75		ns
t_{QVWX}	Data Valid to $\overline{WR}$ Transition	t_{CLCL} - 20		ns
t_{QVWH}	Data Valid to $\overline{WR}$ High	$7t_{CLCL}$ - 120		ns
t_{WHQX}	Data Hold After $\overline{WR}$	t_{CLCL} - 20		ns
t_{RLAZ}	$\overline{RD}$ Low to Address Float		0	ns
t_{WHLH}	$\overline{RD}$ or $\overline{WR}$ High to ALE High	t_{CLCL} - 20	t_{CLCL} + 25	ns

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

External Program Memory Read Cycle

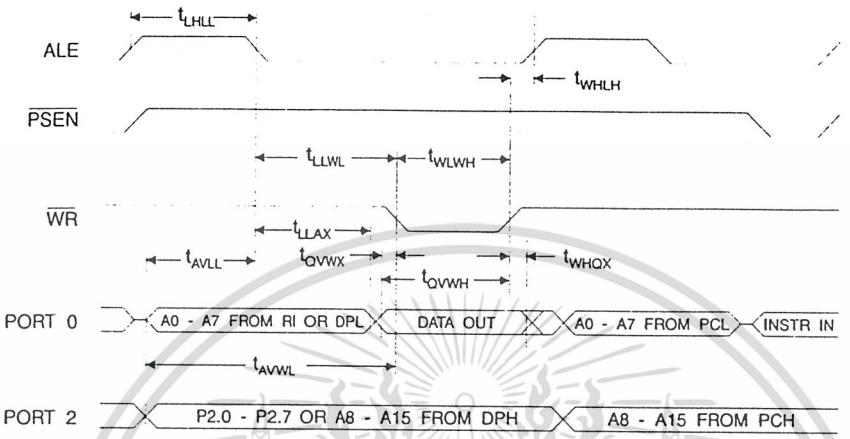


External Data Memory Read Cycle

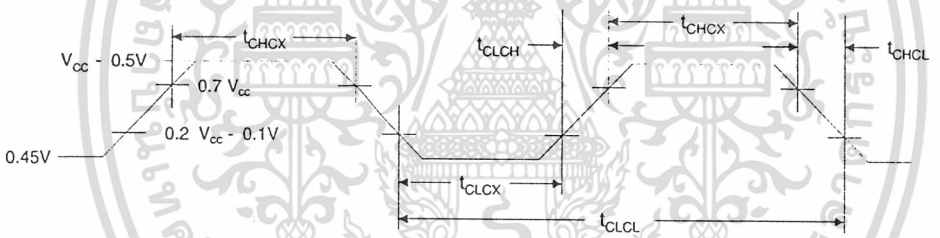


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

External Data Memory Write Cycle



External Clock Drive Waveforms



External Clock Drive

Symbol	Parameter	V_{CC} = 4.0V to 6.0V		Units
		Min	Max	
$1/t_{CLCL}$	Oscillator Frequency	0	24	MHz
t_{CLCL}	Clock Period	41.6		ns
t_{CHCX}	High Time	15		ns
t_{CLCX}	Low Time	15		ns
t_{CLCH}	Rise Time		20	ns
t_{CHCL}	Fall Time		20	ns

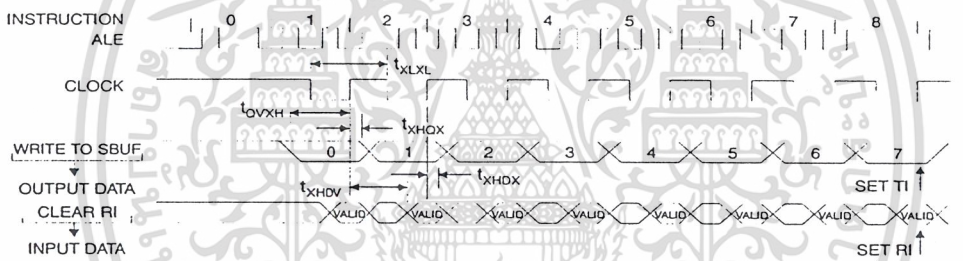
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Serial Port Timing: Shift Register Mode Test Conditions

The values in this table are valid for V_{CC} = 4.0V to 6V and Load Capacitance = 80 pF.

Symbol	Parameter	Variable Oscillator		Units
		Min	Max	
t_{XLXL}	Serial Port Clock Cycle Time	$12t_{CLCL}$		µs
t_{QVXH}	Output Data Setup to Clock Rising Edge	$10t_{CLCL}$ - 133		ns
t_{XHQX}	Output Data Hold After Clock Rising Edge	$2t_{CLCL}$ - 117		ns
t_{XHDX}	Input Data Hold After Clock Rising Edge	0		ns
t_{XHDV}	Clock Rising Edge to Input Data Valid		$10t_{CLCL}$ - 133	ns

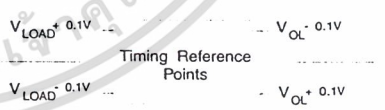
Shift Register Mode Timing Waveforms



AC Testing Input/Output Waveforms[1]

Notes: 1. AC Inputs during testing are driven at V_{CC} - 0.5V for a logic 1 and 0.45V for a logic 0. Timing measurements are made at V_{IH} min. for a logic 1 and V_{IL} max. for a logic 0.

