



ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 ใบรับรองปริญญาโท

ชื่อหัวข้อ ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51
 Microcontroller Training Set

ชื่อนักศึกษา 1. นายกังสกร คำดี รหัสประจำตัว 46035298
 2. นายชินวัฒน์ มากอิน รหัสประจำตัว 46035311
 3. นายวิริยะ ธรรมรัตน์ รหัสประจำตัว 46035346
 4. นางสาววิไลวรรณ สังข์แก้ว รหัสประจำตัว 46035347

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมโทรคมนาคม
 อาจารย์ที่ปรึกษา อ.ไพบูลย์ พวงวงศ์ตระกูล
 อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อ.ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์

คณะกรรมการสอบปริญญาโท	ลายมือชื่อ
1. อ.อำพล ทองระอา	
2. อ.ไพบูลย์ พวงวงศ์ตระกูล	
3. อ.โกศล ตราชู	
4. อ.ปิยะ จิตธรรมมาภิรมย์	
5. อ.พิชญ์สินี มะโน	

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันพฤหัสบดีที่ 28 เมษายน พ.ศ. 2548 เวลา 10.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.311 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(ผศ.สุรสิทธิ์ ราษฎร์)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....



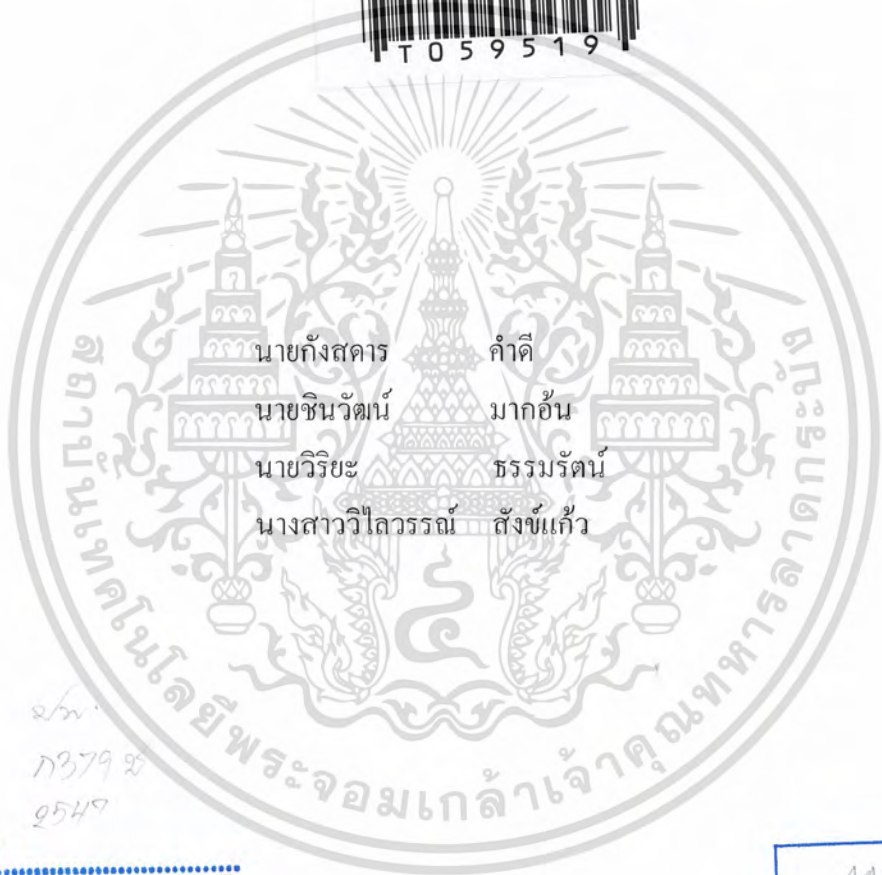
<BT4720272>

ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

ชุดฝึกทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51
MICROCONTROLLER TRAINING SET



ร.พ.
ก379 ๙
๑549

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....**59519**
วัน,เดือน,ปี - **7 ส.ย. 2549**

b.....**115-๑๐๐๕๒**.....
i.....

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง ชุดฝึกทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51
MICROCONTROLLER TRAINING SET

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS - 51
2. เพื่อออกแบบชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS - 51 ใช้งาน
3. เพื่อสร้างชุดฝึกทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS - 51
4. เพื่อหาคุณภาพชุดฝึกทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS - 51
5. เพื่อนำชุดฝึกทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS - 51 ไปใช้งานได้จริง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เข้าใจหลักการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS - 51
2. ได้วงจรชุดฝึกทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS - 51
3. ได้ชุดฝึกทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS - 51
4. ได้ผลประเมินชุดฝึกทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS - 51
5. นำชุดฝึกทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS - 51 ไปใช้งานได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	ชุดฝึกทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	
นักศึกษา	นายกังสดาร	คำดี
	นายชินวัฒน์	มากอิน
	นายวิริยะ	ธรรมรัตน์
	นางสาววิไลวรรณ	สังข์แก้ว
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ไพบุลย์	พวงวงศ์ตระกูล
อาจารย์ที่ปรึกษา ร่วม	อาจารย์ปิยะ	ศุภวาราสูวัฒน์
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต	
สาขาวิชา	วิศวกรรมโทรคมนาคม	
ปีการศึกษา	2547	

บทคัดย่อ

ปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้เสนอชุดฝึกทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ซึ่งประกอบด้วยโปรแกรมการทำงาน วัตถุประสงค์ หลักการทำงานของโปรแกรม ชุดทดลองโดยใช้โปรแกรม - แอสเซมบลี ในการเขียนโปรแกรม เนื่องจากชุดฝึกมีการทำงานร่วมกัน ได้หลากหลาย ช่วยกระตุ้นให้ ผู้เรียนมีความสนใจและให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ในส่วนของเนื้อหา และเทคนิคการผลิตชุดฝึกทดลอง ทำให้ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจการทำงานของชุดฝึกได้ง่ายยิ่งขึ้น เพื่อประโยชน์ในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ของผู้ที่เรียนหรือผู้ที่สนใจในรายวิชานี้

Thesis Title	Microcontroller Training set
Students	Mr.Kangsadarn kumdee Mr.Chinnawat mag-ont Mr.Viriya thummarat Miss Wilaiwan Sangkaew
Advisor	Mr.Paiboon Pongwongtragull
Co-Advisor	Mr.Piya Supavarasuwat
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education
Program in	Telecommunication Engineering
Academic Year	2004

ABSTRACT

This thesis presents a demonstrated-set of Micro-Controller (MCS-51) which composed of working program, objectives, and principle of program operation. The demonstrated program utilized "the Assembly Program" in program writing because this demonstrated-set has polled functions with varieties. It can help learners to pay more attention and also make teaching-learning process to be more efficient, especially in content and production process in the demonstrated-set. It makes learners to be able to understand function of the demonstrated-set easily and also provide the usefulness to any learners who want to search for knowledge of this course.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเนื่องมาจากการร่วมมือกันทำงาน ของสมาชิกในกลุ่มทุกท่าน และได้ด้วยความอนุเคราะห์และคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์ และ อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม ทุกท่าน

ขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่คอยช่วยเหลือให้คำแนะนำ ร่วมทดลองซุ่มฝึก และเป็นกำลังใจให้ตลอดเวลา ขอขอบคุณห้องสมุดครุศาสตร์อุตสาหกรรม และหอสมุดกลาง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ช่วยอำนวยความสะดวกและเอื้อเฟื้อสถานที่ในการค้นคว้าหาข้อมูล สุดท้ายที่ควรระลึกถึงอย่างยิ่งคือ บิดามารดาที่เป็นผู้ให้กำเนิด เป็นผู้ให้การสนับสนุนด้านการศึกษาและเป็นผู้ให้กำลังใจด้วยดีตลอดมาตั้งแต่อดีต จนถึงปัจจุบันและอนาคตตลอดไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูป	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 ซีดความสามารถของโครงการ	1
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	4
2.1 กล่าวนำ	4
2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	4
2.2.1 คุณสมบัติของ โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	4
2.2.2 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	5
2.2.3 กระบวนการอินเตอร์รัปของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	7
2.2.4 ไทมเมอร์และเคาต์เตอร์	8
2.2.5 การขยายพอร์ต	9
2.3 แอลอีดีคอตเมตริกซ์	12
2.4 แอลซีดี ขนาด 16 ตัวอักษร 2 บรรทัด	16
2.5 สวิตช์เมตริกซ์	19
2.6 แอนาลอกเป็นดิจิตอลและดิจิตอลเป็นแอนาลอก	22
2.7 การสร้างฐานเวลาด้วยไอซี	25
2.8 การควบคุมอุณหภูมิ	27
2.9 การติดต่อกับพอร์ตไมโครคอนโทรลเลอร์กับ แอลอีดี	29
2.10 สเต็ปปีงมอเตอร์	30
2.11 โซลิตสเตรียเลย์ โดยใช้รีเลย์อิเล็กทรอนิกส์	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.12 การแสดงผลแบบ 7 ส่วน	34
บทที่ 3 การสร้างและการออกแบบ	37
3.1 กล่าวนำ	37
3.2 การออกแบบวงจรหลัก	37
3.3 การออกแบบวงจรถอกรหัส	38
3.4 การออกแบบวงจรแสดงผลแบบ 7 ส่วน	41
3.5 การออกแบบวงจร โซลิตัสเตทรีเลย์	42
3.6 การออกแบบวงจร สวิตซ์เมตริกซ์ขนาด 4X7	42
3.7 การออกแบบวงจรเปลี่ยนแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นแอนาล็อก	43
3.8 การออกแบบวงจรสแต็ปปีงมอเตอร์	43
3.9 การออกแบบวงจรสร้างฐานเวลาด้วยไอซี DS 1307	44
3.10 การออกแบบวงจร DS 1820 ควบคุมอุณหภูมิ	44
3.11 การออกแบบวงจร PCF8574 ขยายพอร์ต	45
3.12 การออกแบบวงจรติดต่อกับพอร์ตไมโครคอนโทรลเลอร์กับแอลอีดี 8 ดวง	46
3.13 การออกแบบวงจรเปลี่ยนแปลงแอนาล็อกเป็นดิจิทัล	46
3.14 การออกแบบวงจรแอลอีดีคอตเมตริกซ์ ขนาด 8X16	47
3.15 การออกแบบวงจรควบคุม แอลซีดี 2บรรทัด 16 ตัว	48
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	50
4.1 กล่าวนำ	50
4.2 การทดลองแสดงผลวงจรแบบ 7 ส่วน	50
4.3 การทดลองวงจร โซลิตัสเตทรีเลย์	51
4.4 การทดลองวงจรสวิตซ์เมตริกซ์ขนาด 4 x 7 ตัว	51
4.5 การทดลองการเปลี่ยนแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นแอนาล็อก	53
4.6 การทดลองวงจรสแต็ปปีงมอเตอร์	54
4.7 สร้างฐานเวลาด้วยไอซี DS 1307	55
4.8 การทดลองวงจร DS 1820 ควบคุมอุณหภูมิ	56
4.9 การทดลองวงจร PCF8574 ขยายพอร์ต	57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
4.10 การทดลองการติดต่อกับพอร์ตไมโครคอนโทรลเลอร์กับ แอลอีดี 8 ดวง	58
4.11 การทดลองการเปลี่ยนแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิตอล	59
4.12 การทดลองวงจรแอลอีดีคอตเมตริกซ์ขนาด 8x16	60
4.13 การทดลองวงจรแสดงผลแบบผลึกเหลวขนาด 16x2 ตัว	61
บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา การแก้ปัญหาและแนวทางในการพัฒนา	63
5.1 บทสรุป	63
5.2 ปัญหาและอุปสรรคที่พบในการจัดทำโครงการและวิธีแก้ปัญหา	63
5.3 แนวทางในการพัฒนา	64
บรรณานุกรม	65
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	66
ภาคผนวก ข วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์	74
ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์	101
ภาคผนวก ง ใบงาน	110
ภาคผนวก จ เฉลยใบงาน	171
ภาคผนวก ฉ คู่มือ	177
ภาคผนวก ช รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์	184
ภาคผนวก ซ แบบประเมินคุณภาพชุดทดลอง	193
ภาคผนวก ฌ การวิเคราะห์ข้อมูล	226
ประวัติผู้แต่ง	234

สารบัญตาราง

เรื่อง	หน้า
ค.1 รายการอุปกรณ์ของวงจรหลัก	102
ค.2 รายการอุปกรณ์ของวงจรถอดรหัสเอาท์พุท	103
ค.3 รายการอุปกรณ์ของวงจรถอดรหัสอินพุท	103
ค.4 รายการอุปกรณ์ของวงจรแสดงผล 7 ส่วน	104
ค.5 รายการอุปกรณ์ของวงจรควบคุมแอลอีดี 2 บรรทัด 16 ตัวอักษร	104
ค.6 รายการอุปกรณ์ของวงจร DS 1820 ควบคุมอุณหภูมิ	105
ค.7 รายการอุปกรณ์ของวงจรสร้างฐานเวลาด้วยไอซี DS1307	105
ค.8 รายการอุปกรณ์ของการติดต่อกับพอร์ตไมโครคอนโทรเลอร์กับแอลอีดี 8 ตัวอักษร	105
ค.9 รายการอุปกรณ์ของวงจรสแต็ปปีงมอเตอร์	106
ค.10 รายการอุปกรณ์ของวงจร PCF 8574A ขยายพอร์ต	106
ค.11 รายการอุปกรณ์ของวงจรสวิทช์เมตริกซ์	107
ค.12 รายการอุปกรณ์ของโซลิตสเทท รีเลย์	107
ค.13 รายการอุปกรณ์ของวงจรแอนาลอกเป็นดิจิตอล	108
ค.14 รายการอุปกรณ์ของวงจรดิจิตอลเป็นแอนาลอก	108
ค.15 รายการอุปกรณ์ของวงจรแอลอีดีคอตเมตริกซ์ขนาด 4x7	109
ฅ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อชุดทดลอง	226
ฅ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อใบงานที่ 1	227
ฅ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อใบงานที่ 2	228
ฅ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อใบงานที่ 3	229
ฅ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อใบงานที่ 4	230
ฅ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อใบงานที่ 5	231
ฅ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อใบงานที่ 6	232
ฅ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อใบงานที่ 7	233
ฅ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อใบงานที่ 8	234
ฅ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อใบงานที่ 9	235
ฅ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อใบงานที่ 10	236
ฅ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อใบงานที่ 11	237
ฅ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อใบงานที่ 12	238

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

เรื่อง

หน้า

ณ 13 การวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของผู้ทรงคุณวุฒิด้านสื่อที่มีต่อชุดทดลอง

239



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์	6
2.3 โครงสร้างตัวควบคุมการทำงานของไทเมอร์/เคาน์เตอร์	9
2.3 รูปแบบการส่งข้อมูล	10
2.3 (ต่อ) รูปแบบการส่งข้อมูล	10
2.4 การใช้ไอซีบัฟเฟอร์สามสถานะเป็นพอร์ตอินพุต	12
2.5 การใช้ไอซีแลตซ์เป็นพอร์ตเอาต์พุต	12
2.6 วงจรภายในของแอลอีดีคอตเมตริกซ์	13
2.7 การกำหนดข้อมูลเพื่อแสดงตัวอักษรของแอลอีดีคอตเมตริกซ์	13
2.8 การสแกนคอตเมตริกซ์	14
2.9 การสแกนทางด้านหลัก แสดงตัวอักษร “A”	15
2.10 การกำหนดข้อมูลเพื่อแสดงตัวอักษรของแอลอีดีคอตเมตริกซ์ แบบสแกนแถว	15
2.11 การสแกนทางด้านแถว แสดงตัวอักษร “A”	16
2.12 โครงสร้างของชิปควบคุม โมดูล แอลซีดี เบอร์ HDD44780	17
2.13 วงจรต่อใช้งานของ แอลซีดี ขนาด 16 ตัวอักษร 2 บรรทัด	18
2.14 การต่อคีย์เมตริกซ์ขนาด 4x4	19
2.15 ผังงานของการตรวจสอบการกดคีย์เมตริกซ์ขนาด 4 x4	20
2.16 การส่งค่าสแกนแถวและตัวอย่างเมื่อมีการกดคีย์	21
2.17 ADC ขนาด 3 บิต	22
2.18 ความผิดพลาดของวงจรแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิทัล	23
2.19 วงจร R-2R Ladder	24
2.20 โครงสร้างภายในของ DS 1307	26
2.21 แสดงการเชื่อมต่อ DS1307	27
2.22 โครงสร้างการทำงานภายในของ DS1820	28
2.23 การเชื่อมต่อวงจร DS1820	29
2.24 แสดงการติดต่อระหว่าง แอลอีดี กับพอร์ต	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.25 สเต็ปป์มอเตอร์ 4 เฟส แบบยูนิโพลาร์เพอร์มาเนนแม็กเนต	31
2.26 ผังการทำงานของการทำงานเชื่อมต่อกับสเต็ปป์มอเตอร์	32
2.27 แสดงการใช้อุปกรณ์ทางแสง	33
2.28 แสดงการใช้อุปกรณ์หม้อแปลง	38
2.29 การต่อใช้งานของโซลิตสเตทรีเลย์	34
2.30 แอลอีดี 7 Segment แบบคาโทดร่วมและแอนโนดร่วม และชื่อเชกเมนต์	35
2.31 แสดงการต่อเพื่อแอลอีดี 7 Segment	35
2.32 แสดงการต่อแอลอีดี 7-Segment หลายหลักแบบมัลติเพล็กซ์	36
3.1 วงจรควบคุม	37
3.2 บล็อกไดอะแกรมลอจิกให้เอาท์พุท	38
3.3 วงจรลอจิกให้เอาท์พุท	39
3.4 บล็อกไดอะแกรมลอจิกให้เอาท์พุทและอินพุท	40
3.5 วงจรลอจิกให้อินพุท และเอาท์พุท	41
3.6 แบบ 7ส่วนธรรมดา	41
3.7 วงจรโซลิตสเตท รีเลย์	42
3.8 วงจรสวิตช์เมตริกซ์	42
3.9 วงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นแอนาลอก	43
3.10 วงจรสเต็ปป์มอเตอร์	43
3.11 วงจรสร้างฐานเวลาคิว ไอซี DS 1307	44
3.12 วงจรแสดง DS1820	45
3.13 วงจร PCF8574 ขยายพอร์ต	45
3.14 วงจรติดต่อกับพอร์ตไมโครคอนโทรลเลอร์กับแอลอีดี 8 ดวง	46
3.15 วงจรเปลี่ยนแปลงแอนาลอกเป็นดิจิตอล	47
3.16 วงจรแอลอีดีคอตเมตริกซ์ ขนาด 8 x 16	48
3.17 วงจรแสดงผลแบบผลึกเหลว ขนาด 2 บรรทัด 16 ตัวอักษร	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.1 วงจรแสดงผลแบบ 7 ส่วนธรรมดา	50
4.2 วงจร โซลิตสเตท รีเลย์	51
4.3 วงจรเมตริกซ์ขนาด 4 x 7 ตัว	52
4.4 วงจรแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นแอนาล็อก	53
4.5 วงจรสแต็ปปีงมอเตอร์	54
4.6 วงจรสร้างฐานเวลาด้วยไอซี DS 1307	55
4.7 วงจร DS 1820 ความคุมอุณหภูมิ	56
4.8 วงจร PCF8574 ขยายพอร์ต	57
4.9 วงจรติดต่อกับพอร์ตไมโครคอนโทรลเลอร์กับ แอลอีดี 8 ดวง	58
4.10 วงจรเปลี่ยนแปลงสัญญาณแอนาล็อกเป็นดิจิทัล	59
4.11 วงจรแอลอีดีคอตเมตริกซ์ขนาด 8 x 16	60
4.12 วงจรแสดงผลแบบผลึกเหลวขนาด 2 บรรทัด x 16 ตัวอักษร	61
ก.1 วงจรควบคุม	67
ก.2 วงจรถอดรหัสอินพุทและเอาต์พุท	67
ก.3 วงจรแอลอีดีคอตเมตริกซ์ขนาด 8 x 16	68
ก.4 วงจรสวิทช์เมตริกซ์ขนาด 4 x 8	68
ก.5 วงจรแสดงผลแบบ 7 ส่วน	69
ก.6 วงจรสแต็ปปีงมอเตอร์	69
ก.7 วงจรแอลซีดี ขนาด 2 บรรทัด x 16 ตัวอักษร	70
ก.8 วงจร โซลิตสเตทรีเลย์	70
ก.9 วงจรสวิทช์เมตริกซ์ขนาด 4 x 7	71
ก.10 วงจร PCF8574 ขยายพอร์ต	71
ก.11 วงจรแปลงแอนาล็อกเป็นดิจิทัล	72
ก.12 วงจรควบคุมอุณหภูมิ DS1820	72
ก.13 วงจรถอดรหัสอินพุท	73
ก.14 การต่อวงจรใช้งาน	73
ข.1 วงจรหลัก	75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ข.2 วงจรถอดรหัสเอาท์พุท	75
ข.3 วงจรถอดรหัสอินพุทและเอาท์พุท	76
ข.4 วงจรแสดงผลแบบ 7 ส่วน	76
ข.5 วงจรแอลอีดีคอตเมตริกซ์ขนาด 8 x 16	77
ข.6 วงจรแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิตอล	77
ข.7 วงจรสวิตช์เมตริกซ์ขนาด 4 x 7	78
ข.8 วงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นแอนาลอก	78
ข.9 วงจรสแต็ปปีงมอเตอร์	79
ข.10 วงจรติดต่อกับพอร์ตไมโครคอนโทรลเลอร์กับแอลอีดี 8 ดวง	79
ข.11 วงจร PCF8574A ขยายพอร์ต	80
ข.12 วงจรโซลิตสเตรีย์	80
ข.13 วงจรการสร้างฐานเวลา DS 1307	80
ข.14 วงจรควบคุมอุณหภูมิ DS 1802	81
ข.15 วงจรการแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิตอล	81
ข.16 วงจรเชื่อมต่อ	81
ข.17 วงจรแอลอีดีคอตเมตริกซ์ขนาด 8x16	82
ข.18 ลายทองแดงวงจรหลัก	83
ข.19 ตำแหน่งอุปกรณ์วงจรหลัก	83
ข.20 ลายทองแดงวงจรเชื่อมต่อ	84
ข.21 ตำแหน่งอุปกรณ์วงจรเชื่อมต่อ	85
ข.22 ลายทองแดงวงจรสร้างฐานเวลา DS1307	85
ข.23 ตำแหน่งอุปกรณ์วงจรสร้างฐานเวลา DS1307	86
ข.24 ลายทองแดงวงจรแอลอีดี 8 ดวง	86
ข.25 การวางตำแหน่งอุปกรณ์วงจรแอลอีดี 8 ดวง	87
ข.26 ลายทองแดงวงจรควบคุมอุณหภูมิ 1820	87
ข.27 การวางตำแหน่งอุปกรณ์วงจรควบคุมอุณหภูมิ 1820	87
ข.28 ลายทองแดงวงจรการแปลงวงจรมอนาลอกเป็นดิจิตอล	88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

ข.29 การวางตำแหน่งอุปกรณ์วงจรแอนาโลกเป็นดิจิทัล	88
ข.30 ลายทองแดงวงจรสแต็ปป์มอเตอร์	88
ข.31 การวางตำแหน่งอุปกรณ์วงจรสแต็ปป์มอเตอร์	89
ข.32 ลายทองแดงวงจรแอลซีดีขนาด 2 บรรทัด x 16 ตัวอักษร	90
ข.33 การวางตำแหน่งอุปกรณ์วงจรแอลซีดี ขนาด 2 บรรทัด x 16 ตัวอักษร	90
ข.34 ลายทองแดงวงจรสวิตช์เมตริกซ์ขนาด 4 x 7	91
ข.35 การวางตำแหน่งอุปกรณ์วงจรสวิตช์เมตริกซ์ขนาด 4 x 7	92
ข.36 ลายทองแดงวงจรแสดงผลแบบ 7 ส่วน	92
ข.37 การวางตำแหน่งอุปกรณ์วงจรแสดงผลแบบ 7 ส่วน	93
ข.38 ลายทองแดงวงจรแอลอีดีคอตเมตริกซ์	94
ข.39 การวางตำแหน่งอุปกรณ์วงจรแอลอีดีคอตเมตริกซ์	94
ข.40 ลายทองแดงวงจรโซลิดสเตท รีเลย์	95
ข.41 การวางตำแหน่งอุปกรณ์วงจรโซลิดสเตท รีเลย์	95
ข.42 ลายทองแดงวงจรขยายพอร์ต	96
ข.43 การวางตำแหน่งอุปกรณ์วงจรขยายพอร์ต	97
ข.44 ลายทองแดงวงจรถอดรหัสอินพุทและเอาต์พุท	98
ข.45 การวางตำแหน่งอุปกรณ์ถอดรหัสอินพุทและเอาต์พุท	98
ข.46 ลายทองแดงวงจรถอดรหัสเอาต์พุต 2 พอร์ต	99
ข.47 การวางตำแหน่งอุปกรณ์วงจรถอดรหัสเอาต์พุต 2 พอร์ต	100

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.12 การแสดงผลแบบ 7 ส่วน	34
บทที่ 3 การสร้างและการออกแบบ	37
3.1 กล่าวนำ	37
3.2 การออกแบบวงจรหลัก	37
3.3 การออกแบบวงจรทรานซิส	38
3.4 การออกแบบวงจรแสดงผลแบบ 7 ส่วน	41
3.5 การออกแบบวงจร โซลิตัสเตอรีเลย์	42
3.6 การออกแบบวงจร สวิตซ์เมตริกซ์ขนาด 4X7	42
3.7 การออกแบบวงจรเปลี่ยนแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นแอนาล็อก	43
3.8 การออกแบบวงจรสเต็ปปีงมอเตอร์	43
3.9 การออกแบบวงจรสร้างเวลาด้วยไอซี DS 1307	44
3.10 การออกแบบวงจร DS 1820 ควบคุมอุณหภูมิ	44
3.11 การออกแบบวงจร PCF8574 ขยายพอร์ต	45
3.12 การออกแบบวงจรติดต่อกับพอร์ตไมโครคอนโทรลเลอร์กับแอลอีดี 8 ดวง	46
3.13 การออกแบบวงจรเปลี่ยนแปลงแอนาล็อกเป็นดิจิตอล	46
3.14 การออกแบบวงจรแอลอีดีคอตเมตริกซ์ ขนาด 8X16	47
3.15 การออกแบบวงจรควบคุม แอลซีดี 2บรรทัด 16 ตัว	48
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	50
4.1 กล่าวนำ	50
4.2 การทดลองแสดงผลวงจรแบบ 7 ส่วน	50
4.3 การทดลองวงจร โซลิตัสเตท รีเลย์	51
4.4 การทดลองวงจรสวิตซ์เมตริกซ์ขนาด 4 x 7 ตัว	51
4.5 การทดลองการเปลี่ยนแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นแอนาลอก	53
4.6 การทดลองวงจรสเต็ปปีงมอเตอร์	54
4.7 สร้างฐานเวลาด้วยไอซี DS 1307	55
4.8 การทดลองวงจร DS 1820 ควบคุมอุณหภูมิ	56
4.9 การทดลองวงจร PCF8574 ขยายพอร์ต	57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในปัจจุบัน ก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว ความรู้เชิงทฤษฎีและปฏิบัติ ต้องเรียนรู้อย่างควบคู่กันไป การทดลองเป็นสิ่งที่ยืนยันทฤษฎี ว่ามีความถูกต้องน่าเชื่อถือมากน้อยแค่ไหน สิ่งเหล่านี้ทำให้นักศึกษามีความสนใจที่จะเรียนรู้ การสร้างอุปกรณ์ทดลองขึ้นมาชิ้นหนึ่ง โดยพื้นฐานความรู้ทางวิศวกรรมศาสตร์ควบคู่กับการเขียน โปรแกรมระบุความสามารถของอุปกรณ์ สิ่งเหล่านี้ เป็นเครื่องยืนยันความสัมพันธ์ระหว่างศาสตร์ความรู้ทั้งสองที่เป็นองค์ประกอบร่วมกัน

ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น นักศึกษามีความประสงค์จะสร้างอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ขึ้นมา คือชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ซึ่งต้องอาศัยความรู้ทางวิศวกรรมและความรู้ทางวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีควบคู่กัน สิ่งกระตุ้นให้นักศึกษาอยากทำโครงการชิ้นนี้ ซึ่งมีขอบข่ายการเขียนโปรแกรมเพื่อเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ ในปัจจุบันนี้การพัฒนาของไอซีก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว ไมโครคอนโทรลเลอร์ถูกพัฒนามากขึ้นอย่างต่อเนื่อง ตระกูลของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ถูกใช้มากในปัจจุบัน คือ MCS-51 ด้วยสาเหตุที่ว่าเป็นไอซี ที่ได้รับความนิยม, ความสามารถในการทำงานครอบคลุมงานหลากหลาย, หาซื้อง่ายและการโปรแกรมก็ทำได้ง่ายและสะดวก แต่อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่า MCS-51 เป็นไอซีที่ถูกใช้งานทั่วไปในปัจจุบัน นักศึกษาจึงเกิดความสนใจที่จะสร้างชุดทดลองขึ้นโดยใช้ MCS-51 เป็นตัวควบคุมและสามารถนำพื้นฐานในการเรียน พร้อมทั้งศึกษาเพิ่มเติมในส่วนที่ต้องใช้ความรู้ นอกเหนือจากขอบข่ายวิชา เพื่อให้โครงการออกมาเสร็จสมบูรณ์ตามขอบข่ายที่วางไว้

1.2 ขีดความสามารถของโครงการ

โครงการนี้มีขีดความสามารถดังนี้

1. ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์

1.1 มีแอลอีดี คอท เมตริกซ์ ขนาด 8 x 16

1.2 มีตัวควบคุม แอลอีดี 2 บรรทัด 16 ตัวอักษร

1.3 มีสวิตช์เมตริกซ์ 4 x 7

1.4 มีการแปลงสัญญาณแอนาล็อกเป็นดิจิตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 1.5 มีการแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นแอนาล็อก
- 1.6 วงจรขยายพอร์ตด้วย PCF857A
- 1.7 สร้างฐานเวลาด้วยไอซี DS1307
- 1.8 DS1820 วัดอุณหภูมิ
- 1.9 การติดต่อกับพอร์ตไมโครคอนโทรลเลอร์กับ แอลอีดี 8 ดวง
- 1.10 สเต็ปป์มอเตอร์
- 1.11 โซลิกสเตท รีเลย์ โดยใช้รีเลย์อิเล็กทรอนิกส์
- 1.12 ตัวแสดงผลแบบ 7 ส่วน จำนวน 8 ตัว

2. มีคุณภาพจากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่านด้านไมโครคอนโทรลเลอร์ในระดับค่าเฉลี่ย 3.50 ขึ้นไป ในแบบ 5 ระดับ หรือคุณภาพดีในภาพรวม

1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหภายในปฏิญาณฉบับนี้แบ่งออกเป็นบทต่างๆ เพื่อสะดวกต่อการศึกษาและทำความเข้าใจ ในแต่ละบทจะประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปฏิญาณฉบับนี้ ขีดความสามารถของโครงการ และเนื้อหาในบทต่างๆ โดยสังเขป

บทที่ 2 ประกอบด้วย ทฤษฎีต่างๆ เกี่ยวกับทฤษฎีไมโครคอนโทรลเลอร์ สเต็ปป์มอเตอร์, แอลอีดีคอตเมตริกซ์ การแปลงสัญญาณแอนาล็อกเป็นดิจิทัล การแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นแอนาล็อก โซลิกสเตทรีเลย์ สร้างฐานเวลาด้วยไอซี สวิตช์เมตริกซ์ การควบคุมอุณหภูมิ การติดต่อกับพอร์ตไมโครคอนโทรลเลอร์ การแสดงผลแบบ 7 ส่วนธรรมดา

บทที่ 3 กล่าวถึงเนื้อหาที่เกี่ยวกับการทำงานของโครงการวงจรต่างๆ ที่ใช้ในโครงการ ตลอดจนการออกแบบและการสร้างส่วนประกอบต่างๆ เช่น วงจรชุดทดลอง ชุดโปรแกรมควบคุม โครงสร้างของชิ้นงาน พร้อมทั้งการทำงานของส่วนประกอบต่างๆ

บทที่ 4 ประกอบด้วย การทดลองและผลการทดลองของวงจรต่างๆ ชุดโปรแกรมควบคุม วงจร และการทำงานของเครื่อง

บทที่ 5 เป็นการสรุปผลการจัดทำโครงการปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางในการแก้ไขรวมทั้งแนวทางการพัฒนา

ภาคผนวก ก แสดงภาพชุดทดลองต้นแบบ การเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่นๆ ขณะใช้งานจริง

ภาคผนวก ข ประกอบด้วยวงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

ภาคผนวก ค แสดงรายการอุปกรณ์ที่ใช้ในงานในแต่ละวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง แสดงใบงานในการทดลอง

ภาคผนวก จ เฉลยใบงาน

ภาคผนวก ฉ แสดงรายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์ที่ใช้ในโครงการ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการ

2.1 กล่าวนำ

ปริญญานิพนธ์ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและหลักการสำคัญที่ใช้ในโครงการ โดยจะประกอบด้วยทฤษฎี โปรแกรมงาน โดยใช้ MCS-51 ควบคุมในการทำงานรวมถึงทฤษฎีที่ใช้ในการสร้างชุดฝึกต่างๆ

2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ผลิตโดยบริษัทอินเทล มีการนำมาใช้ประโยชน์กันอย่างแพร่หลายในปี ค.ศ. 1980 ต่อมาบริษัทฟิลิปส์และซีเมนส์ ได้รับลิขสิทธิ์ในการผลิตจำหน่าย และได้มีการเพิ่มประสิทธิภาพมากขึ้น

MCS-51 ประกอบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์หลายรุ่นซึ่งจะมีสถาปัตยกรรมพื้นฐานที่เหมือนกัน เพียงแต่มีขนาดของหน่วยความจำภายในและหน่วยทำงานภายในที่แตกต่างกัน

2.2.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

- 1) หน่วยประมวลผลกลางขนาด 8 บิต
 - 2) หน่วยความจำโปรแกรมภายใน (Program Memory) ขนาด 4 กิโลไบต์
 - 3) หน่วยความจำข้อมูลภายใน (Data Memory) ขนาด 128 กิโลไบต์
 - 4) อีแอดแอดแอดแอดของหน่วยความจำโปรแกรมได้ถึง 64 กิโลไบต์
 - 5) อีแอดแอดแอดแอดของหน่วยความจำข้อมูลได้ถึง 64 กิโลไบต์
 - 6) หน่วยความจำโปรแกรมและข้อมูลที่อยู่ภายนอกชิพแยกจากกันอย่างละ 64 กิโลไบต์
- พอร์ตอินพุต/เอาต์พุต แบบขนานจำนวน 4 พอร์ต (32 บิต) แยกกันอย่างอิสระ
- 7) มีวงจรมีวจรนับ/จับเวลา ขนาด 16 บิต 2 ชุด ทำงานได้ 4 โหมด
 - 8) มีพอร์ตการสื่อสารอนุกรมรับส่งข้อมูลได้ในเวลาเดียวกัน (Full Duplex) สามารถเลือกรูปแบบการส่งได้ 4 รูปแบบ
 - 9) รับสัญญาณอินเทอร์รัพต์ได้ 6 แหล่ง กระโดดไปทำงานตอบสนองได้ 5 ตำแหน่ง
 - 10) มีวงจรรอสซิงเคลเตอร์ภายใน
 - 11) นำข้อมูลมาทำงาน AND, OR หรือ Complement ได้ทั้งแบบ 8 บิต และ 1 บิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ จะประกอบขึ้นด้วยเกตชนิดต่างๆ เช่น AND OR NOT ซึ่งเกตเหล่านี้ จะนำเอามาออกแบบให้มีหน้าที่การทำงานต่างๆ เช่น วงจรถอดรหัสคำสั่ง วงจรสร้างสัญญาณนาฬิกา เป็นต้น

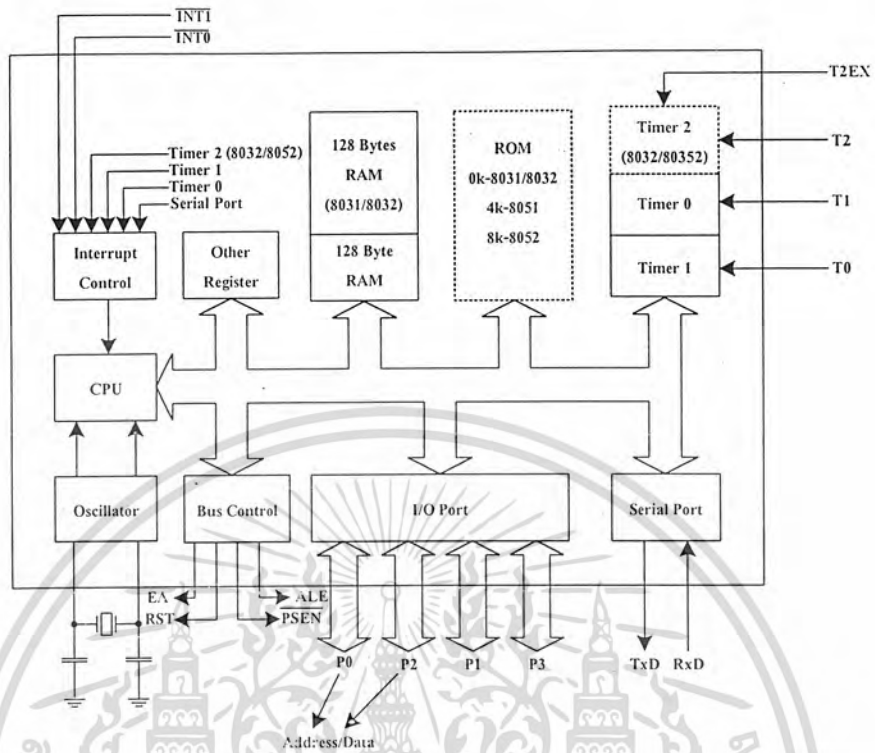
1) หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit : CPU)

ส่วนนี้จะทำหน้าที่สร้างสัญญาณควบคุมในการติดต่อกับส่วนอื่นๆ เรียกว่า วงจรควบคุม (Control Unit) สัญญาณที่สร้างจากวงจรควบคุม ได้แก่ สัญญาณสำหรับการติดต่อกับหน่วยความจำ อุปกรณ์รับข้อมูลหรือส่งข้อมูลออก ซึ่งส่วนควบคุมการขัดจังหวะและส่วนควบคุมบัสก็เป็นส่วนหนึ่งของวงจรควบคุมด้วย การสร้างสัญญาณจากวงจรควบคุมจากหน่วยประมวลผลกลางนี้ทำการสร้างสัญญาณนาฬิกาที่สร้างจากวงจรถอดรหัสสัญญาณ เพื่อให้ทุกๆ ส่วนทำงานประสานกันอยู่อย่างถูกต้อง ในหน่วยประมวลผลกลางยังประกอบด้วยส่วนประมวลผล (Arithmetic Logic Unit) ที่ทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูล เช่น การลบ บวก คูณ หรือหารข้อมูล แล้วนำผลลัพธ์ไปเก็บไว้ในหน่วยความจำที่ต้องการ

2) หน่วยความจำ (Memory)

หน่วยความจำมีไว้สำหรับจัดเก็บข้อมูล ในการนำข้อมูลเข้าและออกจากหน่วยความจำจำเป็นต้องรู้ตำแหน่ง (Address) ของหน่วยความจำ ในการนำข้อมูลเข้าไปเก็บในหน่วยความจำ เรียกว่าการเขียนข้อมูลและการนำข้อมูลออกจากหน่วยความจำ เรียกว่า การอ่านข้อมูล ในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ข้อมูลในแต่ละตำแหน่งจะมีขนาด 8 บิต ดังนั้น แต่ละตำแหน่งของหน่วยความจำจะสามารถเก็บข้อมูลมีค่าได้ระหว่าง 0000000_2 ถึง 1111111_2 หรือ 00H ถึง 0FFH ในการติดต่อกับหน่วยความจำจะต้องมีสัญญาณ 3 กลุ่ม คือ

ตำแหน่งที่ต้องการติดต่อกับหน่วยความจำ ซึ่ง MCS-51 สามารถติดต่อกับหน่วยความจำ โปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูลที่มีขนาดสูงสุดชนิดละ 65,536 ตำแหน่ง (64 กิโลไบต์) ดังนั้น การอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำเป็นจะต้องใช้เส้นแสดงตำแหน่งในเลขฐานสองทั้งหมด 16 เส้น (2^{16} เท่ากับ 65,536) ข้อมูลที่อ่านหรือเขียนกับหน่วยความจำในตำแหน่งที่เราต้องการ โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ จะประกอบด้วย 3 ส่วนหลักๆ ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์

สัญญาณควบคุมที่ส่งไปยังหน่วยความจำเพื่อบอกกับหน่วยความจำว่าต้องการอ่าน หรือเขียนข้อมูล โดยวงจรลอจิกที่คำสั่ง ทำการสร้างสัญญาณควบคุมจากคำสั่งที่อ่านเข้ามาจากหน่วยความจำโปรแกรม

3) อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต (Input/Output Device)

อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุตเป็นส่วนที่ใช้ส่งข้อมูลเข้าหรือนำข้อมูลออกจาก MCS-51 ทำให้สามารถติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้ อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุตได้แก่ 4 I/O Port, Time/Counter 0, Time/Counter 1 และ Serial Port

3.1) 4 อินพุต/เอาต์พุต (4 I/O Port) หรือพอร์ตแบบขนาน เป็นที่สำหรับใช้รับส่งข้อมูลซึ่งเป็นสัญญาณดิจิทัลเข้าหรือออกจากตัว MCS-51 มีทั้งหมด 4 พอร์ต โดยแต่ละพอร์ตจะรับส่งข้อมูลได้ 8 บิต มีพอร์ตจะใช้งานมากกว่า 1 อย่างก็ได้

3.2) ไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์ 0 (Time/Counter) ซึ่งเป็นวงจรนับที่สามารถทำการนับจำนวนไบต์เลขของสัญญาณที่ต่อจากภายนอก MCS-51 ก็ได้ สามารถตั้งค่าเริ่มต้นของการนับและอ่านค่าการนับได้โดยหน่วยประมวลผลกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3) พอร์ตอนุกรม (Serial Port) หน่วยประมวลผลกลาง จะอ่านและเขียนข้อมูลกับพอร์ตอนุกรมเป็นแบบ 8 บิต แต่ข้อมูลจะถูกส่งออกจาก MCS-51 เรียงไปทีละบิตออกจากขา Tx และในการรับข้อมูลจะรับเข้ามาทีละบิตทางขา Rx แล้วจึงจัดเรียงใหม่เป็น 8 บิต เพื่อให้หน่วยประมวลผลกลางอ่านไปใช้งานต่อไป

MCS-51 มีพอร์ตให้ใช้งานได้หลายแบบ ทำให้สะดวกแก่การนำไปใช้งานต่างๆ ได้มากมาย การจะนำพอร์ตไปใช้งานได้จะต้องเขียนโปรแกรมขึ้นมาควบคุม

2.2.3 กระบวนการอินเทอร์รัปต์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS - 51

การอินเทอร์รัปต์ (interrupt) เป็นชื่อเรียกขบวนการที่เข้ามาขัดจังหวะการทำงานโดยปกติของ MCS - 51 สามารถตอบสนองการอินเทอร์รัปต์ที่เกิดขึ้นได้จาก 5 แหล่งกำเนิดสำหรับเบอร์ AT89C51 ประกอบด้วยสัญญาณภายนอกอินเทอร์รัปต์ผ่านทางขา $\overline{INT0}$ และ $\overline{INT1}$, สัญญาณอินเทอร์รัปต์จากไทมเมอร์ 0, ไทมเมอร์ 1 และสัญญาณอินเทอร์รัปต์จากพอร์ตอนุกรมภายในและสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C52 สามารถตอบสนองการอินเทอร์รัปต์ได้จาก 6 แหล่งกำเนิด โดยเพิ่มการรับสัญญาณอินเทอร์รัปต์จากไทมเมอร์ / เคาน์เตอร์ 2 อีกหนึ่งแหล่งกำเนิด

การจัดการอินเทอร์รัปต์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS - 51

เมื่อมีการอินเทอร์รัปต์ในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS - 51 เกิดขึ้น และมีการเอ็นเอเบิตการตอบสนองการอินเทอร์รัปต์ไว้ หลังจากนั้น ซีพียูจะทำการกระโดดไปยังแอดเดรสในหน่วยความจำที่กำหนดไว้เรียกตำแหน่งแอดเดรสนี้ว่า ตำแหน่งของการอินเทอร์รัปต์เวกเตอร์ (interrupt vector address) จะต้องมีการเขียนโปรแกรมย่อยการบริการอินเทอร์รัปต์ไว้ที่ตำแหน่งของการอินเทอร์รัปต์เวกเตอร์นี้ โดยค่าของแอดเดรสอินเทอร์รัปต์เวกเตอร์จะแตกต่างกันไปตามการอินเทอร์รัปต์แบบต่างๆ ดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การอินเทอร์รัปต์ภายนอกที่ขา $\overline{INT0}$	มีค่าแอดเดรสอินเทอร์รัปต์เวกเตอร์อยู่ที่	0003H
การอินเทอร์รัปต์จากไทมเมอร์ 0	มีค่าแอดเดรสอินเทอร์รัปต์เวกเตอร์อยู่ที่	000BH
การอินเทอร์รัปต์ภายนอกที่ขา $\overline{INT1}$	มีค่าแอดเดรสอินเทอร์รัปต์เวกเตอร์อยู่ที่	0013H
การอินเทอร์รัปต์จากไทมเมอร์ 1	มีค่าแอดเดรสอินเทอร์รัปต์เวกเตอร์อยู่ที่	001BH
การอินเทอร์รัปต์จากพอร์ตอนุกรม	มีค่าแอดเดรสอินเทอร์รัปต์เวกเตอร์อยู่ที่	0023H
การอินเทอร์รัปต์จากไทมเมอร์ 2	มีค่าแอดเดรสอินเทอร์รัปต์เวกเตอร์อยู่ที่	002BH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับความสำคัญของการอินเทอร์รัปต์ในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

การกำเนิดสัญญาณอินเทอร์รัปต์ในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 มีได้จาก 5-6 แหล่ง ดังนั้นจึงต้องมีการจัดลำดับความสำคัญ ในกรณีที่เกิดอินเทอร์รัปต์ขึ้นพร้อมๆ กันจากหลายแหล่ง โดยสามารถกำหนดลำดับความสำคัญได้ที่รีจิสเตอร์ IP

อย่างไรก็ตามลำดับความสำคัญของการเกิดอินเทอร์รัปต์ขัปกติหรือในกรณีกำหนดให้รีจิสเตอร์ IP เป็น “1” ทุกบิต (ยกเว้น 6 และ 7) จะเรียงลำดับความสำคัญจากสูงสุดไปจนถึงต่ำสุด ดังนี้

1. อินเทอร์รัปต์ภายนอกที่ขา $\overline{INT0}$ หรือการเซตของบิต IE1
2. อินเทอร์รัปต์จากไทเมอร์ 0 หรือการเซตของบิต TFO
3. อินเทอร์รัปต์ภายนอกที่ขา $\overline{INT1}$ หรือการเซตบิต IEI
4. การอินเทอร์รัปต์จากไทเมอร์ 1 หรือการเซตบิต TF1
5. อินเทอร์รัปต์จากพอร์ตอนุกรม หรือการเซตของบิต RI หรือ TI
6. อินเทอร์รัปต์จากไทเมอร์ 2 หรือการเซตบิต TF2 หรือ EXF2

2.2.4 ไทเมอร์ (TIMER)

MCS-51 มีไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์ขนาด 16 บิต จำนวน 2 ตัว คือ Timer 0 (T0) และ Timer 1 (T1) ซึ่งแต่ละตัวจะสามารถใช้งานได้อย่างอิสระ ภายในไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์ จะถูกแบ่งเป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต จำนวน 2 ตัว คือ THX และ TLX (X มีค่าเป็น 0 หรือ 1) ทั้ง 2 ตัวจะถูกควบคุมการทำงานโดยรีจิสเตอร์ TCON (Timer/Counter Control Register) และ TMOD (Timer/Counter Mode Register) มีโหมดการทำงานของไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์มี 4 โหมด คือ

โหมด 0 จะเป็นการใช้งานไทม์เมอร์ขนาด 13 บิต โดยจะใช้ไทม์เมอร์ไบต์สูง (THX) ขนาด 8 บิต ต่ออนุกรมกับไทม์เมอร์ไบต์ต่ำ (TLX) อีก 5 บิต (บิต 0 - บิต 4)

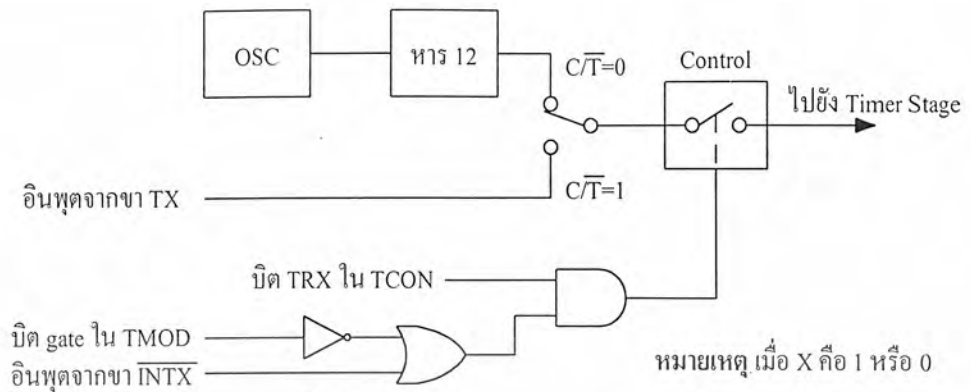
โหมด 1 เป็นการใช้งานไทม์เมอร์ขนาด 16 บิต ซึ่งจะทำงานเหมือนโหมด 0

โหมด 2 จะให้ไทม์เมอร์ทำงานเป็นแบบ 8 บิต โดยจะใช้ไบต์ต่ำ (TLX) ส่วนไบต์สูงจะใช้เก็บค่าที่ต้องการให้ไหลคใหม่เอาไว้

โหมด 3 จะเป็นการแยกไทม์เมอร์ให้เป็นอิสระจากกัน

การทำงานของไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์

ตัวควบคุมการทำงานของไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์ให้ทำงานเป็นไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์จะมีโครงสร้างดังรูปที่ 2.2



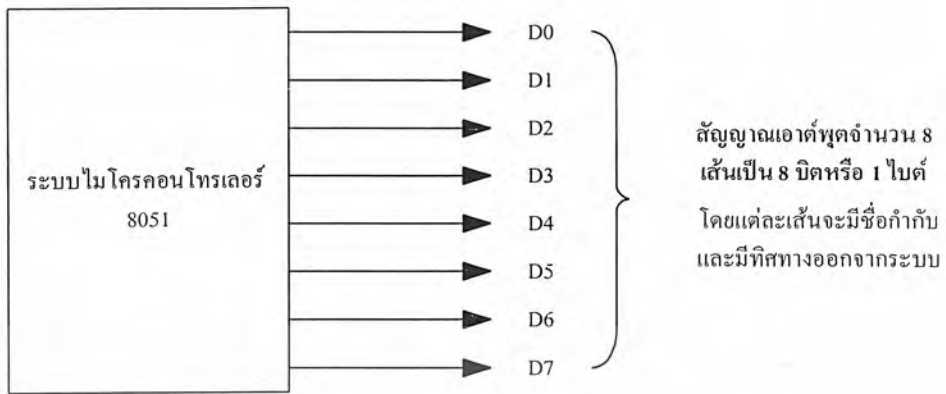
รูปที่ 2.2 โครงสร้างตัวควบคุมการทำงานของไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์

จากรูปที่ 2.2 เมื่อให้ $C/T = 0$ จะเป็นการให้ไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์ ทำงานในโหมดของไทม์เมอร์ โดยจะรับสัญญาณพัลส์จากภายในตัว 8051 (ได้จากสัญญาณพัลส์จากออสซิลเลเตอร์หารด้วย 12) แต่ถ้าให้ $C/T = 1$ จะทำให้ไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์ทำงานในโหมดเคาน์เตอร์ โดยจะรับสัญญาณเข้ามาทางขาอินพุต TX ($X = 0$ หรือ 1) ส่วนสวิทช์อีกตัวหนึ่งคือ Control จะทำหน้าที่ต่อสัญญาณพัลส์ที่ได้เลือกไว้ไปยังส่วน Timer Stage ซึ่งจะถูกควบคุมโดยแอนด์เกต ซึ่งจะต้องทำการเชื่อมต่อให้อินพุตทั้งสองเป็น 1 จึงจะทำให้สวิทช์ Control ทำงาน (โดยจะต้องให้บิต TRX เป็น 1 และเอาต์พุตของออร์เกตเป็น 1)

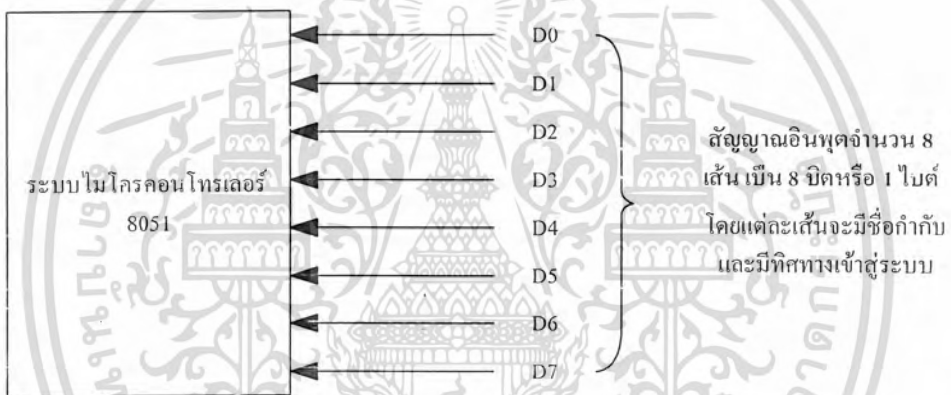
2.2.5 การขยายพอร์ต

1. พอร์ตอินพุตและเอาต์พุต

พอร์ต หมายความว่า แอ็คเตสที่กำหนดไว้เพื่อการโอนย้ายข้อมูลระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับอุปกรณ์ภายนอกเมื่อพิจารณาจากทิศทางการไหลของข้อมูลโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นหลักจะได้ว่ารับข้อมูลจากวงจรภายนอกเรียกว่า อินพุต (Input) ดังรูปที่ 2.3 (ก) และการส่งข้อมูลออกไปยังวงจรภายนอกเรียกว่า เอาต์พุต (Output) ดังรูปที่ 2.3 (ข)



รูปที่ 2.3 รูปแบบการส่งข้อมูล



รูปที่ 2.3 (ต่อ) รูปแบบการส่งข้อมูล

เมื่อพิจารณาถึงวิธีการส่งข้อมูลภายในพอร์ตจะสามารถแยกประเภทของพอร์ตออกเป็น 2 ลักษณะ คือ พอร์ตขนาน (Parallel) ซึ่งจะทำการส่งหรือรับข้อมูลทุกบิตในเวลาเดียวกัน และพอร์ตอนุกรม (Serial Port) จะทำการส่งหรือรับข้อมูลที่ละบิตจนครบจำนวน

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 ยังสามารถใช้งานอื่นๆ ได้อีก หน้าที่ของพอร์ตต่างๆ มีดังนี้ คือ

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

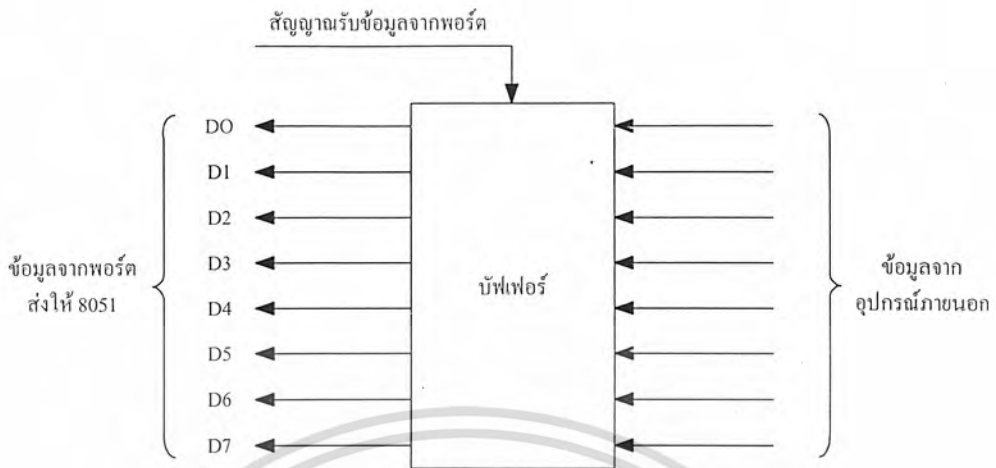
พอร์ต 2 (P2.7 - P2.0) เป็นพอร์ตที่ใช้งาน 2 หน้าที คือ หน้าทีแรกเป็นพอร์ตอินพุตหรือเอาต์พุต ส่วนอีกหน้าทีหนึ่งจะใช้ควบคุมหน่วยความจำภายนอก โดยจะใช้เป็นแอดเดรสไบต์สูง (A15 - A8)

พอร์ต 3 (P3.7-P3.0) เป็นพอร์ตที่ใช้งาน 2 หน้าที คือ หน้าทีแรกเป็นพอร์ตอินพุตหรือเอาต์พุต ส่วนหน้าทีที่ 2 จะแยกออกเป็นหลายอย่าง ดังนี้คือ

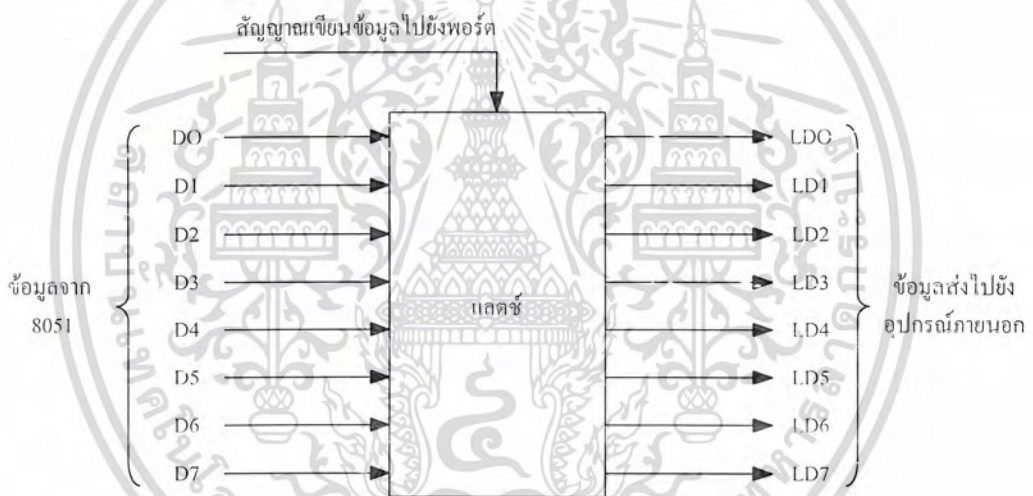
P3.0	RXD	รับข้อมูลของพอร์ตอนุกรม
P3.1	TXD	ส่งข้อมูลของพอร์ตอนุกรม
P3.2	INT0	ใช้รับสัญญาณอินเตอร์รัพต์จากภายนอก
P3.3	INT1	ใช้รับสัญญาณอินเตอร์รัพต์จากภายนอก
P3.4	T0	เป็นอินพุตจากภายนอกของไทเมอร์/เคาน์เตอร์ 0
P3.5	T1	เป็นอินพุตจากภายนอกของไทเมอร์/เคาน์เตอร์ 1
P3.6	WR	ขาสัญญาณควบคุมการเขียน (Write) ของหน่วยความจำ
P3.7	RD	ขาสัญญาณควบคุมการอ่าน (Read) ของหน่วยความจำ ภายนอก

2. การเพิ่มจำนวนพอร์ตอินพุตและเอาต์พุต

เมื่อต้องการเพิ่มหน่วยความจำภายนอก คือ หน่วยความจำสำหรับโปรแกรม และหน่วยความจำสำหรับข้อมูล จะต้องใช้ พอร์ต 0 เป็นบัสแอดเดรสและบัสข้อมูล ส่วนพอร์ต 1 จะใช้เป็นบัสแอดเดรสไบต์สูง ดังนั้นในการเพิ่มจำนวนพอร์ตอินพุตเอาต์พุตก็เช่นเดียวกัน ทำได้โดยใช้สัญญาณที่เป็นแอดเดรสมาทำการถอดรหัส เพื่อเลือกพอร์ตที่เพิ่มเข้าไปให้ทำงานส่วนการจะให้ทำงานเป็นอินพุตหรือเอาต์พุตนั้น สามารถทำได้โดยการใช้สัญญาณที่ใช้ในการเขียน หรืออ่านเป็นสัญญาณควบคุม ส่วนตัวพอร์ตที่เพิ่มเข้าไป เช่น ไอซีบัฟเฟอร์สามสถานะ (Tri-state buffers) สำหรับเป็นพอร์ตอินพุต (ดังแสดงในรูปที่ 2.4) และไอซีแลตช์ (Latches) สำหรับเป็นพอร์ตเอาต์พุต (ดังแสดงในรูปที่ 2.5) เป็นต้น



รูปที่ 2.4 การใช้ไอซีบัฟเฟอร์สามสถานะเป็นพอร์ตอินพุต



รูปที่ 2.5 การใช้ไอซีแลตช์เป็นพอร์ตเอาต์พุต

2.3 แอลอีดีคอตเมตริกซ์

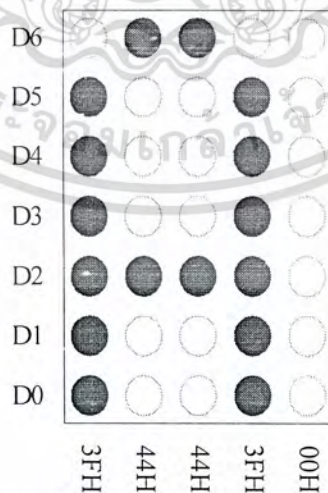
แอลอีดีแบบคอตเมตริกซ์เป็นการนำเอาแอลอีดีมาต่อรวมในแบบทั้งแนวตั้งและแนวนอน โดยแสดงการต่อแอลอีดีแบบคอตเมตริกซ์ ดังรูปที่ 2.6 แอลอีดีแบบคอตเมตริกซ์สำหรับการแสดงตัวอักษรภาษาอังกฤษ 1 ตัวนั้นส่วนใหญ่จะมีแอลอีดีในแนวตั้ง 5 ตัวและในแนวนอน 7 ตัว ดังนั้นการนำเอาแอลอีดีคอตเมตริกซ์มาแสดงผลข้อมูล 1 หลักจะต้องใช้ที่เก็บข้อมูลอย่างน้อย 5 ไบต์ ดังแสดงการดึงข้อมูลของตัวอักษรแต่ละตัวในรูปที่ 2.7 โดยข้อมูลในแต่ละไบต์จะหมายถึง ผลการติดหรือดับของแอลอีดีที่แสดง ยกตัวอย่าง ต้องการแสดงตัวอักษร “A” เมื่อนำมาแยกเป็น ไบต์แล้ว ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แถวแรกจะได้ค่าเท่ากับ 3FH หรือ 00111111₂ ในแถวที่ 2 และแถวที่ 3 จะได้ค่าเท่ากับ 44H หรือ 01000100₂ แถวที่ 4 จะมีค่าเท่ากับ 3FH เช่นเดียวกับแถวแรก ส่วนแถวที่ 5 ได้ค่าเท่ากับ 00H เนื่องจากไม่ต้องแสดงค่าใดๆ ดังนั้นสรุปได้ว่าอักษร "A" 1 ตัว จะประกอบด้วยข้อมูล 5 ไบต์ คือ 3FH, 44H, 44H, 3FH, 00H สำหรับตัวอักษรตัวอื่นๆ ก็เช่นเดียวกัน จำเป็นต้องเก็บข้อมูล 5 ไบต์ เช่นเดียวกัน



รูปที่ 2.6 วงจรภายในของแอลอีดีดอตแมทริกซ์



* บิต D7 มีค่าเท่ากับ "0"

รูปที่ 2.7 การกำหนดข้อมูลเพื่อแสดงตัวอักษรของแอลอีดีดอตแมทริกซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 การสแกน

