

ปริญญาานิพนธ์

มาตรวัดระยะทางและความเร็วแสดงผลแบบดิจิทัล

DISTANCE AND SPEED MEASURE DIGITAL DISPLAY



นางสาวอรุณี สีสานเก็ม
นายบรรจง โพธิ์แก้ว

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไป

เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 59459
วัน,เดือน,ปี - 5 ส.ย. 2549

ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
b. 11368896
i.....

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง มาตรการวัดระยะทางและความเร็วแสดงผลแบบดิจิทัล

Distance and Speed Measure Digital Display

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาวิธีการวัดระยะทางและความเร็วแสดงผลแบบดิจิทัล
2. เพื่อออกแบบมาตรการวัดระยะทางและความเร็วแสดงผลแบบดิจิทัล
3. เพื่อสร้างมาตรการวัดระยะทางและความเร็วแสดงผลแบบดิจิทัล
4. เพื่อทดสอบมาตรการวัดระยะทางและความเร็วแสดงผลแบบดิจิทัล
5. เพื่อนำมาตรการวัดระยะทางและความเร็วแสดงผลแบบดิจิทัลไปทดลองใช้งาน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ความรู้ในเรื่องการวัดระยะทางและความเร็วแสดงผลแบบดิจิทัล
2. ได้วงจรมาตรการวัดระยะทางและความเร็วแสดงผลแบบดิจิทัล
3. ได้เครื่องต้นแบบมาตรการวัดระยะทางและความเร็วแสดงผลแบบดิจิทัล
4. ได้ทดสอบมาตรการวัดระยะทางและความเร็วแสดงผลแบบดิจิทัล
5. ได้มาตรการวัดระยะทางและความเร็วแสดงผลแบบดิจิทัลไปทดลองใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	มาตรวัดระยะทางและความเร็วแสดงผลแบบดิจิทัล	
นักศึกษา	นางสาวครุณี	สียานเก็ม
	นายบรรจง	โพธิ์แก้ว
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ปิยะ	จิตธรรมมาภิรมย์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผศ.วิสุทธิ	อชิพรธรรม
หลักสูตร	ครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมบัณฑิต	
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม	
ปีการศึกษา	2547	

บทคัดย่อ

ปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอการออกแบบ และการสร้างเครื่องต้นแบบมาตรวัดระยะทางและความเร็วแสดงผลแบบดิจิทัล มาตรวัดระยะทางและความเร็ว แบ่งเป็น 3 ส่วน คือส่วนที่หนึ่งเป็นส่วนของภาคควบคุมและประมวลผล ส่วนที่สองเป็นส่วนของอุปกรณ์เซนเซอร์ ส่วนที่สามเป็นส่วนของภาคแสดงผลระยะทางและความเร็วที่แสดงผลโดยแอลอีดีเจ็ดส่วน มาตรวัดระยะทางและความเร็ว ทำเป็นเครื่องต้นแบบที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานในการวัดระยะทางและความเร็วในรถจักรยานยนต์ต่อไปได้

II

Thesis Title	Distance and Speed Measure Digital Display	
Students	Miss Darunee	Seeyankem
	Mr.Banjoong	Porkaew
Advisor	Mr.Piya	Jittummapiom
Co-Advisor	Asst.Prof.Wisuit	Athipornthum
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education	
Program in	Industrial Instrument Technology	
Academic Year	2004	