Float Waveforms[1]

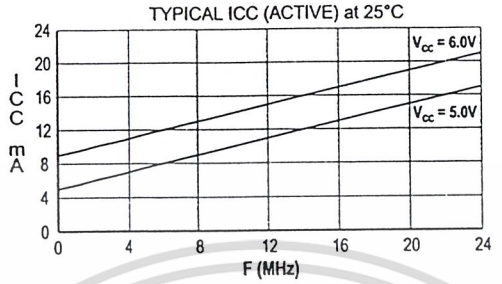


Notes: 1. For timing purposes, a port pin is no longer floating when a 100 mV change from load voltage occurs. A port pin begins to float when a 100 mV change from the loaded V_{OH}/V_{OL} level occurs.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

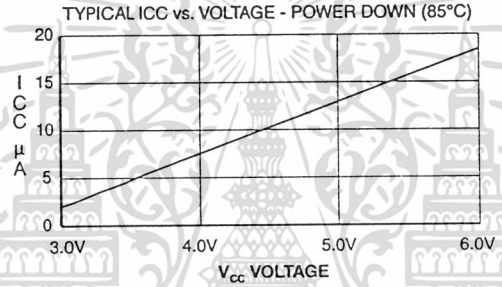
AT89S8252

TYPICAL ICC (ACTIVE) at 25°C



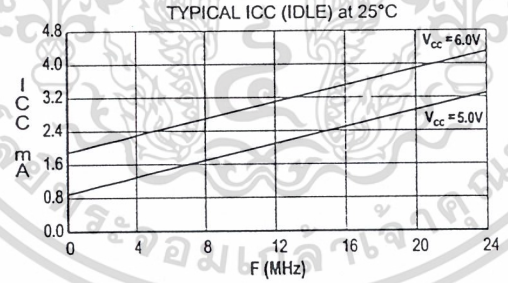
AT89S8252

TYPICAL ICC vs. VOLTAGE - POWER DOWN (85°C)



AT89S8252

TYPICAL ICC (IDLE) at 25°C



Notes: 1. XTAL1 tied to GND for Icc (power down)
2. Lock bits programmed

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ordering Information

Speed (MHz)	Power Supply	Ordering Code	Package	Operation Range
16	4.0V to 6.0V	AT89S8252-16AA AT89S8252-16JA AT89S8252-16PA AT89S8252-16QA	44A 44J 40P6 44Q	Automotive (-40°C to 105°C)
24	4.0V to 6.0V	AT89S8252-24AC AT89S8252-24JC AT89S8252-24PC AT89S8252-24QC	44A 44J 40P6 44Q	Commercial (0°C to 70°C)
	4.0V to 6.0V	AT89S8252-24AI AT89S8252-24JI AT89S8252-24PI AT89S8252-24QI	44A 44J 40P6 44Q	Industrial (-40°C to 85°C)
33	4.5V to 5.5V	AT89S8252-33AC AT89S8252-33JC AT89S8252-33PC AT89S8252-33QC	44A 44J 40P6 44Q	Commercial (0°C to 70°C)

= Preliminary Information

Package Type	
44A	44 Lead, Thin Plastic Gull Wing Quad Flatpack (TQFP)
44J	44 Lead, Plastic J-Leaded Chip Carrier (PLCC)
40P6	40 Lead, 0.600" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)
44Q	44 Lead, Plastic Gull Wing Quad Flatpack (PQFP)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR™

October 1987
Revised January 1999

MM74C922 • MM74C923
16-Key Encoder • 20-Key Encoder

General Description

The MM74C922 and MM74C923 CMOS key encoders provide all the necessary logic to fully encode an array of SPST switches. The keyboard scan can be implemented by either an external clock or external capacitor. These encoders also have on-chip pull-up devices which permit switches with up to 50 kΩ on resistance to be used. No diodes in the switch array are needed to eliminate ghost switches. The internal debounce circuit needs only a single external capacitor and can be defeated by omitting the capacitor. A Data Available output goes to a high level when a valid keyboard entry has been made. The Data Available output returns to a low level when the entered key is released, even if another key is depressed. The Data Available will return high to indicate acceptance of the new key after a normal debounce period; this two-key roll-over is provided between any two switches.

An internal register remembers the last key pressed even after the key is released. The 3-STATE outputs provide for easy expansion and bus operation and are LPTTL compatible.

Features

- 50 kΩ maximum switch on resistance
- On or off chip clock
- On-chip row pull-up devices
- 2 key roll-over
- Keybounce elimination with single capacitor
- Last key register at outputs
- 3-STATE output LPTTL compatible
- Wide supply range: 3V to 15V
- Low power consumption

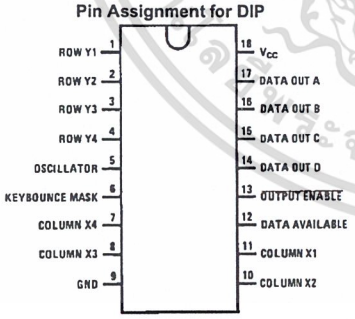
Ordering Code:

Order Number	Package Number	Package Description
MM74C922N	N18A	18-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300" Wide
MM74C922WM	M20B	20-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-013, 0.300" Wide
MM74C923WM	M20B	20-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-013, 0.300" Wide
MM74C923N	N20A	20-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300" Wide

Device also available in Tape and Reel. Specify by appending suffix letter "X" to the ordering code.