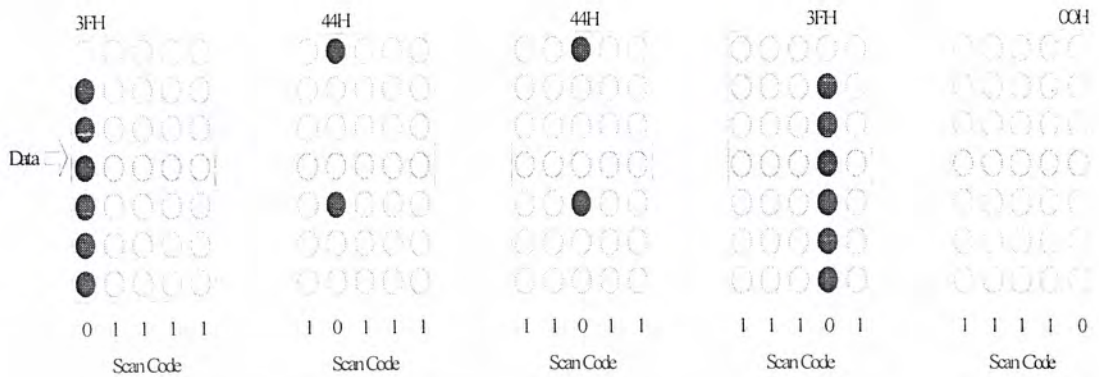
หลักในการทำให้มีภาพบนจอแสดงผลแบบจุด (Dot Matrix) ได้จากการอาศัยหลักของการสแกน คือ ภาพที่ปรากฏนั้นจะประกอบด้วยการรวมเส้นที่เกิดจากการสแกนครั้งละหนึ่งเส้นเป็นจำนวนเท่ากับจำนวนหลัก (Column) หรือจำนวนแถว (Row) ของบอร์ดแสดงผลแล้วแต่รูปแบบของการสแกน ซึ่งการมองเห็นของมนุษย์ที่จะเห็นเป็นภาพนิ่งได้นั้น ภาพที่เกิดจะต้องเกิดซ้ำหลายๆรอบ ความเร็วที่ใช้มันจะต้องมากกว่า 16 ภาพต่อวินาที โดยการสแกนจะถูกควบคุมด้วยโปรแกรมซึ่งสามารถกำหนดความเร็วได้ เทคนิคในการสแกนภาพจอแสดงผลแบบจุด สามารถทำได้ 2 วิธีด้วยกัน คือ การสแกนด้วยแถวและการสแกนด้วยหลัก



รูปที่ 2.8 การสแกนดอตเมตริกซ์

1.) การสแกนทางหลัก (Column)

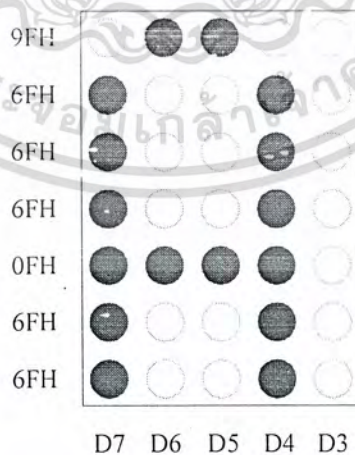
ในการสแกนทางหลัก จะทำการส่งข้อมูลออกไปทางแถว โดยจะส่งข้อมูลตัวที่ 1 ออกไปแล้วให้หลักที่ 1 แอคทีฟ จากนั้นก็จะทำการส่งข้อมูลตัวที่ 2 ออกไปแล้วให้หลักที่ 2 แอคทีฟ ทำเช่นนี้ จนกระทั่งส่งข้อมูลออกครบทุกหลักก็จะเป็นการสแกนครบ 1 รอบ จะสังเกตว่าถ้าจำนวนหลักที่จะแสดงผลออกมาเป็นตัวอักษรที่มีจำนวนหลายหลัก วิธีการสแกนแบบนี้จะทำให้เห็นภาพกระพริบเนื่องจากการสแกนแต่ละรอบใช้เวลานานและใน 1 วินาทีอาจสแกนได้น้อยกว่า 16 รอบ



รูปที่ 2.9 การสแกนทางด้านหลัก แสดงตัวอักษร “A”

2.) การสแกนทางแถว (Row)

ในการสแกนทางแถว จะทำการส่งข้อมูลของแถวที่ 1 ออกไปจนครบทุกหลักก่อนแล้วให้แถวที่ 1 แอคทีฟพร้อมกัน จากนั้นก็จะทำการส่งข้อมูลของแถวที่ 2 ออกไปจนครบทุกหลักแล้วให้แถวที่ 2 แอคทีฟพร้อมกัน ทำเช่นนี้จนกระทั่งข้อมูลถูกส่งออกไปจนครบทุกแถวก็จะเป็นการสแกนครบ 1 รอบ วิธีนี้มีข้อดี คือ สามารถแสดงผลเป็นตัวอักษรพร้อมกันได้หลายหลัก และถ้าจัดเวลาให้เหมาะสมแล้ว เวลาทำการสแกนจะไม่เกิดการพริ้ว แต่มีข้อเสีย คือ การเขียน โปรแกรมควบคุมให้ตัวอักษรเลื่อนทำได้ยากกว่าการสแกนแบบหลัก



* บิต D2, D1, D0 มีค่าเท่ากับ “1”

รูปที่ 2.10 การกำหนดข้อมูลเพื่อแสดงตัวอักษรของแอลอีดีคอคเมตริกซ์ แบบสแกนแถว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Data

Scan Code	GH	GH	GH	GH	GH	GH	GH
1	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000
0	000000	100000	000000	000000	000000	000000	000000
0	000000	000000	100000	000000	000000	000000	000000
0	000000	000000	000000	100000	000000	000000	000000
0	000000	000000	000000	000000	100000	000000	000000
0	000000	000000	000000	000000	000000	100000	000000
0	000000	000000	000000	000000	000000	000000	100000

รูปที่ 2.11 การสแกนทางด้านแนว แสดงตัวอักษร “A”

2.4 แอลซีดี ขนาด 16 ตัวอักษร 2 บรรทัด

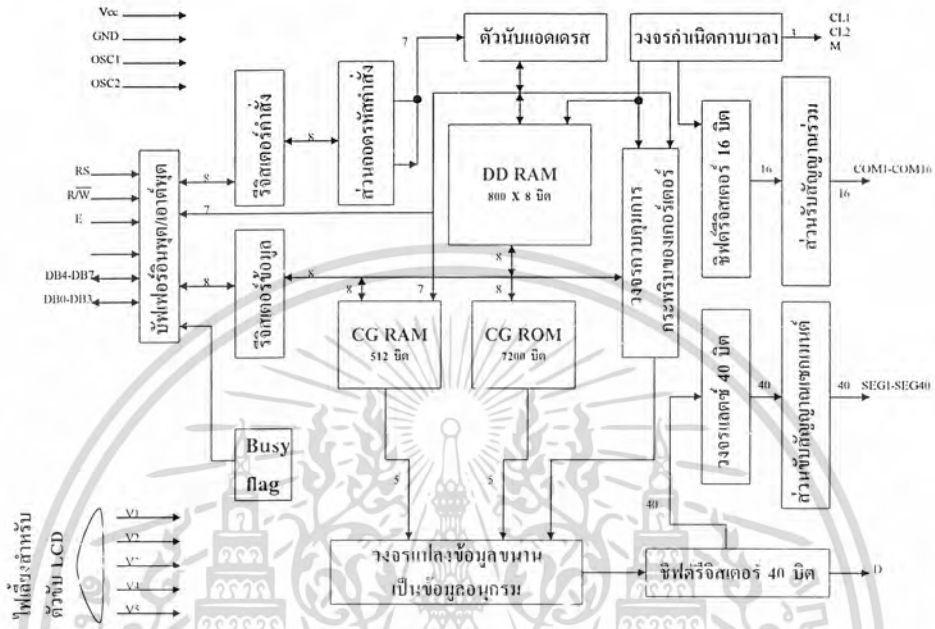
แอลซีดี เป็นอุปกรณ์แสดงผลแบบหนึ่งที่มีนิยมใช้มาก โดยเฉพาะ โมดูลแอลซีดีแบบอักษรที่สามารถแสดงตัวอักษรตัวเลขและเครื่องหมายต่างๆ ได้ โดยสร้างจากจุดเล็กๆ ทางแนวตั้งและแนวนอนหรือเรียกว่าดอตเมตริกซ์ คล้ายกับ แอลอีดี ดอตเมตริกซ์ โดยทั่วไปความละเอียดของโมดูลแอลซีดีมี 2 ขนาด คือ 5X7 จุด และ 5X10 จุด (ตัวเลขตัวแรกเป็นจำนวนจุดทางแนวนอน ส่วนตัวเลขตัวหลังเป็นจำนวนจุดทางแนวตั้ง) นอกจากนั้นแอลซีดีแบบนี้สามารถแสดงข้อความได้ 1-2 บรรทัดหรือมากกว่าขึ้นอยู่กับรุ่นแอลซีดี นั้นๆ

รายละเอียดเกี่ยวกับโมดูลแอลซีดี

มีส่วนประกอบหลักๆ 3 ส่วน ดังนี้

1. จอแสดงผล (display) ภายในเป็นผลึกเหลวที่สามารถแสดงผลให้เห็น โดยอาศัยแสงจากภายนอก ดังนั้นจึงต้องมีมุมในการมองข้อมูลที่แสดงผลบนจอโมดูล LCD
2. ส่วนควบคุม (controller) เป็นตัวรับข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกมาควบคุมการทำงานของโมดูลแอลซีดี เช่น ลบจอภาพ แสดงตัวอักษร หรือเลื่อนเคอเซอร์ เป็นต้น ตัวควบคุมนี้ใช้ชิปควบคุม โดยเฉพาะ ชิปที่นิยมใช้คือเบอร์ HD44780 และ HD61830 โดย HD44780 จะใช้ควบคุมแอลซีดีแบบอักษรส่วน HD61830 ใช้ควบคุมโมดูลแอลซีดีแบบกราฟิก

3. ตัวขับ (driver) เป็นตัวรับสัญญาณจากส่วนควบคุมมาขับให้จอแสดงผล แสดงข้อมูล ตามที่กำหนดขั้วที่ทำหน้าที่เป็นตัวขับนี้ ได้แก่ เบอร์ HD44100H และ MSM5259 เป็นต้น



รูปที่ 2.12 โครงสร้างของชิปควบคุม โมดูลแอลซีดีเบอร์ HDD44780

โครงสร้างภายในของตัวควบคุมโมดูลแอลซีดี

ในการใช้โมดูลแอลซีดีจำเป็นต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างและคำสั่งที่ใช้ในการควบคุมให้ดีเสียก่อน ในรูปที่ 2.12 เป็นบล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานของชิปควบคุมโมดูล แอลซีดี เบอร์ HD44780 ประกอบด้วย

บัฟเฟอร์อินพุตเอาต์พุต เป็นส่วนที่ใช้ในการติดต่อรับส่งข้อมูลกับอุปกรณ์ภายนอก เพื่อที่จะต้องถ่ายทอดข้อมูลเข้าออกภายในตัวควบคุม

รีจิสเตอร์คำสั่ง (Instruction :IR) เป็นรีจิสเตอร์ใช้รับข้อมูลคำสั่งจากอุปกรณ์ภายนอกเพื่อนำไปควบคุมแสดงผล

รีจิสเตอร์ข้อมูล (Data Register :DR) เป็นรีจิสเตอร์สำหรับรับข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกเพื่อถ่ายทอดไปยังแรมเก็บข้อมูลแสดงผล หรือนำข้อมูลนั้นไปเพื่อสร้างตัวอักษรเพิ่มเติมเก็บไว้ในแรมเก็บตัวอักษร

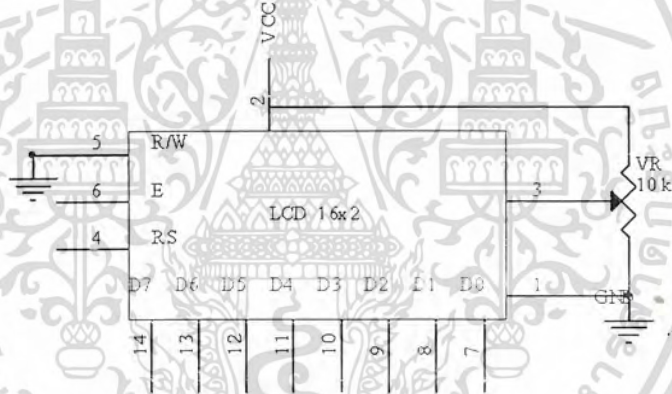
แรมเก็บข้อมูลแสดงผล (Display Data RAM:DDRAM) เป็นหน่วยความจำแรมทำหน้าที่เก็บข้อมูลที่มาจากรีจิสเตอร์ DR ตัวควบคุมจะนำข้อมูลใน DDRAM นี้ไปเปิดตารางของตัวที่เก็บไว้ในหน่วยความจำรวมและแรมเก็บตัวอักษร เพื่อนำไปแสดงที่ตัวแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รวมเก็บตัวอักษร (Character Generator ROM:CGROM) เป็นหน่วยความจำรวมที่ใช้เก็บข้อมูลตัวอักษรหรือสัญลักษณ์ที่สามารถอ่านไปแสดงที่ตัวแสดงผลได้ มีขนาด 7,200 บิต โดยจะถูกอ่านด้วยค่าของข้อมูลใน DDRAM

แรมเก็บตัวอักษร (Character Generator RAM:CGRAM) เป็นหน่วยความจำที่เก็บตัวอักษรที่มีการสร้างเพิ่มเติมขึ้นใหม่ในกรณีที่ตัวอักษรใน CGROM ไม่เพียงพอ มีขนาด 512 บิตการเขียนและอ่านค่าใช้นั้นทำได้เช่นเดียวกับ CGROM คือเขียนข้อมูลลงใน DDRAM แล้วตัวควบคุมจะมาอ่านค่าจากCGRAM ได้

แฟล็ก BUSY เป็นส่วนที่แจ้งสถานการณ์ทำงานของตัวควบคุมให้อุปกรณ์ภายนอกทราบว่า ตัวควบคุมพร้อมที่จะรับข้อมูลหรือคำสั่งหรือไม่ ดังนั้นก่อนส่งข้อมูลหรือคำสั่งมายังตัวควบคุมต้องตรวจสอบสถานะของแฟล็ก BUSY ก่อนเสมอ



รูปที่ 2.13 วงจรต่อใช้งานของแอลซีดีขนาด 16 ตัวอักษร 2 บรรทัด

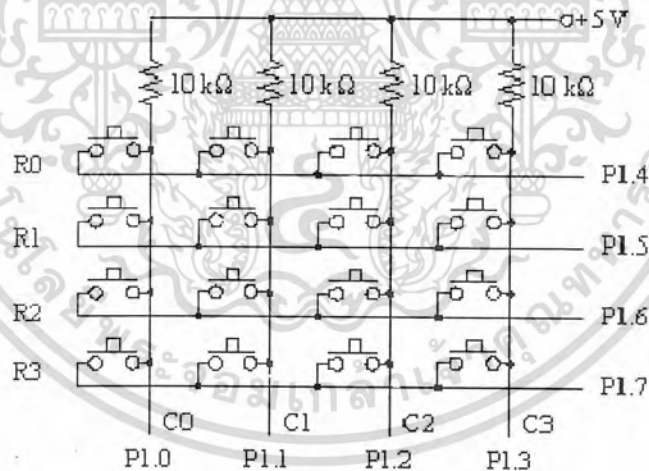
วงจรต่อใช้งานของแอลซีดีขนาด 16 ตัวอักษร 2 บรรทัด เมื่อต่อไฟเลี้ยง +5 โวลต์ และขา 1 ต่อกราวด์ขา 3 ต่อเป็นอินพุตรับแรงดันเพื่อปรับความเข้มของการแสดงผลจะต่อเข้ากับตัวต้านทานปรับค่าได้ ที่ RS ต่อเป็นอินพุตใช้ในการแยกชนิดของข้อมูลที่ทำการประมวลผลในขณะนั้นว่าเป็นคำสั่งสำหรับรีจิสเตอร์ IR หรือเป็นข้อมูลสำหรับรีจิสเตอร์ DR โดยถ้าขานี้เป็น “0” ข้อมูลที่ส่งมาจะเป็นคำสั่งแต่ถ้าขาเป็น “1” ข้อมูลที่ส่งมาจะเป็นข้อมูลสำหรับการแสดงผล การติดต่อของข้อมูลระหว่างแอลซีดีกับอุปกรณ์ภายนอกขนาด 8 บิตจะใช้ที่ D0-D7 เป็นทางผ่านของข้อมูล ขา E ใช้สำหรับรับสัญญาณพัลส์เอ็นเอเบิล โมดูลแอลซีดีให้ทำงาน R/W ต่อกราวด์หรือให้เป็น “0” เพื่อเป็นการเลือกเขียนข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 สวิตช์เมตริกซ์

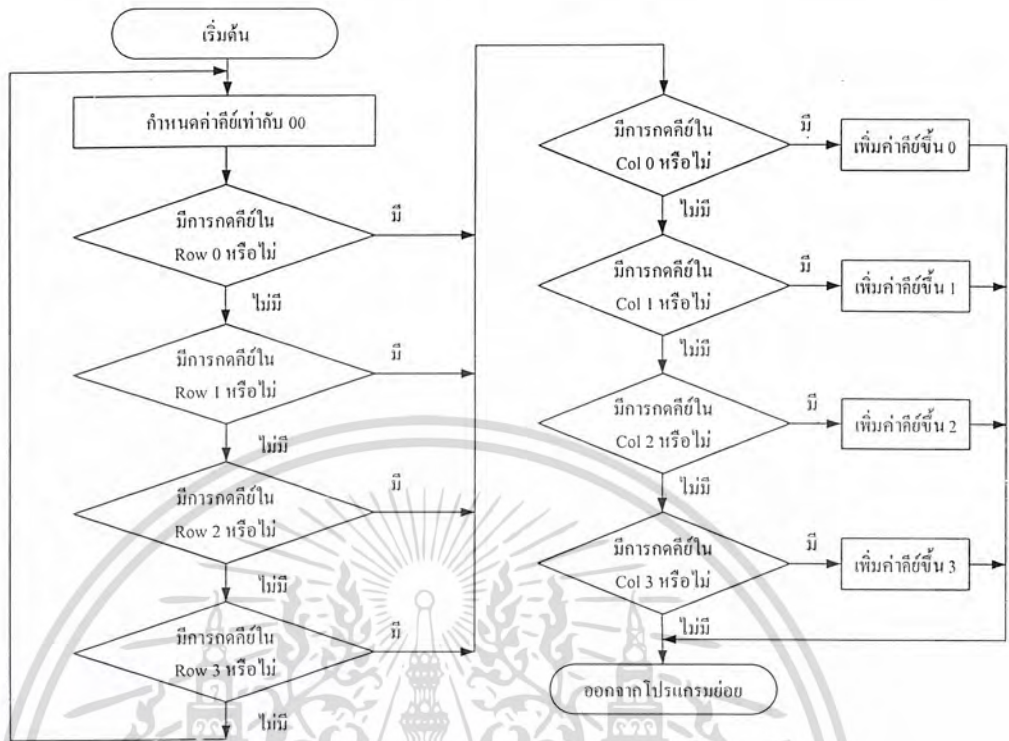
การอ่านค่าหรือรับค่าการกดสวิตช์เป็นอีกสิ่งหนึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องรองรับและเชื่อมต่อใช้งานร่วมกับไดวงจรของสวิตช์มีด้วยกัน 2 ลักษณะใหญ่ ๆ คือต่อเข้ากับไฟเลี้ยงหรือกราวด์โดยตรงเมื่อสวิตช์ตัวใดต่อวงจรสามารถอ่านค่าได้โดยตรง วงจรในลักษณะนี้ไม่มีความซับซ้อน สามารถอ่านค่าของสวิตช์ได้ง่ายและรวดเร็ว แต่มีข้อเสียคือ ถ้าหากจำนวนสวิตช์มีมาก ๆ จำนวนของสายข้อมูลก็จะมีมากตาม ทำให้วงจรหรือระบบโดยรวมมีขนาดใหญ่และสิ้นเปลือง

วงจรถองสวิตช์อีกลักษณะหนึ่งคือการต่อวงจรแบบเมตริกซ์สวิตช์จะถูกต่อกันในแนวแกนตั้งและแนวนอน จะเรียกแนวตั้งว่าหลักหรือคอลัมน์ ในขณะที่แนวนอนเรียกว่า แถวหรือโรว์ ดังนั้นค่าของสวิตช์จะต้องประกอบด้วย ตำแหน่งในแนวหลักและแถว กระบวนการที่จะทำได้มาซึ่งค่าของสวิตช์มีขั้นตอนซับซ้อนพอสมควร แต่วงจรถองสวิตช์แบบนี้มีข้อดีคือสามารถรองรับการเพิ่มของสวิตช์ได้อย่างสะดวก เพียงเพิ่มเติมจำนวนสวิตช์และแก้ไขซอฟต์แวร์อีกเล็กน้อยเท่านั้น ทำให้วงจรถองสวิตช์เมตริกซ์เป็นที่นิยมใช้มากในระบบควบคุมอัตโนมัติหรือกึ่งอัตโนมัติที่มีจำนวนสวิตช์มากกว่าตัวในการทั่วไปจะเรียกสวิตช์แบบเมตริกซ์นี้ว่า คีย์เมตริกซ์แสดงในรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 การต่อคีย์เมตริกซ์ขนาด 4x4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



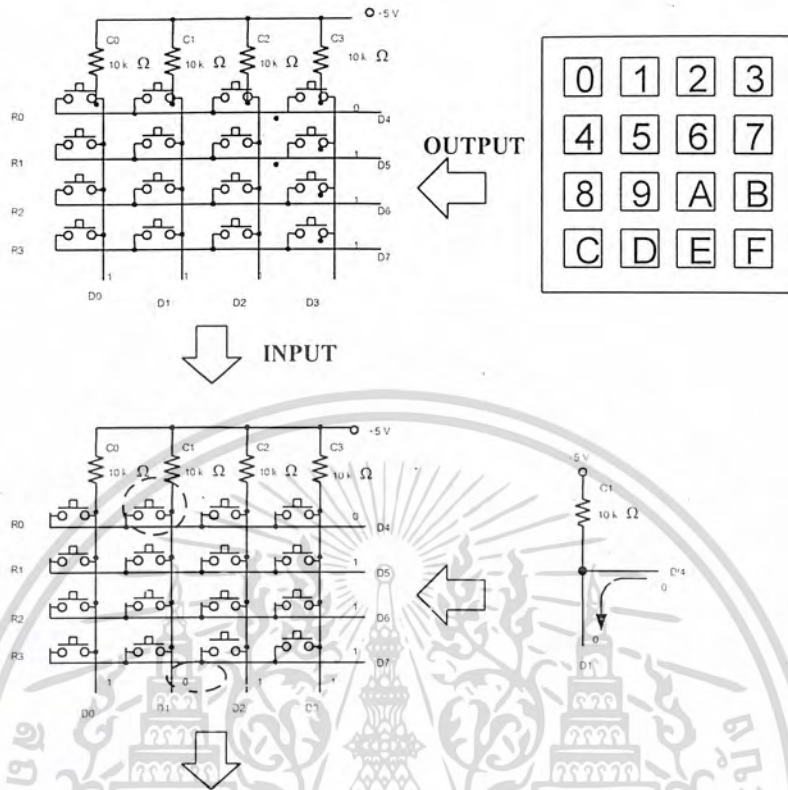
รูปที่ 2.15 ผลงานของการตรวจสอบการกคคี่เมทริกซ์ขนาด 4 x4

ในการตรวจสอบว่าแถวใดมีการกคคี่ ทำได้โดยส่งค่าออกไปที่พอร์ตเอาต์พุตให้เป็นลอจิก “0” ทีละบิต จากนั้นทำการอ่านค่าเข้ามาทางพอร์ตอินพุต และตรวจสอบดูว่ามีคีย์ใดถูกกดหรือไม่ จากนั้นให้บิตต่อไปของพอร์ตเอาต์พุตเป็น “0” แล้วอ่านค่าเข้ามาใหม่ ทำซ้ำไปจนถึงคอลัมน์สุดท้ายและเริ่มต้นใหม่

การส่งค่าสแกนไปที่พอร์ตเอาต์พุตนี้จะต้องทำอย่างรวดเร็วเพื่อที่จะตรวจสอบการกคคี่ได้ทัน จากตัวอย่างวงจรในรูปที่ 2.16 จะทำการสแกนคีย์ได้โดย

ขั้นแรกจะส่งข้อมูลไปที่พอร์ต D4 – D7 โดยส่งค่าบิต D4 เป็น “0” ก่อน คือ ส่งค่า 1110 จากนั้นอ่านค่าเข้าทางพอร์ต D0 - D3 ถ้าไม่มีคีย์ใดในแถวที่ 0 (R0) ถูกกดเลขค่าที่อ่านเข้ามาได้จะเป็น 1111

- ถ้าคีย์ 0 ถูกกดค่าที่อ่านได้จะเป็น 1110
- ถ้าคีย์ 1 ถูกกด ค่าอ่านได้จะเป็น 1101
- ถ้าคีย์ 2 ถูกกด ค่าอ่านได้จะเป็น 1011
- และถ้าคีย์ 3 ถูกกด ค่าอ่านได้จะเป็น 0111



รูปที่ 2.16 การส่งค่าสแกนแถวและตัวอย่างเมื่อมีการกดคีย์

จังหวะต่อไปให้ D5 เป็น “0” โดยส่งค่าออกไปเป็น 1101 แล้วอ่านค่าเข้ามา ถ้าอ่านมาได้เป็น 1111 แสดงว่าแถวที่ 1 (R1) ไม่มีการกด

ถ้าอ่านเข้ามาได้เป็น 1110 แสดงว่าคีย์ 4 ถูกกด

ถ้าอ่านเข้ามาได้เป็น 1101 แสดงว่าคีย์ 5 ถูกกด

ถ้าอ่านเข้ามาได้เป็น 1011 แสดงว่าคีย์ 6 ถูกกด

ถ้าอ่านเข้ามาได้เป็น 0111 แสดงว่าคีย์ 7 ถูกกด

จังหวะต่อไปให้ D6 เป็น “0” โดยส่งค่าออกไปเป็น 1011 แล้วอ่านค่าเข้ามา ถ้าอ่านมาได้เป็น 1111 แสดงว่าแถวที่ 2 (R2) ไม่มีการกด

ถ้าอ่านเข้ามาได้เป็น 1110 แสดงว่าคีย์ 8 ถูกกด

ถ้าอ่านเข้ามาได้เป็น 1101 แสดงว่าคีย์ 9 ถูกกด

ถ้าอ่านเข้ามาได้เป็น 1011 แสดงว่าคีย์ A ถูกกด

ถ้าอ่านเข้ามาได้เป็น 0111 แสดงว่าคีย์ B ถูกกด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จังหวะต่อไปให้ D7 เป็น “0” โดยส่งค่าออกไปเป็น 0111 แล้วอ่านค่าเข้ามา ถ้าอ่านมาได้เป็น 1111 แสดงว่าแถวที่ 3 (R3) ไม่มีการกด

ถ้าอ่านเข้ามาได้เป็น 1110 แสดงว่าคีย์ C ถูกกด

ถ้าอ่านเข้ามาได้เป็น 1101 แสดงว่าคีย์ D ถูกกด

ถ้าอ่านเข้ามาได้เป็น 1011 แสดงว่าคีย์ E ถูกกด

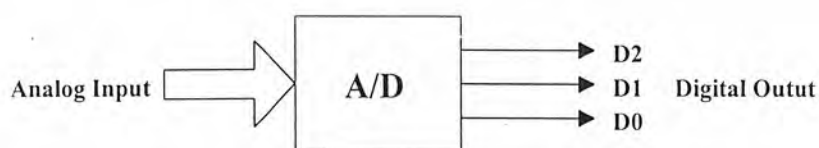
ถ้าอ่านเข้ามาได้เป็น 0111 แสดงว่าคีย์ F ถูกกด

2.6 การแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิทัล

การแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิทัล (Analog to Digital Converter : A/D) คือ การเปลี่ยนสัญญาณที่เป็นสัญญาณแอนาลอก (คือ สัญญาณที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง เช่น ระดับของแรงดันไฟฟ้า หรือปริมาณของกระแสไฟฟ้า เป็นต้น) ให้กลายเป็นสัญญาณดิจิทัลที่อยู่ในรูปของเลขฐานสอง คือ “0” กับ “1” ซึ่งเป็นสัญญาณที่ไม่ขึ้นอยู่กับฟังก์ชันของเวลา

2.6.1 การเปลี่ยนสัญญาณแอนาลอกให้เป็นสัญญาณดิจิทัล

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการเปลี่ยนสัญญาณแอนาลอกให้เป็นสัญญาณดิจิทัลนั้น มีดังนี้
 ความละเอียดของวงจรแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิทัล ขึ้นอยู่กับจำนวนบิตของเอาต์พุตยังมีจำนวนบิตของเอาต์พุตมากเท่าไร ความละเอียดของการแปลงสัญญาณของวงจรแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิทัลก็จะยิ่งมากขึ้นทั้งนี้เพราะว่าแรงดันอินพุตที่ป้อนเข้ามาถ้าหากมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง $+1/2\text{LSB}$ ถึง $-1/2\text{LSB}$ จะไม่มีผลกระทบต่อเอาต์พุตของวงจรแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิทัล ตัวอย่างเช่น การแปลงแรงดันไฟฟ้าให้เป็นสัญญาณดิจิทัลขนาด 3 บิต เอาต์พุตจะประกอบด้วย D0, D1 และ D2 โดยที่ D0 เป็นบิตที่มีความสำคัญต่ำสุด (Least Significant Bit (LSB)) และบิต D2 เป็นบิตที่มีความสำคัญสูงสุด (Most Significant Bit (MSB)) ดังแสดงในรูปที่ 2.17

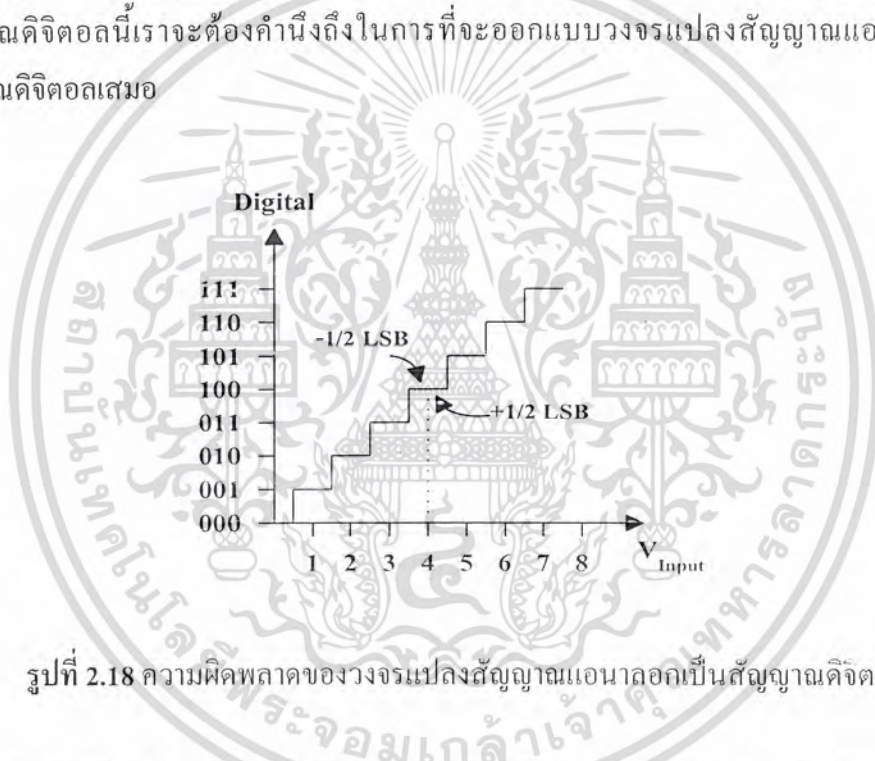


รูปที่ 2.17 ADC ขนาด 3 บิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณลักษณะในทางอุดมคติของการแปลงสัญญาณแอนาลอกให้เป็นสัญญาณดิจิทัล 3 บิต จะให้ 1 LSB เทียบเท่ากับแรงดัน 1 โวลต์ ดังนั้นเมื่อป้อนอินพุตแรงดันเข้ามาเป็น 0,1 และ 2 โวลต์ เอาต์พุตที่ได้จะเป็น 000, 001 และ 010 ตามลำดับ ถ้าหากแรงดันอินพุตที่ป้อนเข้ามามีค่าเป็นเศษส่วน เช่น มีแรงดันอินพุตเท่ากับ 1.25 โวลต์ เอาต์พุตที่ได้ก็ยังคงเป็น 001 อยู่ ที่เป็นอย่างนี้ก็เพราะว่าแรงดันอินพุตที่ป้อนเข้ามามีค่าอยู่ในช่วง $+1/2$ LSB ถึง $-1/2$ LSB จะไม่มีผลต่อเอาต์พุต

ดังนั้น จะเห็นได้ว่าแรงดันที่ป้อนเข้ามาอยู่ในช่วง 0.5-1.5 โวลต์ เอาต์พุตของวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล ก็ยังคงมีค่าเป็น 001 อยู่ตลอด แต่ถ้าหากแรงดันอินพุตมีค่าเท่ากับ 1.6 โวลต์ เอาต์พุตที่ได้จะเป็น 010 ซึ่งความผิดพลาดของวงจรแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิทัลนี้เราจะต้องคำนึงถึงในการที่จะออกแบบวงจรแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิทัลเสมอ



รูปที่ 2.18 ความผิดพลาดของวงจรแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิทัล

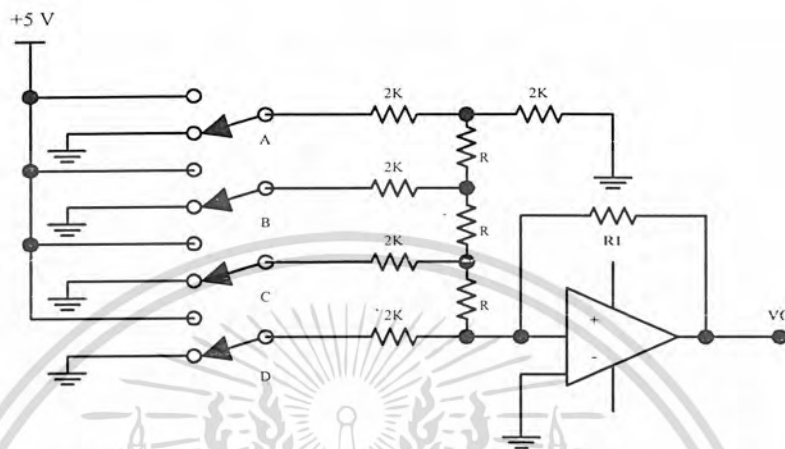
จากรูปที่ 2.18 แสดงให้เห็นว่าวงจรแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิทัลไม่สามารถแยกความแตกต่างได้ ถ้าแรงดันอินพุตมีค่าความแตกต่างของแรงดันน้อยกว่า 1 LSB แต่เพื่อที่จะทำให้วงจรแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิทัลแยกความแตกต่างของแรงดันอินพุตได้ดีขึ้น จะต้องทำให้ มีช่วงแรงดันที่น้อยที่สุด โดยการเพิ่มจำนวนบิตของเอาต์พุตของวงจรแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิทัลให้มากขึ้น

2.6.2 การแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นสัญญาณแอนาลอก

การแปลงกลุ่มของสัญญาณดิจิทัล ให้กลายเป็นปริมาณของแรงดันหรือกระแส เราเรียกวิธีการแบบนี้ว่า การแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นสัญญาณแอนาลอก วงจรพื้นฐานของการแปลงสัญญาณดิจิทัลให้เป็นสัญญาณแอนาลอกนั้น เราจะใช้ออปแอมป์ เป็นตัวรวบรวมสัญญาณแล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาศัยเทคนิคในการต่อวงจรที่อินพุตของออปแอมป์ ซึ่งวงจรพื้นฐานที่จะกล่าวถึงนี้ คือ วงจร R-2R Ladder ดังแสดงในรูปที่ 2.19



รูปที่ 2.19 วงจร R-2R Ladder

รายละเอียดทางไฟฟ้าของการแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นสัญญาณแอนาล็อก

1.1 รีโซลูชัน (Resolution)

รีโซลูชัน จะกำหนดโดยจำนวนบิตของสัญญาณดิจิทัล เช่น สัญญาณดิจิทัล 8 บิต จะมีระดับแรงดันเอาต์พุต 256 ระดับที่ไม่ซ้ำกันเลข ($2^8 = 256$) ดังนั้นรีโซลูชันจะมีค่าเท่ากับจำนวนที่ต่ำสุดหารด้วยจำนวนสูงสุดก็คือ $1/256$ นั่นเอง นิยมบอกในรูปของเปอร์เซ็นต์ เช่น สัญญาณดิจิทัล 12 บิต จะมีเปอร์เซ็นต์รีโซลูชันเท่ากับ $1/2^{12} = \frac{1}{4096} \times 100 = 0.024$ เปอร์เซ็นต์

1.2 ความผิดพลาด (Error)

เป็นตัวเลขแสดงว่าค่าที่ได้นั้นผิดพลาดไปจากค่าที่ถูกต้องเพียงใดปกติจะระบุเป็นเปอร์เซ็นต์ของค่าสูงสุด ตัวอย่างเช่น วงจรแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นสัญญาณแอนาลอกมีแรงดันสูงสุด 10 โวลต์ และมีความผิดพลาด +0.2 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นคิดในรูปแรงดันจะได้ $(0.2/100) \times 10$ โวลต์ เท่ากับ 20 มิลลิโวลต์ โดยทั่วไปวงจรแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นสัญญาณแอนาลอกควรมีความผิดพลาดไม่เกิน +1/2 ของหลัก LSB ตัวอย่างเช่น วงจรแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นสัญญาณแอนาลอก 8 บิต หลัก LSB เท่ากับ $(1/256) \times 100$ เท่ากับ 0.39 ดังนั้นควรมีค่าความผิดพลาดเท่ากับ +0.19 เปอร์เซ็นต์ หรือเท่ากับ +1/2 ของหลัก LSB นั่นเอง ค่าความผิดพลาดที่กล่าวมานี้เรียกว่า Relative Accuracy นอกจากนี้ค่าความผิดพลาดยังมีอีกค่าหนึ่งได้แก่ค่า Differential Linearity ซึ่งเป็นค่าความผิดพลาดที่คิดอยู่ในรูปของสเต็ปไซซ์ หมายความว่าความผิดพลาดจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าที่เป็นจริงไปเท่าไร เช่น วงจรแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นสัญญาณแอนาลอกมีขนาดของสเต็มป์ไฮซ์ 0.625 โวลต์ มี Differential Linearity ± 0.01 เปอร์เซ็นต์ FS (Full Scale 9.375 V) ดังนั้นขนาดของสเต็มป์ไฮซ์จะมีค่าความผิดพลาด 0.9375 มิลลิโวลต์ ในวงจรแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นสัญญาณแอนาลอกราคาแพงๆ จะมีค่าความผิดพลาดต่ำประมาณ 0.001 เปอร์เซ็นต์ ส่วนพวกที่ใช้งานทั่วไปจะมีค่าประมาณ 0.01-0.1 เปอร์เซ็นต์

1.3 ความเร็วในการทำงาน

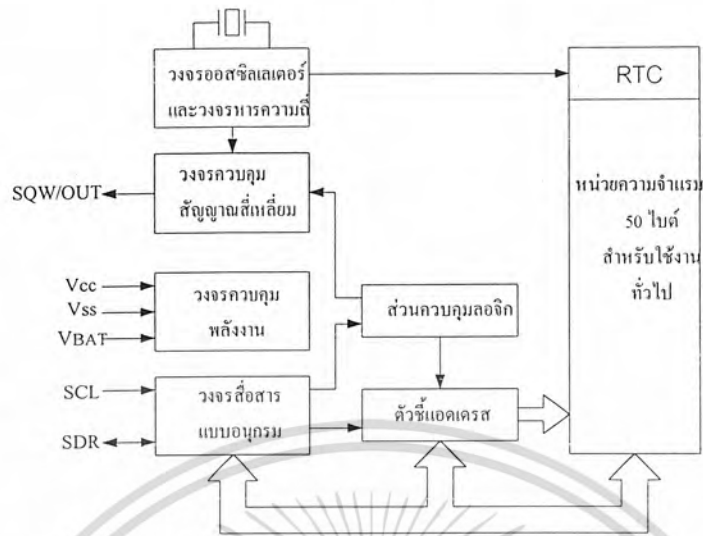
ความเร็วของวงจรแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นสัญญาณแอนาลอก เรียกว่า เซ็ตติงไทม์ (Setting Time) หมายถึงเวลาสูงสุดที่ต้องการในการเปลี่ยนเอาต์พุตจาก “0” ถึงฟูลสเกล เมื่ออินพุตเปลี่ยนจากค่าต่ำสุดมาสูงสุด ปกติจะมีค่าอยู่ระหว่าง 1.20 ไมโครวินาที ถ้าเป็นวงจรแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นสัญญาณแอนาลอกแบบกระแสเอาต์พุตจะมีเซ็ตติงไทม์สั้นกว่าวงจรแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นแอนาลอกแบบแรงดันเอาต์พุต

2.7 การสร้างฐานเวลาด้วยไอซี

2.7.1 การทำงานของ DS 1307

ไอซี DS 1307 เป็นการเชื่อมต่อในแบบบัส I²C โดยจะทำงานเป็นอุปกรณ์สเลฟเสมอ ส่วนประกอบหลักที่สำคัญและโคอะแกรมการทำงานของ DS 1307 วงจรออสซิลเลเตอร์ถือเป็นหัวใจหลักของไอซี เนื่องจากเป็นจุดเริ่มต้นของการเป็นเวลาจริง ในกรณีที่มีการอินทิเกรตเวลาจริง สัญญาณพัลส์ที่รีจิสเตอร์ควบคุม ค่าความถี่ของสัญญาณนี้สามารถเลือกได้ 4 ค่า คือ 1Hz, 4.096kHz, 8.192kHz และ 32kHz พร้อมกันนั้นก็จะมีค่าของเวลาไว้ในหน่วยความจำจำนวน 1024 ไบต์ ซึ่งมีความจุรวม 64 ไบต์ แต่จัดสรรให้ใช้เก็บข้อมูลเวลา 8 ไบต์ และเป็นหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลทั่วไปสำหรับผู้ใช้งานอีก 56 ไบต์

การจัดสรรพื้นที่ของหน่วยความจำภายใน DS 1307 พื้นที่ 7 ไบต์แรกตั้งแต่แอดเดรส 00H-06H เป็นพื้นที่ของรีจิสเตอร์ค่าเวลาใช้เก็บข้อมูลเกี่ยวกับเวลา ไบต์ต่อมาที่แอดเดรส 07H เป็นพื้นที่ของรีจิสเตอร์ควบคุมของ DS 1307 แสดงดังรูป 2.2



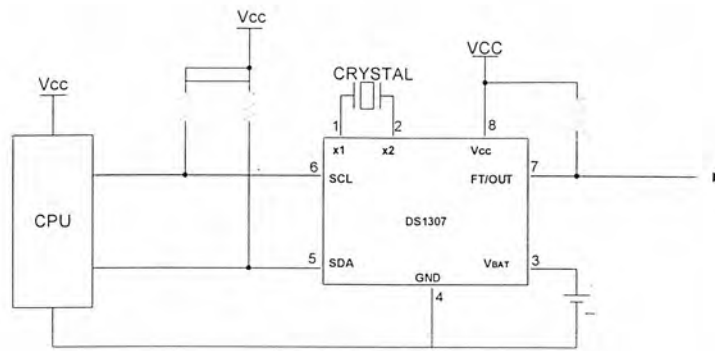
รูปที่ 2.20 โครงสร้างภายในของ DS 1307

2.7.2 โหมดการทำงานของ DS1307

มีด้วยกัน 2 โหมดคือ โหมดเขียนข้อมูลและโหมดอ่านข้อมูล ในการใช้งาน DS1307 ตามปกติจะใช้งานเฉพาะโหมดอ่านข้อมูลเท่านั้น เนื่องจากไมโครคอนโทรลเลอร์จะติดต่อกับ DS1307 เพื่ออ่านข้อมูลของเวลาไปใช้งาน โหมดการเขียนข้อมูลจะถูกใช้งานก็ต่อเมื่อต้องการตั้งค่าเวลาใหม่และต้องการเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำใช้งานทั่วไป อย่างไรก็ตามเมื่อเริ่มต้นติดต่อกับ DS 1307 จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเข้าสู่โหมดการอ่านข้อมูล

2.7.3 การเชื่อมต่อวงจร DS1307

มีลักษณะการต่อเหมือนกับอุปกรณ์ในระบบบัส I²C ตัวอื่นๆทุกประการ และสามารถที่จะต่อไอซีทั้งหมดร่วมกันบนสาย SDA และ SCL ระบบบัส I²C สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่มีความต่างกันในพื้นที่การทำงานบนสายสัญญาณเดียวกันได้ ถึง 3 ตัว 3 ลักษณะการทำงาน โดยใช้สายสัญญาณเพียง 2 เส้นแสดงดังรูป 2.21

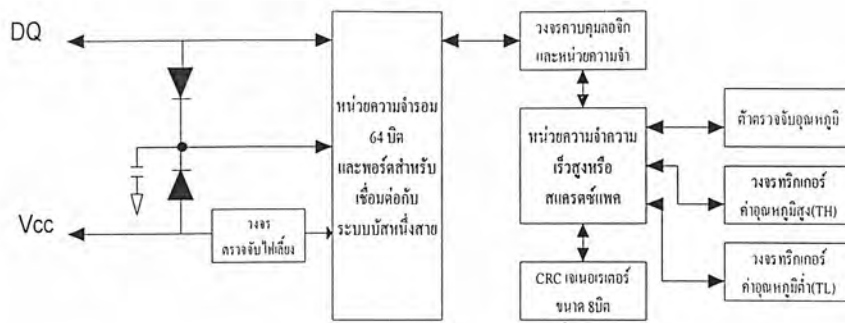


รูปที่ 2.21 แสดงการเชื่อมต่อ DS1307

2.8 การควบคุมอุณหภูมิ

เป็นไอซีตรวจจับอุณหภูมิที่ใช้การติดต่อแบบระบบบัสหนึ่งสาย มีขาต่อใช้งานเพียง 3 ขา คือ DQ ซึ่งเป็นขาเชื่อมต่อกับระบบบัส ขาต่อไฟเลี้ยงภายนอก และขากราวด์ หัวใจสำคัญของ DS1820 อยู่ที่ตรวจจับอุณหภูมิและหน่วยความจำความเร็วสูงที่เรียกว่า สแครตช์แพด (scratchpad) ซึ่งขนาด 9 ไบต์ มีการจัดสรรหน่วยความจำแสดงดังรูปที่ 2.22

เมื่อวัดอุณหภูมิได้ก็จะนำค่าที่ได้นี้มาเก็บไว้ในสแครตช์แพดที่ไบต์ 0 และ 1 ทั้งนี้เนื่องจาก ไอซี DS1820 สามารถให้ข้อมูลของอุณหภูมิได้ละเอียดถึง 16 บิต เมื่อนำมาแปลงเป็นข้อมูลเลขฐานสิบจึงสามารถแสดงความละเอียดของค่าอุณหภูมิได้ถึง 0.5 องศาเซลเซียสและ 0.9 องศาฟาเรนไฮต์ โดยมีย่านวัดอุณหภูมิ -55 ถึง +125 องศาเซลเซียสหรือ -67 ถึง +257 องศาฟาเรนไฮต์ โดยค่าขององศาฟาเรนไฮต์ ต้องใช้การแปลงหน่วยเข้ามาช่วยใช้เวลาในการแปลงอุณหภูมิเป็นข้อมูลดิจิทัลประมาณ 200 มิลลิวินาที สามารถกำหนดขอบเขตของอุณหภูมิที่ทำการวัดได้ และให้แจ้งเตือนเมื่อค่าของอุณหภูมิสูงขึ้นหรือลดต่ำลงถึงค่าที่กำหนด โดยค่าอุณหภูมิที่กำหนดนี้จะเก็บไว้ในสแครตช์แพดในไบต์ 2 และ 3



รูปที่ 2.22 โครงสร้างการทำงานภายในของ DS18D20

2.8.1 การทำงานของ DS18D20

ในการติดต่อกับไอซี DS18D20 จะต้องมีคำสั่งที่ต้องส่งให้แก่ DS18D20 เพื่อกำหนดรูปแบบการทำงานคำสั่งที่ใช้มากที่สุดด้วยกัน 3 คำสั่งดังนี้

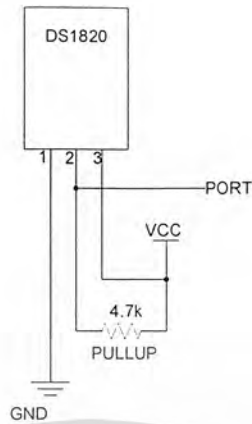
i.) คำสั่งไม่ติดต่อกับหน่วยความจำรอมหรือสคิปรอม (Skip ROM) เนื่องจากในการใช้งาน DS18D20 โดยปรกติแล้วจะมี DS18D20 อยู่บนสายสัญญาณเพียงตัวเดียว จึงไม่จำเป็นต้องใช้ข้อมูลกำหนดแอดเดรส ดังนั้นจึงไม่ต้องติดต่อกับหน่วยความจำรอมเพื่ออ่านข้อมูล ข้อมูลของคำสั่งสคิปรอมที่ต้องส่งให้ DS18D20 คือ 0CCH

2.) คำสั่งแปลงอุณหภูมิ (Convert) มีค่าเท่ากับ 44H เมื่อส่งคำสั่งนี้ให้ DS18D20 จะต้องรออย่างน้อย 200 มิลลิวินาที เพื่อให้ DS18D20 ได้ใช้เวลาในการแปลงค่าอุณหภูมิเป็นข้อมูลดิจิทัลออกมาเก็บไว้ในสแครตช์แพด

3.) คำสั่งอ่านข้อมูลจากสแครตช์แพด (Read Scratchpad) มีค่าเท่ากับ 0BEH เมื่อส่งคำสั่งนี้ DS18D20 จะทยอยส่งข้อมูลค่าอุณหภูมิออกมาทั้งหมด 9 ไบต์

2.8.2 การเชื่อมต่อวงจร DS18D20

จากรูปที่ 2.23 ใช้ขา PROT เพียง 1 ขาเท่านั้นสำหรับการเชื่อมต่อกับ DS18D20 โดยต้องมีตัวต้านทานค่า 4.7 kΩ ต่อพูลอัพกับไฟเลี้ยง +5 โวลต์ จากนั้นจึงทำการเขียนโดยโปรแกรมเพื่อติดต่อกันโดยใช้รูปแบบการติดต่อตามมาตรฐานระบบบัสหนึ่งสายของคัลลัสการเขียนโปรแกรมเพื่อติดต่อกับ DS18D20



รูปที่ 2.23 การเชื่อมต่อวงจร DS1820

2.9 การควบคุมแอลอีดีด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

การติดต่อใช้งานพอร์ตอินพุตและพอร์ตเอาต์พุต

วิธีการส่งข้อมูลภายในพอร์ตจะสามารถแยกประเภทของพอร์ตออกเป็น 2 ลักษณะ คือ พอร์ตขนาน (Parallel) ซึ่งจะทำให้การส่งหรือรับข้อมูลทุกบิตในเวลาเดียวกัน และพอร์ตอนุกรม (Serial Port) จะทำการส่งหรือรับข้อมูลที่ละบิต ซึ่งไอซีเบอร์ AT89S51 มีพอร์ตที่สามารถต่อใช้งานได้ทั้งหมด 4 พอร์ตมีชื่อเรียกตามลำดับว่า พอร์ต P0, P1, P2 และ P3 ซึ่งแต่ละพอร์ตทำหน้าที่ที่แตกต่างกัน ดังนี้

Port 0 : (ขา 32-39) มีทั้งหมด 8 บิต คือ P0.0-P0.7 ใช้งานเป็นอินพุต/เอาต์พุตพอร์ตทั่วไป ใช้เป็นเก็บค่าตำแหน่งหน่วยความจำไบต์ต่ำ (A0-A7) และรับส่งข้อมูล (D0-D7) จากหน่วยความจำภายนอก

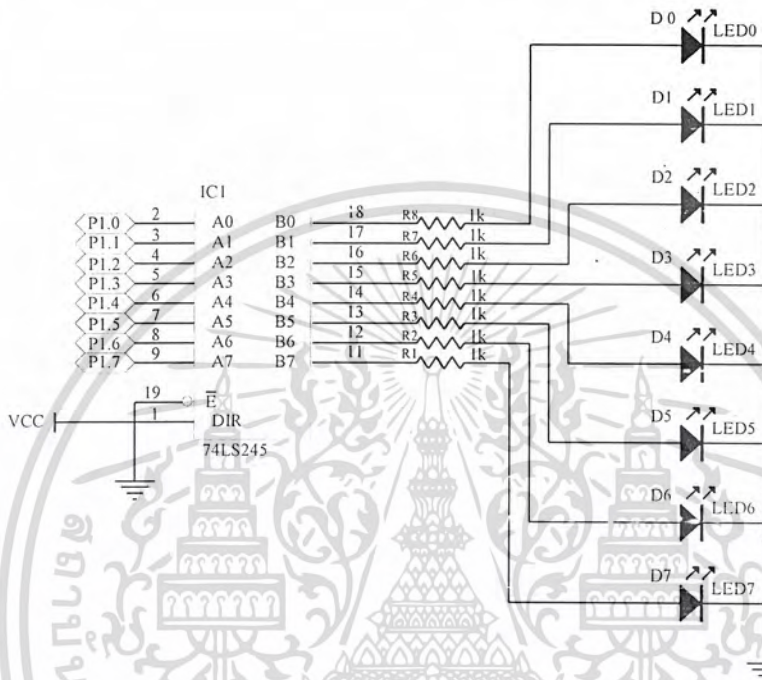
Port 1 : (ขา 1-8) มีทั้งหมด 8 บิต คือ P1.0-P1.7 ใช้งานเป็นอินพุต/เอาต์พุตพอร์ตทั่วไป

Port 2 : (ขา 21-28) มีทั้งหมด 8 บิต คือ P2.0-P2.7 ใช้งานเป็นอินพุต/เอาต์พุตพอร์ตทั่วไป และใช้เก็บค่าตำแหน่งหน่วยความจำไบต์สูง (A8 - A15) เพื่อใช้ติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก

Port 3 : (ขา 10-17) มีทั้งหมด 8 บิต คือ P3.0 - P3.7 ใช้งานเป็นอินพุต/เอาต์พุตพอร์ตทั่วไป และใช้งานในหน้าที่พิเศษที่ใช้เฉพาะ

ในการทดลองแสดงการเชื่อมต่อระหว่างแอลอีดีกับพอร์ตเพื่อแสดงผลออกทางแอลอีดีจากรูปที่ 2.24 มี IC74LS245 ซึ่งทำหน้าที่ในการขับแอลอีดีซึ่งในรูป IC74LS245 ต่อออกมาจาก P1 เพื่อใช้งานและ ผ่านตัวต้านทานซึ่งทำหน้าที่จำกัดกระแสที่ผ่านแอลอีดีให้ที่ค่าที่เหมาะสมดังรูปที่แสดง

หากต้องการให้แอลอีดีติดตามต้องการนั้นอยู่ที่การเขียน โปรแกรมว่าต้องการให้แอลอีดี นั้นติดอย่างไรติดในลักษณะไฟวิ่งหรือว่ากระ โดคซ้ายขวาสลับทีละดวง ขึ้นอยู่กับคำสั่งใน โปรแกรม



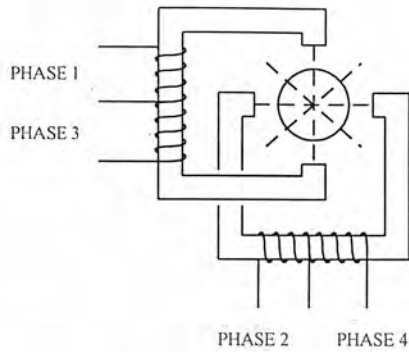
รูปที่ 2.24 แสดงการติดต่อระหว่างแอลอีดีกับพอร์ต

2.11 สเต็ปป์มอเตอร์

สเต็ปป์มอเตอร์ จัดเป็นอุปกรณ์เอาต์พุต ซึ่งสามารถควบคุมได้ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ลักษณะการทำงานของสเต็ปป์มอเตอร์ จะเคลื่อนที่เป็นสเต็ป (Step) ซึ่งอาจเป็นสเต็ปละ 1.8, 5, 7.5 องศา ส่วนใหญ่สเต็ปป์มอเตอร์จะใช้ในงานควบคุมระบบดิจิทัล เช่น Printer, X-Y Plotter, Disk drive ตลอดจนอุปกรณ์ในงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม หรือเครื่องมือวัดและระบบควบคุม อื่นๆ

สเต็ปป์มอเตอร์จะประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ 2 ส่วน คือ

1. โรเตอร์ (Rotor) เป็นส่วนที่หมุนได้ จะเป็นแม่เหล็กถาวรและอื่น ๆ
2. สเตเตอร์ (Stator) เป็นส่วนที่อยู่กับที่ จะเป็นขดลวดหลายๆ ขด ดังแสดงในรูปที่ 2.25



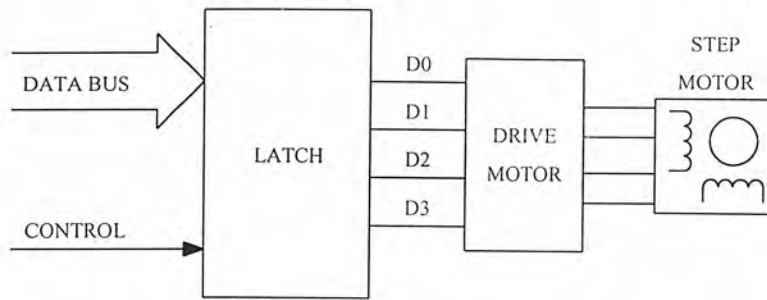
รูปที่ 2.25 สเต็ปป์มอเตอร์ 4 เฟส (Phase) แบบยูนิโพลาร์เพอร์มาเนนท์แมกเนต

สามารถแบ่งสเต็ปป์มอเตอร์ตามพื้นฐานได้ 4 ชนิด คือ

- 1.) ชนิดวาริเอเบิลรีลักแตนซ์ (Variable reluctance หรือ VR) สเต็ปป์มอเตอร์ชนิดนี้มีข้อเสีย คือ เมื่อมีสเต็ปในการหมุนสูง จึงทำให้ความถูกต้องของตำแหน่งและทำงานได้ไม่ดี
- 2.) ชนิดเพอร์มาเนนท์แม็กเนต (Permanent magnet หรือ PM) สเต็ปป์มอเตอร์ชนิดนี้มีข้อดี คือ มีความถูกต้องข้อตำแหน่งเมื่อเปรียบเทียบกับชนิดอื่น
- 3.) ชนิดไฮบริด (Hybrid) เป็นชนิดที่นิยมใช้มากที่สุด ในเครื่องคอมพิวเตอร์ สเต็ปป์มอเตอร์ชนิดนี้ มีโครงสร้างภายใน คือ สเตเตอร์เป็นชนิดวาริเอเบิลรีลักแตนซ์ ส่วนโรเตอร์เป็นชนิดเพอร์มาเนนท์แม็กเนตนำมาประกอบเข้าด้วยกัน ทำให้เป็นมอเตอร์ชนิดที่มีแรงยึดเหนี่ยวสูง มีแรงบิดดี และผลัดดี และยังทำงานได้ดีแม้ว่าจะมีจำนวนสเต็ปต่อรอบในการหมุนสูง
- 4.) ชนิดแรร์เอิร์ธเพอร์มาเนนท์แม็กเนต (Rare earth permanent magnet) หรือที่เรียกกันว่า ชนิดดิสก์แม็กเนตสเต็ปป์มอเตอร์ (Disk magnet steppers) การทำงานจะเป็นแบบเดิม แต่โครงสร้างเป็นแบบใหม่จะทำให้เกิดความเฉื่อยต่ำมาก, มีอัตราเร่งสูง

การใช้งานสเต็ปป์มอเตอร์

จากรูปที่ 2.2 จะเห็นว่าการเชื่อมต่อกับสเต็ปป์มอเตอร์จะมีสัญญาณที่ใช้จะประกอบด้วย ข้อมูล (DATA BUS) และสัญญาณควบคุม (CONTROL) ซึ่งสัญญาณควบคุมนี้ก็คือ สัญญาณที่ใช้ในการเลือกพอร์ตเอาต์พุตส่วนชุด DRIVE MOTOR จะใช้สำหรับจ่ายกระแสให้กับตัวสเต็ปป์มอเตอร์ซึ่งชุด DRIVE MOTOR นี้ จะขึ้นอยู่กับชนิดของการพันขดลวด (แบบไบโพลาร์หรือยูนิโพลาร์)



รูปที่ 2.26 ผังการทำงานของการทำงานของการเชื่อมต่อกับสเต็ปปีงมอเตอร์

การควบคุมการหมุนของสเต็ปปีงมอเตอร์

การทำให้สเต็ปปีงมอเตอร์เคลื่อนไปที่ละสเต็ปทำได้โดยการจ่ายกำลังไฟฟ้าไปยังขดลวดแต่ละขดบนสเตเตอร์ ซึ่งจะต้องป้อนเป็นแบบซีเวนเซียวลในรูปแบบที่ถูกต้อง การป้อนพัลส์กระตุ้นสเต็ปเปอร์มอเตอร์สามารถทำได้ 3 รูปแบบ คือ

แบบเวฟ (Wave) เป็นการป้อนกระแสให้กับขดลวดแต่ละขดของสเต็ปปีงมอเตอร์ทีละขดเรียงลำดับกันได้

แบบ 2 เฟส (Two phase) มีลักษณะคล้ายกับแบบเวฟ แต่การกระตุ้นแบบนี้จะทำการกระตุ้นโดยจ่ายกำลังไฟฟ้าไปยังขดลวด 2 ขดที่อยู่ใกล้กันในเวลาเดียวกัน เรียงถัดกันไปเช่นเดียวกับแบบเวฟขึ้นอยู่กับทิศทางของการหมุน

แบบครึ่งสเต็ป (Half step) เป็นแบบที่ได้จากการผสมระหว่างการกระตุ้นแบบเวฟและแบบ 2 เฟส เพื่อเพิ่มจำนวนสเต็ปต่อรอบอีกหนึ่งเท่าตัว

2.11 โซลิดสเตทรีเลย์ (Solid-State Relay)

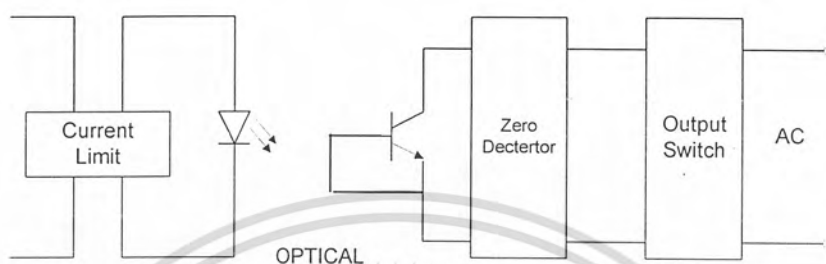
โซลิดสเตทเป็นอุปกรณ์ทางไฟฟ้าที่เข้ามาใช้แทนรีเลย์ธรรมดาๆ โดยที่จะเป็นอุปกรณ์ทางเซมิคอนดักเตอร์แทนการเคลื่อนไหวในการติดต่อกับวงจร ในขณะที่ทำงานไม่ก่อให้เกิดสัญญาณรบกวนทางไฟฟ้าจึงสามารถตัดต่อวงจรได้อย่างรวดเร็ว

2.11.1 การทำงานของโซลิดสเตท

ในการทำงานของโวลต์เตจนั้น สามารถแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ ทางส่วนอินพุตและส่วนเอาต์พุต

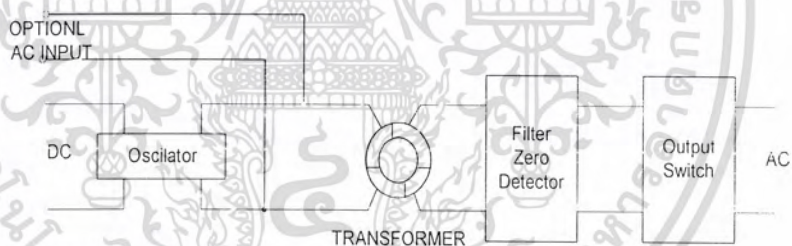
ส่วนอินพุต (INPUT) จะเป็นการรับสัญญาณจากส่วนควบคุมมาทำงานซึ่งสัญญาณที่ส่งไปควบคุมจะแยกกันทางไฟฟ้าได้ 2 ลักษณะ

การใช้อุปกรณ์ทางแสง โดยตัวอุปกรณ์จะเปลี่ยนสัญญาณทางไฟฟ้าให้อยู่ในรูปของแสง เพื่อส่งไปควบคุมส่วนเอาต์พุตให้ทำงาน หากไม่มีการส่งกระแสไฟฟ้าให้อุปกรณ์ในวงจรก็จะไม่ทำงาน แสดงดังรูปที่ 2.27



รูปที่ 2.27 แสดงการใช้อุปกรณ์ทาง OPTICAL

การใช้อุปกรณ์ Transformer เป็นการทำงานของอินพุตกับวงจรกรองความถี่โดยจะกรองความถี่สูง 50kHz – 10MHz ส่งสัญญาณจากรีเลย์ไปยังเอาต์พุต แสดงดังรูปที่ 2.28