ABSTRACT

This thesis presents how to design and create the model of Distance and Speed Measure Digital Display. It is the model that can be applied to measure the distance and speed of a motorcycle. It is divided into three sections. The first section contains the control panel and the evaluation system. The second is sensor section. The third is display section.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีเนื่องมาจากความร่วมมือของสมาชิกภายในกลุ่ม ขอขอบคุณอาจารย์ปิยะ จิตธรรมมาภิรมย์ ที่ให้คำแนะนำ แนวความคิด ความรู้ต่างๆ แนวทางการแก้ไขปัญหาในการจัดทำปริญญานิพนธ์ ขอขอบคุณห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมที่ได้ช่วยอำนวยความสะดวก และเอื้อเฟื้อสถานที่ในการค้นคว้าข้อมูล ขอขอบคุณคุณอนุศักดิ์ บิสลาม ที่ให้ความช่วยเหลือในการจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สุดท้ายที่ควรระลึกถึงและขอขอบคุณอย่างยิ่งคือ บิดาและมารดาซึ่งเป็นผู้ที่ให้ความสนับสนุนด้านการศึกษา และเป็นผู้ที่ให้ความสำคัญด้วยดีเสมอตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูป	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 ขีดความสามารถของโครงการ	1
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 กล่าวนำ	3
2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	3
2.2.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	3
2.2.2 การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	3
2.3 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ I ² C	8
2.3.1 คุณสมบัติโดยทั่วไปของบัส I ² C	9
2.3.2 หลักการของบัส I ² C	10
2.3.3 สถานะที่เกิดขึ้นบนบัส I ² C	10
2.3.4 การทำงานบนบัส I ² C	12
2.3.5 การต่ออุปกรณ์ระบบบัส I ² C กับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	13
2.4 ไอซีสร้างฐานเวลาจริงหรือรีลไทม์คล็อก	13
2.4.1 รายละเอียดขาต่อใช้งานของไอซี DS1307	14
2.4.2 การทำงานของไอซี DS1307	14
2.4.3 รีจิสเตอร์ควบคุม	15
2.4.4 โหมดการทำงานของไอซี DS1307	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เชื่อมต่อไอซี DS1307 กับไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ประโยชน์ในการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.5 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ LED ตัวเลข 7 ส่วน	18
2.5.1 การขับ LED ตัวเลข 7 ส่วนแบบหลักเดียว	21
2.5.2 การขับ LED ตัวเลข 7 ส่วนแบบมัลติเพล็กซ์	21
2.6 การทำงานของอุปกรณ์เซนเซอร์	24
2.6.1 โครงสร้างและการทำงานของารรับแสง	24
2.6.2 สารและโครงสร้างของอุปกรณ์รับแสง	25
2.6.3 คุณสมบัติของอุปกรณ์รับแสง	27
2.6.4 อุปกรณ์ PSD	31
2.6.5 หลักการทำงาน	34
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	36
3.1 แผนผังการทำงานของมาตรวัดระยะทางและความเร็ว	36
3.2 หลักการทำงานของแผนผังของมาตรวัดระยะทางและความเร็ว	38
3.3 การทำงานของมาตรวัดระยะทางและความเร็วแสดงผลแบบดิจิตอล	39
3.3.1 แผนผังการทำงานของมาตรวัดระยะทางและความเร็ว	39
3.3.2 หลักการทำงาน	39
3.4 วงจรภาคจ่ายไฟ	40
3.4.1 การออกแบบและการสร้าง	40
3.4.2 หลักการทำงาน	40
3.5 มาตรวัดระยะทางและความเร็วแสดงผลแบบดิจิตอล	41
3.5.1 การออกแบบและการสร้าง	41
3.5.2 หลักการทำงาน	42
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	43
4.1 การทดลองของมาตรวัดระยะทางและความเร็ว	43
4.2 ขั้นตอนการทดลอง	43
4.3 ผลการทดลองการวัดความเร็ว	44
4.4 ผลการทดลองการวัดระยะทาง	46
4.5 สรุปผลการทดลอง	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่คัดลอก รับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 5 บทสรุป	48
5.1 สรุป	48
5.2 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข	48
5.3 แนวทางการพัฒนา	49
บรรณานุกรม	50
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	51
ภาคผนวก ข วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์	53
ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์	56
ภาคผนวก ง แผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรม	59
ประวัติผู้แต่ง	77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 การเลือกใช้ความถี่ของสัญญาณสี่เหลี่ยม	16
2.2 ข้อมูลของการแสดงตัวเลข 0-F ของ LED ตัวเลข 7 ส่วนแบบแคโทดร่วม	22
2.3 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของอุปกรณ์รับแสง	29
4.1 ปรับความเร็วที่มอเตอร์ที่ 10 พัลส์ / วินาที	44
4.2 ปรับความเร็วที่มอเตอร์ที่ 30 พัลส์ / วินาที	44
4.3 ปรับความเร็วที่มอเตอร์ที่ 50 พัลส์ / วินาที	44
4.4 ปรับความเร็วที่มอเตอร์ที่ 100 พัลส์ / วินาที	45
4.5 ปรับความเร็วที่มอเตอร์ที่ 200 พัลส์ / วินาที	45
4.6 ปรับความเร็วที่มอเตอร์ที่ 500 พัลส์ / วินาที	45
4.7 ปรับความเร็วที่มอเตอร์ที่ 1000 พัลส์ / วินาที	46
4.8 วัดจำนวนรอบของมอเตอร์ 100 รอบ มีค่าเท่ากับ 225 เมตร	46
4.9 วัดจำนวนรอบของมอเตอร์ 300 รอบ มีค่าเท่ากับ 675 เมตร	46
4.10 วัดจำนวนรอบของมอเตอร์ 1000 รอบ มีค่าเท่ากับ 2.25 กิโลเมตร	47
4.11 วัดจำนวนรอบของมอเตอร์ 5000 รอบ มีค่าเท่ากับ 11.25 กิโลเมตร	47
ค.1 รายการอุปกรณ์ของวงจรภาคจ่ายไฟ	55
ค.2 รายการอุปกรณ์ของวงจรภาคแสดงผลและเซนเซอร์	55

