ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อ บอร์ดเอนกประสงค์

Universal Board

ชื่อนักศึกษา

1. นางสาวคัคนางค์ สมบูรณ์	รหัสประจำตัว	46035302
2. นายพีระ ศรีรินทร์	รหัสประจำตัว	46035334
3. นายหนึ่ง เมืองบรรจง	รหัสประจำตัว	46035367
4. นายอนุชา พันธ์ฉลาด	รหัสประจำตัว	46035369

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต **สาขาวิชา** วิศวกรรมโทรคมนาคม

อาจารย์ที่ปรึกษา อ.วรวิทย์ สมหา

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
1. อ.โกศล ตราชู	
2. อ.ไพบูลย์ พวงวงศ์ตระกูล	
3. อ.พงษ์เกียรติ เชษฐพิทักษ์สกุล	
4. อ.พิชญ์สินี มะโน	
5. อ.วรวิทย์ สมหา	

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันพฤหัสบดีที่ 28 เมษายน พ.ศ. 2548 เวลา 9.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.311 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(ผศ.สุรสิทธิ์ ราตรี)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

<BT4720262>

บอร์ดเอนกประสงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปริญญานิพนธ์

บอร์ดเอนกประสงค์

UNIVERSAL BOARD

นางสาวคัดนางค์ สมบูรณ์
นายพีระ ศรีรินทร์
นายหนึ่ง เมืองบรรจง
นายอนุชา พันธ์ฉลาด

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2547

ฟพ.
ค237ป
2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลขหมู่.....
59460
เลขทะเบียน.....
วัน,เดือน,ปี - 5 สิ.ย. 2549
.....
.b.....
.i.....

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง บอร์ดเอนกประสงค์

Universal Board

วัตถุประสงค์

1. เพื่อสร้างโครงงานบอร์ดเอนกประสงค์ (Universal Board) มาประยุกต์ใช้กับ Robotได้
2. เพื่อนำบอร์ดเอนกประสงค์ (Universal Board) มาใช้งานจริงได้
3. เพื่อสร้างบอร์ดที่รวบรวมวงจรเซ็นเซอร์ ชุดควบคุมและชุดขับเคลื่อนไว้ในบอร์ดเดียวกันได้
4. เพื่อความรู้เกี่ยวกับอิเล็กทรอนิกส์มาใช้กับโครงงานได้
5. เพื่อนำบอร์ดเอนกประสงค์(Universal Board) ไปใช้ในการเรียนการสอนได้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้รับความรู้จากการศึกษาการทำงานเบื้องต้นของส่วนต่างๆ ในโครงงาน
2. ได้โครงสร้างของบอร์ดและมีการทำงานที่ใช้ควบคุมมอเตอร์แบบต่างๆ ได้เป็นอย่างดี
3. ได้บอร์ดต้นแบบที่สามารถไปประยุกต์กับชิ้นงานอื่นๆได้
4. ได้ผลการทดลองที่สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้ได้
5. สามารถนำบอร์ดเอนกประสงค์ไปใช้ร่วมกับหุ่นยนต์ในรูปแบบต่างๆได้เป็นอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	บอร์ดเอนกประสงค์	
นักศึกษา	นางสาวคัคนางค์	สมบูรณ์
	นายพีระ	ศรีรินทร์
	นายหนึ่ง	เมืองบรรจง
	นายอนุชา	พันธ์ฉลาด
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ วรวิทย์	สมหา
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผศ. พีระวุฒิ	สุวรรณจันทร์
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต	
สาขาวิชา	วิศวกรรมโทรคมนาคม	
ปีการศึกษา	2547	

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอบอร์ดเอนกประสงค์โดยตัวบอร์ดจะควบคุมด้วยคอนโทรเลอร์ตระกูล MCS-51 หรือ คอนโทรเลอร์ตระกูล PIC โดยการใช้งาน ต้องเลือกแบบใดแบบหนึ่งซึ่งในบอร์ดจะประกอบด้วยชุดขับเซอร์โวมอเตอร์ 2 ตัว ชุดขับมอเตอร์ ดีซี โดยรีเลย์ ชุดขับมอเตอร์ดีซี โดยอุปกรณ์โซลิตสเตตอย่างละ 8 ช่อง แต่ต้องเลือกใช้อย่างใดอย่างหนึ่ง มีวงจรนับรอบมอเตอร์แสดงผลผ่าน ส่วนแสดงผล 7 ส่วน โดยใช้การเชื่อมต่อข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรมผ่าน RS-232 มีอินพุต เซ็นเซอร์ 8 ช่อง เพื่อรับสถานะของสัญญาณ มีการควบคุมบอร์ดโดยใช้รีโมต ที่ความถี่ 433.92 เมกะเฮิร์ต กับรีโมตมีสายโดยเลือกใช้อย่างใดอย่างหนึ่งบอร์ดเอนกประสงค์นี้จะสามารถนำไปต่อควบคุมมอเตอร์และเซ็นเซอร์ใช้กับหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Universal board	
Students	Miss Kakanang	Somboon
	Mr. Peera	Sririn
	Mr. Neung	Muangbanchong
	Mr. Anucha	Punchal
Advisor	Mr. Worawit	Somha
Co – Advisor	Assist. Prof. Peerawut	Suwannachan
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education	
Program in	Telecommunication Engineering	
Academic Year	2004	

ABSTRACT

This thesis presents multipurpose board that is controlled by MCS-51 or PIC. To control, the controller has to choose either driving system consisted on the board. The driving systems on the board are 2 Survo Motors, Motor DC by Relay, and Motor DC by Solidstate each of which has 8 channels. There is a circuit for motor revolutions counting that will be displayed via 7 segments by connecting information through series port, through RS 232, then, decoding the signal by 8-channel input sensor. The board is controlled by wireless remote control at 493 MHZ and by wire remote control; however, the controller has to choose either of them. The multipurpose board can be connected to the robot to control motor and sensor of the robot.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีนั้น เนื่องมาจากความร่วมมือร่วมใจของสมาชิก ภายในกลุ่มทุกท่าน คณะผู้จัดทำต้องขอขอบคุณ อาจารย์วรวิทย์ สมหา ผศ. พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์ อาจารย์อมรชัย ชัยชนะ และอาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่านเป็นอย่างมากที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาและให้คำแนะนำในการแก้ไขปัญหาต่างๆ ตลอดจนถึงข้อมูลและอุปกรณ์ที่เป็นประโยชน์ต่อการทดลองร่วมถึงขั้นตอนต่างๆในการสร้างโครงงาน และในการจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอขอบคุณห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์และสำนักหอสมุดกลางที่ช่วยอำนวยความสะดวกและเอื้อเฟื้อสถานที่ในการศึกษาและค้นคว้าหาข้อมูล และสุดท้ายต้องขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และผู้มีพระคุณสำหรับพวกเราที่ได้ให้การสนับสนุนในทุกๆด้านและเป็นผู้ที่คอยให้กำลังใจด้วยดีตลอดมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	IX
สารบัญรูป	X
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน	1
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 กล่าวนำ	3
2.2 สถาปัตยกรรมและความเป็นมาของไมโครคอนโทรเลอร์	3
2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877	5
2.3.1 โครงสร้างและสถาปัตยกรรมของ PIC16F877	5
2.3.2 การจัดการหน่วยความจำของ PIC16F877	7
2.3.3 ขาสัญญาณและหน้าที่การทำงานของขาต่างๆ ใน PIC16F877	9
2.3.4 คุณสมบัติทั่วไป ของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877	13
2.4 เครื่องรับ-ส่งความถี่วิทยุย่าน UHF	14
2.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	15
2.5.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	15
2.5.2 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	16
2.6 วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล	18
2.7 โฟโต้เซนเซอร์	22
2.7.1 โฟโต้เซ็นเซอร์แบบส่องแสงโดยตรง	23
2.7.2 โฟโต้เซ็นเซอร์แบบสะท้อน	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.7.3 วิธีการตรวจจับของระบบโฟโต้อิเล็กตริก	24
2.7.4 วิธีการพิจารณาเป้าวัตถุ	25
2.8 โซลิตสเตตรีเลย์	27
2.9 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม	28
2.9.1 จังหวะเวลาของการสื่อสารข้อมูลอนุกรม	29
2.9.2 รูปแบบของการส่งข้อมูลอนุกรม	29
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้างและการทำงาน	31
3.1 กล่าวนำ	31
3.2 การออกแบบวงจรต่างๆ และการทำงานของวงจร	31
3.3 วงจรภาคจ่ายไฟหลัก	32
3.3.1 การออกแบบและการสร้าง	33
3.3.2 การทำงาน	33
3.4 วงจรควบคุมรีเลย์	34
3.4.1 การออกแบบและการสร้าง	34
3.4.2 การทำงาน	35
3.5 วงจรควบคุมโซลิตสเตต	35
3.5.1 การออกแบบและการสร้าง	35
3.5.2 การทำงาน	35
3.6 วงจรควบคุมเซอร์โวมอเตอร์	36
3.6.1 การออกแบบและการสร้าง	36
3.6.2 การทำงาน	38
3.7 วงจรแสดงผล 8 หลัก	38
3.7.1 การออกแบบและการสร้าง	38
3.7.2 การทำงาน	39
3.8 วงจรอินพุตเซ็นเซอร์	40
3.8.1 การออกแบบและการสร้าง	40
3.8.2 การทำงาน	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.9 วงจรชุดส่งคลื่นวิทยุ	41
3.9.1 การออกแบบและการสร้าง	41
3.9.2 การทำงาน	42
3.10 วงจรชุดรับคลื่นวิทยุ	42
3.10.1 การออกแบบและการสร้าง	42
3.10.2 การทำงาน	43
3.11 วงจรการติดต่อผ่านพอร์ตอนุกรม	44
3.11.1 การออกแบบและการสร้าง	44
3.11.2 การทำงาน	44
3.12 วงจรวัดรอบมอเตอร์	45
3.12.1การออกแบบและการสร้าง	45
3.12.2 การทำงาน	45
3.13 วงจรประมวลผลกลาง	46
3.13.1การออกแบบและการสร้าง	46
3.13.2 การทำงาน	47
3.14 การออกแบบวงจรบอร์ดเอนกประสงค์	48
3.14.1 การออกแบบและการสร้าง	48
3.14.2 การทำงาน	48
3.15 การออกแบบรีโมตควบคุม	51
3.15.1 การออกแบบและการสร้าง	51
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	52
4.1 กล่าวนำ	52
4.2 การทดลองวงจรควบคุมรีเลย์	52
4.3 การทดลองวงจรควบคุมโซลิตสเตต	53
4.4 การทดลองวงจรเซอร์โวมอเตอร์	55
4.5 การทดลองวงจรอินพุตเซ็นเซอร์	56
4.6 การทดลองวงจรแสดงผลและวงจรวัดรอบมอเตอร์	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
4.7 การทดลองวงจรแหล่งจ่ายไฟหลัก	58
4.7.1 แหล่งจ่ายไฟ 12 VDC	58
4.7.2 แหล่งจ่ายไฟ 5 VDC	58
4.8 การทดลองภาครับ – ส่งสัญญาณ	59
4.9 การทดลองวัดสเปกตรัมภาคส่งสัญญาณ	60
4.10 การทดลองวงจรการติดต่อข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรม	61
บทที่ 5 บทสรุป	64
5.1 สรุป	64
5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข	65
5.3 แนวทางการพัฒนา	65
บรรณานุกรม	66
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	67
ภาคผนวก ข วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์	71
ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์	81
ภาคผนวก ง รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์	91
ภาคผนวก จ โปรแกรมการทำงาน	127
ภาคผนวก ฉ คู่มือการใช้งาน	151
ประวัติผู้แต่ง	158

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ขาสัญญาณและหน้าที่การทำงานของขาต่างๆ ใน PIC16F877	9
2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันอินพุตที่เป็นแอนะลอกกับเอาต์พุตที่เป็นดิจิตอล	19
4.1 การทดลองวงจรควบคุมรีเลย์	52
4.2 การทดลองวงจรควบคุมโซลิตสเตต	54
4.3 การทดลองวงจรแสดงผลและวงจรวัดรอบมอเตอร์	58
4.4 การทดลองวงจรแหล่งจ่ายไฟหลัก	59
4.5 แหล่งจ่ายไฟ 5 VDC	59
4.6 การทดลองวงจรการติดต่อข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรม	62
ค.1 รายการอุปกรณ์ของวงจรภาครีเลย์	82
ค.2 รายการอุปกรณ์ของวงจรรวมภาคโซลิตเสตต	82
ค.3 รายการอุปกรณ์ของวงจรเซอร์โวมอเตอร์	83
ค.4 รายการอุปกรณ์ของวงจรภาคอินพุตเซนเซอร์	85
ค.5 รายการของอุปกรณ์ RS 232	85
ค.6 รายการของอุปกรณ์ ภาคจ่ายไฟ 5 VDC	86
ค.7 รายการของอุปกรณ์ ภาคจ่ายไฟ +12 / 0 /-12 โวลท์	86
ค.8 รายการของอุปกรณ์ ภาค 7 –Segment	87
ค.9 รายการของอุปกรณ์ภาค CPU	88
ค.10 รายการของอุปกรณ์ภาคส่งวิทยุ	88
ค.11 รายการของอุปกรณ์ภาครับวิทยุ	90
ฉ.1 การแก้ปัญหาเบื้องต้น	156
ฉ.2 ข้อมูลจำเพาะของบอร์ดเอนกประสงค์	157

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 โครงสร้างภายนอกและการจัดขาของ PIC16F877	6
2.2 หน่วยความจำโปรแกรมและสแต็กของ PIC16F877	7
2.3 ตำแหน่งรีจีสเตอร์ไฟล์ของ PIC 16F877	8
2.4 แผนผังการทำงานของภาครับ–ส่งย่าน UHF	14
2.5 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์	17
2.6 การต่อวงจรเอทูดีแบบขนานหรือแฟลช	19
2.7 การทำงานของวงจรอินทิเกรเตอร์	20
2.8 ผังการทำงานของวงจรA/Dแบบสโลปคู่	22
2.9 หลักการทำงานของวงจรA/Dแบบสโลปคู่	22
2.10 โครงสร้างโฟโต้เซ็นเซอร์แบบส่องแสงโดยตรง	23
2.11 โครงสร้างโฟโต้เซ็นเซอร์แบบสะท้อน	24
2.12 การส่งข้อมูลแบบอนุกรม จำนวน 8 บิต จะส่งทีละบิตจนครบ 1 ไบต์	28
2.13 การส่งข้อมูลแบบขนาน จำนวน 8 บิต จะส่งทีละ 8 บิต หรือ 1 ไบต์	29
2.14 ผังเวลาการส่งข้อมูลแบบอนุกรมจำนวน 8 บิต พร้อมกับบิตเริ่มต้น บิตพาริตี้ และบิตหยุด	30
3.1 บล็อกไดอะแกรมบอร์ดเอนกประสงค์	31
3.2 วงจรภาคจ่ายไฟขนาด +12V/ 0 /-12V	33
3.3 วงจรภาคจ่ายไฟขนาด 5 VDC	33
3.4 วงจรควบคุมรีเลย์	34
3.5 วงจรควบคุมโซลิตสเตต	36
3.6 วงจรควบคุมเซอร์โวมอเตอร์	37
3.7 วงจรแสดงผล 8 หลัก	39
3.8 วงจรอินพุตเซ็นเซอร์	40
3.9 วงจรชุดส่งคลื่นวิทยุ	41
3.10 วงจรชุดรับคลื่นวิทยุ	43
3.11 วงจรการติดต่อผ่านพอร์ตอนุกรม	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.12 วงจรวัดรอบมอเตอร์	45
3.13 (ก) วงจรประมวลผล MCS	46
3.13 (ข) วงจรประมวลผล PIC	46
3.14 วงจรบอร์ดเอนกประสงค์ใช้ MCS-51 เบอร์ AT89S52	49
3.15 วงจรบอร์ดเอนกประสงค์ใช้ PIC เบอร์ PIC16F877	50
3.16 ชุดรีโมตควบคุม	51
4.1 ผลการทดลองของวงจรควบคุมรีเลย์	53
4.2 ผลการทดลองของวงจรควบคุมโซลิตสเตต	54
4.3 ผลการทดลองของวงจรเซอร์โวมอเตอร์	55
4.4 ผลการทดลองของวงจรอินพุตเซ็นเซอร์	56
4.5 การต่อชุดวัดรอบมอเตอร์	57
4.6 การต่อชุด LED แสดงผลเข้ากับชุดรับสัญญาณ	59
4.7 ผลลัพธ์การส่งสัญญาณ	60
4.8 สัญญาณความถี่ของภาคส่งสัญญาณ	61
4.9 วิธีการประกอบวงจรการติดต่อผ่านพอร์ตอนุกรม	62
ก.1 ด้านบนของบอร์ด	68
ก.2 ด้านล่างของบอร์ด	68
ก.3 ด้านหน้าของรีโมต	69
ก.4 ด้านบนของรีโมต	69
ก.5 ด้านข้างของรีโมต	70
ข.1 วงจรบอร์ดเอนกประสงค์ใช้ MCS-51 เบอร์ AT89S52	72
ข.2 วงจรบอร์ดเอนกประสงค์ใช้ PIC เบอร์ PIC16F877	73
ข.3 แผ่นวงจรพิมพ์บอร์ดเอนกประสงค์ (ด้านล่าง)	74
ข.4 แผ่นวงจรพิมพ์บอร์ดเอนกประสงค์ (ด้านบน)	75
ข.5 แผ่นวงจรพิมพ์บอร์ดเอนกประสงค์ (ตำแหน่งขาด้านล่าง)	76
ข.6 แผ่นวงจรพิมพ์บอร์ดเอนกประสงค์ (ตำแหน่งขาด้านบน)	77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ข.7 ตำแหน่งอุปกรณ์บนบอร์ดเอนกประสงค์	78
ข.8 วงจรภาคส่ง	79
ข.9 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรภาคส่ง	79
ข.10 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรภาคส่งสัญญาณ (ด้านล่าง)	80
ข.11 ตำแหน่งอุปกรณ์วงจรภาคส่งสัญญาณ	80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ปัจจุบันอิเล็กทรอนิกส์ได้มีบทบาทในชีวิตของคนเรามาก ไม่ว่าจะเป็นเครื่องอำนวยความสะดวกต่างๆซึ่งส่วนหนึ่งนั้นได้มีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดหนึ่งที่นิยมใช้เป็นตัวควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆหลายชนิด ซึ่งอุปกรณ์ตัวนั้นก็คือไมโครคอนโทรเลอร์ ตระกูล MCS-51 กับ PIC ด้านความโดดเด่นในหลายๆด้านของ ไมโครคอนโทรเลอร์ 2 ตระกูลนี้ ทำให้มีผู้ใช้งานอย่างแพร่หลาย ซึ่งในปัจจุบันได้มีผู้ผลชิตบอร์ดเอนกประสงค์ที่ใช้ MCS-51 และ PIC มากมายแต่ในเรื่องการใช้งานของบอร์ดนั้นยังไม่ครอบคลุม เช่น ในบอร์ดนั้นยังไม่มีชุดขยายกำลังเพื่อไปจ่ายให้มอเตอร์ (Driver Motor) ไม่มีชุดเซนเซอร์ต่างๆซึ่งทำให้ไม่มีความสะดวกในการใช้งานอย่างยิ่งด้วยเหตุนี้ทางผู้จัดทำจึงมีความต้องการที่จะขจัดปัญหาที่กล่าวไว้ข้างต้นให้หมดไปโดยการจัดทำบอร์ดเอนกประสงค์เพื่อเป็นอุปกรณ์ที่ใช้งานได้อย่างครอบคลุมและครบถ้วนอย่างแท้จริง

1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน

โครงงานนี้มีขีดความสามารถดังนี้

1) สามารถควบคุมมอเตอร์ได้ 8 ช่อง และเลือกได้ว่าจะใช้รีเลย์หรืออุปกรณ์โซลิตสเตตในการควบคุมมอเตอร์ดีซีได้

2) มีช่องต่อเซ็นเซอร์ทางด้านอินพุตจำนวน 8 ช่อง

3) สามารถควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ได้ 2 ตัว

4) สามารถใช้คลื่นวิทยุในการควบคุมการหมุนของมอเตอร์ได้

5) สามารถใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC ได้

6) สามารถใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ได้

7) สามารถเขียนโปรแกรมลงตัวไอซีผ่านพอร์ตอนุกรมได้

8) สามารถวัดจำนวนความเร็วรอบของมอเตอร์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาภายในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งออกเป็นบทต่างๆ เพื่อสะดวกต่อการศึกษาและทำความเข้าใจในแต่ละบทจะประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์ ขีดความสามารถของโครงงาน และเนื้อหาในบทต่างๆ โดยสังเขป

บทที่ 2 ประกอบด้วยทฤษฎีต่างๆ เกี่ยวกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล MCS-51 ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877 ชุดรีโมท เซอร์โวมอเตอร์ วงจรแปลงสัญญาณ โซลิตสเตต

บทที่ 3 กล่าวถึงเนื้อหาเกี่ยวกับแผนผังการทำงานของโครงงาน ผังวงจรต่างๆ ที่ใช้ในโครงงาน ตลอดจนการออกแบบและการสร้างส่วนประกอบต่างๆ เช่น แบบของวงจรที่ใช้ในการควบคุม โครงสร้างของชิ้นงาน พร้อมทั้งการทำงานของส่วนประกอบต่างๆ โดยะเอียด

บทที่ 4 ประกอบด้วยการทดลองและผลการทดลองของวงจร MCS-51 ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877 ขับมอเตอร์และการประกอบชิ้นส่วนต่างๆ ของบอร์ดเอนกประสงค์เข้ากับตัวหุ่นยนต์

บทที่ 5 เป็นการสรุปผลการจัดทำโครงงาน ปัญหาที่เกิดขึ้นและและแนวทางในการแก้ไข รวมทั้งแนวทางการพัฒนา

ภาคผนวก ก แสดงภาพเครื่องต้นแบบ การติดตั้ง การเชื่อมต่ออุปกรณ์อื่นๆ ขณะใช้งานจริง

ภาคผนวก ข ประกอบด้วยผังรายละเอียดวงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

ภาคผนวก ค แสดงรายการอุปกรณ์ ที่ใช้ในงานแต่ละวงจร

ภาคผนวก ง รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์

ภาคผนวก จ แผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรม

ภาคผนวก ฉ คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 กล่าวนำ

เนื้อหาในนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและหลักการและการทำงานของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A, เครื่องส่งความถี่วิทยุย่าน UHF, เซอร์โวมอเตอร์, วงจรแปลงแอนะลอกเป็นดิจิตอล, โซลิตสเตตรีเลย์, โฟโต้เซนเซอร์, การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม

2.2 สถาปัตยกรรมและความเป็นมาของไมโครคอนโทรเลอร์

ไมโครโปรเซสเซอร์กำเนิดขึ้นมาในช่วงต้นทศวรรษที่ 1970 โดยเกิดจากการนำเทคโนโลยี 2 อย่างมาพัฒนาร่วมกัน ซึ่งก็คือเทคโนโลยีทางด้านดิจิตอลคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีทางด้านโซลิตสเตต (Solid State) ดิจิตอลคอมพิวเตอร์จะทำงานตามโปรแกรมที่เราป้อนเข้าไป โดยโปรแกรมเป็นตัวบอกดิจิตอลคอมพิวเตอร์ว่าจะทำการเคลื่อนย้ายและประมวลผลข้อมูลอย่างไร การที่จะทำงานได้นั้นก็ต้องมีวงจรคำนวณ หน่วยความจำ และอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต (Input/Output) เป็นส่วนประกอบซึ่งรูปแบบในการนำสิ่งที่กล่าวมานี้รวมเข้าด้วยกันเราเรียกว่าสถาปัตยกรรม (Architecture) ไมโครโปรเซสเซอร์มีสถาปัตยกรรมคล้ายกับดิจิตอลคอมพิวเตอร์ หรือพูดอีกนัยหนึ่งได้ว่าไมโครโปรเซสเซอร์ก็เหมือนกับดิจิตอลคอมพิวเตอร์ เพราะสิ่งทั้งสองนี้ทำงานภายใต้การควบคุมของโปรแกรมเหมือนกัน ช่วงสงครามโลกครั้งที่ 2 ดิจิตอลคอมพิวเตอร์ได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้งานทางด้านการทหาร ในช่วงกลางทศวรรษที่ 1940 ดิจิตอลคอมพิวเตอร์ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้งานในด้านวิทยาศาสตร์และธุรกิจ ในช่วงสงครามนี้ได้มีการศึกษาการทำงานของดิจิตอลคอมพิวเตอร์ที่มีความเร็วสูง (มีชื่อว่า วงจรแบบพัลส์) ที่ใช้ในเรดาร์ ทำให้เข้าใจดิจิตอลคอมพิวเตอร์มากขึ้น จนในปี ค.ศ. นักวิทยาศาสตร์ได้ประดิษฐ์ทรานซิสเตอร์ที่ทำจากโซลิตสเตต ดิจิตอลคอมพิวเตอร์ตัวหนึ่งๆ จะมีวงจรต่างๆ อยู่มากมาย ในช่วงแรกวงจรต่างๆ จะสร้างขึ้นจากหลอดสุญญากาศ จึงทำให้ดิจิตอลคอมพิวเตอร์ในช่วงแรกๆ มีขนาดใหญ่ และเนื่องจากหลอดสุญญากาศนี้เมื่อใช้งานนานๆ จะร้อน ดังนั้นเราจึงต้องติดตั้งระบบระบายความร้อนเข้าไปด้วย ดิจิตอลคอมพิวเตอร์ที่ใช้หลอดสุญญากาศนี้มักเชื่อถือไม่ค่อยได้ เมื่อเทียบกับมาตรฐานของคอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน การใช้หลอดสุญญากาศนี้เป็นส่วนประกอบของดิจิตอลคอมพิวเตอร์ทำให้ดิจิตอลคอมพิวเตอร์ช่วงแรกมีราคาแพงและยากต่อการดูแลรักษา ข้อเสียต่างๆของหลอดสุญญากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นี้ทำให้เราพัฒนาดิจิตอลคอมพิวเตอร์ในช่วงแรกไปได้ช้ามาก คอมพิวเตอร์ช่วงแรกๆ ยังไม่มีที่สำหรับเก็บโปรแกรม แต่จะมีที่ไว้สำหรับเก็บข้อมูลเท่านั้น ซึ่งในช่วงปลายทศวรรษที่ 1940 จนถึงต้นทศวรรษที่ 1950 การใช้งานคอมพิวเตอร์จะทำการโปรแกรมโดยวิธีที่เรียกว่า พาทซ์คอร์ด โดยหน่วยความจำของเครื่องจะมีไว้สำหรับเก็บข้อมูลเท่านั้น คอมพิวเตอร์ในช่วงหลังๆ จะมีที่สำหรับเก็บโปรแกรม ซึ่งก็หมายความว่า ขั้นตอนการทำงานของคอมพิวเตอร์จะถูกจัดเก็บอยู่ในหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์ด้วย ในช่วงทศวรรษที่ 1950 ได้มีการค้นคว้าและทดลองใช้โซลิตส-เตตอย่างจริงจังทำให้รู้จักสารกึ่งตัวนำมากขึ้น ในช่วง 1960 แนวทางการสร้างคอมพิวเตอร์จากโซ-ลิดสเตตได้แยกออกเป็น 2 ทาง คือการสร้างเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ สามารถประมวลผลได้ทีละมากๆ และถูกนำไปใช้ทางด้านพาณิชย์และวิทยาศาสตร์ อีกแนวทางคือการสร้างคอมพิวเตอร์ที่มีขนาดเล็กโดยมีขนาดเท่าโต๊ะเรียกว่ามินิคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีความสามารถไม่เท่ากับเครื่องขนาดใหญ่แต่มีราคาสูงกว่า ในช่วงทศวรรษที่ 1960 ได้มีการนำทรานซิสเตอร์หลายตัวมาบรรจุลงในซิลิกอนเพียงตัวเดียว โดยทรานซิสเตอร์แต่ละตัวจะถูกเชื่อมต่อกันโดยขนาดเล็กเพื่อสร้างวงเป็นวงจรแบบต่างๆ เช่น เกด ฟลิปฟลอป วงจรที่สร้างจากเทคโนโลยีชนิดคอนดักเตอร์แบบใหม่นี้เรียกว่า ไอซี หลังจากที่วงจรคำนวณได้ถูกลดขนาดลงสถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์ก็ถูกลดขนาดลงด้วย โดยเหลือ IC เพียงบางตัว และเราเรียกว่าไมโครโปรเซสเซอร์ ชุดคำสั่ง ในไมโครโปรเซสเซอร์จะมีขนาดเพิ่มขึ้น และมีความซับซ้อนมากขึ้นเมื่อจำนวนบิตของไมโครโปรเซตเซอร์เพิ่มขึ้น ในช่วง 1980 ได้มีการพัฒนาระบบไมโครโปรเซสเซอร์ซึ่งมีความสามารถในการติดต่อสื่อสารระบบนี้เรียกว่า ไมโครคอมพิวเตอร์ หรือไมโครคอมพิวเตอร์วิปเดี่ยว ซึ่งมีการนำไปใช้อย่างแพร่หลาย ไมโครโปรเซสเซอร์คืออะไร ไมโครโปรเซสเซอร์เป็นวงจรที่มีโครงสร้างทางตรรกะคล้ายกับหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ของดิจิตอลคอมพิวเตอร์ ซึ่งโครงสร้างจะประกอบด้วย IC แบบ LSI ไมโครโปรเซสเซอร์มีวงจรที่ทำหน้าที่จัดข้อมูล และทำการคำนวณภายใต้การควบคุมของโปรแกรม เราจึงอาจเรียกไมโครโปรเซสเซอร์อีกอย่างว่า หน่วยประมลผลข้อมูล จุดนี้เป็นจุดสำคัญที่จะบอกถึงความแตกต่างของไมโครโปรเซสเซอร์กับไมโครคอมพิวเตอร์ เราจะพบไมโครโปรเซสเซอร์ในสินค้าหลายชนิดแต่มันไม่สามารถทำงานตามลำพังได้จะต้องมีวงจร อินพุต/เอาท์พุตที่เก็บข้อมูลที่เก็บโปรแกรมแหล่งจ่ายไฟเพื่อช่วยในการทำงานไมโครคอมพิวเตอร์คืออะไร ไมโครคอมพิวเตอร์เป็นระบบคำนวณที่สมบูรณ์ โดยมีไมโครโปรเซสเซอร์เป็นแกนกลางหรือ CPU นอกจากนี้ ไมโครคอมพิวเตอร์ยังมีหน่วยความจำและอุปกรณ์อันพุต/เอาท์พุต ระบบนี้ประกอบด้วย CPU การ์ด RAM การ์ดควบคุมการทำงานของดิสก์การ์ดจอภาพ ความสามรถของไมโครโปรเซสเซอร์คืออะไร ไมโครโปรเซสเซอร์เกือบทุกรุ่นจะทำจากชิปซิลิกอน คำว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสามารถของไมโครโปรเซสเซอร์หมายถึง ความสามารถในการประมวลผลข้อมูลของมันมีวิธีการวัดความสามารถของไมโครโปรเซสเซอร์หลักๆอยู่ 3 วิธีด้วยกัน

1) การวัดความยาวของเวิร์ดข้อมูล (Data Word)

2) การวัดขนาดของหน่วยความจำที่ไมโครโปรเซสเซอร์สามารถอ้างอิง

3) การวัดความเร็วในการปฏิบัติการตามคำสั่ง

ไมโครโปรเซสเซอร์ขนาด 4 บิตถูกนำมาใช้เป็นอันดับแรก เนื่องจากข้อมูลขนาด 4 บิต สามารถนำมาใช้แทนรหัส BCD ได้ซึ่งในงาน เช่น เครื่องคิดเลข การควบคุมทางอุตสาหกรรม ของเล่น ไมโครโปรเซสเซอร์ขนาด 8 บิต ถูกพัฒนามาจาก 4 บิต และมีรหัสซึ่งได้แก่รหัส แอสกี ซึ่งใช้แทนตัวเลขตัวอักษร และสัญลักษณ์ต่างๆ การวัดความสามารถของไมโครโปรเซสเซอร์อีกอย่างหนึ่งมีโครงการวัดขนาดของหน่วยความจำที่ไมโครโปรเซสเซอร์สามารถอ้างอิงได้ตำแหน่งจะต้องมีขนาดเท่ากับขนาดของเวิร์ดข้อมูลที่ใช้ในไมโครโปรเซสเซอร์นั้นๆ เช่นไมโครโปรเซสเซอร์ขนาด 4 บิต ไมโครโปรเซสเซอร์ส่วนใหญ่จะใช้เลขฐานสองที่มีขนาดมากว่าขนาดเวิร์ดข้อมูลของมันจึงทำให้ค่าแอดเดรสเรจน์ไม่ถูกจำกัดโดยขนาด การวัดความสามารถของไมโครโปรเซสเซอร์วิธีที่ 3 คือ การวัดความเร็วที่ใช้ในการปฏิบัติคำสั่งความเร็วนี้จะวัดโดยการจับเวลา ความเร็วของไมโครโปรเซสเซอร์จะขึ้นอยู่กับตัวให้จังหวะการทำงานหรือเรียกว่า วงจรนาฬิกา ไมโครโปรเซสเซอร์ที่ช้าๆ ใช้วงจรนาฬิกาที่มีความถี่ราวๆ 100 กิโลเฮิร์ต ทำให้การทำงาน ไซเกิลหนึ่งๆ จะใช้เวลา 10-20 ไมโครวินาที ความเร็วของไมโครโปรเซสเซอร์จะสัมพันธ์กับความถี่สูงสุดของวงจรนาฬิกาบางครั้งจึงเปรียบเทียบไมโครโปรเซสเซอร์อย่างคร่าวๆ โดยใช้ความถี่ของวงจรนาฬิกาเป็นตัวเปรียบเทียบ การปฏิบัติตามคำสั่งเดียวกันในหน่วยประมวลผลที่ต่างกันมักใช้เวลาไม่เท่ากัน ฉะนั้นจึงมีการใช้โปรแกรมสั้นๆ ซึ่งเรียกว่า เบนช์มาร์กโปรแกรม (Benchmark Program) เพื่อช่วยในการเปรียบเทียบที่ง่ายขึ้นโดยจะป้อนโปรแกรมให้กับไมโครโปรเซสเซอร์ที่ต้องการเปรียบเทียบและวัดเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานของแต่ละตัว

2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877

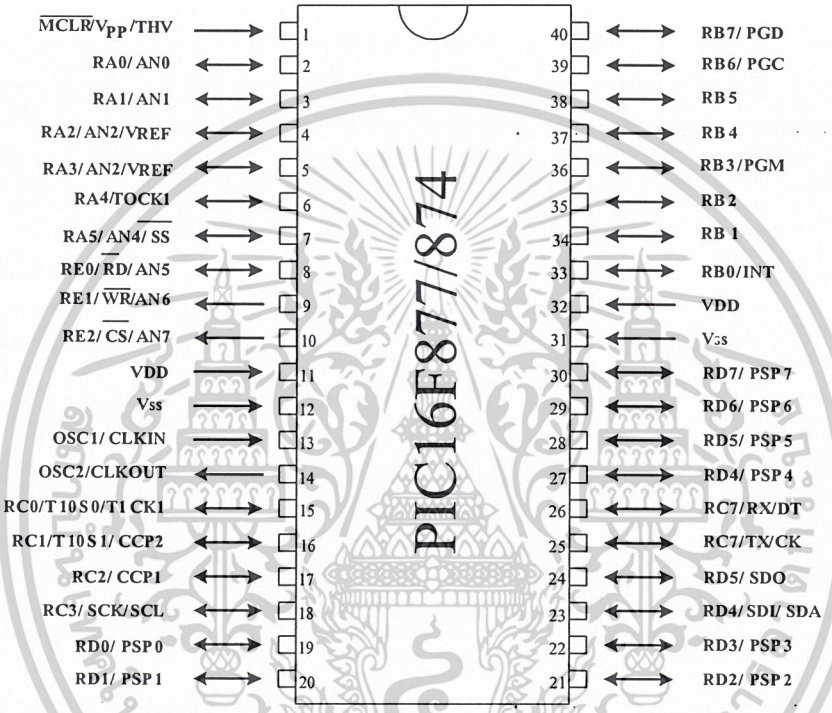
2.3.1 โครงสร้างและสถาปัตยกรรมของ PIC16F877

PIC 16F877 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล PIC (Peripheral Interface Controller) ของไมโครชิพเทคโนโลยี (Microchip Technology) ซึ่งมีหน่วยความจำโปรแกรม (Program Memory) เป็นแบบแฟลช ซึ่งมีหน่วยความจำที่สามารถเขียนและลบด้วยสัญญาณไฟฟ้านับพันครั้ง อีกทั้งสามารถพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษาสูงได้ เช่น ภาษาเบสิก หรือภาษาซี เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์สมัยใหม่ จัดอยู่ในกลุ่มของไมโครโปรเซสเซอร์แบบ RISC (Reduce Instruction Set Computer) มีชุดคำสั่งเพียง 35 คำสั่งพื้นฐานเท่านั้นและทุกคำสั่งสามารถทำงานให้เสร็จสิ้นด้วยการใช้สัญญาณนาฬิกาเพียงลูกเดียว ทำงานในลักษณะไปป์ไลน์ (Pipe Line) เหมือนกับไมโครโปรเซสเซอร์สมัยใหม่

1) โครงสร้างภายนอกของ PIC16F877



รูปที่ 2.1 โครงสร้างภายนอกและการจัดขาของ PIC16F877

ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 บรรจุอยู่ในตัว PDIP (Plastic Dual – In Line Package) ซึ่งมีลักษณะเดียวกับไอซีแบบตีนตะขาบที่พบเห็นโดยทั่วไป มีขาต่อใช้งานทั้งสิ้น 40 ขา ดังแสดงในภาพที่ 2.12 ซึ่งสามารถจัดขาต่อใช้งานของ PIC16F877 เป็น 4 กลุ่มคือ

1) กลุ่มสัญญาณนาฬิกา มี 2 ขา คือ OSC1 / CLKIN ขา 13 และ OSC 2 / CLKOUT ขา 14

2) กลุ่มขาควบคุม มี 1 ขาคือ MCLR ขา 1

3) กลุ่มขาพอร์ตอินพุต-เอาต์พุต มี33 ขาแบ่งเป็นขาพอร์ตเอ 6 ขา ได้แก่RA0–RA5 ขาพอร์ตบีได้แก่ ขา RB0 – RB7 พอร์ตซี ได้แก่ RC0-RC7 พอร์ตดี ได้แก่ RD0 – RD7 และพอร์ตอี ได้แก่ RE0–RE2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

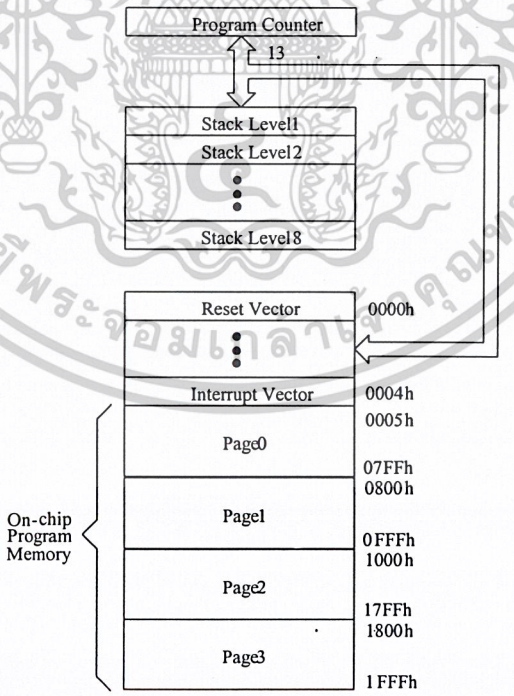
4) กลุ่มขาไฟเลี้ยง มี 2 ขา คือ ขา V_{SS} ขา12 และ 31 หรือขากราวด์ และขา V_{DD} ขา 11 และ 32 หรือขาไฟเลี้ยง +5 V

2.3.2 การจัดการหน่วยความจำของ PIC16F877

การจัดการหน่วยความจำของ PIC16F877 ถูกแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือหน่วยความจำโปรแกรม, หน่วยความจำข้อมูล และหน่วยความจำส่วนของ EEPROM

1) หน่วยความจำโปรแกรม มีโครงสร้างเป็นหน่วยความจำแบบแฟลช มีขนาด 8 กิโลเวิร์ด โดยใน 1 เวิร์ดของ PIC16F877 มีขนาด 14 บิต PIC 16F877 มี Program Counter (PC) ขนาด 13 บิต ที่สามารถอ้างตำแหน่งหน่วยความจำได้ 8Kx14 ตำแหน่ง โดยมีตำแหน่ง Reset Vector อยู่ที่ 0000h และ Interrupt vector ที่ 0004 h และมีโครงสร้างดังภาพที่ 2.2 ซึ่งจากภาพจะเห็นว่า PIC 16F877 มีความลึกของ Stack 8 ระดับ

2) หน่วยความจำข้อมูล หน่วยความจำข้อมูลเป็นหน่วยความจำแบบอีอีพรอมขนาด 128 ไบต์ หน่วยความจำข้อมูลแบ่งออกเป็น 4 BANK ซึ่งเป็นที่อยู่ของ รีจิสเตอร์ทั่วไป และ รีจิสเตอร์พิเศษ เราสามารถเปลี่ยน BANK ได้โดยการเลือกที่บิต PR0 และ PR1 ดังนี้ RP1,RP0 (Status <6:5>) ดังภาพที่ 2.2



รูปที่ 2.2 หน่วยความจำโปรแกรมและสแต็กของ PIC16F877

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Bank 0		Bank 1		Bank 2		Bank 3	
Indirect addr(*)	00h	Indirect addr(*)	80h	Indirect addr(*)	100h	Indirect addr(*)	180h
TMR0	01h	OPTION_REG	81h	TMRO	101h	OPTION_REG	181h
PCL	02h	PCL	82h	PCL	102h	PCL	182h
STATUS	03h	STATUS	83h	STATUS	103h	STATUS	183h
PORTA	04h	FSR	84h	FSR	104h	FSR	184h
PORTB	05h	TRISA	85h		105h		185h
PORTC	06h	TRISB	86h	PORTB	106h	TRISB	186h
PORTD(1)	07h	TRISC	87h		107h		187h
PORTE(1)	08h	TRISD[1]	88h		108h		188h
PCLATH	09h	TRISE[1]	89h		109h		189h
INTCON	0Ah	PCLATH	8Ah	PCLATH	10Ah	PCLATH	18Ah
PIR1	0Bh	INTCON	8Bh	INTCON	10Bh	INTCON	18Bh
PIR2	0Ch	PIE1	8Ch	EEDATA	10Ch	EECON1	18Ch
TMR2	0Dh	PIE2	8Dh	EEADR	10Dh	EECON2	18Dh
T2CON	0Eh	PCON	8Eh	EEDATH	10Eh	Reserved[2]	18Eh
SSPBUF	0Fh		8Fh	EEADRH	10Fh	Reserved[2]	18Fh
SSPCON	10h		90h		110h		190h
CCPR1L	11h	SSPCON2	91h		111h		191h
CCPR1H	12h	PR2	92h		112h		192h
CCP1CON	13h	SSPADD	93h		113h		193h
RCSTA	14h	SSPSTAT	94h		114h		194h
TXREG	15h		95h		115h		195h
RCSTA	16h		96h	General	116h	General	196h
TXREG	17h		97h	Purpose	117h	Purpose	197h
RCREG	18h	TXSTA	98h	Register	118h	Register	198h
TXREG	19h	SPBRG	99h	16 Bytes	119h	16 Bytes	199h
RCREG	1Ah		9Ah		11Ah		19Ah
CCPR2L	1Bh		9Bh		11Bh		19Bh
CCPR2H	1Ch		9Ch		11Ch		19Ch
CCP2CON	1Dh		9Dh		11Dh		19Dh
ADRESH	1Eh	ADRESl	9Eh		11Eh		19Eh
ADCON0	1Fh	ADCON1	9Fh		11Fh		
General Purpose Register 96 Bytes	20h – 7Fh	General Purpose Register accesses 70h -7Fh	A0h – FFh	General Purpose Register accesses 70h -7Fh	120h – 17Fh	General Purpose Register accesses 70h -7Fh	1A0h – 1FFh

☐ Unimpiemented data memory location. read as "0".

* Not a physical register.