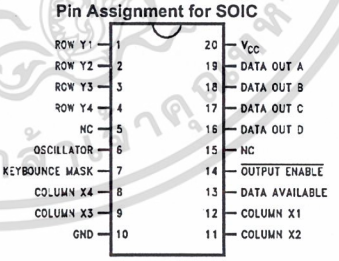
Connection Diagrams

Pin Assignment for DIP



Top View
MM94C922

Pin Assignment for SOIC



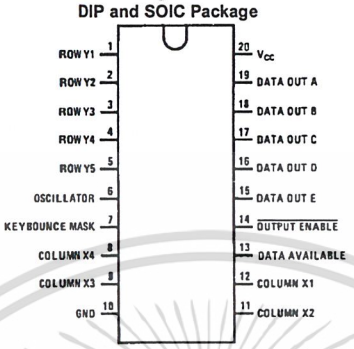
Top View
MM74C922

© 1999 Fairchild Semiconductor Corporation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Connection Diagrams (Continued)

Pin Assignment for DIP and SOIC Package



Top View
MM74C923

Truth Tables

(Pins 0 through 11)

Switch Position		0 Y1,X1	1 Y1,X2	2 Y1,X3	3 Y1,X4	4 Y2,X1	5 Y2,X2	6 Y2,X3	7 Y2,X4	8 Y3,X1	9 Y3,X2	10 Y3,X3	11 Y3,X4
D													
A	A	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
T	B	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
A	C	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
O	D	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
U	E (Note 1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T													

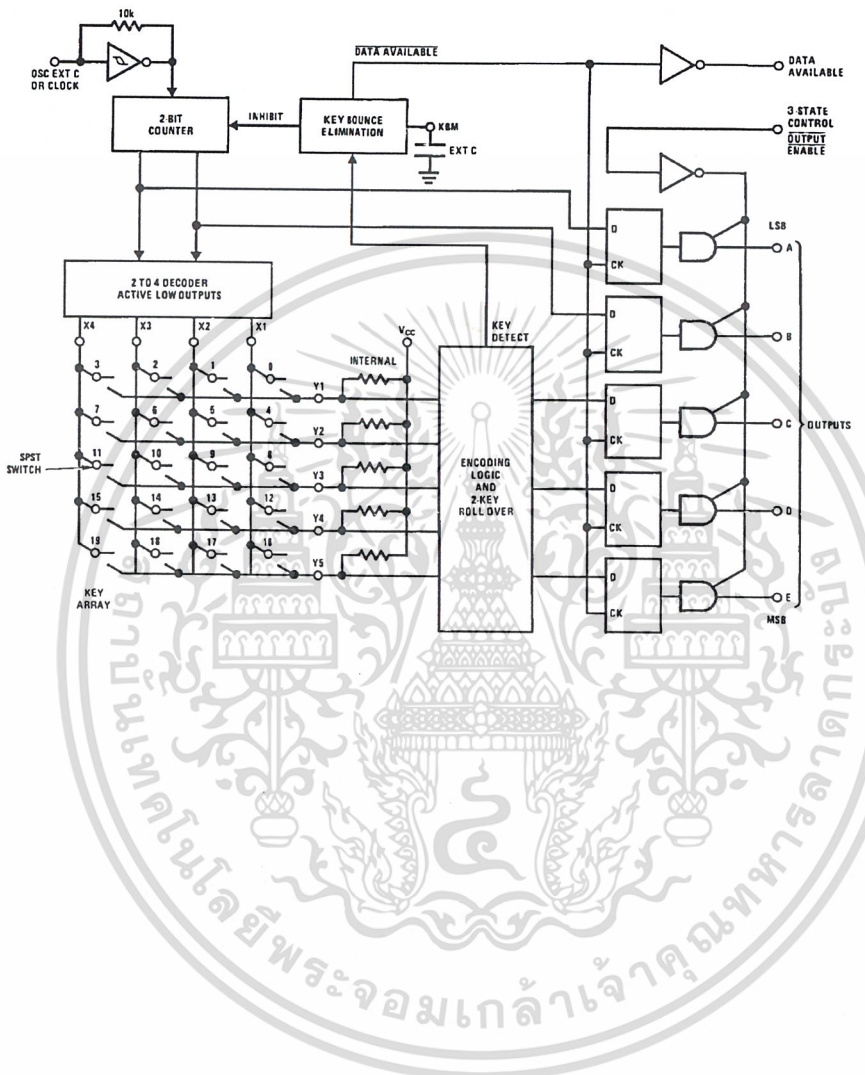
(Pins 12 through 19)