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชในอนุกรม	4
2.2 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชในอนุกรม	5
2.3 รายละเอียดโครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชของ Atmel	6
2.4 การจัดขามาตรฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ในอนุกรม AT89C5X	7
2.5 ผังแสดงการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆ บนระบบบัส I ² C	8
2.6 การต่อตัวต้านทานพูลอัพบนสายสัญญาณในระบบบัส I ² C	9
2.7 การต่อตัวต้านทาน RS เพื่อลดสัญญาณรบกวนขนาดใหญ่ที่อาจเข้ามาในระบบบัส I ² C	9
2.8 รูปแบบของข้อมูลกำหนดแอดเดรสที่ใช้ในการอ้างถึง 7 บิต	11
2.9 แผนผังทางเวลาแสดงสถานะต่างๆ ในบัส I ² C	12
2.10 การจัดขาของไอซี DS1307	14
2.11 โครงสร้างภายในของไอซีรีลไทม์คัลคูลาเตอร์ DS1307	16
2.12 การเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 กับไอซีรีลไทม์คัลคูลาเตอร์ DS1307	18
2.13 รูปร่างและการกำหนดชื่อเซกเมนต์ต่างๆ ของ LED ตัวเลข 7 ส่วน	19
2.14 วงจรภายในของ LED ตัวเลข 7 ส่วนแบบแคโทดร่วม	19
2.15 วงจรภายในของ LED ตัวเลข 7 ส่วนแบบแอนโนดร่วม	20
2.16 การจัดขาของ LED ตัวเลข 7 ส่วน ทั้งแบบตัวเดี่ยวและตัวคู่	21
2.17 การขับ LED แบบมัลติเพิล็กซ์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	23
2.18 วงจรอุปกรณ์รับแสงที่ไม่มีไบแอส	30
2.19 วงจรอุปกรณ์รับแสงที่มีไบแอส	30
2.19 ตัวอย่างอุปกรณ์รับแสง	31
2.20 บริเวณรับแสงของ PSD	32
2.21 ลักษณะโครงสร้างของ PSD	32
2.22 สามเหลี่ยมที่ใช้ในการหาระยะทาง	33
2.23 แผนผังการทำงานในส่วนวัดระยะทางระบบอโต้โฟกัส	35
3.1 ผังการทำงานหลักของมาตรวัดระยะทางและความเร็วแสดงผลแบบดิจิตอล	36
3.1 (ต่อ) ผังการทำงานหลักของมาตรวัดระยะทางและความเร็วแสดงผลแบบดิจิตอล	37
3.2 ผังงานของการประมวลผลระยะทางและความเร็วศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด	37