รูปที่ 2.3 ตำแหน่งรีจีสเตอร์ไฟล์ของ PIC 16F877

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RP1 =0 , RP0 =0 เป็น BANK 0

RP1 =0 , RP0 =1 เป็น BANK 1

RP1 =1 , RP0 =0 เป็น BANK 2

RP1 =1 , RP0 =1 เป็น BANK 3

แต่ละ BANK มีถึง 128 Bytes และส่วนต้นของแต่ละ BANK จะเป็นที่อยู่ของ Special Function Register ซึ่งถูกใช้เหมือน RAM ทั่วๆ ไป รีจีสเตอร์ได้รับการนำมารวมไว้มีชื่อว่า รีจีสเตอร์ไฟล์ (Register file) มีขนาด 8 บิต เมื่อพิจารณาจากภาพที่ 1.4 จะพบว่าใน PIC16F877 มีรีจีสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษ 32 ตัว ที่ถูกกำหนดหน้าที่และตำแหน่งไว้แล้ว และอีก 96 ตัว จะได้รับการกำหนดให้ใช้งานอย่างอิสระ

3) หน่วยความจำที่เป็น EEPROM สามารถเก็บข้อมูลได้ 256 ตำแหน่ง (0x00 – 0xFF) วิธีการติดต่อโดยอ้อมผ่านรีจีสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษ (SFR) 6 ตัว คือ EEDATA, EEDATH, EEADR, EEADRH, EECON1 , EECON2

2.3.3 ขาสัญญาณและหน้าที่การทำงานของขาต่างๆ ใน PIC16F877

ตารางที่ 2.1 ขาสัญญาณและหน้าที่การทำงานของขาต่างๆ ใน PIC16F877

ขาสัญญาณ	DIP PIN	I/O/P Type	Buffer Type	Description
OSC1/CLKIN	9	I	ST/CMOS	ขาสัญญาณอินพุตสัญญาณนาฬิกาของ CPU
OSC2/CLKOUT	14	O	-	เป็นขาเอาต์พุตของสัญญาณนาฬิกา (1/4 ของ CLKIN) ใช้ต่อร่วมกับขาสัญญาณ OSCI เพื่อกำเนิดสัญญาณนาฬิกาในกรณีที่ใช้คริสตอลแบบเรโซเนเตอร์ หรือวงจร RC ภายนอก
MCLR/VPP	1	I/P	ST	ขาสัญญาณรีเซทแอคทีฟ “0” , ขารับแรงดันสำหรับโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 (ต่อ) ขาสัญญาณและหน้าที่การทำงานของขาต่างๆ ใน PIC16F877

ขาสัญญาณ	DIP PIN	I/O/P Type	Buffer Type	Description (รายละเอียด)
RA0/ANO	2	I/O	TTL	ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต PORTA
RA1/AN1	3	I/O	TTL	- ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต, ขาสัญญาณอินพุต สัญญาณอนาลอก AN0
RA2/AN2/VREF-	4	I/O	TTL	- ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต, ขาสัญญาณอินพุต สัญญาณอนาลอก AN1 - อินพุต สัญญาณอนาลอก AN2 และขาสัญญาณแรงดันอ้างอิงลบ (-)
RA3/AN3/VREF+	5	I/O	TTL	- ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต, ขาสัญญาณอินพุต สัญญาณอนาลอก AN3 และขาสัญญาณแรงดันอ้างอิงบวก (+)
RA4/TOCKI	6	I/O	TTL	- ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต, ขาสัญญาณอินพุต สัญญาณนาฬิกาของไทเมอร์O
RA5/SS/AN4	7	I/O	TTL	- ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต, ขาสัญญาณอินพุต สัญญาณอนาลอก AN4 และขาสัญญาณ Slave Select ในโหมดการสื่อสารแบบ Synchronous Serial Port
RBO/INT	33	I/O	TTL/ST	ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต PORTA - ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต, ขาอินพุตสัญญาณอินเตอร์รัพท์ภายนอก
RB1	34	I/O	TTL	- ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต
RB2	35	I/O	TTL	- ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต
RB3/PGM	36	I/O	TTL	- ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต, ขาสัญญาณการโปรแกรมแบบแรงดันต่ำ
RB4	37	I/O	TTL	- ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต, ขาสัญญาณการอินเตอร์รัพท์จากการเปลี่ยนแปลงสถานะของขาสัญญาณ
RB5	38	I/O	TTL	- ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต, ขาสัญญาณการอินเตอร์รัพท์จากการเปลี่ยนแปลงสถานะของขาสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 (ต่อ) ขาสัญญาณและหน้าที่การทำงานของขาต่างๆ ใน PIC16F877

ขาสัญญาณ	DIP PIN	I/O/P Type	Buffer Type	Description (รายละเอียด)
RB6/PGC	39	I/O	TTL/ST	- ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต, ขาสัญญาณการอินเตอร์รัพท์จากการเปลี่ยนแปลงสถานะของขาสัญญาณ และเป็นข่าสัญญาณนาฬิกาในโหมดการโปรแกรม
RB7/PGD	40	I/O	TTL/ST	- ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต, ขาสัญญาณการอินเตอร์รัพท์จากการเปลี่ยนแปลงสถานะของขาสัญญาณ
RCO/T1OSO/T1CKI	33	I/O	ST	ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต PORTC
RC1/T1OSI/CCP2	16	I/O	ST	- ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต, ขาสัญญาณออสซิลเลเตอร์เอาต์พุต และ ขาอินพุตสัญญาณนาฬิกาของไทเมอร์1
RC2/CCP1	17	I/O	ST	- ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต, ขาสัญญาณอินพุตออสซิลเลเตอร์ไทเมอร์1 และ เป็นขาสัญญาณ Capture 2 input / Compare 1 output / PWM2 output
RC3/SCK/SCL	18	I/O	ST	- ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต, และขาสัญญาณ Capture 1 input / compare 2 output / PWM1 output
RC4/DI/SDA	23	I/O	ST	- ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต, ขาสัญญาณอินพุตสัญญาณนาฬิกาในการสื่อสาร Synchronous, ขาสัญญาณนาฬิกาในโหมด I^2C และ SPI
RC5/SDO	24	I/O	ST	- ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต ขาอินพุตสัญญาณข้อมูลในโหมด SPI, ขาอินพุต / เอาต์พุตสัญญาณข้อมูลในโหมด I^2C - ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต, ขาเอาต์พุตข้อมูลในโหมด SPI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 (ต่อ) ขาสัญญาณและหน้าที่การทำงานของขาต่างๆ ใน PIC16F877

ขาสัญญาณ	DIP PIN	I/O/P Type	Buffer Type	Description (รายละเอียด)
RC6/TX/CK	25	I/O	ST	- ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต, ขาเอาต์พุต สัญญาณด้านส่งของการสื่อสาร USTAR, ขาสัญญาณข้อมูลในโหมดการสื่อสาร Synchronous
RC7/RX/DT	26	I/O	ST	- ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต, ขาเอาต์พุต สัญญาณด้านรับของการสื่อสาร USTAR, ขาสัญญาณข้อมูลในโหมดการสื่อสาร Synchronous
				ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต PORTD สามารถใช้เป็น Slave Port กรณีติดต่อกับระบบบัสของไมโครโปรเซสเซอร์
RD0/SP0	19	I/O	ST/TTL[3]	- ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต
RD1/SP1	20	I/O	ST/TTL[3]	- ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต
RD2/SP2	21	I/O	ST/TTL[3]	- ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต
RD3/SP3	22	I/O	ST/TTL[3]	- ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต
RD4/SP4	27	I/O	ST/TTL[3]	- ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต
RD5/SP5	28	I/O	ST/TTL[3]	- ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต
RD6/SP6	29	I/O	ST/TTL[3]	- ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต
RD7/SP7	30	I/O	ST/TTL[3]	- ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต
				ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต PORTE
RE0/RD/AN5	8	I/O	ST/TTL[3]	- ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต, ขาสัญญาณควบคุมการอ่านในโหมด Parallel Slave Port และเป็นขาสัญญาณอินพุตสัญญาณอนาล็อก AN5
RE1/WR/AN6	9	I/O	ST/TTL[3]	- ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต, ขาสัญญาณควบคุมการเขียนในโหมด Parallel Slave Port และเป็นขาสัญญาณอินพุตสัญญาณอนาล็อก AN6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 (ต่อ) ขาสัญญาณและหน้าที่การทำงานของขาต่างๆ ใน PIC16F877

ขาสัญญาณ	DIP PIN	I/O/P Type	Buffer Type	Description (รายละเอียด)
RE2/CS/AN7	10	I/O	ST/TTL[3]	- ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต, ขาสัญญาณควบคุมControl Select ในการติดต่อแบบ Parallel Slave Port และเป็นขาสัญญาณอินพุตสัญญาณอนาล็อก AN7
Vss VDD	12,31 11,32	P P	- -	- ขาสัญญาณกราวด์ - ขาแรงดันไฟเลี้ยง

2.3.4 คุณสมบัติทั่วไป ของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877

1) คุณสมบัติของหน่วยประมวลผลกลางภายใน PIC16F877

1.1 หน่วยประมวลผลกลางเป็นแบบ RISC

1.2 สัญญาณนาฬิกาความถี่ 4 MHz

1.3 ประมวลผลข้อมูลขนาด 8 บิต

1.4 มีคำสั่งเพียง 35 คำสั่ง ขนาด 14 บิต

1.5 มีรีจีสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษ 15 ตัว

1.6 มีสแต็ก 8 ระดับ

1.7 โหมดการอ้างอิงแอดเดรส 3 โหมดคือ แบบโดยตรง (Direct), แบบโดยอ้อม (Indirect)และแบบสัมพัทธ์ (Relative)

1.8 มีแหล่งกำเนิดการขัดจังหวะ 14 แหล่ง

1.9 หน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) เป็นแบบอีอีพรอมสามารถลบ และเขียนใหม่ได้ประมาณล้านครั้งและเก็บข้อมูลได้นาน 40 ปี

1.10 ขนาดหน่วยความจำโปรแกรมซึ่งเป็นแบบแฟลชมีขนาด 8 กิโลเวิร์ด

1.11 หน่วยความจำอีอีพรอมภายใน 256ไบต์

1.12 หน่วยความจำแรม 368 ไบต์ ซึ่งใช้เป็นรีจีสเตอร์

2) คุณสมบัติทางเทคนิคใน PIC16F877

2.1 มีขาอินพุต เอาต์พุต 22 ขาสามารถกำหนดเป็นอินพุตหรือเอาต์พุตได้อย่างอิสระ

2.2 กระแสซิงก์ / ซอร์สของแต่ละขาอินพุต ซึ่งสูงพอที่จะขับ LED ได้โดยตรง

2.3 กระแสซิงก์และซอร์ส สูงสุด 25 มิลลิแอมป์ ต่อขา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) คุณสมบัติอื่น ๆ

3.1 มีเพาเวอร์ออนรีเซตในตัว (POR: Power-on Reset)

3.2 มีเพาเวอร์อัพไทเมอร์ในตัว (PWRT: Power-up Timer)

3.3 มีออสซิลเลเตอร์สตาร์ทอัพไทเมอร์ (OST: Oscillator Start-up Timer)

3.4 มีวอตช์ด็อกไทเมอร์ (WDT: Watch Dog-timer) พร้อมกับวงจรออสซิลเลเตอร์ RC ภายในเพื่อช่วยให้การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์มีความแน่นอนยิ่งขึ้น

3.5 ป้องกันการคัดลอกข้อมูลในหน่วยความจำโปรแกรม

3.6 มีโหมดประหยัดพลังงานหรือโหมดสลีป (Sleep mode)

3.7 สามารถเลือกวงจรออสซิลเลเตอร์ที่ใช้กำหนดการทำงานได้

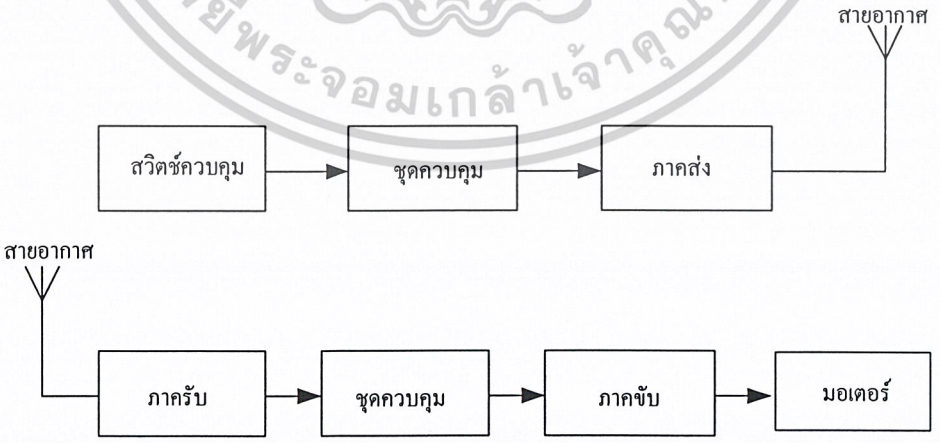
3.8 การเขียนข้อมูลเข้าสู่หน่วยความจำภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นแบบอนุกรมผ่านขาใช้งานเพียง 2 ขา

3.9 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ได้รับการพัฒนาภายใต้เทคโนโลยีมอสแฟลช / อี พรอมความเร็วสูง พลังงานต่ำ

3.10 อุณหภูมิ CPU ขณะเริ่มใช้งาน 34 องศาหลังจากใช้ผ่านไประยะหนึ่ง 38-39 องศา

2.4 เครื่องรับ-ส่งความถี่วิทยุย่าน UHF

Ultra Hight Frequency : UHF เป็นความถี่ที่อยู่ในช่วง 300 – 3,000 เมกะเฮิร์ต ส่วนใหญ่นิยมใช้ในงานด้านการสื่อสารระยะใกล้ ดังแสดงในแผนผังการทำงานของภาครับ – ส่ง ย่าน UHF รูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 แผนผังการทำงานของภาครับ–ส่งย่าน UHF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากแผนผังการทำงานภาครับ- ภาคส่งสัญญาณ โดยมีการทำงานดังนี้

2.4.1. ภาคส่ง เมื่อมีการกดสวิตช์แต่ละสวิตช์จะมีการสร้างรหัสเป็นเลขฐานสิบหก โดยจะส่งสัญญาณเข้าสู่ภาคควบคุม เพื่อทำการแปลงสัญญาณโดยการม็อดดูเลตสัญญาณเพื่อให้มีความถี่ 433.92 เมกกะเฮิร์ต จะ มีความถี่อยู่ระหว่าง 300 -3,000 เมกะเฮิร์ต จากนั้นภาคส่งจะทำการส่งสัญญาณที่ทำการมอดูเลตแล้วส่งสัญญาณที่ได้ผ่านทางสายอากาศ

2.4.2. ภาครับ จะรับสัญญาณโดยผ่านทางสายอากาศ โดยภาครับจะทำการแปลงสัญญาณจากสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล แล้วส่งสัญญาณนั้นไปยังภาคควบคุมเพื่อทำการเซตค่าสัญญาณให้ได้ตรงตามสัญญาณทางภาคส่ง จากนั้นสัญญาณที่ได้จะเข้าภาคขับสัญญาณเพื่อขับมอเตอร์กระแสตรงให้ทำงานตามสถานะที่ได้ออกแบบไว้

2.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ผลิตโดยบริษัทอินเทล มีการนำมาใช้ประโยชน์กันอย่างแพร่หลายในปี ค.ศ. 1980 ต่อมาบริษัทฟิลลิปส์และซีเมนต์ ได้รับลิขสิทธิ์ในการผลิตจำหน่ายและได้มีการเพิ่มประสิทธิภาพมากขึ้น

MCS-51 ประกอบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์หลายรุ่นซึ่งจะมีสถาปัตยกรรมพื้นฐานที่เหมือนกัน เพียงแต่มีขนาดของหน่วยความจำภายในและหน่วยทำงานภายในที่แตกต่างกัน

2.5.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

1) หน่วยประมวลผลกลางขนาด 8 บิต

2) หน่วยความจำโปรแกรมภายใน (Program Memory) ขนาด 4 กิโลไบต์

3) หน่วยความจำข้อมูลภายใน (Data Memory) ขนาด 128 กิโลไบต์

4) อ้างตำแหน่งของหน่วยความจำโปรแกรมได้ถึง 64 กิโลไบต์

5) อ้างตำแหน่งของหน่วยความจำข้อมูลได้ถึง 64 กิโลไบต์

6) หน่วยความจำโปรแกรมและข้อมูลที่อยู่ภายนอกชิพแยกจากกันอย่างละ 64 กิโลไบต์ พอร์ตอินพุต/เอาต์พุต แบบขนานจำนวน 4 พอร์ต (32 บิต) แยกกันอย่างอิสระ

7) มีวงจรนับ/จับเวลา ขนาด 16 บิต 2 ชุด ทำงานได้ 4 โหมด

8) มีพอร์ตการสื่อสารอนุกรมรับส่งข้อมูลได้ในเวลาเดียวกัน (Full Duplex) สามารถเลือกรูปแบบการส่งได้ 4 รูปแบบ

9) รับสัญญาณอินเตอร์รัพต์ได้ 6 แหล่ง กระโดดไปทำงานตอบสนองได้ 5 ตำแหน่ง

10) มีวงจรออสซิลเลเตอร์ภายใน

11) นำข้อมูลมาทำงาน AND, OR หรือ Complement ได้ทั้งแบบ 8 บิต และ 1 บิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 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 การสร้างสัญญาณจากวงจรควบคุมจากหน่วยประมวลผลกลางนี้ทำการสร้างสัญญาณนาฬิกาที่สร้างจากวงจรออสซิลเลเตอร์ เพื่อให้ทุกๆ ส่วนทำงานประสานกันอย่างถูกต้อง ในหน่วยประมวลผลกลางยังประกอบด้วยส่วนประมวลผล (Arithmetic Logic Unit) ที่ทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูล เช่น การลบ บวก คูณ หรือ หารข้อมูล แล้วนำผลลัพธ์ไปเก็บไว้ในหน่วยความจำที่ต้องการ

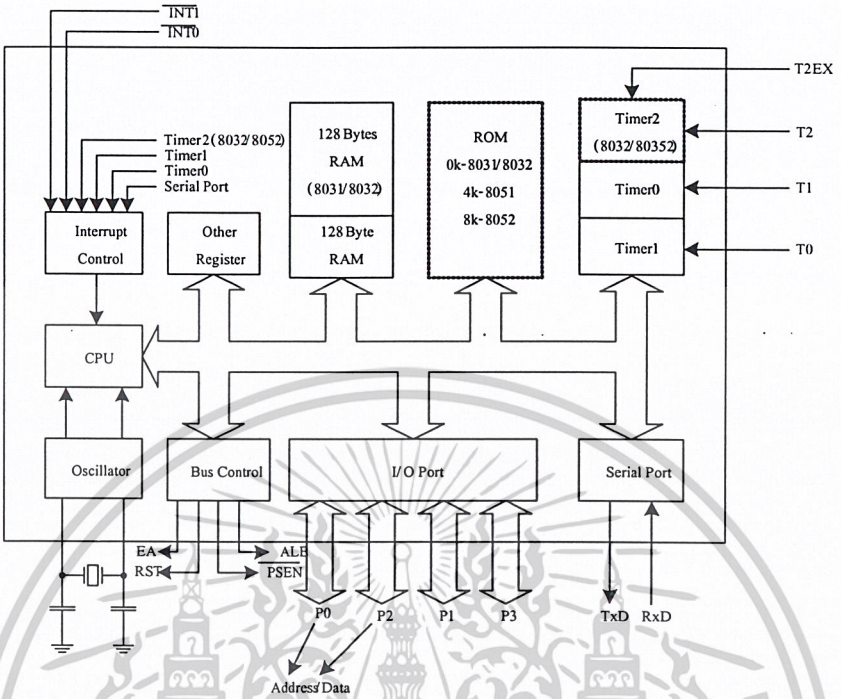
2) หน่วยความจำ (Memory)

หน่วยความจำมีไว้สำหรับจดจำข้อมูล ในการนำข้อมูลเข้าและออกจากหน่วยความจำจำเป็นต้องรู้ตำแหน่ง (Address) ของหน่วยความจำ ในการนำข้อมูลเข้าไปเก็บในหน่วยความจำเรียกว่าการเขียนข้อมูลและการนำข้อมูลออกจากหน่วยความจำ เรียกว่า การอ่านข้อมูล ในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ข้อมูลในแต่ละตำแหน่งจะมีขนาด 8 บิต ดังนั้น แต่ละตำแหน่งของหน่วยความจำจะสามารถเก็บข้อมูลมีค่าได้ระหว่าง 00000000_2 ถึง 11111111_2 หรือ 00H ถึง 0FFH ในการติดต่อกับหน่วยความจำจะต้องมีสัญญาณ 3 กลุ่ม คือ

ตำแหน่งที่ต้องการติดต่อกับหน่วยความจำ ซึ่ง MCS-51 สามารถติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูลที่มีขนาดสูงสุดชนิดละ 65,536 ตำแหน่ง (64 กิโลไบต์) ดังนั้นการอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำเป็นจะต้องใช้เส้นแสดงตำแหน่งในเลขฐานสองทั้งหมด 16 เส้น (2^{16} เท่ากับ 65,536) ข้อมูลที่อ่านหรือเขียนกับหน่วยความจำในตำแหน่งที่เราต้องการโครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ จะประกอบด้วย 3 ส่วนหลักๆ ดังรูปที่ 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 2.5 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์

สัญญาณควบคุมที่จะส่งไปยังหน่วยความจำเพื่อบอกกับหน่วยความจำว่าต้องการอ่านหรือเขียนข้อมูล โดยวงจรถอดรหัสคำสั่งทำการสร้างสัญญาณควบคุมจากคำสั่งที่อ่านเข้ามาจากหน่วยความจำโปรแกรม

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 เป็นที่สำหรับใช้รับส่งข้อมูลซึ่งเป็นสัญญาณดิจิตอลเข้าหรือออกจากตัว MCS-51 มีทั้งหมด 4 พอร์ต โดยแต่ละพอร์ตจะรับส่งข้อมูลได้ 8 บิต มีพอร์ตจะใช้งานมากกว่า 1 อย่างก็ได้

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
59460

3.3) พอร์ตอนุกรม (Serial Port) หน่วยประมวลผลกลางจะอ่านและเขียนข้อมูลกับพอร์ตอนุกรมเป็นแบบ 8 บิต แต่ข้อมูลจะถูกส่งออกจาก MCS-51 เรียงไปที่ละบิตออกจากขา Tx และในการรับข้อมูลจะรับเข้ามาที่ละบิตทางขา Rx แล้วจึงจัดเรียงใหม่เป็น 8 บิต เพื่อให้หน่วยประมวลผลกลางอ่านไปใช้งานต่อไป

ใน MCS-51 มีพอร์ตให้ใช้งานได้หลายแบบ ทำให้สะดวกแก่การนำไปใช้งานต่างๆ ได้มากมาย การจะนำพอร์ตไปใช้งานได้จะต้องเขียนโปรแกรมขึ้นมาควบคุม

2.6 วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล

2.6.1 วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล

วงจรA to D จะทำหน้าที่แปลงแรงดันหรือกระแสที่เป็นสัญญาณแอนะลอกไปเป็นตัวเลขหรือสัญญาณดิจิตอล วงจร A to D มีด้วยกันหลายแบบแต่ที่นิยมใช้กันแพร่หลายมีได้แก่ แบบสโลปคู่ (Dual Slope), แบบขนานหรือแฟลช (Flash), แบบ R/2R แลดเดอร์ แบบแปลงแรงดันเป็นความถี่ (V to F converter) และ แบบประมาณทีละบิต

วงจรเอทูดีแบบสโลปคู่เป็นแบบง่ายที่สุด ไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ที่มีคุณภาพดีมากนัก ก็สามารถแปลงสัญญาณได้อย่างแม่นยำ แต่มีข้อเสียที่ใช้เวลาในการแปลงสัญญาณนาน จึงไม่เหมาะในการใช้วัดแรงดันในช่วงเวลาสั้นๆ เช่น การวัดแรงดันของรูปคลื่น ณ จุดเวลาใดเวลาหนึ่ง แบบสโลปคู่นี้เหมาะสำหรับใช้วัดค่าเฉลี่ยของแรงดันและกระแส จึงนิยมใช้กันมาในมัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล และเครื่องวัดแสดงผลเป็นตัวเลขทั่วๆ ไป วงจรเอทูดี แบบสโลปคู่ที่เป็นไอซีสำเร็จรูปมีด้วยกันหลายเบอร์ ส่วนใหญ่จะให้ความแม่นยำในการแปลงสัญญาณดีกว่า 0.1 เปอร์เซ็นต์

วงจรเอทูดีแบบแปลงแรงดันเป็นความถี่และแบบประมาณทีละบิต จะมีข้อดีตรงที่สามารถแปลงสัญญาณได้รวดเร็ว มีความแม่นยำแต่วงจรมีความซับซ้อนมากกว่า

ซึ่งโครงงานนี้ได้เลือกใช้ไอซี เอทูดีแบบแฟลต เบอร์ ADC0820 ความละเอียด 8 บิต โดยสามารถแสดงระดับสัญญาณได้ 256 ระดับ และใช้เทคนิคการเปลี่ยนแฟลตแบบครึ่งเข้ามาใช้ในไอซีเบอร์นี้ ซึ่งมีหลักการทำงานโดยทั่วไปดังนี้

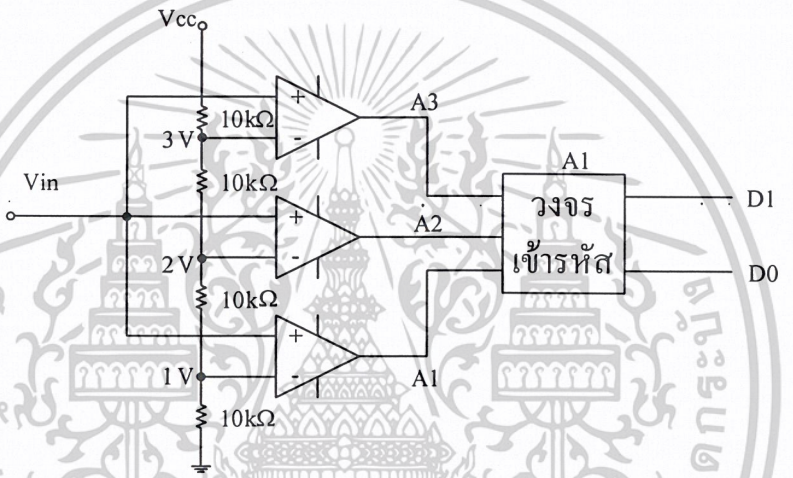
1) วงจร A to D แบบขนานหรือแฟลต

ถ้าคำนึงถึงความเร็วในการแปลงสัญญาณเป็นอันดับแรก ก็ควรใช้วิธีการแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลแบบขนานหรือแฟลต โดยวิธีนี้จะเป็นการป้อนอินพุตพร้อมๆ กัน เข้าไปในกลุ่มของคอมพาราเตอร์ที่ต่อแบบขนาน ซึ่งแต่ละตัวจะประกอบไปด้วยออปแอมป์ที่ต่อเป็นวงจรเปรียบเทียบและตัวต้านทานที่ต่อไว้ เพื่อแบ่งแรงดันที่ขาอินพุตแบบกลับ (Inverting) ให้มีขนาดต่างๆ กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากหลักการของวงจรเปรียบเทียบทั่วไปเมื่อแรงดันที่ขาอินพุตแบบไม่กลับ (Non-Inverting) มีค่าสูงกว่าที่ขาอินพุตแบบกลับ เอาต์พุตจะได้แรงดันค่าสูงซึ่งเอาต์พุตที่ได้จากวงจรเปรียบเทียบนี้ จะนำไปเข้ารหัสให้เป็นเลขฐานสองต่อไป จำนวนของวงจรเปรียบเทียบที่ต้องใช้ในวงจรขึ้นอยู่กับขนาดสัญญาณแอนะลอกที่อินพุต

จากรูปที่ 2.6 ถ้าแรงดันอินพุตมีค่า 1 โวลต์ ไม่เพียงพอที่จะทำให้วงจรเปรียบเทียบตัวใดให้ค่าเอาต์พุตเป็นสัญญาณสูง (High) ที่แรงดันระหว่าง 1-2 โวลต์ โดยวงจรเปรียบเทียบระดับ เทรชโฮลด์ (Threshold) ต่ำสุด ก็จะให้เอาต์พุตเป็นสัญญาณสูง



รูปที่ 2.6 การต่อวงจรเอทูดีแบบขนานหรือแฟลช

ตารางที่ 2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันอินพุตที่เป็นแอนะลอกกับเอาต์พุตที่เป็นดิจิตอล

แรงดันอินพุต	เอาต์พุตของวงจรเปรียบเทียบ			เอาต์พุตเลขฐานสอง	
V_{in}(โวลต์)	A1	A2	A3	D1	D0
0-1	0	0	0	0	0
1-2	1	0	0	0	1
2-3	1	1	0	1	0
3-4	1	1	1	1	1

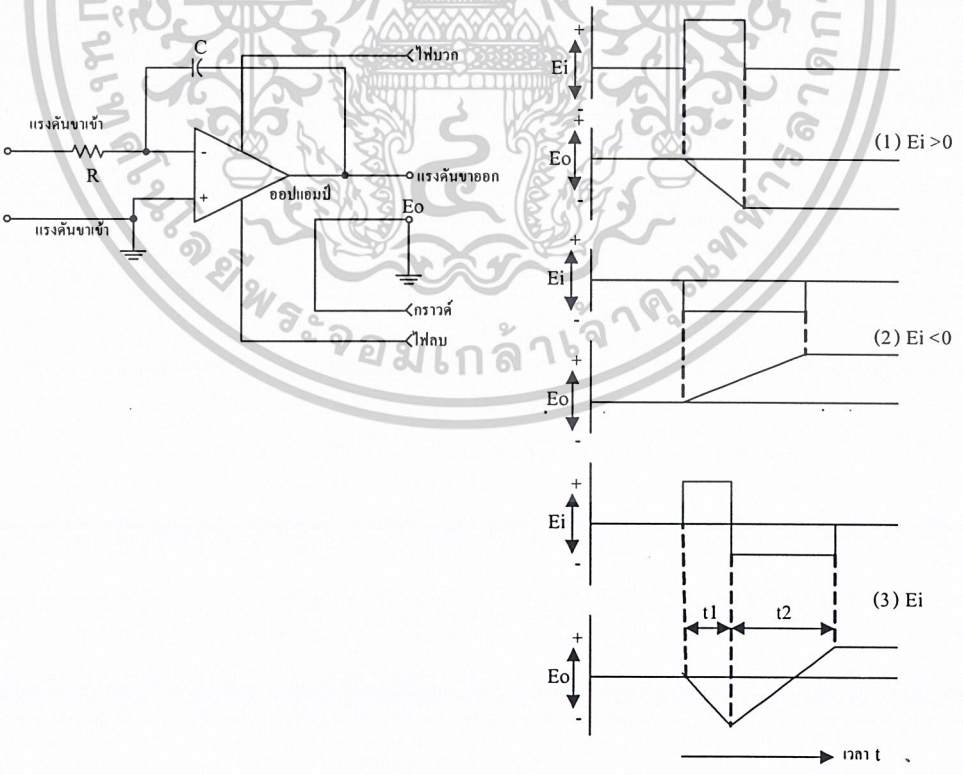
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงดัน 2-3 โวลต์ วงจรเปรียบเทียบทั้ง A1 และ A2 ให้เอาต์พุตเป็นสูง ถ้าแรงดันอินพุตมากกว่า 3 โวลต์ วงจรเปรียบเทียบก็จะให้เอาต์พุตเป็นสัญญาณสูงทั้งหมด เมื่อต้องการวงจรที่มีความละเอียดสูงขึ้นจำเป็นต้องใช้วงจรเปรียบเทียบเพิ่มขึ้น เช่น ถ้าต้องการ 3 บิต ต้องใช้วงจรเปรียบเทียบ 15 ตัว (16 ระดับ) โดยหาจำนวนวงจรเปรียบเทียบได้จาก 2^N-1 เมื่อ N แทนจำนวนบิตหรือความละเอียดที่ต้องการ จะเห็นว่าที่ความละเอียด 8 บิต ต้องใช้วงจรเปรียบเทียบมากถึง 256 ตัว ซึ่งเป็นข้อเสียของวงจรเอทูดีแบบนี้ ข้อเสียอีกประการหนึ่ง คือ เอาต์พุตที่ไม่ได้เป็นเลขฐานสองต้องมีวงจรเพิ่มเติมไปทำการเข้ารหัส

ข้อดีของวงจร A to D แบบขนานหรือแฟลตนี้ คือ ความเร็วสูงมาก จึงเรียกวงจรเอทูดีแบบนี้ว่าแบบ “แฟลต” (Flash ADC) ซึ่งใช้เวลาในการแปลงได้เร็วในระดับนาโนวินาที

2) วงจร A to D แบบสโลปคู่

จากตัวอย่างในรูปที่ 2.7 ซึ่งเป็นวงจรอินทิเกรเตอร์ (Integrator Circuit) แบบพื้นฐาน อุปกรณ์ที่มีสัญลักษณ์เป็นสามเหลี่ยมนั้น คือ ออปแอมป์ที่ทำหน้าที่เป็นวงจรขยายสัญญาณซึ่งต่างจากตัวต้านทานและตัวเก็บประจุ ในวงจรเป็นอุปกรณ์สำคัญที่ทำให้เกิดการชาร์จประจุเข้าไปในตัวเก็บประจุ ทำให้ได้รูปคลื่นแรงดันขาออกซึ่งเท่ากับเป็นการอินทิเกรตสัญญาณอินพุต



รูปที่ 2.7 การทำงานของวงจรอินทิเกรเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมมติว่ามีแรงดัน Ei ป้อนเข้าทางอินพุต จะเกิดมีกระแสซึ่งมีค่าเท่ากับ Ei/R ไหลผ่านตัวต้านทานเข้าไปในวงจร กระแสนี้จะไม่ไหลเข้าออปแอมป์ เพราะออปแอมป์มีค่าความต้านทานเข้าสูง แต่จะไหลผ่านไปชาร์จตัวเก็บประจุทั้งหมดเป็นผลให้แรงดันที่ตัวเก็บประจุสูงขึ้นเรื่อยๆ ขั้วลบของออปแอมป์จะมีศักย์ไฟฟ้าเป็น 0 โวลต์ เท่ากับ ขั้วบวกซึ่งต่อลงกราวด์ ดังนั้นแรงดันตกคร่อมตัวเก็บประจุจึงเป็นแรงดันลบเมื่อเทียบกับกราวด์ แรงดันขาออก E_o ซึ่งเท่ากับแรงดันตกคร่อมตัวเก็บประจุจึงเป็นลบแรงดันนี้ก็จะค่อยๆ เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เป็นเส้นตรง โดยแรงดันขาออกของวงจรจึงเหมือนกับการอินทิเกรตแรงดันขาเข้า เพราะเมื่อเราทำการอินทิเกรตค่าคงที่จะได้เป็นเส้นตรง เปลี่ยนแปลงตามเวลา

รูปที่ 2.7 แสดงรูปคลื่นของวงจรอินทิเกรเตอร์เมื่อป้อนแรงดันอินพุตค่าต่างๆ เช่น กรณีอินพุตเป็นบวก กรณีอินพุตเป็นลบ และกรณีอินพุตเป็นทั้งบวกและลบโดยเป็นเป็นบวกนาน t1 วินาที และเป็นเป็นลบนาน t_2 วินาที จะเห็นว่าถ้าอินพุตจะเป็นเส้นตรงที่มีสโลปเป็นลบ และถ้าอินพุตเป็นลบจะได้สโลปเป็นบวก การใช้วงจรอินทิเกรตขึ้นและลงแบบนี้จะได้เส้นตรงสโลปคู่

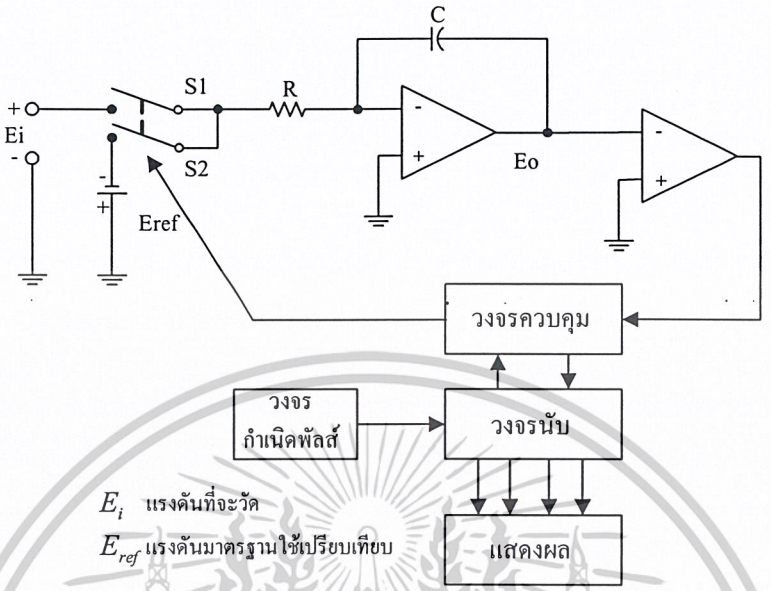
คราวนี้ลองมาดูรูปที่ 2.11 เป็นรูปแสดงหลักการทำงานของวงจร A/D แบบสโลปคู่ อินพุตของวงจรอินทิเกรตเป็นแรงดันไฟที่จะวัด Ei และมีอีกอินพุตหนึ่งเป็นแรงดันไฟมาตรฐาน อินพุตทั้งสองนี้มีขั้วสลับกันเสมอและจะผลักกันต่อเข้ากับวงจรอินทิเกรเตอร์ ทำให้มีการอินทิเกรตขึ้นและลงเป็นจังหวะอยู่ตลอดเวลา เอาต์พุต E0 ของวงจรอินทิเกรเตอร์จะต่อเข้ากับวงจรเปรียบเทียบซึ่งจะทำหน้าที่ตรวจจับว่าแรงดัน E0 เมื่อใดเป็น 0 โวลต์

วงจรควบคุมในวงจรเอทูดีนี้เป็นวงจรดิจิตอล ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของวงจรทั้งหมดที่สำคัญจะควบคุมสวิตช์ S1 และ S2 เพื่อต่ออินพุตให้กับวงจรอินทิเกรเตอร์

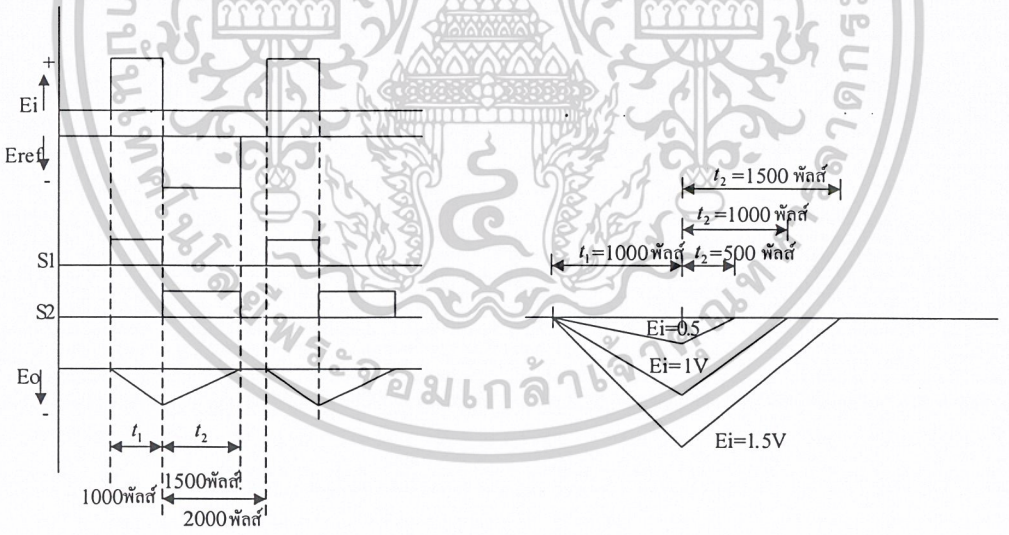
การทำงานของวงจรเริ่มจาก เมื่อแรงดัน E0 = 0 โวลต์ วงจรควบคุมจะปิดสวิตช์เพื่อให้แรงดันที่จะวัด Ei ต่อเข้าวงจรอินทิเกรเตอร์ วงจรควบคุมจะปล่อยให้วงจรอินทิเกรเตอร์ทำการอินทิเกรตสัญญาณ Ei เป็นระยะเวลา t_1 วินาที การจับเวลา t_1 นี้ทำได้ไม่ยากนัก โดยทั่วไปมักจะใช้วงจรนับ นับพัลส์ที่มีความถี่คงที่จนได้ค่าที่กำหนดไว้ เช่น นับพัลส์ความถี่ 10 กิโลเฮิรตซ์ให้ได้ 1000 ลูก ก็ใช้เวลา 0.1 วินาที เป็นต้น

เมื่อครบเวลา t_1 วงจรควบคุมจะปิดสวิตช์ S_1 ในขณะนั้นแรงดันเอาต์พุตของอินทิเกรเตอร์ E0 จะมีค่าแปรผันกับแรงดัน Ei เช่นถ้า Ei= i โวลต์ E0= -1.5 โวลต์ ถ้า Ei = 2 โวลต์ ก็จะได้ E0 = -3.0 โวลต์ เป็นต้น จากนั้นวงจรควบคุมจะปิดสวิตช์ S2 เพื่อต่อแรงดันไฟมาตรฐานเข้ากับวงจรอินทิเกรเตอร์และรีเซตวงจรนับแรงดัน จะมีขั้วตรงข้ามกับ Ei สมมติให้ Eref เป็นแรงดันลบ คราวนี้วงจรอินทิเกรตจะทำการอินทิเกรตได้นั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 ผังการทำงานของวงจรA to Dแบบสโลปคู่



รูปที่ 2.9 หลักการทำงานของวงจรA to Dแบบสโลปคู่

2.7 โฟโต้เซ็นเซอร์

โฟโตเซนเซอร์หรือบางครั้งเรียกว่า โฟโต้อินเตอร์รัพเตอร์ เป็นอุปกรณ์ที่มีทั้งตัวกำเนิดแสงและตัวรับแสงเหมือนกัน ต่างกับโฟโต้คัปเปอร์ตรงที่ตัวกำเนิดแสงจะจ่ายแสงออกมาภายนอก

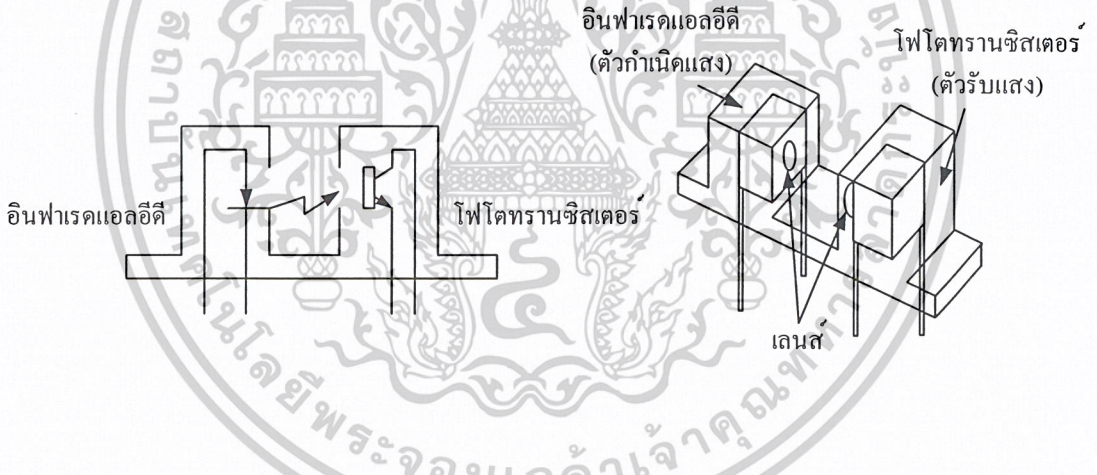
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และแสงนั้นจะรับด้วยตัวรับแสงที่บรรจุอยู่ในอุปกรณ์ตัวเดียวกัน โฟโต้เซนเซอร์มี 2 แบบ คือ แบบส่องแสงโดยตรงและแบบสะท้อนแสง

2.7.1 โฟโต้เซ็นเซอร์แบบส่องแสงโดยตรง

โฟโต้เซนเซอร์แบบส่องแสงโดยตรงตัวกำเนิดแสงและตัวรับแสงจะวางห่างกัน 1 มิลลิเมตร ถึง 10 มิลลิเมตรหันหน้าเข้าหากัน แสงจะวิ่งจากตัวกำเนิดแสงผ่านช่องว่างนี้ไปยังตัวรับแสง ถ้ามีสิ่งกีดขวางมากั้นการเดินของแสง ตัวรับแสงจะรับแสงและส่งสัญญาณออกมาต่างจากปกติ

ตัวกำเนิดแสงจะใช้อินฟราเรดแอลอีดี ส่วนตัวรับแสงจะใช้โฟโต้ทรานซิสเตอร์หรือดาร์ลิงตันโฟโต้ทรานซิสเตอร์ ดังรูปที่ 2.10 ในกรณีที่ใช้ในบริเวณที่มีแสงโดยรวมมากจะติดฟิลเตอร์กรองแสงธรรมชาติที่บริเวณตัวรับแสงด้วย

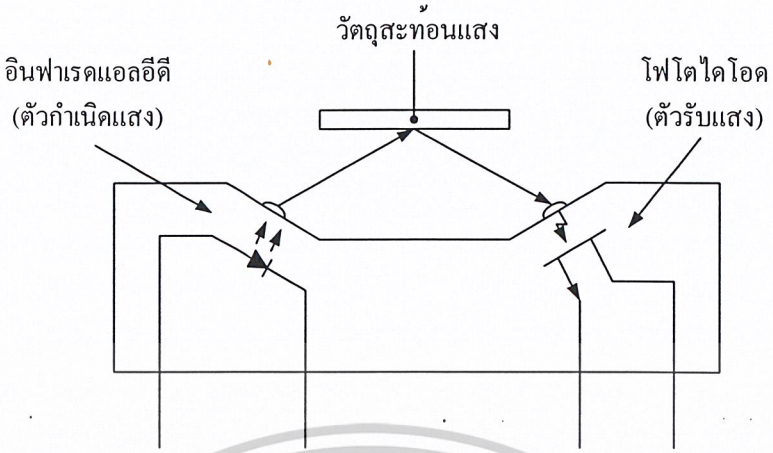


รูปที่ 2.10 โครงสร้างโฟโต้เซนเซอร์แบบส่องแสงโดยตรง

2.7.2 โฟโต้เซนเซอร์แบบสะท้อน

บางครั้งเรียกว่า "โฟโต้อินเตอร์รัพเตอร์แบบสะท้อน" มีทั้งตัวกำเนิดแสงเหมือนกับแบบแรก เพียงแต่ทั้ง 2 ตัวไม่หันหน้าเข้าหากัน แต่เรียงอยู่ด้านเดียวกัน แสงจากตัวกำเนิดแสงจะส่องออกไปด้านนอกและจะไม่เข้าตัวรับเลย แต่ถ้ามีวัตถุเคลื่อนที่เข้ารับแสงที่ส่องออกมาจะสะท้อนกับวัตถุและสะท้อนกลับไปที่ตัวรับแสง จะทำให้ได้สัญญาณออกมา ดังแสดงในรูปที่ 2.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 โครงสร้างโฟโต้เซนเซอร์แบบสะท้อน

ตัวกำเนิดแสงจะใช้อินฟราเรดแอลอีดี ตัวรับแสงจะเป็นโฟโต้ทรานซิสเตอร์ จากโครงสร้างโฟโต้เซนเซอร์แบบสะท้อน จะเห็นว่าผลของแสงโดยรอบจะมีผลต่อการทำงานมาก ดังนั้นที่ตัวรับจะติดตั้งฟิลเตอร์เพื่อกรองแสงธรรมชาติออกไปที่ตัวกำเนิดแสงและตัวรับแสง บางครั้งจะมีเลนส์ติดตั้งไว้ ถ้ามีเลนส์จะสามารถตรวจจับการเข้ามาใกล้ของวัตถุตั้งแต่ 1 มิลลิเมตรขึ้นไปจนถึงหลายมิลลิเมตร แต่แบบนี้จะไม่ไวเท่ากับแบบแรก

2.7.3 วิธีการตรวจจับของระบบโฟโต้อิเล็กตริก

วิธีการตรวจจับมีง่ายๆ อยู่ 5 แบบ เป็นชนิดของการส่งแสงจากแหล่งกำเนิดแสงไปยังตัวรับแสง วิธีการเหล่านี้ขึ้นอยู่กับวัสดุของวัตถุ ขนาด และระยะห่างระหว่างวัตถุกับแหล่งกำเนิดแสง

1) วิธีส่องสว่างโดยตรง (Through-Beam Method)

เป็นวิธีที่ใช้ตัวรับแสงที่ส่งมาจากแหล่งกำเนิดแสงโดยตรง และทำงานเมื่อมีวัตถุมาบังหรือกั้นแสงไว้ โดยทั่วไปวัตถุนั้นต้องบังแสงไว้ให้ได้หมด ระบบจึงจะทำงานแต่บางระบบก็อาจออกแบบให้ทำงานเมื่อวัตถุบังแสงไว้เพียงบางส่วนก็ได้ เนื่องจากระบบนี้ใช้แสงจากแหล่งกำเนิดแสงส่องตรงมายังตัวรับแสง จึงสามารถตรวจจับวัตถุได้ในระยะไกลถึง 50 ฟุตหรือมากกว่า วัตถุที่จะตรวจจับได้ต้องเป็นวัตถุทึบไม่โปร่งแสง ระบบนี้สามารถตรวจจับได้แม้วัตถุที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 0.1 นิ้ว

2) วิธีแพร่สะท้อนแสง (Diffuse Reflection)

ใช้แสงส่องไปยังพื้นผิวที่เรียบหรือไม่เป็นมัน ซึ่งแสงจะสะท้อนไปยังตัวรับแสง แสงที่สะท้อนจะลดความเข้มลงแต่ยังคงแรงพอที่จะส่งไปให้ตัวรับแสงได้ แม้ว่าแหล่งกำเนิดแสงและตัวรับแสงจะอยู่กล่องเดียวกันก็ตาม แต่ทิศทางการส่งแสงและสะท้อนรับแสงจะไม่เกี่ยวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะทางที่ไกลที่สุดที่จะใช้ได้ผลตามปกติไม่เกิน 4 หรือ 5 ฟุต และเป้าวัตถุที่จะตรวจจับจะต้องมีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า 4 ถึง 6 นิ้ว วิธีการนี้ใช้งานได้ดีที่สุดสำหรับวัตถุเรียบและมีสีอ่อน

3) วิธีสะท้อนผิวมัน (Specular Reflection)

เป็นวิธีการส่งแสงไปยังพื้นผิวที่จะทำให้แสงจะสะท้อนเป็นมุมกลับเข้าตัวรับแสง เนื่องจากมุมที่จะจัดต้องพอดีตรงกับตัวรับแสง ดังนั้นตำแหน่งของเป้าวัตถุที่จะตรวจจับต้องเที่ยงตรงมาก จึงใช้ได้ในระยะใกล้ คือ ไม่เกิน 6 นิ้ว ขนาดของเป้าวัตถุไม่จำกัด แต่บางครั้งเนื่องจากตำแหน่งของพื้นผิวที่จะสะท้อนแสงให้ตรงกับตัวรับแสงมีผลให้ต้องจำกัดขนาดของเป้าวัตถุอยู่บ้าง ซึ่งขึ้นอยู่กับการใช้งาน

4) วิธีสะท้อนย้อนกลับ (Retro Reflection)

เป็นวิธีการส่งแสงไปยังตัวสะท้อนแสงพิเศษ (พื้นที่ใช้ปกติมักเป็นพลาสติก ของเหลว และสีที่ทาก็ใช้แทนได้ พื้นผิวที่สะท้อนจะประกอบด้วยส่วนเล็กๆ ภายในเป็นมุมต่างๆ ซึ่งจะช่วยสะท้อนแสงกลับไปยังที่เดิมได้) แหล่งกำเนิดแสงและตัวรับแสงจะอยู่ใกล้กันมาก ใช้งานได้ไกลสูงสุดประมาณ 30 ฟุต หรือมากกว่า เป้าวัตถุที่ตรวจได้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.75 นิ้ว เป็นอย่างน้อยแผ่นพื้นผิวที่เป็นตัวสะท้อนจะติดอยู่ทางด้านหนึ่งบนเป้าวัตถุที่จะตรวจจับซึ่งมีแสงส่งไปถูกได้ หรือให้เป้าวัตถุอยู่กลางระหว่างแหล่งกำเนิดแสงกับตัวสะท้อนก็ได้ การตรวจจับวัตถุผ้าต้องให้วัตถุอยู่กลางแหล่งกำเนิดแสงกับตัวสะท้อนจึงจะตรวจจับได้ แต่ควรใช้ระบบที่ปรับความไวได้ด้วย เพราะความเข้มของแสงจะลดลงเมื่อวัตถุผ้ามากั้นไว้ (แสงผ่านวัตถุผ้า 2 ครั้งจึงลดลงมาก)

5) วิธีลำแสงตัดกัน

ใช้กับวัตถุขนาดเล็ก การควบคุมที่เที่ยงตรง และการทำงานความไวสูงโดยไม่ต้องใช้เลนส์ช่วย

2.7.4 วิธีการพิจารณาเป้าวัตถุ

การเลือกใช้ระบบโฟโต้อิเล็กตริกให้เหมาะสมกับการใช้งานต้องพิจารณาถึงเป้าวัตถุที่จะมากั้นลำแสงด้วย สิ่งที่ต้องคำนึงถึง คือ ขนาดของเป้าวัตถุ ความเร็วในการเคลื่อนที่ของเป้าวัตถุ ชนิดของเป้าวัตถุ ระยะห่างระหว่างเป้าวัตถุกับแหล่งกำเนิดแสง นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงความสว่างของสภาพแวดล้อมช่วยในการตัดสินใจด้วย

1) ขนาดของเป้าวัตถุ

ดูจากขนาดพื้นที่หน้าตัดที่มาคั่นลำแสง โดยทั่วไปจะคิดพื้นที่ซึ่งตัดตั้งฉากกับลำแสง ขนาดของวัตถุนี้จะเป็นตัวกำหนดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำแสงที่จะใช้ด้วย บางครั้งการตรวจจับจะใช้วิธีการตรวจจับลักษณะบางอย่างบนพื้นผิวที่กั้นแสง เช่น ตรวจจับรูโหว่ ช่องว่าง หรือส่วนที่นูนขึ้นมาของชิ้นส่วน เครื่องจักร ตัวอย่างเช่น การวัดปริมาณ จะใช้การตรวจจับพื้นผิวของเป้าวัตถุทั้งชิ้นที่ผ่านมาตามสายพานมากั้นลำแสง แต่สำหรับการตรวจจับชิ้นส่วนเครื่องจักรที่ประกอบสำเร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยเครื่องอัตโนมัติว่าประกอบเรียบร้อยดีหรือไม่ ต้องใช้วิธีการตรวจดูรูเล็กในตำแหน่งที่กำหนดไว้แน่นอนว่าถูกต้องหรือไม่ ถ้าไม่ถูกต้องแสดงว่าชิ้นส่วนนั้นใช้ไม่ได้ โดยทั่วไปแล้วยิ่งเป้าวัตถุอยู่ใกล้แหล่งกำเนิดแสงมากก็จะลดขนาดวัตถุที่จะตรวจจับลงได้มาก สำหรับวิธีการส่องแสงไปยังตัวรับแสงโดยตรงและวิธีสะท้อนย้อนกลับนั้น การลดอัตราขยายของวงจรที่ใช้ให้น้อย ตามธรรมดาจะมีปุ่มปรับอัตราขยายอยู่ในตัว ก็สามารถลดขนาดของเป้าวัตถุที่จะตรวจจับลงได้ ส่วนวิธีแพร่สะท้อนลำแสงและวิธีสะท้อนผิวมันจะกลับกันกับวิธีข้างต้น

2) ความเร็วในการเคลื่อนที่ของเป้าวัตถุ

ใช้พิจารณาประกอบกับขนาดของเป้าวัตถุและผลตอบสนองของวงจรขยาย ในการใช้งานส่วนใหญ่มักจะไม่ต้องคำนึงถึงผลตอบสนองของวงจรขยาย เพราะวัตถุจะกั้นลำแสงไว้นานกว่า 1 วินาที ซึ่งเพียงพอต่อการทำงานของวงจรขยาย อย่างไรก็ตาม ในการใช้งานที่มีอัตราการเคลื่อนที่ของเป้าวัตถุเร็วมาก ก็ต้องพิจารณาผลตอบสนองของวงจรขยายไว้ด้วย วงจรขยายทั่วไปมีผลตอบสนองในช่วง 50 ไมโครวินาที ถึง 2 มิลลิวินาที ถ้าแหล่งกำเนิดแสงเป็นแอลอีดีวงจรขยายที่ใช้จะมีผลตอบสนองช้าลงเล็กน้อย เพราะวงจรขยายทำงานจากสัญญาณพัลส์

วงจรที่มีผลตอบสนองเร็วมากต้องมีความไวสูงมาก เพื่อให้สามารถทำงานได้ แม้ว่าลำแสงที่โฟโต้ทรานซิสเตอร์รับมาจะเปลี่ยนไปเพียงเล็กน้อย ในวงการอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ไม่ต้องการผลตอบสนองที่เร็วเป็นพิเศษหรือไวสูงมาก ดังนั้นจึงปรับวงจรขยายให้คลาดไปได้บาง เพื่อเพิ่มเสถียรภาพให้ดีขึ้น