Switch Position		12 Y4,X1	13 Y4,X2	14 Y4,X3	15 Y4,X4	16 Y5(Note 1), X1	17 Y5 (Note 1), X2	18 Y5 (Note 1), X3	19 Y5 (Note 1), X4
D									
A	A	0	1	0	1	0	1	0	1
T	B	0	0	1	1	0	0	1	1
A	C	1	1	1	1	0	0	0	0
O	D	1	1	1	1	0	0	0	0
U	E (Note 1)	0	0	0	0	1	1	1	1
T									

Note 1: Omit for MM74C922

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Block Diagram



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings (Note 2)

Voltage at Any Pin	V_{CC} − 0.3V to V_{CC} + 0.3V
Operating Temperature Range	
MM74C922, MM74C923	−40°C to +85°C
Storage Temperature Range	−65°C to +150°C
Power Dissipation (P_D)	
Dual-In-Line	700 mW
Small Outline	500 mW
Operating V_{CC} Range	3V to 15V
V_{CC}	18V
Lead Temperature	
(Soldering, 10 seconds)	260°C

Note 2: "Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed. Except for "Operating Temperature Range" they are not meant to imply that the devices should be operated at these limits. The table of "Electrical Characteristics" provides conditions for actual device operation.

DC Electrical Characteristics

Min/Max limits apply across temperature range unless otherwise specified

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
CMOS TO CMOS						
V_{T+}	Positive-Going Threshold Voltage at Osc and KBM Inputs	V_{CC} = 5V, $I_{IN} \geq$ 0.7 mA	3.0	3.6	4.3	V
		V_{CC} = 10V, $I_{IN} \geq$ 1.4 mA	6.0	6.8	8.6	V
		V_{CC} = 15V, $I_{IN} \geq$ 2.1 mA	9.0	10	12.9	V
V_{T-}	Negative-Going Threshold Voltage at Osc and KBM Inputs	V_{CC} = 5V, $I_{IN} \geq$ 0.7 mA	0.7	1.4	2.0	V
		V_{CC} = 10V, $I_{IN} \geq$ 1.4 mA	1.4	3.2	4.0	V
		V_{CC} = 15V, $I_{IN} \geq$ 2.1 mA	2.1	5	6.0	V
$V_{IN(1)}$	Logical "1" Input Voltage, Except Osc and KBM Inputs	V_{CC} = 5V	3.5	4.5		V
		V_{CC} = 10V	8.0	9		V
		V_{CC} = 15V	12.5	13.5		V
$V_{IN(0)}$	Logical "0" Input Voltage, Except Osc and KBM Inputs	V_{CC} = 5V		0.5	1.5	V
		V_{CC} = 10V		1	2	V
		V_{CC} = 15V		1.5	2.5	V
I_{rp}	Row Pull-Up Current at Y1, Y2, Y3, Y4 and Y5 Inputs	V_{CC} = 5V, V_{IN} = 0.1 V_{CC}		−2	−5	μA
		V_{CC} = 10V		−10	−20	μA
		V_{CC} = 15V		−22	−45	μA
$V_{OUT(1)}$	Logical "1" Output Voltage	V_{CC} = 5V, I_O = −10 μA	4.5			V
		V_{CC} = 10V, I_O = −10 μA	9			V
		V_{CC} = 15V, I_O = −10 μA	13.5			V
$V_{OUT(0)}$	Logical "0" Output Voltage	V_{CC} = 5V, I_O = 10 μA			0.5	V
		V_{CC} = 10V, I_O = 10 μA			1	V
		V_{CC} = 15V, I_O = 10 μA			1.5	V
R_{on}	Column "ON" Resistance at X1, X2, X3 and X4 Outputs	V_{CC} = 5V, V_O = 0.5V		500	1400	Ω
		V_{CC} = 10V, V_O = 1V		300	700	Ω
		V_{CC} = 15V, V_O = 1.5V		200	500	Ω
I_{CC}	Supply Current Osc at 0V, (one Y low)	V_{CC} = 5V		0.55	1.1	mA
		V_{CC} = 10V		1.1	1.9	mA
		V_{CC} = 15V		1.7	2.6	mA
$I_{IN(1)}$	Logical "1" Input Current at $\overline{\text{Output Enable}}$	V_{CC} = 15V, V_{IN} = 15V		0.005	1.0	μA
$I_{IN(0)}$	Logical "0" Input Current at $\overline{\text{Output Enable}}$	V_{CC} = 15V, V_{IN} = 0V	−1.0	−0.005		μA
CMOS/LPTTL INTERFACE						
$V_{IN(1)}$	Except Osc and KBM Inputs	V_{CC} = 4.75V	V_{CC} − 1.5			V
$V_{IN(0)}$	Except Osc and KBM Inputs	V_{CC} = 4.75V			0.8	V
$V_{OUT(1)}$	Logical "1" Output Voltage	I_O = −360 μA, V_{CC} = 4.75V, I_O = −360 μA	2.4			V
$V_{OUT(0)}$	Logical "0" Output Voltage	I_O = −360 μA, V_{CC} = 4.75V, I_O = −360 μA			0.4	V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DC Electrical Characteristics (Continued)