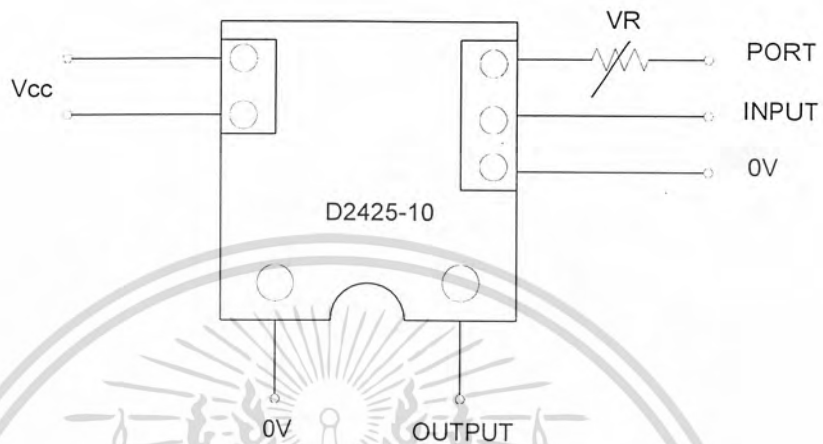


รูปที่ 2.28 แสดงการใช้อุปกรณ์ Transformer

ส่วนเอาต์พุต (OUTPUT)

เป็นการทำงานโดยนำแสงที่ได้จากอินพุตมาทำงาน

2.11.2 การต่อใช้งานโซลิดสเตทรีเลย์

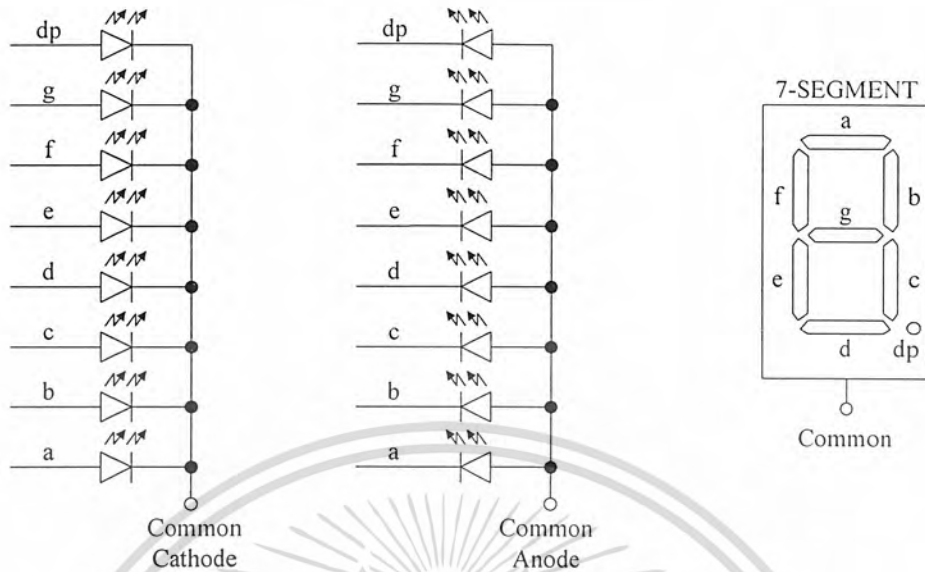


รูปที่ 2.29 การต่อใช้งานของ โซลิดสเตทรีเลย์

จากรูปที่ 2.29 แสดงการต่อใช้งานภายในของโซลิดสเตทเบออร์ D 2425-10 ให้เห็นถึงการทำงานโดยที่มีการต่อไฟเลี้ยง 24 โวลต์ ซึ่งเป็นไฟ AC เฉียงวงจรและมีการต่อ VR เพื่อใช้ปรับค่าแรงดันในช่วง 0-10 โวลต์ และจะต่อใช้งานกับอุปกรณ์อื่นที่ขาเอาต์พุต

2.13 การแสดงผลแบบ 7 ส่วนธรรมดา

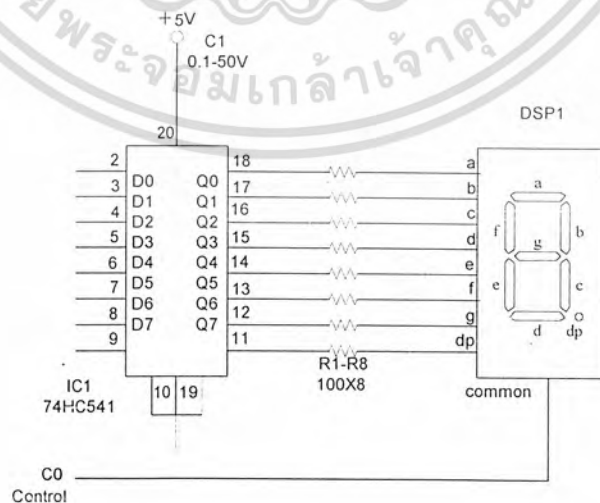
แอลอีดี 7 Segment หรือ แอลอีดี 7 ส่วน ประกอบด้วย แอลอีดี จำนวน 7 ตัวที่ประกอบอยู่ในตัวถังเดียวกัน และได้รับการจัดเรียงเป็นรูปตัวเลข โดยแต่ละส่วนจะมีชื่อเรียกตามตัวอักษรภาษาอังกฤษ คือ a, b, c, d, e, f, g และ dp เป็นส่วนที่ใช้แสดงจุด การเชื่อมต่อกับแอลอีดี 7 ส่วน มีอยู่ 2 แบบเหมือนกับแอลอีดี ทั่วไป คือ แบบคาโทดร่วม (Common-Cathode) และแบบอานอดร่วม (Common-Anode) โดยปลายด้านหนึ่งของ แอลอีดี แต่ละส่วนจะต่อร่วมกันดังรูปที่ 2.30



รูปที่ 2.30 แอลอีดี 7 Segment แบบคาโทดร่วมและอานโอดร่วม และชื่อเซกเมนต์

การต่อเชื่อมแอลอีดี 7 Segmentใช้งาน

ในการต่อใช้งานเราจะเชื่อมต่อแต่ละเซกเมนต์เข้ากับบิตข้อมูลของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยแต่ละบิตจะต่อกับขาของหลอดแอลอีดี 7 ส่วน เมื่อต้องการให้แอลอีดี 7 ส่วน แสดงตัวเลขหรือตัวอักษรต่างๆ เราจะต้องส่งข้อมูลให้แต่ละเซกเมนต์สว่างหรือดับโดยให้ประตอบเป็นอักษรต่างๆ ดังนั้นข้อมูลที่ส่งไปยังพอร์ตจะเป็นตัวกำหนดตัวอักษรที่จะแสดงบนแอลอีดี 7 ส่วน ตัวอักษรและค่าต่างๆ ที่ส่งออกมาจะมีความสัมพันธ์กัน แสดงดังรูปที่ 2.31

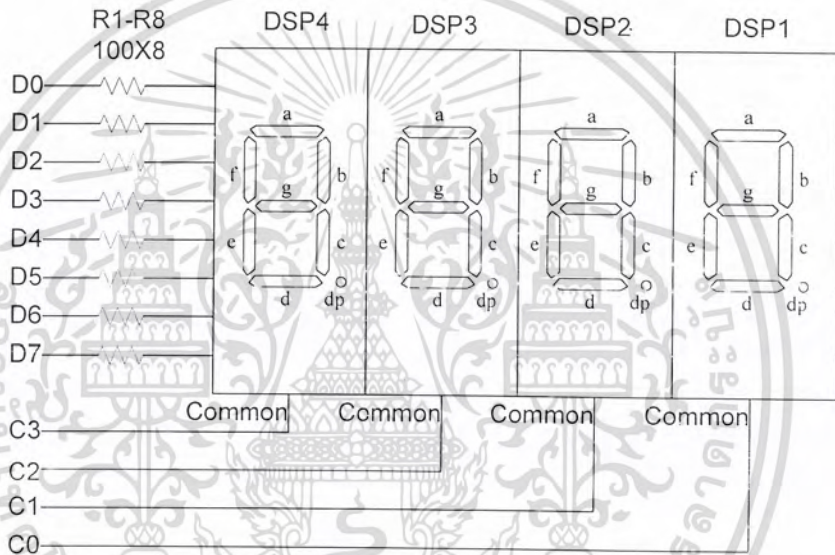


รูปที่ 2.31 แสดงการต่อเพื่อ LED 7 Segment

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การขับแอลอีดี 7-Segment หลายหลักแบบมัลติเพล็กซ์ใช้งาน

ในการติดต่อกับแอลอีดีแบบ 7 ส่วน ที่มีมากกว่า 1 หลัก จะนิยมใช้วิธีการควบคุมขาคอมมอนของแอลอีดีแบบ 7 ส่วน ให้แสดงผลหรือไม่แสดงผล โดยการกำหนดให้แอลอีดี 7-Segment แสดงผลทีละ 1 หลักเรียงตามลำดับกันไป ในอัตราความเร็วที่ตามนุษย์ไม่สามารถตรวจจับการเปลี่ยนแปลงได้ทัน ดังรูปที่ 2.32 เป็นการต่อใช้งานแอลอีดีแบบ 7 ส่วน จำนวน 4 หลัก (DSP1-DSP4) โดยขาของข้อมูล (dp ถึง a) ต่อถึงกัน เมื่อต้องการให้แอลอีดีแบบ 7 ส่วน หลักใดติดจะต้องทำให้ทรานซิสเตอร์ทำงาน โดยการป้อนลอจิก "0" ให้กับขาเบสของทรานซิสเตอร์ในหลักนั้น



รูปที่ 2.32 แสดงการต่อแอลอีดีแบบ 7 ส่วน หลายหลักแบบมัลติเพล็กซ์

บทที่ 3

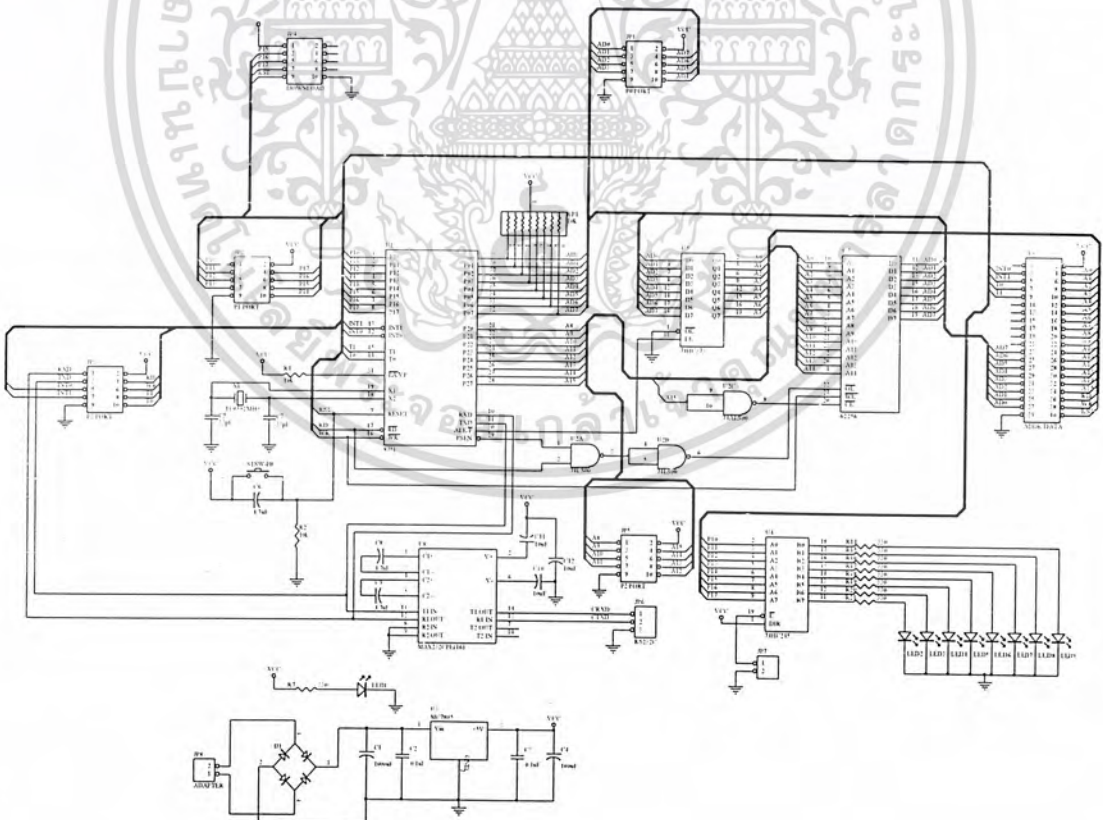
หลักการทํางานของวงจร

3.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงหลักการทํางานของวงจรต่างๆ ที่ใช้ในชุดทดลอง ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วน คือ วงจรหลัก วงจรถอดรหัส และวงจรของชุดทดลอง ซึ่งเนื้อหารายละเอียดในแต่ละวงจรรวมไว้ดังนี้

3.2 วงจรควบคุม

จากรูปที่ 3.1 วงจรควบคุมจะเป็นชุดที่ควบคุมการทํางานของวงจรย่อยต่างๆ โดยการทำงานจะเป็นส่วนๆ ดังนี้



รูปที่ 3.1 วงจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากวงจรรูปที่ 3.1 แสดงวงจรควบคุมหลักที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของวงจรรย่อยที่นำมาต่อร่วมกับวงจรหลัก โดยการทำงานต่างๆ จะขึ้นอยู่กับโปรแกรมที่เขียนไว้ในหน่วยความจำ โดยในส่วนของวงจรควบคุมหลักจะประกอบด้วยไมโครคอนโทรเลอร์ AT89S52 ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมมอนิเตอร์ (PAUL) ต่อเข้ากับหน่วยความจำแฟลช 32 กิโลไบต์ เบอร์ 62256 ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมที่จะใช้ควบคุมการทำงานของวงจรรย่อยต่างๆ โดยต่อพอร์ต 0 ของ AT89S52 เข้ากับไอซี 74HC373 (Lacth) และเอาท์พุทของ 74HC373 ต่อกับแอดเดรส A0-A7 ของ CY62256LL และต่อพอร์ต P2.0-P2.6 เข้ากับขาแอดเดรส A8-A14 ของ RAM ส่วนขาข้อมูล DO-D7 ของ CY62256LL จะต่อเข้ากับพอร์ต 0 ขา PO.0-PO.7 ตามลำดับหน่วยความจำ CY62256LL จะถูกออกแบบไว้ทำงานที่ตำแหน่ง 8000H

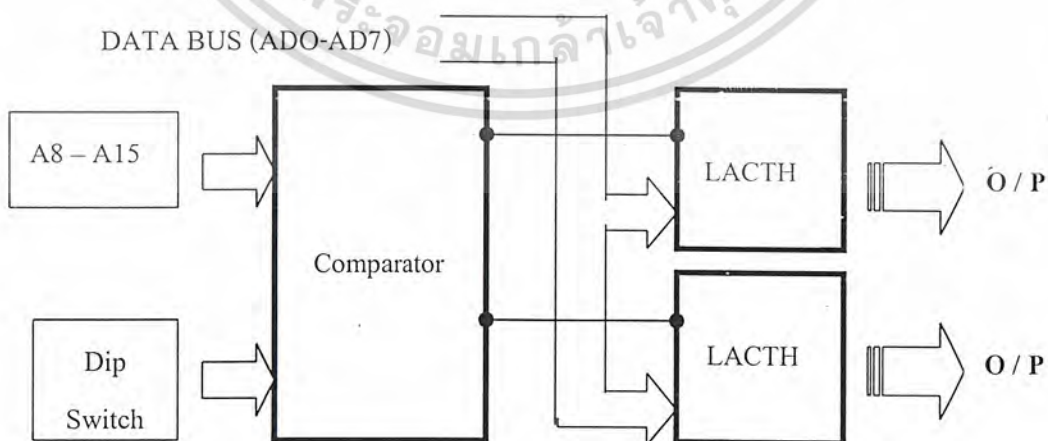
การดาวน์โหลดโปรแกรมลงหน่วยความจำ CY62256LL จะทำได้โดยการผ่านพอร์ตอนุกรมของ AT89S52 ที่ขา TX และ RX โดยการต่อผ่านไอซี และต่อเข้าขาพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์

3.2.1 ส่วนควบคุม

- 1) ซีพียู AT89S52 จะควบคุมการทำงานที่วงจรรควบคุม
- 2) 74LS373 เป็นไอซีแลตช์ 8 บิต และต่อร่วมระหว่างบัสข้อมูลกับบัสแอดเดรส A0-A7
- 3) CY62256LL เป็นหน่วยความจำโปรแกรมแบบแรม ใช้เป็นหน่วยความจำข้อมูลด้วย
- 4) 74LS245 เป็นไอซีบัฟเฟอร์ไปยังส่วนของแอลอีดี

3.3 วงจรถอดรหัส

3.3.1 วงจรถอดรหัสเอาท์พุท

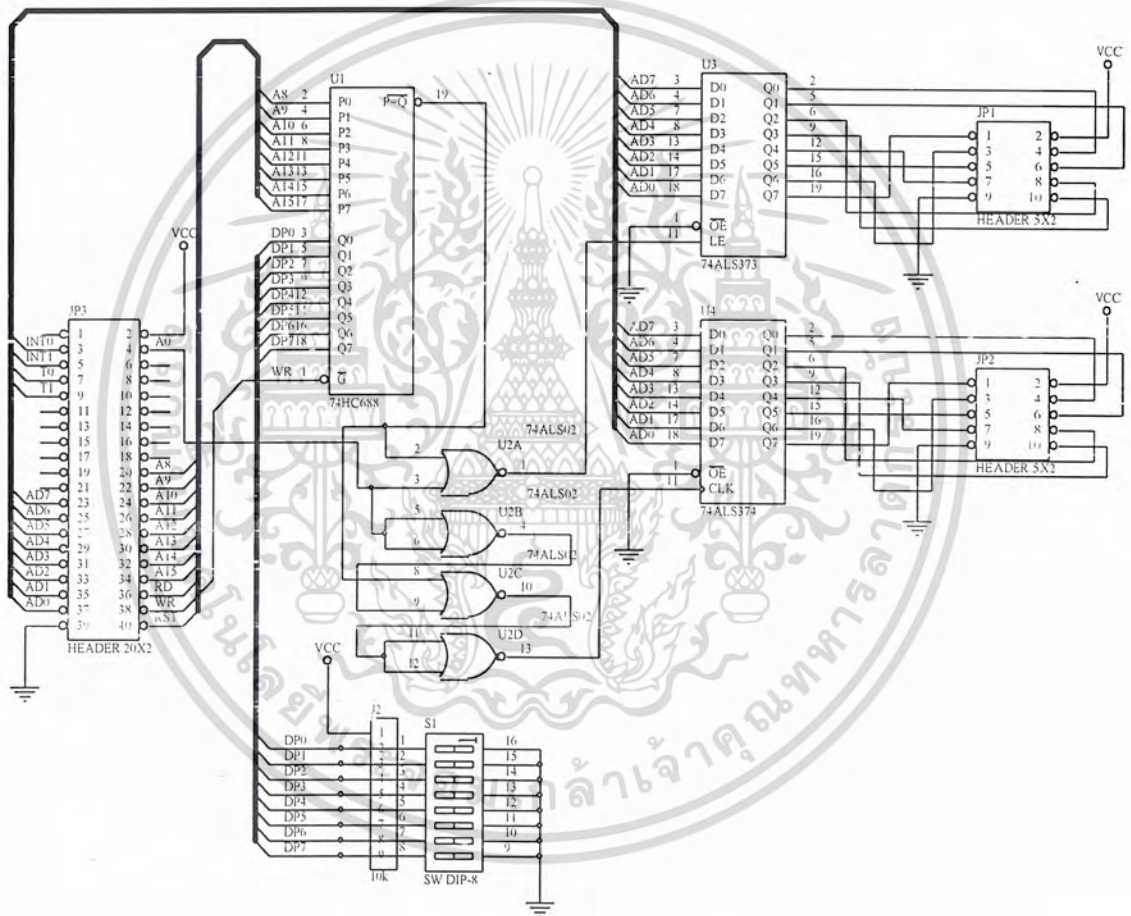


รูปที่ 3.2 บล็อกไดอะแกรมวงจรถอดรหัสเอาท์พุท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากบล็อกไดอะแกรมแสดงถึงวงจรถอดรหัส (Decode) ทำหน้าที่เป็นวงจรถ่ายเทียบข้อมูลที่ส่งมาจาก A8 - A15 กับ Dip Switch ว่า อยู่ในตำแหน่งเดียวกัน แล้วจึงส่งผ่านไปยังวงจรถักทำหน้าที่ค้างสถานะ (LATCH) โดยจะมีข้อมูลจาก (ADO-AD7) รออยู่ก่อนจึงส่งผ่านออกไปแสดงผล

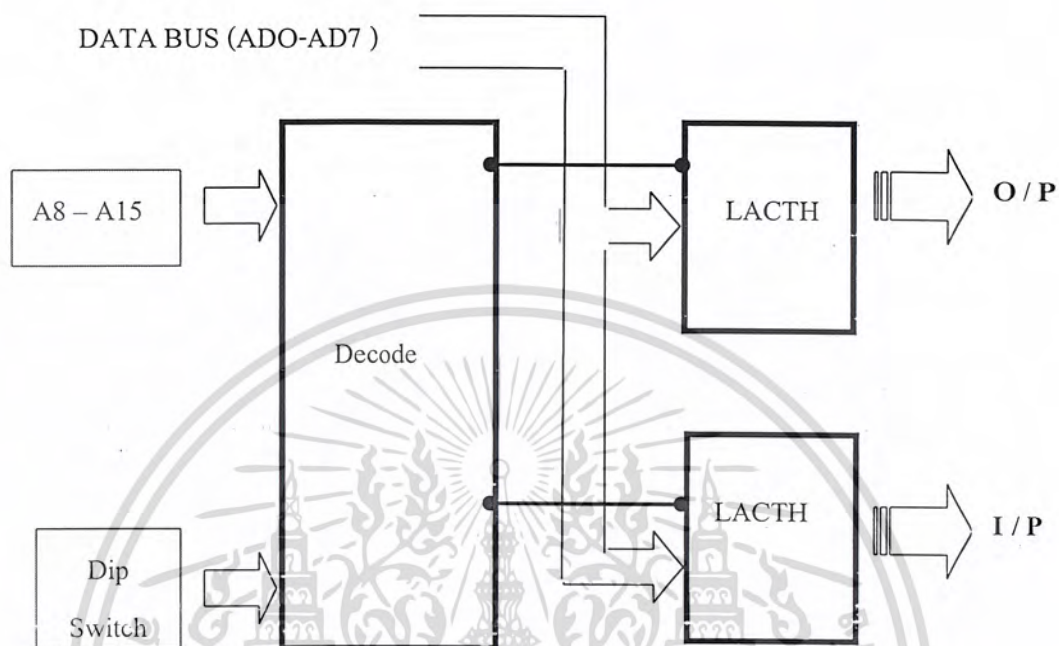
จากวงจร รูปที่ 3.3 เห็นได้ว่าวงจรถักใช้ถอดรหัสจะใช้ไอซีเบอร์ 74HC688 ส่วนวงจรถักทำหน้าที่ค้างสถานะ (LATCH) จะใช้ไอซีเบอร์ 74LS373 และ 74LS374



รูปที่ 3.3 วงจรถอดรหัสเอาท์พุท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

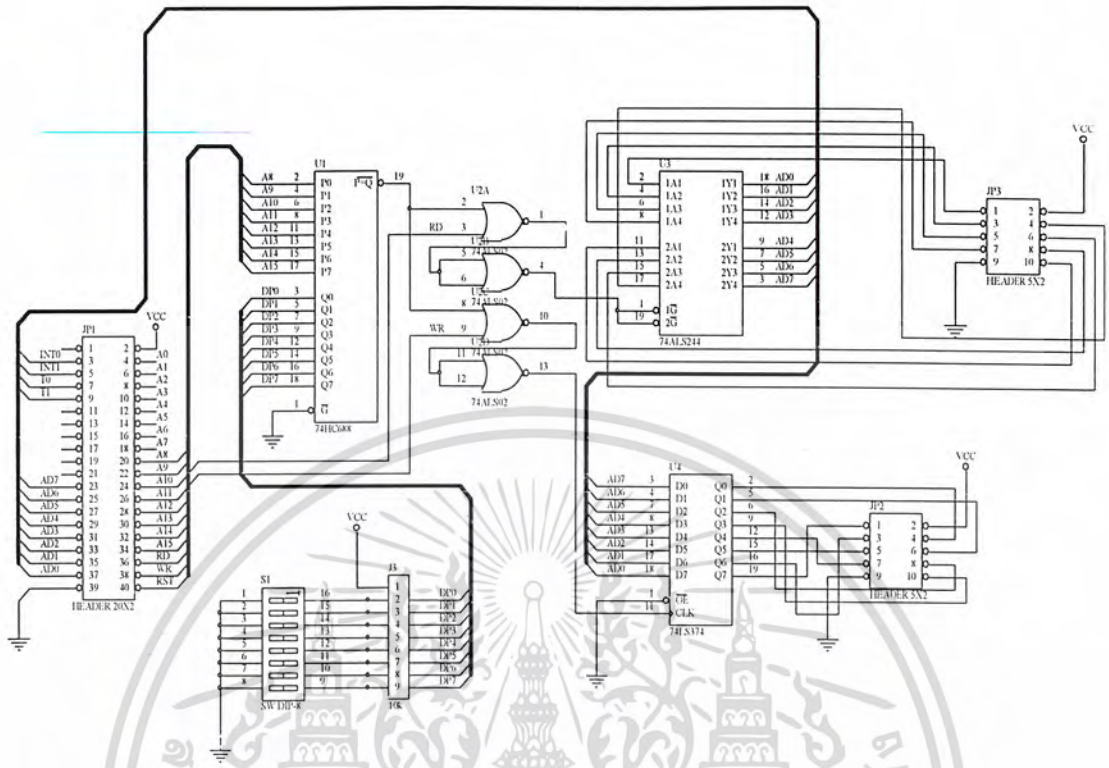
3.3.2 วงจรถอดรหัสอินพุต และเอาต์พุต



รูปที่ 3.4 บล็อกไดอะแกรมถอดรหัสเอาต์พุตและอินพุต

จากบล็อกไดอะแกรมแสดงถึงวงจรถอดรหัส (Decode) ทำหน้าที่เป็นวงจรเปรียบเทียบข้อมูลที่ส่งมาจาก A8 – A15 กับ Dip Switch ว่า อยู่ในตำแหน่งเดียวกัน แล้วจึงส่งผ่านไปยังวงจรที่ทำหน้าที่ค้างสถานะ (LATCH) ซึ่งสามารถแสดงข้อมูลด้านเอาต์พุตและอินพุต หรือพร้อมกันทั้งเอาต์พุตและอินพุต โดยจะมีข้อมูลจาก (ADO-AD7) รออยู่ก่อนเมื่อครบวงจรจึงส่งผ่านออกไปแสดงผล

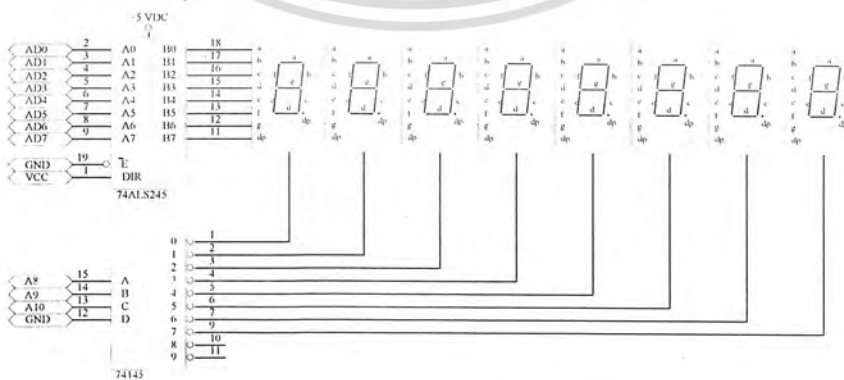
จากวงจร รูปที่ 3.5 เห็นได้ว่าวงจรที่ใช้ถอดรหัสจะใช้ไอซีเบอร์ 74HC688 ส่วนวงจรที่ทำหน้าที่ค้างสถานะจะใช้ไอซีเบอร์ 74LS244 และ 74LS374



รูปที่ 3.5 วงจรถอดรหัสอินพุตและเอาต์พุต

3.4 วงจรแสดงผลแบบ 7 ส่วนธรรมดา

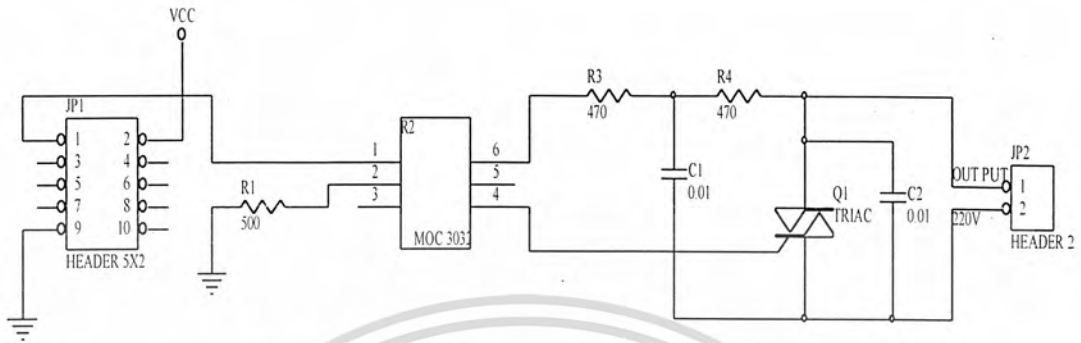
วงจรแสดงผลแบบ 7 ส่วน ซึ่งภายในจะประกอบด้วย ไดโอดเปล่งแสงจำนวน 8 ดวง เป็นส่วน a, b, c, d, e, f, g และจุดทศนิยม (dp) การแสดงผลของวงจร 7 ส่วน จำเป็นต้องอาศัยวงจรถอดรหัสและวงจรขับเพื่อรับอินพุตเป็นรหัส บีซีดี การแสดงผลซึ่งในการออกแบบจะใช้ไอซี 74LS145 เป็นตัวถอดรหัสวงจรที่ออกแบบ แสดงดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 วงจรแสดงผลแบบ 7 ส่วนธรรมดา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 วงจรโซลิตสเตทรีเลย์

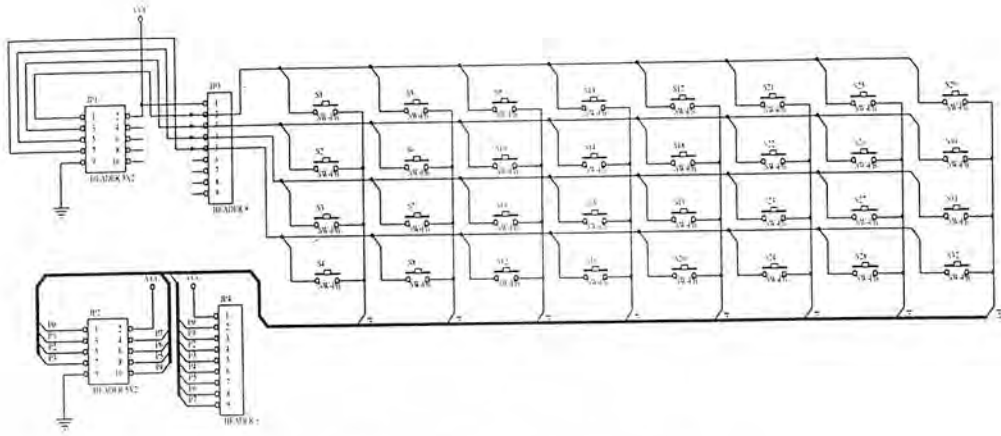


รูปที่ 3.7 วงจรโซลิตสเตทรีเลย์

จากรูปที่ 3.7 IC MOC3032 เป็นไอซีเชื่อมโยงทางแสง (OPTO) เพื่อแยกไฟสูงและไฟต่ำ R1 ควบคุมกระแสไฟให้กับแอลอีดี ในไอซีส่วนด้านไฟสูงจะไหลผ่าน R2,R3 มาเข้าขา 6 แล้วออกทางขา 4 ของไอซีแล้วไปเข้าขา G ของไทรแอกเพื่อทริกให้ไทรแอกทำงาน เมื่อไทรแอกถูกทริก กระแสทางด้านไฟสูงจะสามารถไหลผ่านได้

3.6 วงจรสวิตช์เมตริกซ์ขนาด 4 x 7

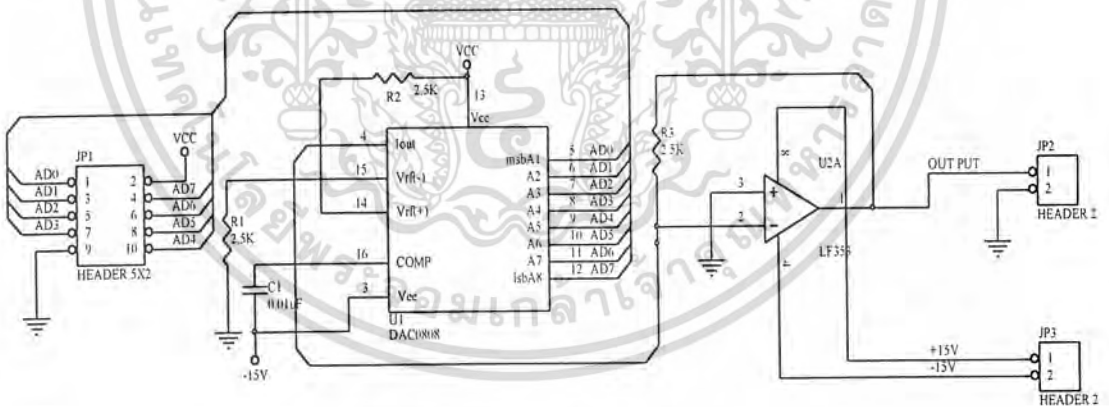
วงจรเมตริกซ์จะใช้ไอซี 74LS245 เป็นตัวขับกระแสขั้วมุลินพุดเอาต์พุด และกำหนดให้พอร์ต AD บิต 0-3 เป็นอินพุตและ AD บิต 4-6 เป็นเอาต์พุด วงจรจะทำการถอดรหัสเลือกหลักของสวิตช์เมตริกซ์ โดย B1-B4 จะสแกนทางด้านหลัก แสดงดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 วงจรสวิตช์เมตริกซ์

3.7 วงจรแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นแอนาลอก

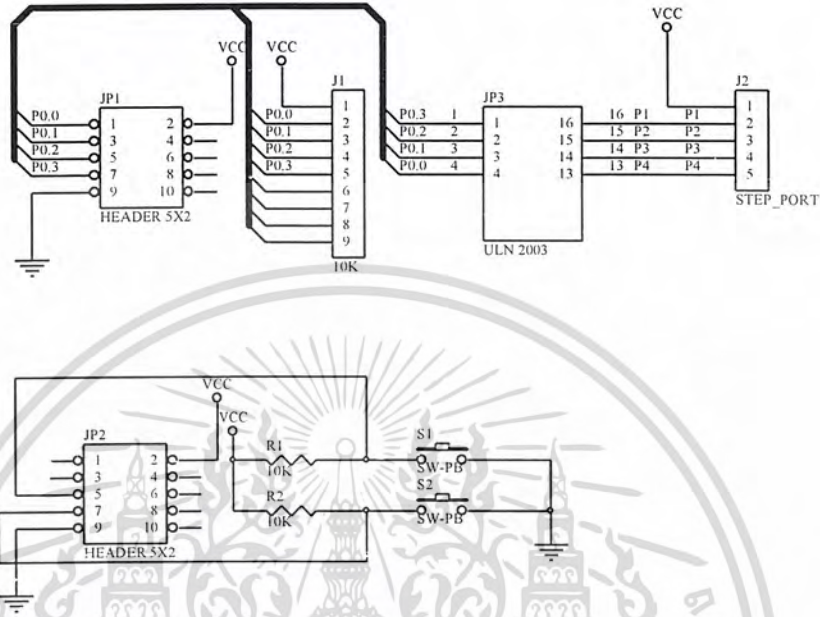
จากวงจรรูปที่ 3.9 พอร์ต A0 - A7 จะพอร์ตที่ใช้ส่งข้อมูลและใช้ไอซี DAC0808 เป็นตัวแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นแอนาลอก เพื่อใช้สำหรับต่อไปใช้วงจรอื่น เช่น วงจรแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิทัล เป็นต้น



รูปที่ 3.9 วงจรแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นแอนาลอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 วงจรสแต็ปปีงมอเตอร์



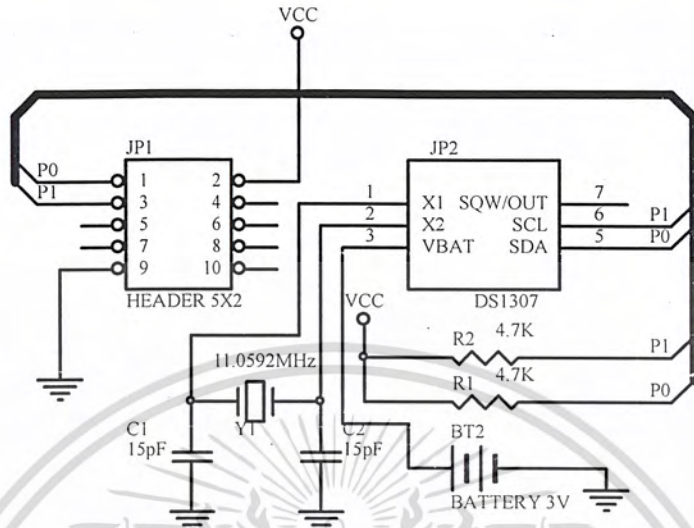
รูปที่ 3.10 วงจรสแต็ปปีงมอเตอร์

จากรูปที่ 3.10 แสดงวงจร โดยใช้พอร์ต AD0 - AD7 ส่งข้อมูลไปยังไอซีขับกระแสสูงแบบคอลเล็กเตอร์เปิดเบอร์ ULN2003 การใช้ไอซีแบบนี้สามารถเลือกแรงดันสำหรับขับสแต็ปปีงมอเตอร์ได้ ตั้งแต่ 5-15 โวลต์ โดย ULN2003 สามารถจ่ายกระแสได้สูงสุด 500 mA ต่อขา เมื่อต้องการให้มอเตอร์หมุนให้ส่งข้อมูล "1" เรียงลำดับจาก AD0 ถึง AD3 และวนกลับมาที่ AD0 ใหม่ หากต้องการให้มอเตอร์หมุนกลับทิศทาง ก็ให้ส่งข้อมูลย้อนกลับโดยเริ่มจาก AD3 แล้วสิ้นสุด รอบที่ AD0 แล้ววนกลับไปที่ AD3 ใหม่ เมื่อ ULN2003 ได้รับข้อมูลเป็น "ลอจิก 1" ก็จะกลับลอจิกทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดของมอเตอร์ที่ต่ออยู่กับขาเอาต์พุตที่ทำงาน ส่งผลให้เกิดการเคลื่อนที่ของแกนมอเตอร์ขึ้น

3.9 วงจรสร้างฐานเวลด้วยไอซี DS 1307

จากวงจรแสดงดังรูปที่ 3.11 มีลักษณะการต่อเหมือนกับอุปกรณ์ของระบบบัส I²C ตัวอื่นๆ ทุกประการและสามารถที่จะต่อไอซีทั้งหมดร่วมกันบนสาย SDA และ SCL จากวงจรไอซี DS 1307 จำเป็นต้องต่อแบตเตอรี่ไว้ตลอดเวลาไม่ว่าจะใช้งานหรือไม่ เพื่อรักษาการทำงานของวงจรภายในให้ทำงานต่อเนื่องได้

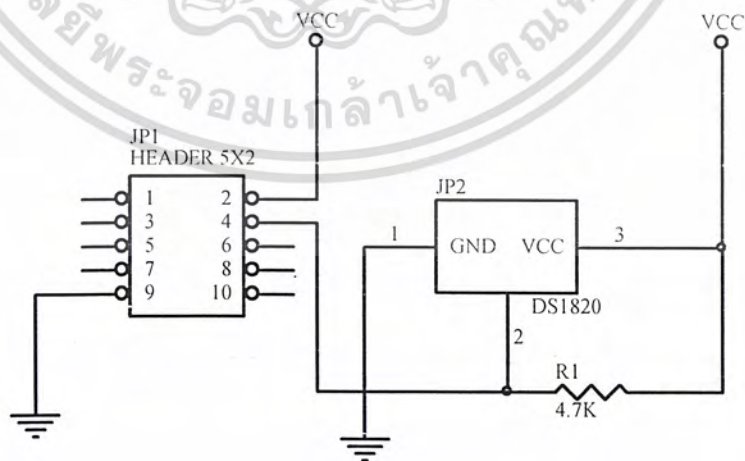
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 วงจรสร้างฐานเวลาด้วยไอซี DS 1307

3.10 วงจร DS 1820 วัดอุณหภูมิ

จากวงจรแสดงดังรูปที่ 3.12 จะใช้พอร์ตเพียง 1 ขาสำหรับการเชื่อมต่อ DS 1820 โดยต้องมีค่านานาน 4.7 kΩ ต่อพ่วงกับไฟเลี้ยง +5 โวลต์ จากนั้นทำการเขียนโปรแกรมเพื่อติดต่อกันโดยใช้รูปแบบการติดต่อตามมาตรฐานระบบบัส 1 สาย

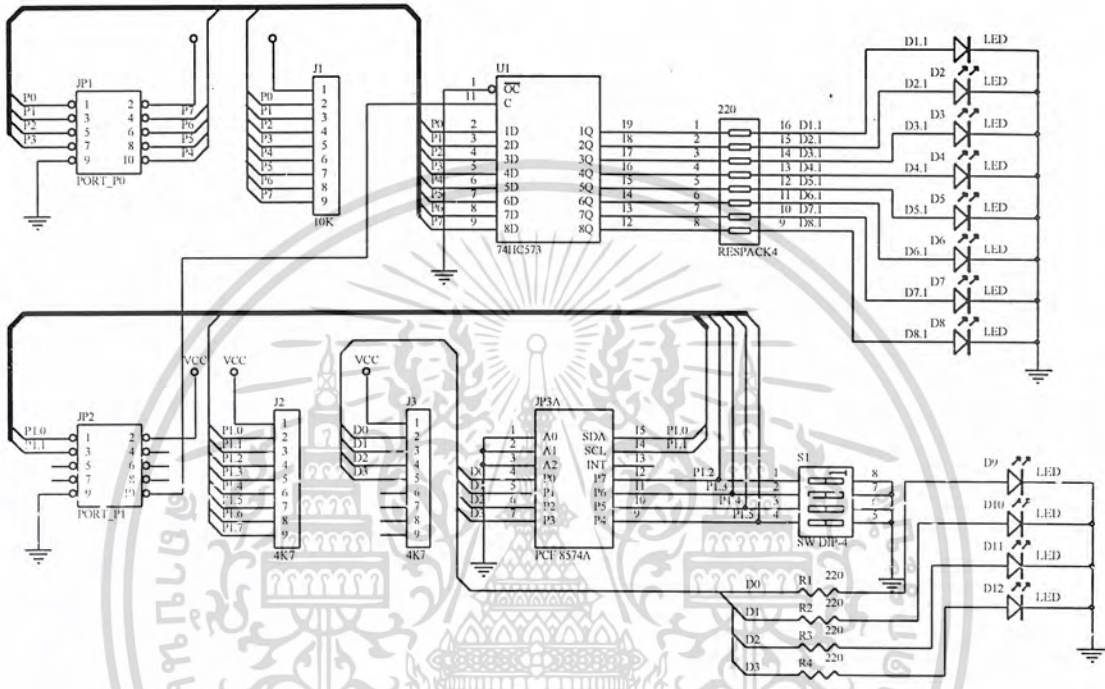


รูปที่ 3.12 วงจรแสดง DS1820

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

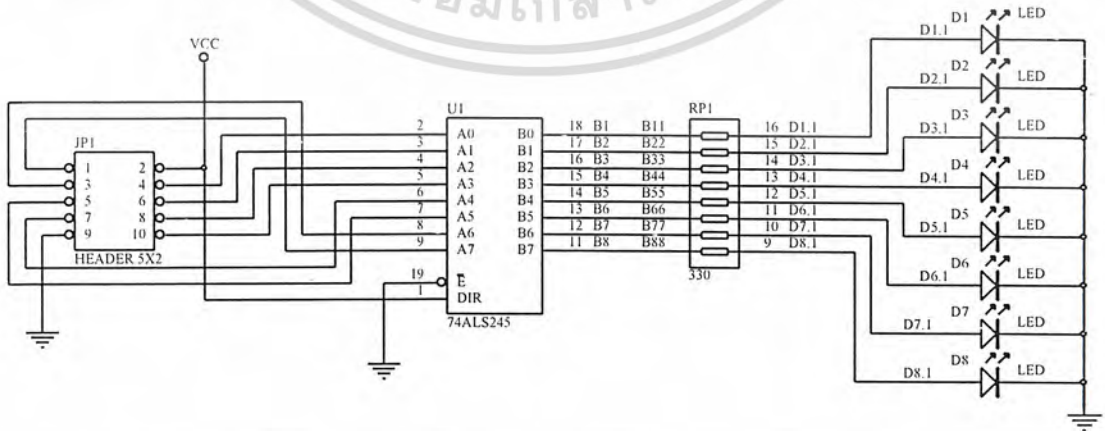
3.11 วงจร PCF8574 ขยายพอร์ต

วงจรมีจะใช้ไอซี PCF8574 ในการต่อวงจรเพื่อที่จะรับอินพุตมาขยายโดยรับเข้ามาที่ AD0 และ AD1 แล้วส่งออกไปทำงานที่บอร์ดย่อยอื่นๆผ่านที่พอร์ต P0-P7 แสดงดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 วงจร PCF8574 ขยายพอร์ต

3.12 วงจรติดต่อพอร์ตเอาต์พุตด้วยแอลอีดี 8 ดวง



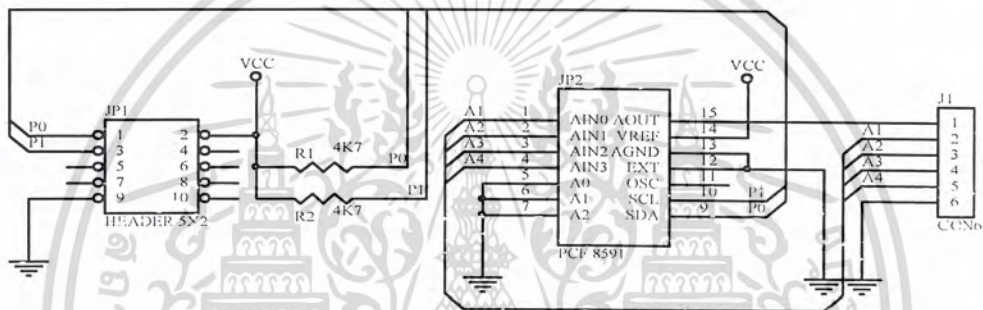
รูปที่ 3.14 วงจรติดต่อพอร์ตเอาต์พุตด้วยแอลอีดี 8 ดวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการของวงจรมี คือ วงจรรับอินพุตจากพอร์ตไมโครคอนโทรลเลอร์มาแสดงผลที่ แอลอีดี ดังรูป 3.14

3.13 วงจรแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิตอล

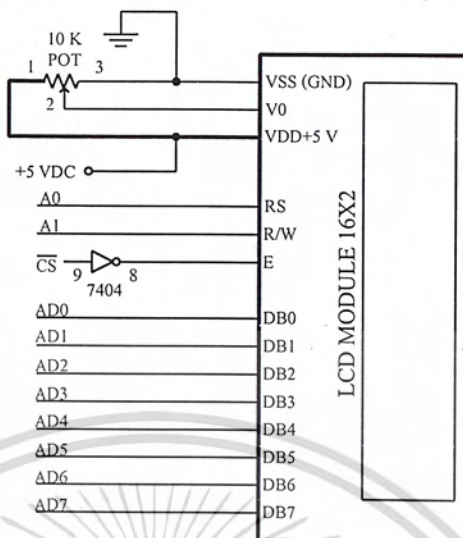
หลักการของวงจรมี คือ การใช้ไอซี PCF8591 ต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS - 51 จะอ่านข้อมูลเข้าไปที่ AD0 และ AD1 เพื่อแปลงสัญญาณแอนาลอกให้ส่งออกเป็นสัญญาณดิจิตอล ขนาด 8 บิต 4 ช่อง โดยการควบคุมของระบบบัส I²C สามารถส่งสัญญาณแอนาลอกเอาต์พุตสูงสุด ได้ถึง 8 ช่อง โดยการกำหนดแอดเดรสจากขา A0 , A1 และ A2 ดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 วงจรเปลี่ยนแปลงแอนาลอกเป็นดิจิตอล

3.14 วงจรแอลอีดีคอตเมตริกซ์ขนาด 8 x 16

วงจรแอลอีดีคอตเมตริกซ์ เป็นการแสดงผลออกมาเป็นตัวเลขหรือตัวอักษรซึ่งจะประกอบไปด้วย ไดโอดเปล่งแสงจำนวน 128 ดวง การแสดงผลของวงจรแอลอีดีคอตเมตริกซ์จำเป็นต้องอาศัยวงจรถอดรหัสและวงจรขับเพื่อรับอินพุตเป็นบิตดิจิตอล การแสดงผลในการออกแบบจะใช้ไอซี 74HC374และSN74145 เป็นตัวบัฟเฟอร์ และเป็นตัวค้างสภาวะข้อมูลวงจรที่ ดังรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.17 วงจรแสดงผลแบบผลึกเหลวขนาด 2 บรรทัด 16 ตัวอักษร



บทที่ 4

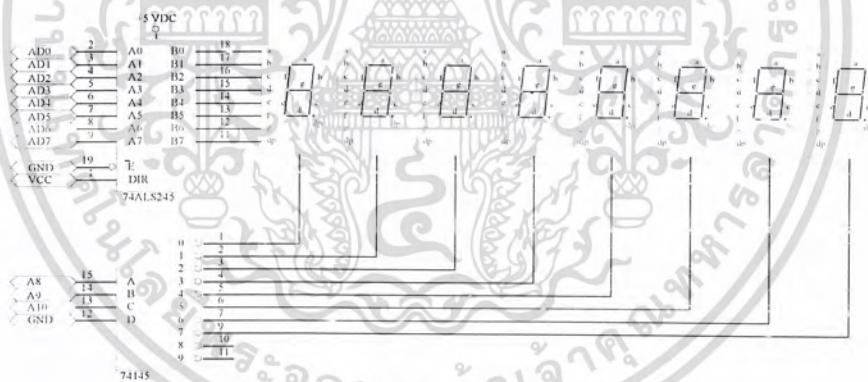
การทดลองและผลการทดลอง

4.1 กล่าวนำ

บทนี้จะกล่าวถึงลักษณะการทดลองด้วยโปรแกรม ลักษณะการต่อวงจรการทำงานร่วมกัน การทดลองและผลการทดลอง ของชุดทดลองทั้งหมดที่ออกแบบไว้

4.2 การทดลองแสดงผลวงจรมแบบ 7 ส่วน

จากรูปที่ 4.1 ส่วนแสดงใช้ไอซีเบอร์ 74LS245 ทำหน้าที่เป็นตัวไคร์กระแสข้อมูล โดยไอซี 74LS245 ทำหน้าที่ค้ำข้อมูลแต่พอร์ต คือ ไอซี 74LS245 ตัวบนทำหน้าที่ค้ำข้อมูลส่วนตัวล่าง คือ ไอซี 74LS245 ทำหน้าที่ค้ำหลักที่จะแสดง การทำงานของวงจรโดยการส่งสัญญาณออกที่ขา \overline{CS} ของ ไอซี 74LS145 โดยข้อมูลจะค้ำผ่าน A0-A7 และหลักคิจิตใช้ A8-A9 เป็นตัวถลครหัส



รูปที่ 4.1 วงจรแสดงผลแบบ 7 ส่วนธรรมดา

ลำดับขั้นการทดลอง

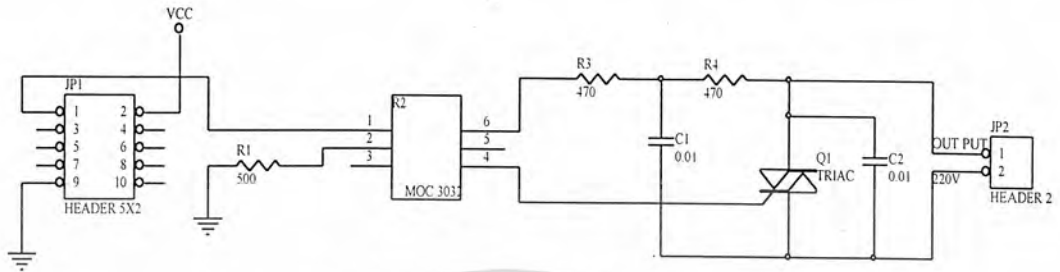
1. นำชุดทดลองที่ต้องการทดลองมาต่อเป็นวงจร
2. ทดลองเขียน โปรแกรมให้ับเลขจาก 0 - 9

ผลที่ได้จากการทดลอง

ผลที่ได้จากการทดลอง คือ จะแสดงเป็นตัวเลข 0 - 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดลองวงจรโซลิตสเตท รีเลย์



รูปที่ 4.2 วงจรโซลิตสเตท รีเลย์

จากรูปที่ 4.2 IC MOC3032 เป็นไอซีเชื่อมโยงทางแสง (OPTO) เพื่อแยกไฟสูงและไฟต่ำ R1 ควบคุมกระแสไฟให้กับแอลอีดี ในไอซีส่วนด้านไฟสูงจะไหลผ่าน R2,R3 มาเข้าขา 6 แล้วออกทางขา 4 ของไอซีแล้วไปเข้าขา G ของไทรแอกเพื่อทริกให้ไทรแอกทำงาน พอไทรแอกถูกทริกกระแสทางด้านไฟสูงจะสามารถไหลผ่านได้ วงจรนี้ด้านอินพุตจะสามารถต่อแรงดันไฟกระแสตรงได้ตั้งแต่ 5 - 15 โวลต์

ลำดับขั้นการทดลอง

1. นำชุดทดลองที่ต้องการทดลองมาต่อเป็นวงจร
2. ทดลองโดยนำมาเขียนโปรแกรมสแกนคีย์กด 1 และ กด 0

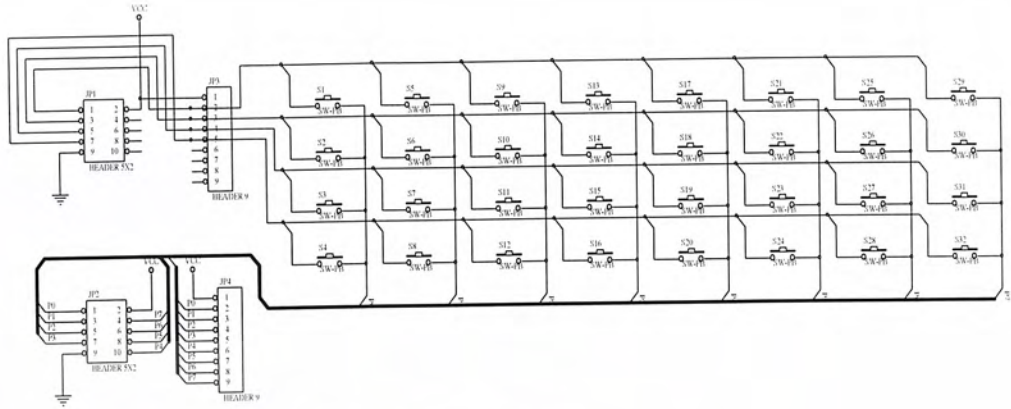
ผลที่ได้จากการทดลอง

ผลที่ได้จากโปรแกรม คือเมื่อการกด 1 ก็จะทำให้ชุดทดลองทำงานและกด 0 ก็จะทำให้ชุดทดลองหยุดทำงาน

4.4 การทดลองวงจรสวิตช์เมตริกซ์ขนาด 4 x 7 ตัว

จากวงจรรูปที่ 4.3 ใช้ไอซี 74LS245 เป็นตัวค้างสถานะข้อมูลอินพุตหรือเอาต์พุตของข้อมูล โดยกำหนดทางฮาร์ดแวร์ กำหนดให้พอร์ต AD บิต 0-3 เป็นอินพุตและบิต 4 - 6 เป็นเอาต์พุต วงจรทำการส่งสัญญาณเลือกไปที่ขาของ CS ของ 74LS245 ทำการถอดรหัสเลือกหลักของสวิตช์เมตริกซ์โดยใช้พอร์ต AD 0 - AD 3 และรับอินพุตจากสวิตช์เมตริกซ์ทางพอร์ต AD ล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 วงจรเมตริกซ์ขนาด 4 x 7 ตัว

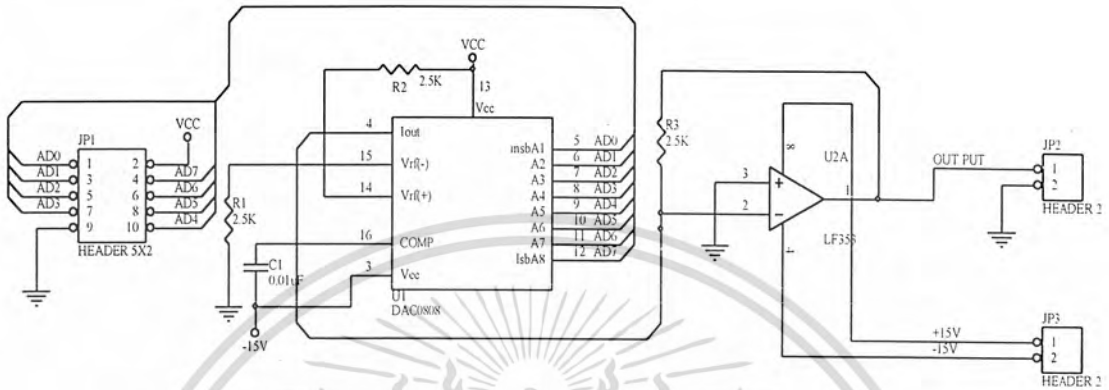
ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. นำชุดทดลองที่ต้องการทดลองมาต่อเป็นวงจร
2. ทดลองโดยนำมาเขียน โปรแกรมให้มีหมายเลขแสดงบนแอลซีดี

ผลที่ได้จากการทดลอง

ผลที่ได้จากการทดลอง คือ การแสดงผลหมายเลขบนแอลซีดี ที่มีการกดเลขหมายบนสวิตช์เมตริกซ์

4.5 การทดลองการแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นแอนาลอก



รูปที่ 4.4 วงจรแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นแอนาลอก

จากวงจรรูปที่ 4.4 ใช้ไอซี DAC0808 เป็นตัวแปลงสัญญาณดิจิทัลแอนะลอกและเอาต์พุตจะถูกต่อเข้ากับออปแอมป์ ซึ่งเป็นบัฟเฟอร์ โดยที่เอาต์พุตจากออปแอมป์นี้ จะต่อไปที่เอาต์พุตวงจรแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นแอนาลอกเพื่อใช้สำหรับต่อไปใช้วงจรอื่น เช่น วงจรแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิทัล เป็นต้นและสามารถดูการเปลี่ยนแปลงค่าเอาต์พุตจากไดโอดเปล่งแสงโดยต่อสายจัมป์ของไปซี LM 3914 ซึ่งจัดให้อยู่ในโหมดของบาร์กราฟ โดยบาร์กราฟแสดงผลจะติดได้เรียงกันไปตามค่าไบรนารี

ลำดับขั้นการทดลอง

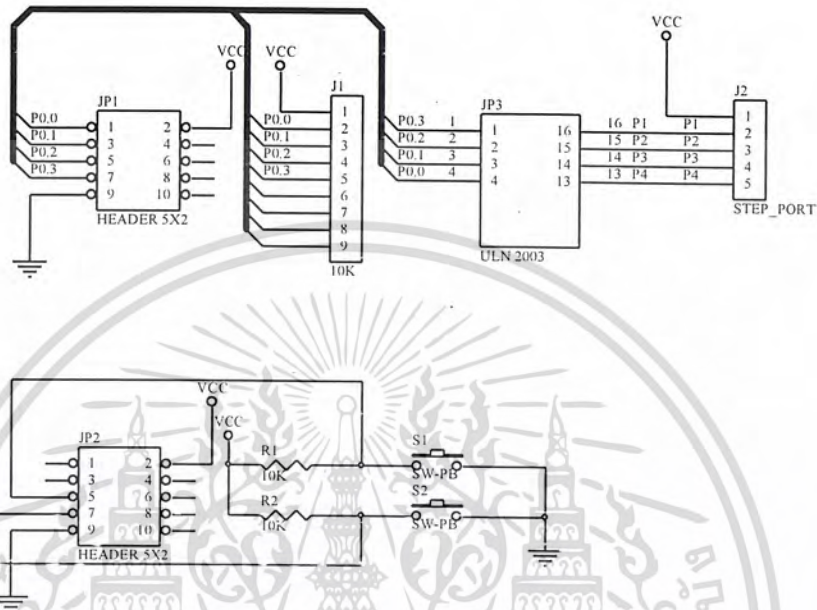
1. นำชุดทดลองที่ต้องการทดลองมาต่อเป็นวงจร
2. ทดลองโดยนำมาเขียน โปรแกรมที่ทำงานร่วมกับวงจรควบคุมอุณหภูมิ

ผลที่ได้จากการทดลอง

ผลที่ได้จากโปรแกรม คือ ผลที่ได้จากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิส่งผ่านเข้าวงจรแล้ว แสดงออกที่แอลซีดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 การทดลองวงจรสเต็ปปีงมอเตอร์



รูปที่ 4.5 วงจรสเต็ปปีงมอเตอร์

จากรูปที่ 4.5 แสดงวงจร โดยใช้พอร์ต 0 ส่งข้อมูลไปยังไอซีขับกระแสสูงแบบคอลเล็กเตอร์เปิดเบอร์ ULN2003 การใช้ไอซีแบบนี้สามารถเลือกแรงดันสำหรับขับสเต็ปปีงมอเตอร์ ได้ตั้งแต่ 5 - 15 โวลต์ โดย ULN2003 สามารถจ่ายกระแสได้สูงสุด 500 มิลลิแอมป์ ต่อมาเมื่อต้องการให้มอเตอร์หมุนให้ส่งข้อมูล "1" เรียงลำดับจาก AD3 ถึง AD0 และวนกลับมาที่ AD0 ใหม่หากต้องการให้มอเตอร์หมุนกลับทิศทางก็ให้ส่งข้อมูลย้อนกลับ โดยเริ่มจาก AD3 แล้วสิ้นสุดรอบที่ AD0 แล้ววนกลับไป AD3 ใหม่เมื่อ ULM2003 ข้อมูล "1" ก็จะทำให้การกลับลอจิกทำให้เกิดกระแสไฟฟ้ายไหลผ่านขดลวดของมอเตอร์ ที่ต่ออยู่กับขาเอาต์พุตที่ทำงานส่งผลให้เกิดการเคลื่อนที่ของแกนมอเตอร์ขึ้น

ลำดับขั้นการทดลอง

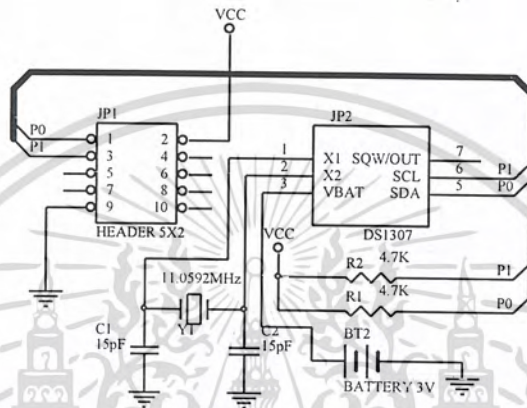
1. นำชุดทดลองที่ต้องการทดลองมาต่อเป็นวงจร
2. ทดลองโดยนำมาเขียนโปรแกรมควบคุมมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลที่ได้จากการทดลอง

ผลที่ได้จากการทดลอง คือ มอเตอร์หมุนได้ในระดับที่ต้องการ

4.7 การทดลองการสร้างฐานเวลาด้วยไอซี DS 1307



รูปที่ 4.6 วงจรสร้างฐานเวลาด้วยไอซี DS 1307

จากวงจรแสดงดังรูปที่ 4.6 มีลักษณะการต่อเหมือนกับอุปกรณ์ของระบบบัส I²C ตัวอื่นๆ ทุกประการและสามารถที่จะต่อไอซีทั้งหมดร่วมกันบนสาย SDA และ SCL จากวงจรไอซี DS 1307 จำเป็นต้องต่อแบตเตอรี่ไว้ตลอดเวลาไม่ว่าจะทำงานหรือไม่ เพื่อรักษาการทำงานของวงจรภายในให้ทำงานต่อเนื่องได้

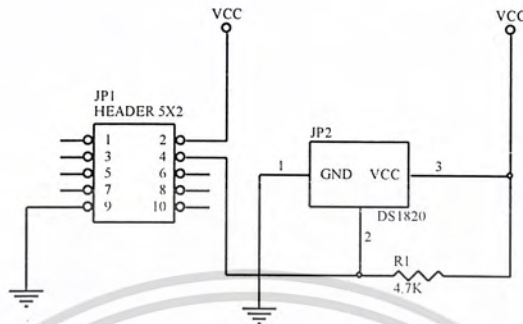
ลำดับขั้นการทดลอง

1. นำชุดทดลองที่ต้องการทดลองมาต่อเป็นวงจร
2. ทดลองโดยนำมาเขียน โปรแกรมแสดงวันเวลา