3) ชนิดของเป้าวัตถุ

ลักษณะของพื้นผิววัตถุว่าเรียบด้านหรือเป็นมัน และคุณสมบัติในการกั้นกรองลำแสงว่าทึบฝ้าหรือโปร่งแสง ตัวอย่างเช่น แผ่นแก้วเป็นวัตถุมันที่โปร่งแสง พลาสติกเป็นแผ่นมันและฝ้า เหล็กกล้าของเครื่องจักรเป็นมันและทึบ กระดาษมีลักษณะเรียบและฝ้า ผ้าเป็นวัตถุด้านและเป็นฝ้า ลักษณะต่างๆ ของเป้าวัตถุซึ่งเป็นปัจจัยในการเลือกระบบโฟโต้อิเล็กตริก โดยทั่วไปแล้วระบบโฟโต้ อิเล็กตริกแบบหนึ่งก็เหมาะสมการตรวจจับเป้าวัตถุเฉพาะอย่างหนึ่ง ตัวอย่างเช่น ระบบส่องลำแสงโดยตรงใช้ในการตรวจจับแผ่นแก้วใสหน้า 1/8 นิ้ว ย่อมไม่ได้ผล การใช้วิธีสะท้อนผิวมันจะดีกว่า เป้าวัตถุที่เป็นฝ้าต้องการระบบโฟโต้อิเล็กตริกแบบสะท้อนแสงจึงจะทำงานได้ดี แต่ถ้าแหล่งกำเนิดแสงไม่แรงนัก และสามารถลดอัตราขยายของวงจรขยายลงได้ก็สามารถใช้วิธีให้วัตถุฝ้ากั้นลำแสงในการใช้งานก็ได้ ซึ่งระบบส่องลำแสงตรงก็ยังพอใช้ได้ ถ้าต้องการใช้งานโดยให้วัตถุฝ้าตัดลำแสง วิธีที่ดีที่สุด คือ วิธีสะท้อนย้อนกลับ เพราะลำแสงที่ผ่านวัตถุฝ้าแล้วกลับมาเข้าตัวรับแสงจะถูกลดความเข้มลงไปอีก 2 ครั้ง จึงตรวจจับได้ง่าย สำหรับวัตถุที่ผิวเป็นมันต้องระวังในการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้ระบบสะท้อนย้อนกลับ เพราะว่าวัตถุจะสามารถจะสะท้อนแสงย้อนกลับมายังตัวรับแสงทำให้สัญญาณที่ได้รับผิดพลาดมาก ทางที่ดีควรใช้ระบบส่องลำแสงตรงสำหรับวัตถุที่ผิวเป็นมัน

4) ระยะห่างระหว่างเป้าวัตถุกับแหล่งกำเนิดแสง

ระยะห่างที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับองค์ประกอบอื่นหลายอย่าง เช่น ความสกปรกของสภาพแวดล้อมจะกั้นลำแสงกระจายหรือลดความเข้มของลำแสงได้ ระยะห่างนี้ขึ้นอยู่กับความเข้มของลำแสงมาก การจะหาระยะห่างสำหรับการใช้งาน ต้องหาระยะห่างที่สุดที่ระบบจะทำงานได้ในสภาวะที่สภาพแวดล้อมไม่สกปรก แล้วก็ระยะห่างที่สุดในสภาวะที่สภาพแวดล้อมสกปรกที่สุดที่อุณหภูมิและแรงดันให้ได้เท่ากัน ซึ่งระยะทั้งสองจะเป็นตัวกำหนดขีดจำกัดของระบบนี้เอง การควบคุมระบบโฟโต้อิเล็กตริกจะมีระยะห่างที่สุด 30 ฟุต ซึ่งสภาพแวดล้อมต้องสะอาดมาก ถ้าสภาพแวดล้อมสกปรกก็จะต้องปรับระยะห่างให้น้อยลง

เมื่อรู้ระยะห่างที่สุดในการทำงานสำหรับสภาพแวดล้อมที่สะอาดมากแล้ว การเลือกระยะห่างในการใช้งานจริงๆ ก็คิดเปรียบเป็นเปอร์เซ็นต์ของระยะห่างนั้น สำหรับโรงงานที่สะอาดควรเลือกระยะห่าง 75% ของค่าระยะห่างที่สุดที่ทดลองได้ในสภาพแวดล้อมที่สะอาดมาก ถ้าสภาพแวดล้อมที่สกปรกเล็กน้อยมีฝุ่นสีอ่อนๆ ก็ลดระยะเหลือ 50% และลดลงเหลือ 25% สำหรับสภาพแวดล้อมที่สกปรกมากขึ้นที่มีฝุ่นดำ หรือละอองของเหลวกระจายในสภาพแวดล้อมนั้น และสภาพแวดล้อมที่สกปรกมากก็ลดลงเหลือ 10%

5) แสงสว่างของสภาพแวดล้อม

การสะท้อนแสงจากที่อื่นอาจก่อให้เกิดสัญญาณที่ผิดพลาดได้ โดยเฉพาะแหล่งกำเนิดแสงที่เป็นหลอดไฟแบบไส้ที่ใช้ในสถานที่ เช่น โรงหล่อ โรงงานเหล็กกล้า บริเวณที่ทำการเชื่อมโลหะ บริเวณที่มีแดดจ้าการใช้งานต้องปรับแหล่งกำเนิดแสงและตัวรับแสงด้วยเลนส์และกระจกพิเศษ เพื่อบีบลำแสงให้พุ่งตรงจากแหล่งกำเนิดไปเข้าตัวรับแสงจริงๆ และลดผลของแสงสว่างจากภายนอกลง โดยคุณสมบัติต่างๆ ยังดีเหมือนเดิม แต่ถ้าใช้แอลอีดีเป็นแหล่งกำเนิดแสงจะขจัดผลของแสงสว่างภายนอกลงไปได้ เพราะแอลอีดีส่งแสงเป็นพัลส์ไปยังตัวรับแสง แสงอื่นๆ จะไม่มีผล

2.8 โซลิตสเตตรีเลย์

โซลิตสเตตรีเลย์ (Solid State Relay : SSR) คืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่เหมือนกับรีเลย์ไฟฟ้ากลโดยปราศจากชิ้นส่วนที่เคลื่อนไหว โดยพื้นฐานแล้วโซลิตสเตตรีเลย์จะมีขั้วอินพุตและเอาท์พุตอย่างละสองขั้ว ขั้วอินพุตเป็นขั้วสำหรับป้อนสัญญาณควบคุมหรือสัญญาณกระตุ้น เพื่อบังคับให้สวิตช์ทางด้านขั้วเอาท์พุทปิดหรือเปิดโดยจะต้องมีการแยกทางไฟฟ้าระหว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้วอินพุทกับขั้วเอาท์พุทมักใช้การเชื่อมโยงด้วยแสง (Optocoupling) ซึ่งต่างจากในรีเลย์ไฟฟ้ากลที่ใช้ในการเชื่อมโยงแบบแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Coupling) วงจรทั้งหมดของโซลิตสเตตรีเลย์ถูกบรรจุไว้ในตัวถังเดียวกัน

2.8.1 ส่วนประกอบและการทำงานของโซลิตสเตต

โซลิตสเตตรีเลย์ส่วนใหญ่จะเป็นชนิดที่สวิตซ์ทางด้านเอาต์พุตเป็นแบบขั้วเดียวทางเดียวปกติเปิด (SPST : NO) ทั้งนี้สาเหตุสำคัญเนื่องมาจากราคาต่อหน้าสัมผัสหนึ่งชุดยังคงสูงกว่าของรีเลย์ไฟฟ้ากลมาก เมื่อกล่าวถึงภาวะนำกระแสและภาวะไม่นำกระแสของโซลิตสเตทรีเลย์จะหมายภาวะที่ด้านอินพุทถูกกระตุ้นและไม่ถูกกระตุ้นจะทำการอ้างถึงรีเลย์แบบปกติเปิดเท่านั้น

1) คุณสมบัติทางด้านเอาท์พุทของโซลิตสเตตรีเลย์

1.1) กระแสโหลดสูงสุด (Maximum Load Current)

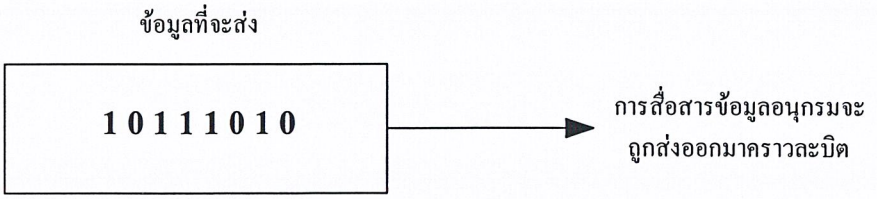
กระแสที่โซลิตสเตทรีเลย์สามารถทนได้ ขึ้นอยู่กับสามารถในการระบายความร้อนเพราะกระแสที่ทนได้อาจต่ำกว่าค่าที่ระบุได้อาจต่ำกว่าค่าที่ระบุก็ได้ขึ้นอยู่กับแผ่นระบายความร้อนที่เลือกไว้ด้วย

1.2) กระแสโหลดต่ำสุด (Minimum Load Current)

กระแสโหลดต่ำสุดจะต้องไม่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้โซลิตสเตตรีเลย์จึงจะทำงาน

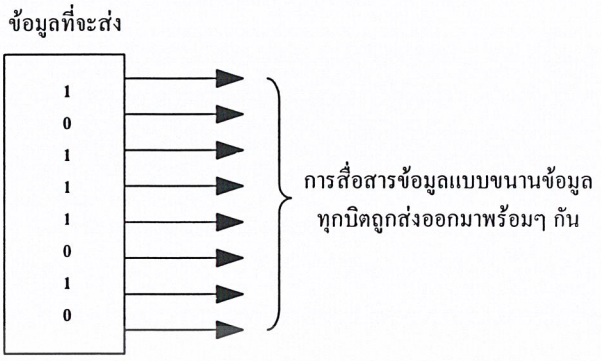
2.9 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม

การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม เป็นการรับและส่งข้อมูลคราวละ 1 บิต เป็นลำดับจนสิ้นสุดกลุ่มข้อมูล การสื่อสารแบบนี้แตกต่างจากการสื่อสารแบบขนาน เนื่องจากการส่งข้อมูลแบบขนานจะโอนย้ายข้อมูลพร้อมกัน จึงต้องใช้จำนวนเส้นของสัญญาณมากขึ้นตามจำนวนบิตของข้อมูลด้วย ในขณะที่การสื่อสารแบบอนุกรม ต้องการเส้นสัญญาณเพียง 2 หรือ 3 เส้นเท่านั้น ดังนั้นการสื่อสารแบบขนานจึงไม่เหมาะในการสื่อสารกับอุปกรณ์ภายนอกที่เป็นระยะทางไกลๆ เพราะจะทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมาก ดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 การส่งข้อมูลแบบอนุกรม จำนวน 8 บิต จะส่งทีละบิตจนครบ 1 ไบต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 การส่งข้อมูลแบบขนาน จำนวน 8 บิต จะส่งทีละ 8 บิต หรือ 1 ไบต์

2.9.1 จังหวะเวลาของการสื่อสารข้อมูลอนุกรม

เนื่องจากการสื่อสารแบบอนุกรม เป็นการรับส่งข้อมูลเป็นกลุ่มของบิตข้อมูล (Bit Steam) ทีละบิต ดังนั้นจึงต้องพิจารณาถึงความเร็วในการรับส่งข้อมูลเป็นอันดับแรก โดยทั่วไปความเร็วจะระบุกันในหน่วยที่เรียกว่า อัตราบอด (Baud Rate) คือ เป็นหน่วยของจำนวนบิตข้อมูลภายในเวลาหนึ่งวินาที ตามค่ามาตรฐานเหล่านี้ เช่น 110, 150, 300, 1200, 2400, 4800 และ 9600 เป็นต้น

ตัวอย่างเช่น ถ้าต้องการส่งข้อมูล 8 บิต ด้วยอัตราบอด 2400 การส่งข้อมูล 1 บิต จะใช้เวลาเท่ากับ 1 / 2400 เท่ากับ 416 ไมโครวินาที ดังนั้นเวลาที่ใช้ในการส่งข้อมูล 8 บิต มีค่าเท่ากับ 8 X 416 เท่ากับ 3,328 ไมโครวินาที

2.9.2 รูปแบบของการส่งข้อมูลอนุกรม

วิธีการที่จะทำให้ข้อมูลในการสื่อสารอนุกรมถูกต้องมากยิ่งขึ้นนั้น จะใช้วิธีการเพิ่มบิตข้อมูลบางอย่างร่วมไปกับการส่งข้อมูลจริง คือ

1) บิตเริ่มต้น (Start Bit)

มีหน้าที่สำหรับบอกให้ฮาร์ดแวร์ทราบว่า ถึงตำแหน่งเริ่มต้นของบิตข้อมูลกลุ่มใหม่แล้ว เพื่อที่จะปรับจังหวะของสัญญาณรับข้อมูลให้ตรงกัน ดังนั้นบิตเริ่มต้นนี้ จึงถูกเพิ่มเข้าไปก่อนมีการส่งข้อมูลจริง โดยทั่วไปแล้วค่าของบิตเริ่มต้นมักจะมีระดับลอจิกตรงข้ามกับระดับลอจิกของสายส่งข้อมูลเมื่อไม่มีการส่งข้อมูล (Idle State) ตัวอย่างเช่น หากสภาวะของสายเมื่อไม่มีการส่งข้อมูลเป็นลอจิกสูง บิตเริ่มต้นก็จะเป็นลอจิกต่ำ เป็นต้น

2) บิตพาริตี้ (Parity Bit)

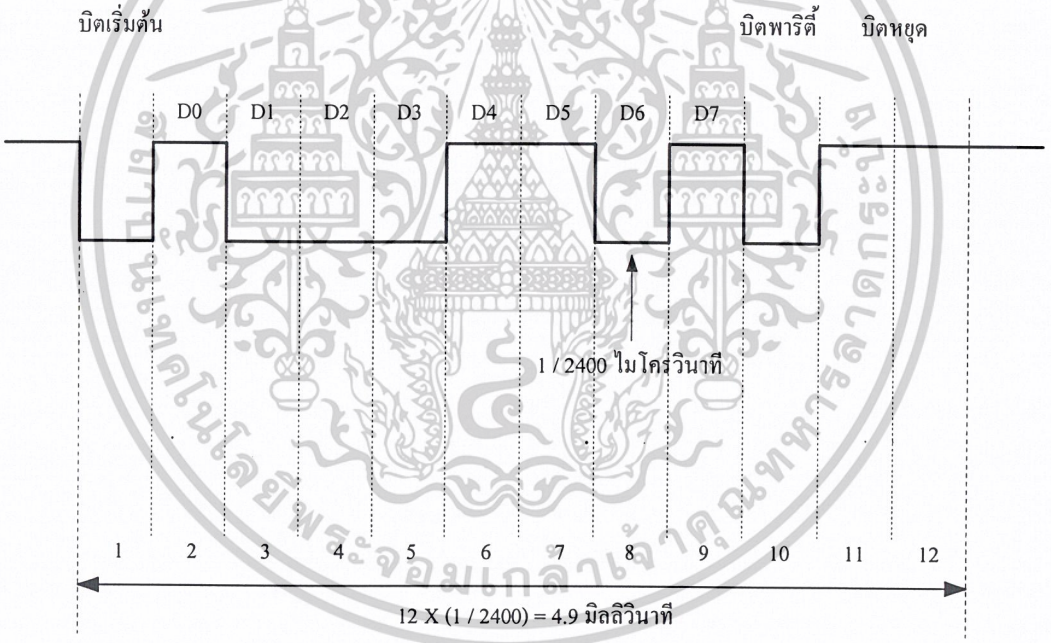
มีหน้าที่เพื่อตรวจสอบความผิดพลาดของข้อมูล โดยจะนำไปต่อท้ายบิตข้อมูล ค่าของบิตนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนของบิตข้อมูลที่เป็น 1 ซึ่งพาริตี้นี้จะเป็นได้ 2 ลักษณะ คือ พาริตี้คู่ (Even Parity)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ พาริตี้คี่ (Odd Parity) ตัวอย่าง เช่น ระบบที่เป็นพาริตี้คู่ จะนำบิตข้อมูลที่เป็น 1 มาพิจารณาว่าเป็นคู่หรือไม่ ถ้าเป็นคู่บิตพาริตี้จะเป็น 0 และ ถ้าเป็นคี่พาริตี้จะเป็น 1 ส่วนทางด้านรับ จะตรวจสอบจำนวนบิตข้อมูลที่มีค่าเป็น 1 ทั้งหมด ร วมทั้งพาริตี้ด้วย ถ้ามีจำนวนเป็นคู่ แสดงว่าข้อมูลที่รับเข้ามาถูกต้อง ถ้าหากเป็นคี่แสดงว่าข้อมูลที่รับเข้ามาผิดพลาด

3) บิตหยุด (Stop Bit)

บิตหยุด เป็นบิตที่เพิ่มเข้าไปเพื่อบอกขอบเขตการสิ้นสุดของกลุ่มบิตข้อมูล บิตหยุดนี้จะมีมากกว่า 1 บิตก็ได้ คือ 1 บิต, 1 บิต ครึ่ง และ 2 บิต ดังนั้นในกรณีของการส่งข้อมูล 8 บิต ที่เพิ่มเติมเข้าไปโดยสมบูรณ์ คือ บิตเริ่มต้น บิตพาริตี้ และ บิตหยุด รวมทั้งสิ้นจะเป็น 12 บิต ดังผังเวลาในรูปที่ 2 ตัวอย่างเช่น . หากข้อมูลส่งออกไปด้วยอัตราบอด 2400 เวลารวมในการส่งข้อมูล 1 ไบต์ จะมีค่าเป็น 12 × 416 ไมโครวินาที เท่ากับ 4.99 มิลลิวินาที เป็นต้น



รูปที่ 2.14 ผังเวลาการส่งข้อมูลแบบอนุกรมจำนวน 8 บิต พร้อมกับบิตเริ่มต้น, บิตพาริตี้ และบิตหยุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

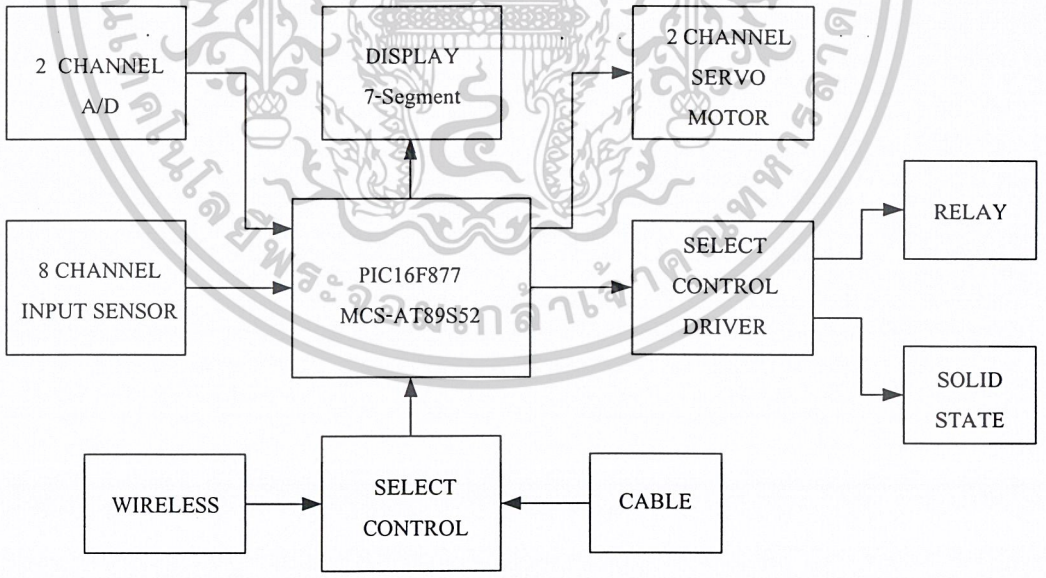
บทที่ 3
การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

3.1 กล่าวนำ

จากหลักการและทฤษฎีต่างๆที่เกี่ยวข้องกับหลักการทำงานของบอร์ดเอนกประสงค์ สามารถทำการออกแบบและสร้างวงจรการทำงานของบอร์ดเอนกประสงค์ในแต่ละส่วน โดยมีขั้นตอนเริ่มตั้งแต่การออกแบบ ไปจนถึงการสร้างและการทำงานดังต่อไปนี้

3.2 การออกแบบวงจรต่างๆ และการทำงานของวงจร

บอร์ดเอนกประสงค์มีภาคการทำงานต่างๆ ประกอบกันหลายส่วนด้วยกันซึ่งสามารถแบ่งได้เป็นภาคต่างๆ ดังนี้ คือ ภาคเซ็นเซอร์ทางด้านอินพุต ภาคส่ง ภาครับ ภาคประมวลผลกลาง ภาคควบคุม และภาคแสดงผล โดยภาคการทำงานเหล่านี้เป็นภาคการทำงานหลักๆ บนบอร์ดเอนกประสงค์ ซึ่งสามารถแสดงดังในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ผังการทำงานของบอร์ดเอนกประสงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

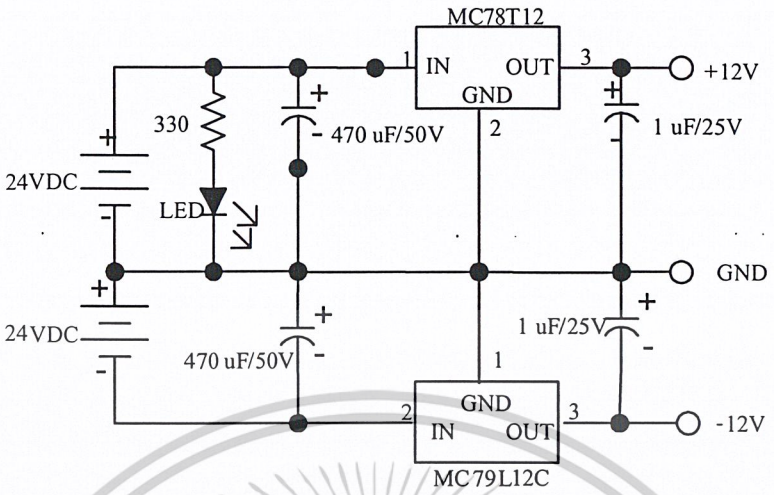
จากรูปที่ 3.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมการทำงานของบอร์ดเอนกประสงค์ โดยในบอร์ดนี้มีภาคการทำงานหลักๆ ก็คือ ภาคประมวลผล ภาคควบคุม ภาคอินพุต ภาคเอาต์พุตและภาคภาคแสดงผล ซึ่งการทำงานของบอร์ดนี้จะมีตัวควบคุมการทำงานทั้งหมดนี้โดยจะใช้เป็นตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เบอร์ AT89S52 กับไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลPIC เบอร์ 16F877 ซึ่งอุปกรณ์ทั้ง 2 ตัวนี้จะเป็นที่คอยควบคุมการทำงานของบอร์ดทั้งหมดโดยเราจะทำการโปรแกรมลงบนตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวใดตัวหนึ่งก็ได้ แล้วแต่ความถนัดของผู้ใช้งาน นอกจากนั้นบอร์ดนี้ถ้ามองดูทางด้านอินพุตของวงจรจะมี วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกให้เป็นสัญญาณดิจิตอล จำนวน 2 ช่อง ซึ่งมีไว้สำหรับการป้อนสัญญาณต่าง ๆจากภายนอกให้เป็นสัญญาณดิจิตอลก่อนทำการประมวลผล และทางด้านอินพุตยังมีช่องต่ออินพุตเซ็นเซอร์จากภายนอก โดยสามารถนำตัวเซ็นเซอร์ชนิดต่างๆ มาใช้งานได้ตามความเหมาะสมของงานที่จะทำ ซึ่งมีช่องให้ต่อจำนวน 8 ช่องด้วยกัน ต่อมาเป็นส่วนของภาคควบคุมวงจรโดยใช้รีโมตคอนโทรล ซึ่งสามารถเลือกใช้ควบคุมแบบไร้สาย กับแบบใช้สาย โดยทั้ง 2 แบบนี้จะมีสวิตช์เลือกใช้งานให้อยู่บนตัวบอร์ด ซึ่งการใช้งานก็แล้วแต่การใช้งานตามความเหมาะสมของผู้ใช้งานแต่ละคน และในส่วนของภาคการทำงานทางด้านเอาต์พุตนั้นก็จะมีในส่วนของการใช้อุปกรณ์ในการทำงานคนละแบบ แบบแรกใช้รีเลย์ เป็นตัวทำงานหลัก และแบบสุดท้ายจะใช้อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ เป็นตัวทำงานหลักๆ ซึ่งในการใช้งานทั้งสองแบบนั้นเราสามารถเลือกใช้งานได้ตามความเหมาะสมของชิ้นงาน และภาคการทำงานส่วนสุดท้าย คือ ภาคขับเซอร์โวมอเตอร์ ซึ่งในการทำงานนั้นจะถูกควบคุมการทำงานโดยตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ทั้ง 2 แบบ และสามารถควบคุมการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์ได้ถึง 2 ตัว และในส่วนรายละเอียดวงจรและการทำงานทั้งหมดในบอร์ดเอนกประสงค์นี้สามารถแสดงรายละเอียดในส่วนต่างๆ ทั้งหมดได้ดังในหัวข้อต่อไป

3.3 วงจรภาคจ่ายไฟ

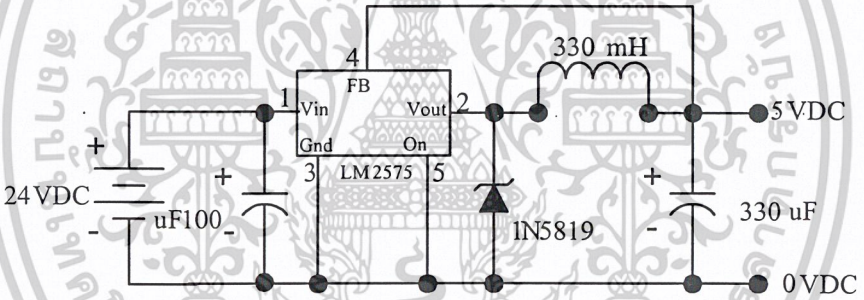
3.3.1 การออกแบบและการสร้าง

วงจรภาคจ่ายไฟหลัก ทำหน้าที่กำเนิดแรงดันให้กับวงจรทั้งหมดในบอร์ดเอนกประสงค์ โดยมีแหล่งจ่ายไฟจำนวน 2 ชุดที่ใช้ในการทำงานของบอร์ดเอนกประสงค์ ซึ่งมีขนาดแรงดันเท่ากับ 5โวลต์ / 5 แอมป์ +12 โวลต์ / 1 แอมป์ 12 โวลต์ / 1 แอมป์ ตามลำดับ โดยแรงดัน 5 โวลต์ จะเป็นแรงดันหลักในการเลี้ยงวงจรส่วนแรงดัน +12 โวลต์ กับ 12 โวลต์ จะทำหน้าที่ป้อนแรงดันให้แก่ออปแอมป์เบอร์ LM324 ดังแสดงในรูปที่ 3.2 และรูปที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 วงจรภาคจ่ายไฟขนาด +12 โวลต์/ 0 โวลต์ /-12 โวลต์



รูปที่ 3.3 วงจรภาคจ่ายไฟกระแสตรงขนาด 5 โวลต์

3.3.2 การทำงาน

จากรูปที่ 3.2 การทำงานของวงจรภาคจ่ายไฟเมื่อมีแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงขนาด แรงดัน 24 โวลต์ เบอร์ MC78T12 ส่วนแรงดันในช่วงลบจะต่อเข้ากับขา 2 ไอซีเร็กกูเลตเบอร์ MC79L12C และนำขา 2 ไอซีเร็กกูเลตเบอร์ MC78T12 กับขา 1 ไอซีเร็กกูเลตเบอร์ MC79L12C ซึ่งเป็นขากราวด์มาต่อเข้าด้วยกันจากนั้นก็ทำการกรองแรงดันให้เรียบอีกครั้งหนึ่ง เพื่อที่จะได้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง ± 12โวลต์ ขึ้นมา

จากรูปที่ 3.3 การทำงานของวงจรภาคจ่ายไฟเมื่อมีแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 24 โวลต์ จ่ายแรงดันให้แก่วงจรโดยไม่ต้องใช้วงจรบริดจ์เร็กดิไฟร์เออร์เพราะแหล่งจ่ายไฟ 24 โวลต์ นั้นเป็นกระแสตรงอยู่แล้วและต่อเข้ากับไอซีเร็กกูเลตเบอร์ LM2575 ซึ่งเป็นไอซีเร็กกูเลตที่กำเนิดแรงดัน

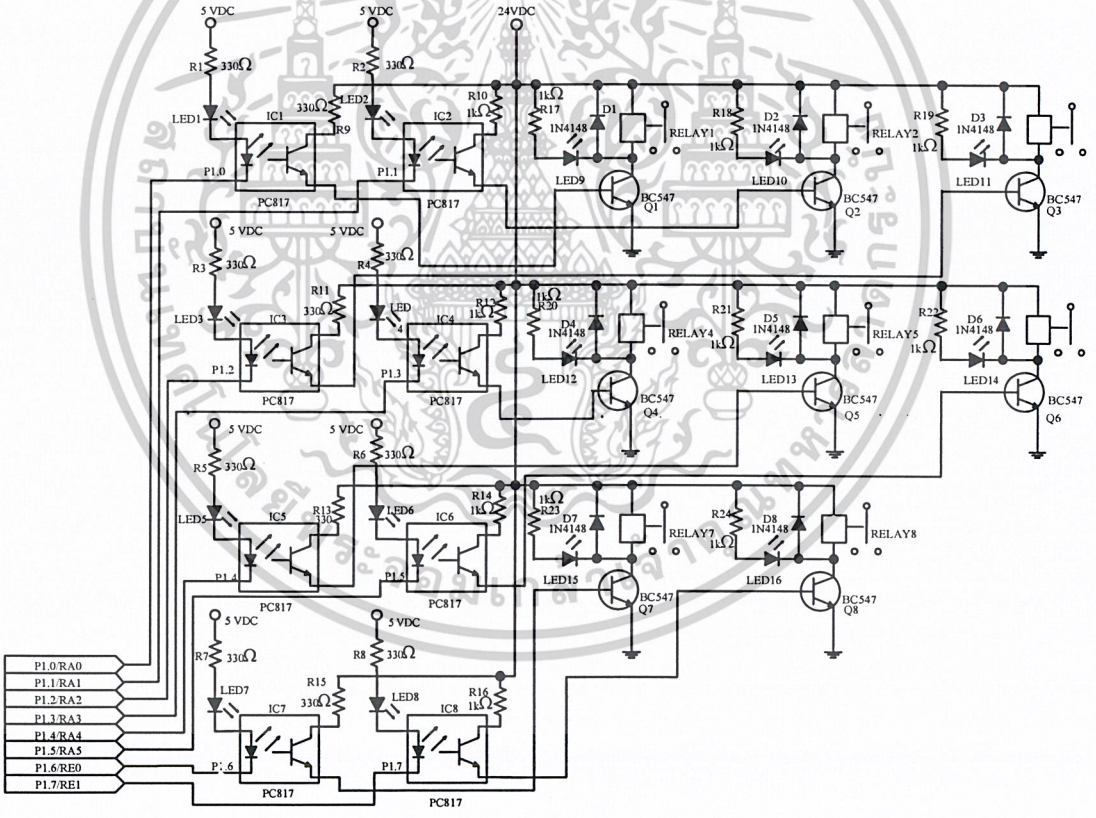
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาด 5 โวลต์และมีตัวซีเนอร์ไดโอดเบอร์ 1N5819 เพื่อทำการกำหนดให้แรงดันออกมามีค่าเท่ากับ 5 โวลต์ จากนั้นก็ทำการกรองแรงดันให้เรียบอีกครั้งหนึ่งโดยใช้ตัวเก็บประจุค่า 330 เพื่อที่นำแรงดันที่ได้ใช้ในการป้อนให้แก่วงจรในส่วนของวงจรที่ต้องการแรงดันขนาด 5 โวลต์ ต่อไป

3.4 วงจรควบคุมรีเลย์

3.4.1 การออกแบบและการสร้าง

วงจรควบคุมรีเลย์เป็นวงจรในส่วนที่รับคำสั่งจากวงจรประมวลผลกลาง เพื่อทำหน้าที่ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ได้แก่ แขนของหุ่นยนต์ มือจับกล่อง เป็นต้น ซึ่งรีเลย์ที่ใช้เป็นรีเลย์ขนาด 12V/10A จำนวน 8 ตัว แสดงดังรูปที่ 3.4 ซึ่งมีการทำงานดังนี้



รูปที่ 3.4 วงจรควบคุมรีเลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 การทำงาน

จากรูปที่ 3.4 เราจะใช้ตัวออปโตไอโซเลเตอร์จำนวน 8 ตัว กับรีเลย์ขนาด 12V/10A จำนวน 8 ตัวเช่นเดียวกัน เนื่องจากเราต้องการจำนวนช่องในการทำงานทั้งหมด 8 ช่อง ในส่วนของการทำงานจะใช้ตัวออปโตไอโซเลเตอร์ช่วยในการแยกกราวด์เป็นการช่วยป้องกันแรงดันย้อนกลับเข้าตัวประมวลผลกลางหรือตัว MCS-51/PIC 16F877 และจากรูปที่ 3.4 จะมีสัญญาณควบคุมคือที่ขา 2 ของออปโตไอโซเลเตอร์เบอร์ PC817 จะทำหน้าที่รับค่าจากตัวประมวลผลกลางเมื่อมีสถานะเป็น 0 โวลต์ จะทำให้เกิดการนำกระแสและจะทำให้ทรานซิสเตอร์เบอร์ BC547 นำกระแสทำให้รีเลย์มีการเหนี่ยวนำของขดลวดและจะทำให้รีเลย์ทำการสับสวิตซ์เพื่อจ่ายไฟให้กับมอเตอร์มอเตอร์จึงจะสามารถทำงานได้ และขาที่ 2 ของออปโตออปโตไอโซเลเตอร์ทั้ง 8 ตัว จะต่อเข้าขา P1.0, P1.1, P1.2, P1.3, P1.4, P1.5, P1.6 และ P1.7 ของตัว MCS-51 ตามลำดับ และต่อเข้าขา RA0, RA1, RA2, RA3, RA4, RA5, RE0 และ RE1 ของ PIC เบอร์ 16F877 ตามลำดับ

3.5 วงจรควบคุมโซลิตสเตต

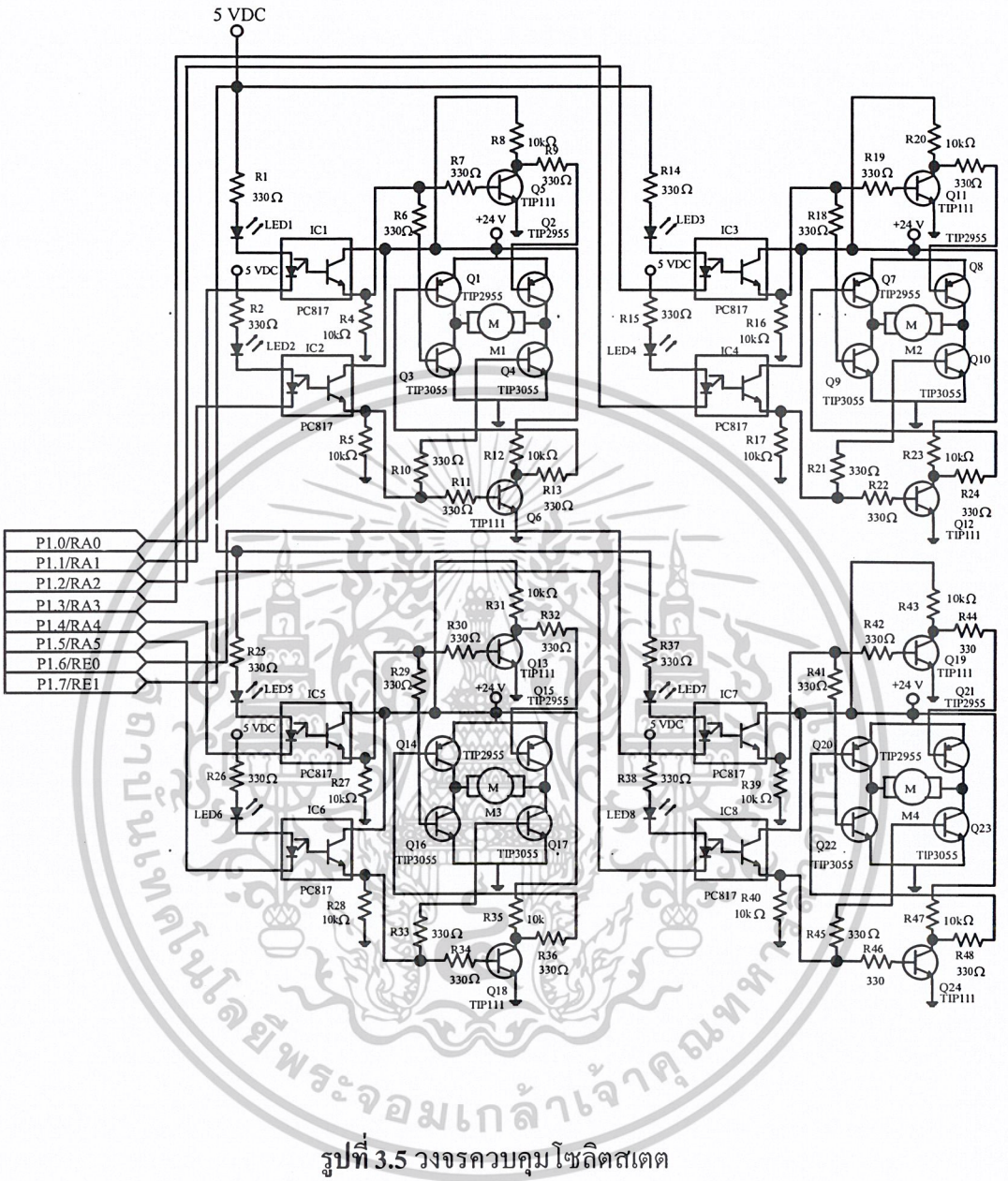
3.5.1 การออกแบบและการสร้าง

วงจรควบคุมโซลิตเสตต เป็นวงจรที่มีเอาต์พุตจำนวน 8 ช่อง มีหน้าที่ควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ได้ตามความเหมาะสมของงาน ภายในวงจรจะมีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สารกึ่งตัวนำ โดยใช้ตัวออปโตไอโซเลเตอร์เป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อการควบคุมระหว่างวงจรสองส่วนคือควบคุมจากวงจรด้านอินพุตสู่วงจรด้านอินพุต โดยใช้แสงเป็นตัวแปรในการส่งผ่านความสัมพันธ์ทั้ง 2 ด้าน ดังแสดงในรูปที่ 3.5

3.5.2 การทำงาน

วงจรโซลิตสเตตรีเลย์เป็นวงจรในที่รับคำสั่งจากวงจรประมวลผลกลาง เพื่อทำหน้าที่ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆซึ่งทำหน้าที่เหมือนกับรีเลย์ไฟฟ้ากลโดยปราศจากชิ้นส่วนที่เคลื่อนไหว โดยพื้นฐานแล้วโซลิตสเตตรีเลย์นั้นจะไม่ใช้กลไกในการทำหน้าที่ จากรูปที่ 3.5 จะใช้ออปโตไอโซเลเตอร์ช่วยในการแยกกราว์ดให้ขาดกันโดยสิ้นเชิงเป็นการช่วยป้องกันแรงดันย้อนกลับเข้าตัวประมวลผลกลางหรือตัว MCS-51/PIC 16F877 จากรูปเมื่อมีสัญญาณเข้ามาที่ออปโตไอโซเลเตอร์จะมีกระแสไหลมายังวงจรสวิตช์โดยจะใช้ทรานซิสเตอร์เบอร์ TIP2955 และ TIP3055 ในการทำหน้าทีเป็นสวิตช์ปิดเปิดจากรูปจะเห็นว่าในวงจรจะไม่มีกลไกในการควบคุมและจะต่างจากในรีเลย์ไฟฟ้ากลที่ใช้ในการเชื่อมโยงแบบแม่เหล็กไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



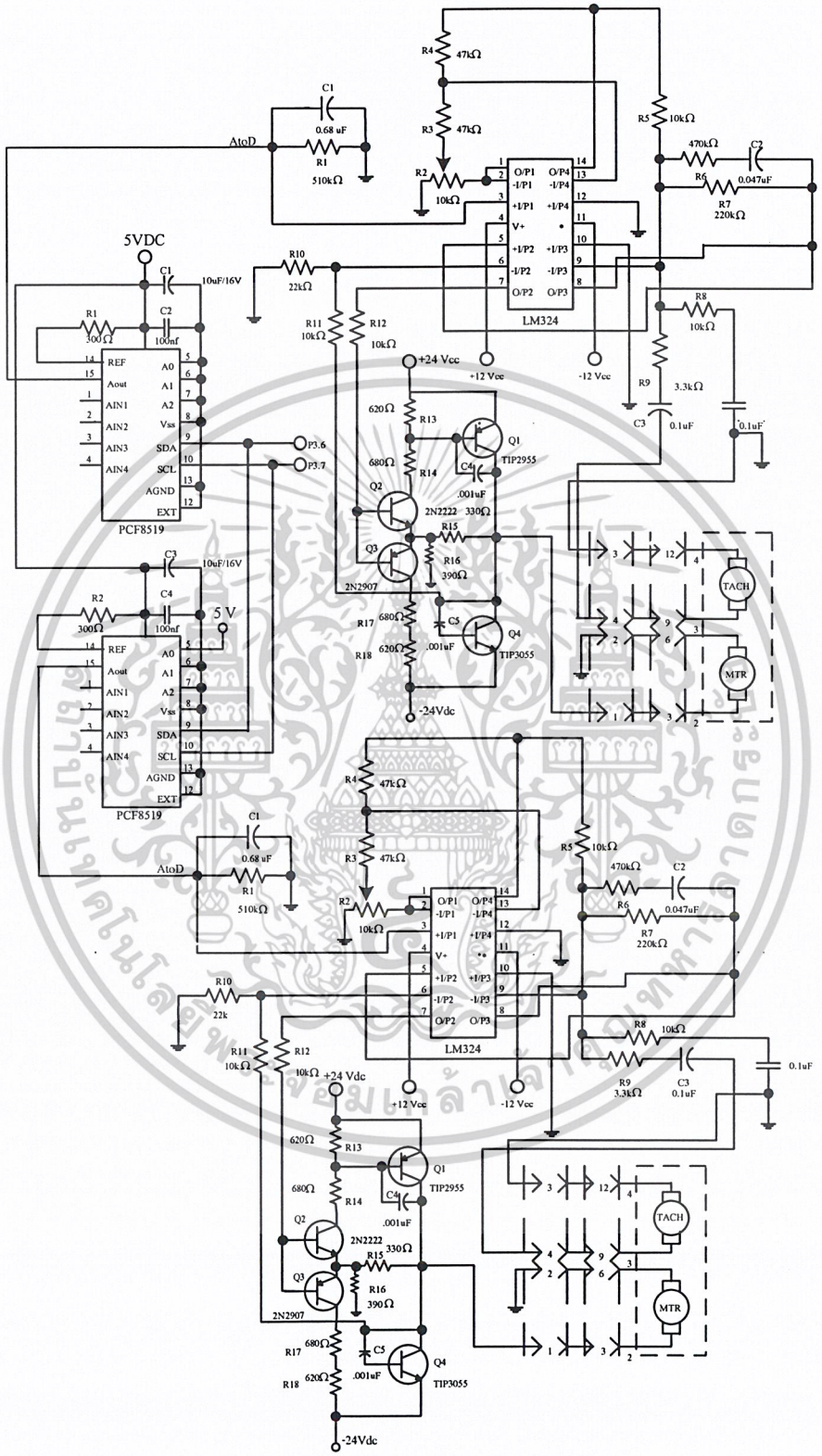
รูปที่ 3.5 วงจรควบคุมโซลิตสเตต

3.6 วงจรควบคุมเซอร์โวมอเตอร์

3.6.1 การออกแบบและการสร้าง

วงจรควบคุมเซอร์โวมอเตอร์เป็นวงจรที่ใช้ในการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์จำนวน 2 ช่อง ซึ่งวงจรนี้จะมีตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงานของวงจรอีกทีหนึ่ง และภายในวงจรนี้จะใช้ไอซีเบอร์ PC8519 ซึ่งเป็นไอซี A/D, D/A Convertor ขนาด 8 บิต ทำหน้าในการแปลงสัญญาณแอนะลอกให้เป็นสัญญาณดิจิตอลและแปลงสัญญาณดิจิตอลให้เป็นสัญญาณแอนะลอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 วงจรควบคุมเซอร์โวมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยจะมีไอซีเบอร์ LM324 ซึ่งเป็นโมดูลออปแอมป์ ทำหน้าที่ในการให้กำลังขับแก่ตัวเซอร์โวมอเตอร์

3.6.2 การทำงาน

วงจรควบคุมเซอร์โวมอเตอร์เป็นการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ 2 ตัวโดยรับสัญญาณมาจากตัวประมวลผลกลางซึ่งทำหน้าที่จ่ายสัญญานควบคุมทิศทางการหมุนของเซอร์โวมอเตอร์ความเร็วในการหมุนและการสั่งหยุดเซอร์โวมอเตอร์มีหลักการทำงานคือ จากรูปที่ 3.6 คือวงจรควบคุมเซอร์โวมอเตอร์จะใช้ไอซีเบอร์ PCF8951 รับข้อมูลจากตัวประมวลผลกลางโดยตัวประมวลผลกลางจะส่งสัญญาณข้อมูลและสัญญาณนาฬิกามาในลักษณะการสื่อสารแบบ I^2C โดยส่งผ่านพอร์ทมายังขา 9 (SDA) และขา 10 (SCL) ไอซีเบอร์ PCF8951จะทำหน้าที่แปลงสัญญาณส่งต่อไปให้ไอซีเบอร์ LM324 ไอซีตัวนี้เป็นไอซีที่มีออปแอมอยู่ภายใน 4 ตัว จะทำหน้าที่เป็นตัวตรวจสอบและขยายสัญญาณที่ส่งมาจากขา 15 ของไอซีเบอร์ PCF8951 จากนั้นจะทำการขับเซอร์โวมอเตอร์โดยใช้ทรานซิสเตอร์เบอร์ TIP3055 และ TIP2955 ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ควบคุมการปล่อยกระแสในการควบคุมการหมุนของมอเตอร์ซึ่งทรานซิสเตอร์เบอร์ TIP3055 และ TIP2955 นั้นมีคุณสมบัติที่ดีคือสามารถทนกระแสได้สูงสุดถึง 15 แอมป์แปร ทำให้การควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ที่มีกระแสสูงทำงานได้อย่างมีเสถียรภาพ

3.7 วงจรแสดงผล 8 หลัก

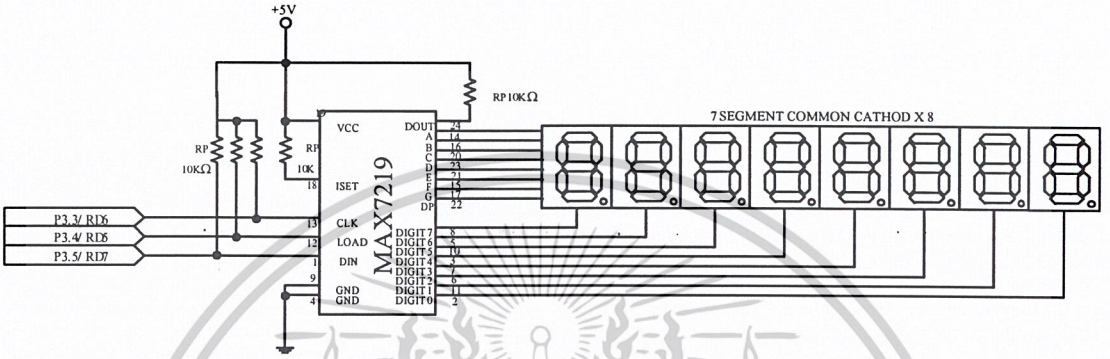
3.7.1 การออกแบบและการสร้าง

วงจรแสดงผล 8 หลักจะใช้ภาคแสดงผล 7 ส่วน เป็นตัวแสดงผลการทำงานของวงจรโดยจะมี IC เบอร์ MAX7219 เป็นการควบคุมตัวแสดงผลของภาคแสดงผล 7 ส่วน ทั้ง 8 ตัว ซึ่ง IC ตัวนี้จะมีลักษณะที่พิเศษกว่า IC ตัวอื่นๆจึงให้วงจรนี้มีขนาดเล็กและการเขียนโปรแกรมสั่งงานง่ายและสะดวกมากขึ้นและสามารถควบคุมการแสดงผลของแผงแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน ชนิดคอมมอนแคโถดได้ 8 หลักต่อวงจรควบคุม 1 ชุด และสามารถต่ออนุกรมกันเพื่อเพิ่มจำนวนหลักของการแสดงผลให้ได้หลายๆ หลักอีกด้วย ใช้การสั่งงานให้แสดงผลเพียงครั้งเดียว หลังจากนั้นวงจรจะทำการควบคุมการแสดงผลของแผงแสดงผลทุกหลักเอง จนกว่าเราต้องการเปลี่ยนค่าการแสดงผลเป็นค่าใหม่จึงจะส่งข้อมูลและคำสั่งใหม่ให้บอร์ดอีกทำให้ง่ายต่อการเขียนโปรแกรมควบคุมเพราะสามารถให้ CPU ไปทำงานอย่างอื่นได้โดยไม่ต้องกลัวว่าส่วนแสดงผลจะหยุดทำงานสามารถโปรแกรมโหมด การแสดงผลได้ 2 โหมด คือโหมดแสดงด้วยรหัส BCD และโหมดแสดงผลตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าที่กำหนดให้ และใช้การเชื่อมต่อแบบอนุกรม โดยใช้สัญญาณในการเชื่อมต่อเพียง 3 เส้นทำให้ประหยัดพอร์ตควบคุม

3.7.2 การทำงาน



รูปที่ 3.7 วงจรแสดงผล 8 หลัก

จากรูปที่ 3.7 วงจรแสดงผลชุดนี้จะใช้ไฟเลี้ยงขนาด 5 VDC โดยมีไอซีเบอร์ IC เบอร์ Max7219 ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมตัวแสดงผลของ 7-Segment ทั้ง 8 ตัว ให้แสดงผลออกมาทาง 7 – Segment ในส่วนของการเชื่อมต่อสัญญาณจะมีการเชื่อมต่อเพียง 4 เส้นดังนี้ คือ

1) DIN เป็นขาสัญญาณอินพุทใช้สำหรับ รับข้อมูลอินพุทแบบอนุกรม โดยข้อมูลจะถูกโหลดเข้าไปในชิฟต์รีจิสเตอร์ ขนาด 16 บิต โดยสัมพันธ์กับสัญญาณนาฬิกาที่ส่งเข้ามาทางขา CLK โดยข้อมูลจะเริ่มจาก D15.D0