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.3 ฟังก์ชันของการประมวลผลระยะทางและความเร็วทั้งหมด	38
3.4 แผนผังการทำงานของมาตรวัดระยะทางและความเร็ว	39
3.5 วงจรภาคจ่ายไฟ	40
3.6 วงจรส่วนควบคุมและแสดงผล	41
ก.1 ภาพด้านบนของมาตรวัดระยะทางและความเร็วแสดงผลแบบดิจิทัล	52
ก.2 ภาพด้านหน้าของมาตรวัดระยะทางและความเร็วแสดงผลแบบดิจิทัล	52
ข.1 วงจรส่วนควบคุมและแสดงผล	54
ข.2 แผ่นพิมพ์วงจรส่วนควบคุมและแสดงผล (ด้านบน)	55
ข.3 แผ่นพิมพ์วงจรส่วนควบคุมและแสดงผล (ด้านล่าง)	55
ข.4 วงจรภาคจ่ายไฟ	55
ง.1 ฟังก์ชันการทำงานของมาตรวัดระยะทางและความเร็วแสดงผลแบบดิจิทัล	60
ง.1 (ต่อ) ฟังก์ชันการทำงานของมาตรวัดระยะทางและความเร็วแสดงผลแบบดิจิทัล	61
ง.2 ฟังก์ชันของการประมวลผลระยะทางและความเร็ว	61
ง.3 ฟังก์ชันของการประมวลผลระยะทางและความเร็วทั้งหมด	62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

การวัดระยะทางและความเร็วที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันนั้น ส่วนใหญ่จะใช้การวัดและแสดงผลแบบอนาล็อกค่าที่อ่านได้จะอยู่ในรูปของสเกล ทำให้บางครั้งอาจเกิดความไม่สะดวกในการใช้งาน ผู้เสนอจึงเกิดความสนใจที่จะศึกษาค้นคว้าและ ทำการสร้างมาตรวัดระยะทางและความเร็วของการเคลื่อนที่เพื่อที่จะนำผลการทดลองที่ได้มาแสดงผลแบบดิจิทัล

1.2 ขีดความสามารถของโครงการ

1. สามารถวัดระยะทางที่เดินทางทั้งหมดได้
2. สามารถวัดระยะทางจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งได้
3. สามารถวัดความเร็วของการเคลื่อนที่ได้สูงสุด 300 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
4. สามารถเรียกดูระยะทางที่เดินทางในหนึ่งวันได้

1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาภายในปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งออกเป็นบทต่างๆ เพื่อสะดวกต่อการศึกษาและการทำความเข้าใจ ซึ่งในแต่ละบทจะประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมา และความสำคัญของปฏิญานิพนธ์ขีดความสามารถของการจัดทำโครงการและเนื้อหาในบทต่างๆ โดยสังเขป

บทที่ 2 ประกอบด้วยทฤษฎีต่างๆ เกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ I²C ไอซีสร้างฐานเวลาจริง หรือรีลไทม์คล็อก ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับLED ตัวเลข 7 ส่วน และการทำงานของอุปกรณ์เซนเซอร์

บทที่ 3 กล่าวถึงเนื้อหาที่เกี่ยวกับ แผนผังการทำงานของโครงการ ผังวงจรต่างๆ ที่ใช้ในการจัดทำโครงการ ตลอดจนการออกแบบและการสร้างส่วนประกอบต่างๆ เช่น วงจรภาคจ่ายไฟ วงจรของภาคควบคุมและแสดงผลแบบแอลอีดีเจ็ดส่วน

บทที่ 4 ประกอบด้วยผลการทดลอง ผลการทดลอง และการสรุปผลของการวัดระยะทางและความเร็วแสดงผลโดยแอลอีดีเจ็ดส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 เป็นการสรุปผลการจัดทำโครงการ ปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางในการทำการแก้ไข รวมทั้งแนวทางในการพัฒนา

ภาคผนวก ก แสดงภาพเครื่องต้นแบบ

ภาคผนวก ข ประกอบด้วยผังรายละเอียดวงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

ภาคผนวก ค แสดงรายการอุปกรณ์ที่ใช้ในงานในแต่ละวงจร

ภาคผนวก ง แสดงแผนผังการทำงาน และรหัสต้นฉบับของโปรแกรมทั้งหมดที่สร้างขึ้นมา เพื่อประกอบการทำงานของโครงการ