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
OUTPUT DRIVE (See Family Characteristics Data Sheet) (Short Circuit Current)						
I_{SOURCE}	Output Source Current (P-Channel)	V_{CC} = 5V, V_{OUT} = 0V, T_A = 25°C	−1.75	−3.3		mA
I_{SOURCE}	Output Source Current (P-Channel)	V_{CC} = 10V, V_{OUT} = 0V, T_A = 25°C	−8	−15		mA
I_{SINK}	Output Sink Current (N-Channel)	V_{CC} = 5V, V_{OUT} = V_{CC}, T_A = 25°C	1.75	3.6		mA
I_{SINK}	Output Sink Current (N-Channel)	V_{CC} = 10V, V_{OUT} = V_{CC}, T_A = 25°C	8	16		mA

AC Electrical Characteristics (Note 3)

T_A = 25°C, C_L = 50 pF, unless otherwise noted

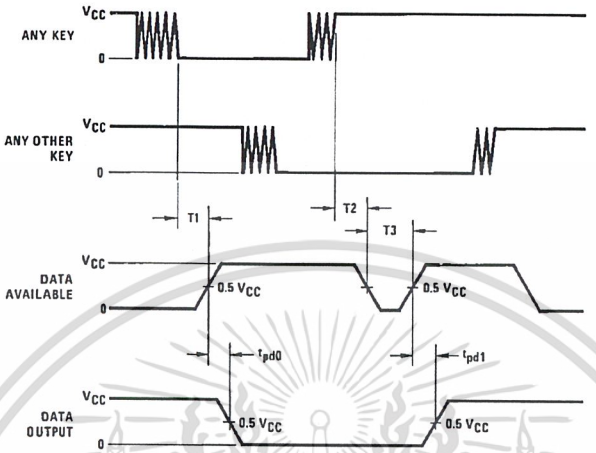
Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
t_{pd0}, t_{pd1}	Propagation Delay Time to Logical "0" or Logical "1" from D.A.	C_L = 50 pF (Figure 1)				
		V_{CC} = 5V		60	150	ns
		V_{CC} = 10V		35	80	ns
		V_{CC} = 15V		25	60	ns
t_{0H}, t_{1H}	Propagation Delay Time from Logical "0" or Logical "1" into High Impedance State	R_L = 10k, C_L = 10 pF (Figure 2)				
		V_{CC} = 5V, R_L = 10k		80	200	ns
		V_{CC} = 10V, C_L = 10 pF		65	150	ns
		V_{CC} = 15V		50	110	ns
t_{H0}, t_{H1}	Propagation Delay Time from High Impedance State to a Logical "0" or Logical "1"	R_L = 10k, C_L = 50 pF (Figure 2)				
		V_{CC} = 5V, R_L = 10k		100	250	ns
		V_{CC} = 10V, C_L = 50 pF		55	125	ns
		V_{CC} = 15V		40	90	ns
C_{IN}	Input Capacitance	Any Input (Note 4)		5	7.5	pF
C_{OUT}	3-STATE Output Capacitance	Any Output (Note 4)		10		pF

Note 3: AC Parameters are guaranteed by DC correlated testing.

Note 4: Capacitance is guaranteed by periodic testing.

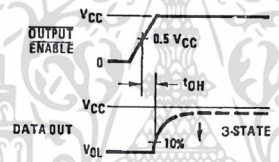
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Switching Time Waveforms



T1 = T2 = RC, T3 = 0.7 RC, where R = 10k and C is external capacitor at KBM input.

FIGURE 1.



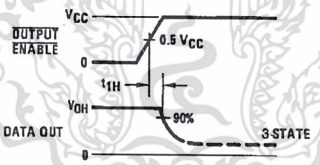
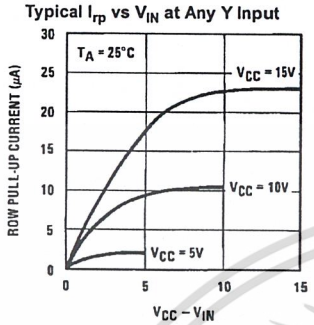


FIGURE 2.

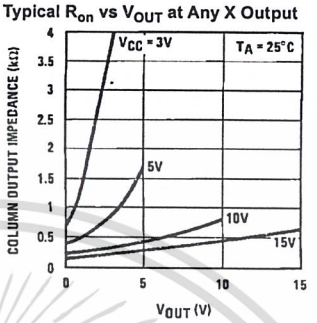
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Performance Characteristics

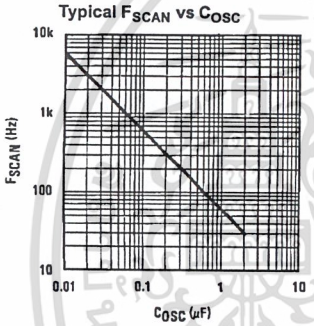
Typical I_{rp} vs V_{IN} at Any Y Input



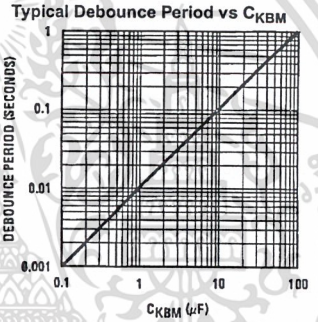
Typical R_{on} vs V_{OUT} at Any X Output