2) CLK เป็นขาสัญญาณอินพุทใช้สำหรับสัญญาณนาฬิกาอินพุทจากภายนอก ซึ่งมีอัตราความเร็วสูงสุด 10 เมกะเฮิตซ์ โดยเมื่อสัญญาณนาฬิกาเป็นช่วงขอบขาขึ้น สัญญาณข้อมูลจากขา DIN จะถูกเลื่อนเข้าสู่ชิฟต์รีจิสเตอร์ภายใน เมื่อสัญญาณนาฬิกาเป็นช่วงขอบขาลง ข้อมูลที่อยู่ในชิฟต์รีจิสเตอร์ตำแหน่งสุดท้าย (D15) จะถูกเลื่อนออกมาที่ขาสัญญาณ DOUT

3)LOAD เป็นขาสัญญาณอินพุท ใช้สำหรับควบคุมการโหลดข้อมูลที่ถูกเลื่อนเข้ามารอไว้ในชิฟต์รีจิสเตอร์เข้าไปยังหน่วยความจำของ IC MAX7219 โดยค่าในชิฟต์รีจิสเตอร์ทั้งหมดจะถูกโหลดเมื่อสัญญาณนาฬิกาที่ขา LOAD เป็นขอบขาขึ้น

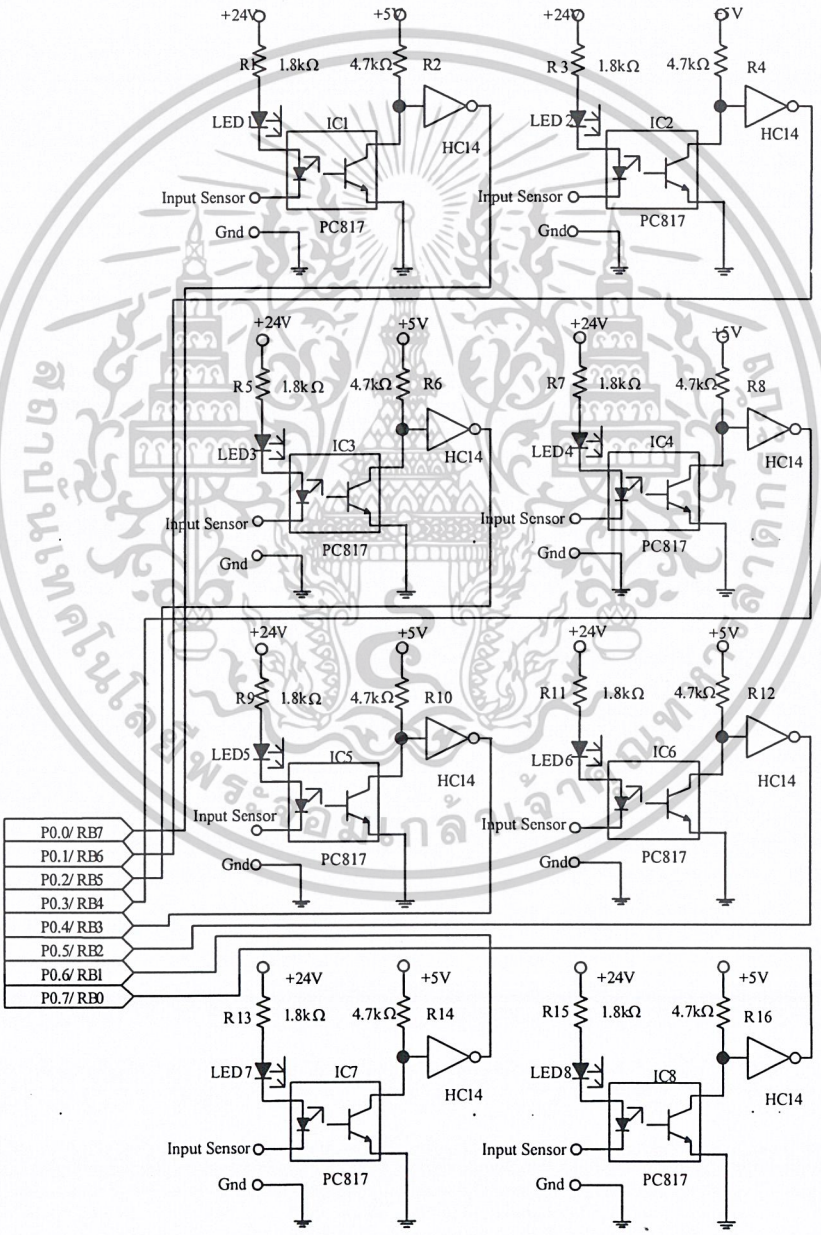
4)DOUT เป็นขาสัญญาณเอาท์พุท ซึ่งเป็นข้อมูลแบบอนุกรมชุดเดียวกันกับสัญญาณ DIN โดยสัญญาณ DOUT นี้เราใช้สำหรับต่อเข้ากับสัญญาณ DIN ของบอร์ดถัดไป เมื่อต้องการเพิ่มจำนวนหลักแสดงผลให้มากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 วงจรอินพุตเซ็นเซอร์

3.8.1 การออกแบบและการสร้าง

วงจรอินพุตเซ็นเซอร์เป็นวงจรที่เป็นตัวรับสัญญาณจากตัวเซ็นเซอร์จากภายนอก ซึ่งเราสามารถเลือกใช้ตัวเซ็นเซอร์ชนิดใดก็ได้ โดยเราจะนำสัญญาณที่ได้เข้ามาแปลงกับไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งสามารถเชื่อมต่อได้ถึง 8 ช่อง ดังแสดงในรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 วงจรอินพุตเซ็นเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

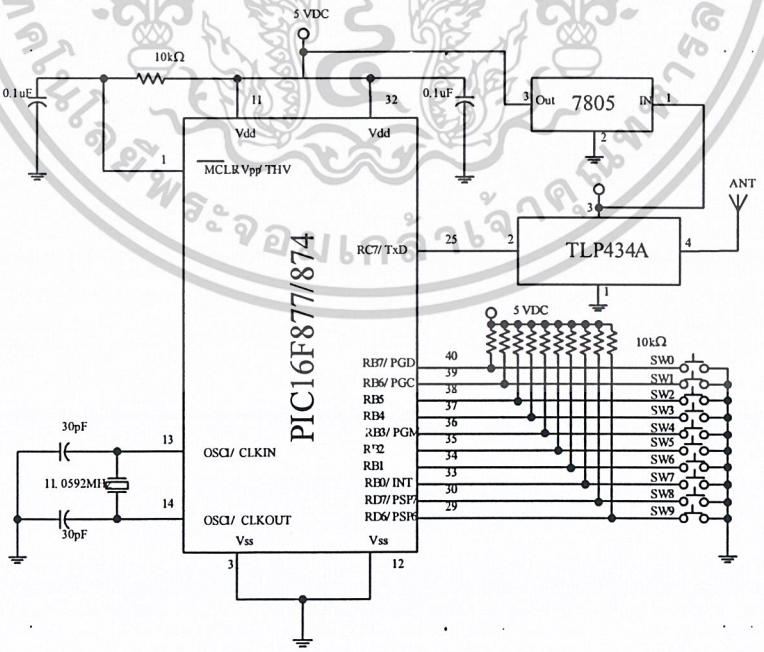
3.8.2 การทำงาน

จากรูปที่ 3.8 เป็นวงจรอินพุตเซ็นเซอร์ ซึ่งตัวอุปกรณ์หลักๆ ที่ใช้ก็คือตัวออปโตไอโซเลเตอร์เป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อวงจร และมี LED แสดงการทำงานของวงจรว่าอยู่ในสภาวะอะไร โดยการทำงานหลักๆก็คือวงจรจะรับสัญญาณเป็นส่วนที่รับค่าสถานะจากเซ็นเซอร์สัญญาณที่เข้ามาจะเป็นลอจิก 0 กับลอจิก 1 ซึ่งวงจรนี้จะเป็นแค่ตัวรับสัญญาณเท่านั้น และในการเชื่อมต่อเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์จะใช้ขา 3 ของตัวออปโตไอโซเลเตอร์แต่ละตัว มาต่อเข้ากับขา MCS-51 ได้แก่ขา P0.0, P0.1, P0.2, P0.3, P0.4, P0.5, P0.6 และ P0.7 ตามลำดับ และขาของ PIC ได้แก่ขา RB7, RB6, RB5, RB4, RB3, RB2, RB1 และ RB0 ตามลำดับ

3.9 วงจรชุดส่งคลื่นวิทยุ

3.9.1 การออกแบบและการสร้าง

วงจรชุดส่งคลื่นวิทยุ จะใช้ในการควบคุมการทำงานของวงจรทั้งหมดโดยใช้คลื่นวิทยุในการควบคุมการทำงาน โดยตัวรับสัญญาณจะอยู่บนตัวบอร์ด และในวงจรภาคส่งนี้จะมีตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877A เป็นตัวควบคุมการทำงานของชุดส่ง และมีตัว TLP434A เป็นกำเนิดสัญญาณวิทยุขึ้นมา เพื่อส่งไปยังภาครับวิทยุบนบอร์ด ดังแสดงในรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 วงจรชุดส่งคลื่นวิทยุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9.2 การทำงาน

ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A จะมีการใช้งานดังต่อไปนี้ คือ

ขาที่ 1 ($\overline{\text{MCLR}}$/vpp/THV) ขาที่ 11 (Vdd) และขา 32 (Vdd) ต่อกับแหล่งจ่ายไฟ 5 โวลต์

ขาที่ 12 (Vss) และขาที่ 31 (Vss) จะใช้สำหรับต่อกับกราวด์

ขาที่ 13 (OSC1/CLKin) และขาที่ 14 (OSC2/CLKout) จะทำหน้าที่เป็นตัวสร้างพัลซ์ในการควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยจะมีการเชื่อมต่อกับกับ คริสตอล ค่า 11.0592 เมกกะเฮิร์ต เพื่อทำการสร้างสัญญาณพัลซ์

ขาที่ 33-40 (RB0-RB7) และขาที่ 29-30 (RD6-RD7) เป็นพอร์ตที่ใช้เป็นอินพุต

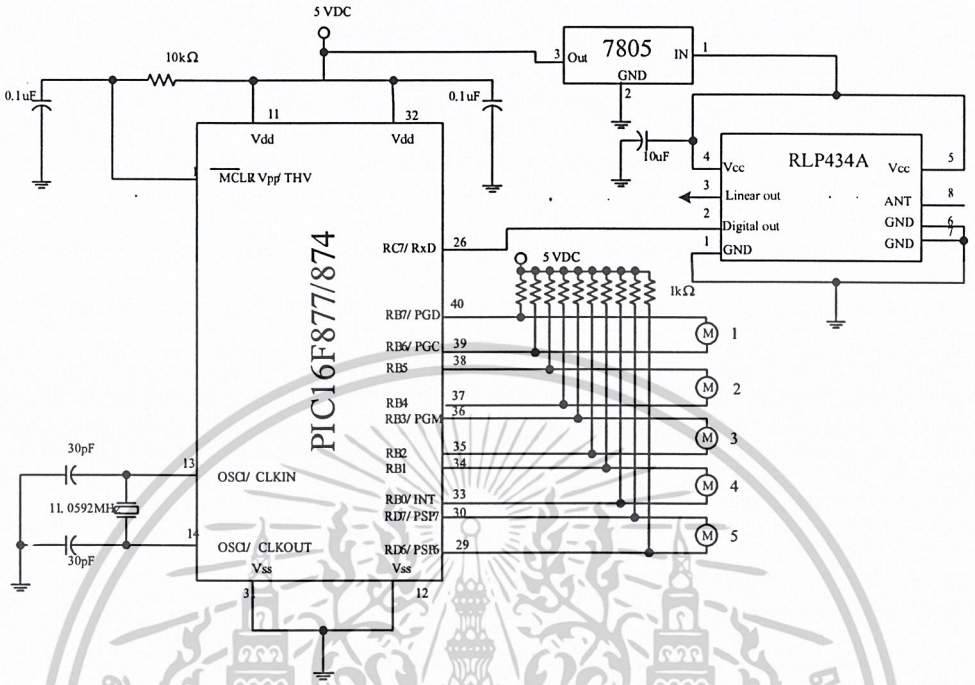
จากรูปที่ 3.9 วงจรควบคุมการส่งสัญญาณจะมีการใช้งานทั้งหมด 10 ฟังก์ชัน ดังนั้นจึงมีการต่อสวิตช์เพื่อให้ทำการเลือกใช้ฟังก์ชันต่าง ๆ ซึ่งมีการต่อสวิตช์ไว้ที่พอร์ต RB0-RB7 และ RD6-RD7 (ขา 33-40 และ 29-30 ตามลำดับ) ซึ่งมีอยู่ด้วยกันทั้งหมด 10 สวิตช์ และเมื่อมีการกดสวิตช์จะทำให้ครบวงจรที่ขานั้น ๆ และจะทำการสร้างลอจิก “1” โดยแต่ละพอร์ตจะมีการกำหนดค่าการใช้งานโดยการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ ขึ้นมา จากนั้นจะทำการส่งค่าลอจิก “1” ผ่านทางพอร์ต RC7/TX/CK (ขา 25) เพื่อส่งให้โมดูลภาคส่งสัญญาณ เพื่อทำการมอดูเลชันข้อมูลที่ทำการส่งเข้ามาทางขา Code Input (ขา 2) ของโมดูลภาคส่ง และจะทำการส่งข้อมูลที่ได้จากการมอดูเลชันผ่านทางสายอากาศ (ขา 4) โดยจะใช้ความถี่ในการส่งอยู่ที่ 433.92 เมกกะเฮิร์ต ไปยังภาครับสัญญาณต่อไป

3.10 วงจรชุดรับคลื่นวิทยุ

3.10.1 การออกแบบและการสร้าง

วงจรชุดรับคลื่นวิทยุนี้จะทำงานร่วมกับวงจรชุดส่งสัญญาณทำหน้าที่เป็นตัวตรวจจับการตัดผ่านของคลื่นสัญญาณ เมื่อมีการส่งเข้ามา ทำให้เกิดแรงไฟสัญญาณของวงจรถอดรหัสเปลี่ยนแปลงตามความถี่ของชุดส่งสัญญาณ โดยจะมีตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A เป็นตัวควบคุมการทำงานของภาครับคลื่นวิทยุบนบอร์ด ซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 3.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 วงจรชุดรับคลื่นวิทยุ

3.10.2 การทำงาน

ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A จะมีการใช้งานดังต่อไปนี้ คือ

ขาที่ 1 (MCLR/vpp/THV) ขาที่ 11 (Vdd) และขา 32 (Vdd) ต่อกับแหล่งจ่ายไฟ 5 โวลต์

ขาที่ 12 (Vss) และขาที่ 31 (Vss) จะใช้สำหรับต่อกับกราวด์

ขาที่ 13 (OSC1/CLKin) และขาที่ 14 (OSC2/CLKout) จะทำหน้าที่เป็นตัวสร้างพัลซ์ในการควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยจะมีการเชื่อมต่อกับกับคริสตอล ค่า 11.0592 เมกกะเฮิร์ต เพื่อทำการสร้างสัญญาณพัลซ์

ขาที่ 33-40 (RB0-RB7) และขาที่ 29-30 (RD6-RD7) เป็นพอร์ตที่ใช้เป็นเอาต์พุต

จากรูปที่ 3.10 วงจรภาครับจะมีการเริ่มทำงานจากโมดูลตัวรับ (RLP434A) จะทำการรับสัญญาณจากภาคส่งโดยรับสัญญาณเข้ามาทางสายอากาศ (ขา 8) โดยความถี่ที่ใช้ในย่านการรับจะอยู่ที่ 433.92 เมกกะเฮิร์ต และเมื่อรับสัญญาณเข้ามาแล้วจะทำการแยกสัญญาณและความถี่ออกจากกัน เพื่อให้เหลือข้อมูลที่ส่งมาเพียงอย่างเดียว จากนั้นจะส่งข้อมูลที่เป็นลอจิก “1” ผ่านทางขา 2 ของโมดูลตัวรับ (Digital Out) ไปยังพอร์ต RC7/RDX (ขา 26) ของไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อทำการรับข้อมูลและส่งไปประมวลผล โดยจะมีการแยกแยะข้อมูลว่าจะนำไปใช้งานใด โดยมีการเขียน

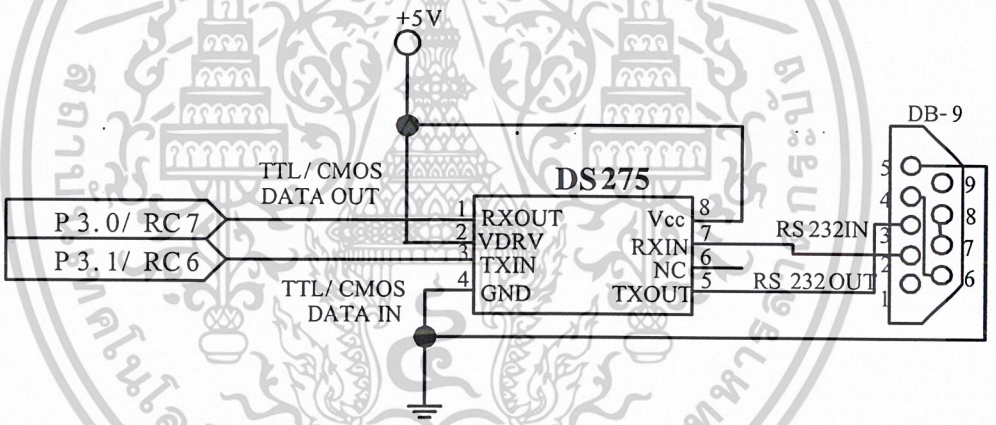
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งโปรแกรมจะเป็นตัวกำหนดหน้าที่การทำงานของแต่ละพอร์ต จากนั้นสัญญาณที่ออกมาจากพอร์ตนั้น ๆ จะอยู่ในรูปของแรงดันไฟฟ้า 5 โวลต์ เพื่อนำไปกระตุ้นรีเลย์ในภาคขับมอเตอร์ เพื่อทำให้มอเตอร์ทำงานตามคำสั่งที่มีการกำหนดไว้

3.11 วงจรการติดต่อผ่านพอร์ตอนุกรม

3.11.1 การออกแบบและการสร้าง

วงจรนี้เป็นวงจรที่ทำการการติดต่อข้อมูลระหว่างกันโดยผ่านพอร์ตอนุกรม โดยที่เราจะนำการติดต่อแบบอนุกรมไปใช้ในการโปรแกรมข้อมูลลงบนตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ได้โดยตรง โดยใช้ไอซีเบอร์ DS275 เป็นตัวแปลงสัญญาณแบบ Full- Duplex ซึ่งเป็นมาตรฐานของการติดต่อข้อมูล RS-232 ดังแสดงในรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 วงจรการติดต่อผ่านพอร์ตอนุกรม

3.11.2 การทำงาน

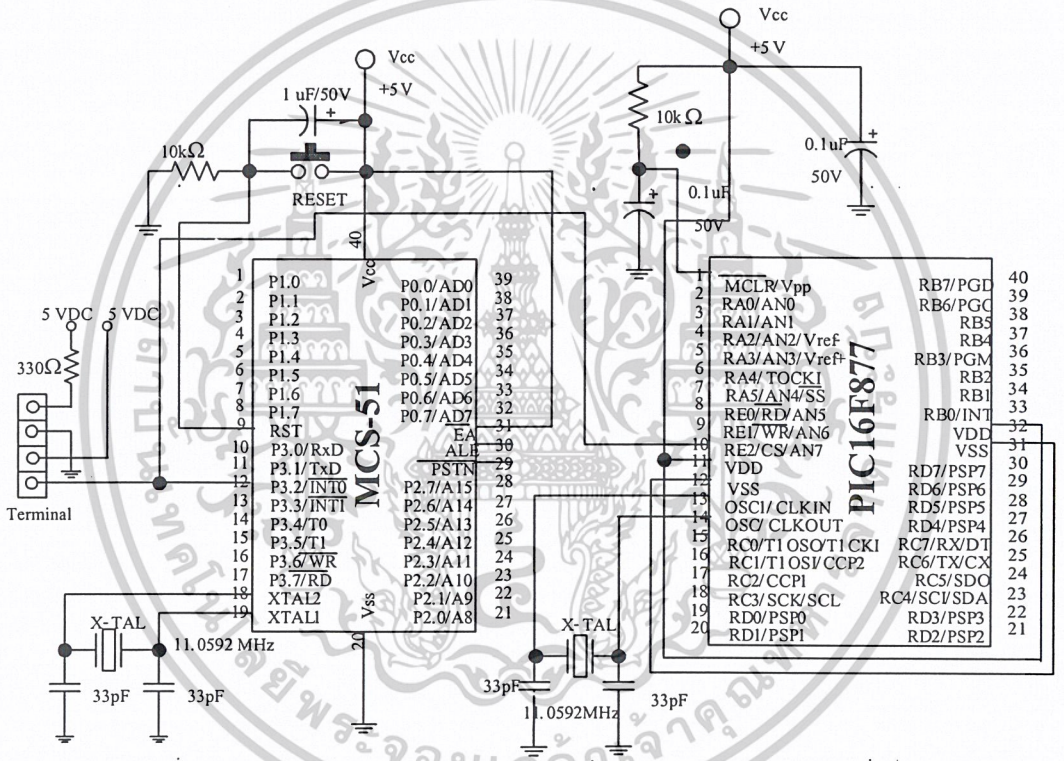
จากรูปที่ 3.11 จะเห็นได้ว่าจะเป็นการต่อแบบ Full- Duplex โดยใช้แจ็คสเตอริโอเป็นตัวติดต่อข้อมูลจากภายนอกใช้ไฟเลี้ยง 5 VDC และมีไอซีเบอร์ DS275 ทำหน้าที่เป็นตัวรับส่งข้อมูลระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับคอมพิวเตอร์ โดยมีขาที่ใช้ในการติดต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ คือขา 1 กับขา 4 ต่อเข้ากับขาไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51ที่ขา P3.0 กับ P3.1 ส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877Aที่ขา RC7 กับ RC6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.12 วงจรวัดรอบมอเตอร์

3.12.1 การออกแบบและการสร้าง

วงจรวัดรอบมอเตอร์จะใช้ในการทำการวัดรอบการหมุนของมอเตอร์ DC ซึ่งจะใช้ในการเซ็นเซอร์การหมุนของมอเตอร์ไฟกระแสตรง โดยจะส่งข้อมูลไปให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลการทำงานทั้งหมด จากนั้นก็ส่งไปแสดงผลบนภาคแสดงผล 7 ส่วน ดังแสดงในรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 วงจรวัดรอบมอเตอร์

3.12.2 การทำงาน

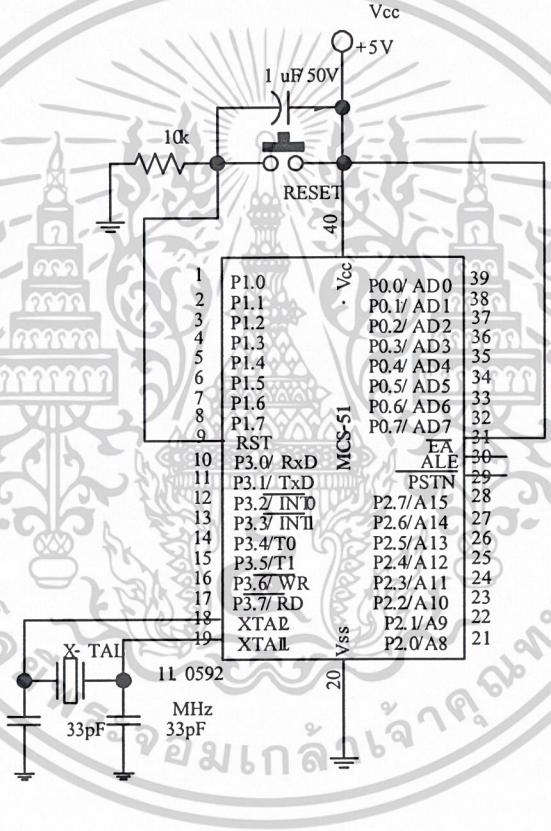
จากรูปที่ 3.12 จะเป็นรูปวงจรการวัดรอบมอเตอร์จะใช้อินฟาเรดแอลอีดีในการกำเนิดแสงและจะใช้โฟโต้ทรานซิสเตอร์ในการรับแสงโดยใช้หลักการตรวจสอบสถานะของแสงจะเช็คแสงสองสถานะคือช่วงรับแสงและช่วงไม่มีแสงในช่วงมีแสงเราจะได้รับแรงดัน 5โวลต์ ในช่วงไม่มีแสงจะได้รับแรงดัน 0 โวลต์ จากวงจรจะเป็นตัวจ่ายแรงดันและรับค่าสถานะที่ได้เพื่อเข้ามาสู่ตัวประมวลผลกลางและประมวลผลต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.13 วงจรประมวลผลกลาง

3.13.1 การออกแบบและการสร้าง

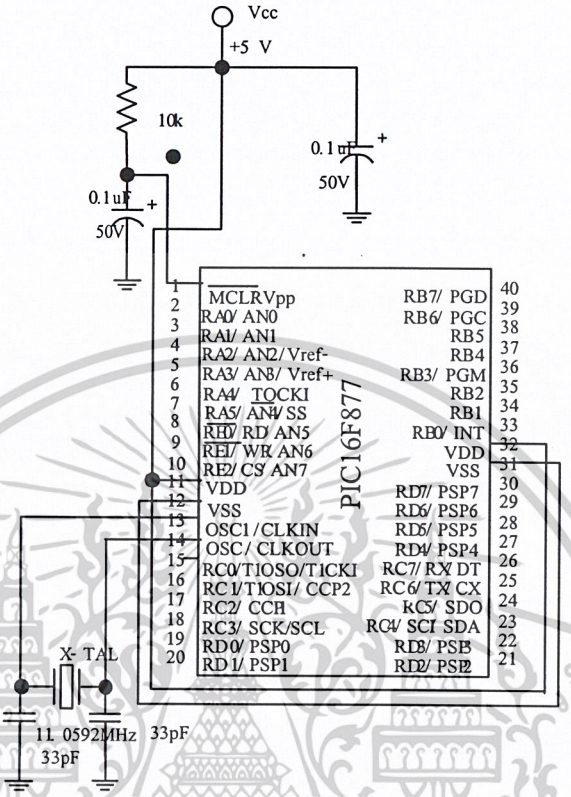
วงจรประมวลผลกลางจะเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดในบอร์ดเอนกประสงค์ ซึ่งใช้ในการควบคุมการทำงานของวงจรต่างๆ ในบอร์ดให้ทำงานร่วมกันได้ โดยวงจรนี้จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 กับ PIC เป็นตัวประมวลผลการทำงาน หลังจากการได้รับการเขียนโปรแกรมลงบนตัวไมโครคอนโทรลเลอร์แล้ว ดังแสดงในรูปที่ 3.13 ก) และรูปที่ 3.13 ข)



ก) วงจรประมวลผล MCS

รูปที่ 3.13 วงจรประมวลผลกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ข) วงจรประมวลผล PIC

รูปที่ 3.13 (ต่อ) วงจรประมวลผลกลาง

3.13.2 การทำงาน

จากรูปที่ 3.13 เป็นวงจรประมวลผลที่ใช้ MCS-51 เป็นตัวควบคุม โดยมีตัวคริสตอลออสซิลเลเตอร์ ต่อเข้ากับขาที่ 18 กับขาที่ 19 เพื่อที่จะป้อนสัญญาณนาฬิกาให้แก่ตัว MCS-51 เบอร์ AT89S52 และเช่นเดียวกันกับรูปที่ 3.14 เป็นวงจรประมวลผลที่ใช้ PIC เป็นตัวควบคุม โดยมีตัวคริสตอลออสซิลเลเตอร์ ต่อเข้ากับขาที่ 13 กับขาที่ 14 เพื่อที่จะป้อนสัญญาณนาฬิกาให้แก่ตัว PIC เบอร์ 16F877A ได้ตลอดเวลารอบเวลาการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.14 การออกแบบวงจรบอร์ดเอนกประสงค์

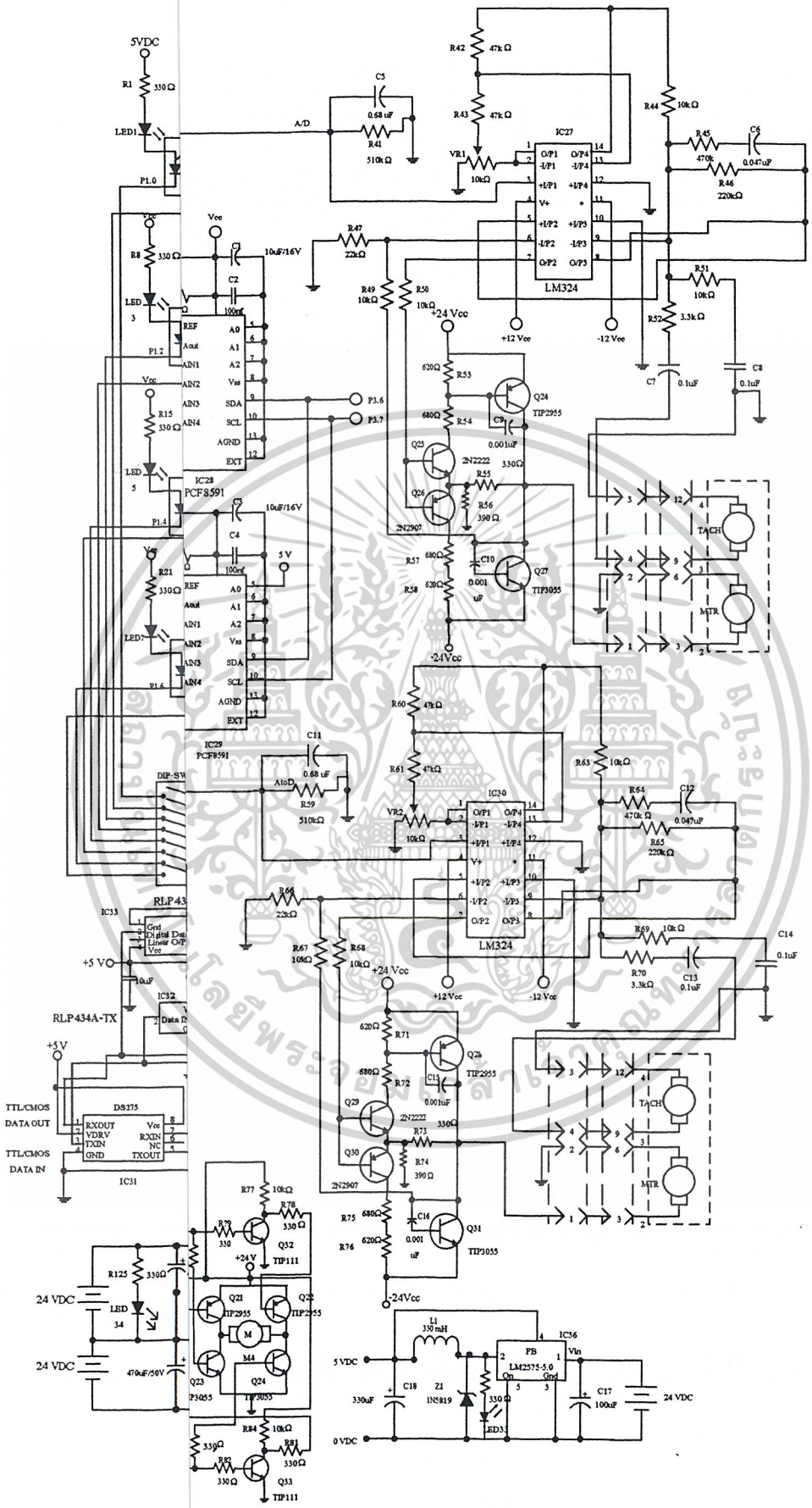
3.14.1 การออกแบบและการสร้าง

จากวงจรที่ใช้งานทั้งหมดที่ได้กล่าวไปแล้วนั้น เราก็สามารถนำวงจรต่างๆ ทุกวงจรที่ได้กล่าวมาในก่อนนี้นั้น ซึ่งก็ได้แก่ วงจรภาคจ่ายไฟ วงจรควบคุมรีเลย์ วงจรควบคุมโซลิตสเตต วงจรอินพุตเซ็นเซอร์ วงจรภาครับวิทยุ วงจรพอร์ตอนุกรม วงจรวัดรอบมอเตอร์ และวงจรประมวลผลกลาง มารวมเป็นวงจรเดียวกันกลายเป็นวงจรบอร์ดเอนกประสงค์ ดังแสดงในรูปที่ 3.14 และรูปที่ 3.15

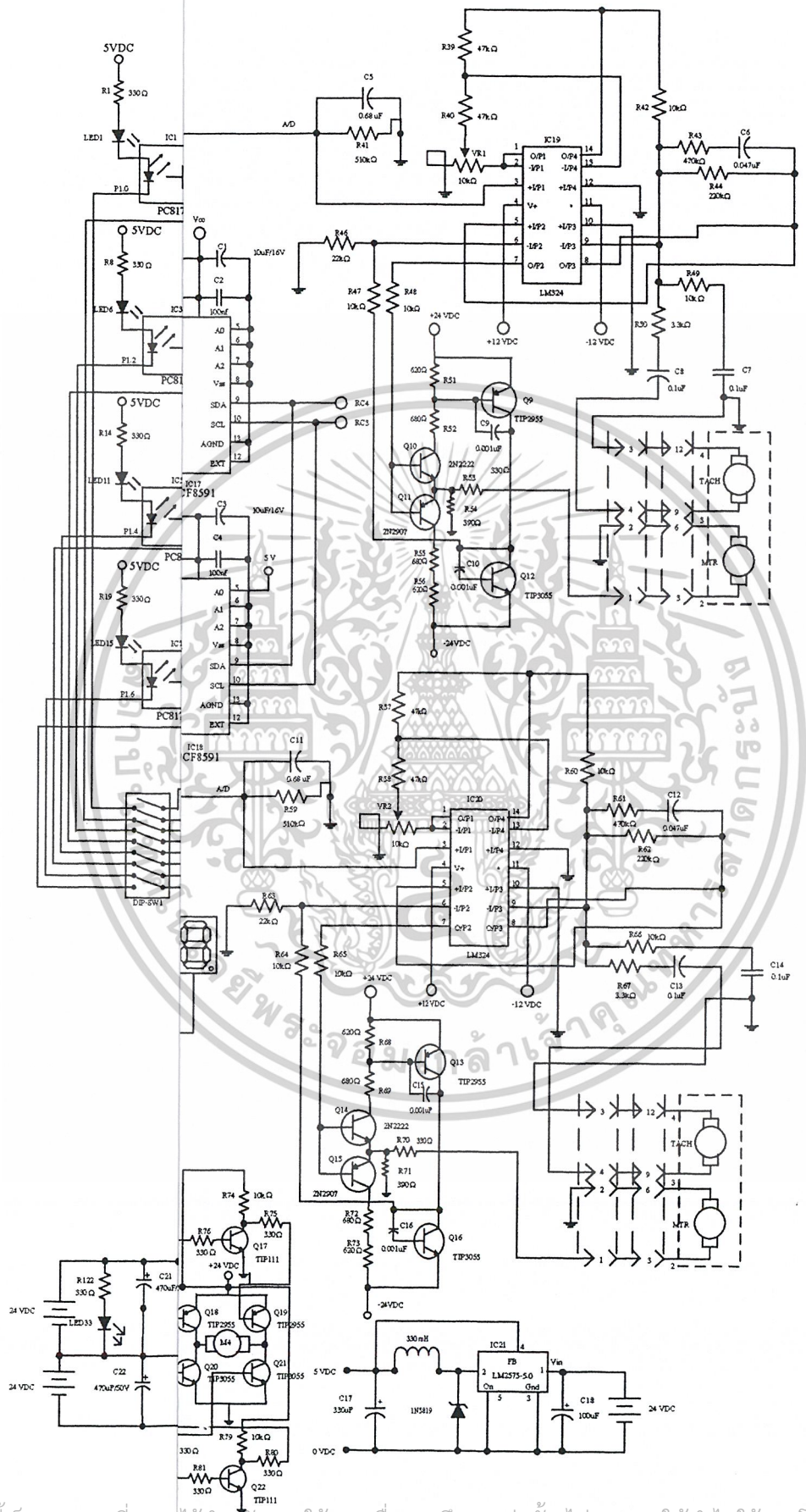
3.14.2 การทำงาน

จากรูปที่ 3.14 แสดงวงจรบอร์ดเอนกประสงค์ที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์MCS-51 เบอร์ AT89S52 และจากรูปที่ 3.15 แสดงวงจรบอร์ดเอนกประสงค์ที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ PIC16F877A โดยในทั้ง 2 วงจรนี้จะเป็นวงจรที่ได้ทำการรวมวงจรต่างๆ ที่ได้กล่าวมาแล้วในข้างต้น มารวบรวมเอาไว้ด้วยกันเป็นวงจรเดียว ซึ่งลักษณะการต่อใช้งานนั้น เราก็ได้นำเอาขาใช้งานแต่ละวงจรมาต่อเข้าขาพอร์ตของตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ทั้ง 2 เบอร์ และจะมีการต่อใช้งานต่อดังนี้ คือ วงจรควบคุมรีเลย์กับวงจรควบคุมโซลิตสเตต จะต่อเข้าที่ขา 1 – 8 ของ MCS-51 และขา 2 – 9 ของ PIC โดยการต่อแบบนี้จะมีสวิตช์เลือกใช้งานทั้ง 2 วงจรอยู่ ส่วนแหล่งจ่ายที่จ่ายเข้าวงจรนั้น วงจรควบคุมรีเลย์จะใช้ไฟกระแสตรง 24 โวลต์ และวงจรควบคุมโซลิตสเตตจะใช้ไฟเลี้ยงกระแสตรง 5 โวลต์ และในส่วนของวงจรเซอร์โวมอเตอร์นั้นก็จะทำหน้าที่ในการควบคุมมอเตอร์เซอร์โวให้มีการหมุนตามทิศทางที่เราต้องการ โดยจะนำขาที่ 9 กับขาที่ 10 ของไอซีเบอร์ PC8519 ซึ่งเป็นไอซี A/D Converter มาต่อเข้าที่ขา 16 กับ 17 ของ MCS-51 และขาที่ 23 กับ 18 ของ PIC ตามลำดับ ทั้งก็เพื่อเป็นการรับส่งข้อมูลภายนอกมาประมวลผลโดยตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ในส่วนของวงจรแสดงผลจะใช้เป็น 7-Segment ทั้งหมด 8 หลัก โดยใช้ IC MAX7219 เป็นตัวควบคุมการแสดงผล และใช้สัญญาณในการเชื่อมต่อ 4 เส้น คือ DIN, CLK, LOAD และ DOUT ซึ่งขาที่ใช้งานทั้งหมดเหล่านี้จะต่อขาที่ 13,14 และ 15 ของ MCS-51 และขาที่ 27, 28 และ 29 ของ PIC ตามลำดับ โดยเริ่มแสดงผลเป็นค่าตัวเลข 8 หลัก: ตั้งแต่ค่า 00000000 แล้วเพิ่มค่าครั้งละ 1 จนถึง 99999999 จากนั้นก็เป็นส่วนของวงจรรับสัญญาณวิทยุ ซึ่งมีไว้รับสัญญาณวิทยุจากรีโมตบังคับวิทยุ โดยในทางด้านภาครับจะใช้ตัว RLP433A เป็นตัวรับสัญญาณและถอดรหัส จากนั้นส่งสัญญาณไปยังขาที่ 10 ของ MCS-51 และขาที่ 26 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

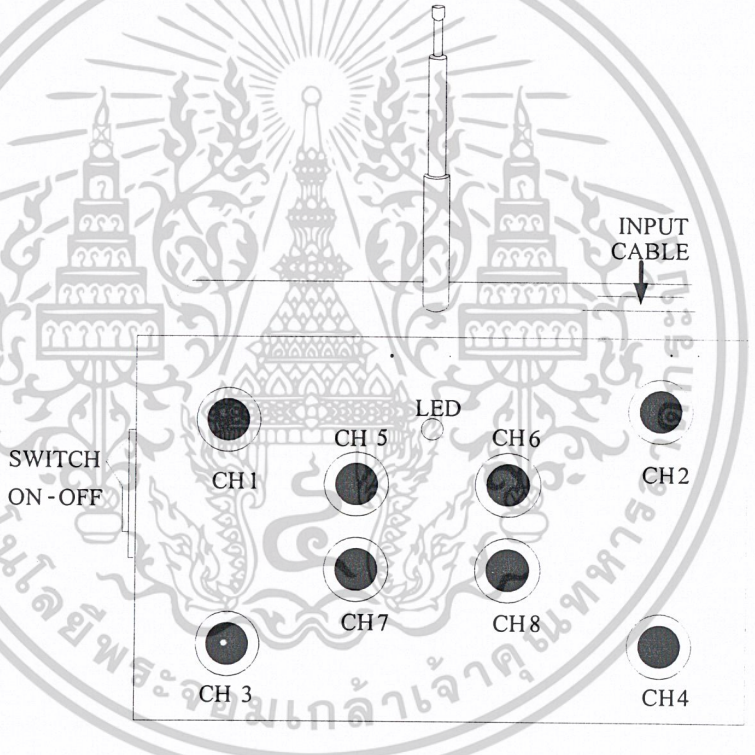


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.15 การออกแบบรีโมตควบคุม

3.15.1 การออกแบบและการสร้าง

การออกแบบรีโมตควบคุมการทำงานของบอร์ดเอนกประสงค์ มีทั้งหมด 8 ช่องการทำงาน โดยสามารถเลือกใช้งานได้ 2 แบบ คือ แบบไร้สายและแบบใช้สายเคเบิล โดยมีอุปกรณ์หลักที่ใช้คือ สวิตช์กดติดปล่อยดับ 8 สวิตช์ สวิตช์แบบเปิดปิดจำนวน 1 สวิตช์และช่องต่อสายเคเบิลเข้าสู่บอร์ดเอนกประสงค์ซึ่งตำแหน่งของสวิตช์และช่องต่อของเคเบิลแต่ละตำแหน่งอยู่ด้านบนของรีโมตดังแสดงดังรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.16 ชุดรีโมตควบคุม

3.15.2 การทำงาน

วงจรการทำงานภายในรีโมตชุดนี้จะใช้วงจรชุดส่งคลื่นวิทยุความถี่ 433.92 เมกะเฮิร์ต โดยการทำงานภายในวงจรภายนี้ได้กล่าวไปแล้วในหัวข้อที่ 3.10 และโปรแกรมการทำงานที่จะทำการโปรแกรมลงบนตัว PIC16F877 นั้นจะแสดงไว้ในภาคผนวก จ. ส่วนปุ่มการใช้งานนั้นจะมีทั้งหมด 8 ช่องด้วยกันและการควบคุมผ่านชุดเคเบิลนั้นจะใช้ตัว IDE Connector 10 PIN เป็นตัวติดต่อระหว่างรีโมตกับบอร์ดเอนกประสงค์ โดยมีปุ่มควบคุมการทำงาน 8 ช่องเช่นเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะเป็นการกล่าวถึงการทดลองวงจรภาคต่างๆ ที่มีอยู่ในบอร์ดเอนกประสงค์ ซึ่งก็แบ่งเป็นวงจรต่างๆดังนี้ คือ วงจรควบคุมรีเลย์ วงจรควบคุมโซลิตสเตต วงจรอินพุตเซ็นเซอร์ วงจรควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ วงจรแสดงผล วงจรรับส่งคลื่นวิทยุ วงจรพอร์ตอนุกรมและวงจรภาคจ่ายไฟ โดยการทดลองวงจรต่างๆ ทั้งหมดนั้นสามารถแสดงวิธีการทดลองได้ดังต่อไปนี้

4.2 การทดลองวงจรควบคุมรีเลย์

4.2.1 ลำดับขั้นการทดลอง

1.1) ประกอบวงจรตามรูปที่ 3.4

1.2) ป้อนแรงดันไฟ 5 VDC เข้าวงจรควบคุมรีเลย์ และป้อนแรงดัน 24 VDC โดยให้ขา NC ของตัวรีเลย์เป็นไฟบวก และให้ขา NO ของรีเลย์เป็นกราวด์

1.3) ทำการป้อนสัญญาณจากตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ให้กับขาที่ 2 ของตัวออปโตไอโซเลเตอร์เบอร์ PC817 ทีละตัว จนครบทั้ง 8 ตัว จากนั้นบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.1

4.2.2 ผลการทดลอง

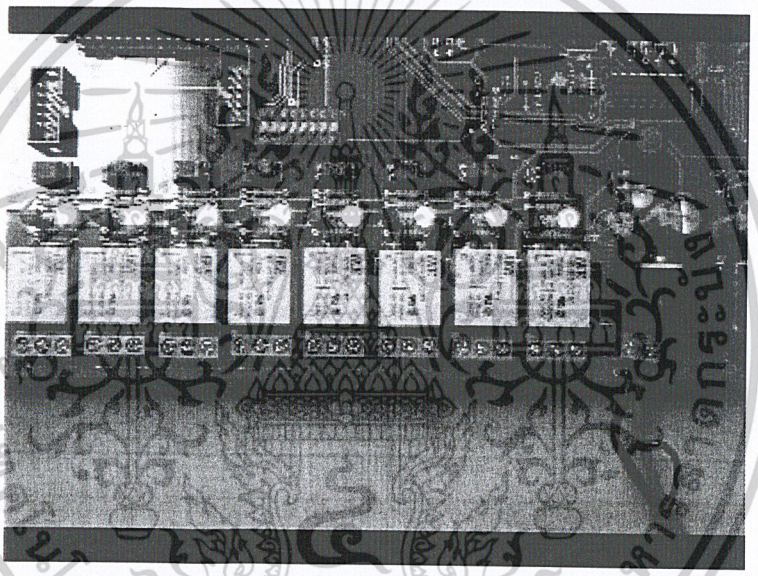
ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองวงจรควบคุมรีเลย์

ป้อนสัญญาณช่องที่	แรงดันเอาต์พุต (VDC)	ลักษณะของ LED	หมายเหตุ
1	+24 V	สว่าง	เทียบกับเอาต์พุต 2
2	-24 V	สว่าง	เทียบกับเอาต์พุต 1
3	+24 V	สว่าง	เทียบกับเอาต์พุต 4
4	-24 V	สว่าง	เทียบกับเอาต์พุต 3
5	+24 V	สว่าง	เทียบกับเอาต์พุต 6
6	-24 V	สว่าง	เทียบกับเอาต์พุต 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) ผลการทดลองวงจรควบคุมรีเลย์

ป้อนสัญญาณช่องที่	แรงดันเอาต์พุต (VDC)	ลักษณะของ LED	หมายเหตุ
7	+24 V	สว่าง	เทียบกับเอาต์พุต 8
8	-24 V	สว่าง	เทียบกับเอาต์พุต 7



รูปที่ 4.1 การทดลองของวงจรควบคุมรีเลย์

4.3 การทดลองวงจรควบคุมโซลิตสเตต

4.3.1 ลำดับขั้นการทดลอง

1.1) ประกอบวงจรตามรูปที่ 3.5

1.2) ป้อนแรงดันไฟ 5 VDC และ 24 VDC เข้าวงจรควบคุมโซลิตสเตตตามรูปที่ 4.2

1.3) ป้อนสัญญาณจากไมโครคอนโทรลเลอร์ เข้าวงจรควบคุมโซลิตสเตตทั้ง 8 ช่อง

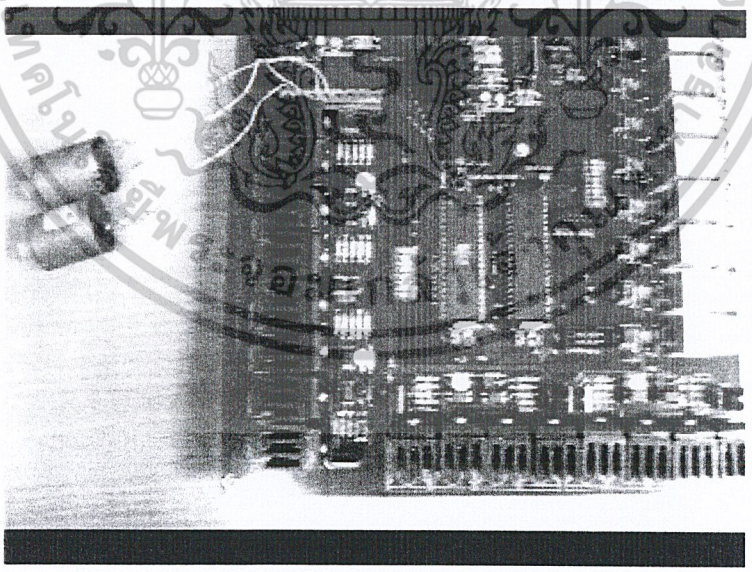
1.4) สังเกตผลการทดลองและบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองวงจรควบคุมโซลิตสเตต

อินพุต ช่องที่	แรงดันเอาต์พุต(VDC) ช่องที่								ลักษณะของ LED ช่องที่								หมายเหตุ
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	24	24	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
2	-24	-24	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
3	0	0	24	24	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
4	0	0	-24	-24	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
5	0	0	0	0	24	-24	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
6	0	0	0	0	24	-24	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
7	0	0	0	0	0	0	24	24	0	0	0	0	0	0	1	0	
8	0	0	0	0	0	0	-24	-24	0	0	0	0	0	0	0	1	



รูปที่ 4.2 การทดลองของวงจรควบคุมโซลิตสเตต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การทดลองวงจรเซอร์โวมอเตอร์

4.4.1 ลำดับขั้นการทดลอง

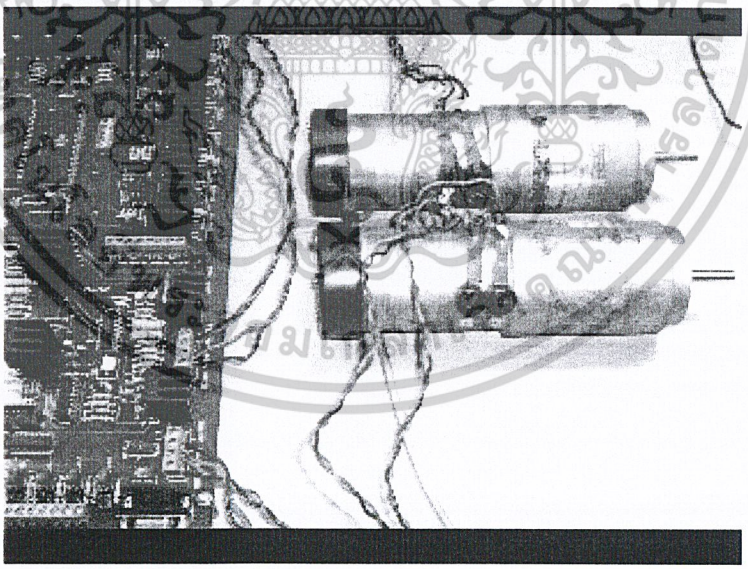
1.1 ประกอบวงจรตามรูปที่ 3.6

1.2 ป้อนแรงดันไฟ 5 VDC , 12 VDC และ 24 VDC ตามลำดับ เข้าวงจรเซอร์โวมอเตอร์ตามวงจรรูปที่ 4.3