ภาคผนวก จ แสดงรายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในโครงการ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการ

2.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงเนื้อหา และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการทำมาตรวัดระยะทาง และความเร็ว แสดงผลแบบดิจิทัลเรื่องไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ IC ไอซีสร้างฐานเวลาจริงหรือรีลไทม์คล็อก ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับLED ตัวเลข 7 ส่วน และการทำงานของอุปกรณ์เซนเซอร์

2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

2.2.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51

- 1) เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ซีพียูขนาด 8 บิต
- 2) ภายในมีหน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบแฟลชสามารถลบและเขียนใหม่ได้พันครั้ง
- 3) หน่วยความจำข้อมูลพื้นฐานเป็นหน่วยความจำแบบแรม ในบางเบอร์จะมีหน่วยความจำแบบอีอีพรอมเพิ่มเติม
- 4) ขาพอร์ตเป็นแบบสองทิศทาง สามารถใช้งานเป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต
- 5) มีวงจรสื่อสารอนุกรมแบบฟูลดูเพล็กซ์
- 6) ไทมเมอร์/คาน์เตอร์ ขนาด 16 บิตอย่างน้อย 2 ตัว
- 7) สามารถรองรับแหล่งกำเนิดอินเตอร์รัปต์ได้ 6 ประเภท
- 8) สามารถขยายหน่วยความจำภายนอกเพิ่มเติมได้สูงสุด 64 กิโลไบต์
- 9) มีวงจรกำเนิดสัญญาณพิกายู่ภายในชิป

2.2.2 การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

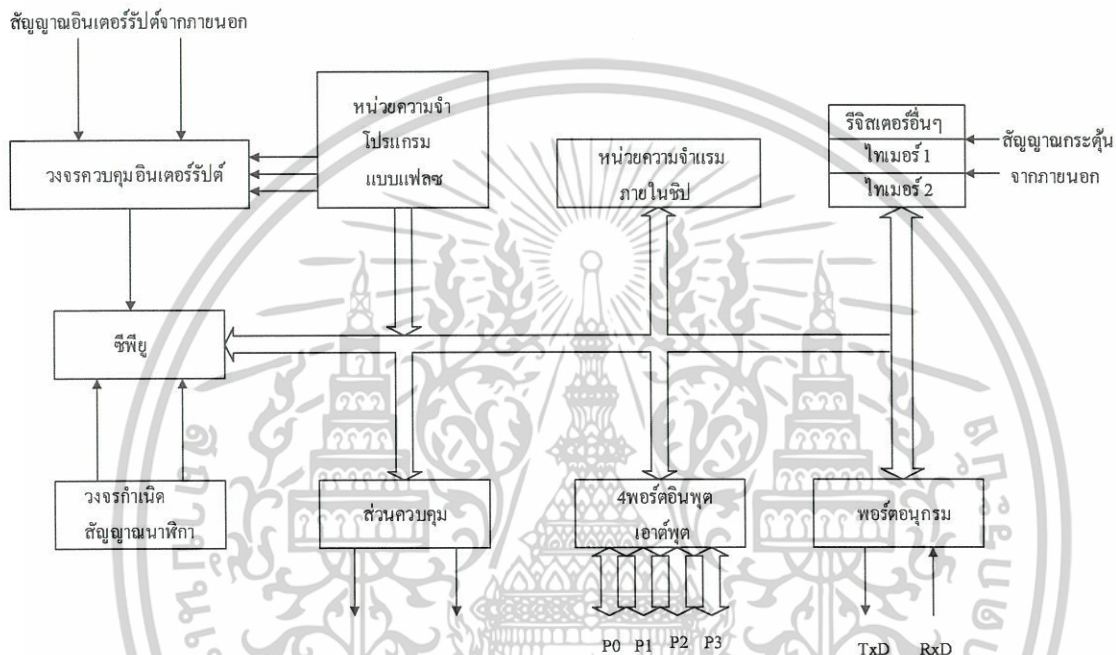
ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ทุกเบอร์จะมีขาใช้งานพื้นฐานเหมือนกัน คือ