ผลที่ได้จากการทดลอง

ผลที่ได้จากการทดลอง คือ การบอกวัน เดือน ปี เวลา

4.8 การทดลองวงจร DS 1820 ควมคุมอุณหภูมิ



รูปที่ 4.7 วงจร DS 1820 ควบคุมอุณหภูมิ

จากวงจรแสดงดังรูปที่ 4.7 จะใช้พอร์ตเพียง 1 ขาสำหรับการเชื่อมต่อ DS 1820 โดยต้องมีตัวต้านทาน 4.7 k Ω ต่อพูลอัพ กับไฟเลี้ยง + 5 โวลต์ จากนั้นทำการเขียนโปรแกรมเพื่อติดต่อกันโดยใช้รูปแบบการติดต่อตามมาตรฐานระบบบัส 1 สาย

ลำดับขั้นการทดลอง

1. นำชุดทดลองที่ต้องทำการทดลองมาต่อเป็นวงจร
2. ทดลองโดยนำมาเขียน โปรแกรมควบคุมอุณหภูมิ

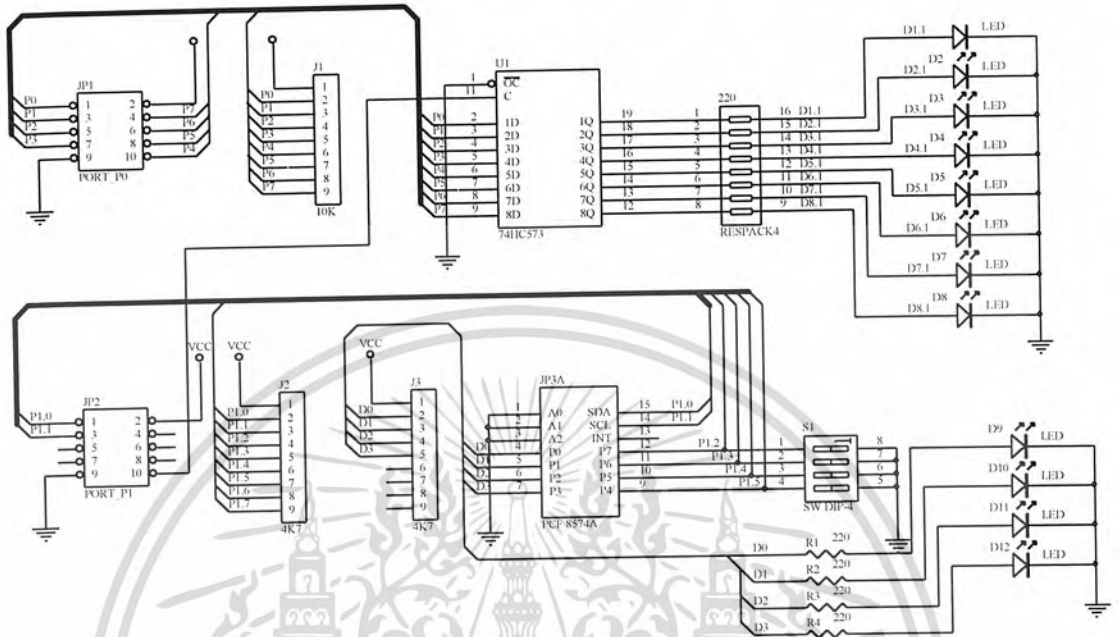
ผลที่ได้จากการทดลอง

ผลที่ได้จากการทดลอง คือ สถานของอุณหภูมิในขณะนั้น

4.9 การทดลองวงจร PCF8574 ขยายพอร์ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.9 การทดลองวงจร PCF8574 ขยายพอร์ต



รูปที่ 4.8 วงจร PCF8574 ขยายพอร์ต

หลักการออกแบบวงจรนี้จะใช้ไอซี PCF8574 ในการต่อวงจรเพื่อที่จะรับอินพุตมาขยาย โดยรับเข้ามาที่ P1.0 และ P1.1 แล้วส่งออกไปทำงานที่บอร์ดย่อยอื่นๆ ผ่านที่พอร์ต P0-P7 แสดงดังรูปที่ 4.8

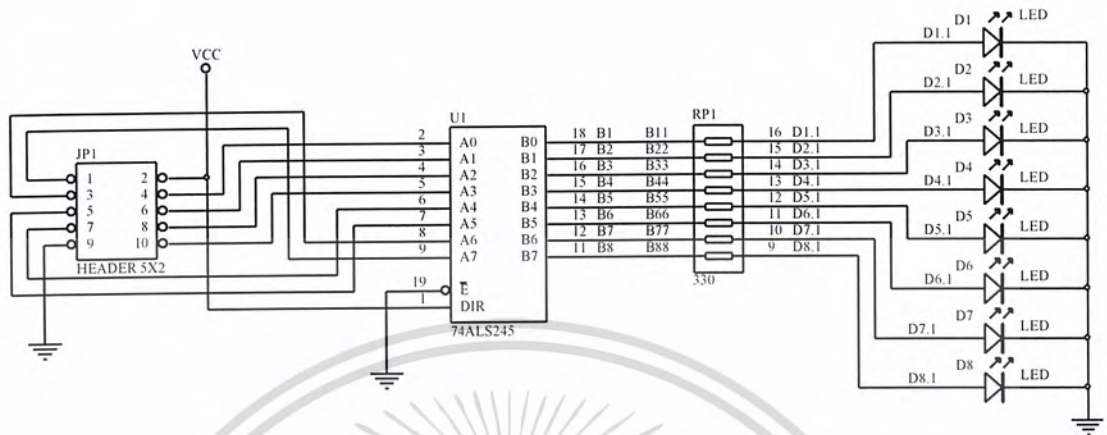
ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. นำชุดทดลองที่ต้องการทดลองมาต่อเป็นวงจร
2. ทดลองโดยนำมาเขียน โปรแกรมส่งข้อมูลส่งข้อมูลตัวเลข 0-9 ออกแอลอีดี

ผลที่ได้จากการทดลอง

ผลที่ได้จากการทดลอง คือ สามารถขยายพอร์ตจากที่ส่งออกได้แค่ 2 พอร์ตเป็น 8 พอร์ตส่งข้อมูลตัวเลข 0-9 ออกแอลอีดี

4.10 การทดลองการติดต่อกับพอร์ตไมโครคอนโทรลเลอร์กับ แอลอีดี 8 ดวง



รูปที่ 4.9 วงจรติดต่อกับพอร์ตไมโครคอนโทรลเลอร์กับ แอลอีดี 8 ดวง

หลักการของวงจรนี้ คือ การต่อวงจรรับอินพุตจากพอร์ตไมโครคอนโทรลเลอร์มาแสดงผลให้เห็น ถึงการส่งข้อมูลเอาต์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ แสดงดังรูปที่ 4.9

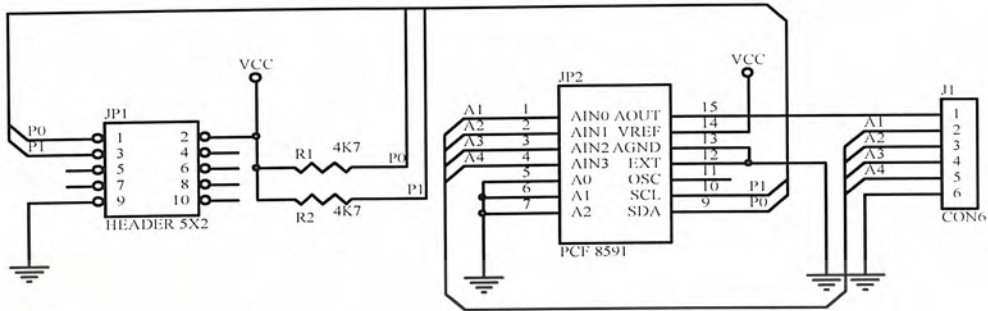
ลำดับขั้นการทดลอง

1. นำชุดทดลองที่ต้องการทดลองมาต่อเป็นวงจร
2. ทดลองโดยนำมาเขียน โปรแกรมให้แสดงผลโดยที่แอลอีดีติดเรียงสลับไปกลับ

ผลที่ได้จากการทดลอง

ผลที่ได้จากการทดลอง คือ แอลอีดีจะติดเรียงกันสลับไปกลับ

4.11 การทดลองการแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิตอล



รูปที่ 4.10 วงจรแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิตอล

หลักการออกแบบวงจรนี้ คือ การใช้ไอซี PCF8591 ซึ่งต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์โดยจะส่งออกมาเข้าที่ P1.0 และ P1.1 และรับสัญญาณแอนาลอกเข้ามาส่งออกเป็นสัญญาณดิจิตอลแสดงดังรูปที่ 4.10

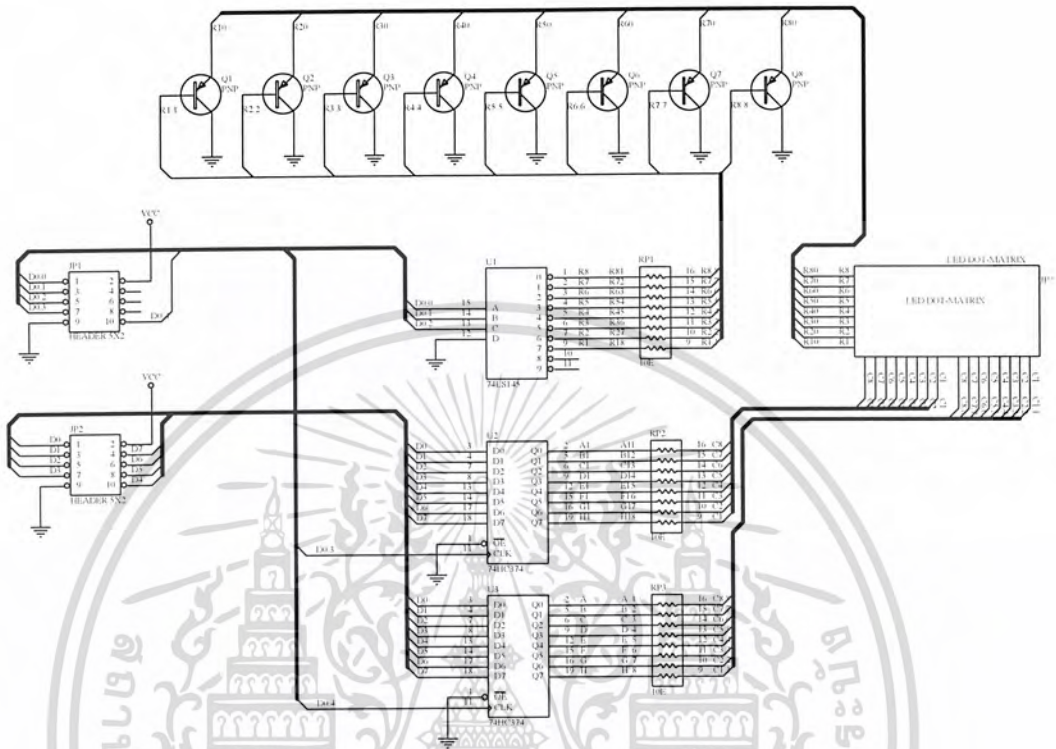
ลำดับขั้นการทดลอง

1. นำชุดทดลองที่ต้องการทดลองมาต่อเป็นวงจร
2. ทดลอง โดยนำมาเขียน โปรแกรมที่ทำงานร่วมกับวงจรควบคุมอุณหภูมิ

ผลที่ได้จากการทดลอง

ผลที่ได้จาก โปรแกรม คือ ผลที่ได้จากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิส่งผ่านเข้าวงจรแล้วแสดงออกที่แอลซีดี

4.12 การทดลองวงจรแอลอีดีคอตเมตริกซ์ขนาด 8 x 16



รูปที่ 4.11 วงจรแอลอีดีคอตเมตริกซ์ขนาด 8 x 16

การออกแบบวงจรแอลอีดีคอตเมตริกซ์ เป็นการแสดงผลออกมาเป็นตัวเลขหรือตัวอักษร ซึ่งจะประกอบไปด้วย ไดโอดเปล่งแสงจำนวน 128 ดวง การแสดงผลของวงจรแอลอีดีคอตเมตริกซ์ จำเป็นต้องอาศัยวงจรลอจิกหีสและวงจรขับเพื่อรับอินพุตเป็นบิต การแสดงผลซึ่งในการออกแบบ จะใช้ไอซี 74HCT541 เป็นตัวลอจิกหีส วงจรที่ออกแบบแสดงดังรูป 4.11

ลำดับขั้นการทดลอง

1. นำชุดทดลองที่ต้องการทดลองมาต่อเป็นวงจร
2. ทดลองโดยนำมาเขียน โปรแกรมแสดงชื่อสมาชิกในกลุ่ม

ผลที่ได้จากการทดลอง

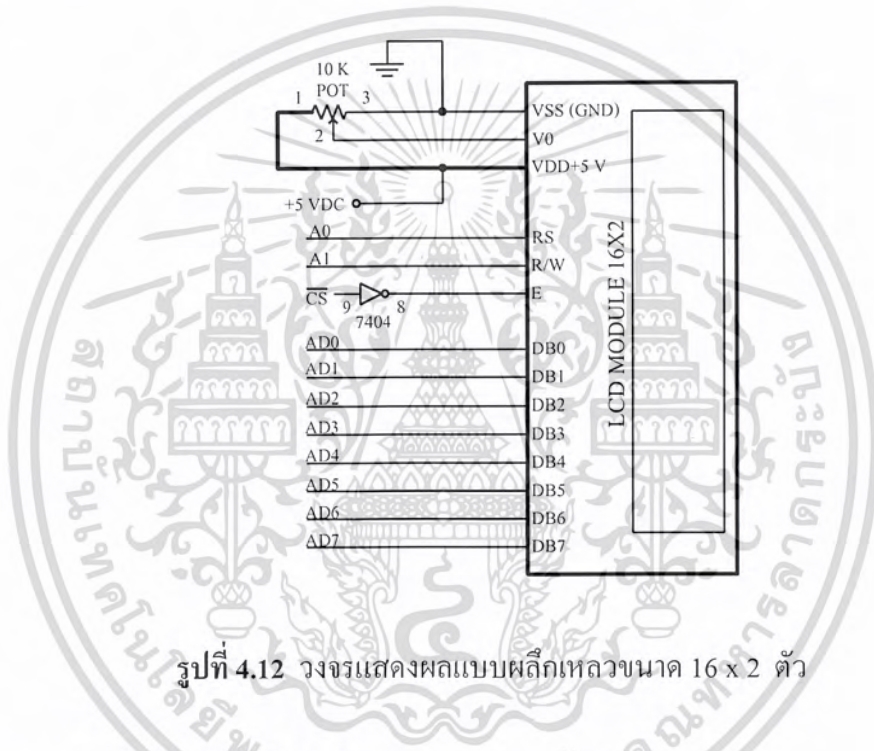
ผลที่ได้จากการทดลอง คือ ชื่อสมาชิกในกลุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.13 การทดลองวงจรแสดงผลแบบผลึกเหลวขนาด 16 x 2 ตัว

จากวงจรแสดงผลแบบผลึกเหลวมีการต่อแบบอินพุต/เอาต์พุตพอร์ต มีคุณสมบัติดังนี้

1. สามารถต่อเข้ากับอินพุตเอาต์พุตพอร์ตใดๆ ก็ได้โดยใช้สายสัญญาณจำนวน 11 เส้น และใช้โปรแกรมเป็นตัวสร้างสัญญาณขึ้นมาให้ตรงกับข้อกำหนดของแอลซีดีโมดูล
2. ผู้ใช้จะเขียนข้อมูลให้แอลซีดีโมดูลได้อย่างเดียว
3. เนื่องจากไม่สามารถอ่านข้อมูลกลับได้ จึงต้องใช้เวลาของระบบไมโครโปรเซสเซอร์



รูปที่ 4.12 วงจรแสดงผลแบบผลึกเหลวขนาด 16 x 2 ตัว

4. ใช้ได้กับบอร์ดทั่วไปที่มีพอร์ต
5. ไม่เปลืองส่วนของหน่วยความจำในการใช้งาน
6. การจัดหาสัญญาณกระทำได้อย่างอิสระ

เราสามารถทดลองโดยการเขียนโปรแกรมควบคุมได้ ดังนี้

1. เมื่อจ่ายไฟเลี้ยงให้กับจอแสดงผลแบบผลึกเหลวครั้งแรกภายในจะมีการรีเซ็ตระบบโดยอัตโนมัติซึ่งจะใช้เวลา 10 มิลลิวินาที หลังจากทีระดับแรงดันไฟขึ้นถึง 4.5 โวลต์ ทั้งนี้ระบบรีเซ็ตดังกล่าวจะกระทำสิ่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1.1 ทำการเคลียร์จอภาพทั้งหมด (Clear Display)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เมื่อจ่ายไฟเลี้ยงให้กับจอแสดงผลแบบผลึกเหลวครั้งแรกภายในจะมีการรีเซ็ตระบบโดยอัตโนมัติซึ่งจะใช้เวลา 10 มิลลิวินาที หลังจากทีระดับแรงดันไฟขึ้นถึง 4.5 โวลต์ ทั้งนี้ระบบรีเซ็ตดังกล่าวจะกระทำสิ่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1.1 ทำการเคลียร์จอภาพทั้งหมด (Clear Display)

1.2 กำหนดคุณสมบัติด้วยคำสั่งฟังก์ชันเซต คือ $PL = 1$ (ติดต่อกับระบบไมโครโปรเซสเซอร์ในแบบ 8 บิต) $N = 0$ (แสดงข้อมูล 1 บรรทัด) $F = 0$ (กำหนดตัวอักษรแบบ 5x7 ตัว)

1.3 กำหนดคุณสมบัติด้วยคำสั่งแสดง ON/OFF คือ $D = 0$ (ไม่แสดงข้อมูล) $C = 0$ (Cursor Off) $B = 0$ (Bank Off)

1.4 กำหนดคุณสมบัติด้วยคำสั่ง Enter Mode Set คือ $I/P = 1$ (Increment) $S = 0$ (No Shift)

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. นำชุดทดลองที่ต้องการทดลองมาต่อเป็นวงจร
2. ทดลองโดยนำมาเขียนโปรแกรมแสดงชื่อเรียงกันไป

ผลที่ได้จากการทดลอง

ผลที่ได้จากโปรแกรม คือ แสดงเป็นช่อวิ่งจากซ้ายไปขวาเรียงกัน 2 บรรทัด

บทที่ 5

บทสรุป

5.1 บทสรุป

การจัดทำบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ซึ่งประกอบด้วยด้านอินพุตด้านเอาต์พุต และซึ่งทั้งหมดถูกควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ส่วนทางด้านซอฟต์แวร์จะทำการลงโปรแกรมลงบนไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งในโครงการนี้นักศึกษาได้ทำตามโปรแกรมไว้เพื่อทดลอง 12 กรณีศึกษาตามจุดประสงค์ของโครงการ ซึ่งการลงโปรแกรมบนตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ใช้ภาษาแอสเซมบลี สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 โดยเฉพาะแล้วทำการคอมไพล์ ไฟล์นามสกุล.hex ด้วยแอสเซมบลี ASM 51 จากนั้นทำการโปรแกรมลงไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยสำหรับบุคคลทั่วไปที่ต้องการเรียนรู้การปฏิบัติการของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 สามารถเรียนรู้ได้จากกรณีศึกษาที่ผู้จัดทำโครงการ ได้ออกแบบขึ้นมาซึ่งมีทั้งหมด 12 กรณีศึกษาโดยเรียงลำดับความเข้าใจจากง่ายไปสู่ยาก

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

จากการดำเนินการสร้างและทดสอบโครงการพบว่ามีปัญหาเกิดขึ้นหลายประการ ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

1. ปัญหา ลายปริ้นมีขนาดใหญ่และเล็กแตกต่างกันจึงออกแบบลายทองแดงได้ยาก
แนวทางแก้ไข ออกแบบลายทองแดงให้มีขนาดเหมาะสมกับวงจรที่มีอยู่
2. ปัญหา ความแปรปรวนของตัวอุปกรณ์เนื่องจากการลัดวงจรเมื่อต่อวงจรผิด หรือ ความร้อนจากหัวแล้ง ทำให้ตัวอุปกรณ์บางตัวเสื่อมคุณภาพได้

แนวทางแก้ไข ตรวจสอบเช็คอุปกรณ์ที่จะนำมาต่อวงจรก่อนและต้องระมัดระวังในการต่อวงจร

3. ปัญหา ความผิดพลาดในเรื่องลายทองแดงเนื่องจากต่อลายวงจรไม่ครบวงจรทำให้ผลการทดลองเกิดการคลาดเคลื่อนไม่เป็นไปตามเป้าหมาย เลยทำให้เกิดการแก้ไขขึ้น ซึ่งการแก้ไขงานอาจทำการจ้ำสายเพิ่มเติม ทำให้ลายวงจรไม่เป็นระเบียบหรือบางครั้งการแก้ไขงาน ในส่วนบัดกรีไปแล้วทำให้ลายทองแดงล่อนได้

แนวทางแก้ไข ก่อนที่จะนำไปกัดแผ่นปริ้นควรตรวจสอบความถูกต้องเรียบร้อยก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 แนวทางในการพัฒนา

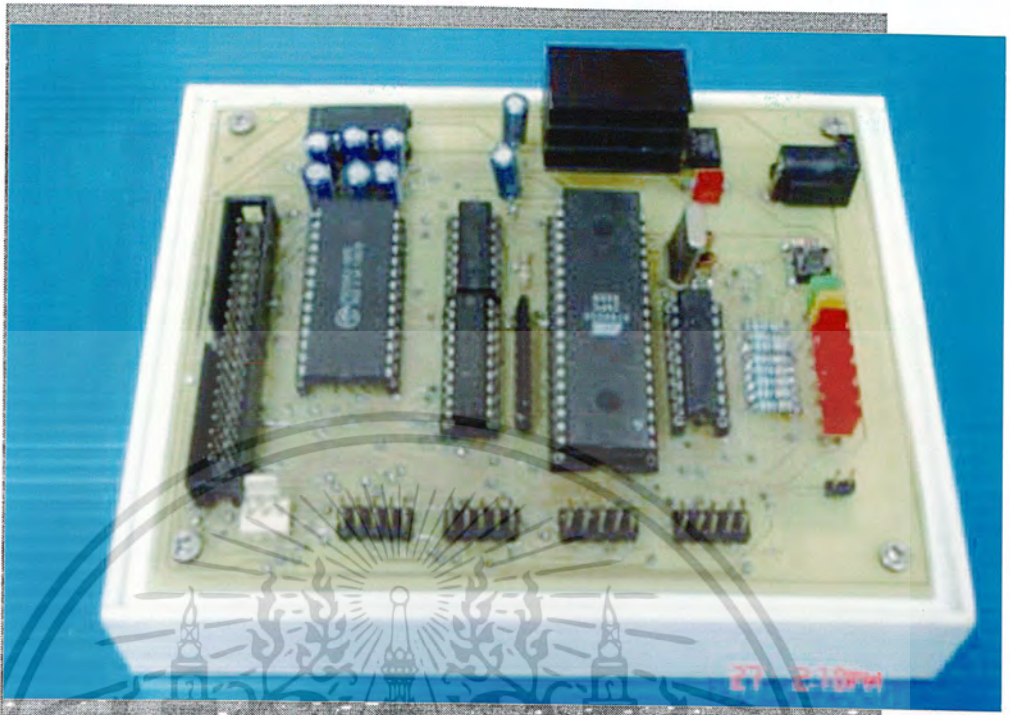
1. สามารถเพิ่มกรณีศึกษาอื่นๆได้ โดยใช้ชุดทดลองเดิม เพราะชุดทดลองมีส่วนประกอบ อินพุตเอาต์พุตครบถ้วนเป็นการเรียนรู้และปฏิบัติการเพิ่มเติมความรู้ความเข้าใจใน ไมโครคอนโทรลเลอร์ได้เป็นอย่างดี
2. สามารถนำมาเป็นสื่อการเรียนการสอนสำหรับนักศึกษา หรือบุคคลทั่วไปที่มีความสนใจ เกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้
3. สามารถพัฒนาระบบงานให้ใหญ่ขึ้น โดยการลงโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุม การทำงานร่วมกับอุปกรณ์อื่นได้



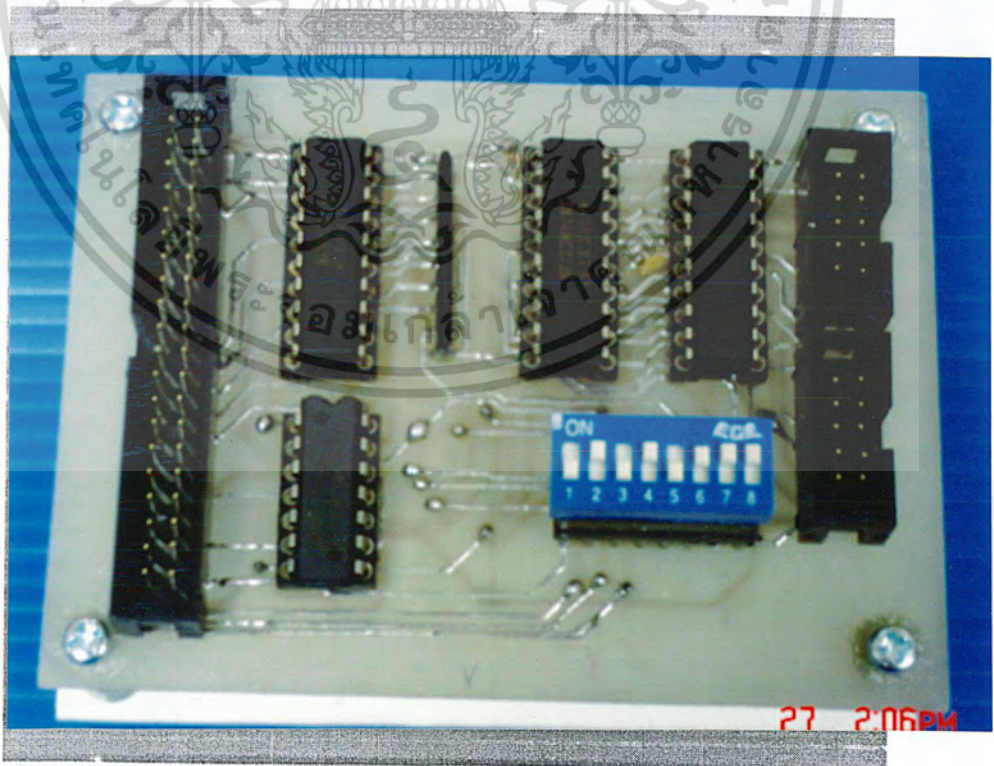
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

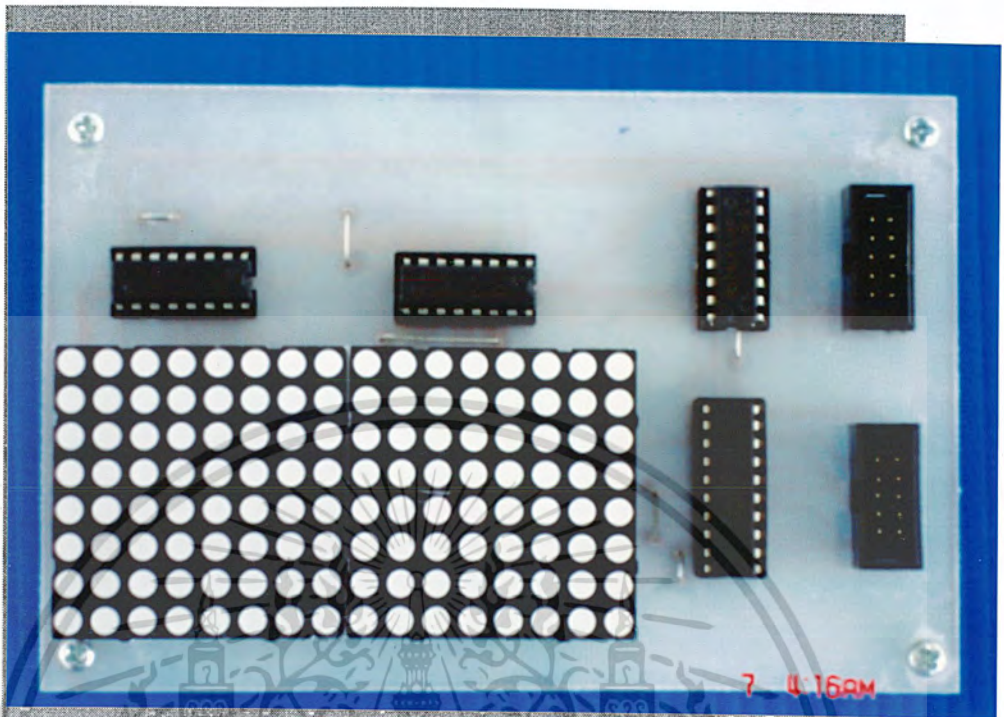


รูปที่ ก.1 วงจรควบคุม

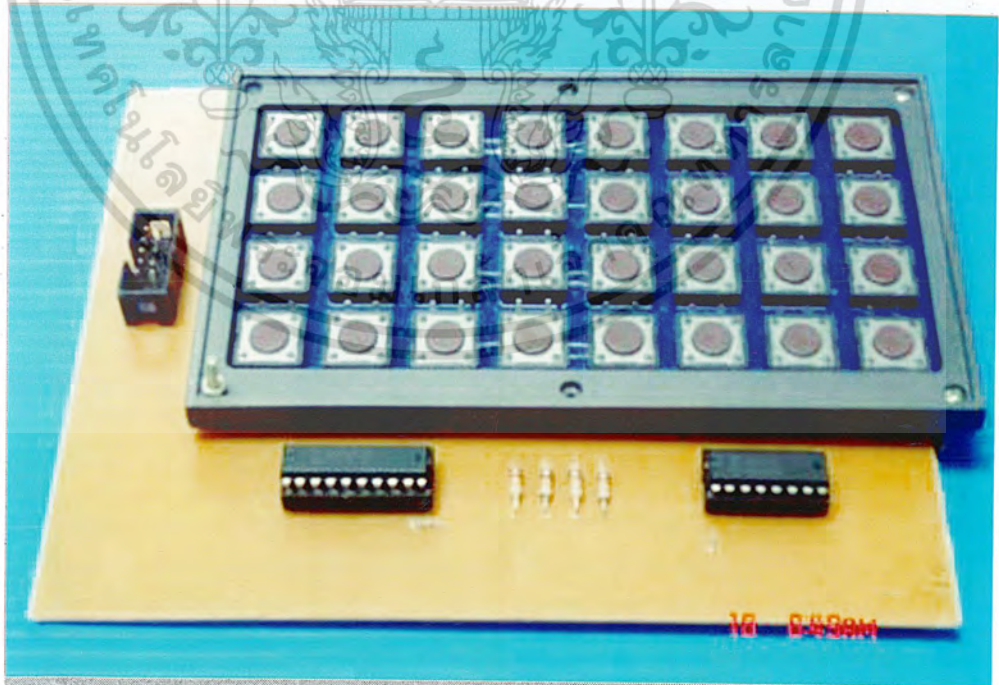


รูปที่ ก.2 วงจรถอดรหัสอินพุตและเอาต์พุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

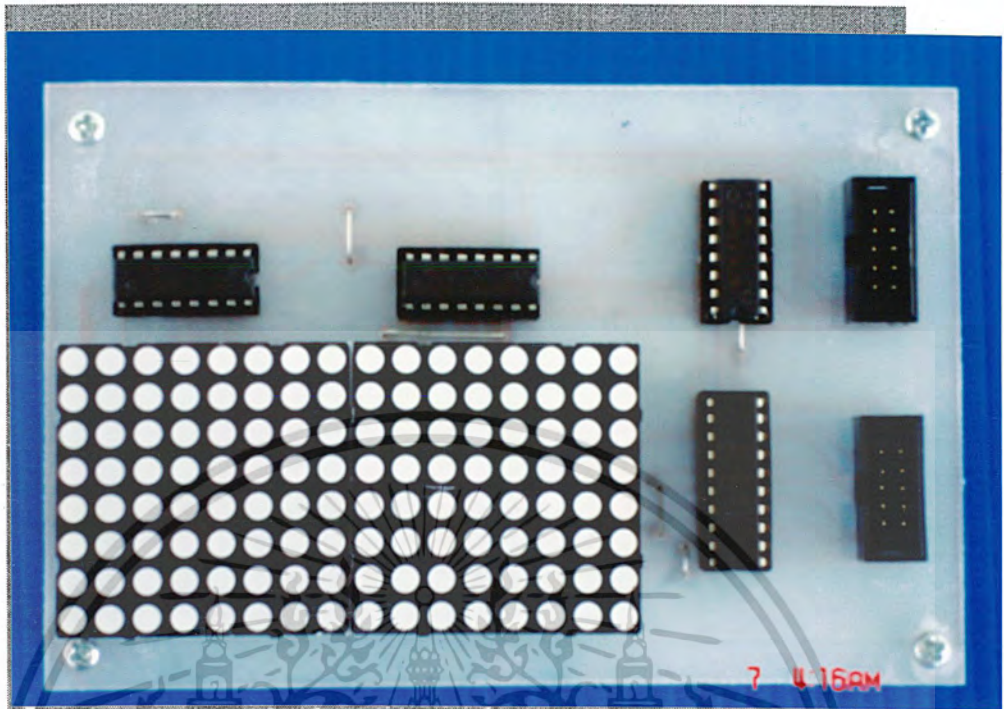


รูปที่ ก.3 วงจรแอลอีดีคอตเมตริกซ์ ขนาด16x2

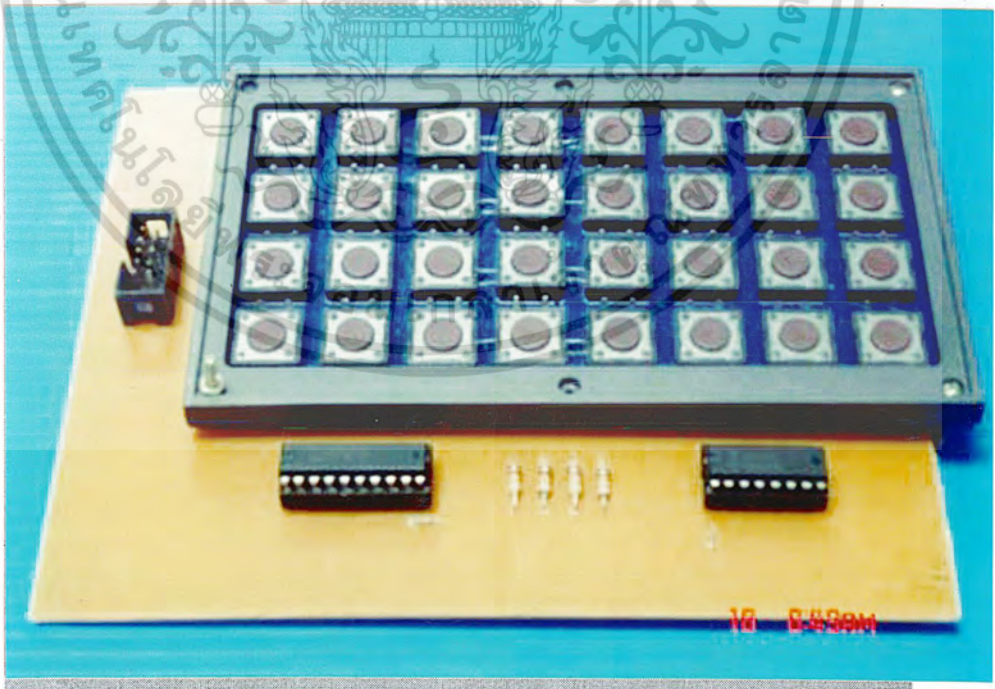


รูปที่ ก.4 วงจรสวิตซ์เมตริกซ์ขนาด 4x8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

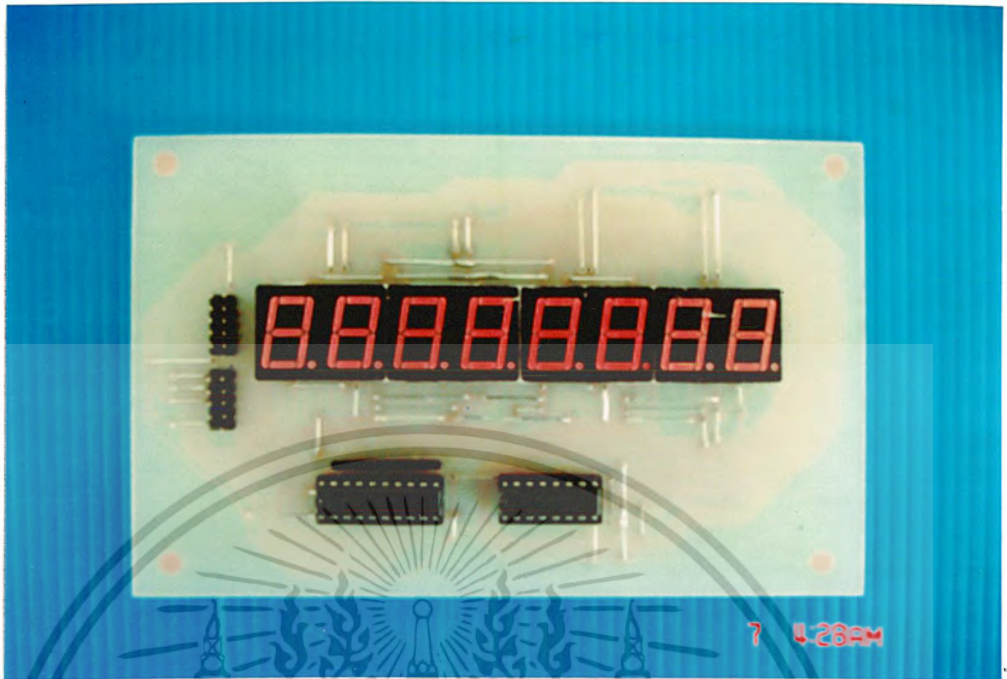


รูปที่ ก.3 วงจรแอลอีดีคอกทเมตริกซ์ ขนาด16x2

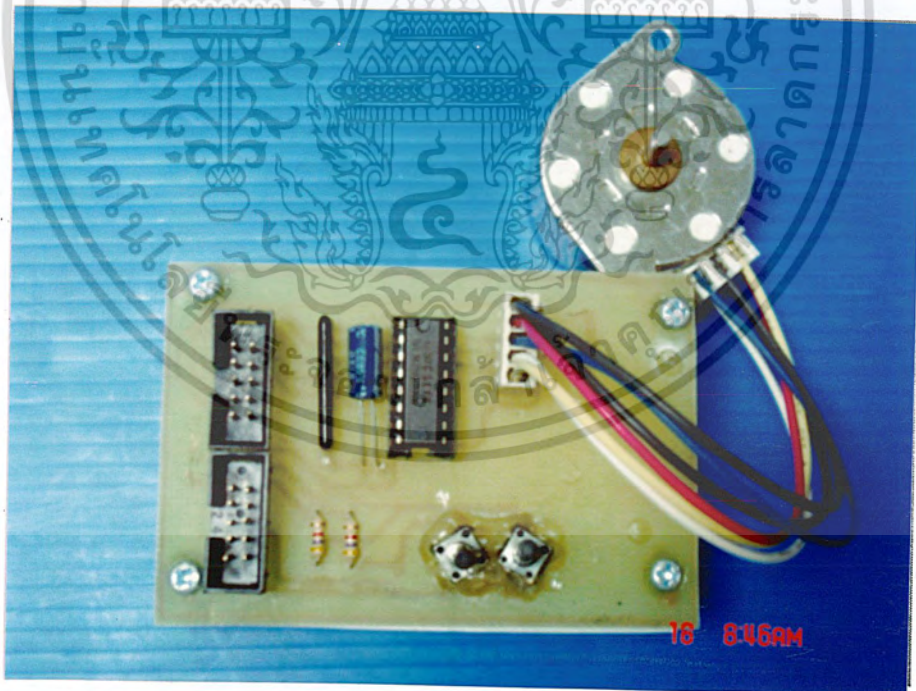


รูปที่ ก.4 วงจรสวิตช์เมตริกซ์ขนาด 4x8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

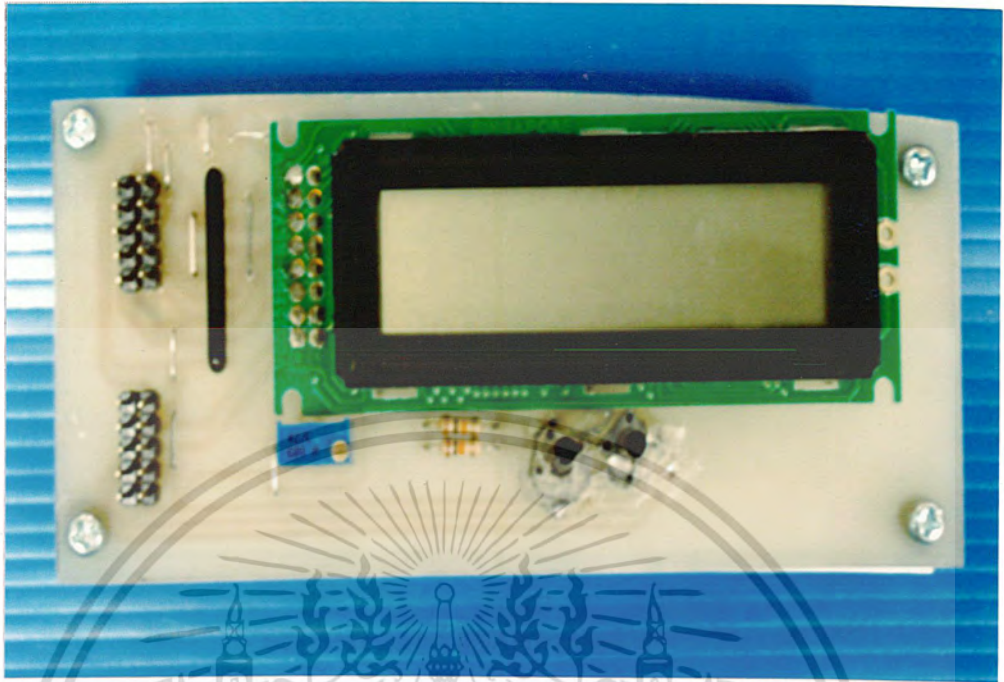


รูปที่ ก.5 วงจรแสดงผลแบบ 7 ต่ำน

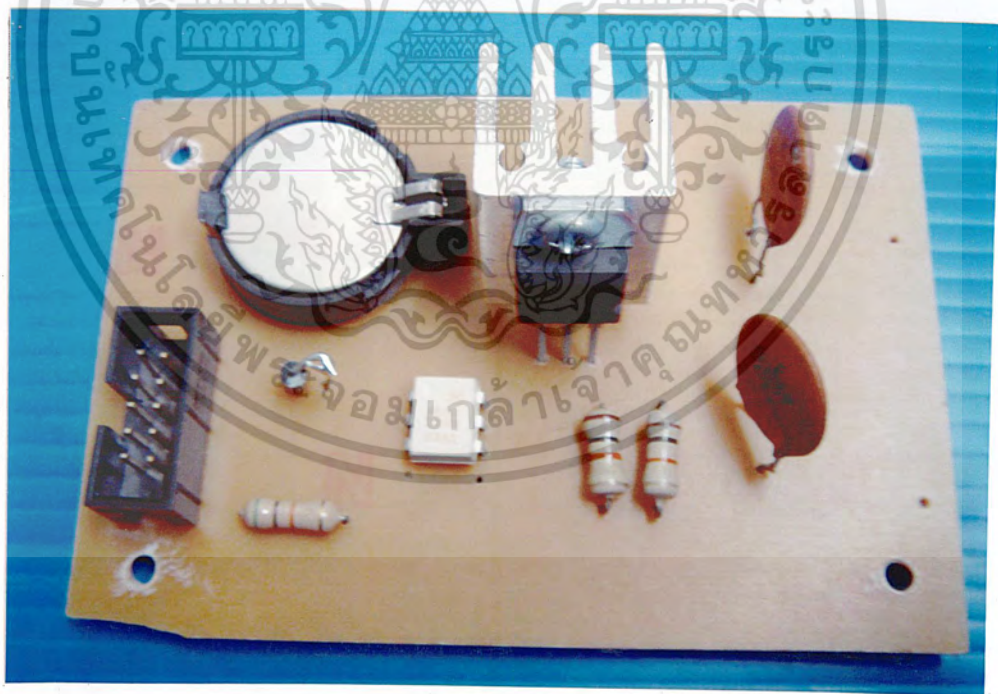


รูปที่ ก.6 วงจรสเติ้ปิ้งมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



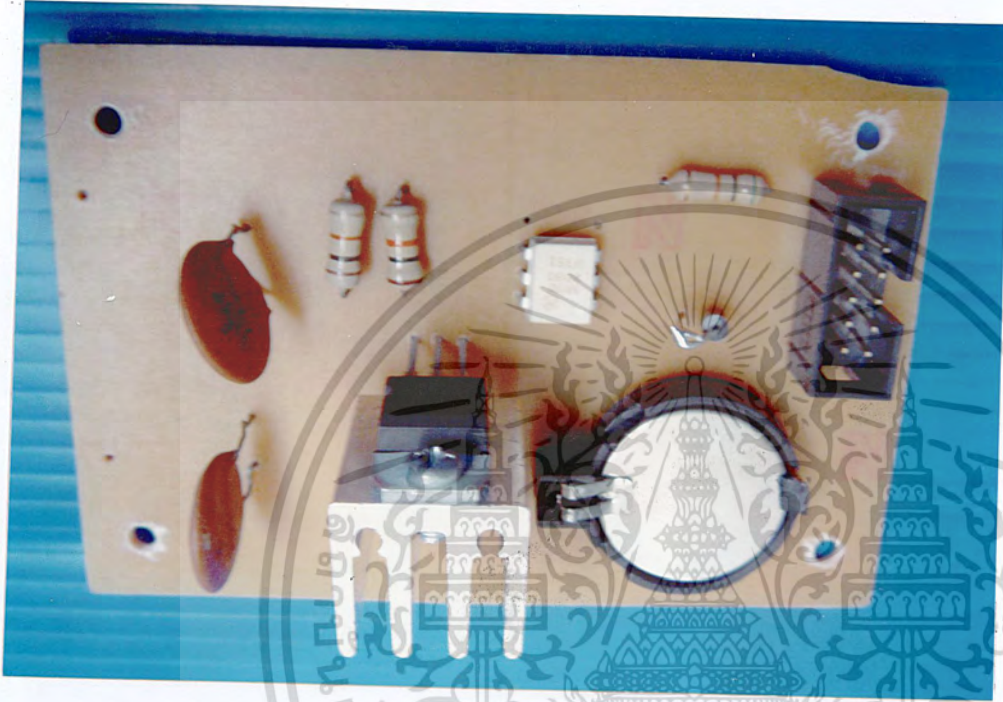
รูปที่ ก.7 วงจรแอสซิติ ขนาด16x2



รูปที่ ก.8 วงจรไซคลิกสเตรีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

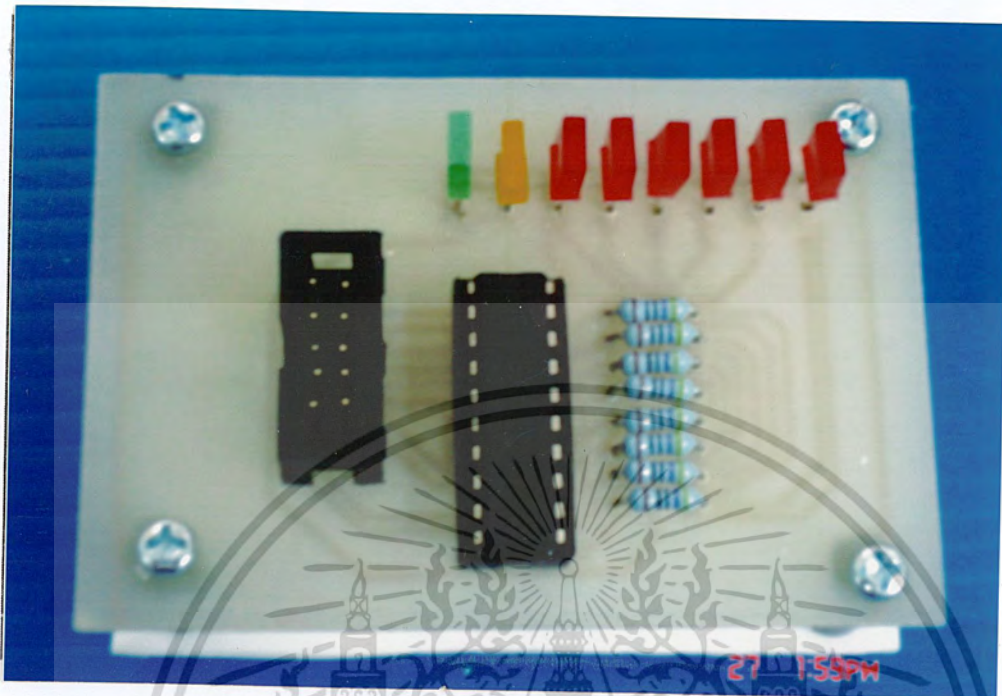
รูปที่ ๓.๘ วงจรโวลติมาตรรีเลย์



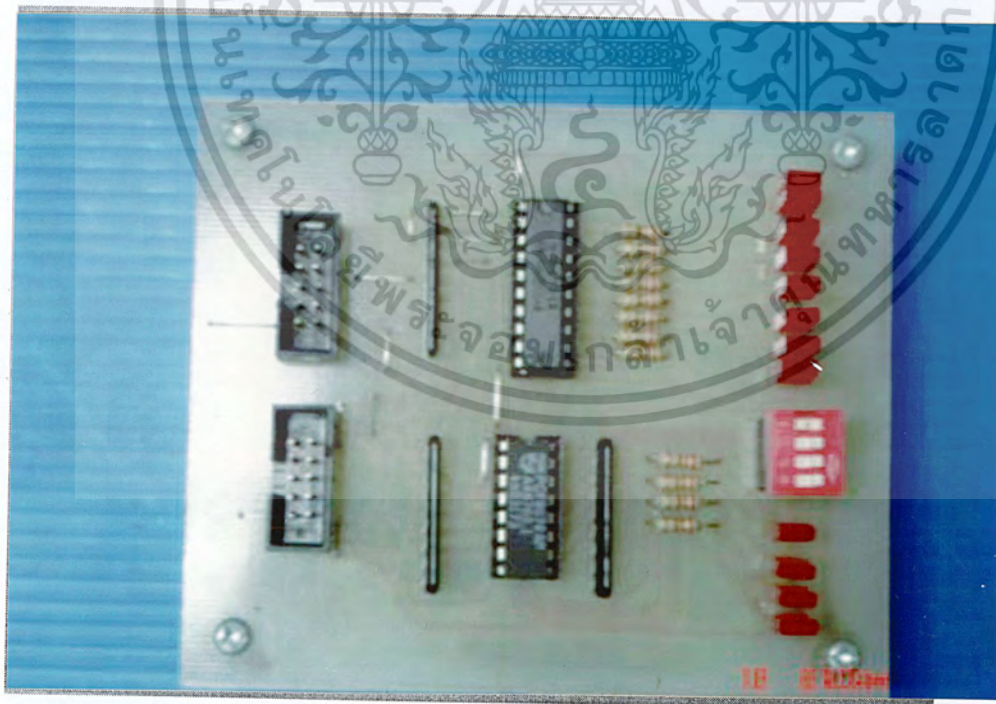
รูปที่ ๓.๗ วงจรแอมป์มิเตอร์ 16x2



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

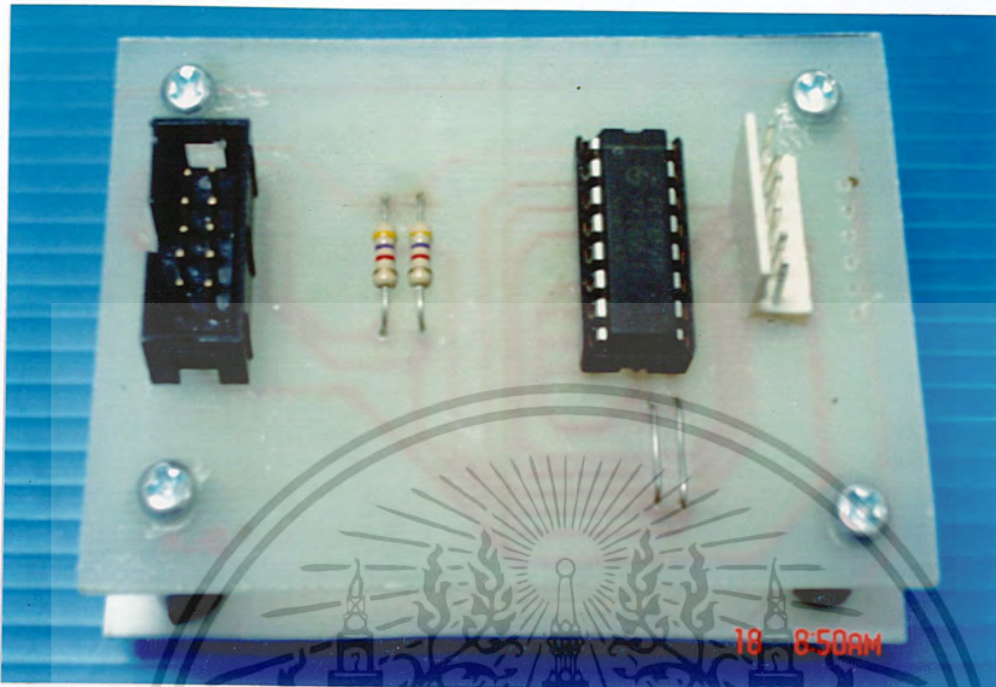


รูปที่ ก.9 การติดต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับแอสดีดี 8 ดวง

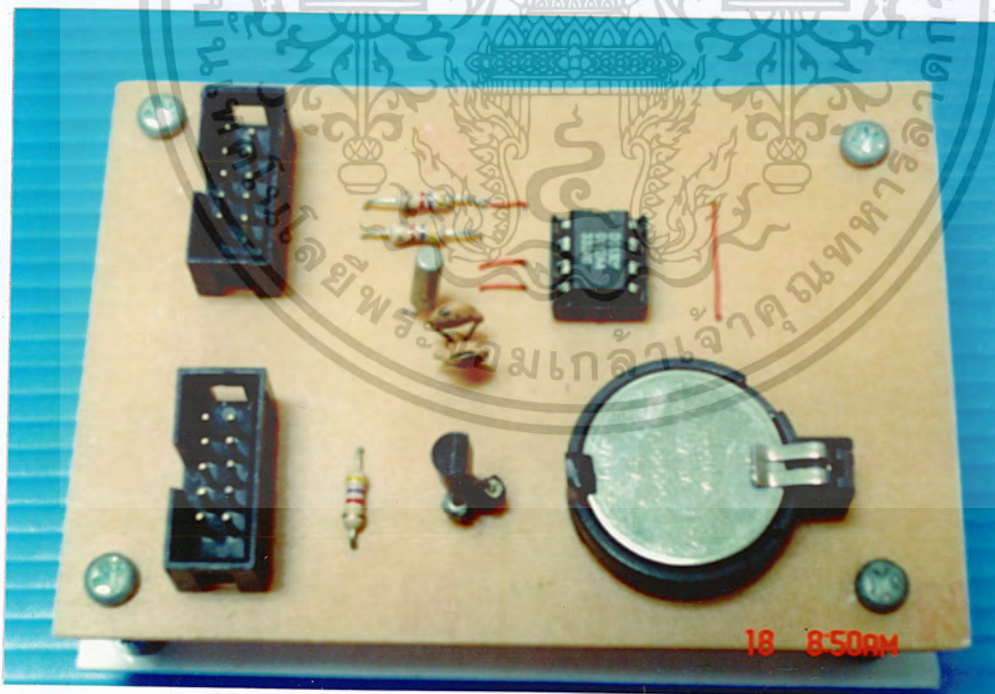


รูปที่ ก.10 วงจรPCF8574ขยายพอร์ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

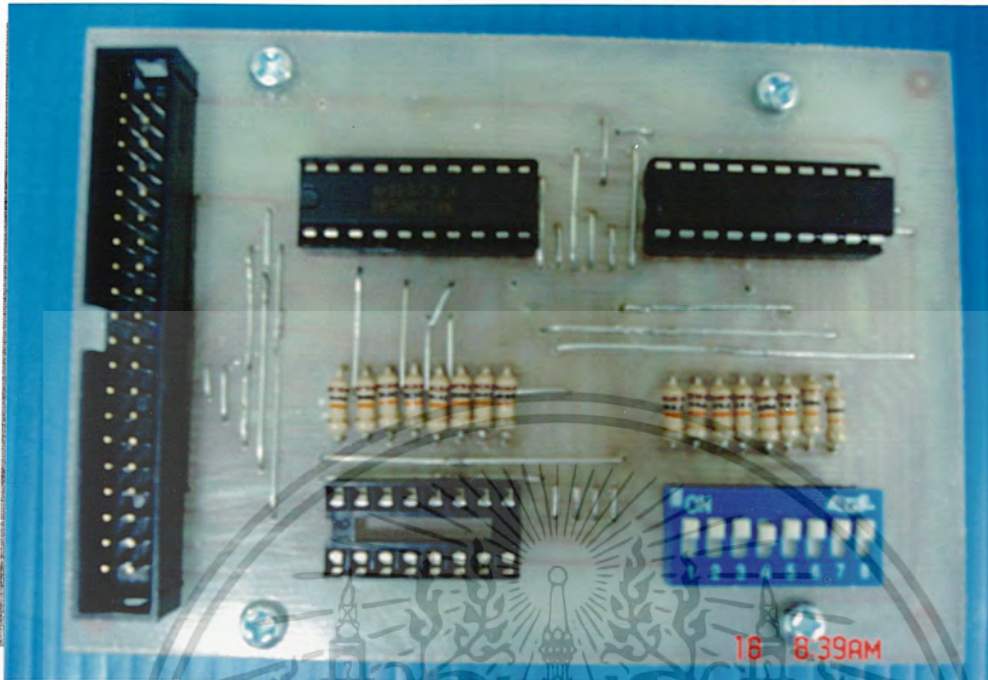


รูปที่ ก.11 วงจรแปลงแอนาลอกเป็นดิจิทัล

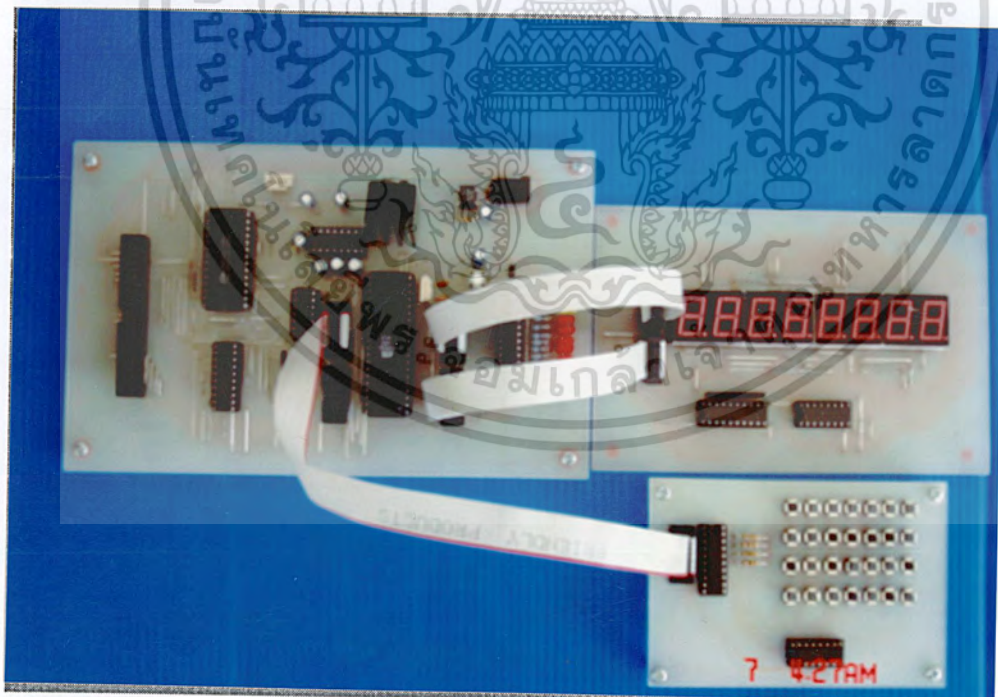


รูปที่ ก.12 วงจรตรวจจับอุณหภูมิ DS1820 และ วงจรสร้างฐานเวลา DS 1307

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ก.13 วงจรถอดรหัสอินพุท

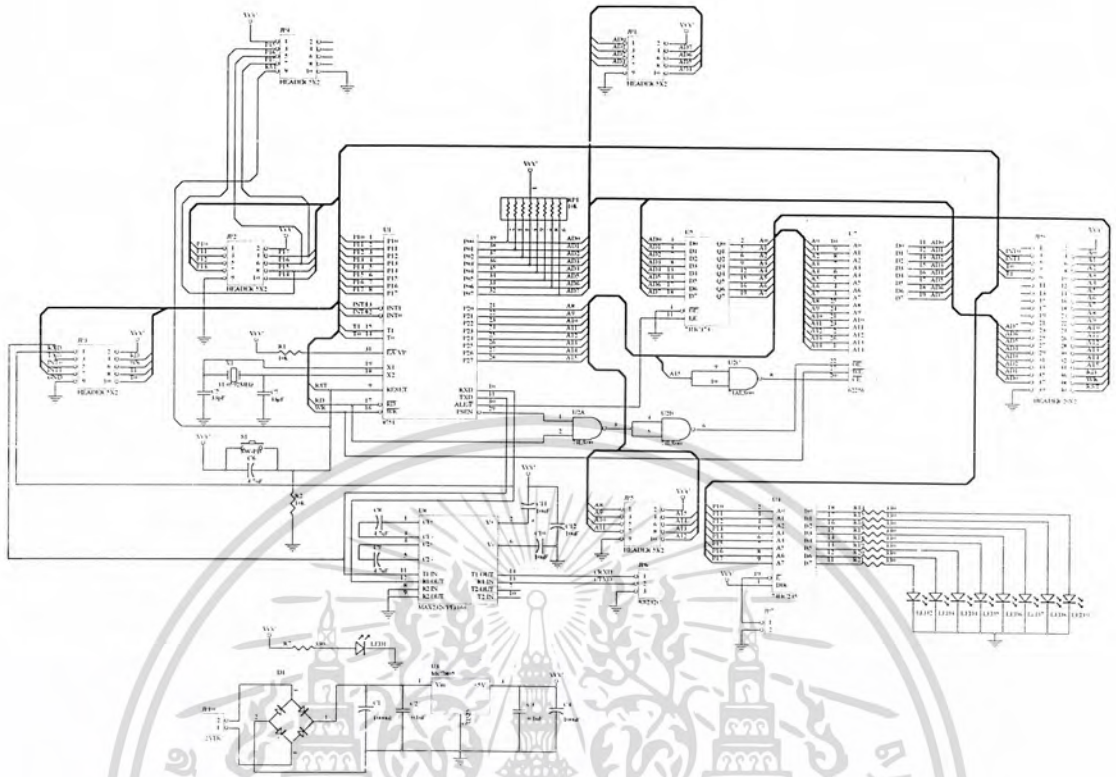


รูปที่ก.14 การต่อวงจรใช้งาน

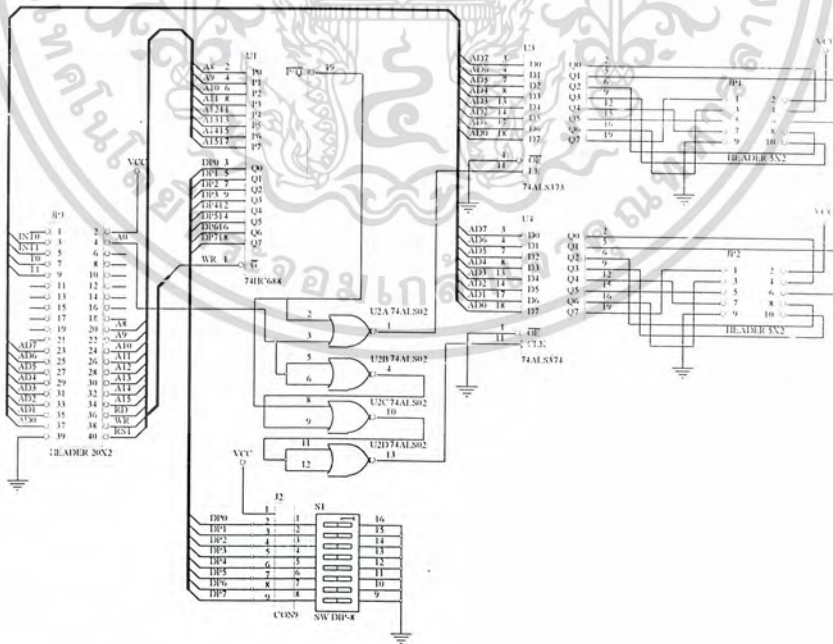
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