Typical F_{SCAN} vs C_{OSC}

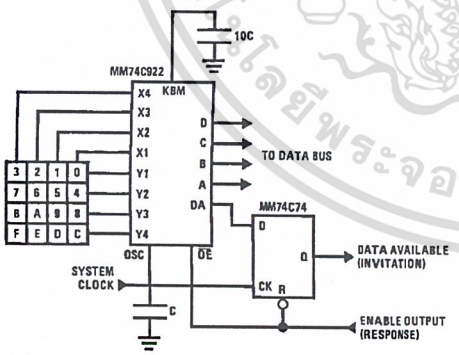


Typical Debounce Period vs C_{KBM}



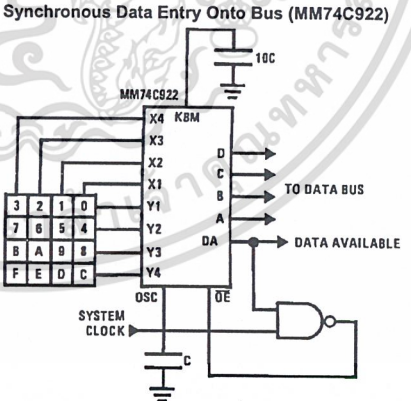
Typical Applications

Synchronous Handshake (MM74C922)



The keyboard may be synchronously scanned by omitting the capacitor at osc. and driving osc. directly if the system clock rate is lower than 10 kHz

Synchronous Data Entry Onto Bus (MM74C922)

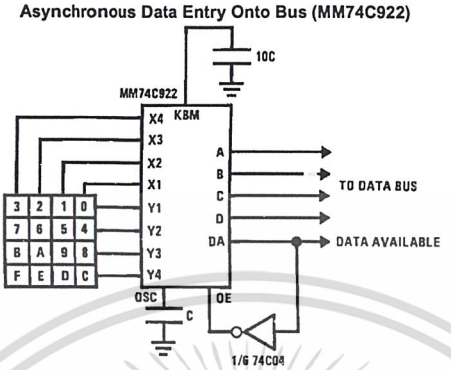


Outputs are enabled when valid entry is made and go into 3-STATE when key is released.

The keyboard may be synchronously scanned by omitting the capacitor at osc. and driving osc. directly if the system clock rate is lower than 10 kHz

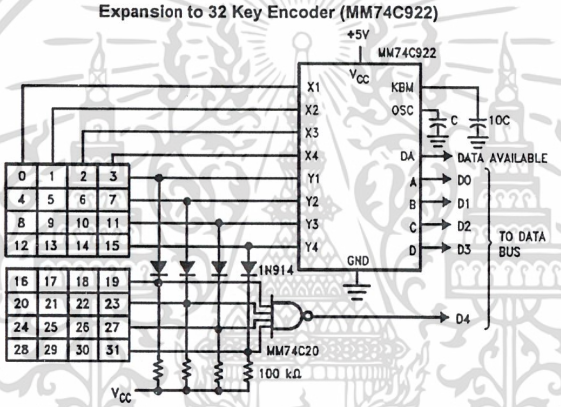
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Asynchronous Data Entry Onto Bus (MM74C922)



Outputs are in 3-STATE until key is pressed, then data is placed on bus. When key is released, outputs return to 3-STATE.

Expansion to 32 Key Encoder (MM74C922)



Theory of Operation

The MM74C922/MM74C923 Keyboard Encoders implement all the logic necessary to interface a 16 or 20 SPST key switch matrix to a digital system. The encoder will convert a key switch closer to a 4(MM74C922) or 5(MM74C923) bit nibble. The designer can control both the keyboard scan rate and the key debounce period by altering the oscillator capacitor, C_{OSE}, and the key bounce mask capacitor, C_{MSK}. Thus, the MM74C922/MM74C923's performance can be optimized for many keyboards.

The keyboard encoders connect to a switch matrix that is 4 rows by 4 columns (MM74C922) or 5 rows by 4 columns (MM74C923). When no keys are depressed, the row inputs are pulled high by internal pull-ups and the column outputs sequentially output a logic "0". These outputs are open drain and are therefore low for 25% of the time and otherwise off. The column scan rate is controlled by the oscillator input, which consists of a Schmitt trigger oscillator, a 2-bit counter, and a 2–4-bit decoder.

When a key is depressed, key 0, for example, nothing will happen when the X1 input is off, since Y1 will remain high. When the X1 column is scanned, X1 goes low and Y1 will go low. This disables the counter and keeps X1 low. Y1 going low also initiates the key bounce circuit timing and locks out the other Y inputs. The key code to be output is a combination of the frozen counter value and the decoded Y inputs. Once the key bounce circuit times out, the data is latched, and the Data Available (DAV) output goes high.

If, during the key closure the switch bounces, Y1 input will go high again, restarting the scan and resetting the key bounce circuitry. The key may bounce several times, but as soon as the switch stays low for a debounce period, the closure is assumed valid and the data is latched.