1.3 ทำการป้อนสัญญาณจากไมโครคอนโทรลเลอร์ เข้ามายังสวิตช์ (SW) ของเอาต์พุตช่องที่ 1-4 โดย ช่องที่ 1 กับช่องที่ 2 ควบคุมเอาต์พุตที่ 1 และช่องที่ 3 และช่องที่ 4 ควบคุมเอาต์พุตที่ 2 จากนั้นสังเกตผลการทดลองและบันทึกผลการทดลอง

4.4.2 ผลการทดลอง

จากการทดลองวงจรเซอร์โวมอเตอร์การทดลองโดยต่อเซอร์โวมอเตอร์เข้าไปในช่องเอาพุตเซอร์โวมอเตอร์ทั้งสองช่องโดยทำการกดสวิตช์เพื่อดูลักษณะการหมุนของมอเตอร์เมื่อทำการกดสวิตช์ช่องที่หนึ่งเซอร์โวมอเตอร์จะหมุนเมื่อเราทำการกดสวิตช์ไปค้างไว้จะทำให้มอเตอร์หมุนเร็วขึ้น เมื่อทำการกดสวิตช์ช่องที่สองลักษณะการหมุนของเซอร์โวมอเตอร์ก็มีความเร็วเหมือนกับเซอร์โวมอเตอร์ตัวแรก



รูปที่ 4.3 การทดลองของวงจรเซอร์โวมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การทดลองวงจรอินพุตเซ็นเซอร์

4.5.1 ลำดับขั้นการทดลอง

1.1 ประกอบวงจรตามรูปที่ 3.8

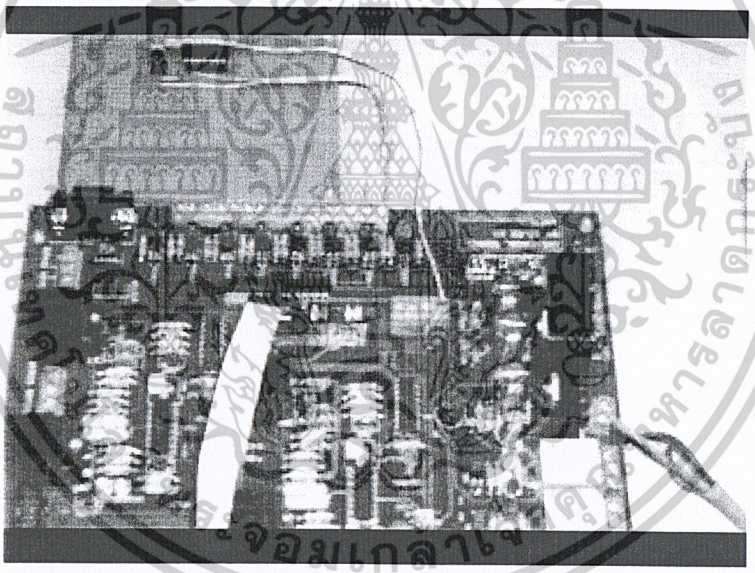
1.2 นำอุปกรณ์เซ็นเซอร์ต่อเข้ากับช่องอินพุทเซ็นเซอร์ทั้ง 8 ช่อง

1.3 นำตัวอุปกรณ์เซ็นเซอร์แต่ละตัวมาทำการตรวจสอบความแตกต่างของสี

1.4 สังเกตการเปลี่ยนแปลงของ LED ทั้ง8ช่องและบันทึกผลการทดลอง

4.5.2 ผลการทดลอง

จากการทดลองเมื่อไม่มีวัตถุเอาต์พุทที่ได้จะเป็นแรงดัน 5 โวลท์และเมื่อมีวัตถุมากั้นในระยะ 4 เซ็นติเมตรจะทำให้แรงดันเอาต์พุทที่ได้จะเป็นแรงดัน 0 โวลท์ซึ่งทำให้เกิดการทำงานของวงจรอินพุทเซ็นเซอร์แอลอีดีจะสว่างและจะส่งสัญญาณเข้าสู่ตัวประมวลผลกลาง



รูปที่ 4.4 การทดลองของวงจรอินพุตเซ็นเซอร์

4.6 การทดลองวงจรแสดงผลและวงจรวัดรอบมอเตอร์

4.6.1 ลำดับขั้นการทดลอง

1.1 ประกอบวงจรตามรูปที่ 3.12

1.2 นำชุดตรวจสอบมอเตอร์ต่อเข้าไปในวงจรบนบอร์ดเอนกประสงค์ดังรูปที่4.5

1.3 ป้อนแรงดันไฟเข้าที่มอเตอร์

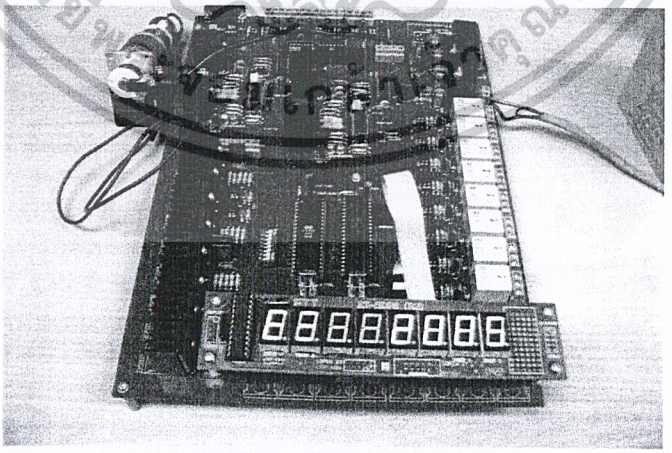
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 สังเกตการเปลี่ยนแปลงและทำการบันทึกค่าโดยเปรียบเทียบรอบการหมุนของมอเตอร์ที่แสดงบนชุดวงจรแสดงผล ซึ่งแสดงรอบการหมุนเป็นจำนวนรอบ/นาทีและนำข้อมูลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับข้อมูลอ้างอิงลงในตารางที่4.3

4.6.2 ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองวงจรแสดงผลและวงจรวัดรอบมอเตอร์

จำนวนรอบมอเตอร์	ค่าที่วัดได้บนชุดแสดงผล
รอบที่ 1	แสดงตัวเลข 1
รอบที่ 2	แสดงตัวเลข 2
รอบที่ 3	แสดงตัวเลข 3
รอบที่ 4	แสดงตัวเลข 4
รอบที่ 5	แสดงตัวเลข 5
รอบที่ 6	แสดงตัวเลข 6
รอบที่ 7	แสดงตัวเลข 7
รอบที่ 8	แสดงตัวเลข 8
รอบที่ 9	แสดงตัวเลข 9
รอบที่ 10	แสดงตัวเลข 10



รูปที่ 4.5 การทดลองของวงจรแสดงผลและวงจรวัดรอบมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 การทดลองวงจรแหล่งจ่ายไฟหลัก

4.7.1 แหล่งจ่ายไฟ 12 VDC

1) ลำดับขั้นการทดลอง

1.1) ประกอบวงจรตามรูปที่ 3.2

1.2) นำแบตเตอรี่ขนาด 24 VDC จำนวน 2 ลูก มาป้อนเข้าวงจรภาคจ่ายไฟ

1.3) ทำการวัดค่าแรงดันที่ขา 3ของ IC เบอร์ 7812

1.4) สังเกตผลการทดลองและบันทึกค่าลงในตารางที่ 4.4

1.5) ทำการวัดค่าแรงดันที่ขา 3 ของ IC เบอร์ 7912

1.6) สังเกตผลการทดลองและบันทึกค่าลงในตารางที่ 4.5

2) ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองวงจรแหล่งจ่ายที่ IC เบอร์ 7812

ครั้งที่	แรงดันเอาต์พุต (VDC)
1	+12.3
2	+12.4
3	+12.3

ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองวงจรแหล่งจ่ายไฟที่ IC เบอร์ 7912

ครั้งที่	แรงดันเอาต์พุต (VDC)
1	-12.3
2	-12.4
3	-12.3

4.7.2 แหล่งจ่ายไฟ 5 VDC

1) ลำดับขั้นการทดลอง

1.1) ประกอบวงจรตามรูปที่ 3.3

1.2) นำแบตเตอรี่ขนาด 24 VDC จำนวน 2 ลูก มาป้อนเข้าวงจรภาคจ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3) ทำการวัดค่าแรงดันที่ขา

1.4) สังเกตผลการทดลองและบันทึกค่าลงในตารางที่ 4.5

2) ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองวงจรแหล่งจ่ายไฟ

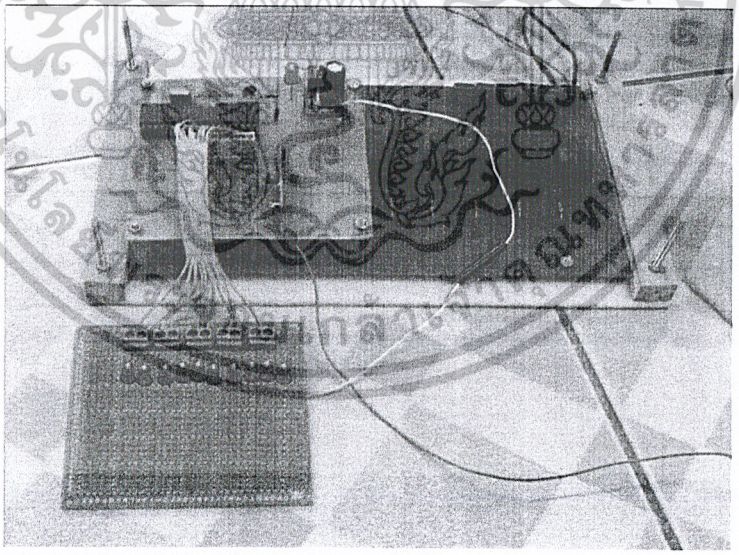
ครั้งที่	แรงดันเอาต์พุต (VDC)
1	5.04
2	5.03
3	5.03

4.8 การทดลองภาครับ – ส่งสัญญาณ

4.8.1 ลำดับขั้นการทดลอง

1.1) ประกอบวงจรชุดรับ และชุดส่ง

1.2) ต่อชุด LED แสดงผลเข้ากับชุดรับ เพื่อทำการทดสอบผลลัพธ์ดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 การต่อชุด LED แสดงผลเข้ากับชุดรับสัญญาณ

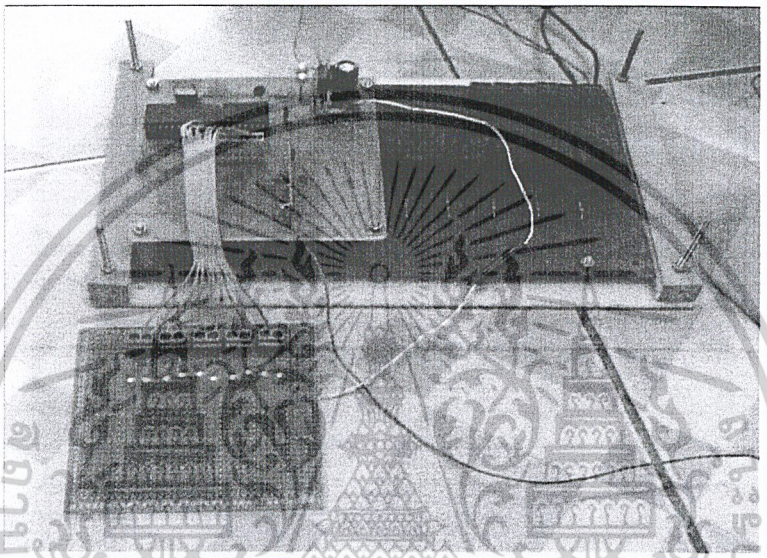
1.3) จ่ายไฟ DC 12V ให้กับชุดรับสัญญาณ และชุดส่งสัญญาณ

1.4) ทดสอบกดปุ่มควบคุมที่ภาคส่งสัญญาณแล้วสังเกตผลลัพธ์ที่ LED แสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ผลการทดลอง

เมื่อทดสอบกดปุ่มควบคุมที่ภาคส่งสัญญาณแล้วผลลัพธ์ที่ได้คือมีการส่งสัญญาณมาที่ภาครับสัญญาณโดยสังเกตได้จาก ชุด LED แสดงผล สว่างขึ้นมาตามสัญญาณที่กดออกไป ดังแสดงในรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 ผลลัพธ์การส่งสัญญาณ

4.9 การทดลองวัดสเปกตรัมภาคส่งสัญญาณ

4.9.1) ลำดับขั้นการทดลอง

1.1) ประกอบชุดส่งสัญญาณ

1.2) ต่อสายอากาศของชุดส่งสัญญาณเข้ากับเครื่องวัดสเปกตรัม

1.3) จ่ายไฟ DC 12V ให้กับชุดส่งสัญญาณ

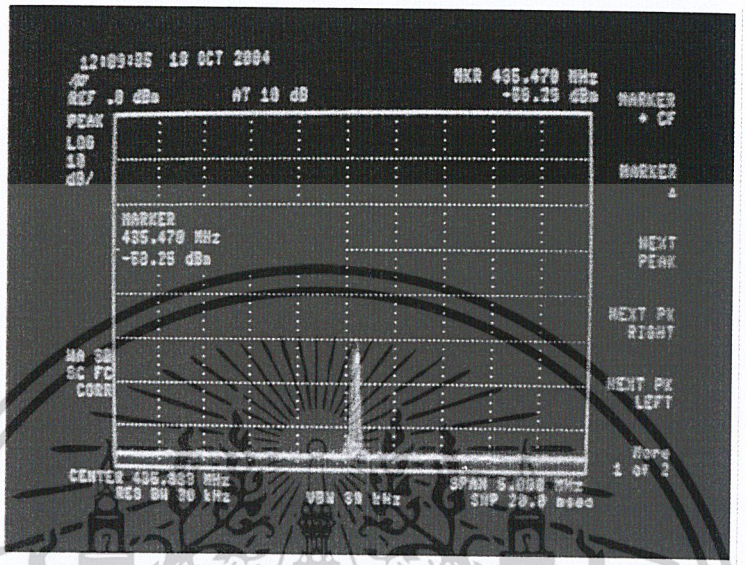
1.4) ทำการทดสอบกดปุ่มควบคุมแล้วดูผลการทดลองที่หน้าจอเครื่องวัดสเปกตรัม

4.9.2) ผลการทดลอง

เมื่อทำการทดสอบการวัดสเปกตรัมของภาคส่งสัญญาณ ผลปรากฏว่ารูปสัญญาณความถี่ที่วัดได้คือ 435.470 เมกกะเฮิรตซ์ ซึ่งมีค่าต่างจากค่าของสัญญาณความถี่ที่มีการกำหนดไว้ในโมดูลภาครับสัญญาณและภาคส่งสัญญาณที่นำมาใช้งาน คือ 433.92 เมกะเฮิรตซ์ ซึ่งความผิดพลาดอาจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกิดจากความคลาดเคลื่อนของอุปกรณ์ที่ใช้งาน และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ โดยแสดงได้ดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 สัญญาณความถี่ของภาคส่งสัญญาณ

4.10 การทดลองวงจรการติดต่อข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรม

4.10.1 ลำดับขั้นการทดลอง

1.1 ประกอบวงจรตามรูปที่ 3.11

1.2 ป้อนแรงดัน 5VDC เข้าที่วงจรพอร์ตอนุกรม

1.3 นำอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ PIC16F877 และ AT89S52 มาเสียบลงในซอคเกตทีละตัว

1.4 นำสายอนุกรมที่มาจากเครื่องคอมพิวเตอร์มาเสียบเข้าที่ตัวคอนเนคเตอร์บนบอร์ดเอนกประสงค์

1.5 ทำการเขียนโปรแกรมลงบนตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ทีละเบอร์

1.6 ทำการทดสอบการทำงานของโปรแกรมโดยใช้ภาคควบคุมโซลิดสเตตและภาคควบคุมรีเลย์เป็นตัวทดลองการทำงาน

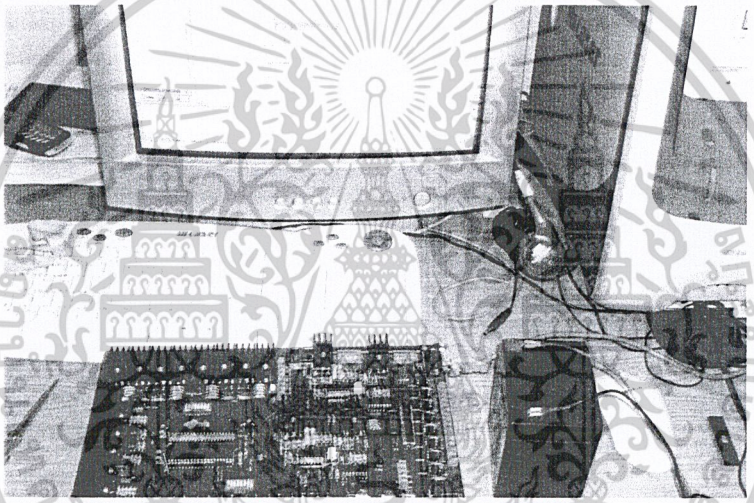
1.7 สังเกตการทำงานและบันทึกผลลงในตารางที่4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.10.1 ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.7 ผลการทดลองวงจรพอร์ตอนุกรม

ชื่อโปรแกรม	ผลการทำงาน		หมายเหตุ
	PIC16F877	**AT89S52**	
LERAY1.ASM	ทำงาน	ทำงาน	ทดสอบวงจรรีเลย์
SOLID.ASM	ทำงาน	ทำงาน	ทดสอบโซลิตสเตต



รูปที่ 4.9 การทดลองของการติดต่อข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป

5.1 สรุป

ในการศึกษาการออกแบบ และสร้างบอร์ดเอนกประสงค์ ซึ่งมีจุดมุ่งหมายโดยตรงที่จะเป็นการใช้ในการควบคุมหุ่นยนต์ในรูปแบบต่างๆ ทั้งนี้ทั้งนั้นก็ขึ้นอยู่กับการประยุกต์ใช้งานของแต่ละบุคคล แต่โดยส่วนมากแล้วจะนำบอร์ดเอนกประสงค์ชุดนี้นำไปใช้ร่วมกับตัวหุ่นยนต์ ซึ่งมันจะสร้างความสะดวกให้แก่ผู้เริ่มต้นใช้งานตัวหุ่นยนต์ในระยะแรกๆ และหลังจากนั้นก็นำเทคนิคที่ได้จากการใช้บอร์ดเอนกประสงค์นี้ไปใช้กับการศึกษาและออกแบบกับตัวหุ่นยนต์ในระดับที่สูงขึ้นได้

การทำงานของบอร์ดเอนกประสงค์ เริ่มจากการป้อนแหล่งจ่ายจากแบตเตอรี่จากภายนอกขนาด 24 VDC จำนวน 2 ก้อน เข้าที่จุดต่อในภาคแหล่งจ่ายไฟทั้ง 2 ชุด หลังจากนั้นก็ทำการเขียนโปรแกรมลงบนตัวไมโครโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งในที่นี้สามารถเลือกใช้งานตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ทั้ง 2 ตระกูล ทั้ง MCS-51 และ PIC โดยในการเขียนโปรแกรมเข้าสู่ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น เราจะใช้พอร์ตอนุกรมเป็นตัวติดต่อข้อมูลกันระหว่างคอมพิวเตอร์กับบอร์ดเอนกประสงค์ และส่วนการเลือกใช้ชุดควบคุมทางด้านเอาต์พุตนั้นก็มีให้เลือกหลายแบบ ก็คือ ชุดควบคุมโซลิตสเตต ชุดควบคุมรีเลย์และชุดควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ ซึ่งในการเลือกใช้งานแต่ละชุดนั้น บนบอร์ดจะมีสวิตช์ให้เลือกใช้งานแต่ละวงจรอยู่ และทั้งนี้ทั้งนั้นการเลือกใช้งานแบบใดก็ตาม มันจะมีผลต่อโปรแกรมการทำงานของการใช้งานแต่ละครั้งด้วย ดังนั้นในแต่ละครั้งที่จะต้องการใช้งานรูปแบบใดก็จะต้องมีการวางแผนการทำงานที่ดีเสียก่อน ทั้งนี้ก็เพื่อความสะดวกในการใช้งานและความรวดเร็วในการปฏิบัติงานนั่นเอง และหลังจากการใช้งานบอร์ดเอนกประสงค์ชิ้นนี้แล้วนั้นทำให้รู้และเข้าใจถึงรายละเอียดหลักการทำงานวงจรในรูปแบบต่างๆ ได้เป็นอย่างดี รวมทั้งเกิดแนวคิดในการประยุกต์ใช้งานของบอร์ดให้มีประโยชน์สูงสุด และสิ่งที่ได้จากการทำโครงงานชิ้นนี้คือ ได้พบปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นก่อนหลังหรือในระหว่างการทำงาน ซึ่งปัญหาเหล่านี้เมื่อประสบกับมันแล้วก็ต้องหาวิธีการแก้ไขปัญหา โดยอาศัยหลักการแก้ปัญหาที่ถูกต้องและไม่ใช้ความคิดของคนใดคนหนึ่งเป็นหลัก ซึ่งจะต้องอยู่บนพื้นฐานในระบอบประชาธิปไตยทั้งหมด ทั้งนี้ก็เพื่อผลงานที่ได้ออกมามีประสิทธิภาพและถูกต้อง สามารถนำไปใช้ให้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่วางเอาไว้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข

จากการดำเนินการสร้างและทดลองโครงงานพบว่ามีปัญหาเกิดขึ้นหลายประการ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ปัญหา การรวบรวมทางด้านวงจรต้องใช้เวลานาน โดยที่บางวงจรจะอ้างอิงมาจากปริญญานิพนธ์ของสถาบันอื่นและบางวงจรได้จากการออกแบบทดลอง เพื่อให้วงจรที่สมบูรณ์

แนวทางแก้ไข ทำการรวบเนื้อหาข้อมูลก่อนแล้วสรุปหาวงจรที่ถูกต้องสามารถใช้งานจริงได้

2. ปัญหา เนื่องจากมีปัญหาที่เกิดจากไอซีชำรุดเสียหายมาก เนื่องจากแรงดันที่จ่ายให้วงจรมีค่าสูง ทำให้ไอซีมีความร้อนสูงไปด้วย

แนวทางแก้ไข อุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดทำวงจรนั้น ควรใช้อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพและมีค่าผิดพลาดต่ำ

3. ปัญหา เกิดความร้อนของทรานซิสเตอร์เบอร์ TIP2955 และ TIP3055 ในภาคของวงจรเซอร์โวมอเตอร์ในขณะใช้งาน

แนวทางแก้ไข นำทรานซิสเตอร์เบอร์อื่นๆที่ทนกระแสสูงกว่ามาใช้งาน

4. ปัญหา วงจรชุดรับ – ส่ง เนื่องจากขาดประสบการณ์ในการเลือกซื้อ และประกอบรวมไปถึงการออกแบบวงจร ทำให้เสียงบประมาณในการทดลองค่อนข้างสูง และสิ้นเปลืองเวลาในการทดลองทำค่อนข้างมาก

แนวทางแก้ไข ปรึกษาผู้ที่มีประสบการณ์ก่อนลงมือปฏิบัติจริง

5. ปัญหา ขาดทักษะในการออกแบบวงจรโดยใช้โปรแกรม Protel 99 SE ทำให้เกิดความผิดผลาดในการออกแบบ และทำให้เกิดความล่าช้าในการทำงาน

แนวทางแก้ไข ปรึกษาผู้ที่มีประสบการณ์ และศึกษาจากหนังสือก่อนลงมือปฏิบัติจริง

5.3 แนวทางการพัฒนา

ในการพัฒนาบอร์ดเอนกประสงค์ ให้มีความสามารถในการทำงานได้ดีขึ้นสามารถพัฒนาโครงงานได้ดังนี้

1.พัฒนาขนาดให้เล็กกะทัดรัดมากยิ่งขึ้น เพื่อสะดวกในการติดตั้งใช้งาน

2. พัฒนาโครงงานนี้โดยเปลี่ยนจากการติดต่อข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรมให้เป็นการติดต่อข้อมูลแบบไร้สาย

3.พัฒนาชุดรีโมตคอนโทรลและชุดรับที่ใช้ความถี่ให้ส่งและรับสัญญาณได้ไกลขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

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

ฤทธิ์ ธีระโกเมน. **รวมบทความทฤษฎีและการประยุกต์ใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์.** กรุงเทพฯ : บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน). 2538

ประกิต อ่องสร้อย. **เซอคิท 2001.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : เอส แอนด์ จี กราฟฟิค. 2544

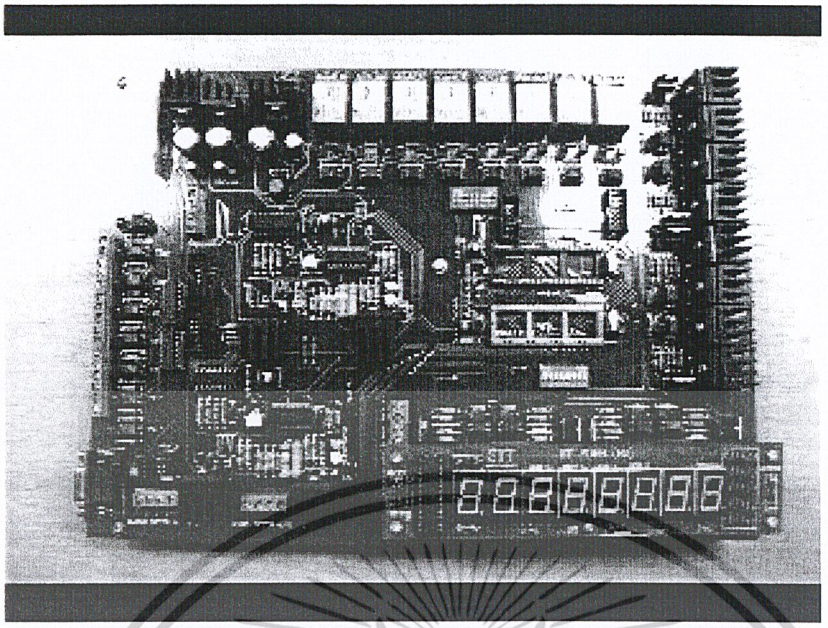
นคร ภักดีชาติ และ ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. **การทดลองและใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ด้วยโปรแกรมภาษา C ฉบับ AT89Cx051.**กรุงเทพฯ : อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์.2521

http://www.microchip.com/download/lit/pline/picmicro/families/16f87x/30292c.pdf

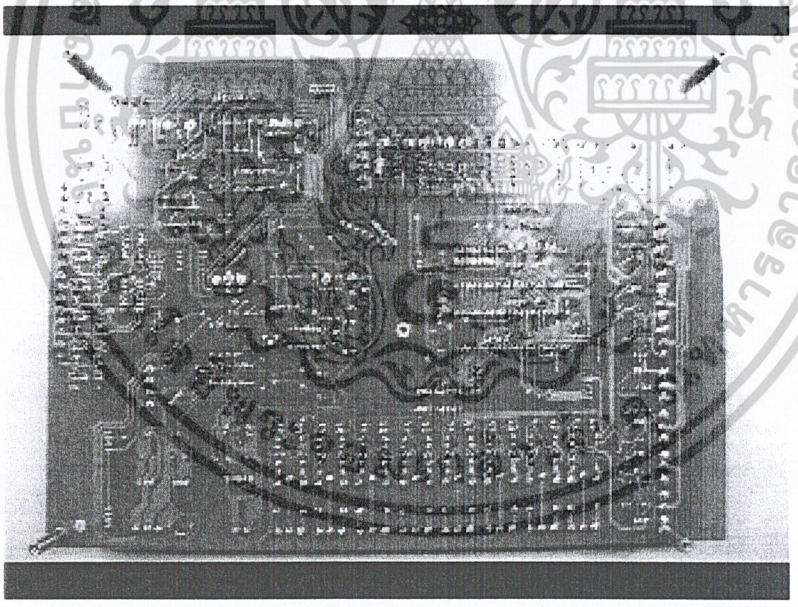
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
เครื่องต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

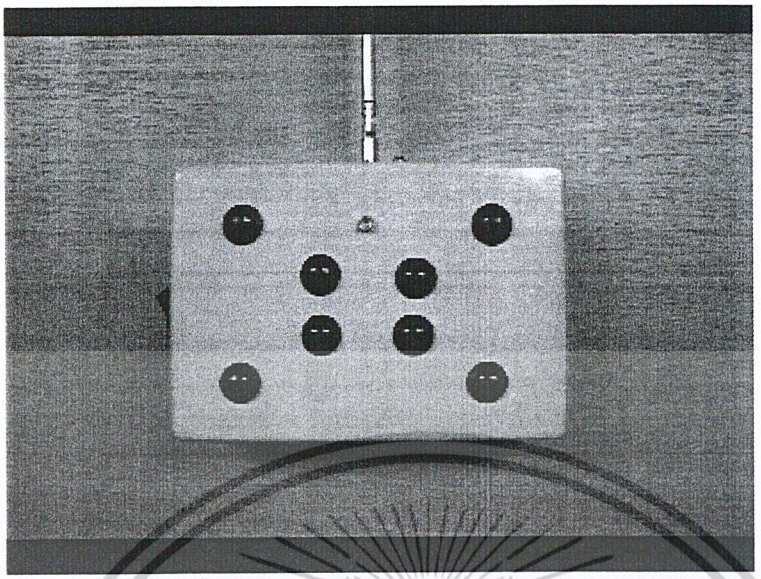


รูปที่ ก.1 ด้านบนของบอร์ด



รูปที่ ก.2 ด้านล่างของบอร์ด

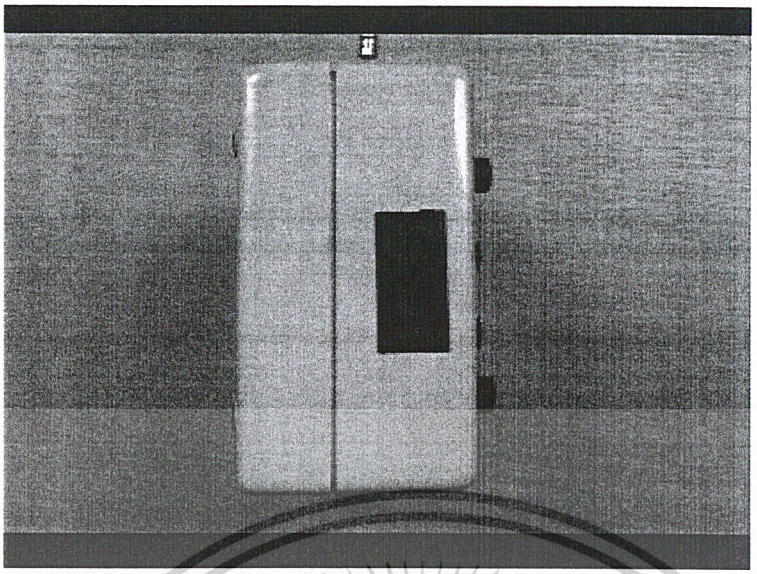
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.3 ด้านหน้าของรีโมต

รูปที่ ก.4 ด้านบนของรีโมต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



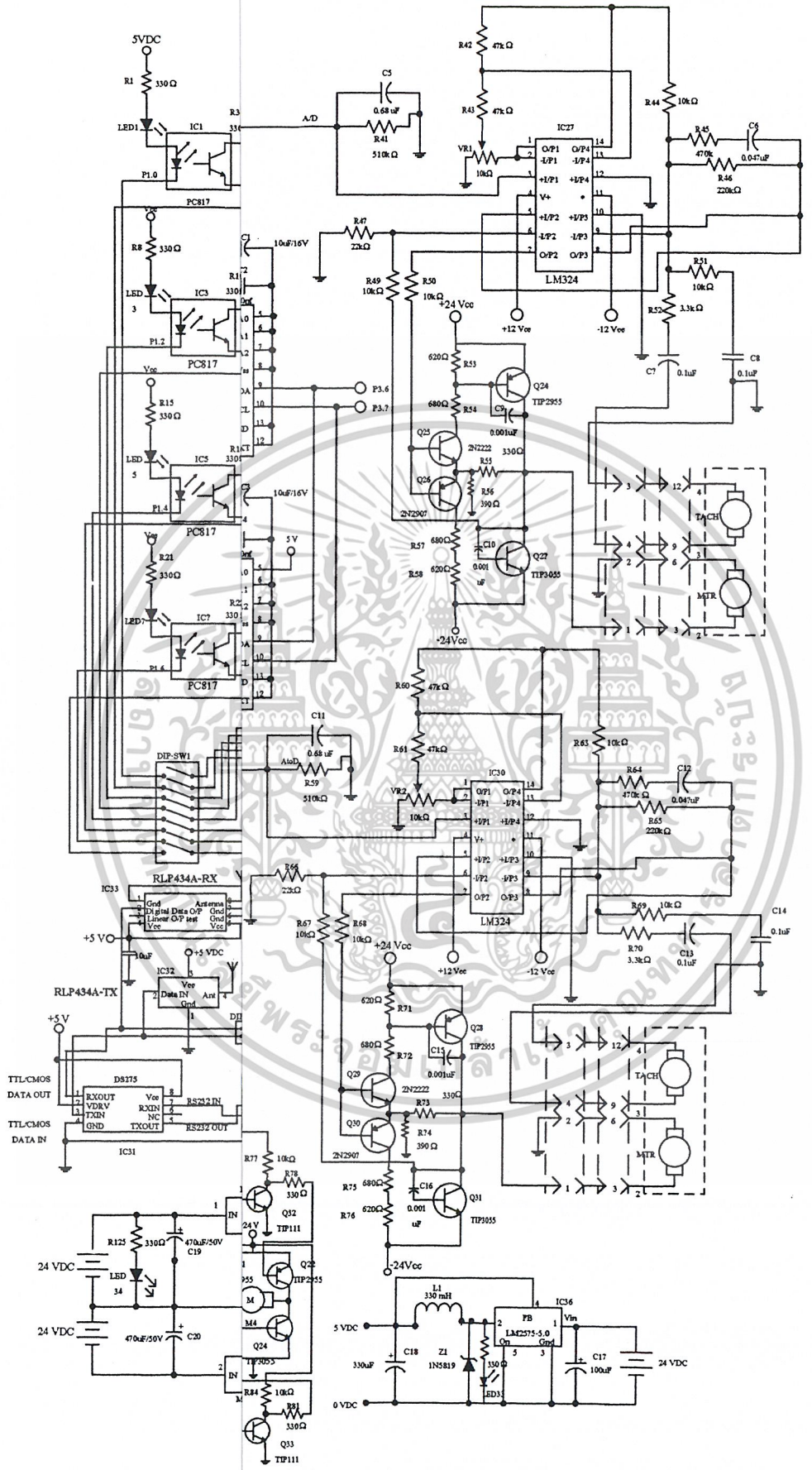
รูปที่ ก.5 ด้านข้างของรีโมต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

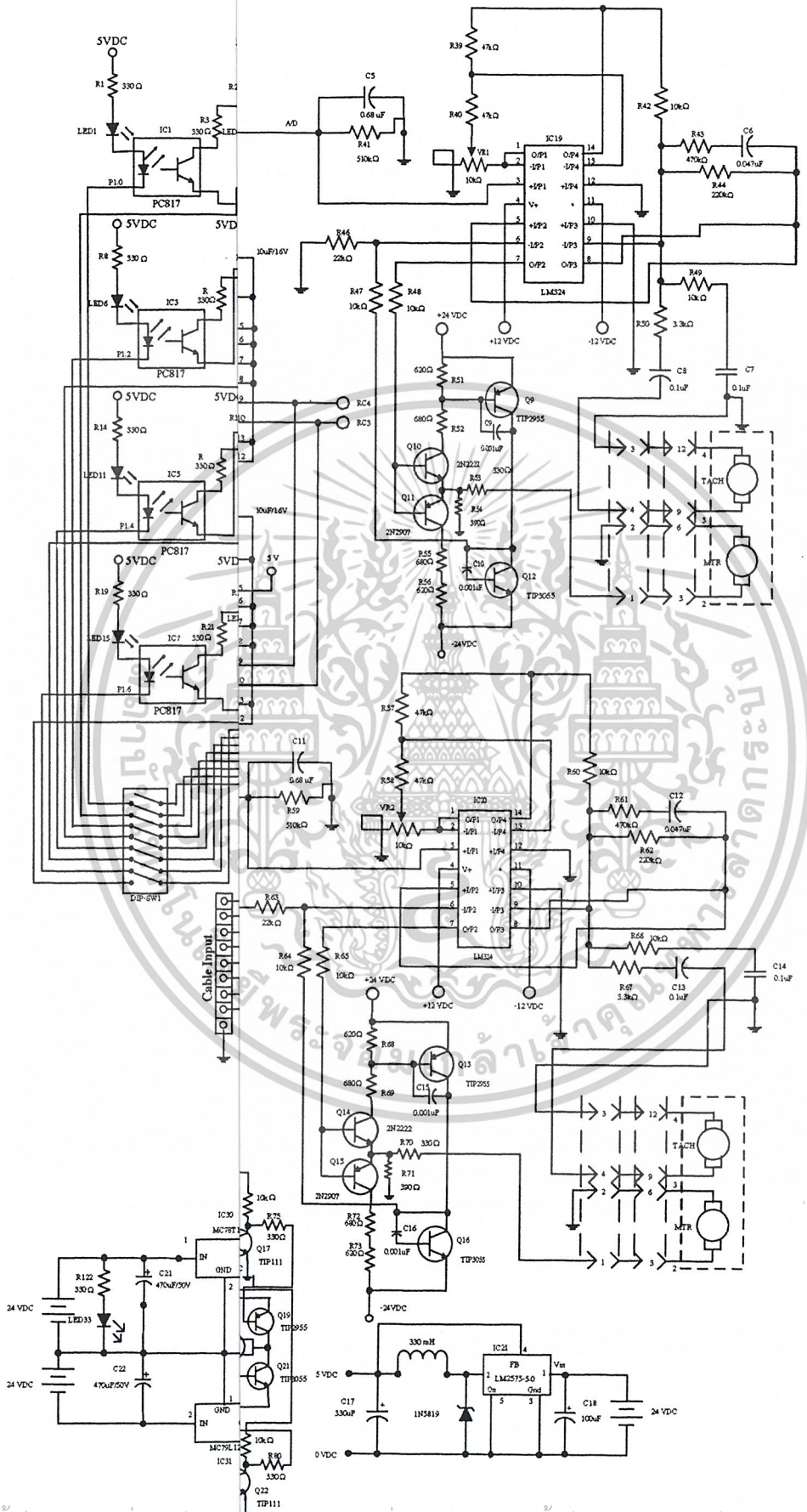
ภาคผนวก ข

วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

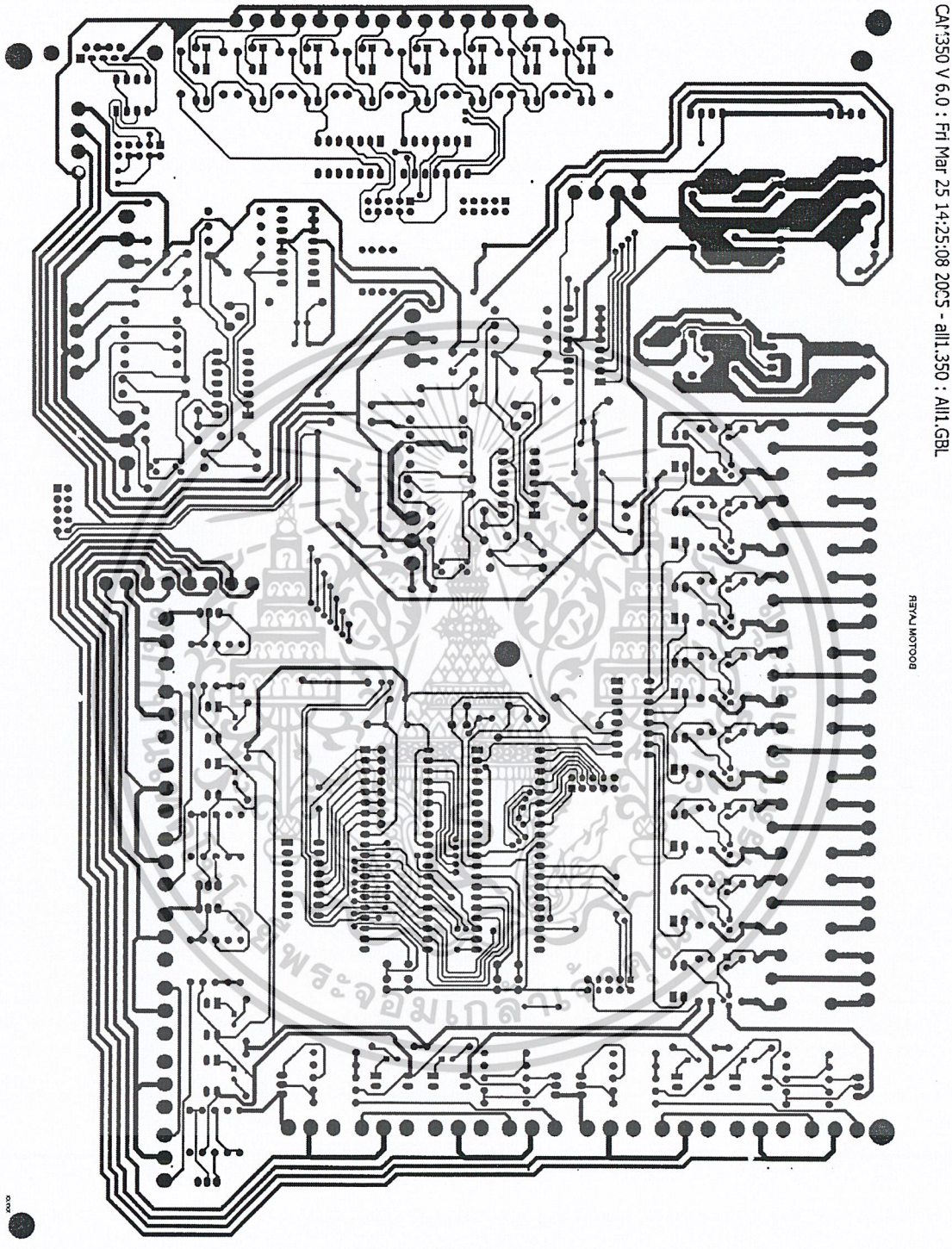
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

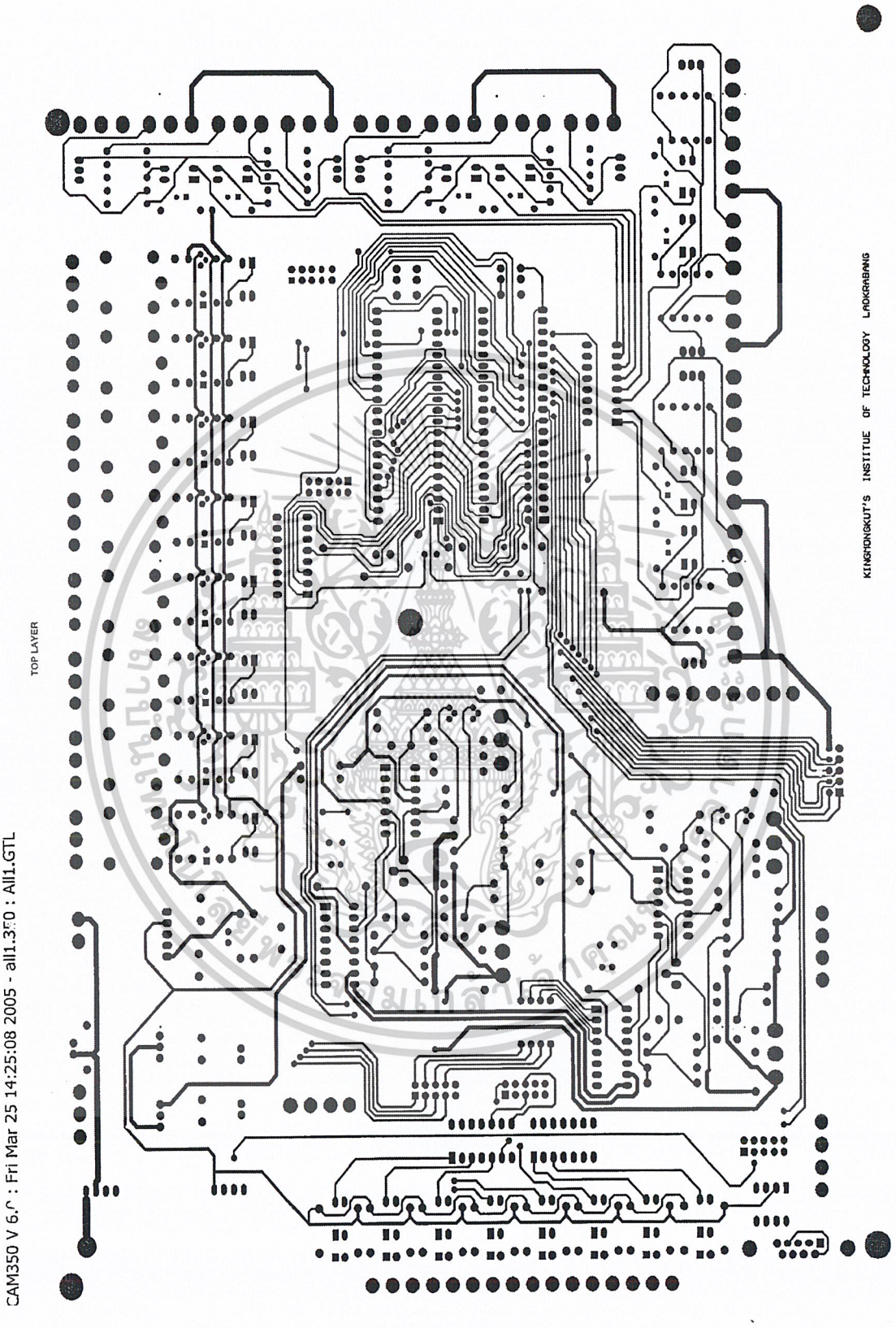


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



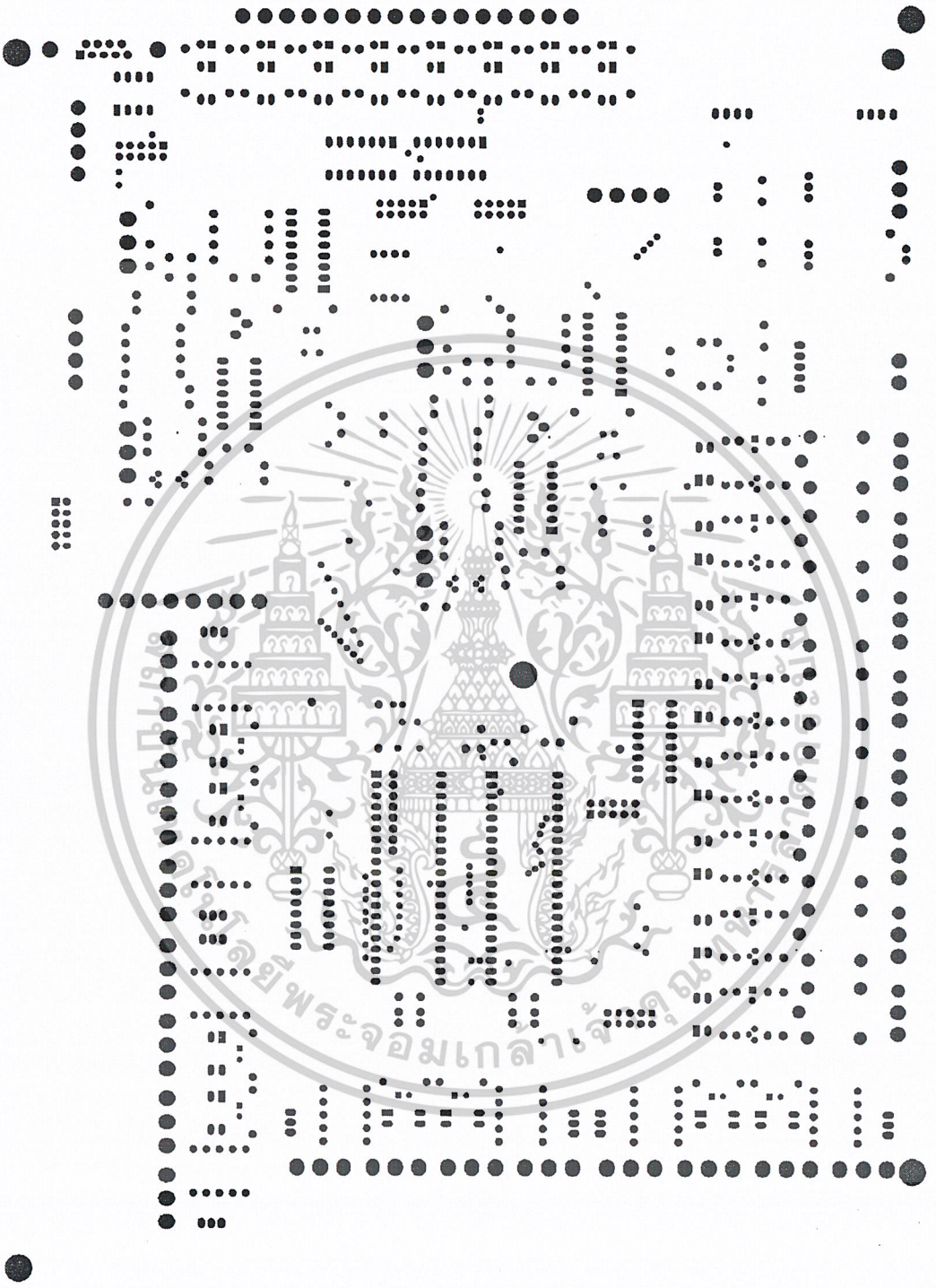
รูปที่ ข.3 แผ่นวงจรพิมพ์บอร์ดเอนกประสงค์ (ด้านล่าง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