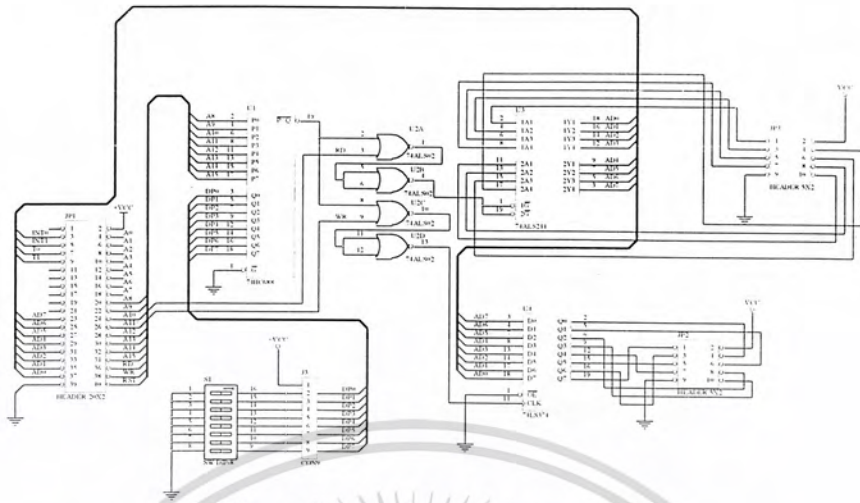


รูปที่ ข.1 วงจรหลัก

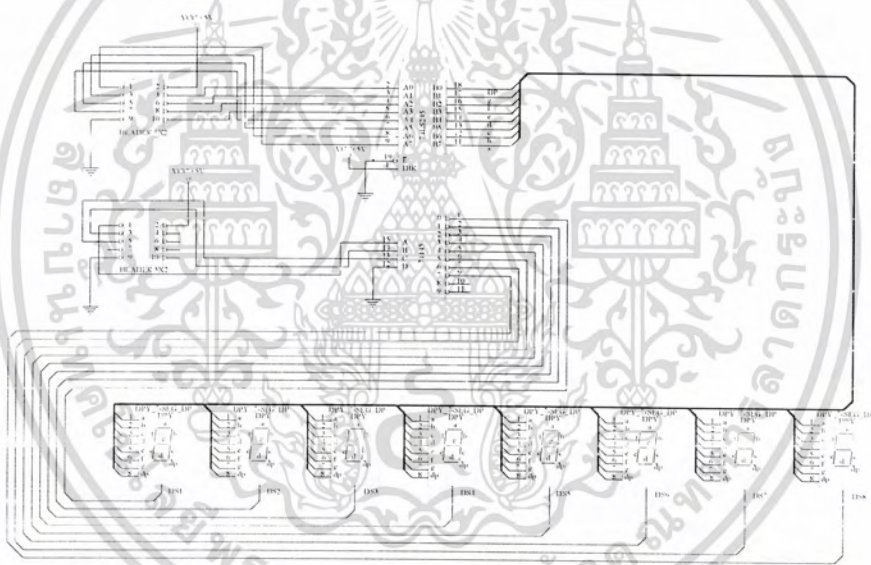


รูปที่ ข.2 วงจรถอดรหัสเอาต์พุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

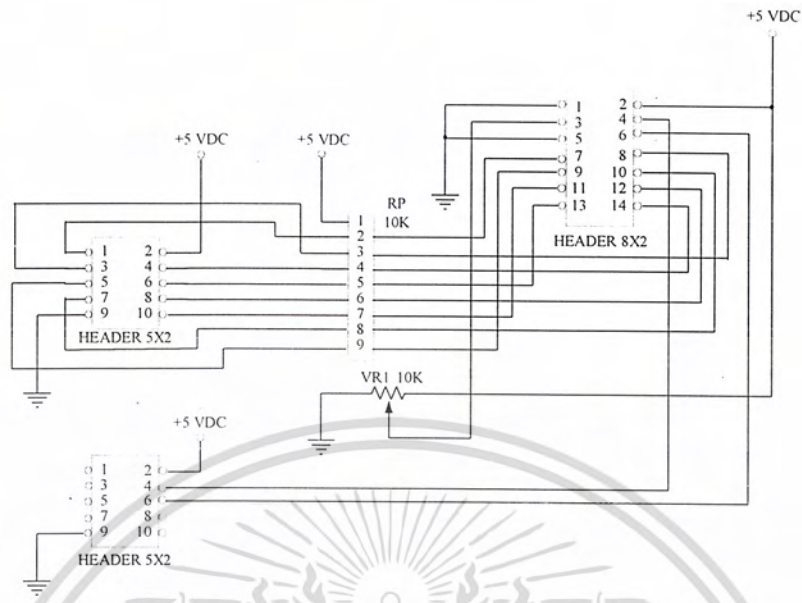


รูปที่ ข.3 วงจรถอดรหัสอินพุตและเอาต์พุต

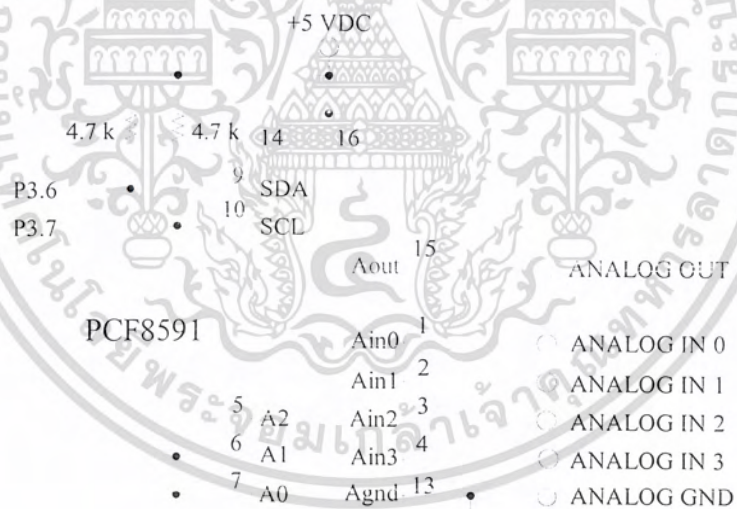


รูปที่ ข.4 วงจรแสดงผลแบบ7ส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



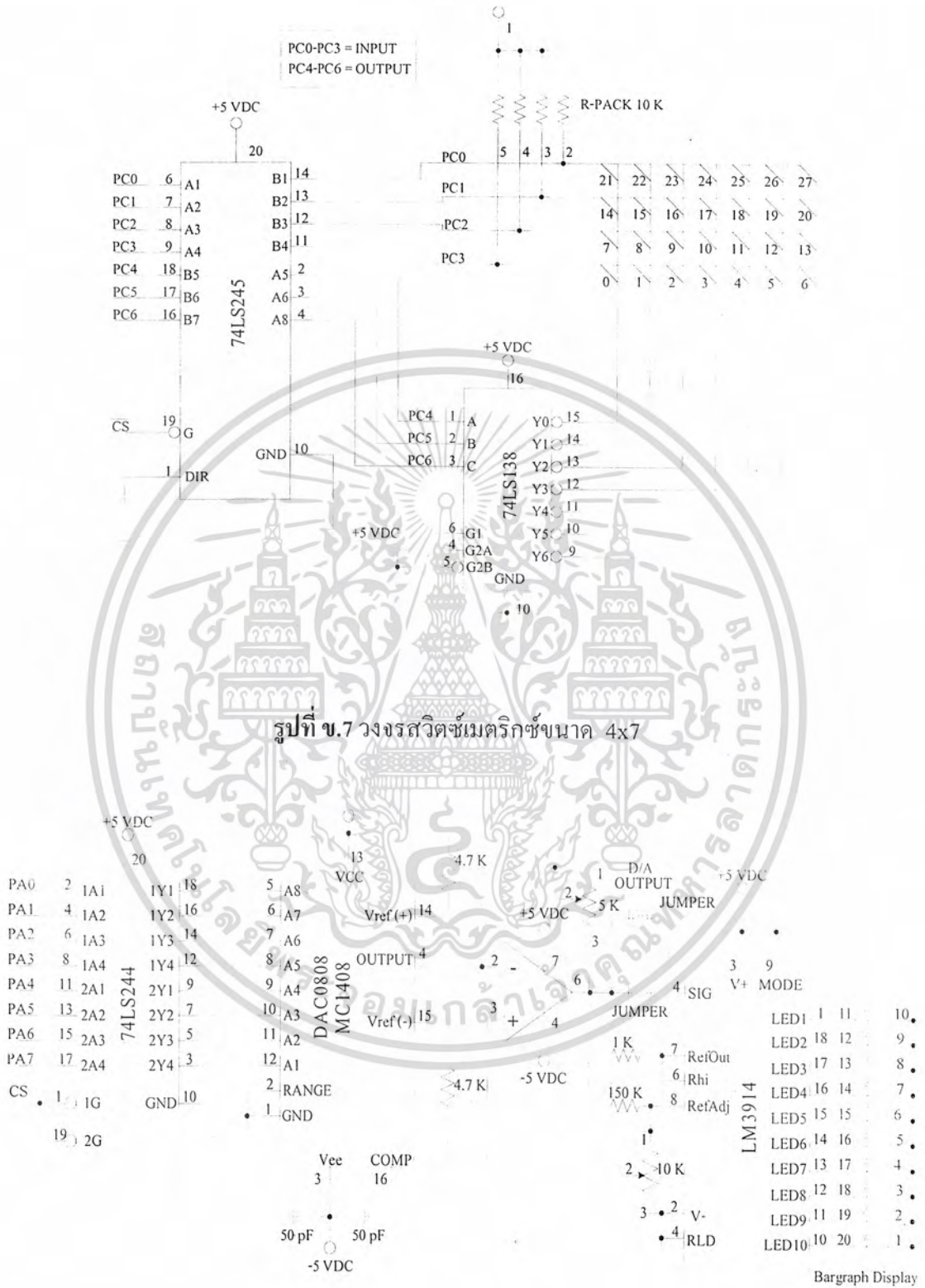
รูปที่ ข.5 วงจรแอลซีดีขนาด 16 x 2



8

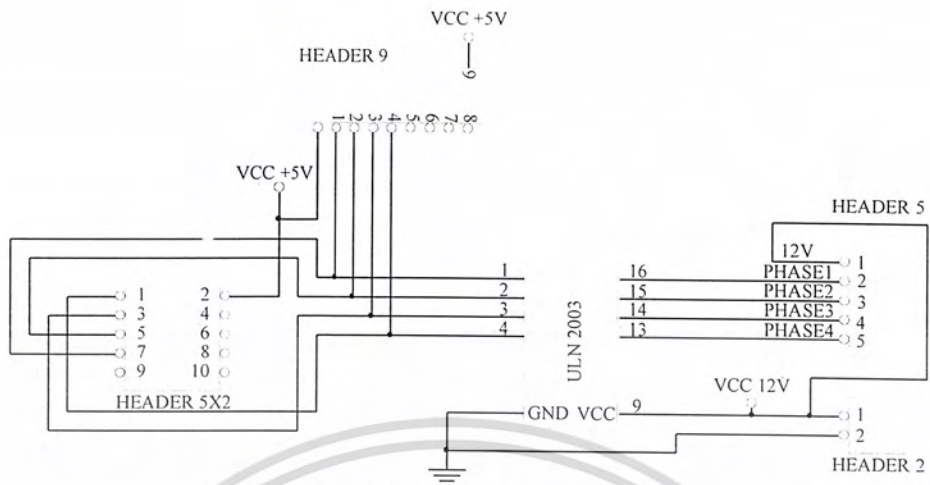
รูปที่ ข.6 วงจรแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิทัล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

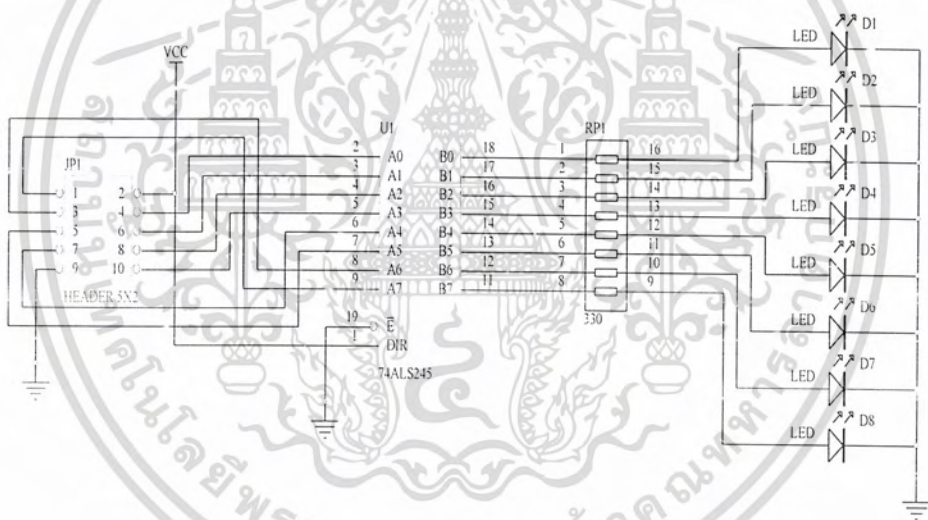


รูปที่ ข.8 วงจรแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นแอนาลอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

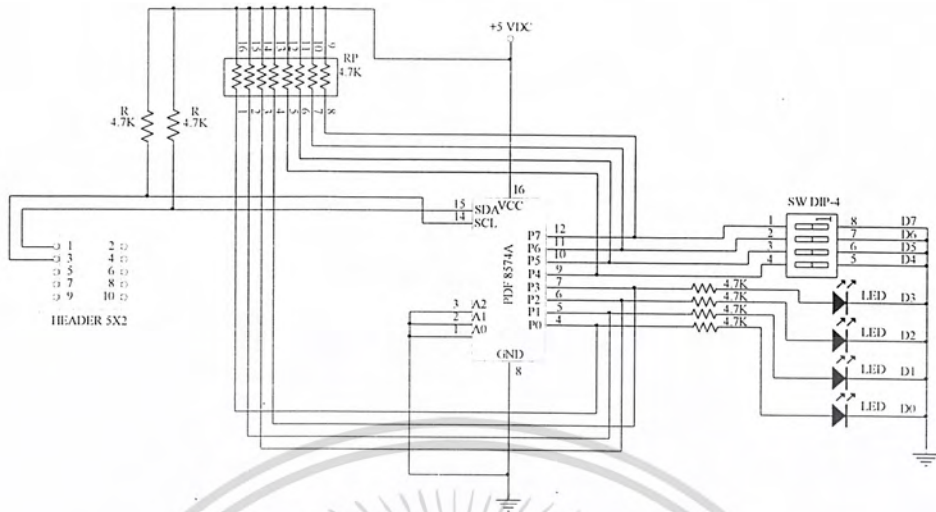


รูปที่ ข.9 วงจรสแต็ปมอเตอร์

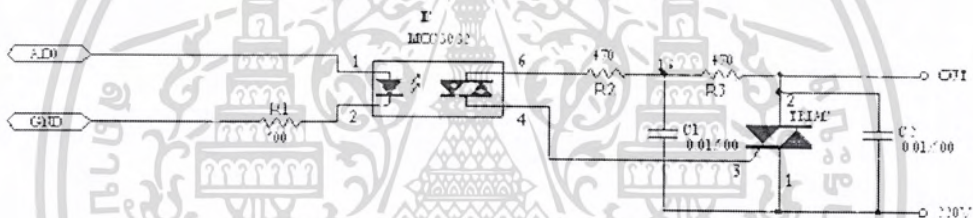


รูปที่ ข.10 วงจรติดต่อกับพอร์ตไมโครคอนโทรลเลอร์กับแอลอีดี 8 ดวง

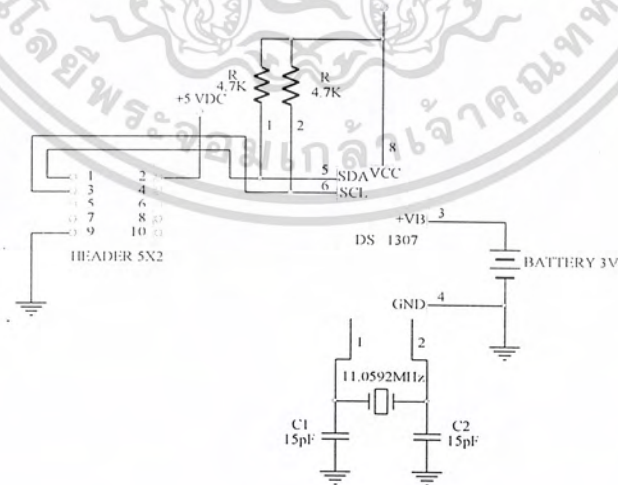
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.11 วงจร PCF8574A ขยายพอร์ต

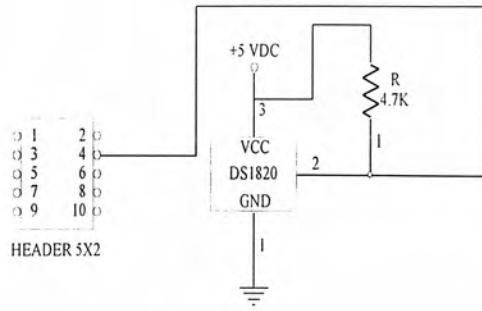


รูปที่ ข.12 วงจร โซลิตัสเตท รีเลย์

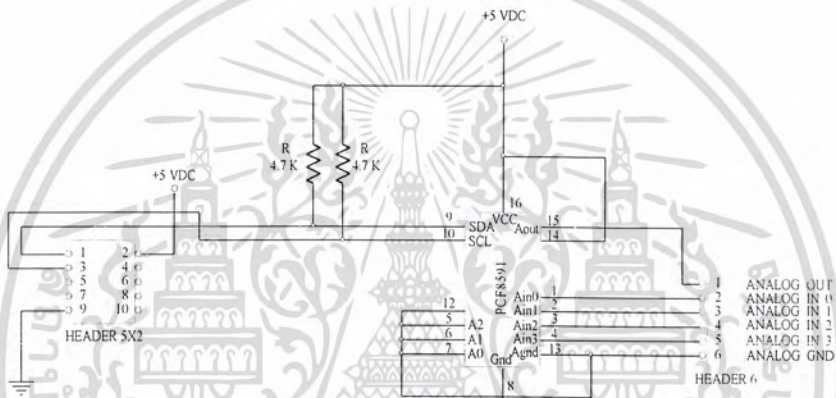


รูปที่ ข.13 วงจรการสร้างฐานเวลา DS 1307

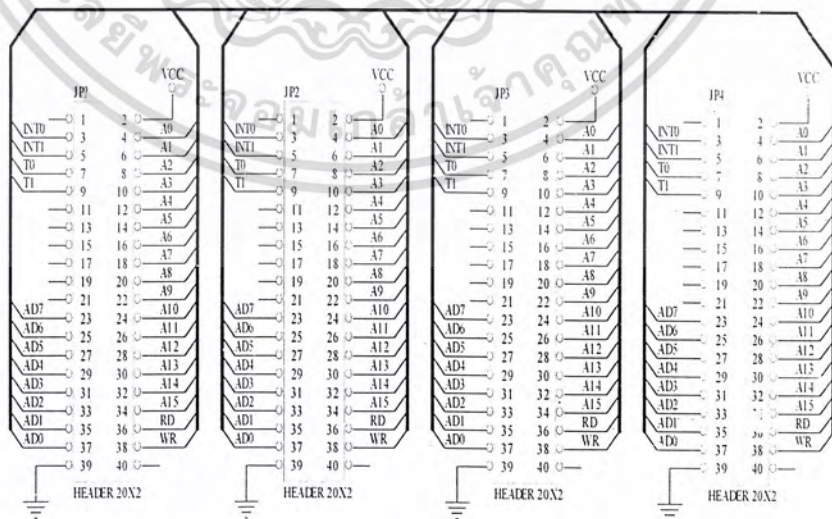
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.14 วงจรควบคุมอุณหภูมิ DS 1802

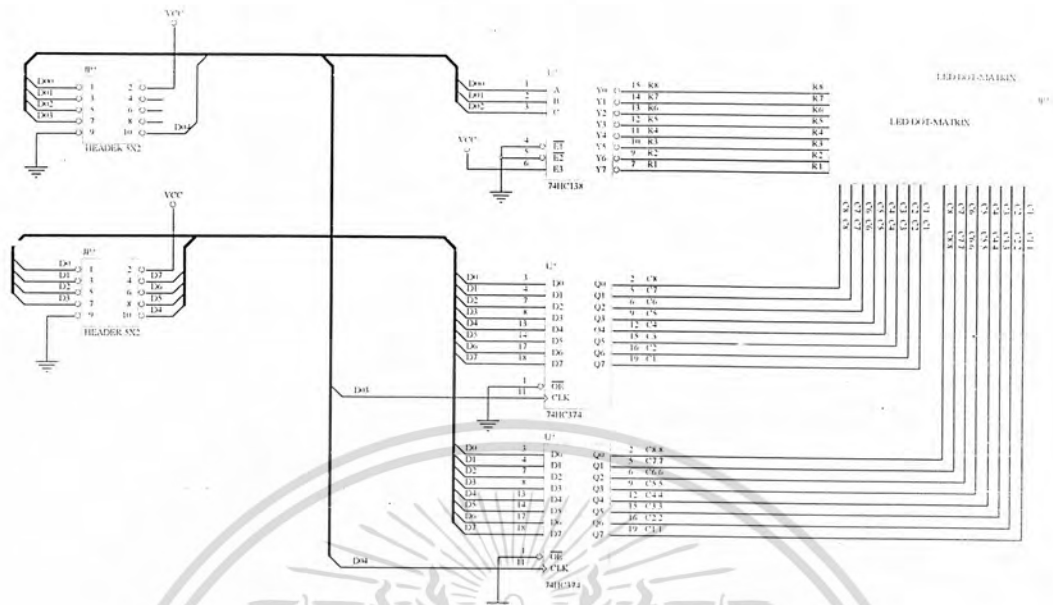


รูปที่ ข.15 วงจรการแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล

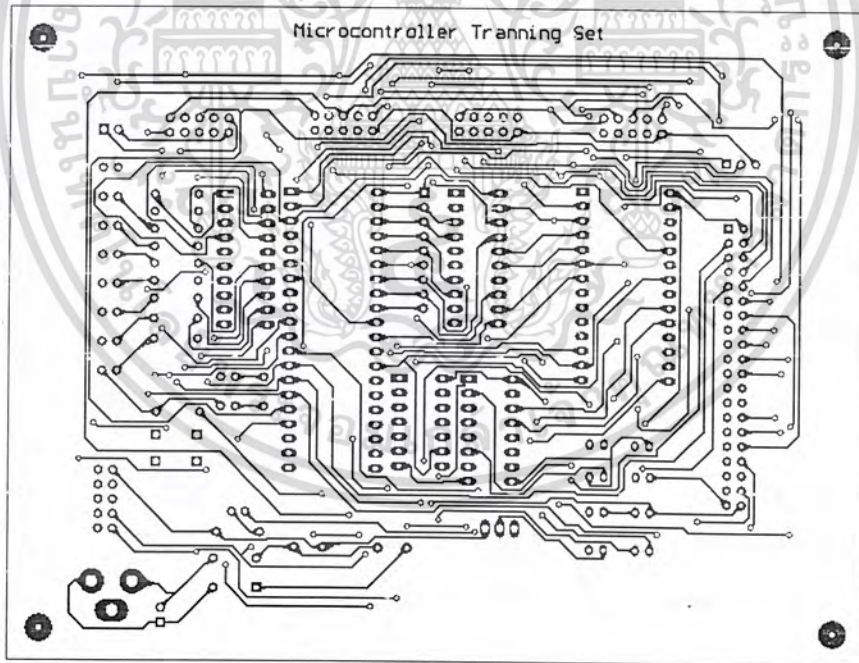


รูปที่ ข.16 วงจรเชื่อมต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

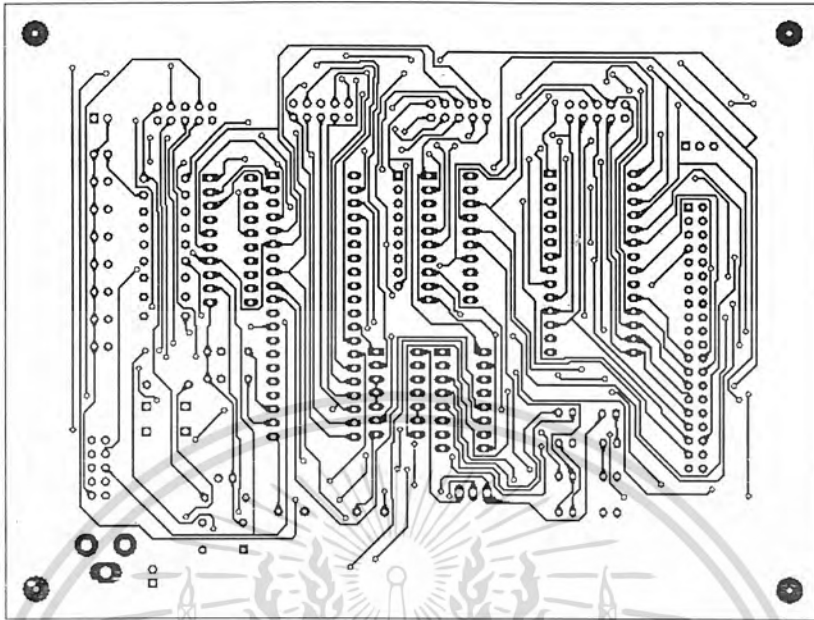


รูปที่ ข.17 วงจรแอลอีดีคอกคเมตริกซ์ขนาด 8X16



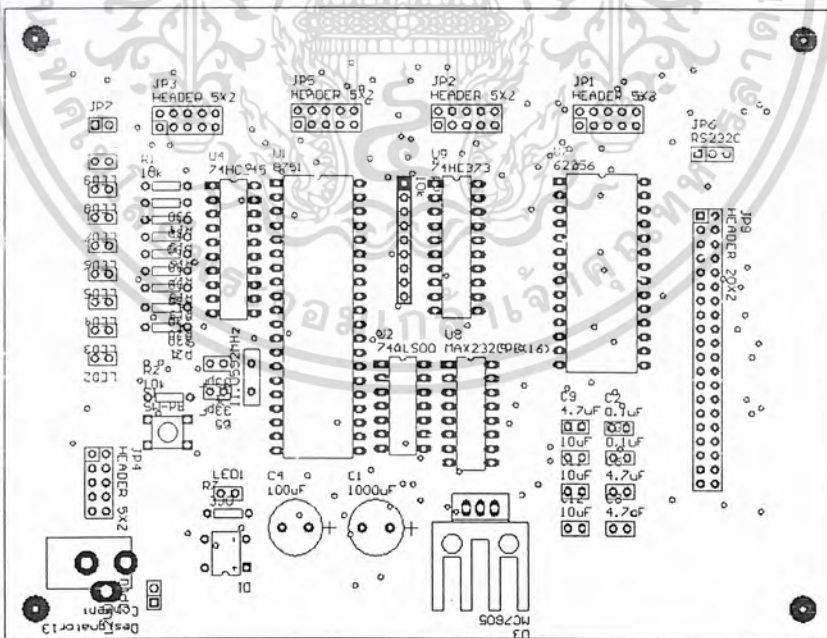
ด้านบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



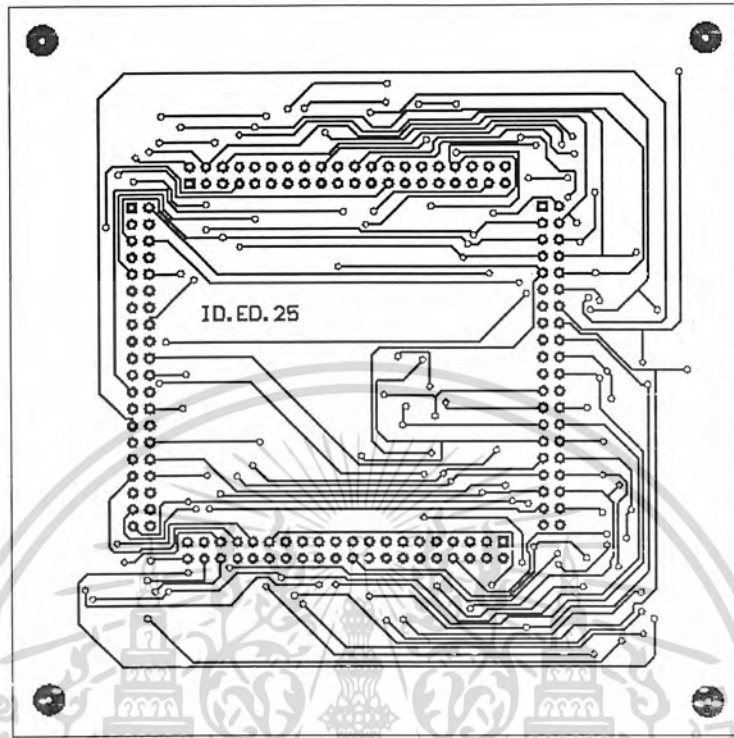
ด้านล่าง

รูปที่ ข.18 สายทองแดงวงจรหลัก

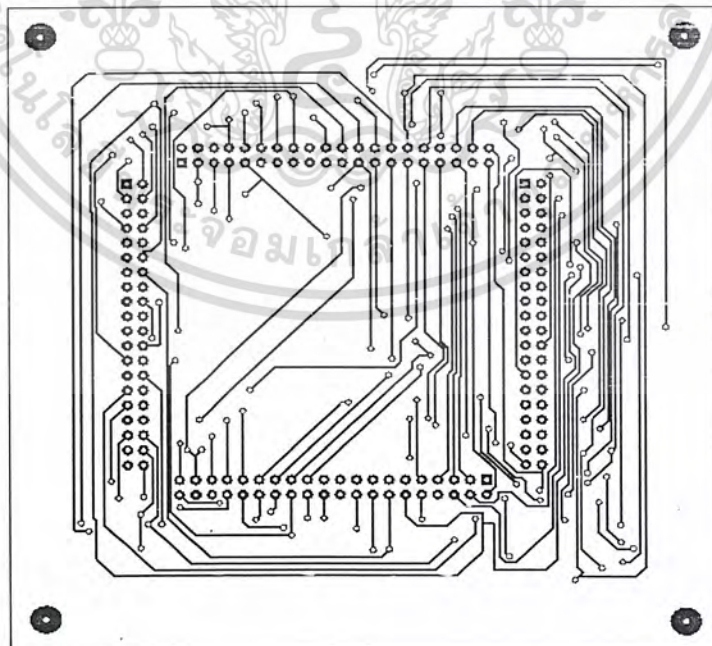


รูปที่ ข.19 ตำแหน่งอุปกรณ์วงจรหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



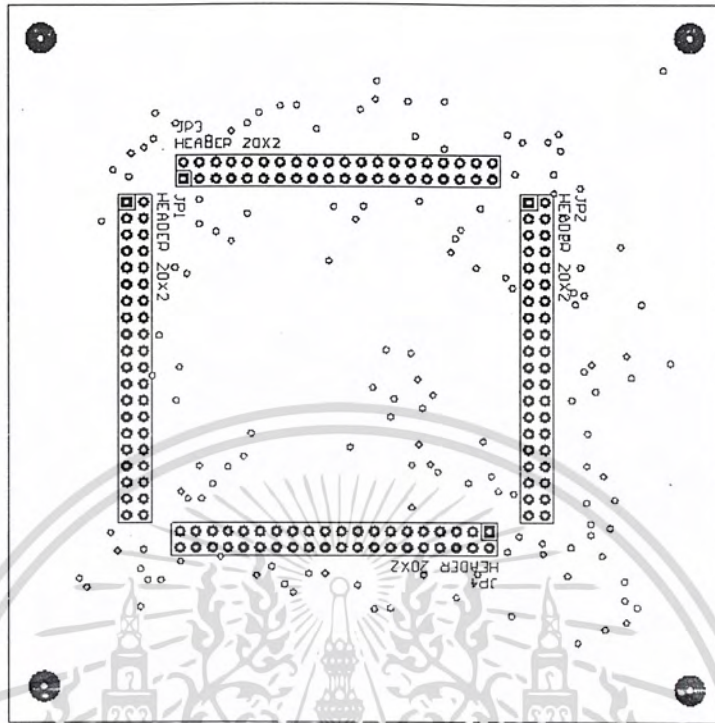
ด้านบน



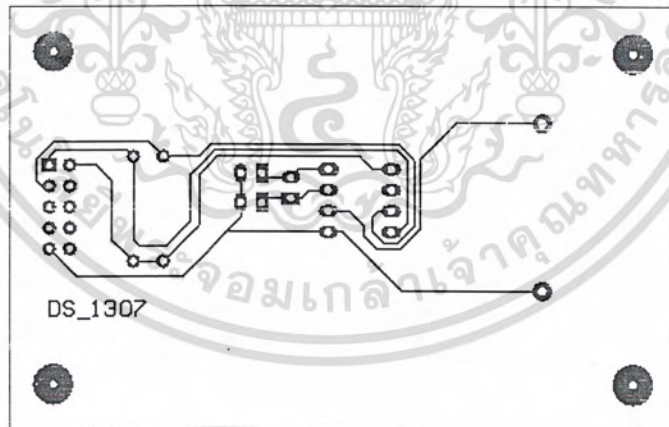
ด้านล่าง

รูปที่ ข.20 ลายทองแดงวงจรเชื่อมต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

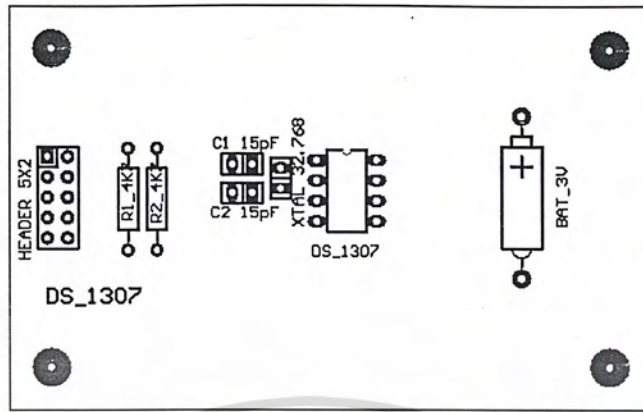


รูปที่ ข.21 ตำแหน่งอุปกรณ์วงจรเชื่อมต่อ

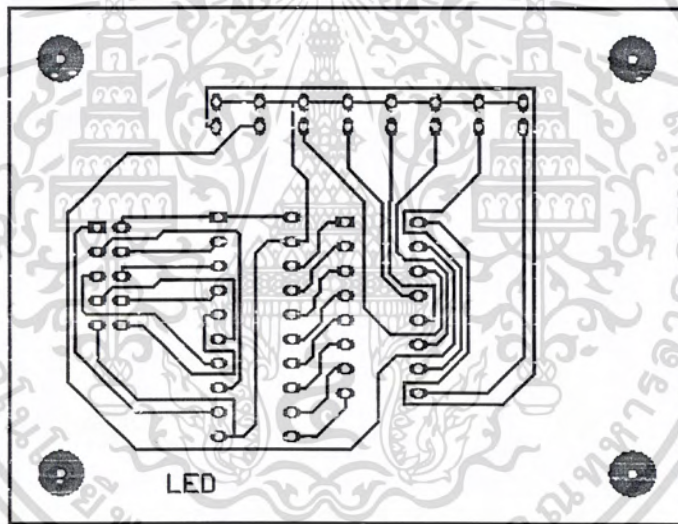


รูปที่ ข.22 สายทองแดงวงจรสร้างฐานเวลา DS1307

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

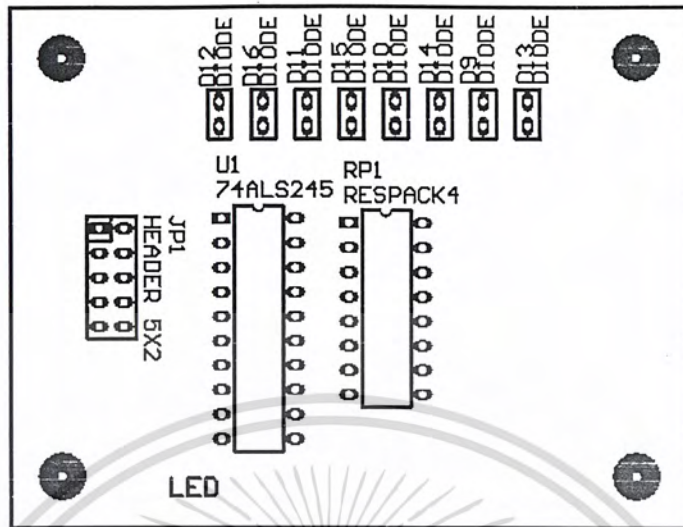


รูปที่ ข.23 ตำแหน่งอุปกรณ์วงจรสร้างฐานเวลา DS1307

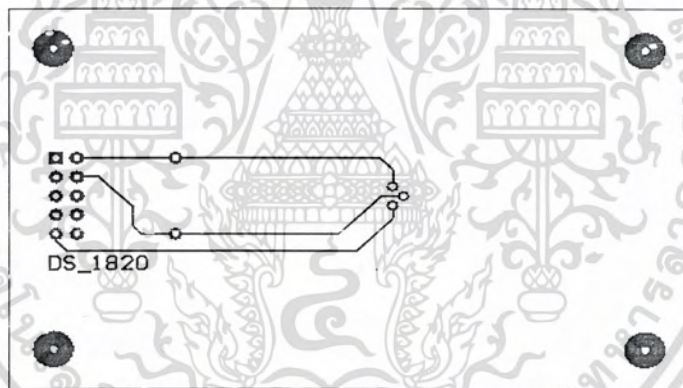


รูปที่ ข.24 ลายทองแดงวงจรแอลอีดี8ดวง

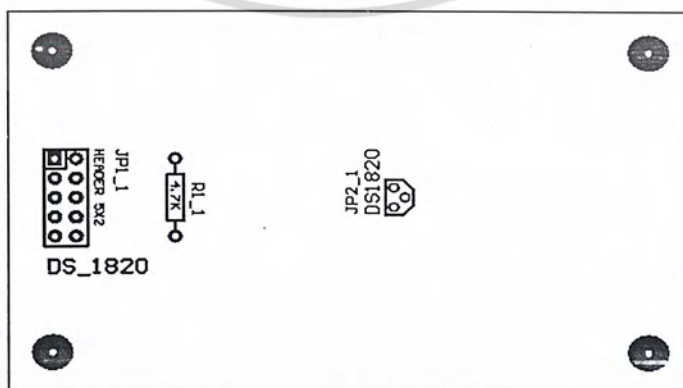
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.25 การวางตำแหน่งอุปกรณ์วงจรแอลอีดีครึ่งวง

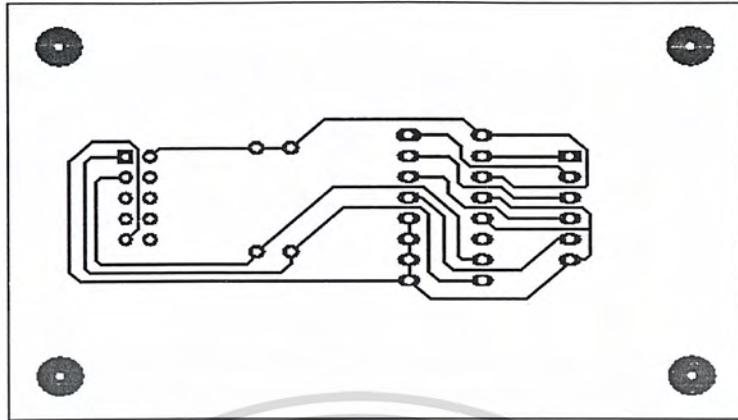


รูปที่ ข.26 สายทองแดงวงจรควบคุมอุณหภูมิ 1820

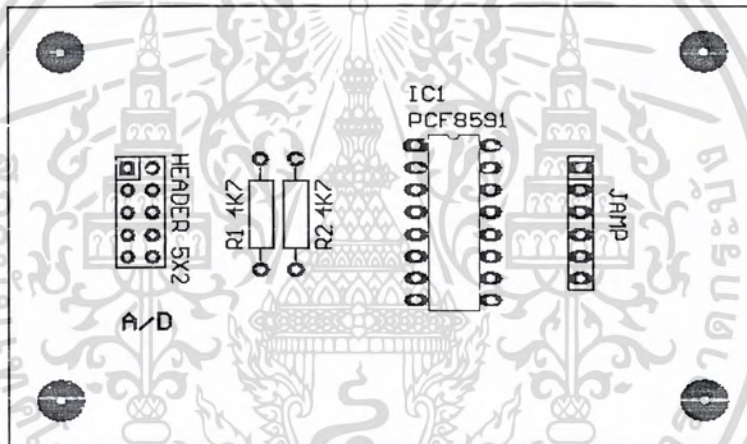


รูปที่ ข.27 การวางตำแหน่งอุปกรณ์วงจรควบคุมอุณหภูมิ 1820

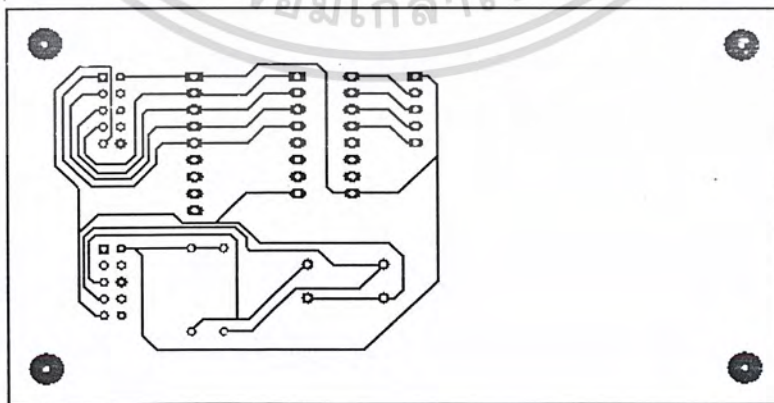
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.28 ลายทองแดงวงจรการแปลงวงจรแอนาลอกเป็นดิจิตอล

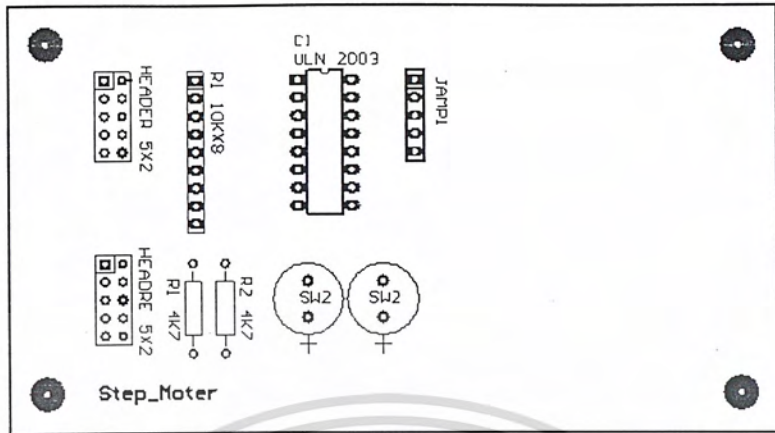


รูปที่ ข.29 การวางตำแหน่งอุปกรณ์วงจรแอนาลอกเป็นดิจิตอล

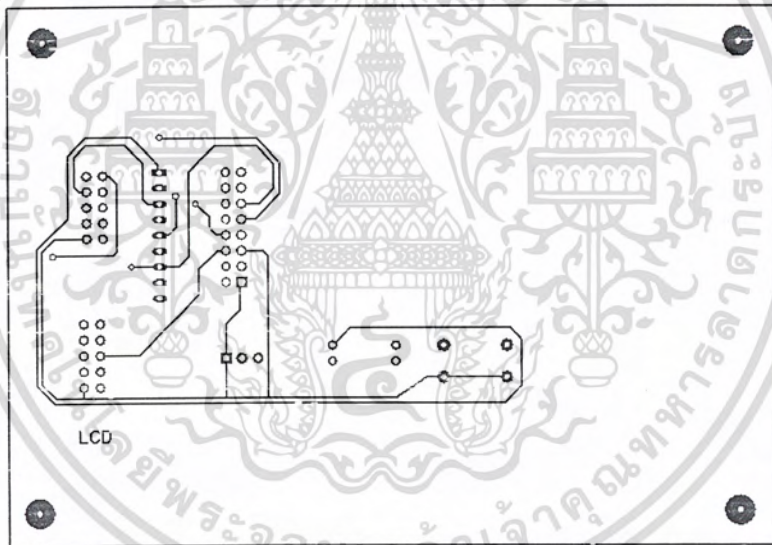


รูปที่ ข.30 ลายทองแดงวงจรสตีปิ้งมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

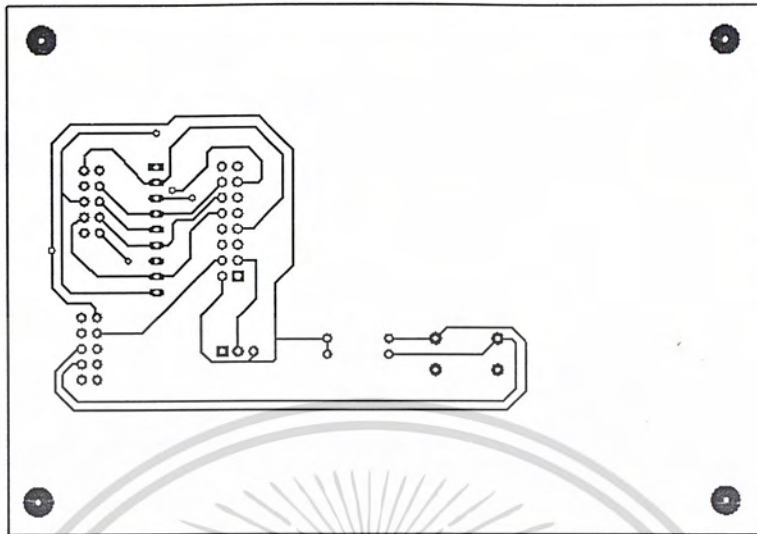


รูปที่ ข.31 การวางตำแหน่งอุปกรณ์วงจรสตีปปีงมอเตอร์



ด้านบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



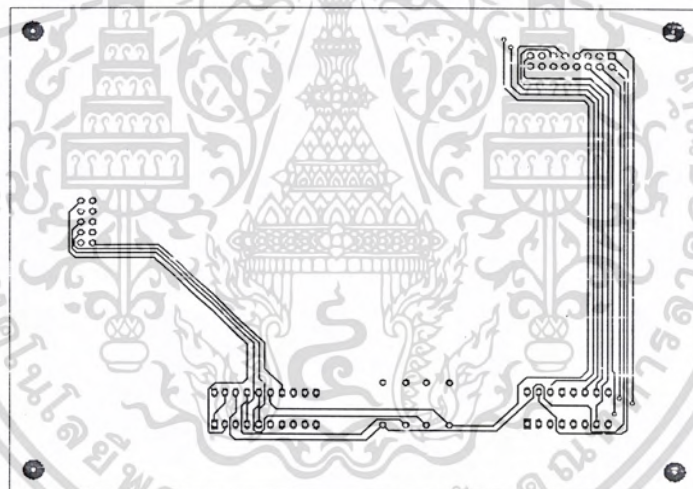
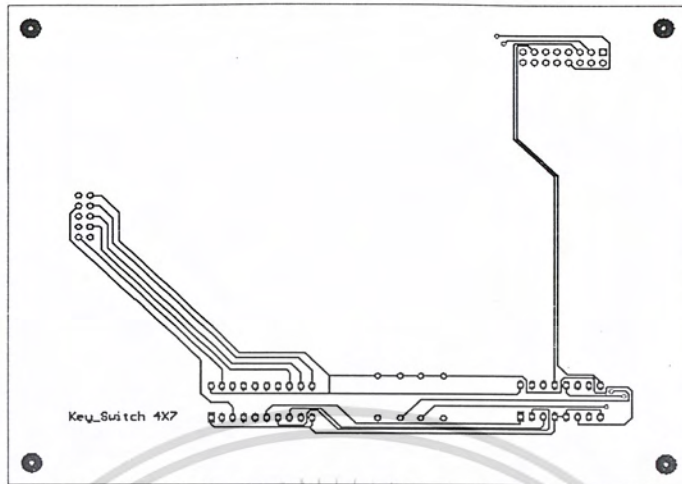
ด้านล่าง

รูปที่ ข.32 สายทองแดงวงจรแอลซีดีขนาด 8x16



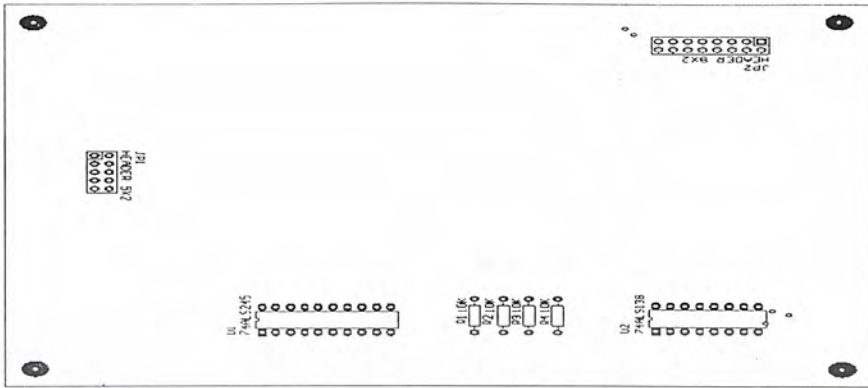
รูปที่ ข.33 การวางตำแหน่งอุปกรณ์วงจรแอลซีดีขนาด 8x16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

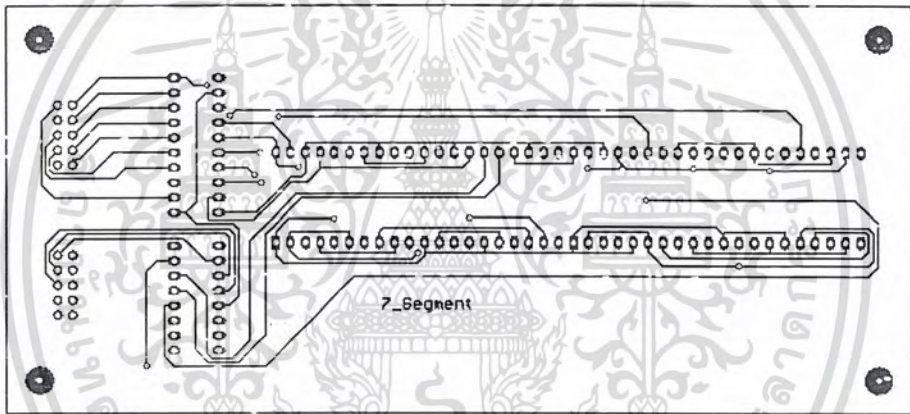


รูปที่ ข.34 สายทองแดงวงจรสวิตช์เมตริกซ์ขนาด4x7

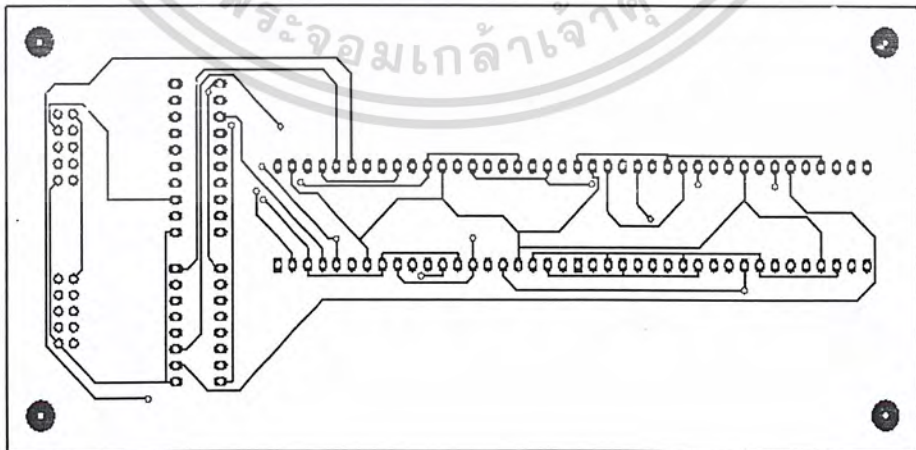
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.35 การวางตำแหน่งอุปกรณ์วงจรสวิตช์เมตริกซ์ขนาด4x7



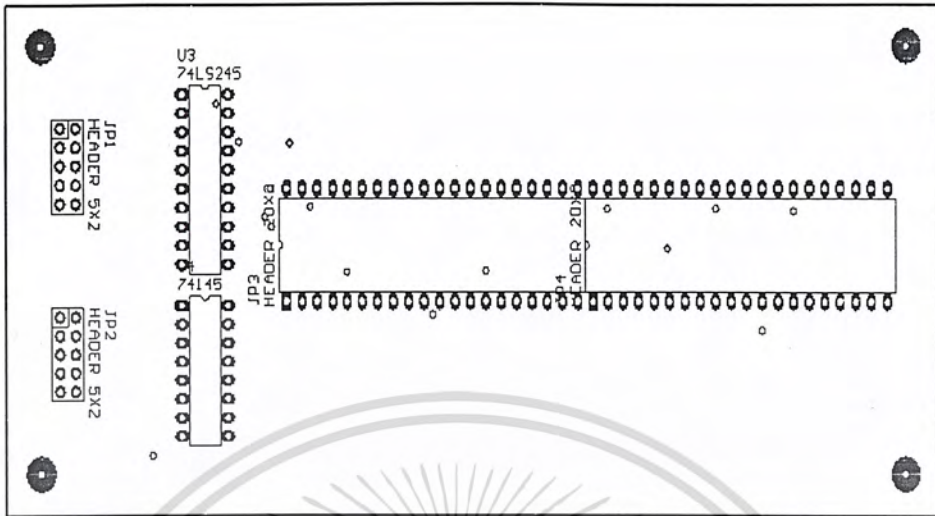
ด้านบน



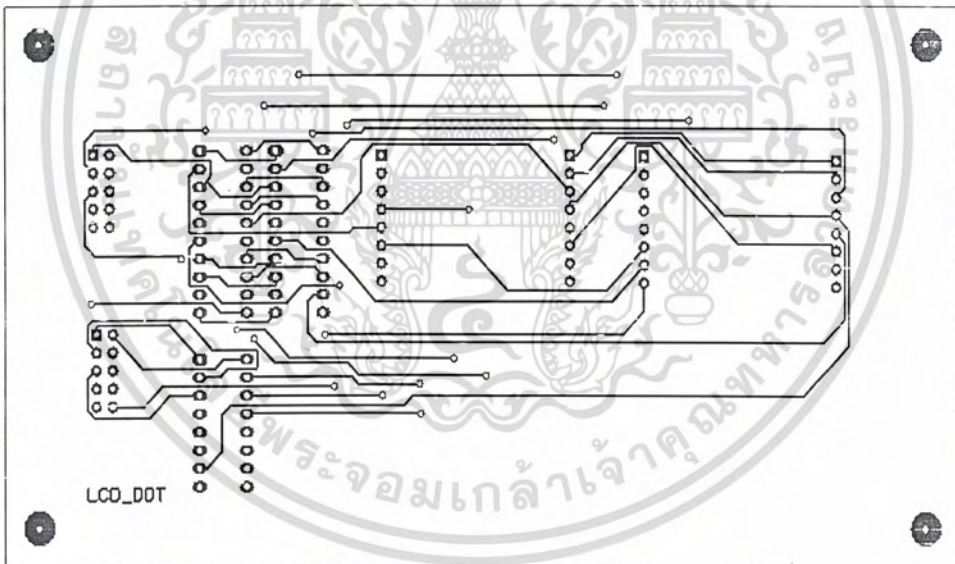
ด้านล่าง

รูปที่ ข.36 สายทองแดงวงจรแสดงผลแบบ7ส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

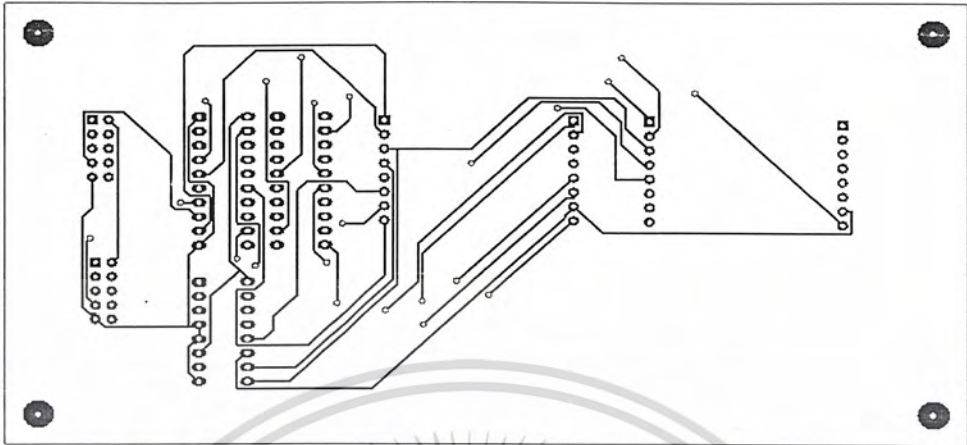


รูปที่ ข.37 การวางตำแหน่งอุปกรณ์วงจรแสดงผลแบบ7ส่วน



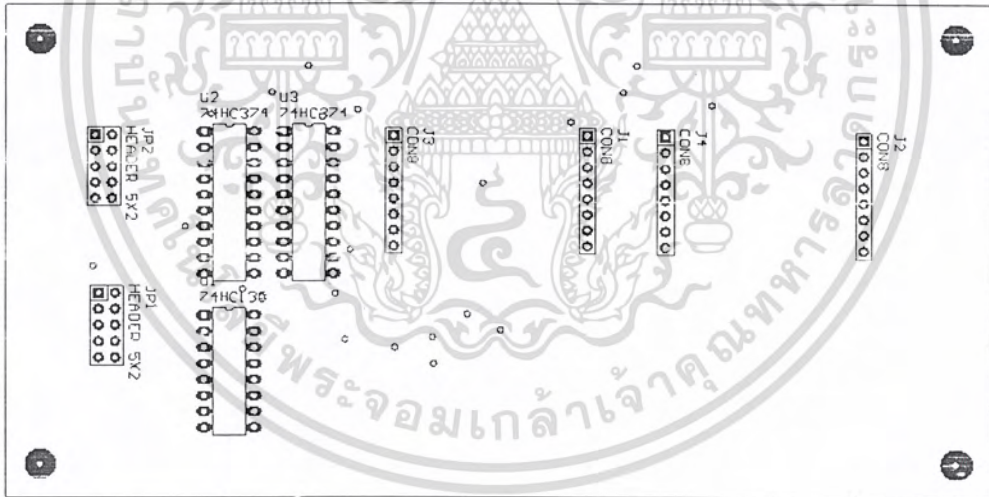
ค่านบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



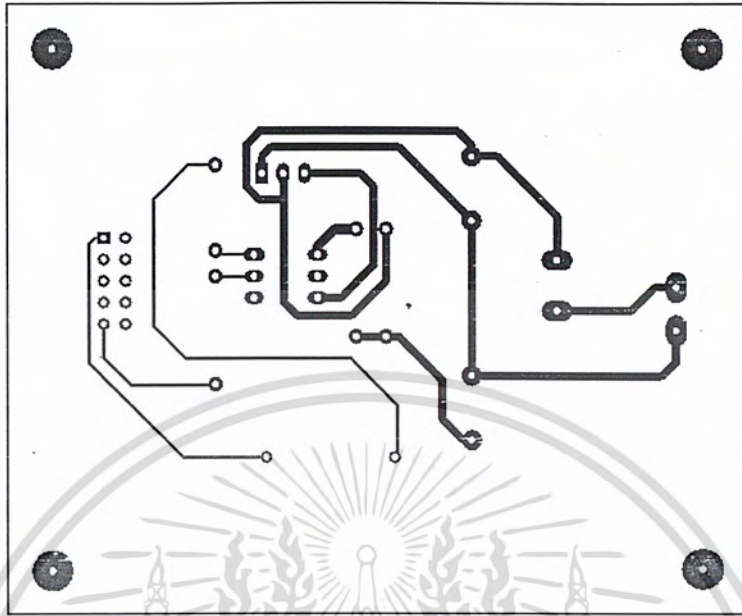
ด้านล่าง

รูปที่ ข.38 สายทองแดงวงจรแอลอีดีคอตเมตริกซ์

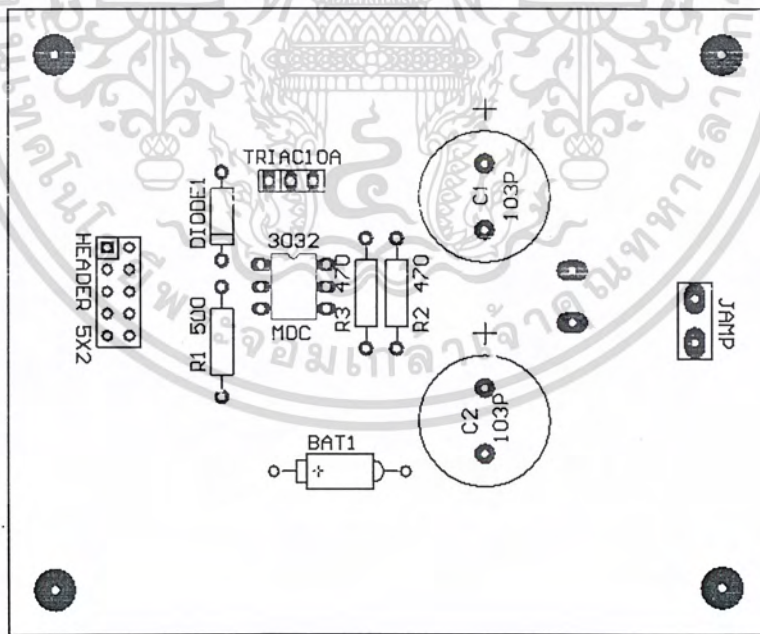


รูปที่ ข.39 การวางตำแหน่งอุปกรณ์วงจรแอลอีดีคอตเมตริกซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

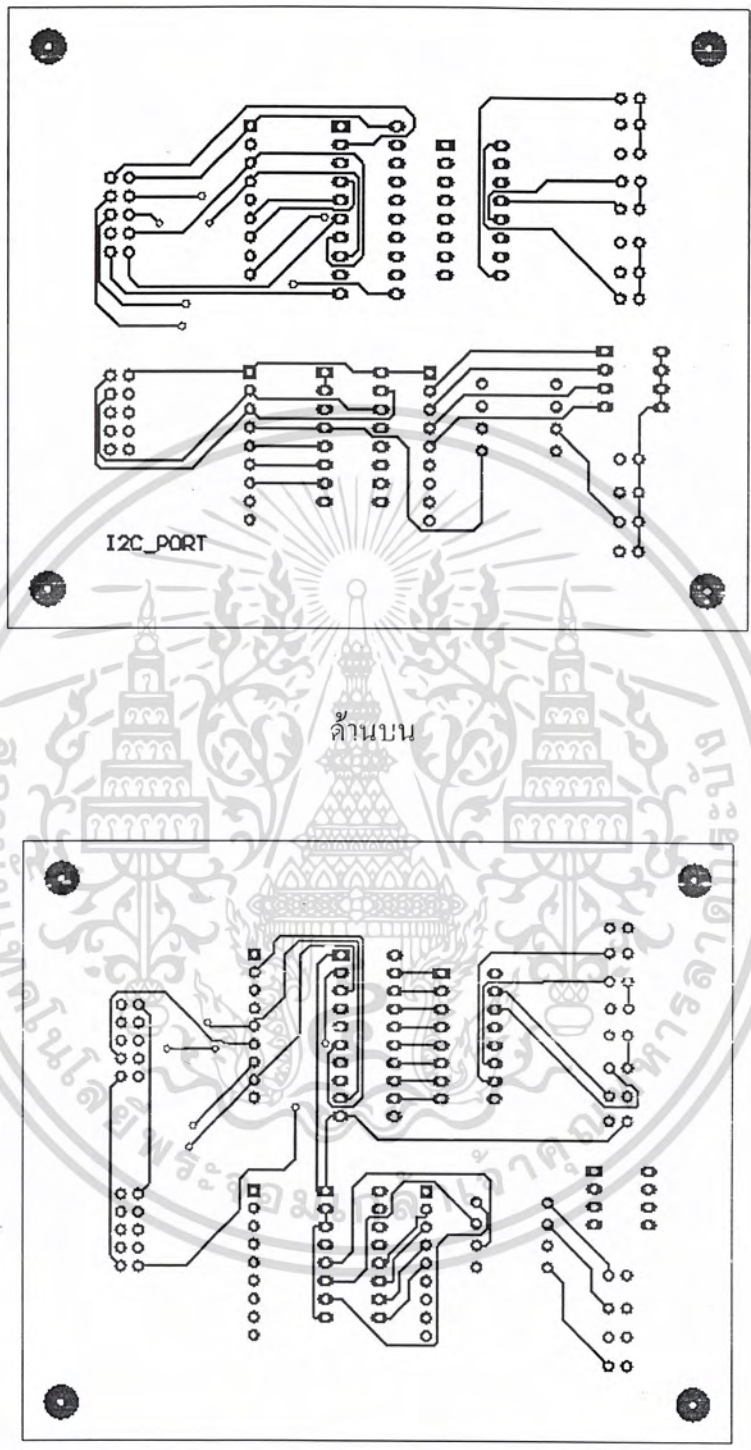


รูปที่ ข.40 ภายทองแดงวงจร โซลิตสเตจรีเลย์



รูปที่ ข.41 การวางตำแหน่งอุปกรณ์วงจร โซลิตสเตจรีเลย์

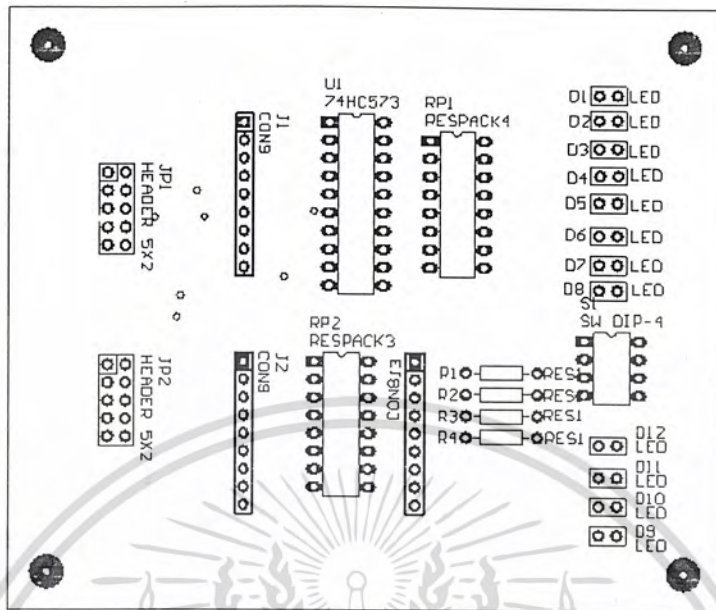
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