- 1) ขา Vcc (ขา 40) ใช้สำหรับต่อไฟเลี้ยง +5 โวลต์
- 2) ขา GND (ขา 20) เป็นขากราวด์ สำหรับต่อกับกราวด์ของระบบ
- 3) ขาพอร์ต 0 (P0.0-P0.7) มี 8 ขา (ขา 32-39) แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุต

และเอาต์พุตสำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ต 0 ขาใดขาหนึ่งเป็นอินพุตก็จะสามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูลไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อกับ ส่งผลให้ขาพอร์ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นั้นมีสถานะปล่อยลอย (float) ขานี้จึงมีอินพุตอิมพีแดนซ์สูงจึงสามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้ดี นอกจากนั้นแล้วขาพอร์ตนี้ยังถูกใช้งานในการติดต่อกับขาแอดเดรสไบต์ต่ำของหน่วยความจำภายนอก (A0-A7) และขาข้อมูล (D0-D7) โดยใช้กระบวนการมัลติเพล็กซ์เข้าช่วย เพื่อให้สามารถสลับการทำงานที่เป็นได้ทั้งขาติดต่อกับแอดเดรสและขาข้อมูล

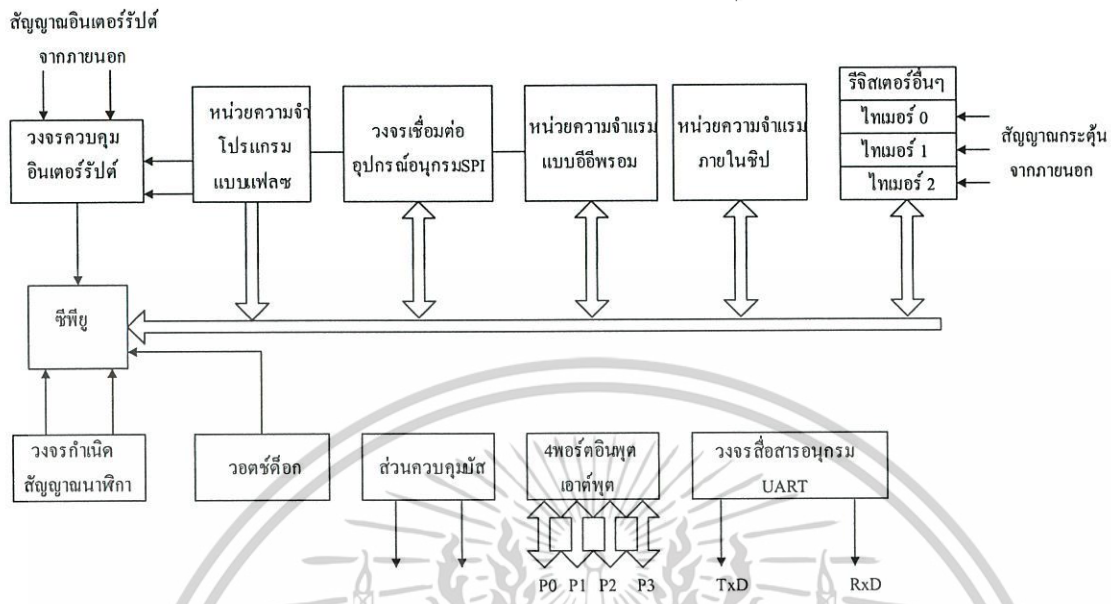


รูปที่ 2.1 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชในอนุกรม AT89CXX

4) ขาพอร์ต 1 (P1.0-P1.7) มี 8 ขา (ขา 1-8) แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุตสำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ตใดเป็นอินพุต สามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล 1 ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย

5) ขาพอร์ต 2 (P2.0-P2.7) มี 8 ขา (ขา 21-28) แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุตสำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ตเป็นอินพุตสามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล 1 ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีสถานะปล่อยลอย (float) จึงมีอินพุตอิมพีแดนซ์สูง สามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้ นอกจากนั้นขาพอร์ตนี้ยังถูกใช้งานในการติดต่อกับขาแอดเดรสไบต์สูงของหน่วยความจำภายนอก (A8-A15)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชในอนุกรม AT89SXX