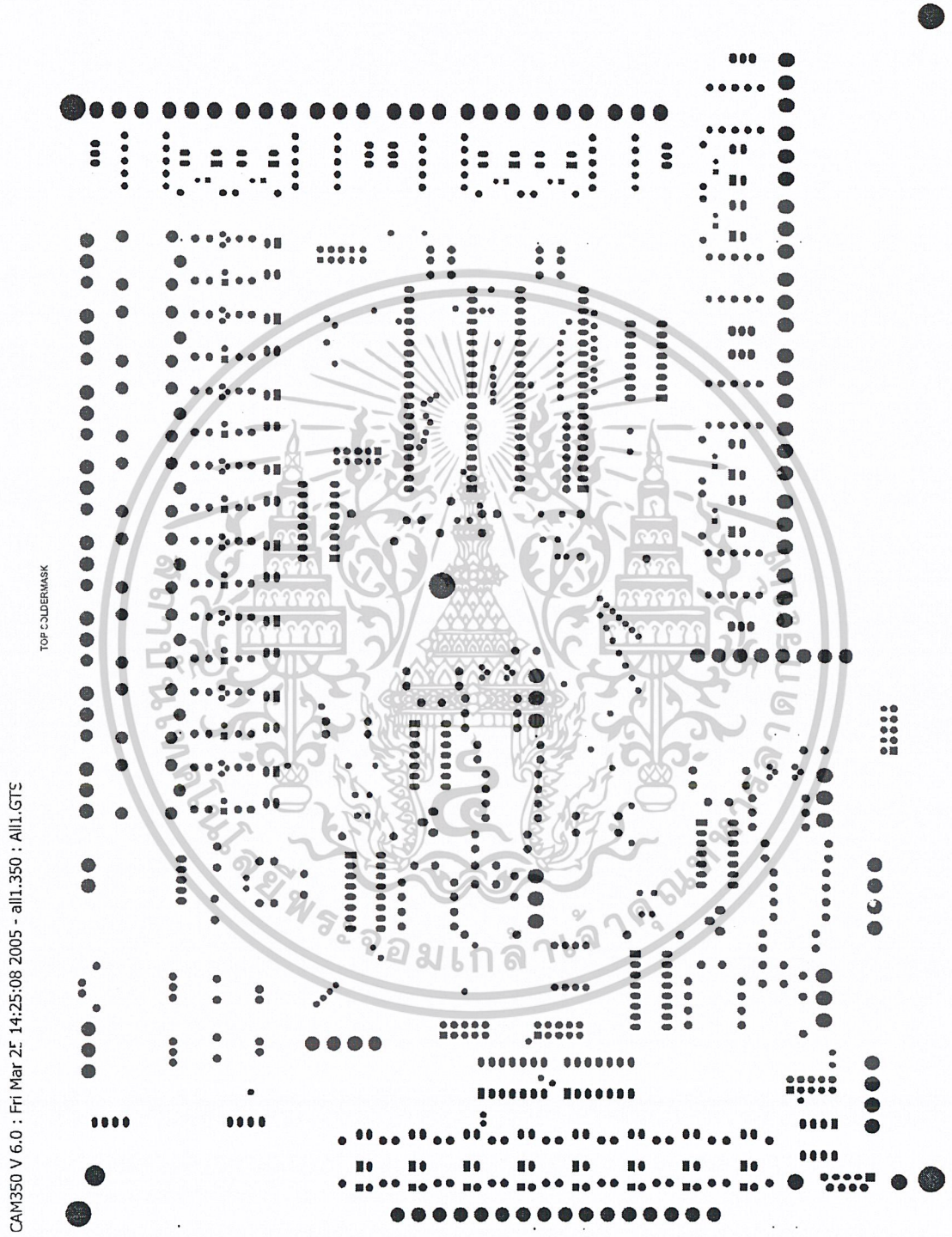
รูปที่ ข.4 แผ่นวงจรพิมพ์บอร์ดเอนกประสงค์ (ด้านบน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



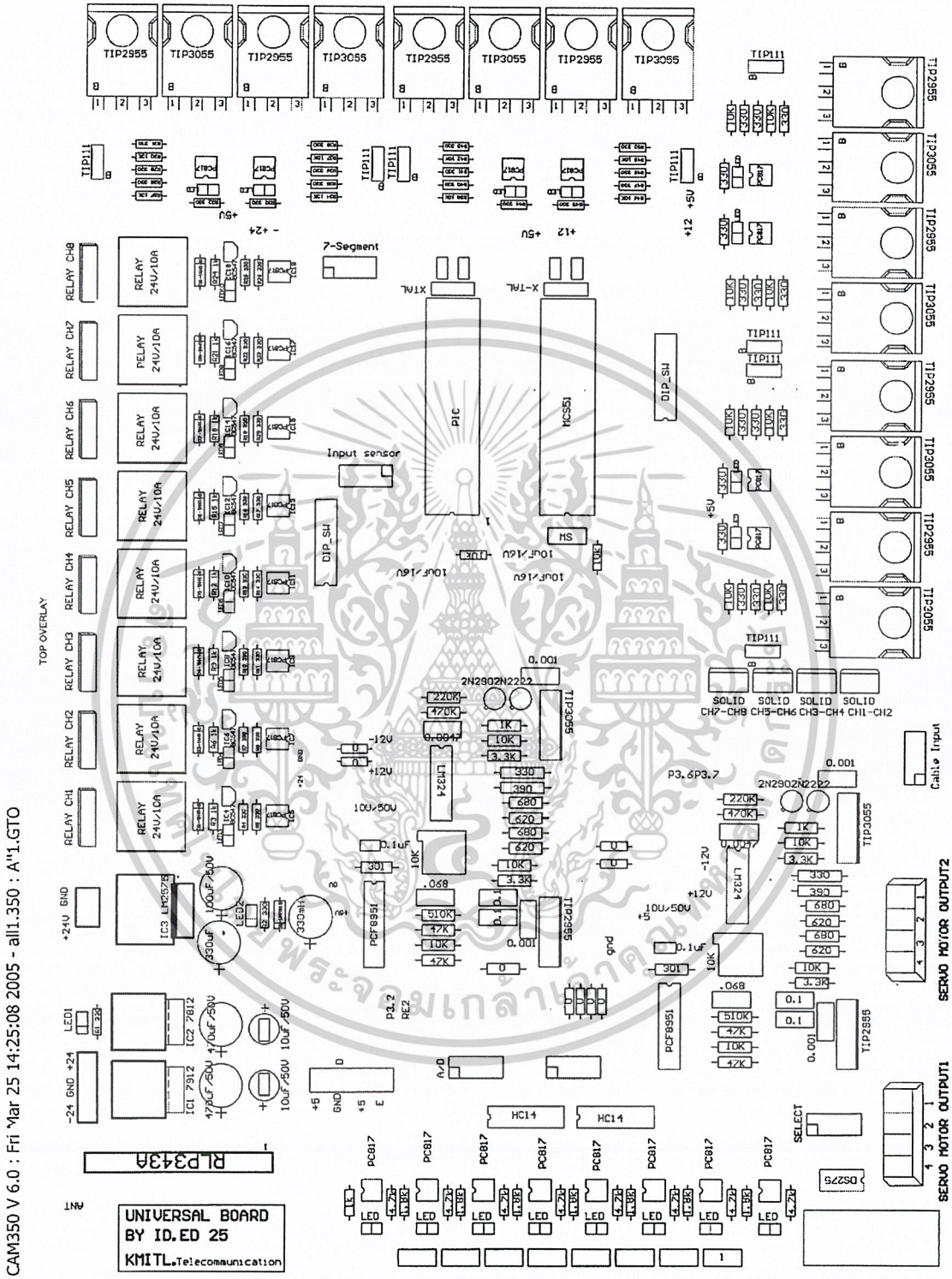
รูปที่ ข.5 แผ่นวงจรพิมพ์บอร์ดเอนกประสงค์ (ตำแหน่งขาด้านล่าง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



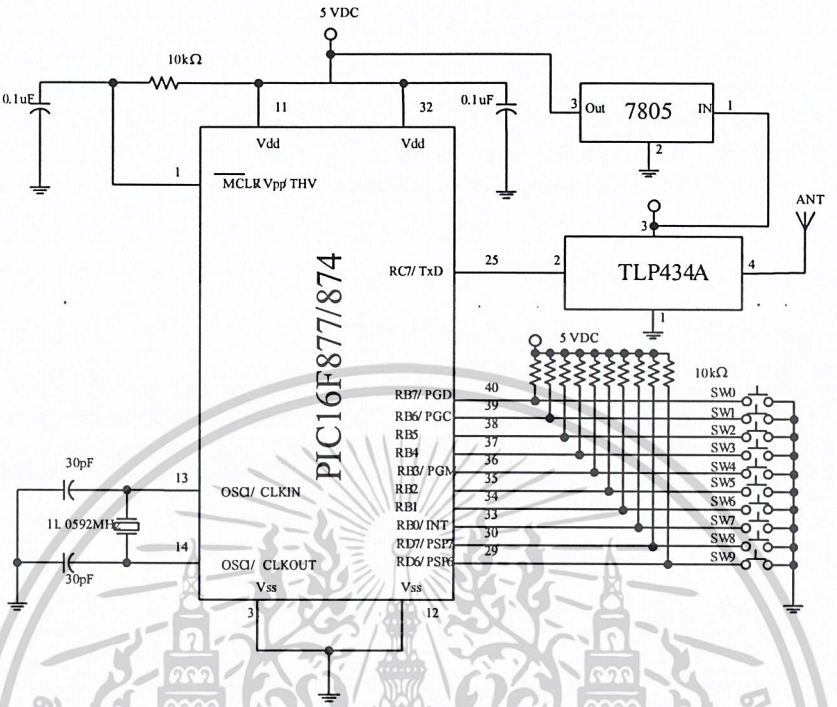
รูปที่ ข.6 แผ่นวงจรพิมพ์บอร์ดเอนกประสงค์ (ตำแหน่งขาด้านบน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

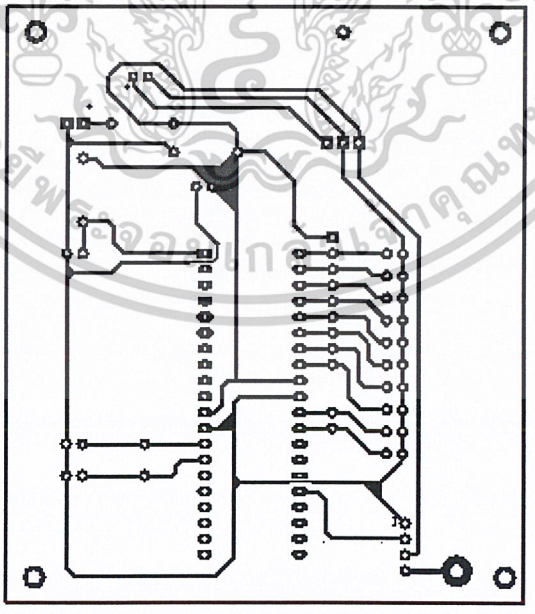


รูปที่ ข.7 ตำแหน่งอุปกรณ์บนบอร์ดเอนกประสงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

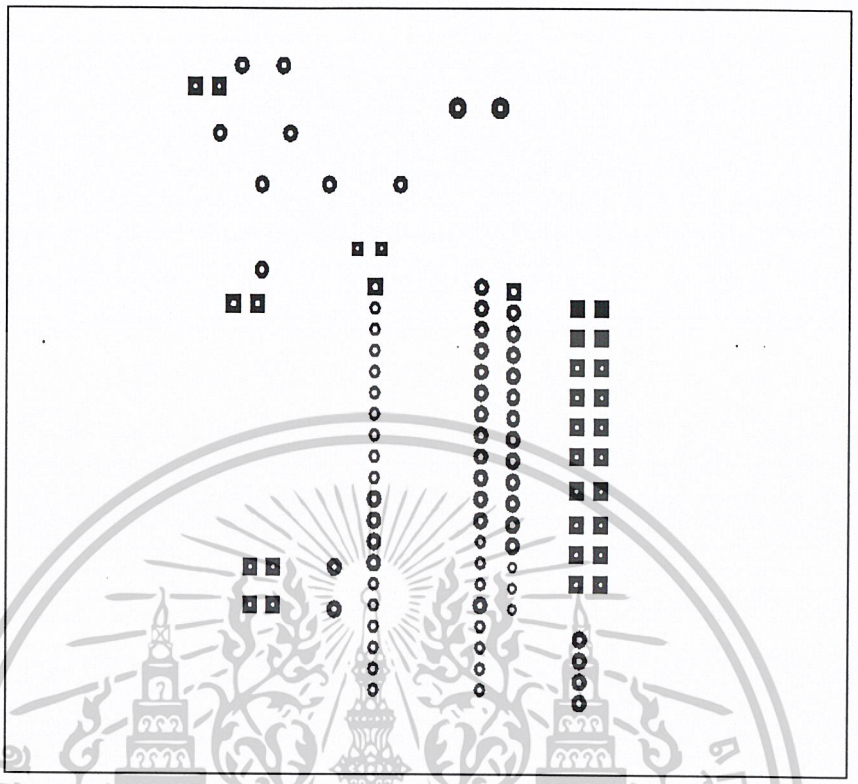


รูปที่ ข.8 วงจรภาคส่ง

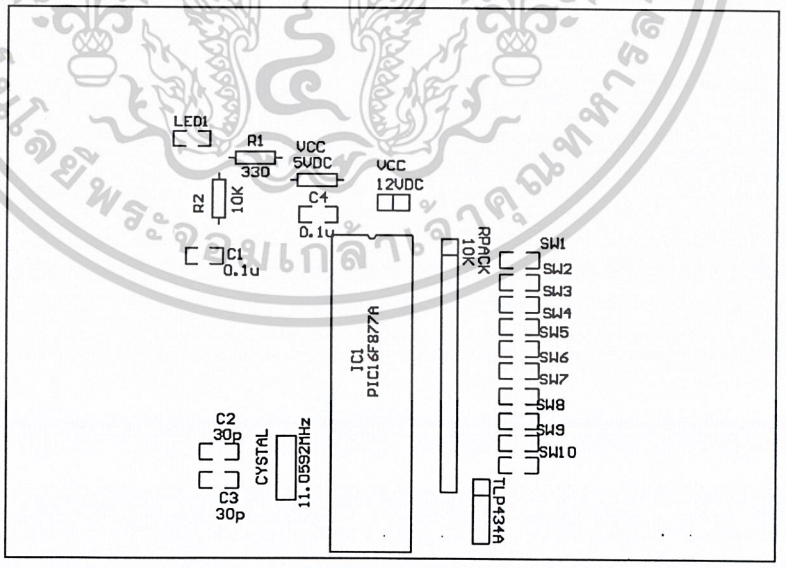


รูปที่ ข.9 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรภาคส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.10 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรภาคส่งสัญญาณ (ด้านล่าง)



รูปที่ ข.11 ตำแหน่งอุปกรณ์วงจรภาคส่งสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

รายการอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 รายการอุปกรณ์ของวงจรภาครีเลย์

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
D1-D8	1N4148	8 ตัว
IC1-IC8	OPTO PC 817	8 ตัว
LED1-LED8	สีแดง	8 ตัว
Q1-Q8	BC547	8 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
ดิฟสวิตช์ SW1	8 ช่อง	1 ตัว
รีเลย์	12 VDC/ 10A	8 ตัว
Connector	3 ขา	8 ตัว
ตัวต้านทาน		
R1,R2,R3,R8,R9,R10,R15,R16,R17	330 Ω $\frac{1}{4}$ W	16 ตัว
R21,R22,R23		8 ตัว
R4,R5,R6,R7,R11,R12,R13,R14	1 KΩ $\frac{1}{4}$ W	
R18,R19,R20,R24		

ตารางที่ ค.2 รายการอุปกรณ์ของวงจรรวมภาคโซลิตเสตท

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
Q11,Q12,Q15,Q16,Q19,Q20	TIP 3055	8 ตัว
Q23,Q24		
Q9,Q10,Q13,Q14,Q17,Q18	TIP 2955	8 ตัว
Q21,Q22		
Q32-Q39	TIP 111	8 ตัว
LED25-LED32	สีแดง	8 ตัว
IC19-IC26	OPTO PC817	8 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
ตัวต้านทาน		
R77,R84,85,R86,R90,R93	330 Ω 1/4 W	8 ตัว
R97,R98,R101,R105,R109	10 KΩ 1/4 W	10 ตัว
R110,R114,R117,R121,R124		
อุปกรณ์อื่นๆ		
SW2	DIP-SW 8 ช่อง	1 ตัว
	Terminal 2 ขา	4 ตัว
	แผ่นระบายความร้อน	16 อัน

ตารางที่ ค.3 รายการอุปกรณ์ของวงจรเซอร์โวมอเตอร์

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC27,IC30	LM324	2 ตัว
IC28,IC29	PF8549	2 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
Q25,Q26	2N2222	2 ตัว
Q29,Q30	2N2907	2 ตัว
Q24,Q28	TIP3055	2 ตัว
Q27,Q31	TIP2955	2 ตัว
ตัวต้านทานปรับค่าได้		
VR1,VR2 เกือกม้า แบบแนวตั้ง	10 KΩ	2 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.3 (ต่อ) รายการอุปกรณ์ของวงจรเซอร์โวมอเตอร์

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
ตัวต้านทาน		
R45,R64	470 KΩ $\frac{1}{4}$ W	2 ตัว
R42,R43,R60,R61	47 KΩ $\frac{1}{4}$ W	4 ตัว
R44,R49,R50,R51,R63, R67,R68,R69	10 KΩ $\frac{1}{4}$ W	8 ตัว
R41	510Ω $\frac{1}{4}$ W	1 ตัว
R70	3.3 KΩ $\frac{1}{4}$ W	1 ตัว
R53,R58,R71,R76	620Ω $\frac{1}{4}$ W	4 ตัว
R54,R57,R72,R75	680Ω $\frac{1}{4}$ W	4 ตัว
R46,R65	220 KΩ $\frac{1}{4}$ W	2 ตัว
R48,R59	300Ω $\frac{1}{4}$ W	2 ตัว
R56,R74	390Ω 2W	2 ตัว
R66	330Ω 2W	1 ตัว
R55,R73		2 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1,C3	10 µF 16 V	2 ตัว
C6,C12	0.047 µF	2 ตัว
C7,C8,C13,C14	0.1 uF	4 ตัว
C9,C10,C15,C16	0.001 µF	4 ตัว
C2,C4	100 nF	2 ตัว
C5,C11	0.68 uF	2 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
Socket IC	16 ขา	2 ตัว
Socket IC	14 ขา	2 ตัว
Terminal	2 ขา	4 ตัว
	แผ่นระบายความร้อน	4 อัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.4 รายการอุปกรณ์ของวงจรภาคอินพุทเซนเซอร์

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC17	74LS04	2 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
IC9-IC18	OPTO PC817	8 ตัว
LED17-LED24	สีแดง	8 ตัว
ตัวต้านทาน		
R25,R27,R29,R31,R33,R35 R37,R39	330 Ω $\frac{1}{4}$ W	8 ตัว
R26,R28,R30,R32,R34,R36 R38,R40	4.7 kΩ $\frac{1}{4}$ W	8 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
	Socket IC 14 ขา	2 ตัว
P1	IDE Connector10 Pin	1 ตัว

ตารางที่ ค.5 รายการของอุปกรณ์ RS 232

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC31	DS275	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
J2	Connector 9 DB	1 ตัว
P2	IDE Connector 10 Pin	1 ตัว
	Socket IC 8 ขา	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.6 รายการของอุปกรณ์ ภาคจ่ายไฟ 5 VDC

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC36	LM2575	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
Z 1	1N5819	1 ตัว
LED33	สีแดง	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C17	100 µF	1 ตัว
C18	330 µF 50 V	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
ขดลวด L1	330 mH	1 ตัว

ตารางที่ ค.7 รายการของอุปกรณ์ ภาคจ่ายไฟ +12 / 0 /-12 โวลท์

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
LED34	สีแดง	1 ตัว
IC34,IC35	Regulate MC78T12	1 ตัว
	Regulate MC79L12C	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.7(ต่อ) รายการของอุปกรณ์ ภาคจ่ายไฟ +12 / 0 /-12 โวลท์

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
ตัวเก็บประจุ		
C19,C20	470 µF 50 V	2 ตัว
C21,C22	1 µF 25 V	1 ตัว
ตัวต้านทาน		
R125	330Ω $\frac{1}{4}$ W	1 ตัว

ตารางที่ ค.8 รายการของอุปกรณ์ ภาค 7 –Segment

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC27	MAX7219	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
7 - segment	Common Cathod	8 ตัว
ตัวต้านทาน		
R Pack	10KΩ 9 ขา	3 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
J3	Connector 2 pin	1 ตัว
Socket IC	18 ขา	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.9 รายการของอุปกรณ์ภาค CPU

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC37	MCS-51 เบอร์ AT89C51	1 ตัว
	PIC เบอร์ 16F877	1 ตัว
ตัวต้านทาน		
R 126	10K Ω $\frac{1}{4}$ W	2 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C23,C24	33 pF	2 ตัว
C25	1 µF 50 V	2 ตัว
C26	0.1 µF 50 V	2 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
X-TAL	11.0592 MHz	2 ตัว
SW RESET	กดติดปล่อยดับ	1 ตัว

ตารางที่ ค.10 รายการของอุปกรณ์ภาคส่งวิทยุ

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	PIC 16F877	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.10(ต่อ) รายการของอุปกรณ์ภาคส่งวิทยุ

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
	IC Regulate 7805	1 ตัว
LED1	สีแดง	1 ตัว
ตัวต้านทาน		
R1	330 Ω $\frac{1}{4}$ W	1 ตัว
R 2	10K Ω $\frac{1}{4}$ W	1 ตัว
R Pack	10K Ω 9 ขา	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
	TLP434A	1 ตัว
SW1-SW8	กดติดปล่อยดับ	8 ตัว
ANT	ยาว 1 เมตร	1 อัน
	Socket IC 40 ขา	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1,C4	0.1 µF	2 ตัว
C2,C3	30 pF	2 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.11 รายการของอุปกรณ์ภาครับวิทยุ

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
ตัวต้านทาน		
R	10KΩ $\frac{1}{4}$ W	1 ตัว
R Pack	10KΩ 9 ขา	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
	RLP434A	1 ตัว
ANT	ยาว 1 เมตร	1 อัน
DIP-SW	8 ช่อง	1 อัน
ตัวเก็บประจุ		
C25	10 μF	2 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
รายละเอียดและคุณสมบัติอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DALLAS SEMICONDUCTOR

DS275
Line-Powered RS-232 Transceiver Chip

www.dalsemi.com

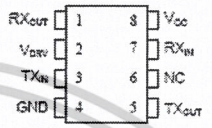
FEATURES

- Low-power serial transmitter/receiver for battery-backed systems
- Transmitter steals power from receive signal line to save power
- Ultra-low static current, even when connected to RS-232-E port
- Variable transmitter level from +5 to +12 volts
- Compatible with RS-232-E signals
- Available in 8-pin, 150 mil wide SOIC package (DS275S)
- Low-power CMOS

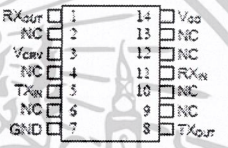
ORDERING INFORMATION

DS275	8-pin DIP
DS275S	8-pin SOIC
DS275E	14-pin TSSOP

PIN ASSIGNMENT



DS275 8-Pin DIP (300-mil)
DS275 8-Pin SOIC (150-mil)



DS275E 14-Pin TSSOP

PIN DESCRIPTION

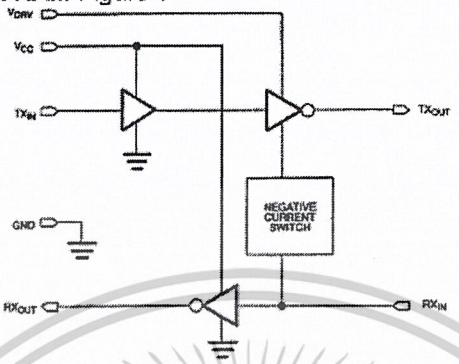
RX_{OUT}	- RS-232 Receiver Output
V_{DRV}	- Transmit driver +V
TX_{IN}	- RS-232 Driver Input
GND	- System Ground (0V)
TX_{OUT}	- RS-232 Driver Output
NC	- No Connection
RX_{IN}	- RS-232 Receive Input
V_{CC}	-System Logic Supply (+5V)

DESCRIPTION

The DS275 Line-Powered RS-232 Transceiver Chip is a CMOS device that provides a low-cost, very low-power interface to RS-232 serial ports. The receiver input translates RS-232 signal levels to common CMOS/TTL levels. The transmitter employs a unique circuit which steals current from the receive RS-232 signal when that signal is in a negative state (marking). Since most serial communication ports remain in a negative state statically, using the receive signal for negative power greatly reduces the DS275's static power consumption. This feature is especially important for battery-powered systems such as laptop computers, remote sensors, and portable medical instruments. During an actual communication session, the DS275's transmitter will use system power (5-12 volts) for positive transitions while still employing the receive signal for negative transitions.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DS275 BLOCK DIAGRAM Figure 1



OPERATION

Designed for the unique requirements of battery-backed systems, the DS275 provides a low-power half-duplex interface to an RS-232 serial port. Typically, a designer must use an RS-232 device which uses system power during both negative and positive transitions of the transmit signal to the RS-232 port. If the connector to the RS-232 port is left connected for an appreciable time after the communication session has ended, power will statically flow into that port, draining the battery capacity. The DS275 eliminates this static current drain by stealing current from the receive line (RX_{IN}) of the RS-232 port when that line is at a negative level (marking). Since most asynchronous communication over an RS-232 connection typically remains in a marking state when data is not being sent, the DS275 will not consume system power in this condition. System power would only be used when positive-going transitions are needed on the transmit RS-232 output (TX_{OUT}) when data is sent. However, since synchronous communication sessions typically exhibit a very low duty-cycle, overall system power consumption remains low.

RECEIVER SECTION

The RX_{IN} pin is the receive input for an RS-232 signal whose levels can range from ±3 to ±15 volts. A negative data signal is called a mark while a positive data signal is called a space. These signals are inverted and then level-shifted to normal +5-volt CMOS/TTL logic levels. The logic output associated with RX_{IN} is RX_{OUT} which swings from +V_{CC} to ground. Therefore, a mark on RX_{IN} produces a logic 1 at RX_{OUT}; a space produces a logic 0.

The input threshold of RX_{IN} is typically around 1.8 volts with 500 millivolts of hysteresis to improve noise rejection. Therefore, an input positive-going signal must exceed 1.8 volts to cause RX_{OUT} to switch states. A negative-going signal must now be lower than 1.3 volts (typically) to cause RX_{OUT} to switch again. An open on RX_{IN} is interpreted as a mark, producing a logic 1 at RX_{OUT}.

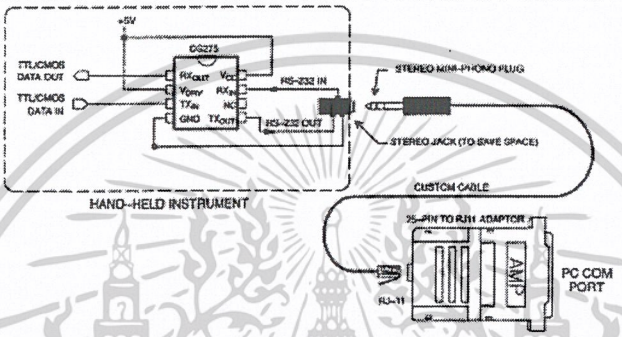
TRANSMITTER SECTION

TX_{IN} is the CMOS/TTL-compatible input for digital data from the user system. A logic 1 at TX_{IN} produces a mark (negative data signal) at TX_{OUT} while a logic 0 produces a space (positive data signal). As mentioned earlier, the transmitter section employs a unique driver design that uses the RX_{IN} line for swinging to negative levels. The RX_{IN} line must be in a marking or idle state to take advantage of this design; if RX_{IN} is in a spacing state, TX_{OUT} will only swing to ground. When TX_{OUT} needs to transition to a positive level, it uses the V_{DRV} power pin for this level. V_{DRV} can be a voltage supply between 5 to 12

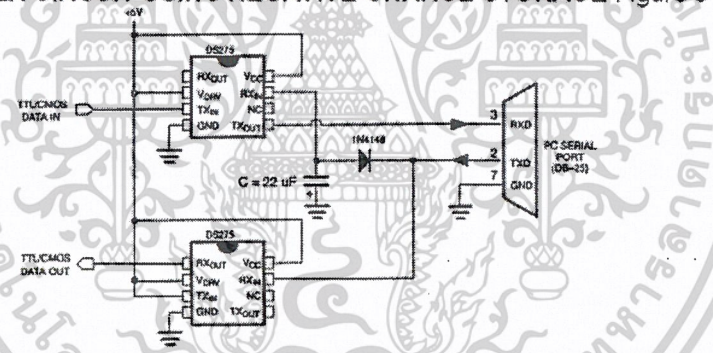
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

problem that may occur in this case is if the receiver at the other end requires a negative voltage for recognizing a mark. In this situation, the full-duplex circuit shown in Figure 3 can be used as analternative. The 22 µF capacitor forms a negative-charge reservoir; consequently, when the TXD line is spacing (positive), TXOUT still has a negative source available for a time period determined by the capacitor and the load resistance at the other end (3-7 kΩ). This circuit was tested from 150-19,200 bps with error-free operation using a SN75154 Quad Line Receiver as the receiver for the TXOUT signal. Note that the SN75154 can have a marking input threshold below ground; hence there is the need for TXOUT to swing both positive and negative in full-duplex operation with this device.

HANDHELD RS-232-C APPLICATION USING A STEREO MINI-JACK Figure 2



FULL-DUPLEX CIRCUIT USING NEGATIVE-CHARGE STORAGE Figure 3



NOTE:

The capacitor stores negative charge whenever the TXD signal from the PC serial port is in a marking data state (a negative voltage that is typically -10 volts). The top DS275's TXOUT uses this negative charge reservoir when it is in a marking state. The capacitor will discharge to 0 volts when the TXD line is spacing (and TXOUT is still marking) at a time constant determined by its value and the value of the load resistance reflected back to TXOUT. However, when TXD is marking the capacitor will quickly charge back to -10 volts. Note that TXD remains in a marking state when idle, which improves the performance of this circuit.

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS*

V_{CC}	-0.3 to +7.0 volts
V_{DRV}	-0.3 to +13.0 volts

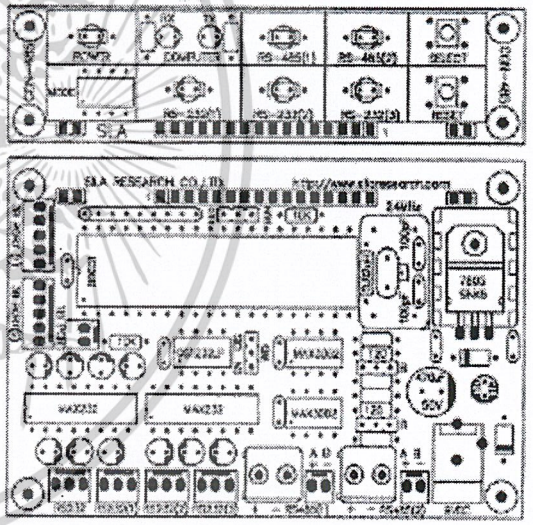
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CON-485

v1.0

RS232 / RS485 Converter

CON-485 คือ บอร์ดสำหรับแปลงสัญญาณ RS-232 เป็น RS-485 , หรือ RS-232 เป็น RS-232 , หรือ RS-485 เป็น RS-485 ซึ่งนำไปใช้งานได้หลายรูปแบบเพื่อการนำไปใช้งานให้เหมาะสม สัญญาณ RS-232 ส่วนใหญ่จะนิยมใช้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ (PC)หรือบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ลักษณะการใช้งาน RS-232 เป็นการส่งข้อมูลแบบ 2 ทิศทาง (Full Duplex) เพราะฉะนั้นจึงมีเพียงตัวส่งและตัวรับ (Point to point) สัญญาณ RS-485 ส่วนใหญ่จะพบเห็นในบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์หรือเครื่องที่เกี่ยวกับงานควบคุมต่างๆ ลักษณะการใช้งาน RS-485 เป็นการส่งข้อมูลแบบทิศทางใดทิศทางหนึ่ง (Half Duplex) เพราะฉะนั้นจึงสามารถต่อกันแบบ Network ได้ ก็คือ ตัวแม่ (Master) กับตัวลูก (Slave) หลายตัวได้



คุณสมบัติทั่วไป

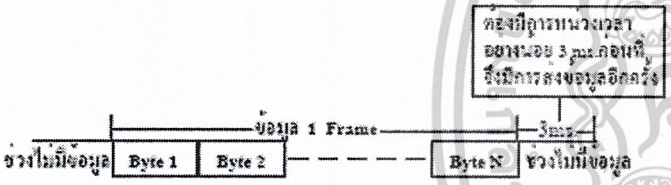
Supply	9 VDC ADAPTOR
System	ทำงานด้วยระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ AT89C51 - 24 PC ที่ความถี่ 24 MHz.

SIZE Board Control กว้าง 2.5" x ยาว 3.6"
Board Display สูง 1" x ยาว 3.6"

ข้อสำหนดของ CON-485

- CON-485 จะไม่สามารถใช้แทน Adapter Converter RS-232/RS-485 ประเภทใช้งานสัญญาณ RTS ในการควบคุมให้รับหรือให้ส่ง
- กรณีของ Mode RS-232/RS-232 สามารถใช้อัตราการส่งข้อมูล 300-38,400 Bit Per Second
- กรณีของ Mode RS-232/RS-485 , RS-485/RS-485 สามารถใช้อัตราการส่งข้อมูล 4,800-38,400 Bit Per Second
- CON-485 สามารถใช้แทน Adapter Converter RS-232/RS-485 ประเภทใช้รหัส ASCII และ BINARY ได้ หรือส่งข้อมูลเป็น Block หรือ File ก็ได้ โดยจะต้องยอมรับค่า Frame Delay อย่างน้อย 3 ms. (ดูภาพ)

ภาพแสดงการรับ-ส่งข้อมูลที่ต้องมี Frame Delay (Mode RS-232/RS-485 , Mode RS-485/RS-485)



ตัวอย่าง ถ้า PC ส่งคำสั่งให้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นจำนวน 8 Bytes และตัวบอร์ดไมโครฯจะต้องส่งการตอบรับกลับมาให้ PC กรณีนี้เมื่อบอร์ดไมโครฯได้รับค่าสั่งแล้วจะต้องหน่วงเวลาอย่างน้อย 3 ms. ก่อนจึงจะส่งการตอบรับกลับไป

บริษัท ศิลาวิเสิร์ช จำกัด 1108/41 ถนนสุขุมวิท แขวงพระโขนง เขตคลองเตย กรุงเทพฯ 10110
TEL. 0-2712-2650-2 FAX. 0-2381-1447 www.sillaresearch.com

RS-232 พอร์ทสื่อสารอนุกรมแบบ RS-232 สำหรับต่อเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยมีขั้วต่อ 3 PIN (RX , TX , GND) ใช้ IC MAX232
- ต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์โปรแกรม L232PC
- ต่อกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ของ SILA ใช้สาย L232B
- สามารถเลือกใช้ BaudRate 300-38,400 Bit Per Second

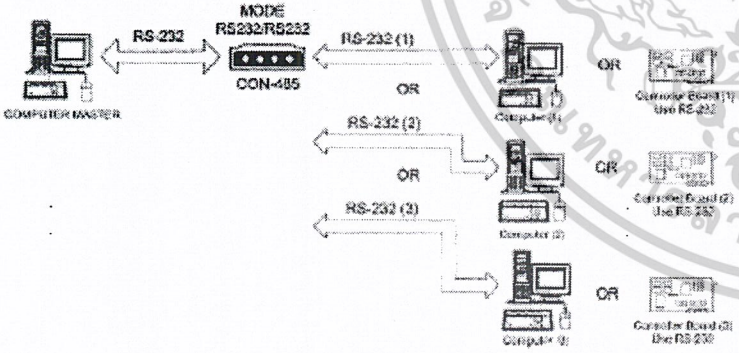
RS-485 พอร์ทสื่อสารอนุกรมแบบ RS-485 สำหรับต่อเข้ากับบอร์ดไมโครฯหรือเครื่องที่เกี่ยวข้องงาน Comnet ต่าง ๆ โดยพ่วงกันเป็น Network สามารถต่อใช้งานได้สูงสุดถึง 256 ตัวโดยสายต้องมีสายสัญญาณเกิน 2 เส้น โดยมีขั้วต่อ 2 แบบ คือ ขั้วต่อแบบโมดูลาร์เจ็คกับขั้วต่อ 2 PIN (A(-) ,B(-)) ใช้ IC MAX3082
- ต่อเข้ากับบอร์ดไมโครฯของ SILA ใช้สาย L485B
- สามารถเลือกใช้ BaudRate 4,800-38,400 Bit Per Second

DISPLAY แสดงการทำงานของ CON-485 ตามหลอด LED
- COMPUTER (RX) สีเหลือง คือ Computer ← บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์
- COMPUTER (TX) สีเขียว คือ Computer → บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์
- RS-485 (1) สีแดง คือ เลือกใช้
- RS-485 (2) สีแดง คือ เลือกใช้
- RS-232 (1) สีแดง คือ เลือกใช้
- RS-232 (2) สีแดง คือ เลือกใช้
- RS-232 (3) สีแดง คือ เลือกใช้
- Power สีแดง บอกสถานะการเปิดเครื่อง

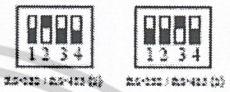
FUNCTION เลือก MODE การทำงานด้วย DIP-SWITCH เลือกใช้ 3 MODE

MODE RS-232 / RS232 (1-3)

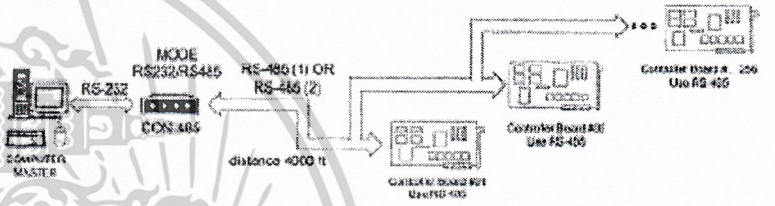
เลือกใช้ RS-232 (1-3) ด้วยการใช้ SWITCH 2 SELECT โดยดูที่ LED RS-232 (1-3) ด้วยการเลือกคอมเลือกใช้งานอย่างใดอย่างหนึ่ง เช่น RS-232 / RS-232(1), RS-232 / RS-232(2), RS-232 / RS-232(3)



MODE RS-232 / RS-485 (1-2)

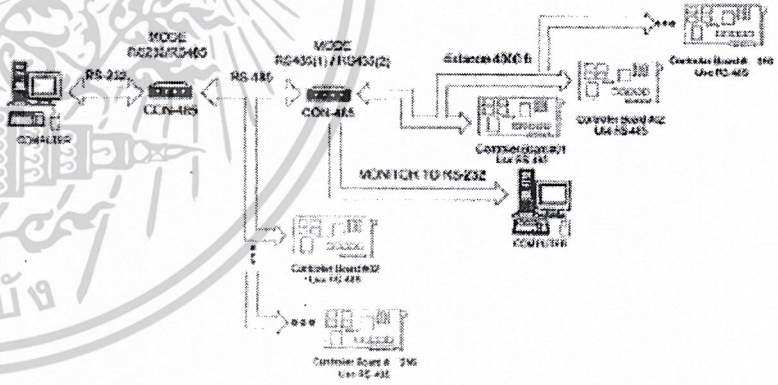


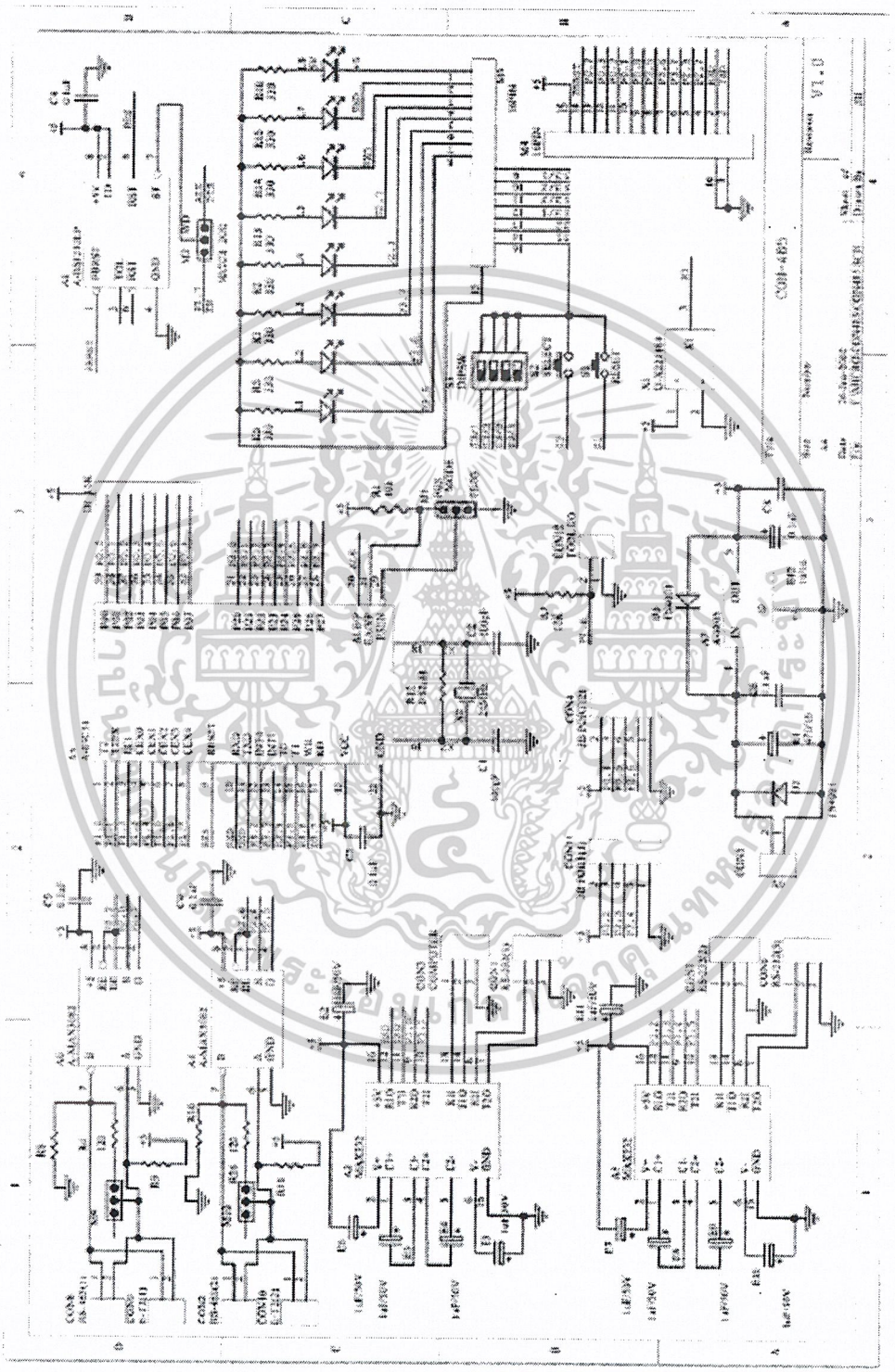
โดยหากปรับ DIP-SW.2=ON (1,3,4 = OFF) คือ RS-232 / RS-485(1)
และหากปรับ DIP-SW.3=ON (1,2,4 = OFF) คือ RS-232 / RS-485(2)



MODE RS-485(1) / RS-485 (2)

ลักษณะการใช้งานแบบนี้เรียกว่า Repeater คือ เป็นตัวกลางเพื่อทำให้สามารถส่งข้อมูลได้ไกลขึ้น พร้อมกับมีการสงข้อมูลออกมาที่ RS-232 ตาม Computer จุดประสงค์เพื่อนำไปใช้ในการคัดลอกข้อมูล โดยสามารถใช้ Software ประเภท Terminal





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOSPEC

COMPLEMENTARY SILICON POWER TRANSISTORS

...designed for use in general-purpose amplifier and switching applications

FEATURES:
* Power Dissipation - P_D = 90W @ T_C = 25°C
* DC Current Gain hFE = 20 ~ 100 @ I_C = 4.0 A
* $V_{CE(sat)}$ = 1.1 V (Max.) @ I_C = 4.0 A, I_B = 400 mA

NPN	PNP
TIP3055	TIP2955

15 AMPERE
COMPLEMENTARY SILICON
POWER TRANSISTORS
60 VOLTS
90 WATTS

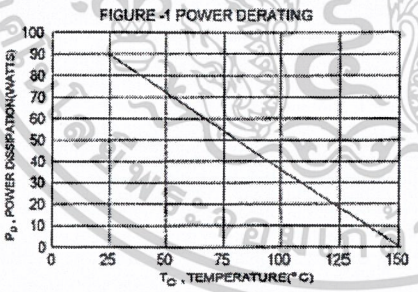
TO-247(3P)

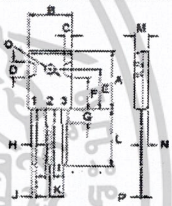
MAXIMUM RATINGS

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
Collector-Emitter Voltage	V_{CEO}	60	V
Collector-Emitter Voltage	V_{CER}	70	V
Collector-Base Voltage	V_{CBO}	100	V
Emitter-Base Voltage	V_{EBO}	7.0	V
Collector Current-Continuous	I_C	15	A
Base Current	I_B	7.0	A
Total Power Dissipation @T_C=25°C Derate above 25°C	P_D	90 0.72	W W/°C
Operating and Storage Junction Temperature Range	T_J, T_{STG}	- 65 to +150	°C

THERMAL CHARACTERISTICS

Characteristic	Symbol	Max	Unit
Thermal Resistance Junction to Case	Rθjc	1.39	°C/W





DIM	MILLIMETERS	
	MIN	MAX
A	20.63	22.38
B	15.38	16.20
C	1.90	2.70
D	5.10	6.10
E	14.81	15.22
F	11.72	12.84
G	4.20	4.50
H	1.82	2.46
I	2.92	3.23
J	0.89	1.53
K	5.26	5.66
L	18.50	21.50
M	4.68	5.36
N	2.40	2.80
O	3.25	3.65
P	0.55	0.70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8-bit A/D and D/A converter PCF8591

1 FEATURES

- Single power supply
- Operating supply voltage 2.5 V to 6 V
- Low standby current
- Serial input/output via I^2C-bus
- Address by 3 hardware address pins
- Sampling rate given by I^2C-bus speed
- 4 analog inputs programmable as single-ended or differential inputs
- Auto-incremented channel selection
- Analog voltage range from V_{SS} to V_{DD}
- On-chip track and hold circuit
- 8-bit successive approximation A/D conversion
- Multiplying DAC with one analog output.

2 APPLICATIONS

- Closed loop control systems
- Low power converter for remote data acquisition
- Battery operated equipment
- Acquisition of analog values in automotive, audio and TV applications.

3 GENERAL DESCRIPTION

The PCF8591 is a single-chip, single-supply low power 8-bit CMOS data acquisition device with four analog inputs, one analog output and a serial I^2C-bus interface. Three address pins A0, A1 and A2 are used for programming the hardware address, allowing the use of up to eight devices connected to the I^2C-bus without additional hardware. Address, control and data to and from the device are transferred serially via the two-line bidirectional I^2C-bus.

The functions of the device include analog input multiplexing, on-chip track and hold function, 8-bit analog-to-digital conversion and an 8-bit digital-to-analog conversion. The maximum conversion rate is given by the maximum speed of the I^2C-bus.

4 ORDERING INFORMATION

TYPE NUMBER	PACKAGE		
	NAME	DESCRIPTION	VERSION
PCA8591P	DIP16	plastic dual in-line package; 16 leads (300 mil); long body	SOT38-1
PCA8591T	SO16	plastic small outline package; 16 leads; body width 7.5 mm	SOT162-1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5 BLOCK DIAGRAM

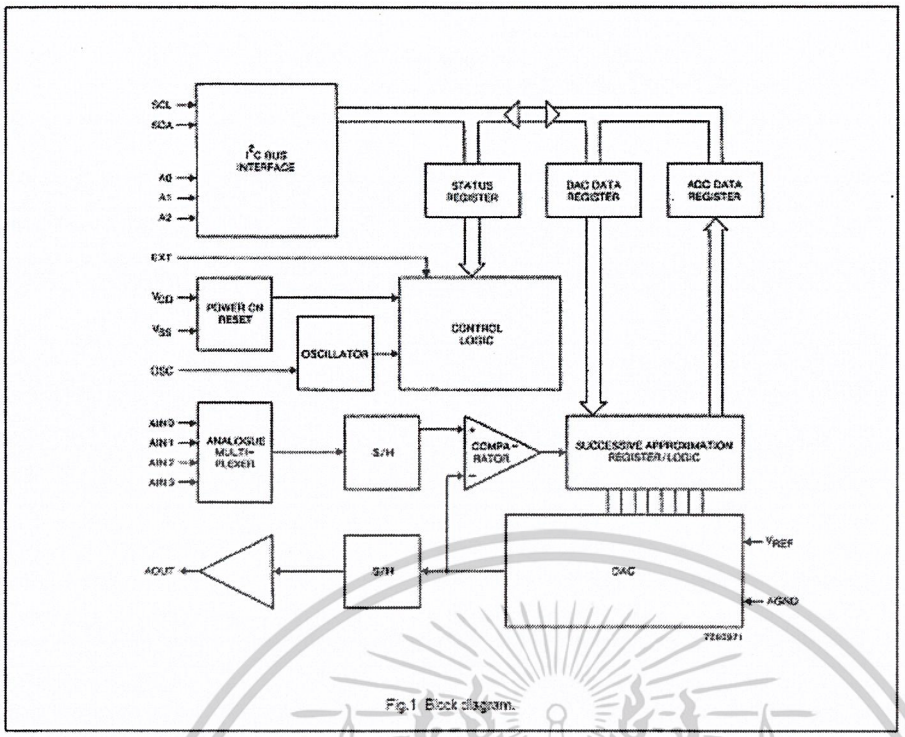


Fig.1 Block diagram.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6 PINNING

SYMBOL	PIN	DESCRIPTION
AIN0	1	analog inputs (A/D converter)
AIN1	2	
AIN2	3	
AIN3	4	
A0	5	hardware address
A1	6	
A2	7	
V_{SS}	8	negative supply voltage
SDA	9	I²C-bus data input/output
SCL	10	I²C-bus clock input
OSC	11	oscillator input/output
EXT	12	external/internal switch for oscillator input
AGND	13	analog ground
V_{REF}	14	voltage reference input
AOUT	15	analog output (D/A converter)
V_{DD}	16	positive supply voltage

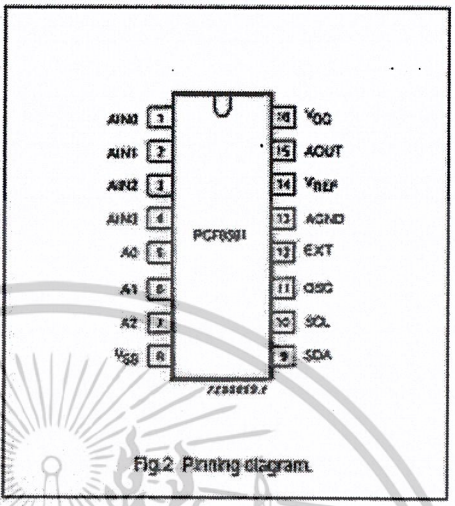


Fig.2 Pinning diagram.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.3 D/A conversion

The third byte sent to a PCF8591 device is stored in the DAC data register and is converted to the corresponding analog voltage using the on-chip D/A converter. This D/A converter consists of a resistor divider chain connected to the external reference voltage with 256 taps and selection switches. The tap-decoder switches one of these taps to the DAC output line (see Fig.5).

The analog output voltage is buffered by an auto-zeroed unity gain amplifier. This buffer amplifier may be switched on or off by setting the analog output enable flag of the control register. In the active state the output voltage is held until a further data byte is sent.