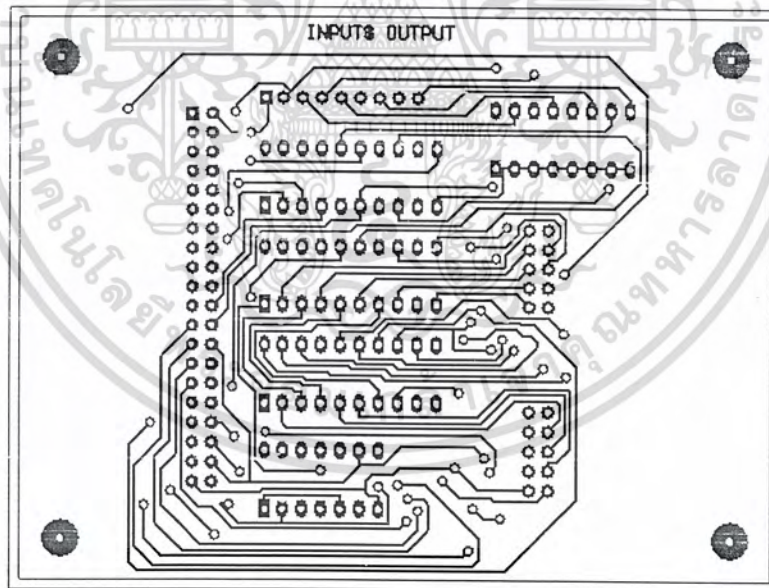
ด้านล่าง

รูปที่ ข.42 ถายทองแดงวงจรขยายพอร์ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

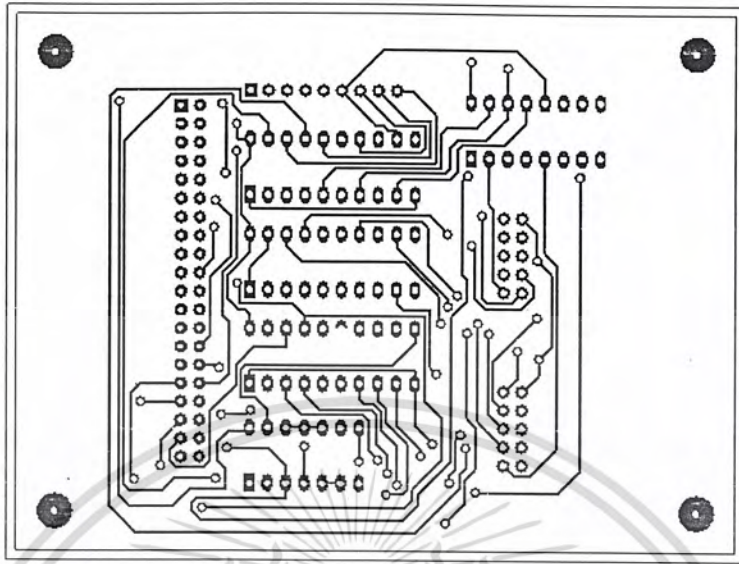


รูปที่ ข.43 การวางตำแหน่งอุปกรณ์วงจรขยายพอร์ต



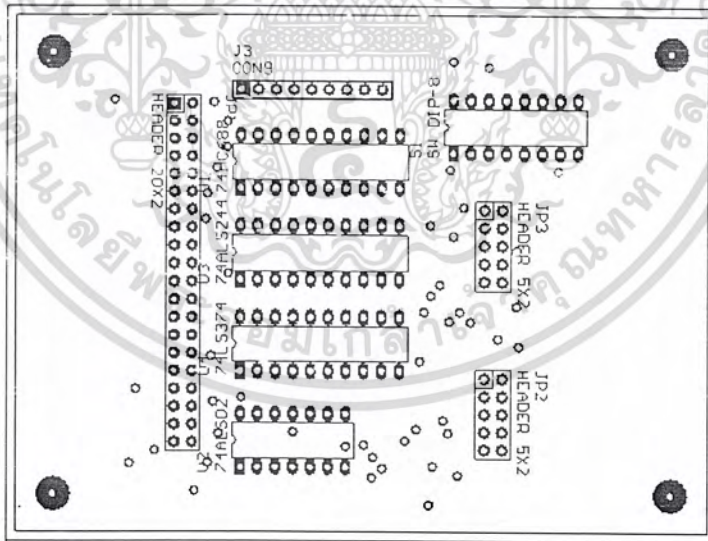
ด้านบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



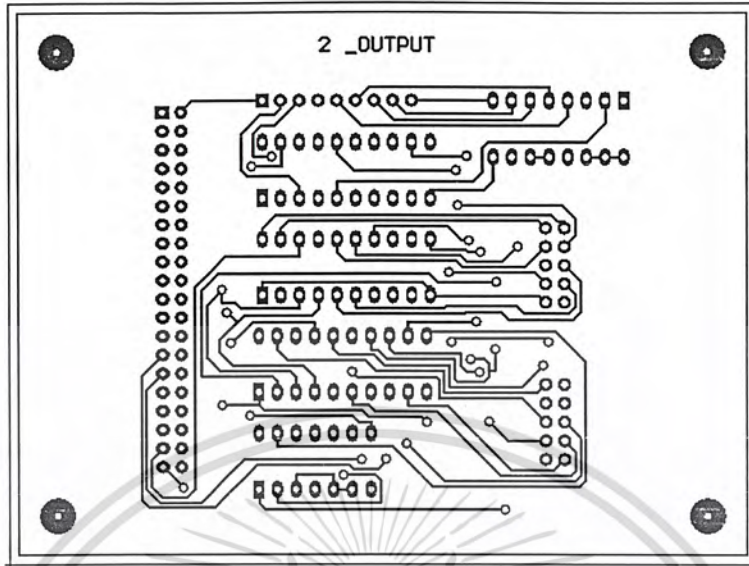
ด้านล่าง

รูปที่ ข.44 ลายทองแดงวงจรถอดรหัสอินพุตและเอาต์พุต

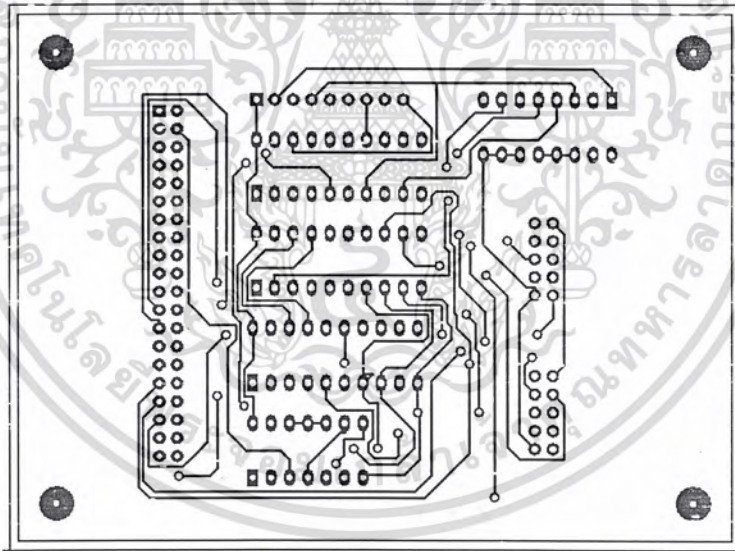


รูปที่ ข.45 การวางตำแหน่งอุปกรณ์ถอดรหัสอินพุตและเอาต์พุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



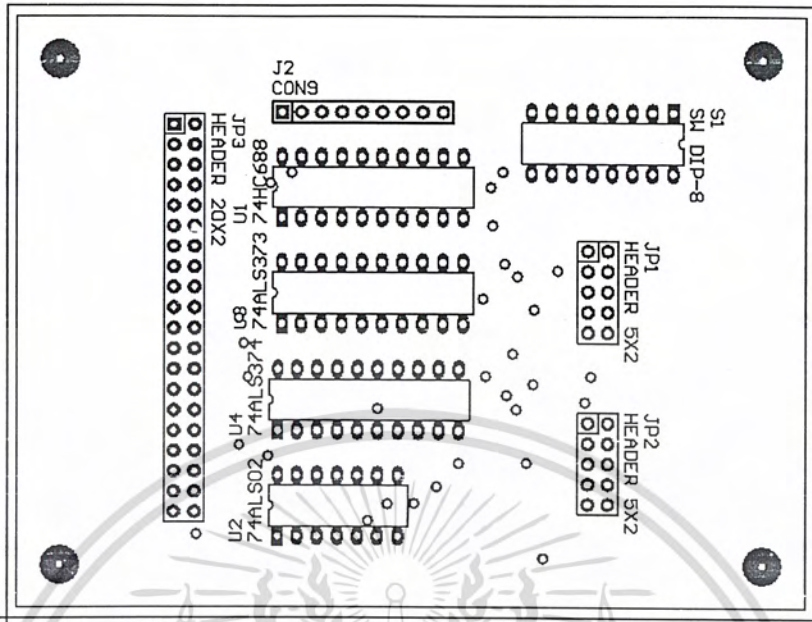
ด้านบน



ด้านล่าง

รูปที่ ข.46 ลายทองแดงวงถอดรหัสเอาท์พุต 2 พอร์ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.47 การวางตำแหน่งอุปกรณ์วงจรต่อรหัสเอาต์พุต 2 พอร์ต





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 รายการอุปกรณ์ของวงจรหลัก

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	74LS245	1 ตัว
IC2	AT89552	1 ตัว
IC3	MAX232	1 ตัว
IC4	74HC373	1 ตัว
IC5	74LS00P	1 ตัว
IC6	CY62256LL	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
DB1	DBI04G 7432	1 ตัว
LED	สีแดง	8 ตัว
TR1	7805	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1	10 μ F/50 โวลต์	4 ตัว
C2	10 μ F25 โวลต์	4 ตัว
C3	33 PF	2 ตัว
ตัวต้านทาน		
R1	1 k Ω	1 ตัว
RP1	330 k Ω	1 ตัว
RP2	10 k Ω	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
XTAL	11.052 MHz	1 ตัว
DW1	8 ช่อง	1 ตัว
Pin1	10 ขา	5 ตัว
Pin2	40 ขา	1 ตัว
Connect1	3 ขา	1 ตัว
Connect2	2 ขา	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.2 รายการอุปกรณ์ของวงจรดีโค๊ดเอาต์พุต

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	688	1 ตัว
IC2	74LS373	1 ตัว
IC3	74LS374	1 ตัว
IC4	74LS02	1 ตัว
ตัวต้านทาน		
RP1	10 k Ω	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
DW1	8 ช่อง	1 ตัว
Pin1	10 ขา	2 ตัว
Pin2	40 ขา	1 ตัว

ตารางที่ ก.3 รายการอุปกรณ์ของวงจรถอดรหัสอินพุต

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	74LS244	1 ตัว
IC2	74HC688	1 ตัว
ตัวต้านทาน		
RP1	10 k Ω	2 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
Pin1	40 ขา	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.4 รายการอุปกรณ์ของวงจรจร 7-segment

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	74145	1 ตัว
IC2	74LS245	1 ตัว
ตัวต้านทาน		
R1	10 k Ω	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ	ตัวแสดงผลแบบ 7 ส่วน	8 ตัว
PIN1	10 ขา	1 ตัว

ตารางที่ ค.5 รายการอุปกรณ์ของวงจรควบคุมแอลอีดี 2 16 บรรทัด 16 ตัวอักษร

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
LCD	16X2	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1	0.1/50 โวลต์	1 ตัว
ตัวต้านทาน		
R1	10 k Ω	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
PIN1	10 ขา	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.6 รายการอุปกรณ์ของวงจร DS 1820ควบคุมอุณหภูมิ

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม IC1	DS1820	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ PIN1	10 ขา	1 ตัว

ตารางที่ ค.7 รายการอุปกรณ์ของวงจรสร้างฐานเวลาด้วยไอซี DS1307

ชื่ออุปกรณ์	ชื่อรายการอุปกรณ์	จำนวน
วงจรรวม IC1	DS1307	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ C1	0.1/50 โวลต์	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ Xtal	11.052 MHz	1 ตัว
PIN1	10 ขา	1 ตัว

ตารางที่ ค.8 รายการอุปกรณ์ของการติดต่อกับพอร์ตไมโครคอนโทรเลอร์กับ LED 8 ตัวอักษร

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม IC1	74LS245	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ LED	สีแดง	8 ตัว
ตัวต้านทาน R1-R8	470 Ω	8 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ PIN1	10 ขา	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.9 รายการอุปกรณ์ของวงจรสเต็ปป์มอเตอร์

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม IC1	ULN 2003	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ C1	0.1/50 โวลต์	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ Q1	สเต็ปป์มอเตอร์แบบยูนิโพลาร์ 12 โวลต์	1 ตัว
PIN1	10 ขา	1 ตัว

ตารางที่ ค.10 รายการอุปกรณ์ของวงจร PCF 8574 ขยายพอร์ต

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม IC1	PCF 8574	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ D1	ไดโอดเปล่งแสงสีแดง	4 ตัว
ตัวต้านทาน R1-R4	220 Ω	4 ตัว
RP1	4.7 k Ω	10 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ PIN1	10 ขา	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.11 รายการอุปกรณ์ของวงจรสวิตช์เมตริกซ์

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	74LS245	1 ตัว
IC2	74LS138	1 ตัว
ตัวต้านทาน		
R1	10 k Ω	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
PIN1	10 ขา	1 ตัว

ตารางที่ ค.12 รายการอุปกรณ์ของโซลิตัสเคทรีเลย์

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	MOC3032	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
D1	1N4001	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1	0.01 μ F/50 โวลต์	1 ตัว
C2	0.01 μ F/50 โวลต์	1 ตัว
ตัวต้านทาน		
R1	500 Ω	1 ตัว
R2	470 Ω	1 ตัว
R3	470 Ω	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.13 รายการอุปกรณ์ของวงจรแอนาล็อกเป็นดิจิทัล

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม IC1	PCF8591	1 ตัว
ตัวต้านทาน R1	4.7 k Ω	1 ตัว
R2	4.7 k Ω	1 ตัว

ตารางที่ ค.14 รายการอุปกรณ์ของวงจรดิจิทัลเป็นแอนาล็อก

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม IC1	74LS244	1 ตัว
IC2	DAC0808	1 ตัว
IC3	ออปแอมป์ 741	1 ตัว
IC4	LM 3914	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ แอลอีดี	สีแดง	10 ดวง
ตัวเก็บประจุ C1	50 pF	2 ตัว
ตัวต้านทาน R1	150 Ω	1 ตัว
R2	1 k Ω	1 ตัว
R3	4.7 k Ω	2 ตัว
R4	10 k Ω	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ Pin1	10 ขา	2 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.15 รายการอุปกรณ์ของวงจรแอลอีดีคอตเมตริกซ์ขนาด 4x7

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	74HCT541	1 ตัว
IC2	74LS138	3 ตัว
อุปกรณ์อื่น		
LED DOT MARTIX	8x16	2 ตัว
PIN	10 ขา	2 ตัว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 1

จอแสดงผลแบบ 7 ส่วน

จุดประสงค์

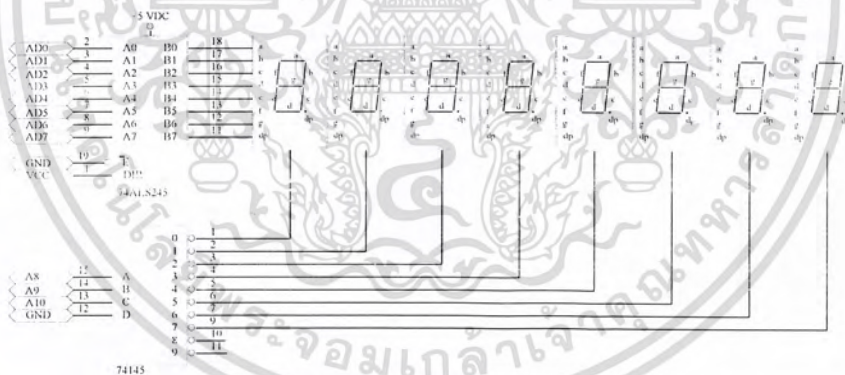
1. เพื่อให้ นักศึกษาสามารถตั้งงานวงจรแสดงผลแบบ 7 ส่วนได้
2. เพื่อให้ นักศึกษาสามารถเขียน โปรแกรมควบคุมวงจรแสดงผลแบบ 7 ส่วนได้

อุปกรณ์การทดลอง

1. ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์

1 ชุด

ทฤษฎีเบื้องต้น



รูปที่ 1 วงจรแสดงผลแบบ 7 ส่วน

จากวงจรรูปที่ 1 ใช้ไอซี 74LS245 จำนวน 2 ตัวทำหน้าที่เป็นตัวค้ำข้อมูล โดยไอซี 74LS245 ทำหน้าที่ตัวค้ำข้อมูลตัวรับพอร์ต คือ ไอซี 74LS245 ตัวบนทำหน้าที่ตัวค้ำข้อมูล ส่วนตัวล่างทำหน้าที่ตัวค้ำข้อมูลหลักที่จะแสดงผล การทำงานของวงจรโดยการส่งสัญญาณดีโค้ดไปที่ขา \overline{CS} ของไอซี 74LS145 ตัวแรก โดยตัวค้ำข้อมูลจะผ่าน AD0-AD7 และหลัก Digit ใช้ AD0-AD2 เป็นตัวดีโค้ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ดิฟสวิทช์ 8 ช่องที่วงจรมอนิเตอร์ของชุดทดลองให้อยู่ตำแหน่ง Off ทุกตัว
2. ป้อนโปรแกรมดังต่อไปนี้แล้ว สังเกตผลที่เกิดขึ้น

```

START:   ORG    0000H
         MOV    R7, #00H
LOOP1:   MOV    R5, #0FFH
LOOP2:   MOV    A, R7
         MOV    DPTR, #DATA
         MOVC  A, @A+DPTR
         MOV    P2, A
         MOV    A, #00H
         MOV    P0, A
         ACALL DELAY_1MS
         MOV    A, #01H
         MOV    P0, A
         ACALL DELAY_1MS
         MOV    A, #02H
         MOV    P0, A
         ACALL DELAY_1MS
         MOV    A, #03H
         MOV    P0, A
         ACALL DELAY_1MS
         MOV    A, #04H
         MOV    P0, A
         ACALL DELAY_1MS
         MOV    A, #05H
         MOV    P0, A
         ACALL DELAY_1MS
         MOV    A, #06H
         MOV    P0, A
         ACALL DELAY_1MS
         MOV    A, #07H
         MOV    P0, A
         ACALL DELAY_1MS
         DJNZ  R5, LOOP2
         INC   R7
         CJNE  R7, #0AH, LOOP1
         JMP   START

```

```
DATA: DB 00H, 3FH, 06H, 5BH, 4FH, 66H, 6DH, 7DH, 07H, 6FH
```

```

DELAY_1MS: MOV    TMOD, #01H
           MOV    TH0, #0FCH
           MOV    TL0, #67H
           SETB  TR0
WAIT_1MS:  JNB   TF0, WAIT_1MS
           CLR   TR0
           CLR   TF0
           RET
           END

```

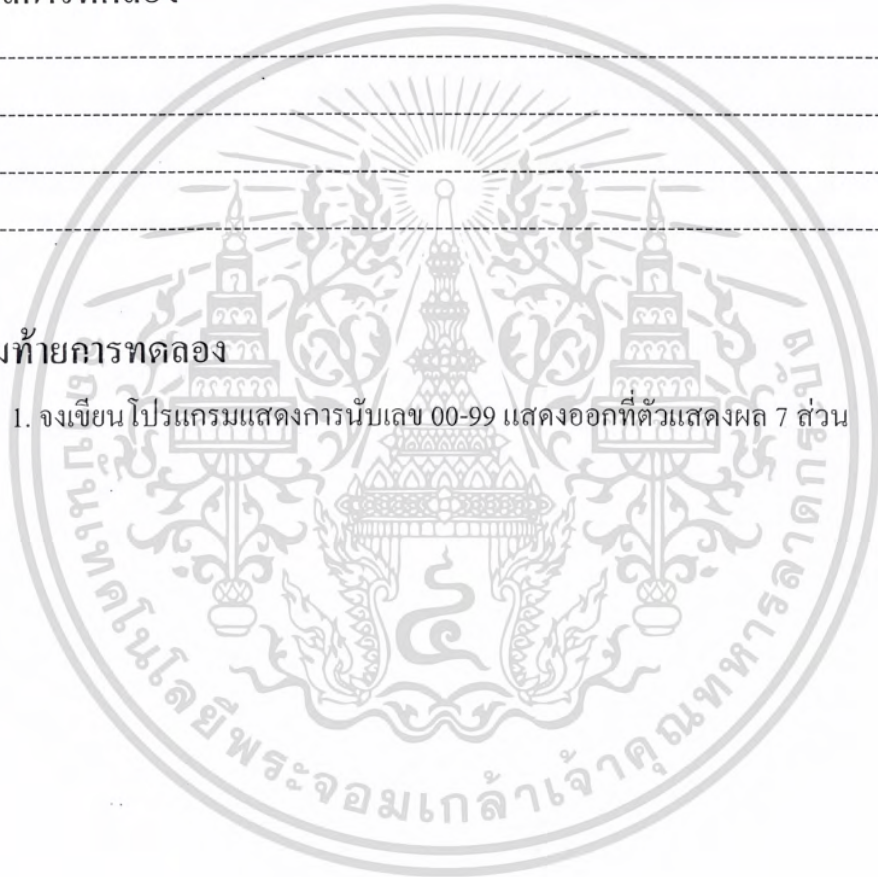
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกผลการทดลอง

สรุปผลการทดลอง

คำถามท้ายการทดลอง

1. จงเขียน โปรแกรมแสดงการนับเลข 00-99 แสดงออกที่ตัวแสดงผล 7 ส่วน



ใบงานที่ 2

สตีปิ้งมอเตอร์

จุดประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถสั่งงาน สตีปิ้งมอเตอร์ได้
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถเขียน โปรแกรมเพื่อควบคุมลักษณะการหมุนของสตีปิ้งมอเตอร์ได้

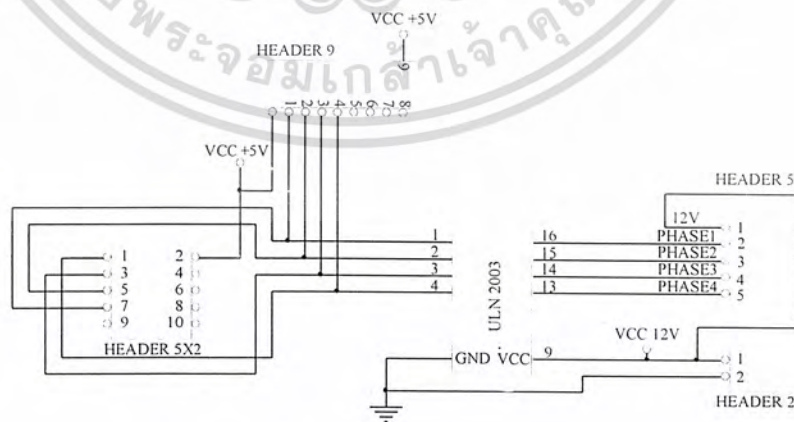
อุปกรณ์การทดลอง

1. ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์

1 ชุด

ทฤษฎีเบื้องต้น

สตีปิ้งมอเตอร์ถือเป็นอุปกรณ์เอาต์พุตอย่างหนึ่ง ซึ่งสามารถควบคุมได้ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ลักษณะการทำงานของสตีปิ้งมอเตอร์จะเคลื่อนที่เป็นขั้น (step) ซึ่งอาจเป็นขั้นละ 18,5,7.5 องศา ก็แล้วแต่นิคมของมอเตอร์ ส่วนใหญ่สตีปิ้งมอเตอร์จะใช้ในงานควบคุมระบบดิจิทัล เช่น อุปกรณ์ประกอบคอมพิวเตอร์ต่างๆ เช่น พรินเตอร์ ตลอดจนอุปกรณ์ในระบบงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมหรือเครื่องมือวัดและระบบควบคุมอื่นๆ



รูปที่ 1 วงจรสตีปิ้งมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ดิฟสวิทช์ 8 ช่องที่วงจรมอนบอร์คของชุดทดลองให้อยู่ตำแหน่ง Off ทุกตัว
2. ป้อน โปรแกรมดังต่อไปนี้แล้วสังเกตผลที่เกิดขึ้น

```

LEFT_SW      BIT    P3.2
RIGHT_SW     BIT    P3.3
STEP         EQU    030H
ORG          0000H
MOV          P0, #00000000B
MAIN:        MOV    STEP, #00000001B
MOV          P0, STEP

LOOP:        JNB    LEFT_SW, ROTATE_LEFT
             JB     RIGHT_SW, LOOP
             AJMP   ROTATE_RIGHT

ROTATE_LEFT: MOV    A, STEP
             SWAP  A
             CLR   C
             RLC  A
             JNC   NEXT_LEFT
             MOV   A, #00010000B

NEXT_LEFT:   SWAP  A
             MOV   STEP, A
             MOV   P0, STEP
             ACALL DELAY_100ms
             AJMP  LOOP

ROTATE_RIGHT: MOV  A, STEP
             CLR   C
             RRC  A
             JNC   NEXT_RIGHT
             MOV   A, #00001000B

NEXT_RIGHT:  MOV   STEP, A
             MOV   P0, STEP
             ACALL DELAY_100ms
             AJMP  LOOP

DELAY_100ms: MOV   R7, #100
DELAY_100ms_1: MOV R6, #0E6H
DELAY_100ms_2: NOP
             NOP
             DJNZ  R6, DELAY_100ms_2
             DJNZ  R7, DELAY_100ms_1
             RET

END

```

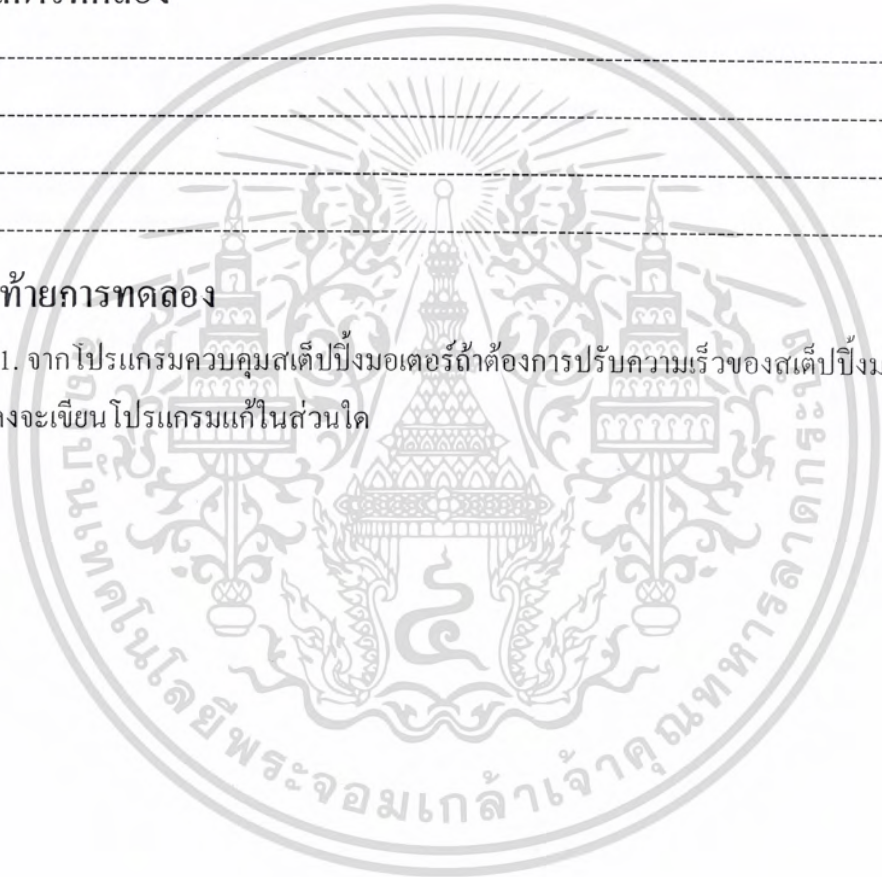
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกผลการทดลอง

สรุปผลการทดลอง

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากโปรแกรมควบคุมสเต็ปปีงมอเตอร์ถ้าต้องการปรับความเร็วของสเต็ปปีงมอเตอร์ให้หมุนช้าลงจะเขียนโปรแกรมแก้ไขในส่วนใด



ใบงานที่ 3

วงจรแสดงผลแบบผลึกเหลวขนาด 16x2 ตัว

จุดประสงค์

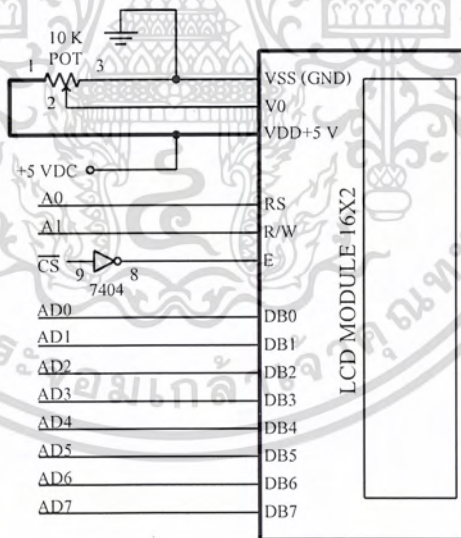
1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถสัง้วจรแสดงผลแบบผลึกเหลวขนาด 16x2 ตัวได้
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถเขียนโปรแกรม เพื่อควบคุมวงจรแสดงผลแบบผลึกเหลวขนาด 16x2 ตัวได้

อุปกรณ์การทดลอง

1. ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์

1 ชุด

ทฤษฎีเบื้องต้น



รูปที่ 1 วงจรแสดงผลแบบผลึกเหลวขนาด 16x2 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากวงจรแอลซีดี มีการต่อแบบอินพุต/เอาต์พุตพอร์ตมีคุณสมบัติดังนี้

1. สามารถต่อเข้าอินพุตเอาต์พุตพอร์ตใดๆ ก็ได้โดยใช้สายสัญญาณจำนวน 11 เส้นและใช้โปรแกรมเป็นตัวสร้างสัญญาณขึ้นมา ให้ตรงกับข้อกำหนดของจอแสดงผลแบบผลึกเหลว
2. ผู้ใช้จะเขียนข้อมูลให้จอแสดงผลแบบผลึกเหลวได้อย่างเดียว
3. เนื่องจากไม่สามารถอ่านข้อมูลกลับได้ จึงต้องใช้การหน่วงเวลาของระบบ

ไมโครโปรเซสเซอร์

4. ใช้ได้กับบอร์ดทุกๆ ไปที่มีพอร์ต
5. ไม่เปลืองส่วนของหน่วยความจำในการใช้งาน
6. การจัดหาสัญญาณกระทำได้อย่างอิสระ

เราสามารถทดลองโดยการเขียนโปรแกรมควบคุมได้ ดังนี้

1. เมื่อเราจ่ายไฟเลี้ยงให้กับจอแสดงผลแบบผลึกเหลวครั้งแรกภายในจะมีการรีเซ็ตระบบโดยอัตโนมัติซึ่งจะใช้เวลา 10 มิลลิวินาที หลังจากทีระดับแรงดันไฟขึ้นถึง 4.5 โวลต์ ทั้งนี้ระบบรีเซ็ตดังกล่าวจะกระทำสิ่งต่างๆ ดังต่อไปนี้

1.1 ทำการเคลียร์จอภาพทั้งหมด (Clear Display)

1.2 กำหนดคุณสมบัติด้วยคำสั่งฟังก์ชันเซต คือ PL = 1 (ติดต่อกับระบบ

ไมโครโปรเซสเซอร์ในแบบ 8 บิต) N = 0 (แสดงข้อมูล 1 บรรทัด) F = 0 (กำหนดตัวอักษรแบบ 5x7 จุด)

1.3 กำหนดคุณสมบัติด้วยคำสั่งแสดง ON/OFF คือ D = 0 (ไม่แสดงข้อมูล) C = 0 (Cursor Off) B = 0 (Blink Off)

1.4 กำหนดคุณสมบัติด้วยคำสั่ง Enter Mode Set คือ I/P (Increment) S = 0 (No Shift)

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. คิวสวิตช์ 8 ช่อง ที่วงจรเมนบอร์ดของชุดทดลองให้อยู่ตำแหน่ง OFF ทุกตัว
2. ป้อนโปรแกรกดังต่อไปนี้แล้วสังเกตผลที่เกิดขึ้น

```
LCD_EN      BIT    P3.6 ;SET BIT EN FOR LCD
LCD_RS      BIT    P3.7;SET BIT
              RS FOR LCD
UP_HOUR     BIT    P1.0
UP_MIN      BIT    P1.1
UP_SEC      BIT    P1.2
LCD_ADDR    EQU    030H    ;KEEP ADDRESS FOR LCD
LCD_DATA    EQU    031H    ;KEEP DATA FOR LCD
ADDRESS     EQU    020H    ;Address in current waveform
DATAIN      EQU    021H    ;Data from waveform memory
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

DATAOUT      EQU    022H ;New data for waveform memory
WMCON        EQU    096H ;Watchdog and Memory Control
                                Register
DATA         EQU    023H
ORG          0

INITIAL:     MOV     B, #10
             CLR     LCD_EN
             CLR     LCD_RS
             MOV     P0, #00000000B
             MOV     A, #00
             MOV     R4, #00
             MOV     R3, #00
             MOV     20H, #00
             MOV     21H, #00
             ACALL  INIT_LCD
             MOV     LCD_ADDR, #40H
             ACALL  SET_ADDR_LCD
             MOV     DPTR, #TITLE
             ACALL  PUTS_LCD
             MOV     LCD_ADDR, #07H
             ACALL  SET_ADDR_LCD
             MOV     LCD_DATA, #' ':
             ACALL  PUTCHAR_LCD
             MOV     LCD_ADDR, #04H
             ACALL  SET_ADDR_LCD
             MOV     LCD_DATA, #' ':
             ACALL  PUTCHAR_LCD

LOOP_HOUR:   MOV     R3, 20H
LOOP_HOUR_1: MOV     LCD_ADDR, #02H
             ACALL  SET_ADDR_LCD
             MOV     A, R3
             ACALL  DEC2LCD
             ACALL  LOOP_MIN
             INC     R3
             CJNE   R3, #24, LOOP_HOUR_1
             MOV     20H, #00
             SJMP  LOOP_HOUR

LOOP_MIN:    MOV     R4, 21H
LOOP_MIN_1:  MOV     LCD_ADDR, #05H
             ACALL  SET_ADDR_LCD
             MOV     A, R4
             ACALL  DEC2LCD
             ACALL  LOOP_SEC
             INC     R4
             CJNE   R4, #60, LOOP_MIN_1
             MOV     21H, #00
             RET

LOOP_SEC:    MOV     R7, #00
LOOP_SEC_1:  MOV     LCD_ADDR, #08H
             ACALL  SET_ADDR_LCD
             MOV     A, R7
             ACALL  DEC2LCD
             ACALL  DELAY_250ms
             ACALL  DELAY_250ms
             INC     R7

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CJNE R7, #60, LOOP_SEC_1
RET

DEC2LCD:  PUSH  ACC
          PUSH  B
          DIV   AB
          ANL   A, #0FH
          ADD   A, #30H
          MOV   LCD_DATA, A
          ACALL PUTCHAR_LCD
          MOV   A, B
          ANL   A, #0FH
          ADD   A, #30H
          MOV   LCD_DATA, A
          ACALL PUTCHAR_LCD
          POP   B
          POP   ACC
          RET

INIT_LCD:  ACALL DELAY_100ms
          CLR   LCD_RS
          MOV   P0, #00111000B
          ACALL LCD_CLK
          ACALL DELAY_10ms
          MOV   P0, #00111000B
          ACALL LCD_CLK
          ACALL LCD_OFF
          ACALL LCD_AUTOINC
          ACALL LCD_HOME
          ACALL LCD_CLR
          RET
          LCD_CMD_CLR EQU 00000001B
          LCD_CMD_HOME EQU 00000010B
          LCD_CMD_AUTOINCEQU 00000110B
          LCD_CMD_OFF EQU 00001000B
          LCD_CMD_ON EQU 00001100B
          LCD_CMD_BLINK EQU 00001111B
          LCD_CMD_LSHF EQU 00011000B
          LCD_CMD_RSHF EQU 00011100B
          LCD_CLR: CLR LCD_RS

          MOV   LCD_DATA, #LCD_CMD_CLR
          AJMP  PUTCMD_LCD

LCD_HOME:  CLR   LCD_RS
          MOV   LCD_DATA, #LCD_CMD_HOME
          AJMP  PUTCMD_LCD

LCD_AUTOINC: MOV   LCD_DATA, #LCD_CMD_AUTOINC
          AJMP  PUTCMD_LCD

LCD_OFF:   CLR   LCD_RS
          MOV   LCD_DATA, #LCD_CMD_OFF
          AJMP  PUTCMD_LCD

LCD_ON:    CLR   LCD_RS
          MOV   LCD_DATA, #LCD_CMD_ON
          AJMP  PUTCMD_LCD

LCD_BLINK: CLR   LCD_RS
          MOV   LCD_DATA, #LCD_CMD_BLINK
          ACALL LCD_CLK
          RET

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

LCD_LSHF:  CLR   LCD_RS
           MOV   LCD_DATA, #LCD_CMD_LSHF
           AJMP  PUTCMD_LCD

LCD_RSHF:  CLR   LCD_RS
           MOV   LCD_DATA, #LCD_CMD_RSHF
           AJMP  PUTCMD_LCD

SET_ADDR_LCD: CLR LCD_RS
            MOV  A, LCD_ADDR
            SETB ACC.7
            MOV  P0, A
            ACALL LCD_CLK
            RET

PUTCMD_LCD: CLR   LCD_RS
            MOV   P0, LCD_DATA
            ACALL LCD_CLK
            RET

PUTCHAR_LCD: SETB  LCD_RS
             MOV   P0, LCD_DATA
             ACALL LCD_CLK
             ACALL LCD_ON
             RET

PUTS_LCD:   PUSH  ACC
PUTS_1:     SETB  LCD_RS
            CLR   A
            MOVC  A, @A+DPTR
            CJNE  A, #NULL, PUTS_2
            ACALL LCD_ON
            POP   ACC
            RET

PUTS_2:     MOV   P0, A
            ACALL LCD_CLK
            NC    DPTR
            AJMP  PUTS_1

LCD_CLK:    SETB  LCD_EN
            ACALL LCD_DELAY
            CLR   LCD_EN
            ACALL LCD_DELAY
            RET

LCD_DELAY:  MOV   R5, #2
            AJMP  DELAY_1ms

DELAY_250ms: MOV R5, #250
            AJMP  DELAY_1ms

DELAY_100ms: MOV R5, #100
            AJMP  DELAY_1ms

DELAY_10ms:  MOV  R5, #10

DELAY_1ms:   MOV  R6, #0E6H

DELAY_1ms_1: NOP
            NOP
            NOP
            NOP
            NOP
            NOP

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

DJNZ R6, DELAY_1ms_1
DJNZ R5, DELAY_1ms
RET

NULL EQU 0FFH
TITLE: DB "TEST LCD DISPLAY", NULL
;TITLE1: DB "0", NULL
;UNIT: DB "N", NULL

END

```

บันทึกผลการทดลอง

สรุปผลการทดลอง

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากโปรแกรมการทดลองถ้าต้องการเปลี่ยนบรรทัดที่ 2 แสดงผลเป็น KMITL ED 25 จะต้องเขียนโปรแกรมอย่างไร

ใบงานที่ 4

การติดต่อกับพอร์ตไมโครคอนโทรลเลอร์กับแอลอีดี 8 ดวง

จุดประสงค์

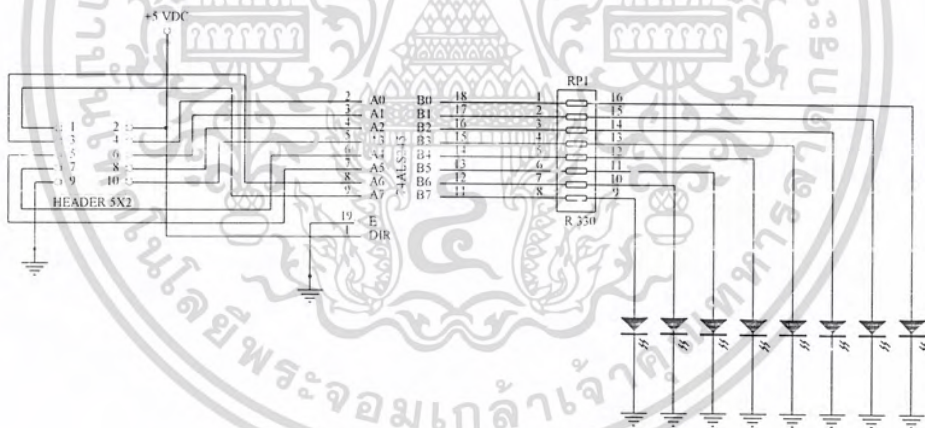
1. เพื่อให้ นักศึกษาสามารถ
2. เพื่อให้ นักศึกษาสามารถเขียน โปรแกรมเพื่อควบคุม

อุปกรณ์การทดลอง

1. ชุดทดลอง ไมโครคอนโทรลเลอร์

1 ชุด

ทฤษฎีเบื้องต้น



รูปที่ 1 วงจรติดต่อกับพอร์ตไมโครคอนโทรลเลอร์กับแอลอีดี 8 ดวง

หลักการของวงจรนี้ คือ การต่อวงจรรับอินพุตจากพอร์ตไมโครคอนโทรลเลอร์มาแสดงผลให้เห็นถึงการส่งข้อมูลเอาต์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์แสดงดังรูปที่ 1

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ดิพสวิตซ์ 8 ช่อง ที่วงจรเมนบอร์ดของชุดทดลองให้อยู่ตำแหน่ง OFF ทุกตัว
2. ป้อนโปรแกรมดังต่อไปนี้แล้วสังเกตผลที่เกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

ORG    0000H
;CLR  A
MOV    A,#00000011B
LOOP:  MOV    P1,A
       ACALL DELAY
       RR  A
       ;CLR  A
       ;MOV  A,#10101010B
       ;MOV  P1,A
       ;ACALL DELAY
       JMP  LOOP
DELAY:  MOV  R1,#0FFH
DELAY1: MOV  R2,#0FFH
DELAY2: DJNZ R2,DELAY2
        DJNZ R1,DELAY1
        RET
        END

```

บันทึกผลการทดลอง

สรุปผลการทดลอง

คำถามท้ายการทดลอง

1. จงเขียนโปรแกรมให้ไดโอดเปล่งแสงวิ่งจากซ้ายไปขวา 15 รอบ ออกที่พอร์ต P1

ใบงานที่ 5

การใช้งานไอซีสร้างฐานเวลา DS1307

จุดประสงค์

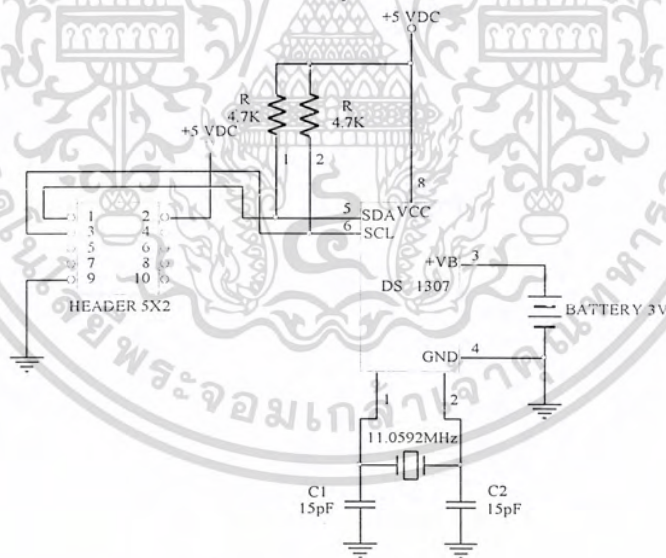
1. สามารถเขียนโปรแกรม เพื่อติดต่อกับไอซีสร้างฐานเวลาจริงหรือรีลไทม์คล็อกและนำค่าเวลานั้นมาแสดงผลได้

อุปกรณ์การทดลอง

1. ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์

1 ชุด

ทฤษฎีเบื้องต้น



รูปที่ 1 วงจรการสร้างฐานเวลา DS1307

การเชื่อมต่อ DS13071 กับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 จะเห็นได้ว่ามีลักษณะการต่อเหมือนกับอุปกรณ์ระบบบัส I²C ตัวอื่นๆ ทุกประการ และสามารถที่จะต่อไอซีทั้งหมดร่วมกันบนสาย SDA และ SCL ได้ เป็นการย้ำให้เห็นถึงความสามารถพิเศษของระบบบัส I²C ที่ผู้ใช้งานสามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่มีความต่างกันในหน้าที่การทำงานบนสายสัญญาณเดียวกันได้ ถึงการ-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดลองนี้ผู้ใช้งานสามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ระบบบัส I²C ได้ถึง 3 ตัว 3 ลักษณะการทำงาน โดยใช้สายสัญญาณเพียง 2 เส้น

จากวงจรในรูปที่ 1 ไอซี DS1307 จำเป็นจะต้องต่อแบตเตอรี่ไว้ตลอดเวลาไม่ว่าจะใช้งานหรือไม่ ทั้งนี้เพื่อรักษาการทำงานของวงจรภายใน DS1307 ให้ยังคงทำงานต่อเนื่องไป เมื่อใดที่ไม่โครคอนโทรลเลอร์ต้องการอ่านข้อมูล ก็จะได้ข้อมูลเวลาที่เป็จริงตลอดเวลา โปรแกรมย่อยเพื่อติดต่อกับ DS1307

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ดิฟสวิทช์ 8 ช่องที่วงจรเมนบอร์ดของชุดทดลองให้อยู่ตำแหน่ง Off ทุกตัว
2. ป้อนโปรแกรมดังต่อไปนี้แล้ว สังเกตผลที่เกิดขึ้น

```

ORG      0000H
SDA      BIT      P1.0
SCL      BIT      P1.1
KPAD_ROW0 BIT      P2.0
KPAD_ROW1 BIT      P2.1
KPAD_ROW2 BIT      P2.2
KPAD_ROW3 BIT      P2.3
KPAD_COL2 BIT      P2.4
KPAD_COL1 BIT      P2.5
KPAD_COLO BIT      P2.6
SET_DATE_SW BIT    P3.2
SET_TIME_SW BIT    P3.3
LCD_EN   BIT      P3.6
LCD_RS   BIT      P3.7

FLAG EQU 02FH
I2C_ACK BIT      FLAG.0
LCD_ADDR EQU      030H
LCD_DATA EQU      031H
LCD_PTR  EQU      032H
I2C_ADDR EQU      033H
I2C_DATA EQU      034H
KPAD_DATA EQU     035H
BUFFER  EQU      036H

SECONDS EQU      040H
MINUTES EQU      041H
HOURS EQU      042H
DAY EQU      043H
DATE EQU      044H
MONTH EQU      045H
YEAR EQU      046H
CONTROL EQU      047H
RTC_ID EQU      11010000B
ORG      0000H
MOV      P0, #00000000B

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

SETB   SDA
SETB   SCL
MOV    P2,#11111111B
MOV    P3,#00011111B

MAIN:ACALL  INIT_LCD

MOV    LCD_ADDR,#00H
ACALL  SET_ADDR_LCD
MOV    DPTR,#TITLE_1
ACALL  WRLINE_LCD
ACALL  DELAY_1S
ACALL  DELAY_1S

LOOP:ACALL  RTC_RD

MOV    LCD_ADDR,#00H
ACALL  SET_ADDR_LCD
MOV    LCD_DATA,#' '
ACALL  WRCHAR_LCD
MOV    LCD_DATA,DATE
ACALL  BCD2LCD
MOV    LCD_DATA,#' '
ACALL  WRCHAR_LCD
MOV    A,MONTH
CJNE  A,#010H,WR_CHK_MONTH_1
MOV    A,#00AH
AJMP  WRITE_MONTH_NX
WR_CHK_MONTH_1:CJNE
A,#011H,WR_CHK_MONTH_2
MOV    A,#00BH
AJMP  WRITE_MONTH_NX
WR_CHK_MONTH_2:CJNE
A,#012H,WRITE_MONTH_NX
A,#00CH
WRITE_MONTH_NX:MOV  LCD_PTR,A
MOV    DPTR,#MONTH_JAN
ACALL  WR3CHAR_LCD

MOV    LCD_DATA,#' '
ACALL  WRCHAR_LCD

MOV    LCD_ADDR,#040H
ACALL  SET_ADDR_LCD
MOV    LCD_DATA,YEAR
ACALL  BCD2LCD

MOV    LCD_DATA,#' '
ACALL  WRCHAR_LCD
MOV    A,HOURS
ANL   A,#00110000B
JZ    WRITE_TIME_HN
SWAP  A
ADD   A,#030H
AJMP  WRITE_TIME_HH
WRITE_TIME_HN:  MOVA,#' '

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

WRITE_TIME_HH:MOV  LCD_DATA,A
                ACALL  WRCHAR_LCD

                MOV   A,HOURS
                ANL   A,#00001111B
                ADD   A,#030H
                MOV   LCD_DATA,A
                ACALL WRCHAR_LCD
                MOV   A,SECONDS
                ANL   A,#001H
                JNZ   WRITE_SPACE
                MOV   LCD_DATA,#': '
                ACALL WRCHAR_LCD
                AJMP  WRITE_MINUTES
WRITE_SPACE:MOV  LCD_DATA,#' '
                ACALL WRCHAR_LCD

WRITE_MINUTES:MOV LCD_DATA,MINUTES
                ACALL BCD2LCD

                JNB   SET_DATE_SW,SET_DATE
                JNB   SET_TIME_SW,SET_TIME_1
                AJMP  LOOP
SET_TIME_1: AJMP  SET_TIME
SET_DATE:  MOV   LCD_ADDR,#000H
                ACALL SET_ADDR_LCD
                MOV   DPTR,#SCR_SET_DATE
                ACALL WRLINE_LCD
                MOV   LCD_ADDR,#040H
                ACALL SET_ADDR_LCD
                ACALL LCD_BLINK
                ACALL WAIT_KEYPRESSED
                MOV   BUFFER,KPAD_DATA
                ACALL KPAD2LCD
                ACALL LCD_BLINK
                ACALL WAIT_KEY
                ACALL WAIT_KEYPRESSED
                MOV  BUFFER+1,KPAD_DATA
                ACALL KPAD2LCD
                ACALL WAIT_KEY
                ACALL BUFFER2ACC
                MOV  DATE,A
                MOV  LCD_ADDR,#043H
                ACALL SET_ADDR_LCD
                ACALL LCD_BLINK
                ACALL WAIT_KEYPRESSED
                MOV  BUFFER,KPAD_DATA
                ACALL KPAD2LCD
                ACALL LCD_BLINK
                ACALL WAIT_KEY
                ACALL WAIT_KEYPRESSED
                MOV  BUFFER+1,KPAD_DATA
                ACALL KPAD2LCD
                ACALL WAIT_KEY
                ACALL BUFFER2ACC
                MOV  MONTH,A

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV    LCD_ADDR,#046H
ACALL  SET_ADDR_LCD
ACALL  LCD_BLINK

ACALL  WAIT_KEYPRESSED
MOV    BUFFER,KPAD_DATA
ACALL  KPAD2LCD
ACALL  LCD_BLINK
ACALL  WAIT_KEY

ACALL  WAIT_KEYPRESSED
MOV    BUFFER+1,KPAD_DATA
ACALL  KPAD2LCD
ACALL  WAIT_KEY

ACALL  BUFFER2ACC
MOV    YEAR,A

ACALL  RTC_WR
AJMP  LOOP

SET_TIME: MOV    LCD_ADDR,#000H
          ACALL  SET_ADDR_LCD
          MOV    DTR,#SCR_SET_TIME
          ACALL  WRLINE_LCD
          MOV    LCD_ADDR,#040H
          ACALL  SET_ADDR_LCD
          ACALL  LCD_BLINK

          ACALL  WAIT_KEYPRESSED
          MOV    BUFFER,KPAD_DATA
          ACALL  KPAD2LCD
          ACALL  LCD_BLINK
          ACALL  WAIT_KEY

          ACALL  WAIT_KEYPRESSED
          MOV    BUFFER+1,KPAD_DATA
          ACALL  KPAD2LCD
          ACALL  WAIT_KEY

          ACALL  BUFFER2ACC
          MOV    HOURS,A

          MOV    LCD_ADDR,#043H
          ACALL  SET_ADDR_LCD
          ACALL  LCD_BLINK

          ACALL  WAIT_KEYPRESSED
          MOV    BUFFER,KPAD_DATA
          ACALL  KPAD2LCD
          ACALL  LCD_BLINK
          ACALL  WAIT_KEY

          ACALL  WAIT_KEYPRESSED
          MOV    BUFFER+1,KPAD_DATA
          ACALL  KPAD2LCD

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

ACALL WAIT_KEY

ACALL BUFFER2ACC
MOV  MINUTES,A
MOV  LCD_ADDR,#046H
ACALL SET_ADDR_LCD
ACALL LCD_BLINK

ACALL WAIT_KEYPRESSED
ACALL BUFFER,KPAD_DATA
ACALL KPAD2LCD
ACALL LCD_BLINK
ACALL WAIT_KEY

ACALL WAIT_KEYPRESSED
MOV  BUFFER+1,KPAD_DATA
ACALL KPAD2LCD
ACALL WAIT_KEY
ACALL BUFFER2ACC
MOV  SECONDS,A

ACALL RTC_WR
AJMP LOOP

BUFFER2ACC: MOV  A,BUFFER
ANL  A,#00FH
SWAP A
MOV  B,A
MOV  A,BUFFER+1
ANL  A,#00FH
ADD  A,B
RET

KPAD2LCD:  MOV  A,KPAD_DATA
ADD  A,#030H
MOV  LCD_DATA,A
ACALL WRCHAR_LCD
RET

BCD2LCD:  PUSH  ACC
PUSH  B
MOV  A,LCD_DATA
MOV  B,A
ANL  A,#11110000B
SWAP A
ADD  A,#030H
MOV  LCD_DATA,A
ACALL WRCHAR_LCD
MOV  A,B
ANL  A,#0001111B
ADD  A,#030H
MOV  LCD_DATA,A
ACALL WRCHAR_LCD
POP  ACC
RET

WAIT_KEY:  MOV  A,P2
ANL  A,#00FH

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        CJNE  A, #00FH, WAIT_KEY
        RET

WAIT_KEYPRESSED: ACALL  GET_KPAD
                  MOV    A, KPAD_DATA
                  CJNE  A, #0, CHK_KEY_NEXT
                  AJMP  WAIT_KEYPRESSED

CHK_KEY_NEXT: CJNE  A, #10, CHK_KEY_0
                  AJMP  WAIT_KEYPRESSED
CHK_KEY_0:   CJNE  A, #11, CHK_VALID_KEY
                  MOV    KPAD_DATA, #0
                  RET
CHK_VALID_KEY: JNC   WAIT_KEYPRESSED
                  RET

GET_KPAD:   MOV    P2, #0FFH
                  MOV    KPAD_DATA, #0

CHK_COLO:  CLR    KPAD_COLO
                  MOV    A, P2
                  ANL   A, #00FH
                  CJNE  A, #00FH, COLO_DETECT
                  AJMP  CHK_COL1

COLO_DETECT: MOV    KPAD_DATA, #01
                  AJMP  GET_ROW

CHK_COL1:  SETB   KPAD_COLO
                  CLR    KPAD_COL1
                  MOV    A, P2
                  ANL   A, #00FH
                  CJNE  A, #00FH, COL1_DETECT
                  AJMP  CHK_COL2
COL1_DETECT: MOV    KPAD_DATA, #02
                  AJMP  GET_ROW

CHK_COL2:  SETB   KPAD_COL1
                  CLR    KPAD_COL2
                  MOV    A, P2
                  ANL   A, #00FH
                  CJNE  A, #00FH, COL2_DETECT
                  RET

COL2_DETECT: MOV    KPAD_DATA, #03
GET_ROW:   CLR    KPAD_COLO
                  CLR    KPAD_COL1
                  CLR    KPAD_COL2

                  JB     KPAD_ROW0, CHK_ROW1
                  RET

CHK_ROW1:  JB     KPAD_ROW1, CHK_ROW2
                  MOV    A, KPAD_DATA
                  ADD   A, #3

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV    KPAD_DATA, A
RET

CHK_ROW2:  JB    KPAD_ROW2, CHK_ROW3
MOV     A, KPAD_DATA
ADD    A, #6
MOV    KPAD_DATA, A
RET

CHK_ROW3:  MOV    A, KPAD_DATA
ADD    A, #9
MOV    KPAD_DATA, A
RET

INIT_LCD:  ACALL DELAY_100ms
CLR     LCD_RS

MOV     P0, #00111000B
ACALL  LCD_CLK
ACALL  DELAY_10ms

MOV     P0, #00111000B
ACALL  LCD_CLK

ACALL  LCD_OFF

ACALL  LCD_CLR

MOV     P0, #00000110B
ACALL  LCD_CLK

ACALL  LCD_HOME

LCD_CJR:   CLR     LCD_RS
MOV     P0, #00000001B
ACALL  LCD_CLK
RET

LCD_HOME: CLR     LCD_RS
MOV     P0, #00000010B
ACALL  LCD_CLK
RET

LCD_OFF:  CLR     LCD_RS
MOV     P0, #00001000B
ACALL  LCD_CLK
RET

LCD_CLK:  SETB   LCD_EN
ACALL  LCD_DELAY
CLR    LCD_EN
ACALL  LCD_DELAY
RET

LCD_ON:   CLR     LCD_RS
MOV     P0, #00001100B
ACALL  LCD_CLK
RET

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LCD_BLINK: CLR LCD_RS
MOV PO,#00001111B
ACALL LCD_CLK
RET
```

```
SET_ADDR_LCD:CLR LCD_RS
MOV A,LCD_ADDR
SETB ACC.7
MOV PO,A
ACALL LCD_CLK
RET
```

```
WRCHAR_LCD: SETB LCD_RS
MOV PO,LCD_DATA
ACALL LCD_CLK
ACALL LCD_ON
RET
```

```
WRLINE_LCD: MOV R0,#0
WRLINE_LCD_1:SETB LCD_RS
CLR A
MOVC A,@A+DPTR
MOV PO,A
ACALL LCD_CLK
INC DPTR
INC R0
CJNE R0,#8,WRLINE_LCD_1
MOV LCD_ADDR,#040H
ACALL SET_ADDR_LCD
```

```
WRLINE_LCD_2:SETB LCD_RS
CLR A
MOVC A,@A+DPTR
MOV PO,A
ACALL LCD_CLK
INC DPTR
INC R0
CJNE R0,#16,WRLINE_LCD_2
ACALL LCD_ON
RET
```

```
WR3CHAR_LCD:MOV R0,#0
MOV A,LCD_PTR
DEC A
MOV B,#3
MUL AB
```

```
WR3CHAR_LCD_1:SETB LCD_RS
MOVC A,@A+DPTR
MOV PO,A
ACALL LCD_CLK
INC DPTR
INC R0
MOV A,LCD_PTR
DEC A
MOV B,#3
MUL AB
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CJNE R0, #3, WR3CHAR_LCD_1
LCALL LCD_ON
RET

RTC_RD:  MOV I2C_ADDR, #RTC_ID
         LCALL I2C_SLAVE

         MOV I2C_DATA, #000H
         LCALL I2C_DATA_WR

         MOV I2C_ADDR, #RTC_ID+1
         LCALL I2C_SLAVE
         LCALL I2C_DATA_RD

         MOV SECONDS, I2C_DATA
         LCALL I2C_ACK_BIT
         LCALL I2C_DATA_RD
         MOV MINUTES, I2C_DATA
         LCALL I2C_ACK_BIT

         LCALL I2C_DATA_RD
         MOV HOURS, I2C_DATA
         LCALL I2C_ACK_BIT

         LCALL I2C_DATA_RD
         MOV DAY, I2C_DATA
         LCALL I2C_ACK_BIT

         LCALL I2C_DATA_RD
         MOV DATE, I2C_DATA
         LCALL I2C_ACK_BIT

         LCALL I2C_DATA_RD
         MOV MONTH, I2C_DATA
         LCALL I2C_ACK_BIT

         LCALL I2C_DATA_RD
         MOV YEAR, I2C_DATA
         LCALL I2C_ACK_BIT

         LCALL I2C_DATA_RD
         MOV CONTROL, I2C_DATA
         LCALL I2C_NACK_BIT

         LCALL I2C_STOP
         RET

RTC_WR:  MOV I2C_ADDR, #RTC_ID
         LCALL I2C_SLAVE

         MOV I2C_DATA, #000H
         LCALL I2C_DATA_WR

         MOV I2C_DATA, SECONDS
         LCALL I2C_DATA_WR

         MOV I2C_DATA, MINUTES
         LCALL I2C_DATA_WR

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV I2C_DATA, HOURS
LCALL I2C_DATA_WR

MOV I2C_DATA, DAY
LCALL I2C_DATA_WR

MOV I2C_DATA, DATE
LCALL I2C_DATA_WR

MOV I2C_DATA, MONTH
LCALL I2C_DATA_WR

MOV I2C_DATA, YEAR
LCALL I2C_DATA_WR

MOV I2C_DATA, CONTROL
LCALL I2C_DATA_WR
LCALL I2C_STOP
RET

I2C_DATA_WR: PUSH ACC
SETB I2C_ACK
MOV A, I2C_DATA
MOV R5, #008
I2C_DATA_WR_1: RLC A
MOV SDA, C
ACALL I2C_CLK
DJNZ R5, I2C_DATA_WR_1
SETB SDA
ACALL I2C_DELAY
SETB SCL
ACALL I2C_DELAY
JB SDA, I2C_DATA_WR_2
CLR I2C_ACK
I2C_DATA_WR_2: CLR SCL
POP ACC
RET

I2C_DATA_RD: PUSH ACC
CLR A
MOV R5, #008
I2C_DATA_RD_1: ACALL I2C_DELAY
SETB SCL
ACALL I2C_DELAY
MOV C, SDA
RLC A
Carry: CLR SCL
DJNZ R5, I2C_DATA_RD_1
MOV I2C_DATA, A
POP ACC
RET

I2C_SLAVE: PUSH ACC
SETB I2C_ACK
MOV A, I2C_ADDR
ACALL I2C_START
MOV R5, #008
I2C_SLAVE_1: RLC A
MOV SDA, C
ACALL I2C_CLK

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        DJNZ R5, I2C_SLAVE_1
        SETB SDA
        ACALL I2C_DELAY
        SETB SCL
        ACALL I2C_DELAY
        JB SDA, I2C_SLAVE_2
        CLR I2C_ACK
I2C_SLAVE_2: CLR SCL
        POP ACC
        RET
I2C_START: JNB SCL, I2C_START_1
        CLR SCL
I2C_START_1: SETB SDA
        SETB SCL
        ACALL I2C_DELAY
        CLR SDA
        ACALL I2C_DELAY
        CLR SCL
        RET
I2C_STOP: JNB SCL, I2C_STOP_1
        CLR SCL
I2C_STOP_1: CLR SDA
        ACALL I2C_DELAY
        SETB SCL
        ACALL I2C_DELAY
        SETB SDA
        RET
I2C_CLK: ACALL I2C_DELAY
        SETB SCL
        ACALL I2C_DELAY
        CLR SCL
        RET
I2C_ACK_BIT: CLR SDA
        ACALL I2C_DELAY
        ACALL I2C_CLK
        SETB SDA
        RET
I2C_NACK_BIT: SETB SDA
        ACALL I2C_DELAY
        ACALL I2C_CLK
        SETB SCL
        RET
I2C_DELAY: MOV R6, #00CH
I2C_DELAY_1: NOP
        NOP
        DJNZ R6, I2C_DELAY_1
        RET
LCD_DELAY: MOV R7, #002
LCD_DELAY_1: MOV R6, #0E6H
LCD_DELAY_2: NOP
        NOP
        DJNZ R6, LCD_DELAY_2
        DJNZ R7, LCD_DELAY_1
        RET
DELAY_10ms: MOV R7, #010
DELAY_10ms_1: MOV R6, #0E6H
DELAY_10ms_2: NOP
        NOP