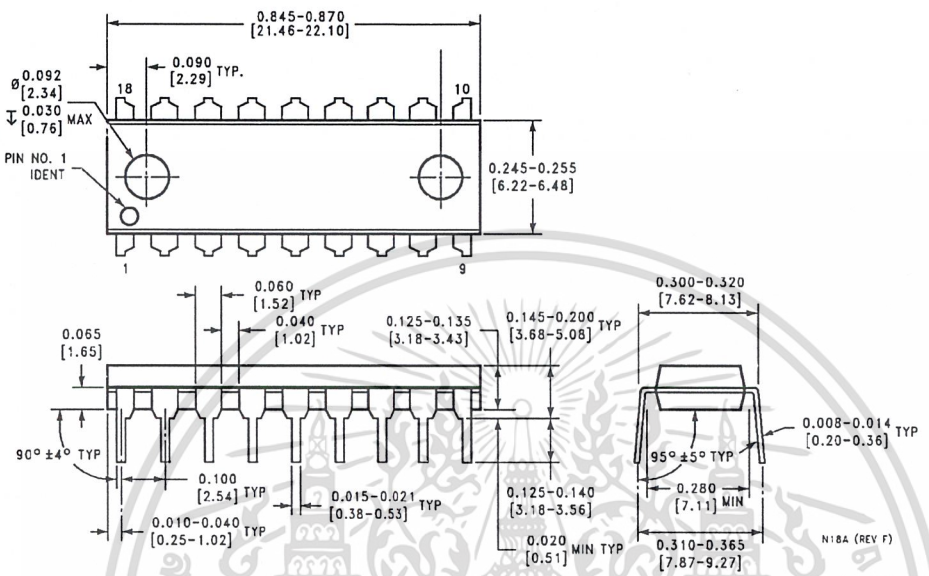
A key may also bounce when it is released. To ensure that the encoder does not recognize this bounce as another key closure, the debounce circuit must time out before another closure is recognized.

The two-key roll-over feature can be illustrated by assuming a key is depressed, and then a second key is depressed. Since all scanning has stopped, and all other Y inputs are disabled, the second key is not recognized until the first key is lifted and the key bounce circuitry has reset.

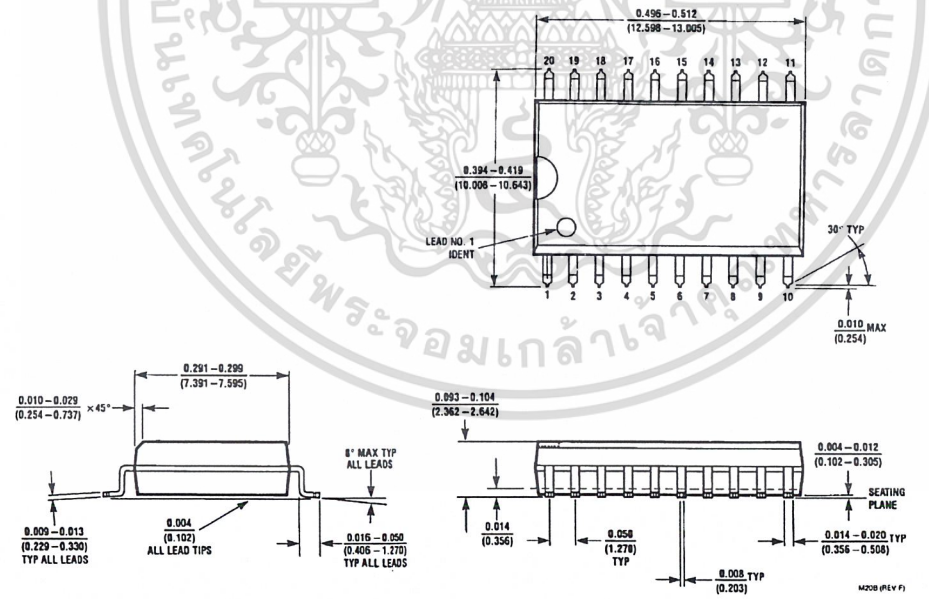
The output latches feed 3-STATE, which is enabled when the Output Enable ($\overline{OE}$) input is taken low.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted



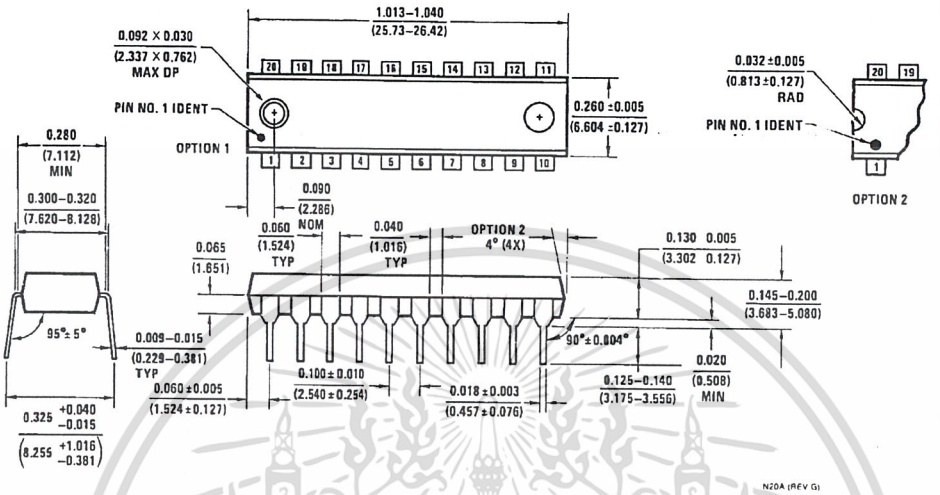
18-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300" Wide
Package Number N18A