The on-chip D/A converter is also used for successive approximation A/D conversion. In order to release the DAC for an A/D conversion cycle the unity gain amplifier is equipped with a track and hold circuit. This circuit holds the output voltage while executing the A/D conversion.

The output voltage supplied to the analog output AOUT is given by the formula shown in Fig.6. The waveforms of a D/A conversion sequence are shown in Fig.7.

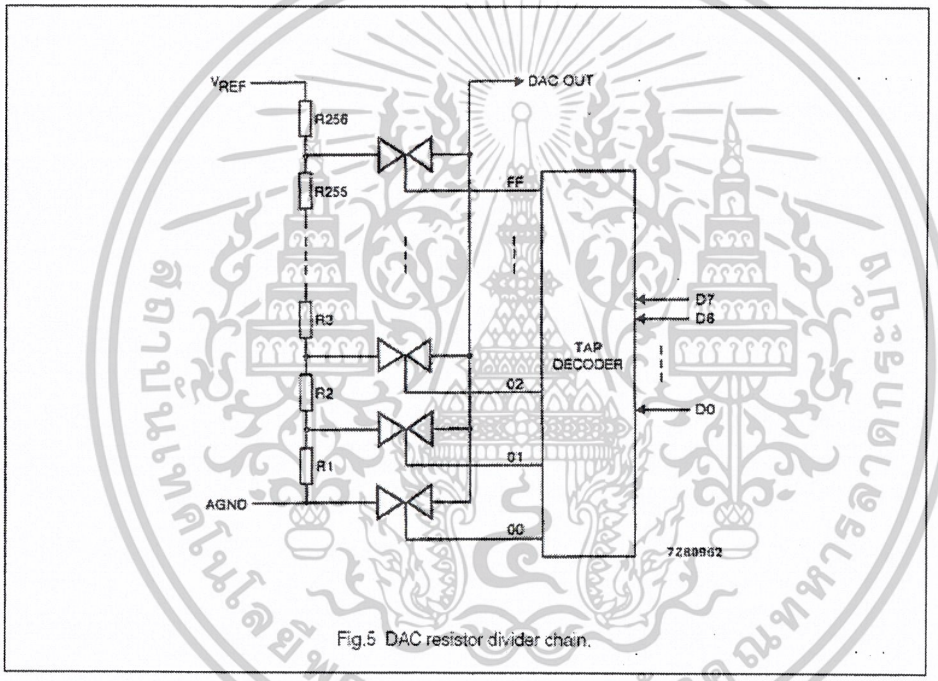


Fig.5 DAC resistor divider chain.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

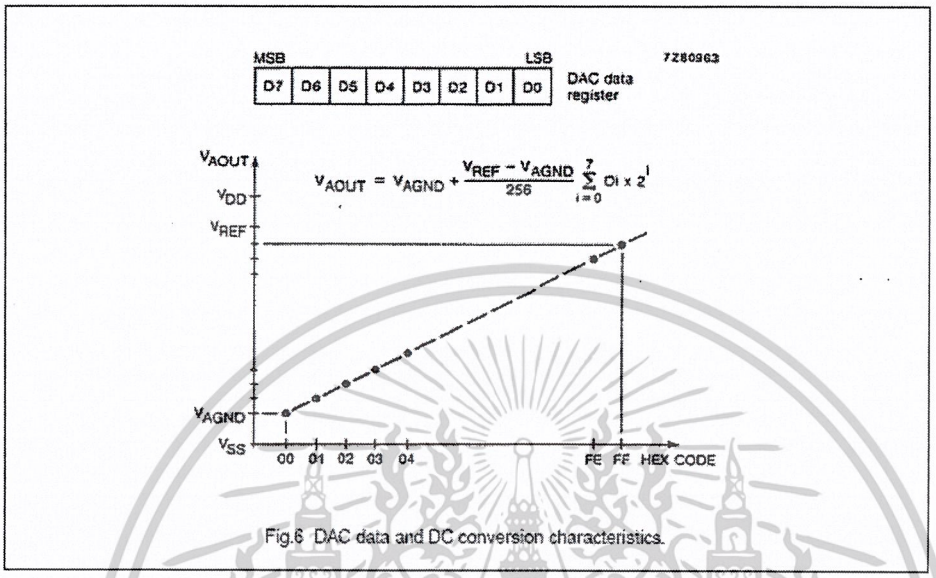


Fig.6 DAC data and DC conversion characteristics.

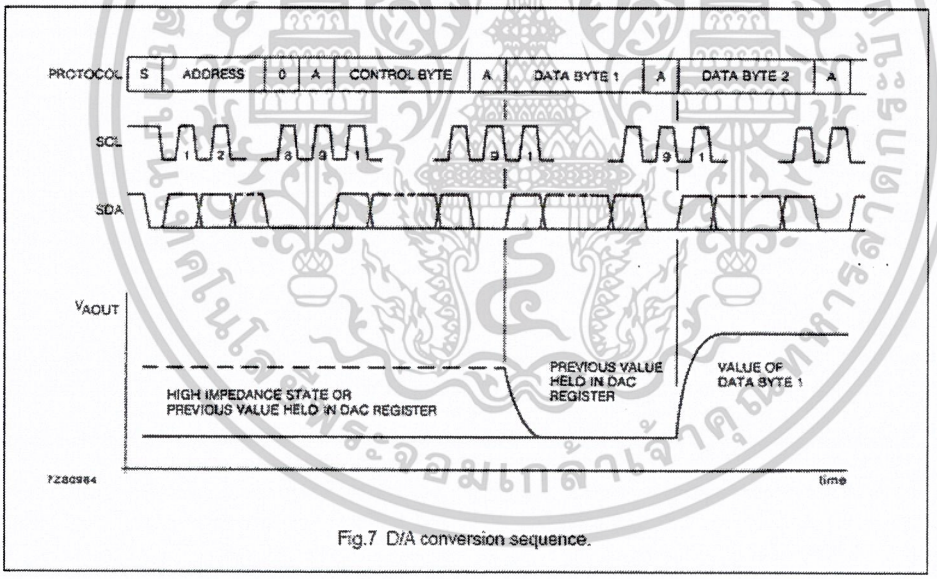
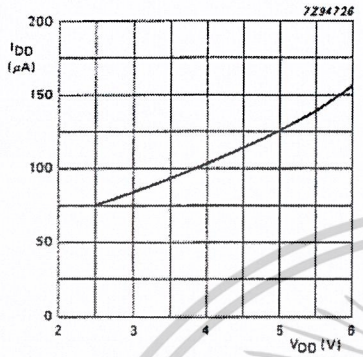
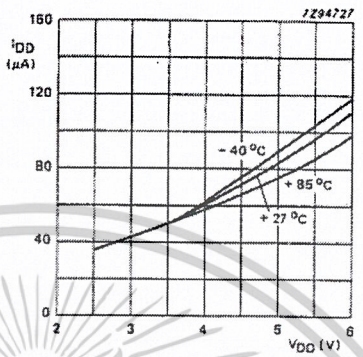


Fig.7 D/A conversion sequence.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

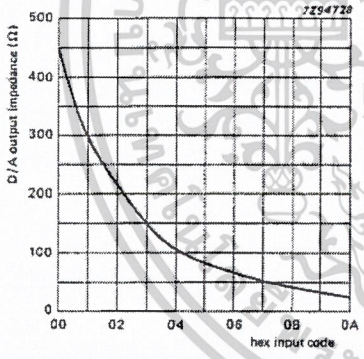


(a) Internal oscillator; T_{amb} = +27 °C.

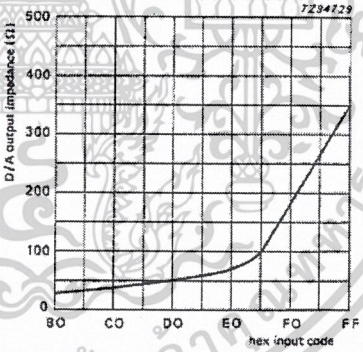


(b) External oscillator.

Fig.17 Operating supply current as a function of supply voltage (analog output disabled).



(a) Output impedance near negative power rail; T_{amb} = +27 °C.



(b) Output impedance near positive power rail; T_{amb} = +27 °C.

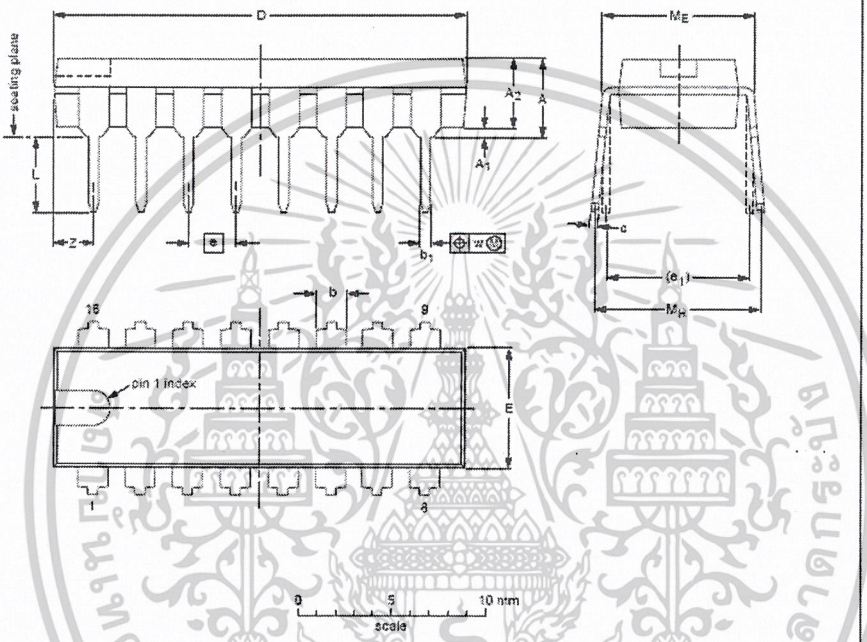
The x-axis represents the hex input-code equivalent of the output voltage.

Fig.18 Output impedance of analog output buffer (near power rails).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

16 PACKAGE OUTLINES

DIP16: plastic dual in-line package; 16 leads (300 mil); long body **SOT38-1**



DIMENSIONS (inch dimensions are derived from the original mm dimensions)

UNIT	A max.	A_1 min.	A_2 max.	b	b_1	c	D (1)	E (1)	e	e_1	L	M_E	M_H	w	Z (1) max.
mm	4.7	0.51	3.7	1.40 1.14	0.53 0.38	0.32 0.23	21.8 21.4	6.48 6.20	2.54	7.62	3.9 3.4	8.25 7.80	9.5 8.3	0.254	2.2
inches	0.19	0.020	0.15	0.055 0.045	0.021 0.015	0.013 0.009	0.86 0.84	0.26 0.24	0.10	0.30	0.15 0.13	0.32 0.31	0.37 0.33	0.01	0.087

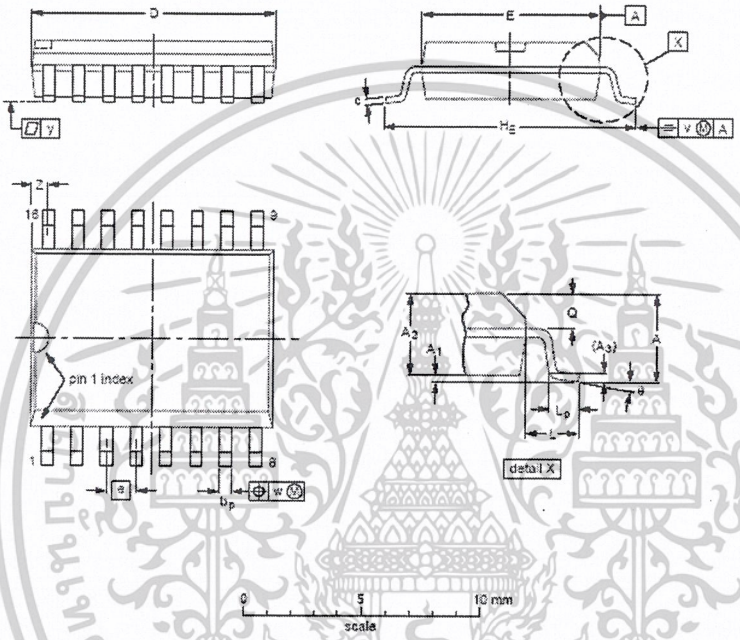
Note

1. Plastic or metal protrusions of 0.25 mm maximum per side are not included.

OUTLINE VERSION	REFERENCES				EUROPEAN PROJECTION	ISSUE DATE
	IEC	JEDEC	EIAJ			
SOT38-1	050G09	MO-001AE				~~92-10-02~~ 95-01-19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SO16: plastic small outline package; 16 leads; body width 7.5 mm **SOT162-1**



DIMENSIONS (inch dimensions are derived from the original mm dimensions)

UNIT	A max.	A_1	A_2	A_3	b_p	c	$D^{(1)}$	$E^{(1)}$	e	H_E	L	L_p	Q	v	w	y	$Z^{(1)}$	θ
mm	2.65	0.30 0.10	2.45 2.25	0.25	0.49 0.36	0.32 0.23	10.5 10.1	7.6 7.4	1.27	10.65 10.00	1.4	1.1 0.4	1.1 1.0	0.25	0.25	0.1	0.9 0.4	8° 0°
inches	0.10	0.012 0.004	0.096 0.089	0.01	0.019 0.014	0.013 0.009	0.41 0.40	0.30 0.29	0.050	0.419 0.394	0.055	0.043 0.016	0.043 0.039	0.01	0.01	0.004	0.035 0.016	

Note

1. Plastic or metal protrusions of 0.15 mm maximum per side are not included.

OUTLINE VERSION	REFERENCES				EUROPEAN PROJECTION	ISSUE DATE
	IEC	JEDEC	EIAJ			
SOT162-1	075E03	MS-013AA				~~95-01-24~~ 97-05-22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MICROCHIP

PIC16F87XA

28/40-Pin Enhanced FLASH Microcontrollers

Devices Included in this Data Sheet:

- PIC16F873A
- PIC16F874A
- PIC16F876A
- PIC16F877A

High Performance RISC CPU:

- Only 35 single word instructions to learn
- All single cycle instructions except for program branches, which are two-cycle
- Operating speed: DC - 20 MHz clock input
  DC - 200 ns instruction cycle
- Up to 8K x 14 words of FLASH Program Memory, Up to 368 x 8 bytes of Data Memory (RAM), Up to 256 x 8 bytes of EEPROM Data Memory
- Pinout compatible to other 28-pin or 40/44-pin PIC16CXXX and PIC16FXXX microcontrollers

Peripheral Features:

- Timer0: 8-bit timer/counter with 8-bit prescaler
- Timer1: 16-bit timer/counter with prescaler, can be incremented during SLEEP via external crystal/clock
- Timer2: 8-bit timer/counter with 8-bit period register, prescaler and postscaler
- Two Capture, Compare, PWM modules
  - Capture is 16-bit, max. resolution is 12.5 ns
  - Compare is 16-bit, max. resolution is 200 ns
  - PWM max. resolution is 10-bit
- Synchronous Serial Port (SSP) with SPI™ (Master mode) and I^2C™ (Master/Slave)
- Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter (USART/SCI) with 9-bit address detection
- Parallel Slave Port (PSP) 8-bits wide, with external $\overline{RD}$, $\overline{WR}$ and $\overline{CS}$ controls (40/44-pin only)
- Brown-out detection circuitry for Brown-out Reset (BOR)

Analog Features:

- 10-bit, up to 8 channel Analog-to-Digital Converter (A/D)
- Brown-out Reset (BOR)
- Analog Comparator module with:
  - Two analog comparators
  - Programmable on-chip voltage reference (V_{REF}) module
  - Programmable input multiplexing from device inputs and internal voltage reference
  - Comparator outputs are externally accessible

Special Microcontroller Features:

- 100,000 erase/write cycle Enhanced FLASH program memory typical
- 1,000,000 erase/write cycle Data EEPROM memory typical
- Data EEPROM Retention > 40 years
- Self-reprogrammable under software control
- In-Circuit Serial Programming™ (ICSP™) via two pins
- Single supply 5V In-Circuit Serial Programming
- Watchdog Timer (WDT) with its own on-chip RC oscillator for reliable operation
- Programmable code protection
- Power saving SLEEP mode
- Selectable oscillator options
- In-Circuit Debug (ICD) via two pins

CMOS Technology:

- Low power, high speed FLASH/EEPROM technology
- Fully static design
- Wide operating voltage range (2.0V to 5.5V)
- Commercial and Industrial temperature ranges
- Low power consumption

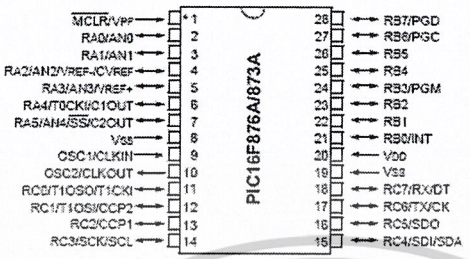
Device	Program Memory		Data SRAM (Bytes)	EEPROM (Bytes)	I/O	10-bit A/D (ch)	CCP (PWM)	MSSP		USART	Timers 8/16-bit	Comparators
	Bytes	# Single Word Instructions						SPI	Master I^2C			
PIC16F873A	7.2K	4096	192	128	22	5	2	Yes	Yes	Yes	2/1	2
PIC16F874A	7.2K	4096	192	128	33	8	2	Yes	Yes	Yes	2/1	2
PIC16F876A	14.3K	8192	368	256	22	5	2	Yes	Yes	Yes	2/1	2
PIC16F877A	14.3K	8192	368	256	33	8	2	Yes	Yes	Yes	2/1	2

© 2001 Microchip Technology Inc.

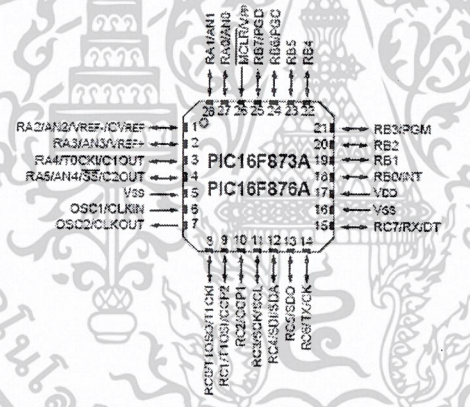
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pin Diagrams

PDIP (28-pin), SOIC, SSOP



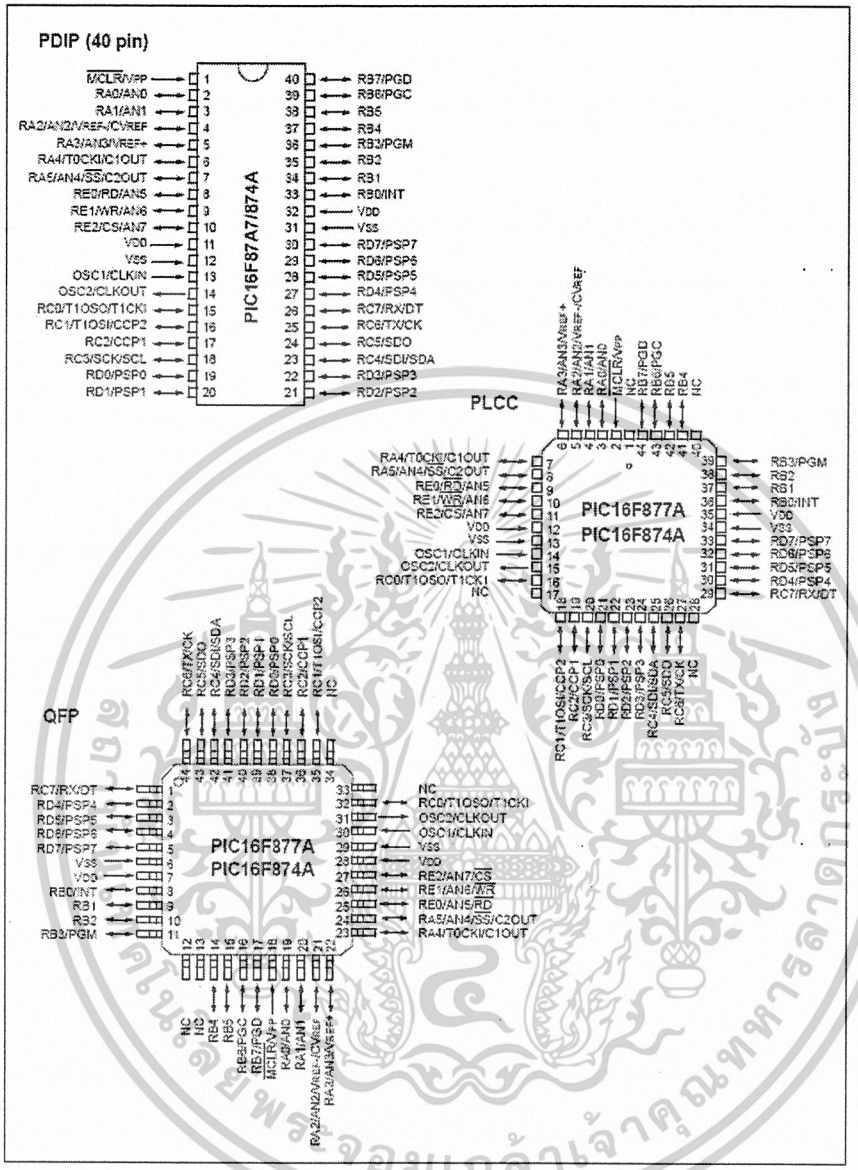
MLF



© 2001 Microchip Technology Inc.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pin Diagram



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.0 DEVICE OVERVIEW

This document contains device specific information about the following devices:

- PIC16F873A
- PIC16F874A
- PIC16F876A
- PIC16F877A

PIC16F873A/876A devices are available only in 28-pin packages, while PIC16F874A/877A devices are available in 40-pin and 44-pin packages. All devices in the PIC16F87XA family share common architecture, with the following differences:

- the PIC16F873A and PIC16F876A have one-half of the total on-chip memory of the PIC16F874A and PIC16F877A
- the 28-pin devices have three I/O ports, while the 40/44-pin devices have five
- the 28-pin devices have 14 interrupts, while the 40/44-pin devices have 15
- the 28-pin devices have five A/D input channels, while the 40/44-pin devices have eight
- the Parallel Slave Port is implemented only on the 40/44-pin devices

The available features are summarized in Table 1-1. Block diagrams of the PIC16F873A/876A and PIC16F874A/877A devices are provided in Figure 1-1 and Figure 1-2, respectively. The pinouts for these device families are listed in Table 1-2 and Table 1-3.

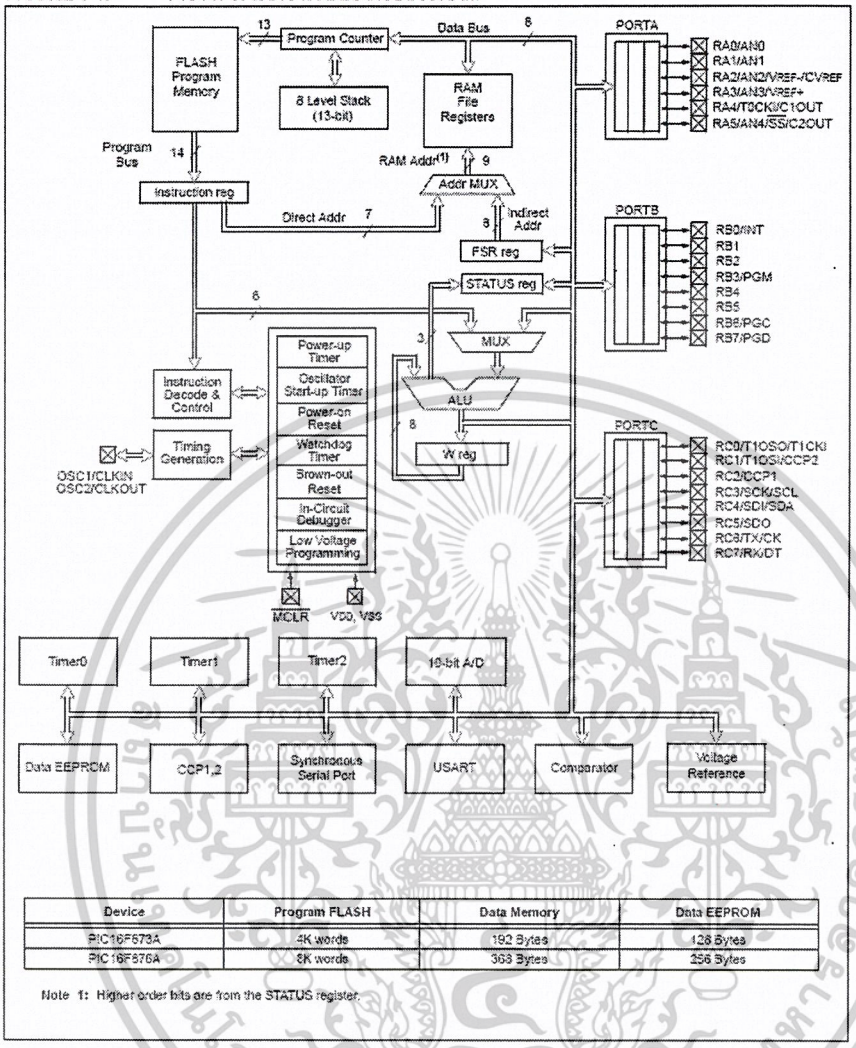
Additional information may be found in the PICmicro™ Mid-Range Reference Manual (DS33023), which may be obtained from your local Microchip Sales Representative or downloaded from the Microchip website. The Reference Manual should be considered a complementary document to this data sheet, and is highly recommended reading for a better understanding of the device architecture and operation of the peripheral modules.

TABLE 1-1: PIC16F87XA DEVICE FEATURES

Key Features	PIC16F873A	PIC16F874A	PIC16F876A	PIC16F877A
Operating Frequency	DC - 20 MHz	DC - 20 MHz	DC - 20 MHz	DC - 20 MHz
RESETS (and Delays)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)
FLASH Program Memory (14-bit words)	4K	4K	8K	8K
Data Memory (bytes)	192	192	368	368
EEPROM Data Memory (bytes)	128	128	256	256
Interrupts	14	15	14	15
I/O Ports	Ports A,B,C	Ports A,B,C,D,E	Ports A,B,C	Ports A,B,C,D,E
Timers	3	3	3	3
Capture/Compare/PWM modules	2	2	2	2
Serial Communications	MSSP, USART	MSSP, USART	MSSP, USART	MSSP, USART
Parallel Communications	—	PSP	—	PSP
10-bit Analog-to-Digital Module	5 input channels	8 input channels	5 input channels	8 input channels
Analog Comparators	2	2	2	2
Instruction Set	35 Instructions	35 Instructions	35 Instructions	35 Instructions
Packages	28-pin PDIP 28-pin SOIC 28-pin SSOP 28-pin MLF	40-pin PDIP 44-pin PLCC 44-pin QFP	28-pin PDIP 28-pin SOIC 28-pin SSOP 28-pin MLF	40-pin PDIP 44-pin PLCC 44-pin QFP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FIGURE 1-1: PIC16F873A/876A BLOCK DIAGRAM



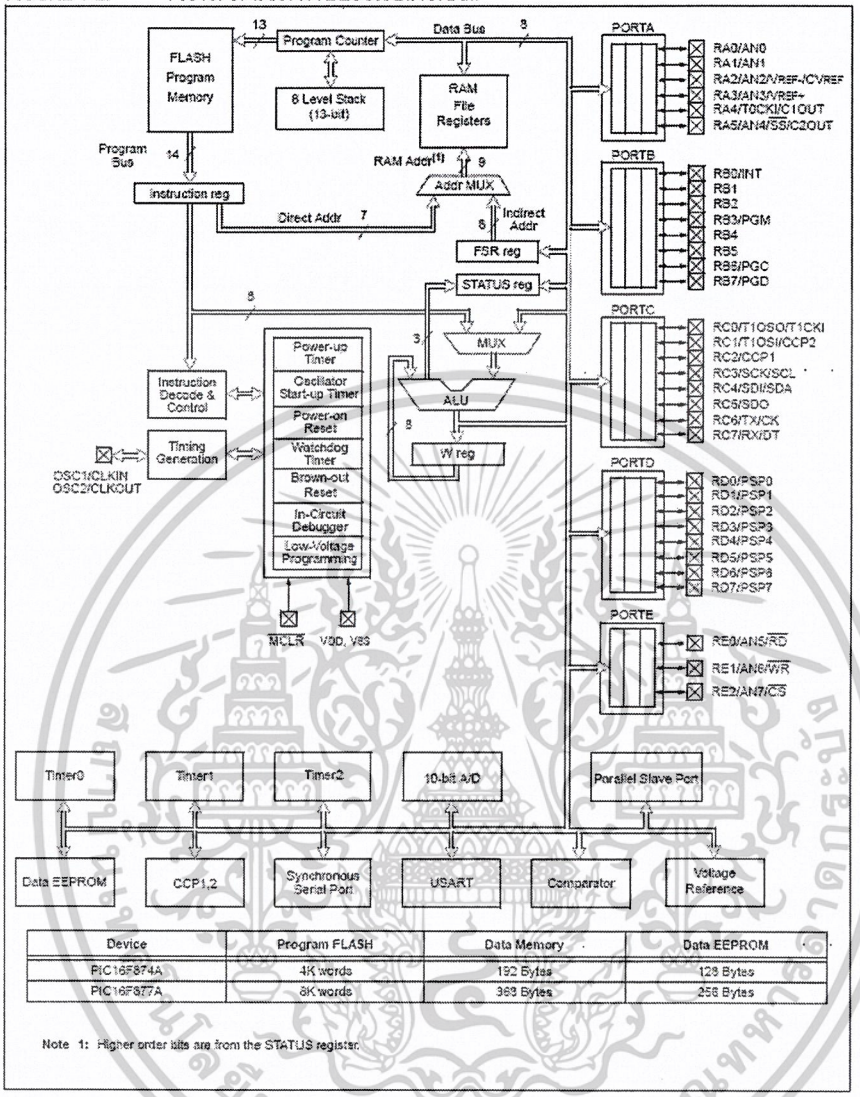
Device	Program FLASH	Data Memory	Data EEPROM
PIC16F873A	4K words	192 Bytes	128 Bytes
PIC16F876A	8K words	368 Bytes	256 Bytes

Note 1: Higher order bits are from the STATUS register.

© 2001 Microchip Technology Inc.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FIGURE 1-2: PIC16F874A/877A BLOCK DIAGRAM



Device	Program FLASH	Data Memory	Data EEPROM
PIC16F874A	4K words	192 Bytes	128 Bytes
PIC16F877A	8K words	368 Bytes	256 Bytes

Note 1: Higher order bits are from the STATUS register.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TABLE 1-2: PIC16F873A/876A PINOUT DESCRIPTION

Pin Name	Pin#	I/O/P Type	Buffer Type	Description
OSC1/CLKI	9		ST/CMOS(3)	Oscillator crystal or external clock input.
OSC1		I		Oscillator crystal input or external clock source input. ST buffer when configured in RC mode. Otherwise CMOS.
CLKI		I		External clock source input. Always associated with pin function OSC1 (see OSC1/CLKI, OSC2/CLKO pins).
OSC2/CLKO	10		—	Oscillator crystal or clock output.
OSC2		O		Oscillator crystal output. Connects to crystal or resonator in Crystal Oscillator mode.
CLKO		O		In RC mode, OSC2 pin outputs CLKO, which has 1/4 the frequency of OSC1 and denotes the instruction cycle rate.
$\overline{MCLR}$/VPP	1		ST	Master Clear (input) or programming voltage (output)
$\overline{MCLR}$		I		Master Clear (Reset) input. This pin is an active low RESET to the device.
VPP		P		Programming voltage input.
				PORTA is a bi-directional I/O port.
RA0/AN0	2		TTL	
RA0		I/O		Digital I/O.
AN0		I		Analog input 0.
RA1/AN1	3		TTL	
RA1		I/O		Digital I/O.
AN1		I		Analog input 1.
RA2/AN2/VREF-/CVREF	4		TTL	
RA2		I/O		Digital I/O.
AN2		I		Analog input 2.
VREF-		I		A/D reference voltage (Low) input.
CVREF		O		Comparator VREF output.
RA3/AN3/VREF+	5		TTL	
RA3		I/O		Digital I/O.
AN3		I		Analog input 3.
VREF+		I		A/D reference voltage (High) input.
RA4/T0CKI/C1OUT	6		ST	
RA4		I/O		Digital I/O – Open drain when configured as output.
T0CKI		I		Timer0 external clock input.
C1OUT		O		Comparator 1 output.
RA5/$\overline{SS}$/AN4/C2OUT	7		TTL	
RA5		I/O		Digital I/O.
$\overline{SS}$		I		SPI slave select input.
AN4		I		Analog input 4.
C2OUT		O		Comparator 2 output.

Legend: I = input O = output I/O = input/output P = power
— = Not used TTL = TTL input ST = Schmitt Trigger input

Note 1: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as the external interrupt.
2: This buffer is a Schmitt Trigger input when used in Serial Programming mode.
3: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured in RC oscillator mode and a CMOS input otherwise.

 © 2001 Microchip Technology Inc.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 SPECIAL FUNCTION REGISTERS

The Special Function Registers are registers used by the CPU and peripheral modules for controlling the desired operation of the device. These registers are implemented as static RAM. A list of these registers is given in Table 2-1.

The Special Function Registers can be classified into two sets: core (CPU) and peripheral. Those registers associated with the core functions are described in detail in this section. Those related to the operation of the peripheral features are described in detail in the peripheral features section.

TABLE 2-1: SPECIAL FUNCTION REGISTER SUMMARY

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Value on: POR, BOR	Details on page:
Bank 0											
00h(3)	INDF	Addressing this location uses contents of FSR to address data memory (not a physical register)								0000 0000	29, 148
01h	TMR0	Timer0 Module Register								xxxx xxxx	53, 148
02h(3)	PCL	Program Counter (PC) Least Significant Byte								0000 0000	28, 148
03h(3)	STATUS	IRP	RP1	RP0	$\overline{TO}$	$\overline{PD}$	Z	DC	C	0001 1xxx	20, 148
04h(3)	FSR	Indirect Data Memory Address Pointer								xxxx xxxx	29, 148
05h	PORTA	—	—	PORTA Data Latch when written: PORTA pins when read						--0x 0000	41, 148
06h	PORTB	PORTB Data Latch when written: PORTB pins when read								xxxx xxxx	43, 148
07h	PORTC	PORTC Data Latch when written: PORTC pins when read								xxxx xxxx	45, 148
08h(4)	PORTD	PORTD Data Latch when written: PORTD pins when read								xxxx xxxx	46, 148
09h(4)	PORTE	—	—	—	—	—	RE2	RE1	RE0	---- -xxx	47, 148
0Ah(1,3)	PCLATH	—	—	—	Write Buffer for the upper 5 bits of the Program Counter					---0 0000	28, 148
0Bh(3)	INTCON	GIE	PEIE	TMR0IE	INTE	RBIE	TMR0IF	INTF	RBIF	0000 000x	22, 148
0Ch	PIR1	PSPIF(3)	ADIF	RCIF	TXIF	SSPIF	CCP1IF	TMR2IF	TMR1IF	0000 0000	24, 148
0Dh	PIR2	—	CMIF	—	EEIF	BCLIF	—	—	CCP2IF	-0-0 0--0	26, 148
0Eh	TMR1L	Holding register for the Least Significant Byte of the 16-bit TMR1 Register								xxxx xxxx	58, 148
0Fh	TMR1H	Holding register for the Most Significant Byte of the 16-bit TMR1 Register								xxxx xxxx	58, 148
10h	T1CON	—	—	T1CKPS1	T1CKPS0	T1OSCEN	$\overline{T1SYNC}$	TMR1CS	TMR1ON	--00 0000	55, 148
11h	TMR2	Timer2 Module Register								0000 0000	60, 148
12h	T2CON	—	TOUTPS3	TOUTPS2	TOUTPS1	TOUTPS0	TMR2ON	T2CKPS1	T2CKPS0	-000 0000	59, 148
13h	SSPBUF	Synchronous Serial Port Receive Buffer/Transmit Register								xxxx xxxx	77, 148
14h	SSPCON	WCOL	SSPOV	SSPEN	CKP	SSPM3	SSPM2	SSPM1	SSPM0	0000 0000	71, 80, 148
15h	CCPR1L	Capture/Compare/PWM Register1 (LSB)								xxxx xxxx	61, 148
16h	CCPR1H	Capture/Compare/PWM Register1 (MSB)								xxxx xxxx	61, 148
17h	CCP1CON	—	—	CCP1X	CCP1Y	CCP1M3	CCP1M2	CCP1M1	CCP1M0	--00 0000	62, 148
18h	RCSTA	SPEN	RX9	SREN	CREN	ADDEN	FERR	OERR	RX9D	0000 000x	110, 148
19h	TXREG	USART Transmit Data Register								0000 0000	116, 148
1Ah	RCREG	USART Receive Data Register								0000 0000	116, 148
1Bh	CCPR2L	Capture/Compare/PWM Register2 (LSB)								xxxx xxxx	61, 148
1Ch	CCPR2H	Capture/Compare/PWM Register2 (MSB)								xxxx xxxx	61, 148
1Dh	CCP2CON	—	—	CCP2X	CCP2Y	CCP2M3	CCP2M2	CCP2M1	CCP2M0	--00 0000	62, 148
1Eh	ADRESH	A/D Result Register High Byte								xxxx xxxx	131, 148
1Fh	ADCON0	ADCS1	ADCS0	CHS2	CHS1	CHS0	$\overline{GO/DONE}$	—	ADON	0000 00-0	125, 148

Legend: x = unknown, u = unchanged, q = value depends on condition, - = unimplemented, read as '0', r = reserved. Shaded locations are unimplemented, read as '0'.

Note 1: The upper byte of the program counter is not directly accessible. PCLATH is a holding register for the PC<12:8>, whose contents are transferred to the upper byte of the program counter.
2: Bits PSPIE and PSPIF are reserved on PIC16F873A/876A devices; always maintain these bits clear.
3: These registers can be addressed from any bank.
4: PORTD, PORTE, TRISD, and TRISE are not implemented on PIC16F873A/876A devices, read as '0'.
5: Bit 4 of EEADRH implemented only on the PIC16F876A/877A devices.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

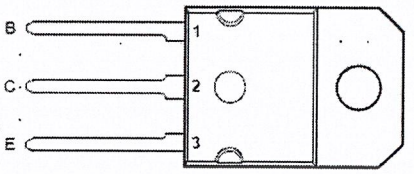
TIP2955
PNP SILICON POWER TRANSISTOR

Copyright © 1997, Power Innovations Limited, UK

JANUARY 1972 - REVISED MARCH 1997

- **Designed for Complementary Use with the TIP3055 Series**
- **90 W at 25°C Case Temperature**
- **15 A Continuous Collector Current**
- **Customer-Specified Selections Available**

SOT-93 PACKAGE
(TOP VIEW)



Pin 2 is in electrical contact with the mounting base.

MDTRAA

absolute maximum ratings at 25°C case temperature (unless otherwise noted)

RATING	SYMBOL	VALUE	UNIT
Collector-base voltage (I_E = 0)	V_{CBO}	-100	V
Collector-emitter voltage (I_B = 0) (see Note 1)	V_{CER}	-70	V
Emitter-base voltage	V_{EBO}	-7	V
Continuous collector current	I_C	-15	A
Continuous base current	I_B	-7	A
Continuous device dissipation at (or below) 25°C case temperature (see Note 2)	P_{tot}	90	W
Continuous device dissipation at (or below) 25°C free air temperature (see Note 3)	P_{tot}	3.5	W
Unclamped inductive load energy (see Note 4)	$\frac{1}{2}LI_C^2$	62.5	mJ
Operating junction temperature range	T_j	-65 to +150	°C
Storage temperature range	T_{stg}	-65 to +150	°C
Lead temperature 3.2 mm from case for 10 seconds	T_L	250	°C

NOTES: 1. This value applies when the base-emitter resistance R_{BE} = 100 Ω.
2. Derate linearly to 150°C case temperature at the rate of 0.72 W/°C.
3. Derate linearly to 150°C free air temperature at the rate of 28 mW/°C.
4. This rating is based on the capability of the transistor to operate safely in a circuit of: L = 20 mH, $I_{B(on)}$ = -0.4 A, R_{BE} = 100 Ω, $V_{BE(off)}$ = 0, R_S = 0.1 Ω, V_{CC} = -10 V.

PRODUCT INFORMATION

Information is current as of publication date. Products conform to specifications in accordance with the terms of Power Innovations standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

Power INNOVATIONS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TIP2955
PNP SILICON POWER TRANSISTOR

JANUARY 1972 - REVISED MARCH 1997

electrical characteristics at 25°C case temperature

PARAMETER		TEST CONDITIONS			MIN	TYP	MAX	UNIT
$V_{(BR)CEO}$	Collector-emitter breakdown voltage	I_C = -30 mA	I_B = 0	(see Note 5)	-60			V
I_{CEO}	Collector cut-off current	V_{CE} = -30 V	I_B = 0				-0.7	mA
I_{CEV}	Voltage between base and emitter	V_{CE} = -100 V	V_{BE} = 1.5 V				-5	mA
I_{EBO}	Emitter cut-off current	V_{EB} = -7 V	I_C = 0				-5	mA
h_{FE}	Forward current transfer ratio	V_{CE} = -4 V V_{CE} = -4 V	I_C = -4 A I_C = -10 A	(see Notes 5 and 6)	20 5		70	
$V_{CE(sat)}$	Collector-emitter saturation voltage	I_B = -0.4 A I_B = -3.3 A	I_C = -4 A I_C = -10 A	(see Notes 5 and 6)			-1.1 -3	V
V_{BE}	Base-emitter voltage	V_{CE} = -4 V	I_C = -4 A	(see Notes 5 and 6)			-1.8	V
h_{fe}	Small signal forward current transfer ratio	V_{CE} = -10 V	I_C = -0.5 A	f = 1 kHz	20			
$\|h_{fe}\|$	Small signal forward current transfer ratio	V_{CE} = -10 V	I_C = -0.5 A	f = 1 MHz	3			

NOTES: 5. These parameters must be measured using pulse techniques, t_p = 300 µs, duty cycle ≤ 2%.
6. These parameters must be measured using voltage-sensing contacts, separate from the current carrying contacts.

thermal characteristics

PARAMETER		MIN	TYP	MAX	UNIT
$R_{\theta JC}$	Junction to case thermal resistance			1.39	°C/W
$R_{\theta JA}$	Junction to free air thermal resistance			35.7	°C/W

resistive-load-switching characteristics at 25°C case temperature

PARAMETER		TEST CONDITIONS †			MIN	TYP	MAX	UNIT
t_{on}	Turn-on time	I_C = -6 A	$I_{B(on)}$ = -0.6 A	$I_{B(off)}$ = 0.6 A		0.4		µs
t_{off}	Turn-off time	$V_{BE(off)}$ = 4 V	R_L = 5 Ω	t_p = 20 µs, dc ≤ 2%		0.7		µs

† Voltage and current values shown are nominal; exact values vary slightly with transistor parameters.

PRODUCT INFORMATION

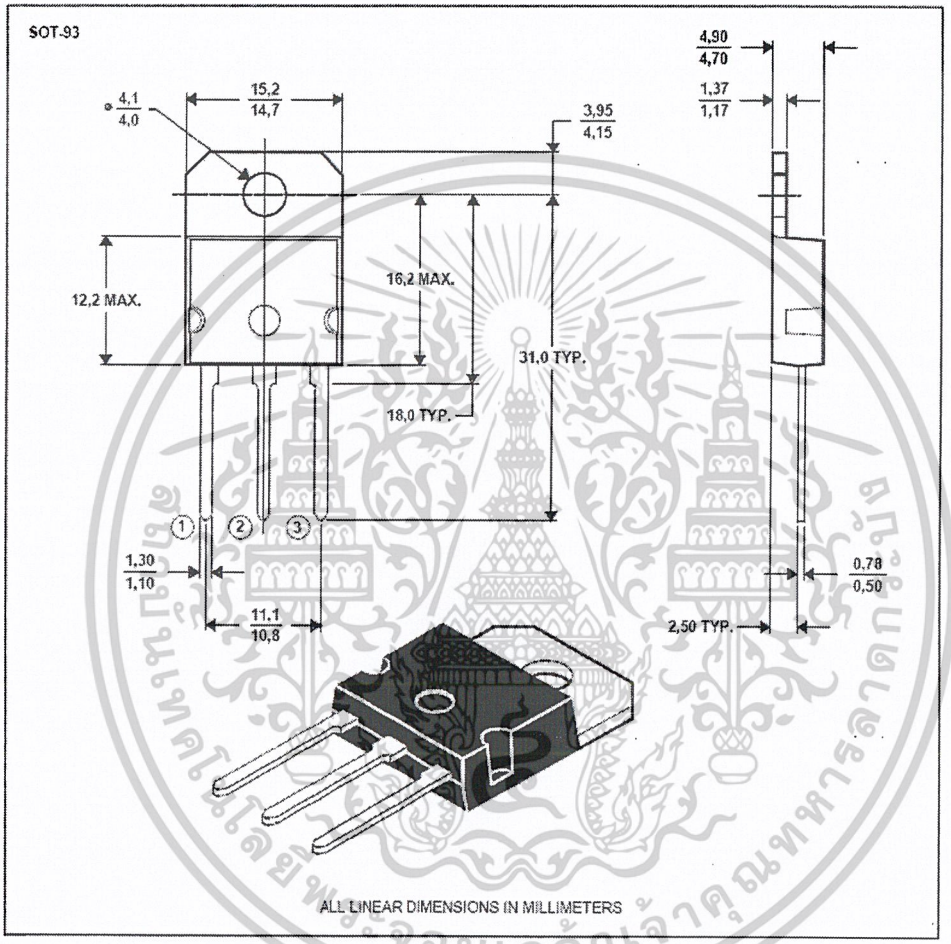
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MECHANICAL DATA

SOT-93

3-pin plastic flange-mount package

This single-in-line package consists of a circuit mounted on a lead frame and encapsulated within a plastic compound. The compound will withstand soldering temperature with no deformation, and circuit performance characteristics will remain stable when operated in high humidity conditions. Leads require no additional cleaning or processing when used in soldered assembly.



NOTE A: The centre pin is in electrical contact with the mounting tab.

MDXXAW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Features

- Compatible with MCS-51® Products
- 8K Bytes of In-System Programmable (ISP) Flash Memory
  - Endurance: 1000 Write/Erase Cycles
- 4.0V to 5.5V Operating Range
- Fully Static Operation: 0 Hz to 33 MHz
- Three-level Program Memory Lock
- 256 x 8-bit Internal RAM
- 32 Programmable I/O Lines
- Three 16-bit Timer/Counters
- Eight Interrupt Sources
- Full Duplex UART Serial Channel
- Low-power Idle and Power-down Modes
- Interrupt Recovery from Power-down Mode
- Watchdog Timer
- Dual Data Pointer
- Power-off Flag

Description

The AT89S52 is a low-power, high-performance CMOS 8-bit microcontroller with 8K bytes of in-system programmable Flash memory. The device is manufactured using Atmel's high-density nonvolatile memory technology and is compatible with the industry-standard 80C51 instruction set and pinout. The on-chip Flash allows the program memory to be reprogrammed in-system or by a conventional nonvolatile memory programmer. By combining a versatile 8-bit CPU with in-system programmable Flash on a monolithic chip, the Atmel AT89S52 is a powerful microcontroller which provides a highly-flexible and cost-effective solution to many embedded control applications.

The AT89S52 provides the following standard features: 8K bytes of Flash, 256 bytes of RAM, 32 I/O lines, Watchdog timer, two data pointers, three 16-bit timer/counters, a six-vector two-level interrupt architecture, a full duplex serial port, on-chip oscillator, and clock circuitry. In addition, the AT89S52 is designed with static logic for operation down to zero frequency and supports two software selectable power saving modes. The Idle Mode stops the CPU while allowing the RAM, timer/counters, serial port, and interrupt system to continue functioning. The Power-down mode saves the RAM contents but freezes the oscillator, disabling all other chip functions until the next interrupt or hardware reset.

8-bit Microcontroller with 8K Bytes In-System Programmable Flash

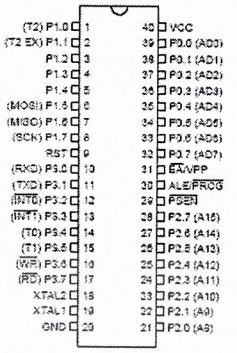
AT89S52

Rev. 1919A-07/01

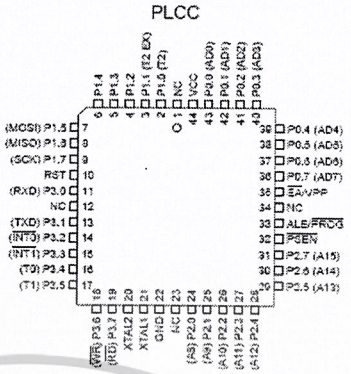
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pin Configurations

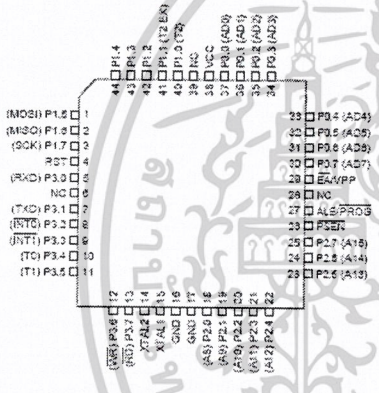
PDIP



PLCC

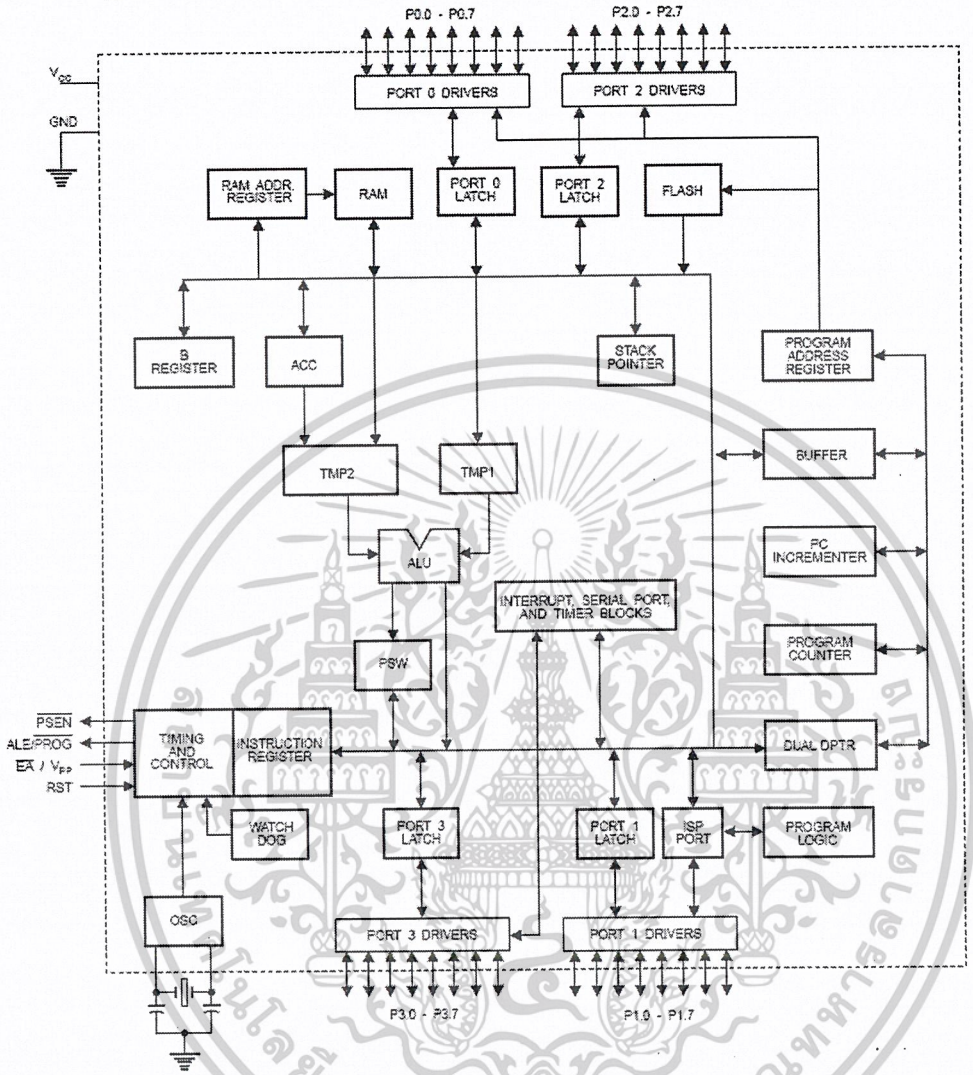


TQFP



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Block Diagram



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pin Description

VCC
Supply voltage.