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        DJNZ R6,DELAY_10ms_2
        DJNZ R7,DELAY_10ms_1
        RET
DELAY_100ms:MOV R7,#100
DELAY_100ms_1:MOV R6,#0E6H
DELAY_100ms_2:NOP
        NOP
        DJNZ R6,DELAY_100ms_2
        DJNZ R7,DELAY_100ms_1
        RET
DELAY_1s:MOV R5,#100
DELAY_1s_1:ACALL DELAY_10ms
        DJNZ R5,DELAY_1s_1
        RET

```

```

=
; 0123456789ABCDEF
TITLE_1: DB'Real Time Clock '
SCR_SET_DATE:DB 'Date : dd?mm/yy'
SCR_SET_TIME:DB 'Time : hh/mm/ss'
MONTH_JAN: DB 'Jan'
MONTH_FEB: DB 'Feb'
MONTH_MAR: DB 'Mar'
MONTH_APR: DB 'APR'
MONTH_MAY: DB 'May'
MONTH_JUN: DB 'Jun'
MONTH_JUL: DB 'Jul'
MONTH_AUG: DB 'Aug'
MONTH_SEP: DB 'Sep'
MONTH_OCT: DB 'Oct'
MONTH_NOV: DB 'Nov'
MONTH_DEC: DB 'Dec'
END

```

บันทึกผลการทดลอง

สรุปผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากโปรแกรมการทดลองของไอซี DS 1307 โปรแกรมสามารถแสดงค่าอะไรบ้าง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 6

ตรวจจับอุณหภูมิ DS1820

จุดประสงค์

1. เพื่อให้ให้นักศึกษาสามารถสั่งงาน ไอซีตรวจจับอุณหภูมิได้
2. เพื่อให้ให้นักศึกษาสามารถเขียน โปรแกรม เพื่อควบคุม ไอซีตรวจจับอุณหภูมิได้

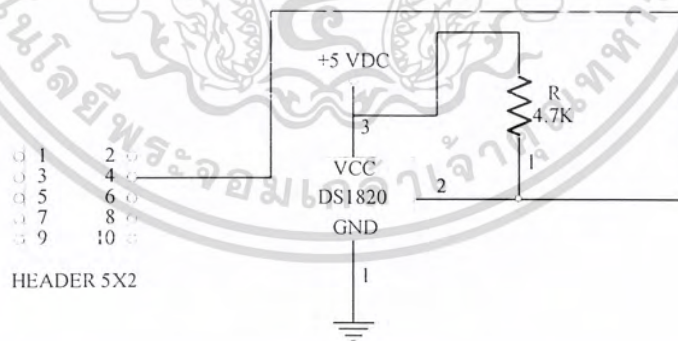
อุปกรณ์การทดลอง

1. ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์

1 ชุด

ทฤษฎีเบื้องต้น

ในการแสดงค่าอุณหภูมิของ DS1820 บน โมดูลแอลซีดีจะต้องมีการแปลงค่าข้อมูลของ DS1820 เพื่อให้ได้ข้อมูลนำไปแสดงบน โมดูลแอลซีดี โดยนำข้อมูลที่แปลงได้จะสามารถแสดงเป็นตัวเลข 3 หลัก ถ้าหากข้อมูลต่ำกว่า 100 จะไม่แสดงหลักร้อยการแปลงข้อมูลดังกล่าวต้องใช้กระบวนการ โปรแกรมย่อยข้อมูลเลขฐานสิบหกเพื่อแสดงบน โมดูลแอลซีดีได้



รูปที่ 1 วงจรทดลองการใช้ไอซีตรวจจับอุณหภูมิ DS1820

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ดึงสวิทช์ 8 ช่อง ที่วงจรเมนบอร์ดของชุดทดลองให้อยู่ตำแหน่ง OFF ทุกตัว
2. ป้อนโปรแกรมดังต่อไปนี้แล้วสังเกตผลที่เกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

ORG 0000H
ONEWIRE BIT P2.7
LCD_EN BIT P3.6
LCD_RS BIT P3.7
FLAG EQU 02FH
BUSY BIT FLAG.0
LCD_ADDR EQU 030H
LCD_DATA EQU 031H
ONEWIRE_DATA EQU 032H
TEMP EQU 033H
ORG 0000H
MOV P0, #0000000B
SETB ONEWIRE

MAIN:
ACALL INIT_LCD
MOV LCD_ADDR, #000H
ACALL SET_ADDR_LCD
MOV DPTR, #TITLE_1
ACALL WRLINE_LCD
ACALL DELAY_1s
ACALL DELAY_1s
MOV LCD_ADDR, #000H
ACALL SET_ADDR_LCD
MOV DPTR, #SCR_TEMP
ACALL WRLINE_LCD

LOOP:
ACALL DS1820_RST
ACALL DS1820_PRES
MOV ONEWIRE_DATA, #0CCH
ACALL DS1820_WR
MOV ONEWIRE_DATA, #044H
ACALL DS1820_WR
SETB BUSY

PRES_CHK_LOOP:
ACALL DS1820_RST
ACALL DS1820_PRES
JB BUSY, PRES_CHK_LOOP
NOP
NOP
NOP
NOP
ACALL DS1820_RST
ACALL DS1820_PRES
MOV ONEWIRE_DATA, #0CCH
ACALL DS1820_WR
MOV ONEWIRE_DATA, #0BEH
ACALL DS1820_WR
ACALL DS1820_RD
MOV TEMP, ONEWIRE_DATA
ACALL DS1820_RST
ACALL DS1820_PRES
MOV LCD_ADDR, #040H
ACALL SET_ADDR_LCD
MOV A, TEMP
CLR C
RRC A
MOV LCD_DATA, A
ACALL HEX2LCD

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV    LCD_ADDR,#044H
ACALL  SET_ADDR_LCD
MOV    A,TEMP
JNB    ACC,TEMP
MOV    LCD_DATA,#'5'
AJMP   WRITE_NEXT
WRITE_OC: MOV    LCD_DATA,#'0'
WRITE_NEXT: ACALL  WRCHAR_LCD
          ACALL  DELAY_1s
          AJMP   LOOP
HEX2LCD: PUSH  ACC
          MOV    A,LCD_DATA
          MOV    B,#100
          DIV   AB
          ADD   A,#030H
          CJNE  A,#030H,HEX2_LCD_NX
HEX2_LCD_NX:MOV    LCD_DATA,A
          ACALL  WRCHAR_LCD
          MOV    A,B
          MOV    B,#10
          DIV   AB
          ADD   A,#030H
          MOV    LCD_DATA,A
          ACALL  WRCHAR_LCD
          POP   ACC
          RET
DS1820_RD: MOV    R4,#8
          CLR   A
DS1820_RD_LOOP:CLR   ONEWIRE
          NOP
          NOP
          SETB  ONEWIRE
          NOP
          NOP
          NOP
          NOP
          MOV   C,ONEWIRE
          ACALL ONEWIRE_DELAY
          RRC   A
          DJNZ  R4,DS1820_RD_LOOP
          MOV   ONEWIRE_DATA,A
          RET
DS1820_WR: MOV    R4,#8
          MOV   A,ONEWIRE_DATA
DS1820_WR_LOOP:RRC   A
          JNC   DS1820_WR_L
          CLR   ONEWIRE
          NOP
          NOP
          NOP
          NOP

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        SETB  ONEWIRE
        ACALL ONEWIRE_DELAY
        AJMP  DS1820_WR_NX
DS1820_WR_L: CLR  ONEWIRE
        ACALL ONEWIRE_DELAY
        SETB  ONEWIRE
        NOP
        NOP
        NOP
        NOP
DS1820_WR_NX: DJNZ R4, DS1820_WR_LOOP
        RET

DS1820_RST: CLR ONEWIRE
        ACALL DELAY_1ms
        SETB  ONEWIRE
        MOV   R4, #8
        DJNZ R4, $
        RET

DS1820_PRES: MOV   R4, #8
DS1820_PRES_1: MOV R3, #0
DS1820_PRES_2: JNB
        ONEWIRE, DS1820_PRES_3
        DJNZ  R3, DS1820_PRES_2
        DJNZ  R4, DS1820_PRES_1
        RET
DS1820_PRES_3: JNB ONEWIRE, $
        MOV   R4, #8
        DJNZ R4, $
        CLR  BUSY
        RET

INIT_LCD: ACALL DELAY_100ms
        CLR  LCD_RS
        MOV  P0, #00111000B
        ACALL LCD_CLK
        ACALL DELAY_10ms
        MOV  P0, #00111000B
        ACALL LCD_CLK
        ACALL LCD_OFF
        ACALL LCD_CLR
        MOV  P0, #00000110B
        ACALL LCD_CLK
        ACALL LCD_HOME

LCD_CLR: CLR  LCD_RS
        MOV  P0, #00000001B
        ACALL LCD_CLK
        RET

LCD_HOME: CLR LCD_RS
        MOV  P0, #00000010B
        ACALL LCD_CLK
        RET

LCD_OFF: CLR LCD_RS
        MOV  P0, #00001000B
        ACALL LCD_CLK
        RET

LCD_CLK: SETB LCD_EN

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        ACALL LCD_DELAY
        CLR   LCD_EN
        ACALL LCD_DELAY
        RET
LCD_ON:  CLR   LCD_RS
        MOV   P0,#00001100B
        ACALL LCD_CLK
        RET

SET_ADDR_LCD:CLR LCD_RS
        MOV   A,LCD_ADDR
        SETB ACC.7
        MOV   P0,A
        ACALL LCD_CLK
        RET

WRCHAR_LCD: SETB LCD_RS
        MOV   P0,LCD_DATA
        ACALL LCD_CLK
        ACALL LCD_ON
        RET
WRLINE_LCD: MOV   R0,#0
WRLINE_LCD_1:SETB LCD_RS
        CLR   A
        MOVC  A,@A+DPTR
        MOV   P0,A
        ACALL LCD_CLK
        INC   DPTR
        INC   R0
        CJNE  R0,#8,WRLINE_LCD_1
        MOV   LCD_ADDR,#040H
        ACALL SET_ADDR_LCD
WRLINE_LCD_2:SETB LCD_RS
        CLR   A
        MOVC  A,@A+DPTR
        MOV   P0,A
        ACALL LCD_CLK
        INC   DPTR
        INC   R0
        CJNE  R0,#16,WRLINE_LCD_2
        ACALL LCD_ON
        RET

ONEWIRE_DELAY:MOV R6,#012H
ONEWIRE_DELAY_1:NOP
        NOP
        DJNZR 6,ONEWIRE_DELAY_1
        RET

LCD_DELAY:  MOV   R7,#002
LCD_DELAY_1:MOV R6,#0E6H
LCD_DELAY_2:NOP
        NOP
        DJNZ  R6,LCD_DELAY_2
        DJNZ  R7,LCD_DELAY_1
        RET

DELAY_50us: MOV   R6,#00CH
DELAY_50us_1:NOP
        NOP

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        DJNZ R6,DELAY_50us_1
        RET

DELAY_100us:MOV R6,#017H
DELAY_100us_1: NOP
        NOP
        DJNZ R6,DELAY_100us_1
        RET

DELAY_1ms: MOV R6,#0E6H
DELAY_1ms_1: NOP
        NOP
        DJNZ R6,DELAY_1ms_1
        RET

DELAY_10ms: MOV R7,#010
DELAY_10ms_1: MOV R6,#0E6H
DELAY_10ms_2: NOP
        NOP
        DJNZ R6,DELAY_10ms_2
        DJNZ R7,DELAY_10ms_1
        RET

DELAY_100ms:MOV R7,#100
DELAY_100ms_1: MOV R6,#0E6H
DELAY_100ms_2: NOP
        NOP
        DJNZ R6,DELAY_100ms_2
        DJNZ R7,DELAY_100ms_1
        RET

DELAY_1s: MOV R5,#100
DELAY_1s_1: ACALL DELAY_10ms
        DJNZ R5,DELAY_1s_1
        RET

;0123456789ABCDEF
TITLE_1:DB '1-WIRE DS1820'
SCR_TEMP:DB 'Temp: ',0DEH,'C'
        END

```

บันทึกผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากโปรแกรมการทดลองส่วนใดของโปรแกรมที่แสดง คำว่า TEMP: C บนจอแสดงผลแบบพลิกเหลว



ใบงานที่ 7

การเปลี่ยนแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นแอนาล็อก

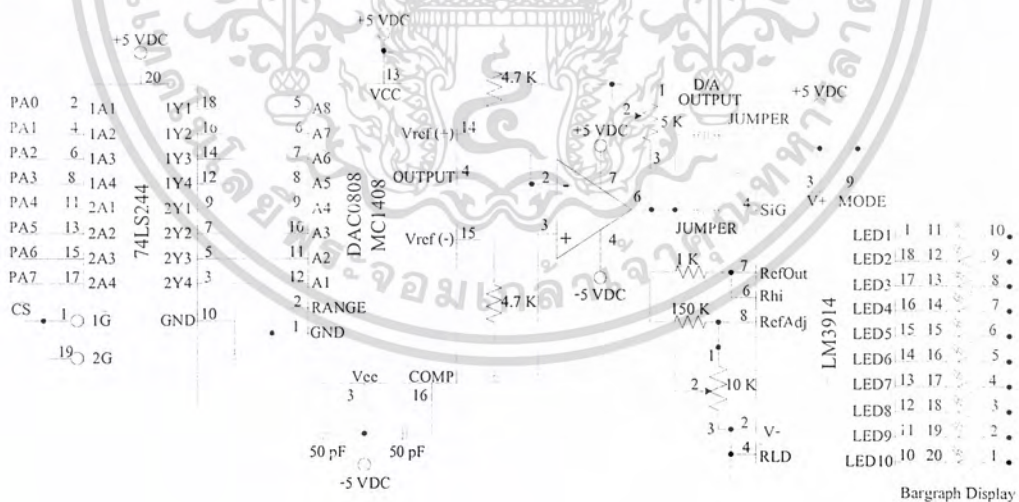
จุดประสงค์

1. เพื่อให้ นักศึกษาสามารถสังงานวงจรแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นแอนาล็อกได้
2. เพื่อให้ นักศึกษาสามารถเขียนโปรแกรม เพื่อควบคุมวงจรแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นแอนาล็อกได้

อุปกรณ์การทดลอง

1. เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง
2. ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ 1 ชุด

ทฤษฎีเบื้องต้น



รูปที่ 1 วงจรแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นแอนาล็อก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากวงจรรูปที่ 1 ใช้ไอซี 74LS245 ทำหน้าที่เป็นตัวล้างข้อมูล โดยไอซี 74LS245 ทำหน้าที่ล้างข้อมูลของ พอร์ต A และใช้ไอซี DAC0808 เป็นตัวแปลงสัญญาณดิจิทัลแอนาลอกและเอาต์พุตจะถูกต่อเข้ากับออปแอมป์ ซึ่งเป็นบัฟเฟอร์โวลต์เตจ 1:1 โดยที่เอาต์พุตจากออปแอมป์จะต่อไปที่เอาต์พุต วงจรแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นแอนาลอก เพื่อใช้สำหรับต่อไปใช้วงจรอื่น เช่น วงจรแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิทัลเป็นต้นและสามารถการเปลี่ยนแปลงค่า เอาต์พุต จากไดโอดเปล่งแสง

โดยต่อสายจัมป์ของไอซี LM3914 ซึ่งจัดให้อยู่ในโหมดของ บาร์กราฟโดยบาร์กราฟแสดงผลจะติดไล่เรียงกันไปตามค่าไบนารี

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ดิวสวิตช์ 8 ช่อง ที่วงจรเมนบอร์ดของชุดทดลองให้อยู่ตำแหน่ง OFF ทุกตัว
2. ป้อนโปรแกรมดังต่อไปนี้แล้วสังเกตผลที่เกิดขึ้น

```

ORG 00H
PA EQU 00FH
PB EQU 001FH
CP EQU 003FH
TIME EQU 10H
DATA EQU 19H ; 19 H = BARGRAPH DISPLAY ลิด 1 ควาง
; 32 H = BARGRAPH DISPLAY ลิด 2 ควาง
; 4B H = BARGRAPH DISPLAY ลิด 3 ควาง
ACALL DELAY
MOV DPTR, #CP
MOV A, #80H ; PORT A, B = OUTPUT
MOVX @DPTR, A
MOV A, #DATA
MOV DPTR, #PA
MOV @DPTR, A
SJMP $
DELAY MOV R0, #0FFH
DJNZ R0, $
RET
END
    
```

บันทึกผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากโปรแกรมในการทดลอง ถ้าต้องการแรงดัน 2.5 โวลต์ ออกที่เอาต์พุตของออปแอมป์ จะต้องเขียนโปรแกรมอย่างไร



ใบงานที่ 8

วงจรสวิตช์เมตริกซ์ขนาด 4 x 7 ตัว

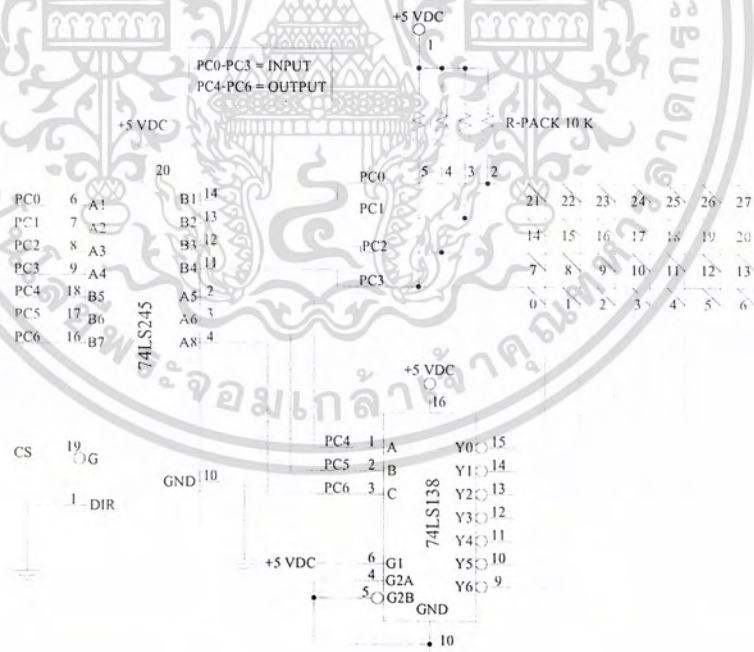
จุดประสงค์

1. เพื่อให้ นักศึกษาสามารถสังงานวงจรสวิตช์เมตริกซ์ ขนาด 4 x 7 ตัวได้
2. เพื่อให้ นักศึกษาสามารถเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมวงจรเมตริกซ์ ขนาด 4 x 7 ตัวได้

อุปกรณ์การทดลอง

1. ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์

ทฤษฎีเบื้องต้น



รูปที่ 1 วงจรเมตริกซ์ขนาด 4 x 7 ตัว

จากวงจรใช้ไอซี 74LS245 เป็นตัวค้าง (Latch) ข้อมูลอินพุต/เอาต์พุตของข้อมูล โดยกำหนดทางฮาร์ดแวร์ซึ่งควรวัดจาก 8255 กำหนดให้พอร์ต C บิต 0- 3 เป็นอินพุตและบิต 4 – 6 เป็นเอาต์พุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรทำการส่งสัญญาณเลือกไปที่ขาของ CS ของ 74LS245 ทำการถอดรหัสเลือกหลักของสวิตช์เมตริกซ์โดยใช้พอร์ต C และรับอินพุตจากสวิตช์เมตริกซ์ทางพอร์ต C ดัง

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ดิพสวิตช์ 8 ช่อง ที่วงจรเมนบอร์ดของชุดทดลองให้อยู่ตำแหน่ง OFF ทุกตัว
2. ป้อน โปรแกรมดังต่อไปนี้แล้วสังเกตผลที่เกิดขึ้น

```

ORG    000H
PA     EQU    000DH
B      EQU    001DH
PORT_C EQU    0024H
CP     EQU    0034H
ROW    EQU    20H
COL    EQU    21H
KEY    EQU    22H
BOX    EQU    23H
BIN    EQU    24H
TIME   EQU    08H
HEXBUF EQU    26H
LCALL  DELAY
MOV    DPTR, #CP
MOV    A, #81H ; Port_C Upper = OUT ; Port_C Lower = IN
MOVX  @DPTR, A
CLR    A
MOV    COL, A
MOV    KEY, A
MOV    HEXBUF, #40H ; 40H '-'
MOV    HEXBUF+1, #40H ; 40H '-'
CLR    BOX
LOOP:  JNB    BOX, SCAN
      MOV    P1, KEY ; DISPLAY P1
SCAN:  ACALL  CHK_DIS
      MOV    A, COL
      SWAP  A
      MOV    DPTR, #PORT_C
      MOVX  @DPTR, A
      JNB   BOX, CHK_IN
      MOV    A, KEY
      SWAP  A
      ANL   A, #0FH
      CJNE  A, COL, CHK_KEY
      MOV    A, KEY
      ANL   A, #0FH
      MOV    ROW, A
      MOVX  A, @DPTR
      ANL   A, #0FH
      CJNE  A, #0FH, CHK_KEY
      CLR    BOX
CHK_IN: MOVX  A, @DPTR
      ANL   A, #0FH
      CJNE  A, #0FH, CHK_COL

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

S JMP  CHK_KEY
CHK_COL  MOV  KEY,A
MOV  A, COL
SWAP  A
ANL  A,#0F0H
ORL  A,KEY
MOV  KEY,A
SETB  BOX
CHK_KEY  MOV  A,COL
INC  A
CJNE  A,#08H,ADD_COL
MOV  A,#00H
ADD_COL  MOV  COL,A
S JMP  LOOP
CHK_DIS  PUSH  ACC
MOV  A,KEY
CJNE  A,BIN,TOY
ACALL  DISPLAY
S JMP  EX_TOY

TOY:
EX_TOY:
SEGMENT:
ACALL  SEGMENT
POP  ACC
RET
PUSH  ACC
PUSH  DPH
PUSH  DPL
MOV  A,KEY
MOV  R3,A
SWAP  A
ANL  A,#0FH
MOV  R2,A ;DIGIT HIGH
ACALL  HTOSX
MOV  A,R3
ANL  A,#0FH
MOV  R2,A ;DIGIT LOW
ACALL  HTOSX
MOV  HEXBUF+1,A
ACALL  DISPLAY
POP  DPL
POP  DPH
POP  ACC
RET

HTOSX:
MOV  A,R2
ANL  A,#0FH
MOV  R2,A
MOV  DPTR,#SEG ;TABLE 7 - SEGMENT
MOV  A,DPL
ADD  A,R2
MOV  DPL,A
MOV  A,DPH
ADDC A,#00H
MOV  DPH,A
CLR  A
MOVC A,@A+DPTR
RET

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

SEG:      DB  3FH , 06H, 5BH, 4FH; 0 1 2 3
          DB  66H , 6DH, 7DH, 07H ; 4 5 6 7
          DB  7FH , 6FH, 77H, 7CH ; 8 9 A B
          DB  39H , 5EH, 79H, 71H ; C D E F

DISPLAY:  PUSH  ACC
          PUSH  DPH
          PUSH  DPL
          MOV   R4, #02H
          MOV   R5, #03H
          MOV   R0, #HEXBUF; BUFFER DATA

LP_DATA:  MOV   DPTR, #0F800H
          MOV   A, @R0
          MOVB @DPTR, A
          MOV   TIME, #05H ; DELAY 7 - SEGMENT
          LACALL DELAY
          INC   R0
          INC   R5
          DJNZ  R4, LP_DATA
          POP   DPL
          POP   DPH
          POP   ACC
          RET

DELAY:    MOV   R7, #TIME
DEL:      MOV   R6, #00H
          DJNZ  R6, $
          DJNZ  R7, DEL
          RET
          END

```

เมื่อทำการรัน โปรแกรมและกดสวิทช์ทดสอบ ผลเอาต์พุตจะแสดงที่วงจรมแสดงผลแบบ 7 ส่วน บนที่ค่าลงใน ตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดลองวงจรมetriกรขนาด 4X7 ตัว

ลำดับที่	กลุ่ม	ตัวเลขที่ 7 - SEGMENT
1	FUNC	07
2	SFR	
3	INTER	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกผลการทดลอง

สรุปผลการทดลอง

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากโปรแกรมในการทดลอง ถ้าต้องการทำให้กวาดหลักที่ 1 และหลักที่ 2 จะต้องเขียนโปรแกรมอย่างไร



ใบงานที่ 9

การแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิตอล

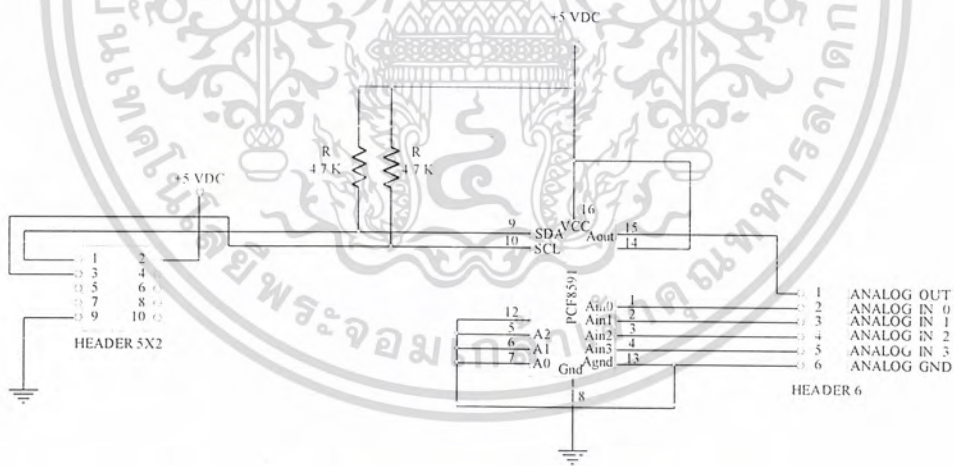
จุดประสงค์

1. เพื่อให้ นักศึกษาสามารถตั้งงานการแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิตอลได้
2. เพื่อให้ นักศึกษาสามารถเขียน โปรแกรมเพื่อควบคุมการแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิตอลได้

อุปกรณ์การทดลอง

1. ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์

ทฤษฎีเบื้องต้น



รูปที่ 1 วงจรเปลี่ยนแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิตอล

หลักการออกแบบออกบวงจรนี้ คือ การใช้ไอซี PCF8591ซึ่งต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยจะส่งออกมาเข้าที่ P1.0 และ P1.1 และรับสัญญาณแอนาลอกเข้ามาส่งออกเป็นสัญญาณดิจิตอล แสดงดังรูปที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ดิพลวิตซ์ 8 ช่องที่วงจรมอนิเตอร์ของชุดทดลองให้อยู่ตำแหน่ง Off ทุกตัว
2. ป้อนโปรแกรมดังต่อไปนี้แล้วสังเกตผลที่เกิดขึ้น

```

ORG    0000H
MOV    PO, #00000000B
SETB   SDA
SETB   SCL

MAIN:   CALL  INIT_LCD
        MOV   LCD_ADDR, #000H
        ACALL SET_ADDR_LCD
        MOV   DPTR, #TITLE_1
        ACALL WRLINE_LCD
        ACALL DELAY_1s
        ACALL DELAY_1s
        MOV   DA_DATA, #0

MAIN_LOOP: MOV   CHANNEL, #0
          MOV   R1, #BUFFER Pointer
          MOV   R4, #4

CONVERSION_LOOP: MOV   A, CHANNEL
                ADD   A, #01000000B Byte
                MOV   CONTROL, A
                ACALL PCF8591_WR
                ACALL PCF8591_RD
                ACALL PCF8591_RD

                MOV   @R1, AD_DATA
                INC   R1
                INC   CHANNEL
                DJNZ  R4, CONVERSION_LOOP
                MOV   LCD_ADDR, #000H
                ACALL SET_ADDR_LCD
                MOV   DPTR, #SCR_DA
                ACALL WRLINE_LCD
                MOV   LCD_ADDR, #045H

                ACALL SET_ADDR_LCD
                MOV   LCD_DATA, DA_DATA          ACALL HEX2LCD
                INC   DA_DATA
                ACALL DELAY_1s

                MOV   R1, #BUFFER
                MOV   LCD_ADDR, #000H
                ACALL SET_ADDR_LCD
                MOV   DPTR, #SCR_AD01
                ACALL WRLINE_LCD

                MOV   LCD_ADDR, #004H
                ACALL SET_ADDR_LCD
                MOV   LCD_DATA, @R1
                ACALL HEX2LCD

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

INC          R1
MOV          LCD_ADDR, #044H
ACALL       SET_ADDR_LCD
MOV          LCD_DATA, @R1
ACALL       HEX2LCD

ACALL       DELAY_1s
INC          R1
MOV          LCD_ADDR, #000H
ACALL       SET_ADDR_LCD
MOV          DPTR, #SCR_AD23
ACALL       WRLINE_LCD

MOV          LCD_ADDR, #004H
ACALL       SET_ADDR_LCD
MOV          LCD_DATA, @R1
ACALL       HEX2LCD

INC          R1
MOV          LCD_ADDR, #044H
ACALL       SET_ADDR_LCD
MOV          LCD_DATA, @R1
ACALL       HEX2LCD

ACALL       DELAY_1s
AJMP        MAIN_LOOP
HEX2LCD:    PUSH    ACC
MOV         A, LCD_DATA
MOV         B, #16

DIV         AB
ADD         A, #030H
MOV         LCD_DATA, A
ACALL       HEX_CHK
ACALL       WRCHAR_LCD
MOV         A, B
ADD         A, #030H
MOV         LCD_DATA, A
ACALL       HEX_CHK
ACALL       WRCHAR_LCD
POP         ACC
RET

HEX_CHK:    MOV     A, LCD_DATA
            CJNE   A, #03AH, CHK_OTHER
CHK_OTHER:  JNC     CONV_2_ALPHA
            RET

CONV_2_ALPHA: ADD  A, #7
            MOV   LCD_DATA, A
            RET

INIT_LCD:   ACALL  DELAY_100ms
            CLR   LCD_RS
            MOV   P0, #00111000B    ACALL  LCD_CLK
            ACALL  DELAY_10ms
            MOV   P0, #00111000B
            ACALL  LCD_CLK

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        ACALL LCD_OFF      ACALL LCD_CLR
        MOV   P0,#00000110B
        ACALL      LCD_CLK
        ACALL      LCD_HOME

LCD_CLR:  CLR   LCD_RS
        MOV   P0,#00000001B
        ACALL LCD_CLK
        RET

LCD_HOME: CLR   LCD_RS
        MOV   P0,#00000010B
        ACALL LCD_CLK
        RET

LCD_OFF:  LR    LCD_RS
        MOV   P0,#00001000B
        ACALL LCD_CLK
        RET

LCD_CLK:  SETB  LCD_EN
        ALL   LCD_DELAY
        CLR   LCD_EN
        ACALL LCD_DELAY
        RET

LCD_ON:   CLR   LCD_RS
        MOV   P0,#00001100B ; Display On
        ACALL LCD_CLK
        RET

SET_ADDR_LCD: LR   LCD_RS
        MOV   A,LCD_ADDR
        SETB ACC.7
        MOV   P0,A
        ACALL LCD_CLK
        RET

WRCHAR_LCD: SETB  LCD_RS
        MOV   P0,LCD_DATA
        ACALL LCD_CLK
        ACALL LCD_ON
        RET

WRLINE_LCD: MOV   R0,#0
WRLINE_LCD_1: SETB LCD_RS
        CLR   A
        MOVC A,@A+DPTR
        MOV   P0,A
        ACALL LCD_CLK
        INC   DPTR
        INC   R0

        CJNE  R0,#8,WRLINE_LCD_1
        MOV   LCD_ADDR,#040H
        ACALL SET_ADDR_LCD
WRLINE_LCD_2: SETB LCD_RS
        CLR   A
        MOVC A,@A+DPTR
        MOV   P0,A
        ACALL LCD_CLK
        INC   R0
        CJNE  R0,#16,WRLINE_LCD_2

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

ACALL LCD_ON
RET

PCF8591_RD: MOV    I2C_ADDR,#PCF8591_ID+1
ACALL    I2C_SLAVE
ACALL    I2C_DATA_RD
MOV     AD_DATA,I2C_DATA
ACALL    I2C_NACK_BIT
ACALL    I2C_STOP

RET

PCF8591_WR: MOV    I2C_ADDR,#PCF8591_ID Write Slave
ACALL    I2C_SLAVE
MOV     I2C_DATA,CONTROL
ACALL    I2C_DATA_WR
MOV     I2C_DATA,DA_DATA
ACALL    I2C_DATA_WR
ACALL    I2C_STOP

RET

I2C_DATA_WR: PUSH  ACC
ETB    I2C_ACK
MOV    A,I2C_DATA
MOV    R5,#008
I2C_DATA_WR_1: RLC  A
MOV    SDA,C
ACALL  I2C_CLK
DJNZ  R5,I2C_DATA_WR_1
SETB  SDA
ACALL  I2C_DELAY
SETB  SCL
ACALL  I2C_DELAY
JB    SDA,I2C_DATA_WR_2
CLR   I2C_ACK
I2C_DATA_WR_2: CLR  SCL
POP   ACC
RET

I2C_DATA_RD: PUSH  ACC
CLR   A
MOV   R5,#008

I2C_DATA_RD_1: ACALL  I2C_DELAY
SETB  SCL
ACALL  I2C_DELAY
MOV   C,SDA
RLC   A
CLR   SCL
DJNZ  R5,I2C_DATA_RD_1
MOV   I2C_DATA,A
POP   ACC

RET

I2C_SLAVE:  PUSH  ACC    SETB I2C_ACK
MOV        A,I2C_ADDR
ACALL     I2C_START
MOV        R5,#008

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

I2C_SLAVE_1: RLC
                MOV     SDA,C
                ACALL  I2C_CLK
                DJNZ   R5,I2C_SLAVE_1
                SETB   SDA
                ACALL  I2C_DELAY
                SETB   SCL
                ACALL  I2C_DELAY
                JB     SDA,I2C_SLAVE_2
                CLR    I2C_ACK
I2C_SLAVE_2: CLR    SCL
                POP    ACC
                RET
I2C_START:   JNB    SCL,I2C_START_1
                CLR    SCL
I2C_START_1: SETB   SDA
                SETB   SCL
                ACALL  I2C_DELAY
                CLR    SDA
                ACALL  I2C_DELAY
                CLR    SCL
                RET
I2C_STOP:    JNB    SCL,I2C_STOP_1
                CLR    SCL
I2C_STOP_1: CLR    SDA
                ACALL  I2C_DELAY
                SETB   SCL
                ACALL  I2C_DELAY
                SETB   SDA
                RET
I2C_CLK: CALL  I2C_DELAY
                SETB   SCL
                ACALL  I2C_DELAY
                CLR    SCL
                RET
I2C_ACK_BIT: CLR    SDA
                ACALL  I2C_DELAY
                ACALL  I2C_CLK
                SETB   SDA
                RET
I2C_NACK_BIT: SETB  SDA
                ACALL  I2C_DELAY
                ACALL  I2C_CLK
                SETB   SCL
                RET
I2C_DELAY:   MOV    R6,#00CH
I2C_DELAY_1: NOP
                DJNZ   R6,I2C_DELAY_1
                RET
LCD_DELAY:   MOV    R7,#002
LCD_DELAY_1: MOV    R6,#0E6H
LCD_DELAY_2: NOP
                DJNZ   R6,LCD_DELAY_2
                DJNZ   R7,LCD_DELAY_1
                RET

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

DELAY_10ms: MOV    R7, #010
DELAY_10ms_1: MOV   R6, #0E6H
DELAY_10ms_2: NOP
                DJNZ R6, DELAY_10ms_2
                DJNZ R7, DELAY_10ms_1
                RET

DELAY_100ms: MOV   R7, #100
DELAY_100ms_1: MOV  R6, #0E6H
DELAY_100ms_2: NOP
                DJNZ R6, DELAY_100ms_2
                DJNZ R7, DELAY_100ms_1
                RET

DELAY_1s: MOV     R5, #100
DELAY_1s_1: ACALL DELAY_10ms
                DJNZ R5, DELAY_1s_1
                RET

TITLE_1:  DB      'I2C 8591 A/D D/A'
SCR_AD01: DB      'Ch0: H Ch1: H '
SCR_AD23: DB      'Ch2: H Ch3: H '
SCR_DA:  DB      'Analog Out: H'

                END

```

บันทึกผลการทดลอง

สรุปผลการทดลอง

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากวงจรการทดลองการอ่านค่าข้อมูลอินพุตถ้าต้องให้อิซี PCF8591 ทำงานจะต้องกำหนดแอดเดรสที่ตำแหน่งใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 10

วงจร PCF8574 ขยายพอร์ต

จุดประสงค์

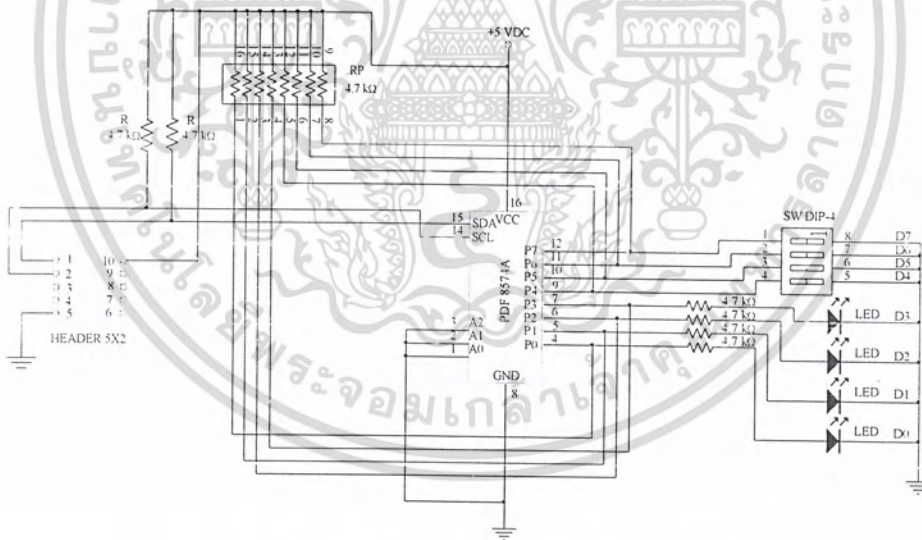
1. เพื่อให้ นักศึกษาสามารถสั่งงาน ไอซีตรวจจับอุณหภูมิได้
2. เพื่อให้ นักศึกษาสามารถเขียน โปรแกรมเพื่อควบคุม ไอซีตรวจจับอุณหภูมิได้

อุปกรณ์การทดลอง

1. ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์

1 ชุด

ทฤษฎีเบื้องต้น



รูปที่ 1 วงจรติดต่อกับพอร์ตไมโครคอนโทรลเลอร์กับ แอลอีดี 8 ดวง

หลักการของวงจรนี้ คือ การต่อวงจรรับอินพุตจากพอร์ตไมโครคอนโทรลเลอร์มาแสดงผลให้เห็นถึงการส่งข้อมูลเอาต์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์แสดงดังรูป 4.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ดิฟฟิวต์ซ์ 8 ช่องที่วงจรเมนบอร์ดของชุดทดลองให้อยู่ตำแหน่ง Off ทุกตัว
2. ป้อน โปรแกรมดังต่อไปนี้แล้วสังเกตผลที่เกิดขึ้น

```

SDA    BIT    P1.0
SCL    BIT    P1.1
DRIVER_LE BIT    P1.4
FLAG   EQU    02FH
I2C_ACK BIT    FLAG.0
I2C_ADDR EQU    033H
I2C_DATA EQU    034H
IO_DATA EQU    035H
OUT_DATA EQU    036H

PCF8574_ID EQU    01110000B ; PCF8574A:000 Slave Address
ORG    0000H
MOV    P0,#00000000B
MOV    P1,#11101111B
MAIN:  MOV    OUT_DATA,#00010001B
LOOP:  MOV    A,OUT_DATA
        MOV    B,A
        RL    A
        MOV    OUT_DATA,A
        MOV    A,B
        ANL   A,#00001111B
        MOV    R1,A
        ORL   A,#11110000B
        MOV    IO_DATA,A
        ACALL PCF8574_WR

        ACALL PCF8574_RD
        MOV    A,IO_DATA
        ANL   A,#11110000B
        ADD   A,R1
        MOV    P0,A
        ACALL DRIVE_LE_CLK
        ACALL DELAY_100ms
        AJMP  LOOP

DRIVE_LE_CLK:SETB DRIVER_LE
        NOP
        CLR   DRIVER_LE
        NOP
        RET

PCF8574_RD: MOV    I2C_ADDR,#PCF8574_ID+1
        ACALL I2C_SLAVE
        ACALL I2C_DATA_RD
        MOV    IO_DATA,I2C_DATA
        ACALL I2C_NACK_BIT
        ACALL I2C_STOP
        RET

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CF8574_WR:  MOV    I2C_ADDR,#PCF8574_ID
            ACALL  I2C_SLAVE
            MOV    I2C_DATA,IO_DATA
            ACALL  I2C_DATA_WR
            ACALL  I2C_STOP
            RET

I2C_DATA_WR: PUSH  ACC
            SETB  I2C_ACK
            MOV   A,I2C_DATA
            MOV   R5,#008
I2C_DATA_WR_1: RLC      A
            MOV   SDA,C
            ACALL I2C_CLK
            DJNZ  R5,I2C_DATA_WR_1
            SETB  SDA
            ACALL I2C_DELAY
            SETB  SCL
            ACALL I2C_DELAY
            JB    SDA,I2C_DATA_WR_2
            CLR   I2C_ACK
I2C_DATA_WR_2: CLR  SCL
            POP   ACC
            RET
I2C_DATA_RD: PUSH  ACC
            CLR   A
            MOV   R5,#008
I2C_DATA_RD_1: ACALL I2C_DELAY
            SETB  SCL
            ACALL I2C_DELAY
            MOV   C,SDA
            RLC   A
            CLR   SCL
            DJNZ  R5,I2C_DATA_RD_1
            MOV   I2C_DATA,A
            POP   ACC
            RET
I2C_SLAVE:  PUSH  ACC
            SETB  I2C_ACK
            MOV   A,I2C_ADDR
            ACALL I2C_START
            MOV   R5,#008
I2C_SLAVE_1: RLC   A
            MOV   SDA,C
            ACALL I2C_CLK
            DJNZ  R5,I2C_SLAVE_1
            SETB  SDA
            ACALL I2C_DELAY
            SETB  SCL
            ACALL I2C_DELAY
            JB    SDA,I2C_SLAVE_2
            CLR   I2C_ACK
I2C_SLAVE_2: CLR  SCL
            POP   ACC
            RET
I2C_START:  JNB   SCL,I2C_START_1
            CLR   SCL

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

I2C_START_1:SETB  SDA
              SETB  SCL
              ACALL I2C_DELAY
              CLR   SDA
              ACALL I2C_DELAY
              CLR   SCL
              RET

I2C_STOP:    JNB   SCL,I2C_STOP_1
              CLR   SCL

I2C_STOP_1: CLR   SDA
              ACALL I2C_DELAY
              SETB  SCL
              ACALL I2C_DELAY
              SETB  SDA
              RET

I2C_CLK:    ACALL I2C_DELAY
              SETB  SCL
              ACALL I2C_DELAY
              CLR   SCL
              RET

I2C_ACK_BIT:CLR  SDA
              ACALL I2C_DELAY
              ACALL I2C_CLK
              SETB  SDA
              RET

I2C_NACK_BIT:SETB SDA
              ACALL I2C_DELAY
              ACALL I2C_CLK
              SETB  SCL
              RET

I2C_DELAY:  MOV   R6,#00CH
I2C_DELAY_1:NOP
              NOP
              DJNZ R6,I2C_DELAY_1
              RET

DELAY_100ms:MOV  R7,#100
DELAY_100ms_1:MOV R6,#0E6H
DELAY_100ms_2:NOP
              NOP
              DJNZ R6,DELAY_100ms_2
              DJNZ R7,DELAY_100ms_1
              RET

```

END

บันทึกผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากวงจรที่ใช้ในการทดลองไอซี PCF8574 ทำหน้าที่อะไร



ใบงานที่ 11

โซลิตสเตทรีเลย์

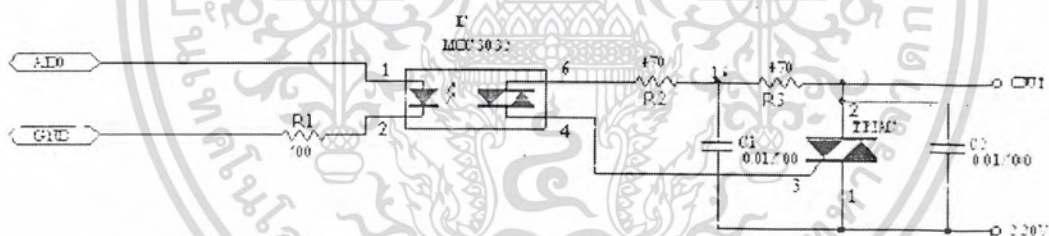
จุดประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถสั่งงาน โซลิตสเตทรีเลย์ได้
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถเขียน โปรแกรมเพื่อควบคุม โซลิตสเตทรีเลย์ได้

อุปกรณ์การทดลอง

- | | |
|------------------------------|-------|
| 1. ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ | 1 ชุด |
| 2. ลำโพง | 1 ชุด |

ทฤษฎีเบื้องต้น



รูปที่ 1 วงจร โซลิตสเตทรีเลย์

จากรูปที่ 1 ไอซี MOC3032 เป็นไอซีเชื่อมโยงทางแสง (OPTO COPLER) เพื่อแยกไฟสูงและไฟต่ำ R1 ควบคุมกระแสไฟให้กับแอลอีดี ในไอซีส่วนด้านไฟสูงจะไหลผ่าน R2,R3 มาเข้าขา 6 แล้วออกทางขา 4 ไอซีไปเข้าขา G ของไทรแอกเพื่อทริกให้ไทรแอกทำงานเนื่องจากไอซี เป็นไอซีแบบไดแอคและทำงานที่แรงดัน 0 โวลต์ ดังนั้นจึงขจัดปัญหาการบวกรวมและยืดอายุการใช้งานของไทรแอกอีกด้วย วงจรนี้ด้านอินพุตสามารถต่อไฟ DC ได้ตั้งแต่ 5-15 โวลต์

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ดิพสวิทช์ 8 ช่อง ที่วงจรมอนิเตอร์ของชุดทดลองให้อยู่ตำแหน่ง OFF ทุกตัว
2. ป้อน โปรแกรมดังต่อไปนี้แล้วสังเกตผลที่เกิดขึ้น

```

                ORG    0000H
                MOV    A, #88H
                MOV    P0, A
                MOV    A, #0EFH
LOOP:          MOV    P0, A
                PUSH  ACC
                MOV    R1, #20H
DEL:           DEC    R1
                MOV    A, R1
                CJNE  R1, #00H, DEL
                XRL   A, #10H
                SJMP  LOOP
                END
  
```

บันทึกผลการทดลอง

สรุปผลการทดลอง

คำถามท้ายการทดลอง

1. จงเขียนโปรแกรมการทำงานโดยสั่งให้ทำงานออกที่พอร์ต P1

ใบงานที่ 12

แอลอีดีคอตเมตริกซ์

จุดประสงค์

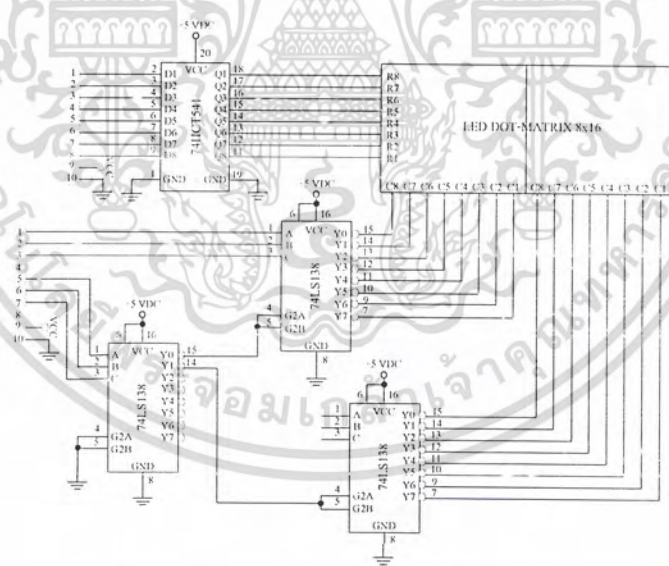
1. เพื่อให้ นักศึกษาสามารถส่งงาน
2. เพื่อให้ นักศึกษาสามารถเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุม

อุปกรณ์การทดลอง

1. ชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์

1 ชุด

ทฤษฎีเบื้องต้น



รูปที่ 1 วงจรแอลอีดีคอตเมตริกซ์ขนาด 8x16

วงจรแอลอีดีคอตเมตริกซ์เป็นการแสดงผลออกมาเป็นตัวเลขหรือตัวอักษร ซึ่งจะประกอบไปด้วย ไดโอดเปล่งแสงจำนวน 128 ดวง การแสดงผลของวงจรแอลอีดีคอตเมตริกซ์จำเป็นต้องอาศัยวงจรถอดรหัสและวงจรขับเพื่อรับอินพุตเป็นบิต การแสดงผลซึ่งในการออกแบบจะใช้ไอซี 74HCT541 เป็นตัวถอดรหัส วงจรที่ออกแบบแสดงดังรูปที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ดิพสวิดซ์ 8 ช่อง ที่วงจรเมนบอร์ดของชุดทดลองให้อยู่ตำแหน่ง OFF ทุกตัว
2. ป้อนโปรแกรมดังต่อไปนี้แล้วสังเกตผลที่เกิดขึ้น

```

ORG    0000H
CLR    A
MOV    P0,A
MOV    P1,A
MOV    P2,A
ACALL  DELAY1

START:  CLR    A
        MOV    R7,#00H
        MOV    DPTR,#DATA

LOOP1:  MOVC   A,@A+DPTR
        MOV    P0,A
        ACALL  DELAY1
        INC    R7
        MOV    A,R7
        CJNE  R7,#09H,LOOP1
        CLR    A
        MOV    R7,#00H
        MOV    DPTR,#DATA

LOOP2:  MOVC   A,@A+DPTR
        MOV    P1,A
        ACALL  DELAY1
        INC    R7
        MOV    A,R7
        CJNE  R7,#09H,LOOP2
        CLR    A
        MOV    R7,#00H
        MOV    DPTR,#DATA

LOOP3:  MOVC   A,@A+DPTR
        MOV    P2,A
        ACALL  DELAY1
        INC    R7
        MOV    A,R7
        CJNE  R7,#09H,LOOP3
        SJMP  START

DATA:  DB01H,02H,04H,08H,10H,20H,40H,80H,00H
DELAY1: MOV    R3,#0FFH
DELAY2: MOV    R4,#0FFH
        DJNZ  R4,$
        DJNZ  R3,DELAY2
        RET

END

```

บันทึกผลการทดลอง

สรุปผลการทดลอง

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากวงจรที่ใช้ในการทดลองไอซีเบอร์ 74HC541 ทำหน้าที่อะไร





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฉลยใบงานที่ 1

1. จงเขียน โปรแกรมแสดงการนับเลข 00-99 แสดงออกที่ตัวแสดงผล 7 ส่วน

```

                                ORG          0000H
                                START:      MOV     R6, #00H
LOOP3:                          MOV     R7, #00H
LOOP2:                          MOV     R5, #0FFH
                                MOV     DPTR, #DATA
LOOP1:                          MOV     A, R7
                                MOVC   A, @A+DPTR
                                MOV     P2, A
                                MOV     P0, #00H
                                ACALL  DELAY_1MS
                                MOV     DPTR, #DATA
                                MOV     A, R6
                                MOVC   A, @A+DPTR
                                MOV     P2, A
                                MOV     P0, #01H
                                ACALL  DELAY_1MS
                                DJNZ   R5, LOOP1
                                INC     R7
                                CJNE   R7, #0AH, LOOP2
                                INC     R6
                                CJNE   R6, #0AH, LOOP3
                                JMP     START
DATA: DB 3FH, 06H, 5BH, 4FH, 66H, 6DH,
        7DH, 07H, 7FH, 6FH
DELAY_1MS: MOV     TMOD, #01H
            MOV     TH0, #0FCH
            MOV     TLO, #67H
            SETB   TR0
WAIT_1MS: JNB     TF0, WAIT_1MS
            CLR    TR0
            CLR    TF0
            RET

DELAY_20MS: MOV     R0, #01
LOOP_20MS:  MOV     TMOD, #01H
            MOV     TH0, #0B7H
            MOV     TLO, #0FFH
            SETB   TR0
WAIT_20MS: JNB     TF0, WAIT_20MS
            CLR    TR0
            CLR    TF0
            DJNZ   R0, LOOP_20MS
            RET

DELAY_1S:   MOV     R0, #50
LOOP_1S:    MOV     TMOD, #01H
            MOV     TH0, #0B7H
            MOV     TLO, #0FFH
            SETB   TR0
WAIT_1S:   JNB     TF0, WAIT_1S

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CLR          TR0
CLR          TF0
DJNZ        R0, LOOP_1S
RET

END

```

เฉลยใบงานที่ 2

1. จากโปรแกรมควบคุมสแต็ปปีงมอเตอร์ถ้าต้องการปรับความเร็วของสแต็ปปีงมอเตอร์ให้หมุนช้าลงจะเขียนโปรแกรมแก้ไขในส่วนใด

```

DELAY_100ms:MOV    R7, #100
              DELAY_100ms_1:
              MOV    R6, #0E6H
              DELAY_100ms_2:  NOP
              NOP
              DJNZ   R6, DELAY_100ms_2
              DJNZ   R7, DELAY_100ms_1
              RET

```

เฉลยใบงานที่ 3

1. จากโปรแกรมการทดลองถ้าต้องการเปลี่ยนบรรทัดที่ 2 แสดงผลเป็น KMITL ED 25 จะต้องเขียนโปรแกรมอย่างไร

```

; *****LOGO PROJECT 2004*****
          NULL EQU OFFH
          TITLE: DB
          "KMITL ED 25", NULL
;TITLE1:  DB "0", NULL
;UNIT:    DB "N", NULL
          END

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฉลยใบงานที่ 4

1. จงเขียน โปรแกรมให้ไดโอดเปล่งแสงวิ่งจากซ้ายไปขวา 15 รอบออกที่พอร์ต P1

```

ORG          0000H
MPOR: MOV    A,P3
        ANL  A,#0FFH
        CJNE A,#0FFH,LOOP1
        JMP  MPOR

LOOP1:  ACALL DELAY1
        CLR  A
        MOV  P1,A
START:  CLR  A
        MOV  R7,#00H
        MOV  DPTR,#DATA
LOOP:   MOVC A,@A+DPTR
        MOV  P1,A
        ACALL DELAY1
        INC  R7
        MOV  A,R7
        CJNE R7,#0EH,LOOP
        SJMP START
DATA:   DB   80H,40H,20H,10H,08H,04H,02H,01H,02H,04H
        ,08H,10H,20H,40H
DELAY1: MOV  R3,#0FFH
DELAY2: MOV  R4,#0FFH
        DJNZ R4,$
        DJNZ R3,DELAY2
        RET
        END

```

เฉลยใบงานที่ 5

1. จากโปรแกรมการทดลองของไอซี DS 1307 โปรแกรมสามารถแสดงค่าอะไรบ้าง

- โปรแกรมจะแสดงวันเดือนปีและเวลา และสามารถตั้งค่าวันและเวลาได้

เฉลยใบงานที่ 6

1. จากโปรแกรมการทดลองส่วนใดของโปรแกรมที่แสดงคำว่า TEMP: C บนจอแสดงผล

แบบผลึกเหลว

```

-;0123456789ABCDEF
TITLE_1:DB ' 1-WIRE DS1820 '

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
SCR_TEMP:  DB    ' Temp:
            ', 0DFH, 'C
```

เฉลยใบงานที่ 7

1. จากโปรแกรมในการทดลอง ถ้าต้องการแรงดัน 2.5 โวลต์ ออกที่เอาต์พุตของออปแอมป์ จะต้องเขียนโปรแกรมอย่างไร

```
ORG        0000H
; PA      EQU        00FH
; PB      EQU        001FH
; CP      EQU        003FH
TIME EQU   10H
DATA EQU   19H
ACALL    DELAY
MOV      DPTR, #CP
MOV A, #80H  PORT A, B = OUTPUT
MOVX    @DPTR, A
MOV     A, #DATA
MOV     DPTR, #PA
MOV     @DPTR, A
SJMP    $
DELAY :MOV R0, #0FFH
        DJNZ R0, $
        RET
        END
```

เฉลยใบงานที่ 8

1. จากโปรแกรมในการทดลอง ถ้าต้องการทำให้กวาดหลักที่ 1 และหลักที่ 2 จะต้องเขียนโปรแกรมอย่างไร

```
CHK_KEY:  MOV     A, COL
          INC     A
          CJNE   A, #02H, ADD_COL
```

เฉลยใบงานที่ 9

1. จากวงจรการทดลองการอ่านค่าข้อมูลอินพุตถ้าต้องให้ไอซี PCF8591 ทำงานจะต้องกำหนดแอดเดรสที่ตำแหน่งใด

- กำหนดแอดเดรสของ PCF8591 ไว้ที่ 000 (ขา A0,A1 และ A2 ต่อลงกราวด์ทั้งหมด) และให้ทำงานในโหมดเขียนข้อมูล (ป้อนข้อมูลลอจิก "0" ให้บิต R/W)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฉลยใบงานที่ 10

- จากวงจรที่ใช้ในการทดลองไอซี PCF8574 ทำหน้าที่อะไร
- ทำหน้าที่เป็นไอซีขยายพอร์ตอินพุตและเอาต์พุต

เฉลยใบงานที่ 11

- จงเขียนโปรแกรมการทำงานโดยสั่งให้ทำงานออกที่พอร์ต P1