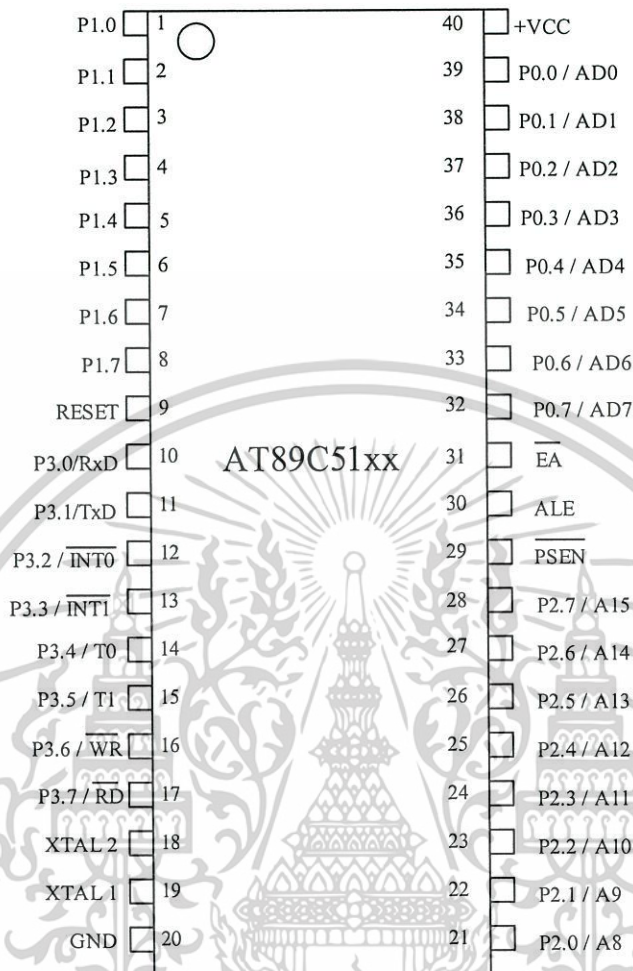
6) ขาพอร์ต 3 (P3.0-P3.7) มี 8 ขา (ขา 10-17) แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นที่ตั้งอินพุตและเอาต์พุตสำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ตใดเป็นอินพุตสามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล 1 ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีสถานะปล่อยลอย (float) จึงมีอินพุตอิมพีแดนซ์สูง สามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้ นอกจากนี้ขาพอร์ต 3 ยังเป็นขาที่มีหน้าที่การใช้งานพิเศษ ดังมีรายละเอียดขั้นต้นต่อไปนี้

- P3.0 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรม หรือขา RxD
- P3.1 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับส่งข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรม หรือขา TxD
- P3.2 ใช้เป็นขาอินพุตรับสัญญาณอินเทอร์รัปต์จากภายนอกช่อง 0 หรือขา INT0
- P3.3 ใช้เป็นขาอินพุตรับสัญญาณอินเทอร์รัปต์จากภายนอกช่อง 1 หรือขา INT1
- P3.4 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณไทมเมอร์จากภายนอกช่อง 0 หรือขา T0
- P3.5 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณอินเทอร์รัปต์จากภายนอกช่อง 1 หรือขา T1
- P3.6 ใช้เป็นขาสัญญาณ WR ในกรณีที่ใช้เชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอก
- P3.7 ใช้เป็นขาสัญญาณ RD ในกรณีที่ใช้เชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอก

7) ขารีเซต (Reset) ใช้ในการรีเซตการทำงานของไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 โดยการป้อนสัญญาณเพื่อรีเซตสถานะที่ขานี้คือ อยู่นีระดับรีเซตอย่างน้อย 2 เมกซีไนซ์เกิดโดยที่

วงจรถอบคุมสัญญาณนาฬิกายังคงทำงานต่อเนื่องไปอย่างเป็นปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 การจัดขามาตรฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-21 ในอนุกรม AT89C5X