GND
Ground.

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

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

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

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

In addition, P1.0 and P1.1 can be configured to be the timer/counter 2 external count input (P1.0/T2) and the timer/counter 2 trigger input (P1.1/T2EX), respectively, as shown in the following table.

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

Port Pin	Alternate Functions
P1.0	T2 (external count input to Timer/Counter 2), clock-out
P1.1	T2EX (Timer/Counter 2 capture/reload trigger and direction control)
P1.5	MOSI (used for In-System Programming)
P1.6	MISO (used for In-System Programming)
P1.7	SCK (used for In-System Programming)

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

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

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

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

Port 3 also serves the functions of various special features of the AT89S52, as shown in the following table.

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

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

RST
Reset input. A high on this pin for two machine cycles while the oscillator is running resets the device. This pin drives High for 96 oscillator periods after the Watchdog times out. The DISRTO bit in SFR AUXR (address 8EH) can be used to disable this feature. In the default state of bit DISRTO, the RESET HIGH out feature is enabled.

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

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

If desired, ALE operation can be disabled by setting bit 0 of SFR location 8EH. With the bit set, ALE is active only during a MOVX or MOVC instruction. Otherwise, the pin is

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

weakly pulled high. Setting the ALE-disable bit has no effect if the microcontroller is in external execution mode.

PSEN

Program Store Enable ($\overline{PSEN}$) is the read strobe to external program memory.

When the AT89S52 is executing code from external program memory, $\overline{PSEN}$ is activated twice each machine cycle, except that two $\overline{PSEN}$ activations are skipped during each access to external data memory.

EA/VPP

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

$\overline{EA}$ should be strapped to V_{CC} for internal program executions.

This pin also receives the 12-volt programming enable voltage (V_{PP}) during Flash programming.

XTAL1

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

XTAL2

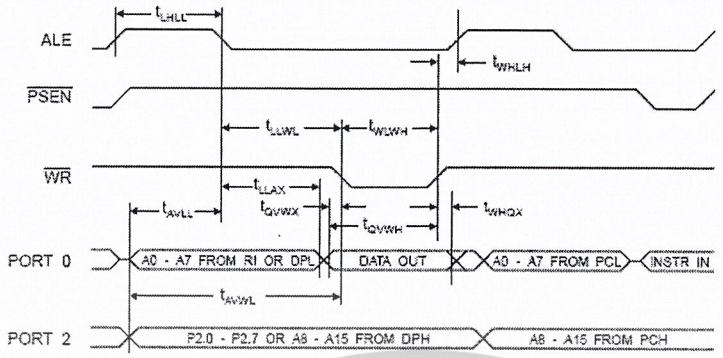
Output from the inverting oscillator amplifier.

Table 1. AT89S52 SFR Map and Reset Values

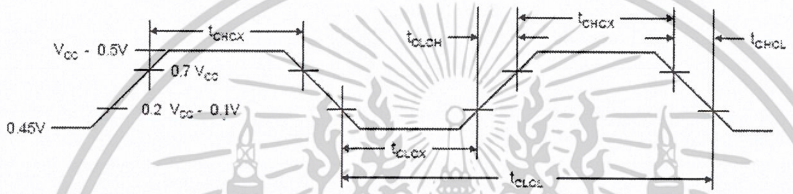
0F8H									0FFH
0F0H	B 00000000								0F7H
0E8H									0EFH
0E0H	ACC 00000000								0E7H
0D8H									0DFH
0D0H	PSW 00000000								0D7H
0C8H	T2CON 00000000	T2MOD XXXXXX00	RCAP2L 00000000	RCAP2H 00000000	TL2 00000000	TH2 00000000			0CFH
0C0H									0C7H
0B8H	IP XX000000								0BFH
0B0H	P3 11111111								0B7H
0A8H	IE 0X000000								0AFH
0A0H	P2 11111111		AUXR1 XXXXXXX0				WDTRST XXXXXXXX		0A7H
98H	SCON 00000000	SBUF XXXXXXXX							9FH
90H	P1 11111111								97H
88H	TCON 00000000	TMOD 00000000	TL0 00000000	TL1 00000000	TH0 00000000	TH1 00000000	AUXR XXX00XX0		8FH
80H	P0 11111111	SP 00000111	DP0L 00000000	DP0H 00000000	DP1L 00000000	DP1H 00000000		PCON 0XXX0000	87H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

External Data Memory Write Cycle



External Clock Drive Waveforms



External Clock Drive

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
$1/t_{CLCL}$	Oscillator Frequency	0	33	MHz
t_{CLCL}	Clock Period	30		ns
t_{CHCX}	High Time	12		ns
t_{CLCX}	Low Time	12		ns
t_{CLCH}	Rise Time		5	ns
t_{CHCL}	Fall Time		5	ns

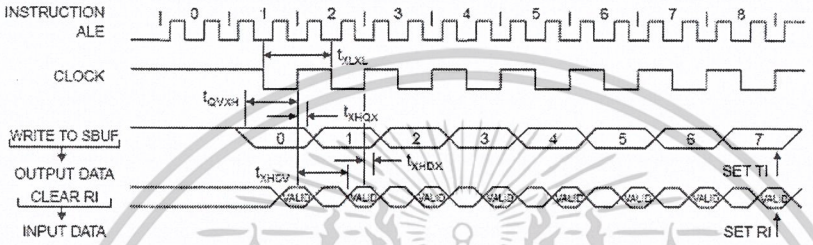
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Serial Port Timing: Shift Register Mode Test Conditions

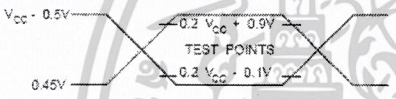
The values in this table are valid for V_{CC} = 4.0V to 5.5V and Load Capacitance = 80 pF.

Symbol	Parameter	12 MHz Osc		Variable Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
t_{XLXL}	Serial Port Clock Cycle Time	1.0		$12t_{CLCL}$		µs
t_{QVXH}	Output Data Setup to Clock Rising Edge	700		$10t_{CLCL}$-133		ns
t_{XHQX}	Output Data Hold After Clock Rising Edge	50		$2t_{CLCL}$-80		ns
t_{XHDX}	Input Data Hold After Clock Rising Edge	0		0		ns
t_{XHDV}	Clock Rising Edge to Input Data Valid		700		$10t_{CLCL}$-133	ns

Shift Register Mode Timing Waveforms

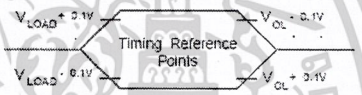


AC Testing Input/Output Waveforms[1]



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

Float Waveforms[1]



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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ordering Information

Speed (MHz)	Power Supply	Ordering Code	Package	Operation Range
24	4.0V to 5.5V	AT89S52-24AC AT89S52-24JC AT89S52-24PC	44A 44J 40P6	Commercial (0°C to 70°C)
		AT89S52-24AI AT89S52-24JI AT89S52-24PI	44A 44J 40P6	Industrial (-40°C to 85°C)
33	4.5V to 5.5V	AT89S52-33AC AT89S52-33JC AT89S52-33PC	44A 44J 40P6	Commercial (0°C to 70°C)

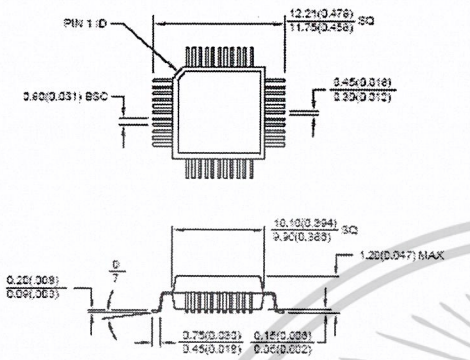
= Preliminary Availability

Package Type	
44A	44-lead, Thin Plastic Gull Wing Quad Flatpack (TQFP)
44J	44-lead, Plastic J-leaded Chip Carrier (PLCC)
40P6	40-pin, 0.600" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

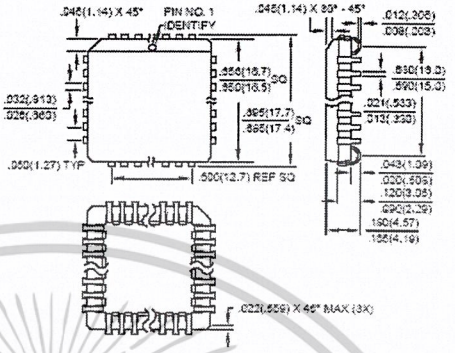
Packaging Information

44A, 44-lead, Thin (1.0 mm) Plastic Gull Wing Quad Flat Package (TQFP)
Dimensions in Millimeters and (Inches)*

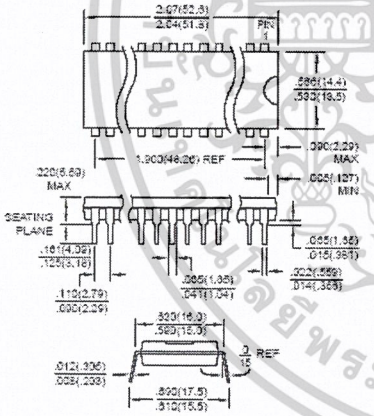


*Controlling dimension: millimeters

44J, 44-lead, Plastic J-leaded Chip Carrier (PLCC)
Dimensions in Inches and (Millimeters)



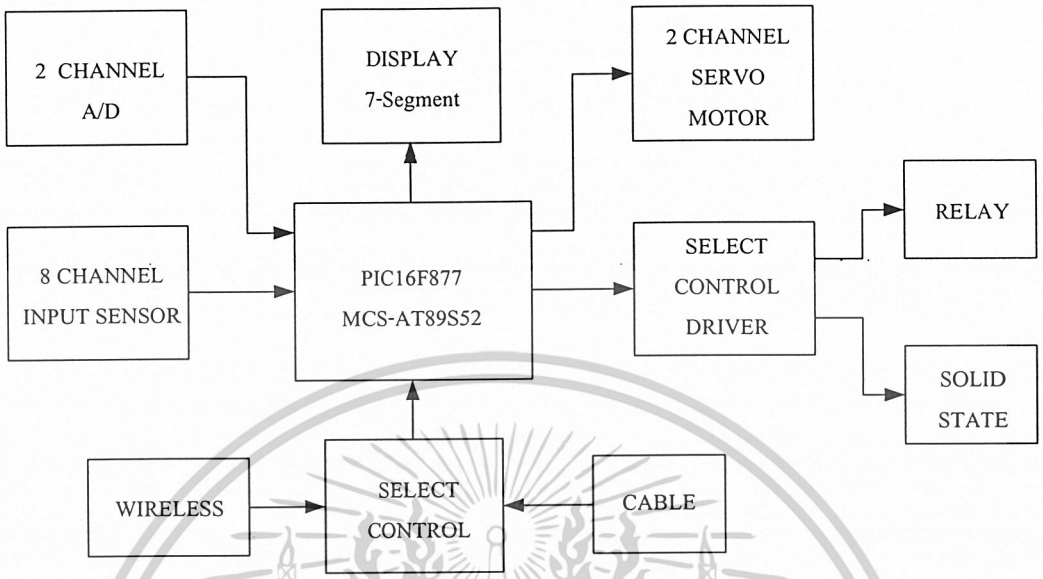
40P6, 40-pin, 0.600" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)
Dimensions in Inches and (Millimeters)
JEDEC STANDARD MS-011 AC



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

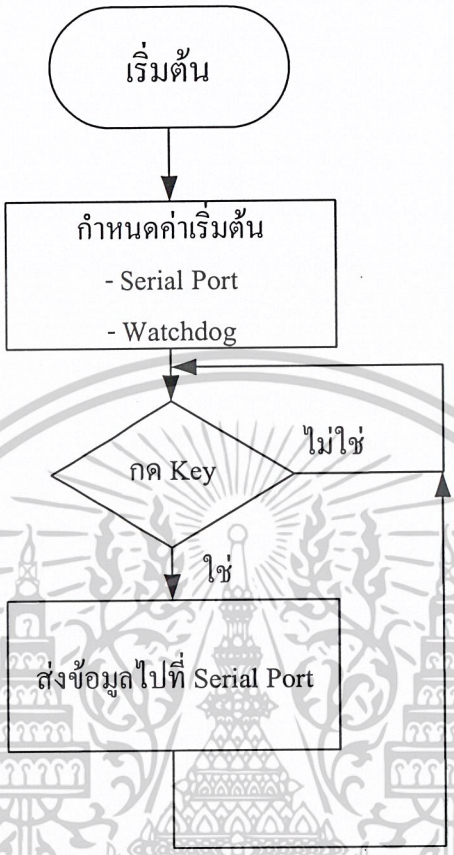
ภาคผนวก จ
แผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



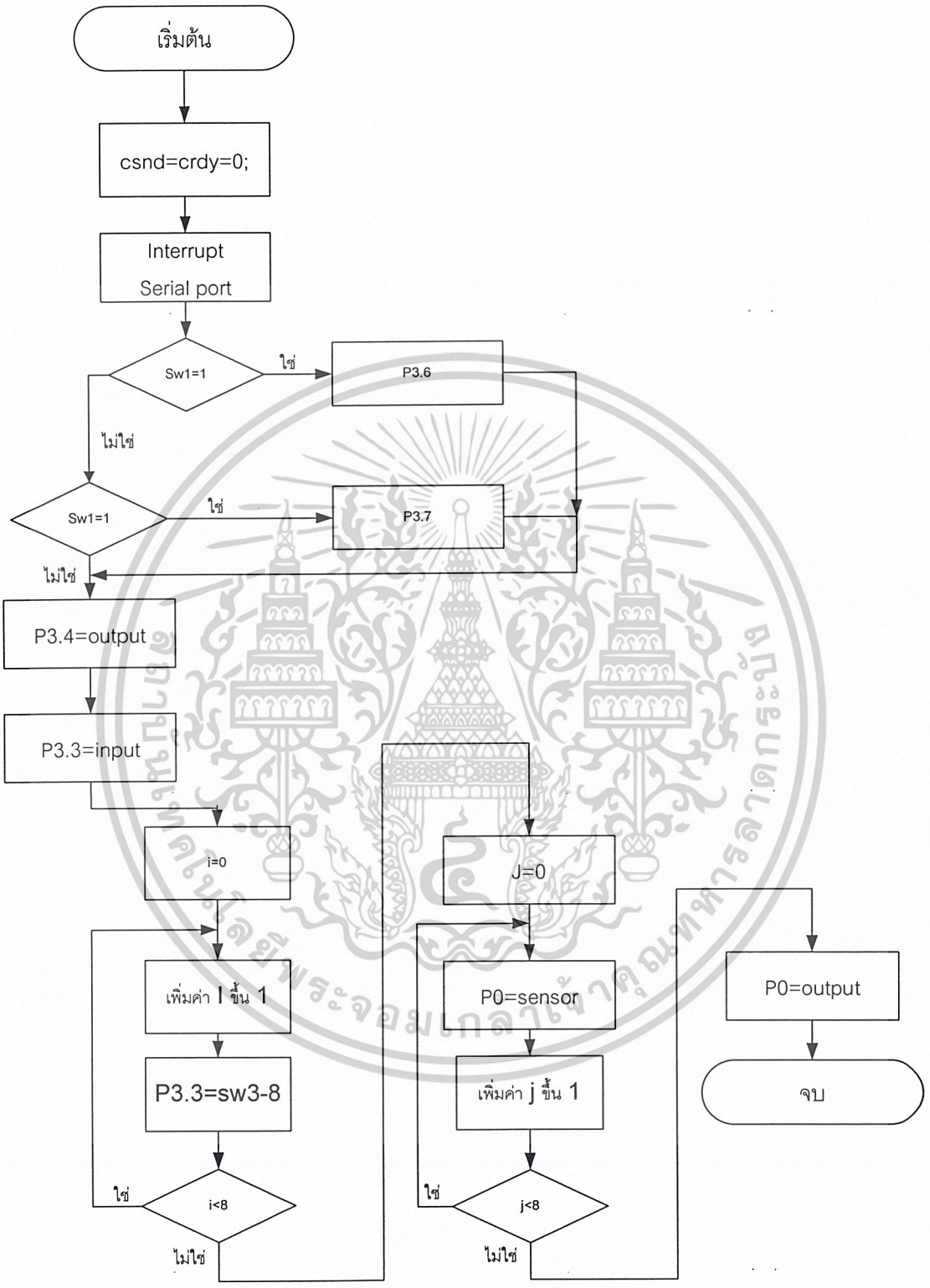
รูปที่ จ.1 ผังการทำงานของบอร์ดเอนกประสงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.2 ผังงานโปรแกรมของรีโมตคอนโทรล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.3 ผังงานโปรแกรมของบอร์ดเอนกประสงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมภาคส่ง

```
#include "D:\Ptect\Remote\snd.h"
   #ZERO_RAM

void main()
{
   int32 i;
   int1  kf;
   char  cs, pb, pd, pbx, pdx;
   char  buf[8];

   set_tris_b (0xff);  // pb= input
   set_tris_d (0xff);  // pd= input

   setup_wdt (WDT_1152MS);     // setup watch dog
   delay_ms (1000);

   pbx=pdx=0x55;  // set first

   while (TRUE)    // main loop
   {
      restart_wdt ();    // reset wdt

      pb=input_b ();
      pb^=0xff;
      pd=input_d ();
      pd^=0xff;

      delay_ms (1);  // delay 1 millisec
      if (++i>300)
      {
         pbx=pb;
         pdx=pd;
         sprintf (buf, ":01%02X%02X", pb, pd);
         cs=buf[0]+buf[1]+buf[2]+buf[3]+buf[4]+buf[5]+buf[6];
         printf ("\r\r:01%02X%02X%02X\r", pb, pd, cs);
         continue;
      }

      if (pb!=pbx || pd!=pdx)     // send to serial
      {
         pbx=pb;
         pdx=pd;
         sprintf (buf, ":01%02X%02X", pb, pd);
         cs=buf[0]+buf[1]+buf[2]+buf[3]+buf[4]+buf[5]+buf[6];
         printf ("\r\r:01%02X%02X%02X\r", pb, pd, cs);
      }
   }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมการทำงานของบอร์ดเอนกประสงค์

```
/*******************************/
/* Robot Driver                */
/* CPU-DS89c51/52              */
/* Last update : 07/04/2548    */
/*******************************/

#include <AT89X52.H>
#include <stdio.h>
#include <absacc.h>
#include <ctype.h>
#include <stdlib.h>
#include <intrins.h>
#include <string.h>

#define CR              13    // Constance define
#define LF              10
#define TRUE  1
#define FALSE 0
#define BUFSIZE         32
#define PCFADD  0x90    /* A/D PCF8591 */

sbit   SCL    =  P3^7;      /* I2c SCL bit */
sbit   SDA    =  P3^6;      /* I2c SDA bit */

sbit   MXCLK  =  P3^5;          /* max 7219 hardware */
sbit   MXLDB  =  P3^4;
sbit   MXDAT  =  P3^3;

char    data    sbuf[BUFSIZE];          // Serial buffer
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
char    data    dbuf[8];
char  data  a, b, idx;
bit             data    csnd, crdy;

unsigned        char    data    da1, da2;
unsigned        int             data    speed;
unsigned        char    data second, sec100, minute;

char  code  str1[]={0x4f, 0x49, 0x0, 0, 2, 0, 0, 5};
char  code  str2[]={10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10};

/*
   Delay sec function
*/

void delay_sec (unsigned char sec)
{
        second=sec100=0;        // reset timer
        while (second<sec)      // wait second
        {
                if      (RI)
                        break;
        }
}

/*
   Delay milisec function
*/

void delay_msec (unsigned char msec)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{
        sec100=0;                       // reset timer
        while (sec100<msec)     // wait second
        {
                if      (RI)
                        break;
        }
}

/*
  Interrupt from serial port
*/

static void serial (void) interrupt 4 using 1
{

//  EA=0;

  if (RI)   /* Recieve bit detected */
  {
    sbuf[idx]=getkey ();  /* Put to buffer */
    RI=0;  /* Clear recieve bit */
    if (sbuf[idx]==CR) /* Cr/Lf detected */
    {
      idx=0;  /* Zero pointer */
      crdy=1;
                        return;
                }

    if (++idx>=BUFSIZE)  /* Buffer full */
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        idx=0;      /* Zero index */
    }

    if ((TI==1)&&(csnd==0))     /* Clear send flag */
        TI=0;

//  EA=1;
}

/*
   Recieve data from serial port 0
*/

/************************************/
/* Dilplay function                 */
/*  - Max 7219 setup                */
/*      input : char decode mode    */
/*  - Max 7219 send byte            */
/*      input : char address, data  */
/*  - clear screen                  */
/*      input  : char number of char */
/*  - Out digit to 7 segment        */
/*      input : char *point buffer  */
/************************************/

void maxbyte (char add, char dta)
{
    char    data   a;

    for (a=0; a<8; a++)             /* send address */
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{
  if ((add&0x80)!=0)          /* Shifting the data */
    MXDAT=1;                  /* from parallel to serial */
  else
    MXDAT=0;
  MXCLK=1;                    /* setting and falling edge */
  MXCLK=0;                    /* the clock pulse */
  add*=2;
}

for (a=0; a<8; a++)           /* send data */
{
  if ((dta&0x80)!=0)          /* Shifting the data */
    MXDAT=1;                  /* from parallel to serial */
  else
    MXDAT=0;
  MXCLK=1;                    /* setting and falling edge */
  MXCLK=0;                    /* the clock pulse */
  dta*=2;
}

MXLDB=1;
MXLDB=0;
}

void maxset (char decode)
{
  MXCLK=0;
  MXLDB=0;
  maxbyte (0x0f, 0);          /* Display test */
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
   maxbyte (0x0c, 1);              /* Shutdown */
   maxbyte (0x09, decode);          /* Decode mode Text */
   maxbyte (0x0a, 0x0c);            /* Intensity */
   maxbyte (0x0b, 7);              /* Scan limit */
}

void clrscr (void)
{
   char   data  a;

   for (a=1; a<=8; a++)            /* put blank to 7 segment */
      maxbyte (a, 15);
}

void outdigit (char *point)
{
   char   data  a, b;

   for (a=0; a<8; a++)             /* Get end (0) position */
   {
      if (point[a]==0L)
         break;
   }
   a--;              /* Starting to put the number */
   b=1;              /* to the 7 segment display */

   while (a>=0)
   {

      if (point[a]=='.')
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    {
      a--;
      maxbyte (b,((point[a]&0x0f)|0x80));  /* Put dot to 7 segment */
    }
    else
    {
      if  (point[a]=='-')
        maxbyte (b, 10);   /* Put - to 7 segment */
      else
        maxbyte (b,( point[a]&0x0f));   /* Put digit to 7 segment */
    }
    a--;
    b++;
  }
}

/*
  Load byte from buffer
*/

void maxload (char *p)
{                   /* max7219 load to display */
  char   data   tmp;

  for (tmp=8; tmp>=1; tmp--, p++)
    maxbyte (tmp, *p);
}

/*
  Bit delay
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
*/

void Bitdl (void)
{
   _nop_();   /* Delay time for read EEPROM */
   _nop_();
}

/*
   Clear(L) SCL line
*/

void Clrscl (void)
{
   SCL = 0;     /* clear line  */
   Bitdl();
}

/*
   Set(H) SCL line
*/

void Setscl (void)
{
   SCL = 1;     /* set line   */
   while(!SCL);
   Bitdl();
}

/*
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
   Pulse gen for SCL line
*/

void Plscl (void)
{
   Setscl();
   Clrscl();
}

/*
   Set stop condition
*/

void Stop (void)
{
   SDA = 0;Setscl();
   SDA = 1;Bitdl();
}

/*
   Set start condition
*/

void Start (void)
{
   SDA = 1;
   Setscl();
   SDA = 0;
   Bitdl();
   Clrscl();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}

/*
   Receive data(byte) from I2C bus
*/

char Rxbyte (void)
{
   unsigned char tmp, dat;

   dat = 0;
   for(tmp=1; tmp<=8; tmp++)  /* Send 1 byte to EEPROM */
   {
      dat <<= 1;Setscl();
      dat |= SDA;Clrscl();
   }
   return(dat);
}

/*
   Transmit data(byte) to I2C bus
*/

bit Txbyte (unsigned com)

{
   bit erflag;

   unsigned char tmp;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  for(tmp=1; tmp<=8; tmp++)
  {
     SDA   = com & 0x80;
     com <<= 1;
     Plscl();
  }

  SDA = 1;
  Setscl();
  if(SDA) erflag = 1;
  else    erflag = 0;
  Clrscl();
  return(erflag);
}

/*  Get data from any register  */
/*  in  -->>  address(addr)     */
/*  in  -->>  register(reg)     */
/*  out <<--  data(*dat)        */
/*  err <<--  0 = no error,1 = error */

bit Getreg (char addr,char reg,char *dat)
{
  if((SCL==0) || (SDA==0))
  {                    /* check line first     */
     return(1);
  }

  Start();
  if(Txbyte(addr))
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  {                    /* Xmit register address  */
     Stop();
     return(1);
  }

  if(Txbyte(reg))
  {                    /* Xmit register command  */
     Stop();
     return(1);
  }
  Start();             /* Set start condition    */

  if(Txbyte(addr|0x01))
  {                /* Xmit register address + receive command */
     Stop();
     return(1);
  }

  *dat = Rxbyte();        /* Recv data byte        */
  SDA = 1;
  Plscl();
  Stop();
  return(0);           /* return data to caller  */
}

/*  Put data to any register   */
/*  in  -->>  address(addr)    */
/*  in  -->>  register(reg)    */
/*  in  -->>  data(dat)        */
/*  err <<--  0 = no error,1 = error */
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
bit Putreg(char addr,char reg,char dat)
{

  if((SCL==0) || (SDA==0))
  {                    /* Ckeck line first     */
    return(1);         /* line is busy return 1 */
  }

  Start();             /* Set Start condition   */
  if(Txbyte(addr))
  {                    /* Xmit register address */
    Stop();
    return(1);
  }

  if(Txbyte(reg))
  {                    /* Xmit register command */
    Stop();
    return(1);
  }

  Txbyte(dat);         /* Xmit data             */
  Stop();              /* Set stop condition    */
  return(0);

}

/*
  Timer interrupt
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
*/

static void timer0_isr (void) interrupt 1 using 1
{
   if     (++sec100>=100)      // 1/100 sec
   {
                  sec100=0;
          if      (++second>=60)    // 1 sec
          {
          second=0;
          minute++;     // minute
          }
   }

   TH0 = 0xdc;                    /* high byte */
   TL0 = 0;                       /* reload timer 0 value low byte  */
   TR0 = 1;                       /* start timer 0                  */
}

/*
          binary encode


unsigned char bin_encode (unsigned char hi, unsigned char lo)

{
          if      (hi&0x40)         // char detect
          {
                  hi&=0x0f;
                  hi+=9;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        }
        else
                hi&=0x0f;       // number detect
        hi<<=4; // shift right 4 bit
        hi&=0xf0;

        if      (lo&0x40)       // char detect
        {
                lo&=0x0f;
                lo+=9;
        }
        else
                lo&=0x0f;       // number detect

        hi|=lo;
        return (hi);
} */

/*
        Relay function
*/

void relay_cntl (char ch, bit n)

{
        char    code    tbl[]={0xfe, 0xfd, 0xfb, 0xf7, 0xef, 0xdf, 0xbf, 0x7f};

        if      (n)
                P1&=tbl[ch];
        else
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                P1|=tbl[ch]^0xff;
}

/*
        read com port


char read_cmm (void)

{
        crdy=0;

        if      (sbuf[0]!=':')
                return (-1);        // error detect

        a=0;
        a+=sbuf[0];                 // compute chk sum
        a+=sbuf[1];
        a+=sbuf[2];
        b=bin_encode (sbuf[3], sbuf[4]);  // check sum
        if (a!=b)
                return (-1);        // error detect

  a=bin_encode (sbuf[1], sbuf[2]);          // put to analog sw
        a--;
        P1=a;
        return (0);                 // complete
} */

/*
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        Scan input


char scan_input (bit n)

{

} */

ext0 () interrupt 0 using 1          /* External interrupt force */

{                           /* Using reg bank 1 */
        speed++;
}

/*
   Main program
*/

void main (void)

{
        csnd=crdy=0;      // zero Serial Flag

  SCON=0x52;      // Init serial port
  TMOD=0x21;      // Set timer mode
  PCON=0;
  TH1=0xfd;       // 9600 for 51std

  TH0=0xdc;       // Timer interrupt
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
TL0=0;
ET0=1;          // Timer/Counter 0 interrupt enable
TR0=1;
        TR1=1;
IT0=PX0=EX0=1;      /* External int for encoder */
EA=1;           // Enable all interrupt


        idx=0;


        maxset (0x0f);
        maxload (str1);
        for (a=0; a<8; a++)
        {
                relay_cntl (a, 1);
                delay_msec (30);
                relay_cntl (a, 0);
        }


        a=da1=0;
        printf ("\nUniversal control board ready\n");
        maxset (0xff);
        clrscr ();


        while (TRUE)                // main loop
{
                if      (RI)
                {
                        a=SBUF;
                        RI=0;
                        P1=a;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

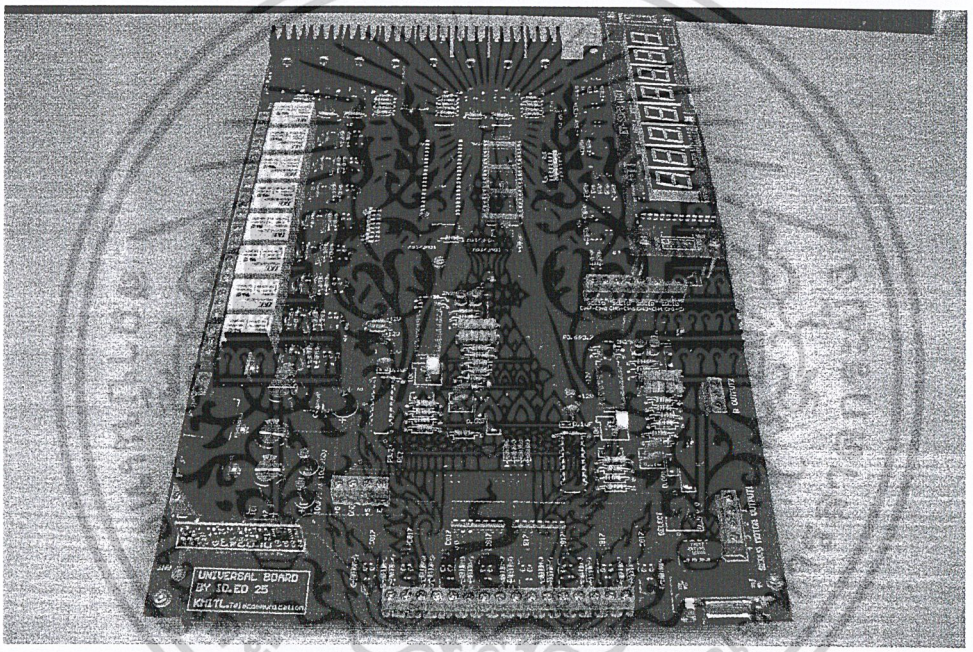
```
                }

//              dbuf[0]=dbuf[1]=dbuf[2]=dbuf[3]=0;
//              speed=0;
//              delay_sec (1);
//              speed*=60;
//              sprintf (dbuf, "%d", speed);
//              outdigit (dbuf);
//              printf ("Speed = %d\r", speed);

//              for     (da1=0; da1<255; da1++)
//              {
//                      Putreg (PCFADD, 0x40, da1);
//                      Putreg (PCFADD+2, 0x40, da1);
//                      delay_msec (10);
//                      printf ("Speed = %02bX \r", da1);
//              }

//              while (TRUE)
//              {
//                      maxset (0x0f);
//                      maxload (str1);
//                      delay_msec (50);
//                      maxset (0xff);
//                      clrscr ();
//                      delay_msec (50);
//              }
//              P1=P0^0xff;
        }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ
คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน
บอร์ดอเนกประสงค์



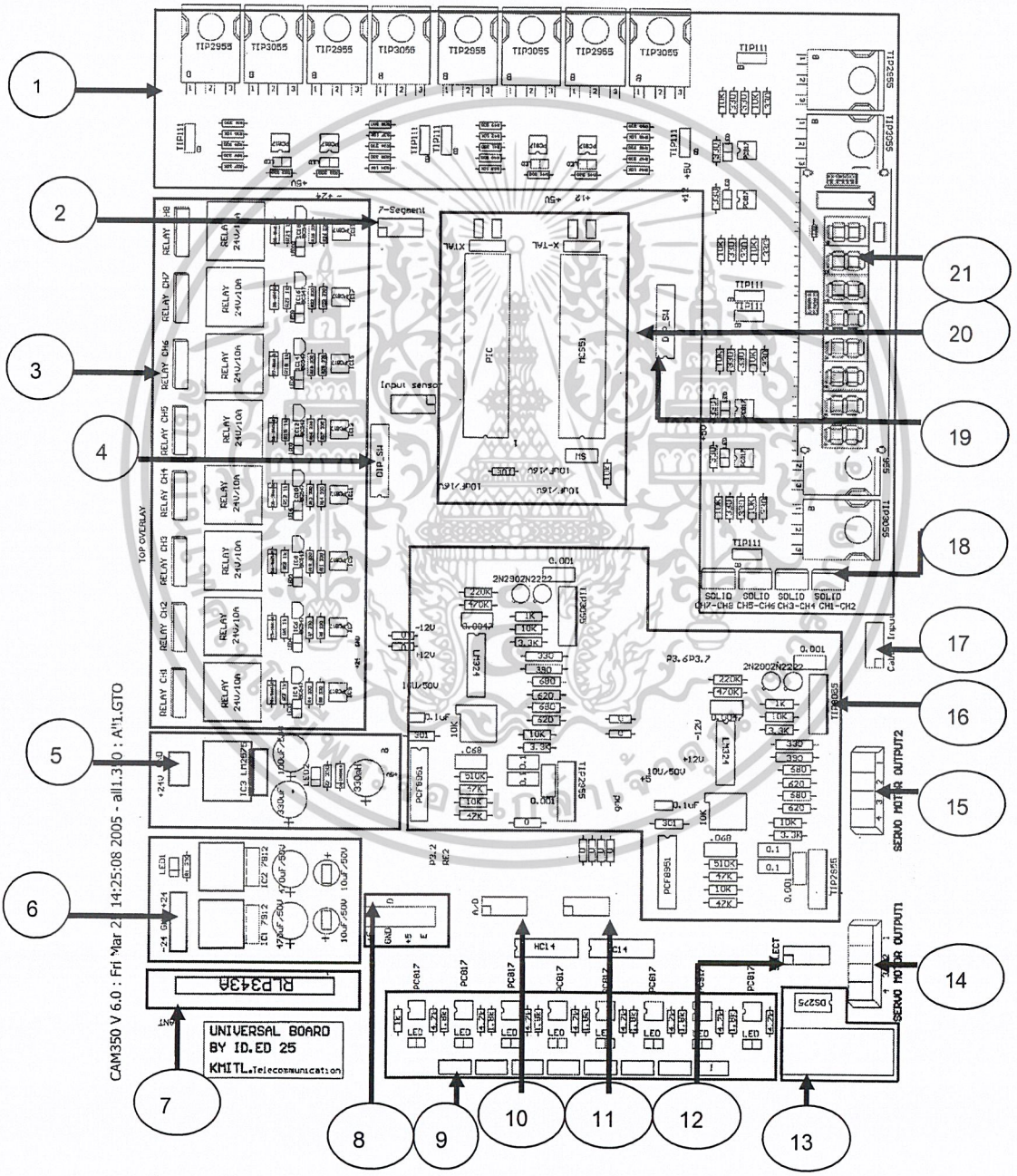
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. คำแนะนำเบื้องต้น

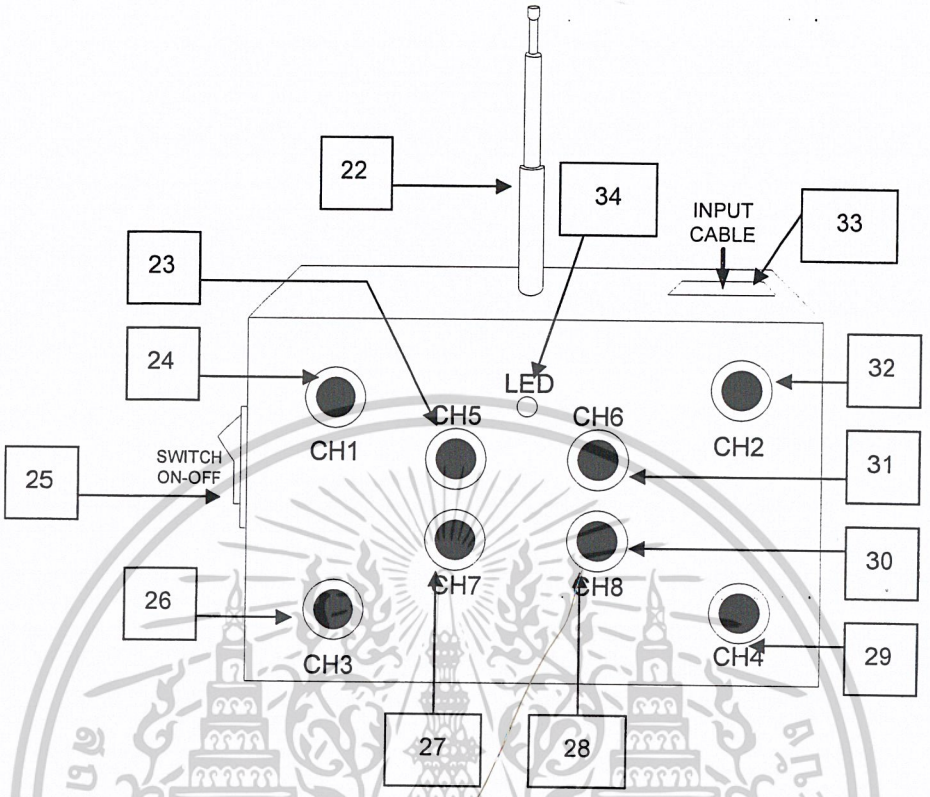
ก่อนที่จะใช้งานบอร์ดเอนกประสงค์ ควรทำการศึกษาการใช้งานจากคู่มือให้เข้าใจเพื่อ การใช้งานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพและเป็นการป้องกันการเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับขึ้นกับบอร์ดเอนกประสงค์

2. ส่วนประกอบและปุ่มควบคุม



รูปที่ ฉ.1 ตำแหน่งของวงจรภาคต่างๆและจุดเชื่อมต่อบนบอร์ดเอนกประสงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ฉ.2 ตำแหน่งปุ่มควบคุมและรายละเอียดต่างๆบนรีโมตคอนโทรล

จากรูปที่ ฉ.1 และรูปที่ ฉ.2 มีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

1. ภาควงจรควบคุมโซลิทสเตจจำนวน 8 ช่อง
2. พอร์ตเชื่อมต่อสิบขาเชื่อมต่อระหว่างชุดเซเว่นเซ็กเมนต์กับตัวประมวลผล
3. ภาควงจรควบคุมรีเลย์จำนวน 8 ช่อง
4. ดิฟสวิตช์เลือกใช้งานวงจรควบคุมรีเลย์
5. จุดต่อแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง 24 โวลต์ดีซี
6. จุดต่อแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง +24 โวลต์ดีซีและ -24 โวลท์ดีซี
7. ภาครับสัญญาณวิทยุ
8. จุดต่ออุปกรณ์วัดรอบมอเตอร์
9. จุดเชื่อมต่ออินพุตเซ็นเซอร์จำนวน 8 ช่อง
10. พอร์ตเชื่อมต่อสิบขาเชื่อมต่อวงจรเอทูดีเข้ากับตัวประมวลผลกลาง
11. พอร์ตเชื่อมต่อสิบขาเชื่อมต่อวงจรอินพุทเซ็นเซอร์เข้ากับตัวประมวลผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12. จัมเปอร์เลือกว่าจะทำการติดต่อโดยวงจรรีโมทคอนโทรลหรือวงจรติดต่อข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรม
13. ภาควงจรติดต่อข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรม
14. จุดต่อเซอร์โวมอเตอร์ตัวที่ 1
15. จุดต่อเซอร์โวมอเตอร์ตัวที่ 2
16. ภาควงจรควบคุมเซอร์โวมอเตอร์
17. พอร์ตเชื่อมต่อสิบขาเชื่อมต่อระหว่างเคเบิ้ลกับตัวประมวลผล
18. จุดต่อมอเตอร์โดยใช้วงจรโซลิดสเตทในการควบคุมจำนวน 8 ช่อง
19. ดิฟสวิตช์เลือกใช้งานวงจรควบคุมโซลิทสเตจ
20. ภาควงจรประมวลผล
21. ภาควงจรแสดงผล
22. สายอากาศ
23. ปุ่มช่องที่ 5
24. ปุ่มช่องที่ 1
25. สวิตช์ปิด-เปิด
26. ปุ่มช่องที่ 3
27. ปุ่มช่องที่ 7
28. ปุ่มช่องที่ 8
29. ปุ่มช่องที่ 4
30. ปุ่มช่องที่ 8
31. ปุ่มช่องที่ 6
32. ปุ่มช่องที่ 2
33. ช่องต่อสายเคเบิลเข้าสู่บอร์ดเอนกประสงค์
34. แอลอีดีแสดงสภาวะการทำงาน

3. การติดตั้งและใช้งาน

3.1 ทำการต่อไฟให้กับวงจรโดยจะใช้ไฟกระแสตรง 24 โวลต์จำนวนสองก้อน

3.2 ทำการเลือกการใช้ชุดรีเลย์หรือใช้ชุดโซลิดสเตทโดยต้องการใช้วงจรใดก็เลือกดิฟสวิตช์ไปที่ตำแหน่ง ON วงจรทั้งสองจะควบคุมโดยตัวประมวลผลกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ทำการต่ออุปกรณ์ที่ต้องการใช้งานเช่นมอเตอร์ในช่องต่อเอาต์พุทของรีเลย์หรือช่องต่อเอาต์พุทของวงจรโซลิดสเตท

3.4 ทำการติดตั้งชุดวัดรอบมอเตอร์พร้อมทำการวัดรอบมอเตอร์

3.5 ทำการติดตั้งชุดเซ็นเซอร์เพื่อนำสัญญาณเข้าสู่ภาคอินพุตเซ็นเซอร์

3.6 ทำการต่อเซอร์โวมอเตอร์เข้าที่ช้องเอาต์พุทเซอร์โวมอเตอร์พร้อมทำการบังคับทิศทาง

3.7 ทำการเปิดสวิตช์ชุดรีโมท์คอนโทรลพร้อมทั้งทำการกดสวิตช์เพื่อดูความเปลี่ยนแปลงของเอาต์พุทที่กำหนดไว้ในโปรแกรม

3.8 ทำการปิดสวิตช์บนชุดรีโมท์คอนโทรล ต่อพอร์ทเคเบิ้ลพร้อมทั้งทำการกดสวิตช์เพื่อดูความเปลี่ยนแปลงของเอาต์พุทที่กำหนดไว้ในโปรแกรม

3.9 หากใช้งานเสร็จแล้วและไม่ต้องการใช้งานต่อให้ทำการถอดแบตเตอรี่และเก็บอุปกรณ์ต่อพ่วงต่างๆ ให้เรียบร้อย

4. การแก้ปัญหาเบื้องต้น

เมื่อท่านประสบปัญหาในการใช้งานบอร์ดเอนกประสงค์ สามารถตรวจสอบแนวทางแก้ปัญหาเบื้องต้น ได้จากตารางข้างล่างนี้

ตารางที่ ฉ.1 การแก้ปัญหาเบื้องต้น

อาการ	สาเหตุและ/หรือวิธีแก้ไข
บอร์ดเอนกประสงค์ไม่ทำงาน	ตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟเลี้ยง, กดสวิตช์รีเซต
ชุดรีโมทคอนโทรลไม่ทำงาน	ตรวจสอบแบตเตอรี่ 9 โวลต์ที่อยู่ในกล่องควบคุม

5. การดูแลรักษาและข้อควรระวัง

5.1 การดูแลรักษา

1) ไม่ควรเก็บบอร์ดเอนกประสงค์ ในที่อุณหภูมิสูง หรือมีความชื้นสูง ควรวางไว้ในห้องที่มีอุณหภูมิพอเหมาะ
2) ตรวจสอบชุดรับส่ง ที่ใช้ในการรับ-ส่ง สัญญาณ ไม่ให้มีฝุ่นจับ
3) ควรเช็ดทำความสะอาดตัวหุ่นยนต์เป็นระยะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ข้อควรระวัง

1) ระวังความชื้นอันอาจจะทำให้วงจรภายในบอร์ดเอนกประสงค์ เกิดความเสียหายได้

2) อย่าจ่ายแรงดันไฟเกินเพราะอาจทำให้บอร์ดเอนกประสงค์ เสียหายได้

3) ขณะวงจรกำลังทำงานไม่ควรอยู่ใกล้แหล่งกำเนิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้า

4) ห้ามทำให้เกิดการกระแทกเพราะจะทำให้อุปกรณ์ภายในเสียหายได้

6. ข้อมูลจำเพาะ

ตารางที่ ฉ.2 ข้อมูลจำเพาะของบอร์ดเอนกประสงค์

คุณสมบัติ	รายละเอียด
แหล่งจ่ายไฟ	ไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์ 4 แอมป์
เอาต์พุทรีเลย์	8 ช่อง
เอาต์พุทวงจรโซลิดสเตท	8 ช่อง
อินพุทเซ็นเซอร์	8 ช่อง
เอาต์พุทเซอร์โวมอเตอร์	2 ช่อง
วัดรอบมอเตอร์	แสดงผลผ่าน 7-Segment แปดหลัก
ส่วนควบคุม	ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ PIC16F877A จำนวน 1 ตัว และ เบอร์ AT89C51 จำนวน 1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล นางสาวคัคนางค์ สมบูรณ์

วัน เดือน ปีเกิด 22 มิถุนายน พ.ศ. 2526

ภูมิลำเนา 64 หมู่ 3 เขตบึงกุ่ม แขวงสะพานสูง กรุงเทพ 10240
โทรศัพท์ 0-9883-9333

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา โรงเรียนหัวหมากวิทยา จังหวัดกรุงเทพ

มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า จังหวัดกรุงเทพ

ประกาศนียบัตรวิชาชีพ เทคโนโลยีดุสิต จังหวัดกรุงเทพ

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี จังหวัดกรุงเทพ

ปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหรรม สจล.

คติพจน์ คิดใหม่ทำใหม่หากใจคิด จงพินิจตรึกตรองให้ถ่องแท้
หากคิดได้ ทำได้ไม่ต้องแคร์ ที่ถูกแน่คือคิดทำแต่ความดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล นายอนุชา พันธ์ฉลาด

วัน เดือน ปีเกิด 17 ธันวาคม พ.ศ. 2525

ภูมิลำเนา 16/1 หมู่ที่ 5 ตำบลเชิงทะเล อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต 83110 โทรศัพท์ 0-1539-5733

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา โรงเรียนบ้านบางเทา จังหวัดภูเก็ต

มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเชิงทะเลวิทยาคม จังหวัดภูเก็ต

ประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคนิคภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต

ปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

คติพจน์ ตั้งใจทำวันนี้ให้ดีก่อน อย่าอาวรณ์ถึงพรุ่งนี้หรือวันไหน
หากวันนี้ดีได้ดังตั้งใจ จงวางใจวันต่อไป ต้องได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล นายหนึ่ง เมืองบรรจง

วัน เดือน ปีเกิด 15 สิงหาคมน พ.ศ. 2525

ภูมิลำเนา 006 ตำบลปากพนัง อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช 18400 โทรศัพท์ 0-929-7157

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา โรงเรียนเทศบาลปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช

มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช

ประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคโนโลยีและอุตสาหกรรมการต่อเรือนครศรีธรรมราช

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคโนโลยีและอุตสาหกรรมการต่อเรือนครศรีธรรมราช

ปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหรรม สจล.

คติพจน์ ปัญหาทุกอย่างมีทางแก้ ท้อได้แต่ห้ามถอย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล นายพีระ ศรีรินทร์

วัน เดือน ปีเกิด 30 ธันวาคม พ.ศ. 2525

ภูมิลำเนา 44/17 หมู่ที่ 2 ตำบลถ้ำใหญ่ อำเภอทุ่งสง
จังหวัดนครศรีธรรมราช 80110 โทรศัพท์ 0-6685-0986

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา โรงเรียนมหาราช 3 จังหวัดนครศรีธรรมราช

มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเบญจมราชูทิศ นครศรีธรรมราช

ประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคนครศรีธรรมราช

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคนิคนครศรีธรรมราช

ปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหรรม สจล.

คติพจน์ ระยะทางพิสูจน์ม้า กาลเวลาพิสูจน์คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล นายพีระ ศรีรินทร์

วัน เดือน ปีเกิด 30 ธันวาคม พ.ศ. 2525

ภูมิลำเนา 44/17 หมู่ที่ 2 ตำบลถ้ำใหญ่ อำเภอทุ่งสง
จังหวัดนครศรีธรรมราช 80110 โทรศัพท์ 0-6685-0986

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา โรงเรียนมหาราช 3 จังหวัดนครศรีธรรมราช

มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเบญจมราชูทิศ นครศรีธรรมราช

ประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคนครศรีธรรมราช

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคนิคนครศรีธรรมราช

ปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหรรม สจล.

คติพจน์ ระยะทางพิสูจน์ม้า กาลเวลาพิสูจน์คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้