```

ORG      0000H
MOV      A, #88H
MOV      P1, A
MOV      A, #0EFH
LOOP:   MOV      P0, A
        PUSH    ACC
        MOV     R1, #20H
DEL:    DEC     R1
        MOV     A, R1
        CJNE   R1, #00H, DEL
        XRL    A, #10H
        SJMP   LOOP
        END
  
```

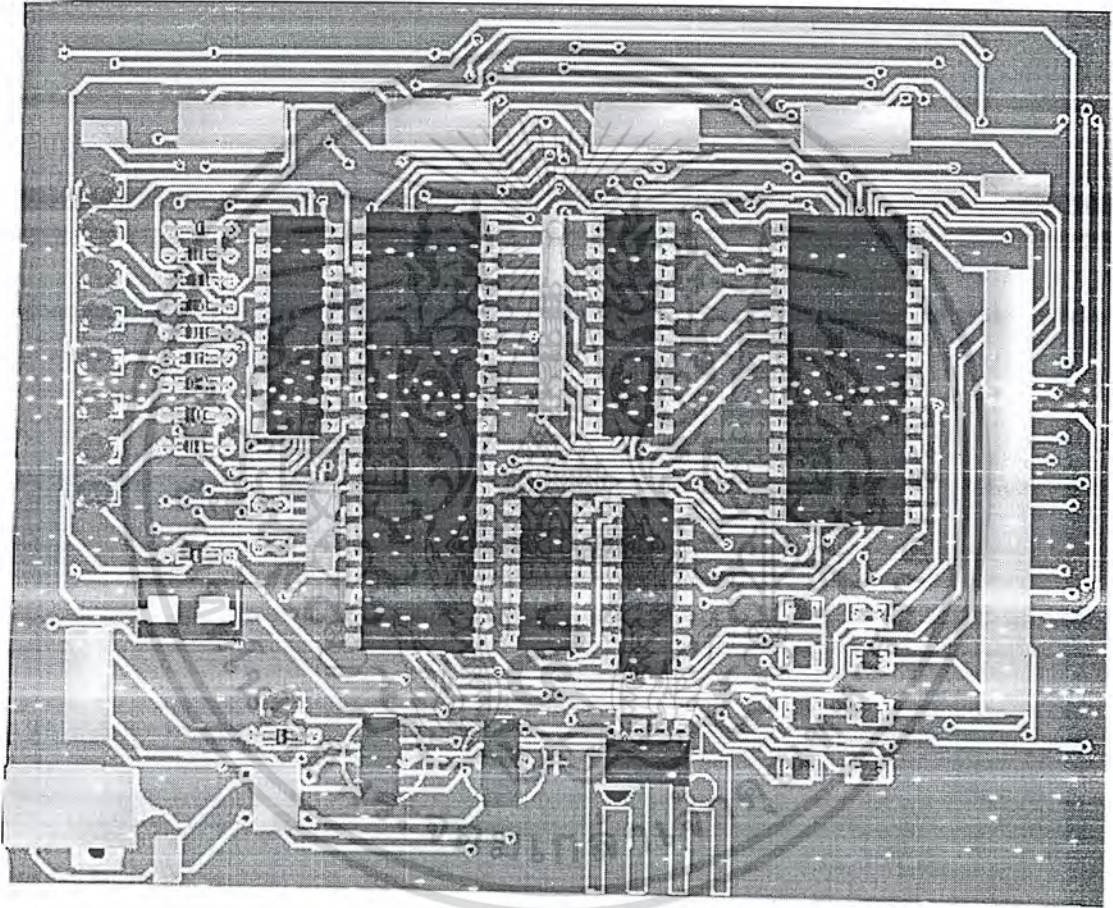
เฉลยใบงานที่ 12

- จากวงจรที่ใช้ในการทดลองไอซีเบอร์ 74HC541 ทำหน้าที่อะไร
- ทำหน้าที่เป็นตัวสแกนแถว R1-R8 ของแอลอีดีคอตเมตริกซ์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน
ชุดฝึกทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51



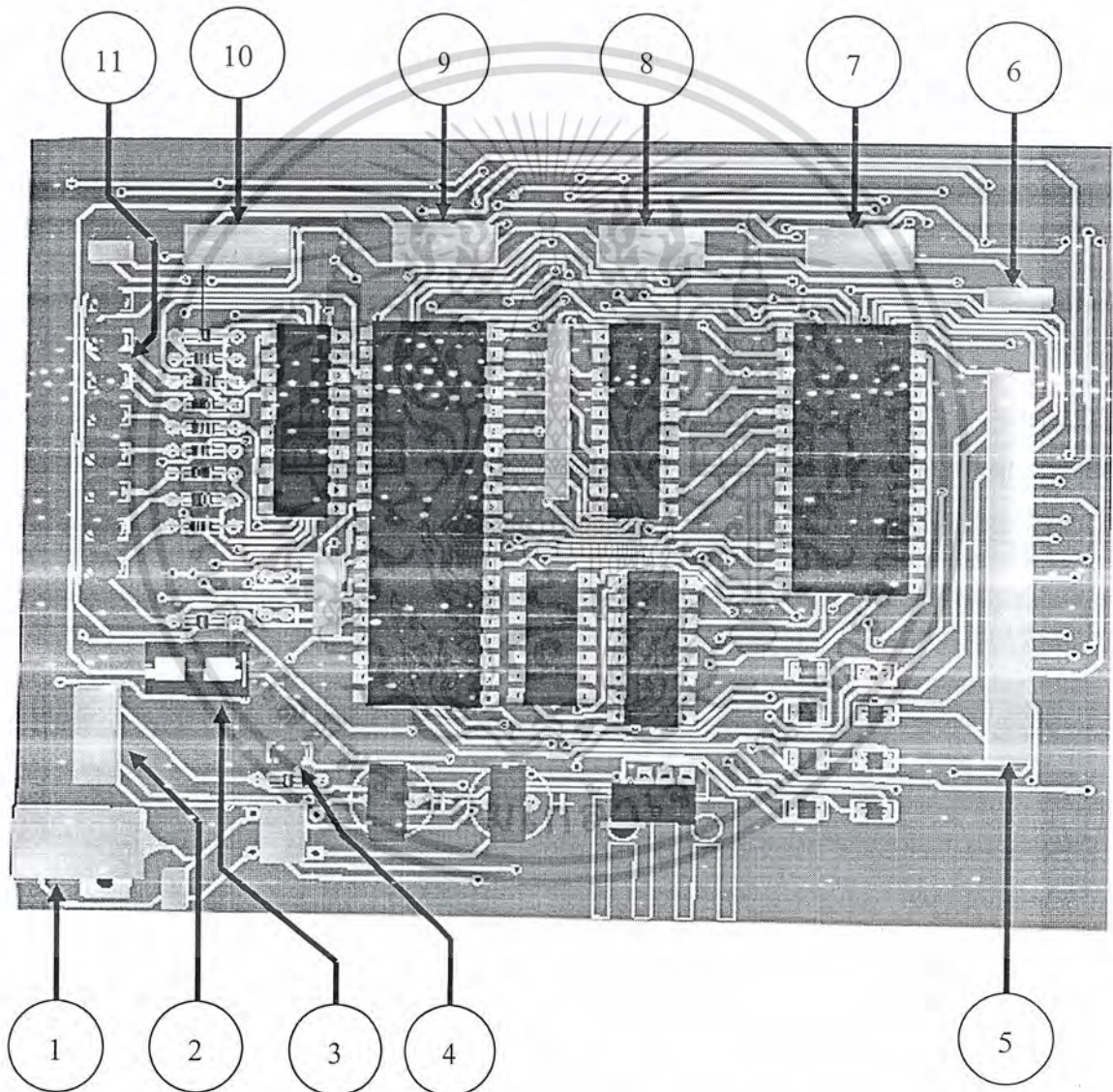
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. คำแนะนำเบื้องต้น

ก่อนที่จะลงมือปฏิบัติชุดฝึกทดลอง MCS-51 ควรทำการศึกษาการใช้งานจากคู่มือให้เข้าใจ เพื่อผลการทดลองที่ถูกต้อง และ ป้องกันอันตรายหาแก่ชุดฝึกทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

2. ส่วนประกอบและพอร์ตการใช้งานของบอร์ดหลัก



รูปที่ 1 ส่วนประกอบและพอร์ตการใช้งานของบอร์ดหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 1 มีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

- 1 DC อินพุต
- 2 พอร์ตส่งข้อมูลแบบขนาน
- 3 สวิตช์Resetวงจบบอร์ดหลัก
- 4 LEDแสดงสถานะการทำงานของบอร์ดหลัก
- 5 พอร์ต 40Pin ต่อใช้งานกับวงจรถิโค๊ดอินและวงจรถิโค๊ดเอาต์พุต
- 6 พอร์ตส่งข้อมูลแบบอนุกรม
- 7 พอร์ตต่อใช้งานP0
- 8 พอร์ตต่อใช้งานP1
- 9 พอร์ตต่อใช้งานP2
- 10 พอร์ตต่อใช้งานP3
- 11 LED แสดงการใช้งาน โดยใช้พอร์ต P1 คววมคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การติดตั้งและการใช้งาน

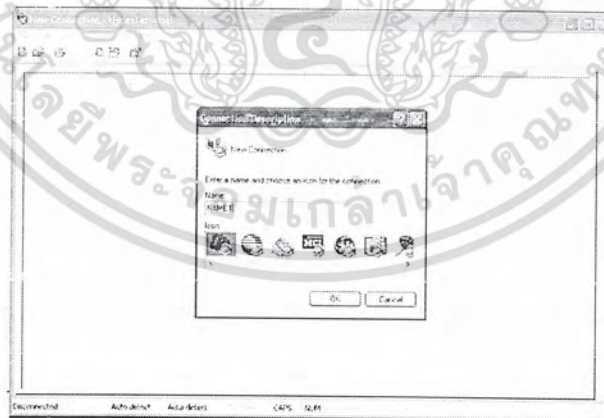
3.1 ต่อแหล่งจ่ายไฟ DC ให้กับวงจรบอร์ดหลักพร้อมกับต่อสายพอร์ตอนุกรมไปยังคอมพิวเตอร์

3.2 เข้าโปรแกรม Hyper Terminal



รูปที่ ค.1 เข้าโปรแกรมHyper Terminal

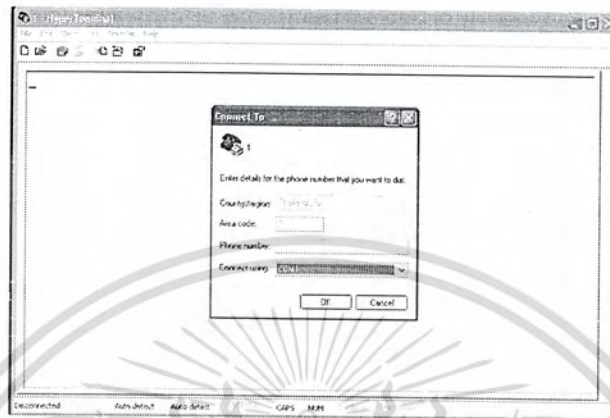
3.3 พิมพ์ชื่อสำหรับการติดต่อใช้งาน



รูปที่ ค.2 ใส่ชื่อเข้าใช้งาน Hyper Terminal

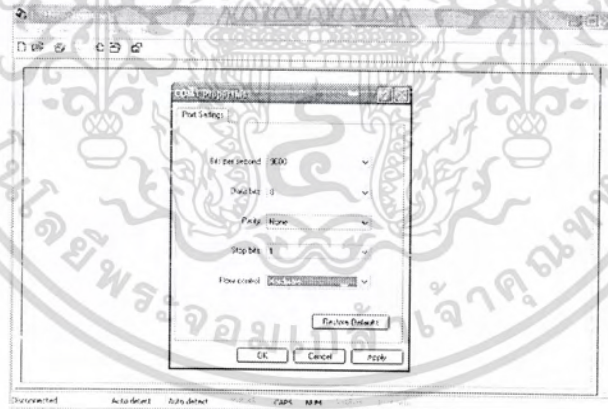
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 เลือก Connect using เป็น COM1 เพื่อใช้ในการติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับบอร์ดหลัก



รูปที่ ๓.3 เลือกพอร์ตในการติดต่อสื่อสาร

3.5 ทำการเซตค่า Bits per second ที่ 9600



รูปที่ ๓.4 ทำการเลือก Bits per second

3.6 สามารถที่จะใช้ Hyper terminal ได้อย่างสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การแก้ปัญหาเบื้องต้น

เมื่อท่านประสบปัญหาในการใช้งานชุดฝึกทดลอง MCS-51 สามารถตรวจสอบแนวทางการแก้ไขปัญหาเบื้องต้นได้จากตารางข้างล่างนี้

อาการ	สาเหตุและ/หรือวิธีแก้ไข
LED แสดงสถานะของบอร์ดไม่ติด	ตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟเลี้ยง
ระหว่างทำการโหลดข้อมูลเกิดผิดพลาดขึ้น	กดปุ่มรีเซ็ตแล้วลองโหลดโปรแกรมอีกครั้ง

5. การดูแลรักษาและข้อควรระวัง

5.1 การดูแลรักษา

- ถอดพอร์ตออกจากบอร์ดทดลองทุกครั้งหลังใช้งานเสร็จ
- เช็ดทำความสะอาดตัวชุดทดลองด้วยผ้าสะอาด ไม่ควรใช้ทินเนอร์เช็ดทำความสะอาด

5.2 ข้อควรระวัง

- ไม่ควรต่อไฟให้กับบอร์ดหลักตลอดเวลา ในกรณีที่ไม่ได้ใช้งาน
- ไม่ควรเก็บรักษาชุดฝึกทดลองไว้นานเกินไปที่ชื้น

6. ข้อมูลจำเพาะ

คุณสมบัติ	รายละเอียด
พอร์ต โหลดข้อมูลแบบอนุกรม	ใช้หลักการติดต่อกับคอมพิวเตอร์ COM!
พอร์ต โหลดข้อมูลแบบขนาน	ใช้หลักการติดต่อกับพอร์ตปริ้นเตอร์
พอร์ต P0-P3	ตัวส่งออกด้านเอาต์พุต และด้านอินพุตของชุดฝึกการทดลอง
พอร์ต 40 PIN	ใช้ในการทดลองชุดฝึกย่อยโดยการโหลดข้อมูลผ่านบอร์ดคิ ไลด์อินพุตและบอร์ดคิ ไลด์เอาต์พุต
แหล่งจ่ายพลังงาน	12 VDC 1A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



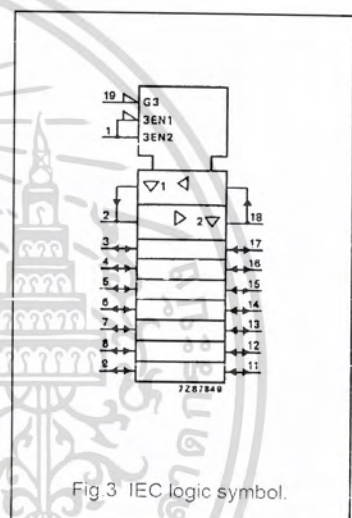
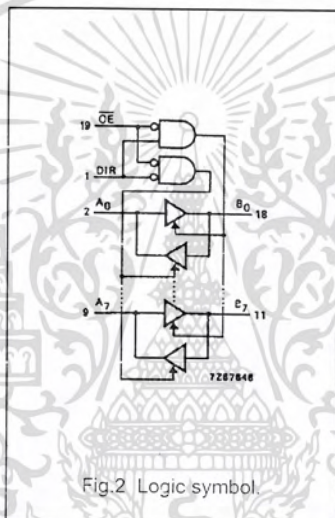
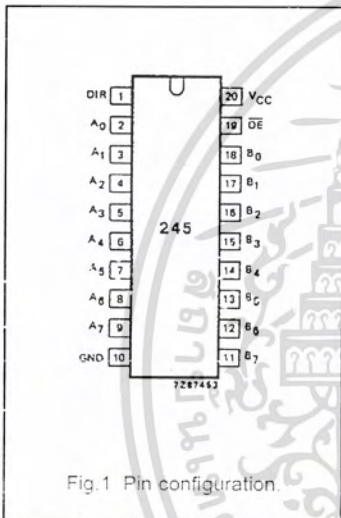
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Octal bus transceiver; 3-state

74HC/HCT245

PIN DESCRIPTION

PIN NO.	SYMBOL	NAME AND FUNCTION
1	DIR	direction control
2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	A ₀ to A ₇	data inputs/outputs
10	GND	ground (0 V)
18, 17, 16, 15, 14, 13, 12, 11	B ₀ to B ₇	data inputs/outputs
19	\overline{OE}	output enable input (active LOW)
20	V _{CC}	positive supply voltage



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



August 1986
Revised March 2000

DM74LS00

Quad 2-Input NAND Gate

General Description

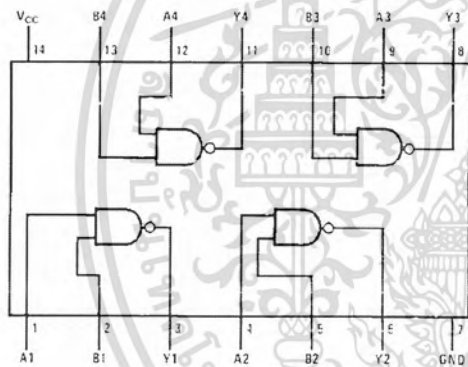
This device contains four independent gates each of which performs the logic NAND function.

Ordering Code:

Order Number	Package Number	Package Description
DM74LS00M	M14A	14-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-120, 0.150 Narrow
DM74LS00SJ	M14D	14-Lead Small Outline Package (SOP), EIAJ TYPE II, 5.3mm Wide
DM74LS00N	N14A	14-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300 Wide

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

Connection Diagram



Function Table

$Y = \overline{AB}$

Inputs		Output
A	B	Y
L	L	H
L	H	H
H	L	H
H	H	L

H - HIGH Logic Level
L - LOW Logic Level

DM74LS00 Quad 2-Input NAND Gate

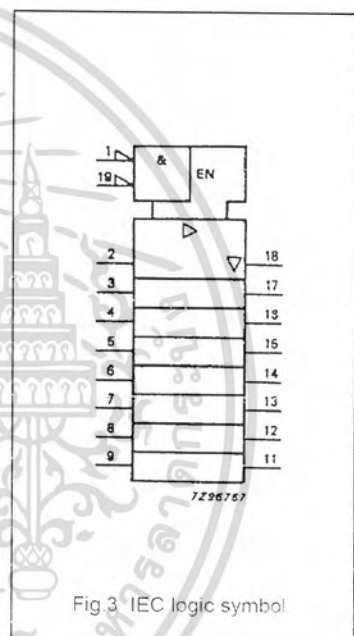
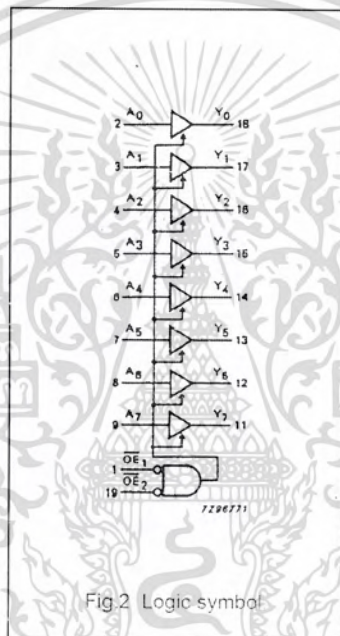
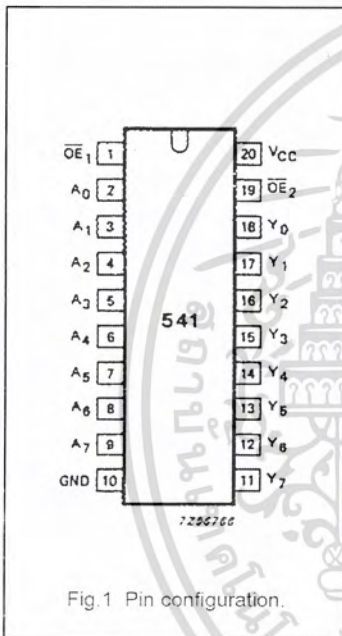
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Octal buffer/line driver; 3-state

74HC/HCT541

PIN DESCRIPTION

PIN NO.	SYMBOL	NAME AND FUNCTION
1, 19	$\overline{OE}_1, \overline{OE}_2$	output enable input (active LOW)
2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	A ₀ to A ₇	data inputs
10	GND	ground (0 V)
18, 17, 16, 15, 14, 13, 12, 11	Y ₀ to Y ₇	bus outputs
20	V _{CC}	positive supply voltage



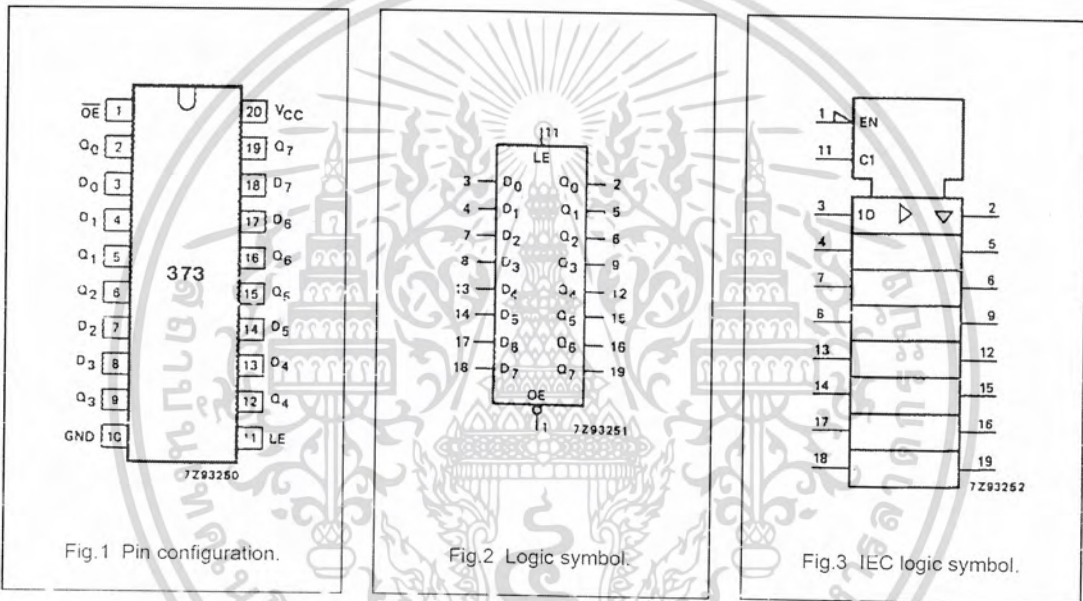
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Octal D-type transparent latch; 3-state

74HC/HCT373

PIN DESCRIPTION

PIN NO.	SYMBOL	NAME AND FUNCTION
1	\overline{OE}	3-state output enable input (active LOW)
2, 5, 6, 9, 12, 15, 16, 19	Q_0 to Q_7	3-state latch outputs
3, 4, 7, 8, 13, 14, 17, 18	D_0 to D_7	data inputs
10	GND	ground (0 V)
11	LE	latch enable input (active HIGH)
20	V_{CC}	positive supply voltage



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Octal D-type transparent latch; 3-state

74HC/HCT373

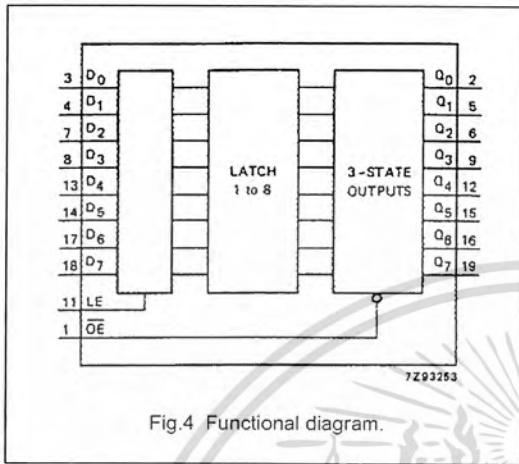


Fig.4 Functional diagram.

FUNCTION TABLE

OPERATING MODES	INPUTS			INTERNAL LATCHES	OUTPUTS Q ₀ to Q ₇
	OE	LE	D _n		
enable and read register (transparent mode)	L	H	L	L	L
enable and read register (transparent mode)	L	H	H	H	H
latch and read register	L	L	l	L	L
latch and read register	L	L	h	H	H
latch register and disable outputs	H	X	X	X	Z
latch register and disable outputs	H	X	X	X	Z

Notes

- H = HIGH voltage level
h = HIGH voltage level one set-up time prior to the HIGH-to-LOW LE transition
L = LOW voltage level
l = LOW voltage level one set-up time prior to the HIGH-to-LOW LE transition
X = don't care
Z = high impedance or F-state

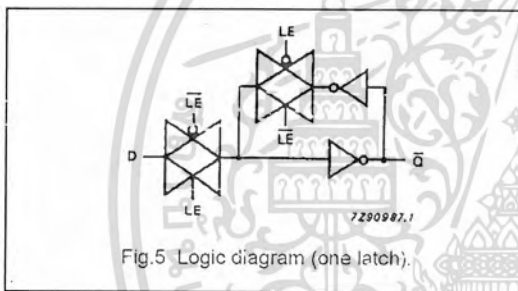


Fig.5 Logic diagram (one latch).

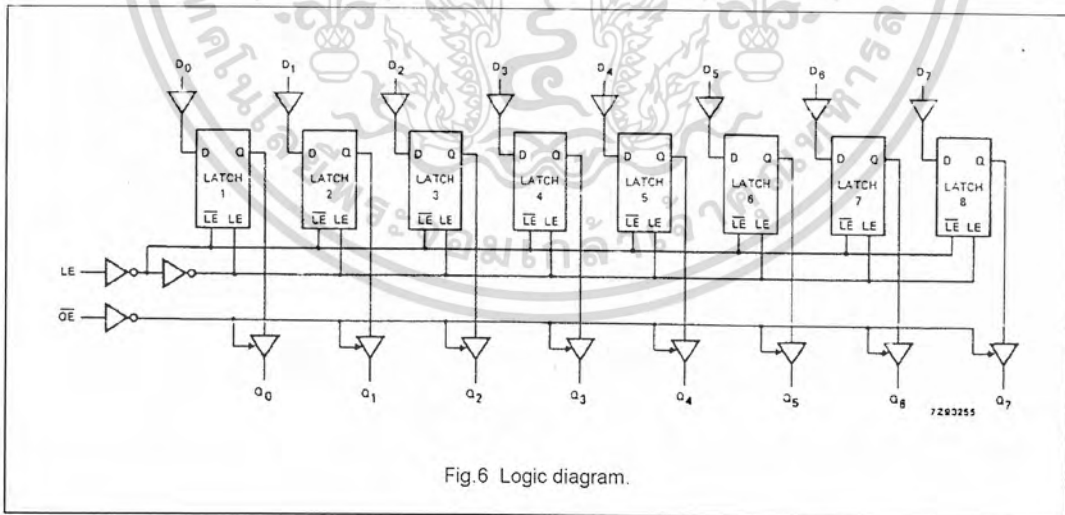
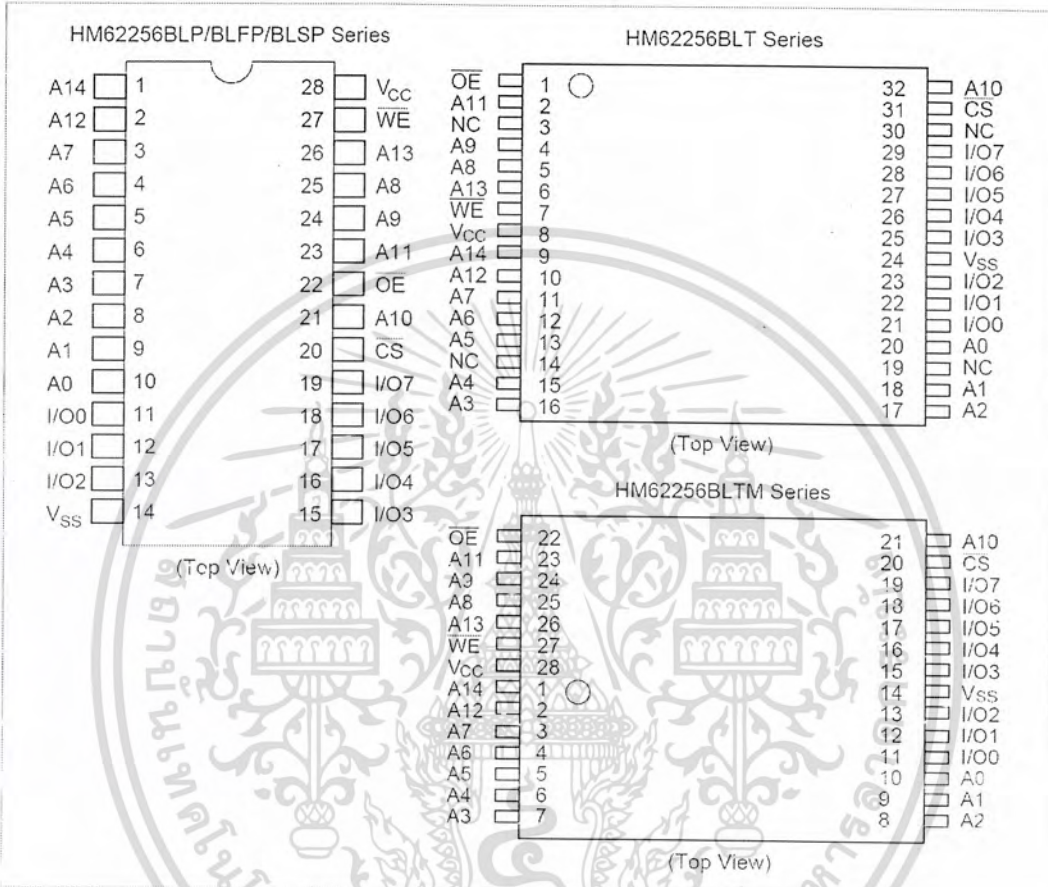


Fig.6 Logic diagram.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HM62256B Series

Pin Arrangement



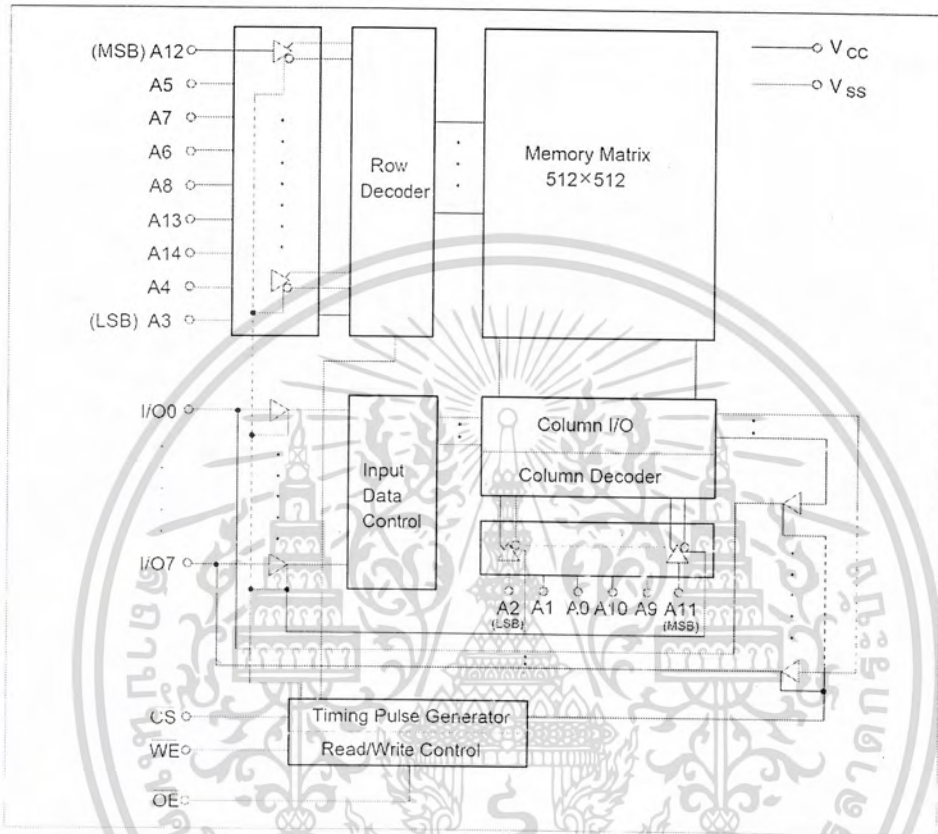
Pin Description

Symbol	Function
A0 A14	Address
I/O0 – I/O7	Input/output
CS	Chip select
WE	Write enable
OE	Output enable
NC	No connection
V _{CC}	Power supply
V _{SS}	Ground

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HM62256B Series

Block Diagram



Function Table

WE	CS	OE	Mode	V _{cc} Current	I/O Pin	Ref. Cycle
X	H	X	Not selected	I _{cs} , I _{es1}	High-Z	
H	L	H	Output disable	I _{cc}	High-Z	
H	L	L	Read	I _{cc}	Dout	Read cycle (1)–(3)
L	L	H	Write	I _{cc}	Din	Write cycle (1)
L	L	L	Write	I _{cc}	Din	Write cycle (2)

Note: X: H or L

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

+5V-Powered, Multichannel RS-232 Drivers/Receivers

MAX220-MAX249

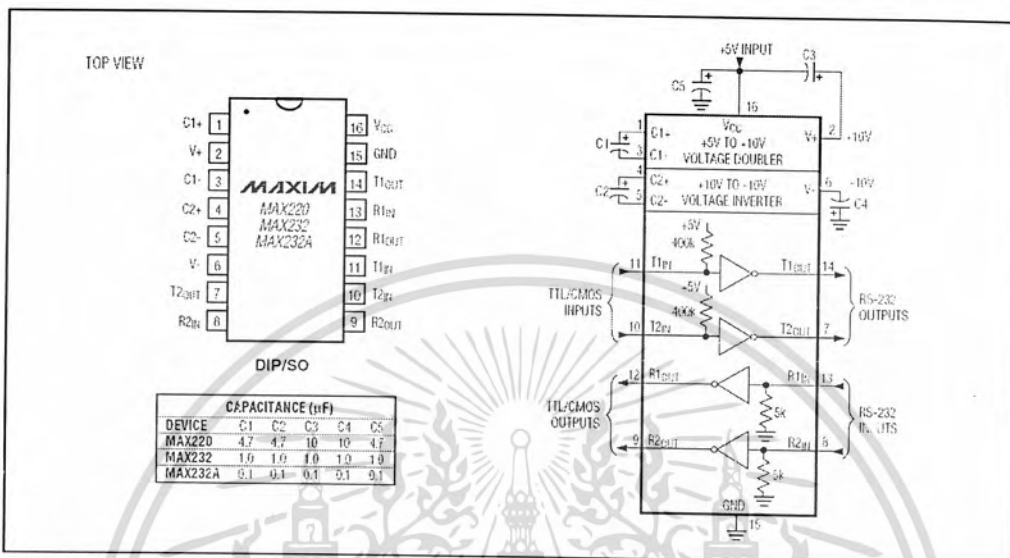


Figure 5. MAX220/MAX232/MAX232A Pin Configuration and Typical Operating Circuit

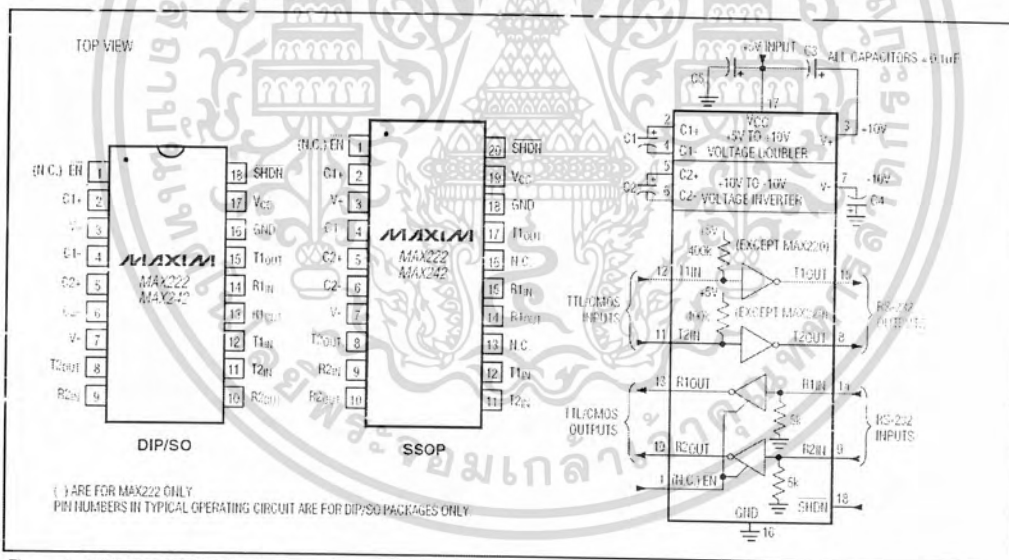


Figure 6. MAX222/MAX242 Pin Configurations and Typical Operating Circuit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อไปงานการทดลอง

คำชี้แจง

แบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 ถามความพึงพอใจเกี่ยวกับไปงานการทดลอง

ตอนที่ 2 ถามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

การประเมิน

ตอนที่ 1 กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับการประเมินเพียงช่องเดียว โดยระดับคะแนนจะแสดงหมายเลข ดังนี้

5	มีค่าเท่ากับ	เห็นด้วยมากที่สุด
4	มีค่าเท่ากับ	เห็นด้วยมาก
3	มีค่าเท่ากับ	เห็นด้วยปานกลาง
2	มีค่าเท่ากับ	เห็นด้วยน้อย
1	มีค่าเท่ากับ	เห็นด้วยน้อยที่สุด

ตอนที่ 2 โปรดเขียนแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ เพื่อให้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงต่อไป

ตรวจสอบเรียบร้อยแล้ว

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1 ความพึงพอใจของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อใบงานการทดลอง

คำชี้แจง: กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่าที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความพึงพอใจ				
		5 มาก ที่สุด	4 มาก	3 ปาน กลาง	2 น้อย	1 น้อย ที่สุด
1.	รูปแบบของชุดทดลอง					
2.	ความเหมาะสมของขนาดชุดทดลอง					
3.	ความเหมาะสมของสีกล่อง					
4.	ความเหมาะสมของภาพในการสื่อความหมาย งานกับชุดทดลอง					
5.	รูปร่างและขนาดของชุดทดลองมีความเหมาะสม					
6.	มีความปลอดภัยในขณะที่ทดลอง					

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

โปรดเขียนข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอย่างอื่นๆ

1. ความคิดเห็นอื่นๆ และข้อเสนอแนะทั่วไป

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 1 เรื่อง การแสดงผลแบบ7ส่วน

ตอนที่ 1 ความพึงพอใจของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อใบงานที่1

คำชี้แจง: กรุณาใส่เครื่องหมาย √ ลงในช่องว่าที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความพึงพอใจ				
		5 มากที่สุด	4 มาก	3 ปาน กลาง	2 น้อย	1 น้อย ที่สุด
1.	ใบงานมีความน่าสนใจ					
2.	การทดลองในใบงานดึงดูดความสนใจในการทดลอง					
3.	บอกวัตถุประสงค์ในการทดลองของใบงาน					
4.	สามารถนำความรู้เดิมที่มีอยู่เดิมกลับมาใช้ได้ใหม่					
5.	ใบงานการทดลองมีการนำความรู้ใหม่เข้ามาใช้ในการทดลอง					
6.	ใบงานการทดลองมีการเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก					
7.	ใบงานมีการลำดับการทดลองที่เหมาะสม					
8.	มีความเหมาะสมกับผู้ทดลอง					
9.	การทดลองในใบงานมีการทดลองให้ผู้ทดลองได้ทดลองตามขั้นตอน					
10.	มีความชัดเจนในการอธิบายขั้นตอนการทดลอง					
11.	คำอธิบายลำดับขั้นตอนสามารถเข้าใจง่าย					
12.	การทดลองง่ายต่อการจำ					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความพึงพอใจ				
		5 มาก ที่สุด	4 มาก	3 ปาน กลาง	2 น้อย	1 น้อย ที่สุด
13	ผู้ทดลองสามารถทบทวนความรู้ได้จากการทดลอง					
14	ใบงานมีคำถามที่เหมาะสมกับการทดลอง					

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

โปรดเขียนข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอย่างอื่นๆ

1. ความคิดเห็นอื่นๆ และข้อเสนอแนะทั่วไป

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 2 เรื่องสตีปปีงมอเตอร์

ตอนที่ 1 ความพึงพอใจของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อใบงานที่ 2

คำชี้แจง: กรุณาใส่เครื่องหมาย \surd ลงในช่องว่าที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความพึงพอใจ				
		5 มาก ที่สุด	4 มาก	3 ปาน กลาง	2 น้อย	1 น้อย ที่สุด
1.	ใบงานมีความน่าสนใจ					
2.	การทดลองในใบงานดึงดูดความสนใจในการทดลอง					
3.	บอกวัตถุประสงค์ในการทดลองของใบงาน					
4.	สามารถนำความรู้เดิมที่มีอยู่เดิมกลับมาใช้ได้ใหม่					
5.	ใบงานการทดลองมีการนำความรู้ใหม่เข้ามาใช้ในการทดลอง					
6.	ใบงานการทดลองมีการเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก					
7.	ใบงานมีการลำดับการทดลองที่เหมาะสม					
8.	มีความเหมาะสมกับผู้ทดลอง					
9.	การทดลองในใบงานมีการทดลองให้ผู้ทดลองได้ทดลองตามขั้นตอน					
10.	มีความชัดเจนในการอธิบายขั้นตอนการทดลอง					
11.	คำอธิบายลำดับขั้นตอนสามารถเข้าใจง่าย					
12.	การทดลองง่ายต่อการจำ					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความพึงพอใจ				
		5 มาก ที่สุด	4 มาก	3 ปาน กลาง	2 น้อย	1 น้อย ที่สุด
13	ผู้ทดลองสามารถทบทวนความรู้ได้จากการทดลอง					
14	ใบงานมีคำถามที่เหมาะสมกับการทดลอง					

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

โปรดเขียนข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอย่างอื่นๆ

1. ความคิดเห็นอื่นๆ และข้อเสนอแนะทั่วไป

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 3 เรื่อง การแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นแอนาล็อก

ตอนที่ 1 ความพึงพอใจของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อใบงานที่ 3

คำชี้แจง: กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่าที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความพึงพอใจ				
		5 มาก ที่สุด	4 มาก	3 ปาน กลาง	2 น้อย	1 น้อย ที่สุด
1.	ใบงานมีความน่าสนใจ					
2.	การทดลองในใบงานดึงดูดความสนใจในการทดลอง					
3.	บอกวัตถุประสงค์ในการทดลองของใบงาน					
4.	สามารถนำความรู้เดิมที่มีอยู่เดิมกลับมาใช้ได้ใหม่					
5.	ใบงานการทดลองมีการนำความรู้ใหม่เข้ามาใช้ในการทดลอง					
6.	ใบงานการทดลองมีการเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก					
7.	ใบงานมีการลำดับการทดลองที่เหมาะสม					
8.	มีความเหมาะสมกับผู้ทดลอง					
9.	การทดลองในใบงานมีการทดลองให้ผู้ทดลองได้ทดลองตามขั้นตอน					
10.	มีความชัดเจนในการอธิบายขั้นตอนการทดลอง					
11.	คำอธิบายลำดับขั้นตอนสามารถเข้าใจง่าย					
12.	การทดลองง่ายต่อการจำ					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความพึงพอใจ				
		5 มาก ที่สุด	4 มาก	3 ปาน กลาง	2 น้อย	1 น้อย ที่สุด
13	ผู้ทดลองสามารถทบทวนความรู้ได้จากการ ทดลอง					
14	ใบงานมีคำถามที่เหมาะสมกับการทดลอง					

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

โปรดเขียนข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอย่างอื่นๆ

1. ความคิดเห็นอื่นๆ และข้อเสนอแนะทั่วไป

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบงานที่ 4 เรื่อง วงจรแสดงผลแบบผลึกเหลวขนาด 16x2
ตอนที่ 1 ความพึงพอใจของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อใบงานที่ 4

คำชี้แจง: กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่าที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความพึงพอใจ				
		5 มากที่สุด	4 มาก	3 ปานกลาง	2 น้อย	1 น้อยที่สุด
1.	ใบงานมีความน่าสนใจ					
2.	การทดลองในใบงานดึงดูดความสนใจในการทดลอง					
3.	บอกวัตถุประสงค์ในการทดลองของใบงาน					
4.	สามารถนำความรู้เดิมที่มีอยู่เดิมกลับมาใช้ได้ใหม่					
5.	ใบงานการทดลองมีการนำความรู้ใหม่เข้ามาใช้ในการทดลอง					
6.	ใบงานการทดลองมีการเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก					
7.	ใบงานมีการลำดับการทดลองที่เหมาะสม					
8.	มีความเหมาะสมกับผู้ทดลอง					
9.	การทดลองในใบงานมีการทดลองให้ผู้ทดลองได้ทดลองตามขั้นตอน					
10.	มีความชัดเจนในการอธิบายขั้นตอนการทดลอง					
11.	คำอธิบายลำดับขั้นตอนสามารถเข้าใจง่าย					
12.	การทดลองง่ายต่อการจำ					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความพึงพอใจ				
		5 มากที่สุด	4 มาก	3 ปานกลาง	2 น้อย	1 น้อยที่สุด
13	ผู้ทดลองสามารถทบทวนความรู้ได้จากการทดลอง					
14	ใบงานมีคำถามที่เหมาะสมกับการทดลอง					

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

โปรดเขียนข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอย่างอื่นๆ

1. ความคิดเห็นอื่นๆ และข้อเสนอแนะทั่วไป

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 5 เรื่อง สวิตช์เมตริกซ์ขนาด 4X7

ตอนที่ 1 ความพึงพอใจของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อใบงานที่ 5

คำชี้แจง: กรุณาใส่เครื่องหมาย \surd ลงในช่องว่าที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความพึงพอใจ				
		5 มากที่สุด	4 มาก	3 ปานกลาง	2 น้อย	1 น้อยที่สุด
1.	ใบงานมีความน่าสนใจ					
2.	การทดลองในใบงานดึงดูดความสนใจในการทดลอง					
3.	บอกวัตถุประสงค์ในการทดลองของใบงาน					
4.	สามารถนำความรู้เดิมที่มีอยู่เดิมกลับมาใช้ได้ใหม่					
5.	ใบงานการทดลองมีการนำความรู้ใหม่เข้ามาใช้ในการทดลอง					
6.	ใบงานการทดลองมีการเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก					
7.	ใบงานมีการลำดับการทดลองที่เหมาะสม					
8.	มีความเหมาะสมกับผู้ทดลอง					
9.	การทดลองในใบงานมีการทดลองให้ผู้ทดลองได้ทดลองตามขั้นตอน					
10.	มีความชัดเจนในการอธิบายขั้นตอนการทดลอง					
11.	คำอธิบายลำดับขั้นตอนสามารถเข้าใจง่าย					
12.	การทดลองง่ายต่อการจำ					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความพึงพอใจ				
		5 มาก ที่สุด	4 มาก	3 ปาน กลาง	2 น้อย	1 น้อย ที่สุด
13	ผู้ทดลองสามารถทบทวนความรู้ได้จากการทดลอง					
14	ใบงานมีคำถามที่เหมาะสมกับการทดลอง					

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม.

โปรดเขียนข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอย่างอื่นๆ

1. ความคิดเห็นอื่นๆ และข้อเสนอแนะทั่วไป

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 6 เรื่องการแปลงสัญญาณแอนาล็อกเป็นดิจิทัล
ตอนที่ 1 ความพึงพอใจของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อใบงานที่ 6

คำชี้แจง: กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่าที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความพึงพอใจ				
		5 มากที่สุด	4 มาก	3 ปานกลาง	2 น้อย	1 น้อยที่สุด
1.	ใบงานมีความน่าสนใจ					
2.	การทดลองในใบงานดึงดูดความสนใจในการทดลอง					
3.	บอกวัตถุประสงค์ในการทดลองของใบงาน					
4.	สามารถนำความรู้เดิมที่มีอยู่เดิมกลับมาใช้ได้ใหม่					
5.	ใบงานการทดลองมีการนำความรู้ใหม่เข้ามาใช้ในการทดลอง					
6.	ใบงานการทดลองมีการเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก					
7.	ใบงานมีการลำดับการทดลองที่เหมาะสม					
8.	มีความเหมาะสมกับผู้ทดลอง					
9.	การทดลองในใบงานมีการทดลองให้ผู้ทดลองได้ทดลองตามขั้นตอน					
10.	มีความชัดเจนในการอธิบายขั้นตอนการทดลอง					
11.	คำอธิบายลำดับขั้นตอนสามารถเข้าใจง่าย					
12.	การทดลองง่ายต่อการจำ					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความพึงพอใจ				
		5 มาก ที่สุด	4 มาก	3 ปาน กลาง	2 น้อย	1 น้อย ที่สุด
13	ผู้ทดลองสามารถทบทวนความรู้ได้จากการ ทดลอง					
14	ใบงานมีคำถามที่เหมาะสมกับการทดลอง					

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

โปรดเขียนข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอย่างอื่น ๆ

1. ความคิดเห็นอื่นๆ และข้อเสนอแนะทั่วไป

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบงานที่ 7 เรื่อง PCF857A ขยายพอร์ต

ตอนที่ 1 ความพึงพอใจของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อใบงานที่ 7

คำชี้แจง: กรุณาใส่เครื่องหมาย \surd ลงในช่องว่าที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความพึงพอใจ				
		5 มากที่สุด	4 มาก	3 ปานกลาง	2 น้อย	1 น้อยที่สุด
1.	ใบงานมีความน่าสนใจ					
2.	การทดลองในใบงานดึงดูดความสนใจในการทดลอง					
3.	บอกวัตถุประสงค์ในการทดลองของใบงาน					
4.	สามารถนำความรู้เดิมที่มีอยู่เดิมกลับมาใช้ได้ใหม่					
5.	ใบงานการทดลองมีการนำความรู้ใหม่เข้ามาใช้ในการทดลอง					
6.	ใบงานการทดลองมีการเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก					
7.	ใบงานมีการลำดับการทดลองที่เหมาะสม					
8.	มีความเหมาะสมกับผู้ทดลอง					
9.	การทดลองในใบงานมีการทดลองให้ผู้ทดลองได้ทดลองตามขั้นตอน					
10.	มีความชัดเจนในการอธิบายขั้นตอนการทดลอง					
11.	คำอธิบายลำดับขั้นตอนสามารถเข้าใจง่าย					
12.	การทดลองง่ายต่อการจำ					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความพึงพอใจ				
		5 มาก ที่สุด	4 มาก	3 ปาน กลาง	2 น้อย	1 น้อย ที่สุด
13	ผู้ทดลองสามารถทบทวนความรู้ได้จากการทดลอง					
14	ใบงานมีคำถามที่เหมาะสมกับการทดลอง					

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

โปรดเขียนข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอย่างอื่นๆ

1. ความคิดเห็นอื่นๆ และข้อเสนอแนะทั่วไป

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 8 เรื่อง สร้างฐานเวลาด้วยไอซีDS1307

ตอนที่ 1 ความพึงพอใจของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อใบงานที่ 8

คำชี้แจง: กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่าที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความพึงพอใจ				
		5 มากที่สุด	4 มาก	3 ปานกลาง	2 น้อย	1 น้อยที่สุด
1.	ใบงานมีความน่าสนใจ					
2.	การทดลองในใบงานดึงดูดความสนใจในการทดลอง					
3.	บอกวัตถุประสงค์ในการทดลองของใบงาน					
4.	สามารถนำความรู้เดิมที่มีอยู่เดิมกลับมาใช้ได้ใหม่					
5.	ใบงานการทดลองมีการนำความรู้ใหม่เข้ามาใช้ในการทดลอง					
6.	ใบงานการทดลองมีการเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก					
7.	ใบงานมีการลำดับการทดลองที่เหมาะสม					
8.	มีความเหมาะสมกับผู้ทดลอง					
9.	การทดลองในใบงานมีการทดลองให้ผู้ทดลองได้ทดลองตามขั้นตอน					
10.	มีความชัดเจนในการอธิบายขั้นตอนการทดลอง					
11.	คำอธิบายลำดับขั้นตอนสามารถเข้าใจง่าย					
12.	การทดลองง่ายต่อการจำ					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความพึงพอใจ				
		5 มาก ที่สุด	4 มาก	3 ปาน กลาง	2 น้อย	1 น้อย ที่สุด
13	ผู้ทดลองสามารถทบทวนความรู้ได้จากการทดลอง					
14	ใบงานมีคำถามที่เหมาะสมกับการทดลอง					

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

โปรดเขียนข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอย่างอื่นๆ

1. ความคิดเห็นอื่นๆ และข้อเสนอแนะทั่วไป

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 9 เรื่อง อุณหภูมิจาน DS1820ควบคุมอุณหภูมิ
ตอนที่ 1 ความพึงพอใจของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อใบงานที่ 9

คำชี้แจง: กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่าที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความพึงพอใจ				
		5 มากที่สุด	4 มาก	3 ปานกลาง	2 น้อย	1 น้อยที่สุด
1.	ใบงานมีความน่าสนใจ					
2.	การทดลองในใบงานดึงดูดความสนใจในการทดลอง					
3.	บอกวัตถุประสงค์ในการทดลองของใบงาน					
4.	สามารถนำความรู้เดิมที่มีอยู่เดิมกลับมาใช้ได้ใหม่					
5.	ใบงานการทดลองมีการนำความรู้ใหม่เข้ามาใช้ในการทดลอง					
6.	ใบงานการทดลองมีการเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก					
7.	ใบงานมีการลำดับการทดลองที่เหมาะสม					
8.	มีความเหมาะสมกับผู้ทดลอง					
9.	การทดลองในใบงานมีการทดลองให้ผู้ทดลองได้ทดลองตามขั้นตอน					
10.	มีความชัดเจนในการอธิบายขั้นตอนการทดลอง					
11.	คำอธิบายลำดับขั้นตอนสามารถเข้าใจง่าย					
12.	การทดลองง่ายต่อการจำ					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความพึงพอใจ				
		5 มาก ที่สุด	4 มาก	3 ปาน กลาง	2 น้อย	1 น้อย ที่สุด
13	ผู้ทดลองสามารถทบทวนความรู้ได้จากการ ทดลอง					
14	ใบงานมีคำถามที่เหมาะสมกับการทดลอง					

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

โปรดเขียนข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอย่างอื่นๆ

1. ความคิดเห็นอื่นๆ และข้อเสนอแนะทั่วไป

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบงานที่ 10 เรื่อง โขลิตศตวรรษี่

ตอนที่ 1 ความพึงพอใจของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อใบงานที่ 10

คำชี้แจง: กรุณาใส่เครื่องหมาย \surd ลงในช่องว่าที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความพึงพอใจ				
		5 มากที่สุด	4 มาก	3 ปานกลาง	2 น้อย	1 น้อยที่สุด
1.	ใบงานมีความน่าสนใจ					
2.	การทดลองในใบงานดึงดูดความสนใจในการทดลอง					
3.	บอกวัตถุประสงค์ในการทดลองของใบงาน					
4.	สามารถนำความรู้เดิมที่มีอยู่เดิมกลับมาใช้ได้ใหม่					
5.	ใบงานการทดลองมีการนำความรู้ใหม่เข้ามาใช้ในการทดลอง					
6.	ใบงานการทดลองมีการเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก					
7.	ใบงานมีการลำดับการทดลองที่เหมาะสม					
8.	มีความเหมาะสมกับผู้ทดลอง					
9.	การทดลองในใบงานมีการทดลองให้ผู้ทดลองได้ทดลองตามขั้นตอน					
10.	มีความชัดเจนในการอธิบายขั้นตอนการทดลอง					
11.	คำอธิบายลำดับขั้นตอนสามารถเข้าใจง่าย					
12.	การทดลองง่ายต่อการจำ					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความพึงพอใจ				
		5 มาก ที่สุด	4 มาก	3 ปาน กลาง	2 น้อย	1 น้อย ที่สุด
13	ผู้ทดลองสามารถทบทวนความรู้ได้จากการทดลอง					
14	ใบงานมีคำถามที่เหมาะสมกับการทดลอง					

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

โปรดเขียนข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอย่างอื่น ๆ

1. ความคิดเห็นอื่นๆ และข้อเสนอแนะทั่วไป

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบงานที่ 11 เรื่อง แอลอีดี คอท เมตริกซ์ ขนาด 8x16

ตอนที่ 1 ความพึงพอใจของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อใบงานที่ 11

คำชี้แจง: กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่าที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความพึงพอใจ				
		5 มากที่สุด	4 มาก	3 ปานกลาง	2 น้อย	1 น้อยที่สุด
1.	ใบงานมีความน่าสนใจ					
2.	การทดลองในใบงานดึงดูดความสนใจในการทดลอง					
3.	บอกวัตถุประสงค์ในการทดลองของใบงาน					
4.	สามารถนำความรู้เดิมที่มีอยู่เดิมกลับมาใช้ได้ใหม่					
5.	ใบงานการทดลองมีการนำความรู้ใหม่เข้ามาใช้ในการทดลอง					
6.	ใบงานการทดลองมีการเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก					
7.	ใบงานมีการลำดับการทดลองที่เหมาะสม					
8.	มีความเหมาะสมกับผู้ทดลอง					
9.	การทดลองในใบงานมีการทดลองให้ผู้ทดลองได้ทดลองตามขั้นตอน					
10.	มีความชัดเจนในการอธิบายขั้นตอนการทดลอง					
11.	คำอธิบายลำดับขั้นตอนสามารถเข้าใจง่าย					
12.	การทดลองง่ายต่อการจำ					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความพึงพอใจ				
		5 มาก ที่สุด	4 มาก	3 ปาน กลาง	2 น้อย	1 น้อย ที่สุด
13	ผู้ทดลองสามารถทบทวนความรู้ได้จากการทดลอง					
14	ใบงานมีคำถามที่เหมาะสมกับการทดลอง					

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

โปรดเขียนข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอย่างอื่นๆ

1. ความคิดเห็นอื่นๆ และข้อเสนอแนะทั่วไป

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 12 เรื่อง การติดต่อกับพอร์ตไมโครคอนโทรลเลอร์กับแอลอีดี 8 ดวง

ตอนที่ 1 ความพึงพอใจของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อใบงานที่ 12

คำชี้แจง: กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่าที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความพึงพอใจ				
		5 มากที่สุด	4 มาก	3 ปานกลาง	2 น้อย	1 น้อยที่สุด
1.	ใบงานมีความน่าสนใจ					
2.	การทดลองในใบงานดึงดูดความสนใจในการทดลอง					
3.	บอกวัตถุประสงค์ในการทดลองของใบงาน					
4.	สามารถนำความรู้เดิมที่มีอยู่เดิมกลับมาใช้ได้ใหม่					
5.	ใบงานการทดลองมีการนำความรู้ใหม่เข้ามาใช้ในการทดลอง					
6.	ใบงานการทดลองมีการเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก					
7.	ใบงานมีการลำดับการทดลองที่เหมาะสม					
8.	มีความเหมาะสมกับผู้ทดลอง					
9.	การทดลองในใบงานมีการทดลองให้ผู้ทดลองได้ทดลองตามขั้นตอน					
10.	มีความชัดเจนในการอธิบายขั้นตอนการทดลอง					
11.	คำอธิบายลำดับขั้นตอนสามารถเข้าใจง่าย					
12.	การทดลองง่ายต่อการจำ					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความพึงพอใจ				
		5 มาก ที่สุด	4 มาก	3 ปาน กลาง	2 น้อย	1 น้อย ที่สุด
13	ผู้ทดลองสามารถทบทวนความรู้ได้จากการทดลอง					
14	ใบงานมีคำถามที่เหมาะสมกับการทดลอง					

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

โปรดเขียนข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอย่างอื่นๆ

1. ความคิดเห็นอื่นๆ และข้อเสนอแนะทั่วไป

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพของผู้ทรงคุณวุฒิด้านสื่อที่มีต่อชุดทดลอง

คำชี้แจง

แบบประเมินคุณภาพชุดนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 ความพึงพอใจเกี่ยวกับสื่อที่มีต่อชุดทดลอง

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

การประเมิน

ตอนที่ 1 กรุณาใส่เครื่องหมาย \surd ลงในช่องการประเมินเพียงช่องเดียว โดยระดับคะแนนจะแสดงความหมายดังนี้

- | | | |
|---|--------------|--------------------|
| 5 | มีค่าเท่ากับ | เห็นด้วยมากที่สุด |
| 4 | มีค่าเท่ากับ | เห็นด้วยมาก |
| 3 | มีค่าเท่ากับ | เห็นด้วยปานกลาง |
| 2 | มีค่าเท่ากับ | เห็นด้วยน้อย |
| 1 | มีค่าเท่ากับ | เห็นด้วยน้อยที่สุด |

ตอนที่ 2 โปรดเขียนแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ เพื่อให้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงต่อไป

ตรวจสอบเรียบร้อยแล้ว

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1 ความพึงพอใจของผู้ทรงคุณวุฒิด้านสื่อที่มีต่อชุดทดลอง

คำชี้แจง: กรุณาใส่เครื่องหมาย \surd ลงในช่องว่าที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความพึงพอใจ				
		5 มาก ที่สุด	4 มาก	3 ปาน กลาง	2 น้อย	1 น้อย ที่สุด
1.	ดึงดูดความสนใจในการทดลองใช้ชุดทดลอง					
2.	รูปแบบของชุดทดลองกระตุ้นและจูงใจผู้ทดลอง					
3.	มีความเหมาะสมกับความรู้ของผู้ทดลอง					
4.	ชุดทดลองสามารถทำให้ผู้ทดลองบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้					
5.	สามารถนำความรู้เดิมที่มีอยู่มาประยุกต์ใช้งานกับชุดทดลอง					
6.	ชุดทดลองที่สร้างขึ้นมานี้สามารถพัฒนาการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี					
7.	ชุดทดลองสร้างเสริมประสบการณ์ในการฝึกทักษะใหม่ๆ					
8.	ชุดทดลองใช้งานได้สะดวกและเป็นไปตามขั้นตอน					
9.	มีความสะดวกในการเตรียมอุปกรณ์					
10.	มีความปลอดภัยในการทดลอง					
11.	รูปร่างและขนาดมีความเหมาะสม					
12.	สะดวกในการต่อสายนำสัญญาณและอุปกรณ์ข้างเคียง					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความพึงพอใจ				
		5 มาก ที่สุด	4 มาก	3 ปาน กลาง	2 น้อย	1 น้อย ที่สุด
13	การบำรุงรักษาทำได้ง่าย					
14	ผู้ทดลองสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้					

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

โปรดเขียนข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอย่างอื่นๆ

1. ความคิดเห็นอื่นๆ และข้อเสนอแนะทั่วไป

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบประเมินคุณภาพของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อชุดทดลอง

คำชี้แจง

แบบประเมินคุณภาพชุดนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 ความพึงพอใจเกี่ยวกับชุดทดลอง

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

การประเมิน

ตอนที่ 1 กรุณาใส่เครื่องหมาย \surd ลงในช่องการประเมินเพียงช่องเดียว โดยระดับคะแนนจะแสดงความหมายดังนี้

5	มีค่าเท่ากับ	เห็นด้วยมากที่สุด
4	มีค่าเท่ากับ	เห็นด้วยมาก
3	มีค่าเท่ากับ	เห็นด้วยปานกลาง
2	มีค่าเท่ากับ	เห็นด้วยน้อย
1	มีค่าเท่ากับ	เห็นด้วยน้อยที่สุด

ตอนที่ 2 โปรดเขียนแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ เพื่อให้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงต่อไป

ตรวจสอบเรียบร้อยแล้ว

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1 ความพึงพอใจของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อชุดทดลอง

คำชี้แจง: กรุณาใส่เครื่องหมาย \surd ลงในช่องว่าที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความพึงพอใจ				
		5 มาก ที่สุด	4 มาก	3 ปาน กลาง	2 น้อย	1 น้อย ที่สุด
1.	ดึงดูดความสนใจในการทดลองใช้ชุดทดลอง					
2.	รูปแบบของชุดทดลองกระตุ้นและจูงใจผู้ทดลอง					
3.	มีความเหมาะสมกับความรู้ของผู้ทดลอง					
4.	ชุดทดลองสามารถทำให้ผู้ทดลองบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้					
5.	สามารถนำความรู้เดิมที่มีอยู่มาประยุกต์ใช้งานกับชุดทดลอง					
6.	ชุดทดลองที่สร้างขึ้นมานี้สามารถพัฒนาการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี					
7.	ชุดทดลองสร้างเสริมประสบการณ์ในการฝึกทักษะใหม่ๆ					
8.	ชุดทดลองใช้งานได้สะดวกและเป็นไปตามขั้นตอน					
9.	มีความสะดวกในการเตรียมอุปกรณ์					
10.	มีความปลอดภัยในการทดลอง					
11.	รูปร่างและขนาดมีความเหมาะสม					
12.	สะดวกในการต่อสายนำสัญญาณและอุปกรณ์ข้างเคียง					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความพึงพอใจ				
		5 มาก ที่สุด	4 มาก	3 ปาน กลาง	2 น้อย	1 น้อย ที่สุด
13	การบำรุงรักษาทำได้ง่าย					
14	ผู้ทดลองสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้					

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

โปรดเขียนข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอย่างอื่น ๆ

1. ความคิดเห็นอื่น ๆ และข้อเสนอแนะทั่วไป

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๑ ๑ การวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อชุดทดลอง

ความพึงพอใจของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อชุดทดลอง		
ข้อที่	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
1	4.00	0.00
2	4.00	0.00
3	4.00	0.00
4	4.50	0.00
5	4.50	0.00
6	4.50	0.00
7	3.50	0.50
8	4.00	0.50
9	4.50	0.00
10	4.00	0.00
11	4.00	0.00
12	4.00	0.00
13	4.00	0.00
14	4.50	0.50
ผลรวม		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๒ การวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อใบงานที่ 1

ความพึงพอใจของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อใบงานที่ 1		
ข้อที่	ค่าเฉลี่ย \bar{x}	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน SD
1	4.00	0.00
2	4.50	0.50
3	4.00	0.50
4	4.00	0.00
5	4.00	0.00
6	3.50	0.00
7	4.50	0.50
8	4.00	0.50
9	4.00	0.00
10	4.00	0.00
11	4.00	0.00
12	4.00	0.00
13	4.00	0.00
14	3.50	0.50
ผลรวม	4.10	0.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๓ การวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อใบงานที่ 2

ความพึงพอใจของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อใบงานที่ 2		
ข้อที่	ค่าเฉลี่ย \bar{x}	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน SD
1	4.00	0.00
2	4.00	0.00
3	4.00	0.00
4	4.00	0.00
5	4.00	0.00
6	4.50	0.50
7	4.50	0.00
8	4.00	0.00
9	4.50	0.50
10	4.00	0.00
11	4.00	0.00
12	4.00	0.00
13	4.50	0.50
14	3.50	0.50
ผลรวม	4.21	0.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๓ ๔ การวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อใบงานที่ ๔

ความพึงพอใจของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อใบงานที่ ๔		
ข้อที่	ค่าเฉลี่ย \bar{x}	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน SD
1	4.00	0.00
2	4.50	0.50
3	4.50	0.50
4	4.50	0.50
5	4.00	0.00
6	4.00	0.00
7	4.00	0.00
8	4.00	0.00
9	4.00	0.00
10	4.00	0.00
11	4.00	0.50
12	4.00	0.00
13	4.00	0.00
14	4.50	0.00
ผลรวม	4.14	0.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๕ การวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อใบงานที่ 5

ความพึงพอใจของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อใบงานที่ 5		
ข้อที่	ค่าเฉลี่ย \bar{X}	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน SD
1	4.00	0.00
2	4.00	0.00
3	4.00	1.00
4	4.00	0.00
5	4.50	0.50
6	4.00	0.00
7	4.50	0.50
8	4.00	0.00
9	4.00	0.00
10	4.00	0.00
11	4.00	0.00
12	4.00	1.00
13	4.00	0.00
14	4.00	0.00
ผลรวม	4.27	0.07

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๓ ๖ การวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อใบงานที่ ๖

ความพึงพอใจของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อใบงานที่ ๖		
ข้อที่	ค่าเฉลี่ย \bar{x}	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน SD
1	4.00	0.00
2	4.00	0.00
3	4.00	0.00
4	4.50	0.50
5	4.50	0.50
6	4.50	0.50
7	4.50	0.50
8	4.50	0.50
9	4.00	0.00
10	4.00	0.00
11	4.00	0.00
12	4.00	0.00
13	4.50	1.00
14	4.00	0.00
ผลรวม	4.14	0.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๗ การวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อใบงานที่ ๗

ความพึงพอใจของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อใบงานที่ ๖		
ข้อที่	ค่าเฉลี่ย \bar{x}	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน SD
1	4.00	0.00
2	4.00	0.00
3	4.00	0.00
4	4.50	0.50
5	4.50	0.50
6	4.50	0.50
7	4.50	0.50
8	4.50	0.50
9	4.00	0.00
10	4.00	0.00
11	4.00	0.00
12	4.00	0.00
13	4.50	1.00
14	4.00	0.00
ผลรวม	4.14	0.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อผู้ทำปริญญาบัตร	นายกังสการ คำดี
วันเดือนปีเกิด	27 พฤศจิกายน 2524
ภูมิลำเนา	182 ม.6 ตำบลปะอ่าว อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี 34000 โทรศัพท์ 0-4534-4400
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนบ้านปะอ่าว
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนศรีปทุมพิทยาคาร
มัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนนารีนุกูล
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
คติพจน์	ทำวันนี้ให้ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อผู้ทำปฏิญานิพนธ์	นายชินวัฒน์ มากอ้น
วันเดือนปีเกิด	15 กุมภาพันธ์ 2526
ภูมิลำเนา	95/5 ประชาราษฎร์ 1 เขตคูสิต แขวงคูสิต กรุงเทพฯ 10800 โทรศัพท์ 0-2885-0430-32
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนราชวินิต
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนราชวินิตมัธยม
ประกาศนียบัตร	วิทยาลัยเทคนิคราชสีหราชาราม
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคราชสีหราชาราม
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
ผลงานที่เคยได้รับ	ใบประกาศนียบัตรหุ่นยนต์เสมือนคนเสมือนสัตว์
คติพจน์	ทำตามใจที่ต้องการและต้องลงมือทำอย่ารอแต่โชคและวาสนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา. และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อผู้ทำปฏิญานិพนธ์ นายวิริยะ ธรรมรัตน์
 วันเดือนปีเกิด 18 ตุลาคม 2524
 ภูมิลำเนา 20/1 ม.5 ตำบลบางม่วง อำเภอตะกั่วป่า จังหวัดพังงา 82190
 โทรศัพท์ 0-7644-6167

ประวัติการศึกษา
 ประถมศึกษา โรงเรียนบางมรวน
 มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนบ้านบางม่วง
 ประกาศนียบัตร วิทยาลัยเทคนิคพังงา
 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคนิคพังงา
 ปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
 ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
 คติพจน์ เชื่อในสิ่งที่ตนเองเชื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อผู้ทำปฏิญานิพนธ์	นางสาววิไลวรรณ	สังข์แก้ว
วันเดือนปีเกิด	12 มีนาคม 2524	
ภูมิลำเนา	22 ม.10 ตำบลธรรมมูล อำเภอเมือง จังหวัดชัยนาท 17000 โทรศัพท์0-5642-3156	
ประวัติการศึกษา		
ประถมศึกษา	โรงเรียนชุมชนวัดดักคะนนท์	
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนชัยนาทพิทยาคม	
ประกาศนียบัตร	วิทยาลัยเทคนิคชัยนาท	
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคชัยนาท	
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรม โทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.	
คติพจน์	ทำทุกอย่างด้วยใจที่รักเพื่อคนที่รักเรา	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้