20-Lead Plastic Small Outline I.C. Package (M)
Package Number M20B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



20-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300" Wide
Package Number N20A

LIFE SUPPORT POLICY

FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.
2. A critical component in any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

www.fairchildsemi.com

Fairchild does not assume any responsibility for use of any circuitry described, no circuit patent licenses are implied and Fairchild reserves the right at any time without notice to change said circuitry and specifications.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ยืน ภู่วรวรรณ และไพศาล สงวนหมู่. **การสื่อสารข้อมูลและไมโครคอมพิวเตอร์เน็ตเวิร์ค.** กรุงเทพฯ : หจก. เอช-เอน การพิมพ์.2536

สมยศ จุณณะปิยะ. **การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51**. กรุงเทพฯ : คณะวิศวกรรมศาตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2539

สุนทร วิทูรสุรพจน์. **การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 8051**. กรุงเทพฯ : บริษัท เอ็ช. เอ็น. กรุ๊ป จำกัด. 2537

สุวิพล สิทธิชีวภาค. **พื้นฐานแห่งการสื่อสารข้อมูล**. กรุงเทพฯ : ด่านสุทธาการพิมพ์. ม.ป.ป.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายบุญกรานต์ พลรักษา
วันเดือนปีเกิด	13 เมษายน 2520
สถานที่เกิด	จังหวัดมหาสารคาม
ภูมิลำเนาเดิม	143 หมู่ 1 ต.แพง อ. โกสุมพิสัย จ. มหาสารคาม 44140
ที่อยู่ปัจจุบัน	143 หมู่ 1 ต. แพง อ. โกสุมพิสัย จ. มหาสารคาม 44140
โทรศัพท์	043-761205,1188-6428371
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนบ้านแพง
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนเขวาไร่ศึกษา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคสารคาม
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง(ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคสารคาม
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
ผลงานที่ได้รับรางวัล	-
ทุนการศึกษา	ทุนการศึกษาระดับอุดมศึกษา
คติพจน์	รู้จักพอ ไม่ย่อท้อต่ออุปสรรค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายปรเมษฐ์ หลอดอาสา
วันเดือนปีเกิด	30 มิถุนายน 2520
สถานที่เกิด	จังหวัดขอนแก่น
ภูมิลำเนาเดิม	3/1 หมู่ 4 บ้านโนนชาติ ต.โนนหัน อ.ชุมแพ จ.ขอนแก่น 40290
โทรศัพท์	043-213670,162-312816
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนบ้านโนนชาติ
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนโนนหันวิทยายน
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคขอนแก่น
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง(ปวส.)	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตขอนแก่น
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
ผลงานที่ได้รับรางวัล	-
ทุนการศึกษา	ทุนการศึกษาของรัฐบาล
คติพจน์	ทำวันนี้ให้ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายภูมินทร์ อุดมรัตน์
วันเดือนปีเกิด	15 เมษายน 2520
สถานที่เกิด	จังหวัดชลบุรี
ภูมิลำเนาเดิม	102/37 ง ต.บางปลาสร้อย อ.เมือง จ.ชลบุรี 20000
ที่อยู่ปัจจุบัน	102/37 ง ต.บางปลาสร้อย อ.เมือง จ.ชลบุรี 20000
โทรศัพท์	038-283646
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนศุทธรัตน์ บ้านสวน
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนชลราษฎร์บำรุง
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง(ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
ผลงานที่ได้รับ	-
ทุนการศึกษา	ทุนการศึกษาของรัฐบาล
คติพจน์	ต้องสู้ถึงจะชนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายสารัตถ์ เตสง่าวงศ์
วันเดือนปีเกิด	11 พฤษภาคม 2521
สถานที่เกิด	จังหวัดชัยภูมิ
ภูมลำเนาเดิม	511ก/4 ถ.ชัยประสิทธิ์ ต.ในเมือง อ.เมือง จ.ชัยภูมิ 36000
ที่อยู่ปัจจุบัน	511ก/4 ถ.ชัยประสิทธิ์ ต.ในเมือง อ.เมือง จ.ชัยภูมิ 36000
โทรศัพท์	044-811276
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	อนุบาลชัยภูมิ
มัธยมศึกษาตอนต้น	ชัยภูมิภัคดีชุมพล
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง(ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
ผลงานที่ได้รับรางวัล	-
ทุนการศึกษา	-
คติพจน์	เมื่อเจ้ายังด้อยปัญญา อย่าริทำการใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้