8) ขา ALE /PROG (Address Latch Enable / Program pulse input) เป็นขาที่ใช้ในการควบคุมการแลตช์ของขาพอร์ต 0 เมื่อมีการใช้งานหน่วยความจำภายนอก นอกจากนั้นขานี้ยังใช้เป็นขาสำหรับรับพัลส์ของการโปรแกรมสำหรับโปรแกรมข้อมูลลงในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในรุ่นที่มีหน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบอีพรอม

9) ขา $\overline{\text{PSEN}}$ (Program Store Enable) เป็นขาที่ใช้ในการส่งสัญญาณ เพื่อร้องขอติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกเมื่อตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ต้องการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกของตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่ต้องการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณออกมาที่ขานี้ 2 ครั้ง ในแต่ละเมกซ์ชีนไซเกิล แต่ถ้าหากติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอกขานี้จะไม่มีการส่งสัญญาณใดๆ ออกมา

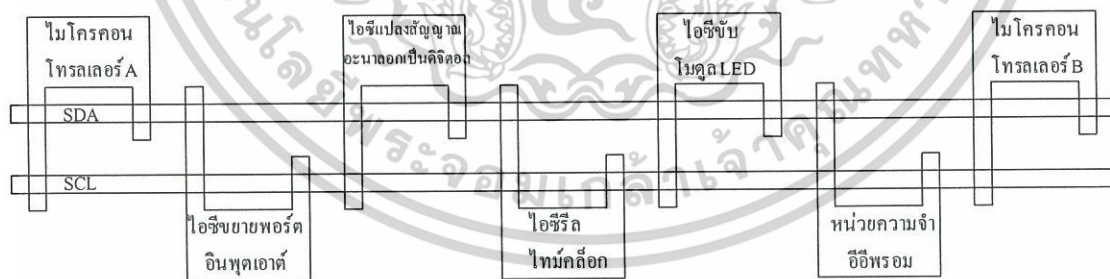
10) ขา $\overline{\text{EA}}$ / Vpp (External Access Enable / Programming voltage input) ใช้สำหรับเลือกเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การติดต่อหน่วยความจำโปรแกรมจากภายนอก หรือภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์แต่ ถ้าหากขา
นี้เป็น 0 เป็นการเลือกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก แต่ถ้า
หากขาเป็น 1 เป็นการเลือกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับหน่วยความจำภายในของตัวมันเอง
นอกจากนี้ที่ขาอื่นๆใช้เป็นขาอินพุตสำหรับแรงดันไฟสูงสำหรับการโปรแกรมหน่วยความจำภายใน
ไมโครคอนโทรลเลอร์ สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชต้องการแรงดันสำหรับการ
การโปรแกรม +12V

11) ขา XTAL1 และ XTAL2 เป็นขาสำหรับต่อคริสตัลเพื่อสร้างสัญญาณนาฬิกาในการ
กำหนดจังหวะการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

2.3 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ I²C

I²C ย่อมาจาก Inter IC Communication หมายถึง การติดต่อสื่อสารระหว่างไอซี โดยบัส
I²C ได้รับการพัฒนาขึ้นโดยฟิลิปส์ (Philips) ด้วยจุดมุ่งหมายหลักคือ ต้องการให้ไอซีหรือไมโคร
สามารถติดต่อ ส่งงานและควบคุมภายใต้สายสัญญาณเพียง 2 เส้น เส้นหนึ่งคือ สายข้อมูล อีกเส้น
หนึ่งคือ สายสัญญาณนาฬิกาที่ใช้ในการกำหนดจังหวะการทำงาน การต่อร่วมกันของอุปกรณ์บน
บัส I²C ทำได้ง่ายมาก เพียงต่อสายข้อมูลและสายสัญญาณนาฬิกาของอุปกรณ์แต่ละตัวขนานหรือ
พ่วงกันไป ส่วนการกำหนดแอดเดรสหรือตำแหน่งสำหรับติดต่ออุปกรณ์แต่ละตัว จะใช้รหัสข้อมูล
และการกำหนดสภาวะลอจิกที่ขาแอดเดรสของอุปกรณ์แต่ละตัว



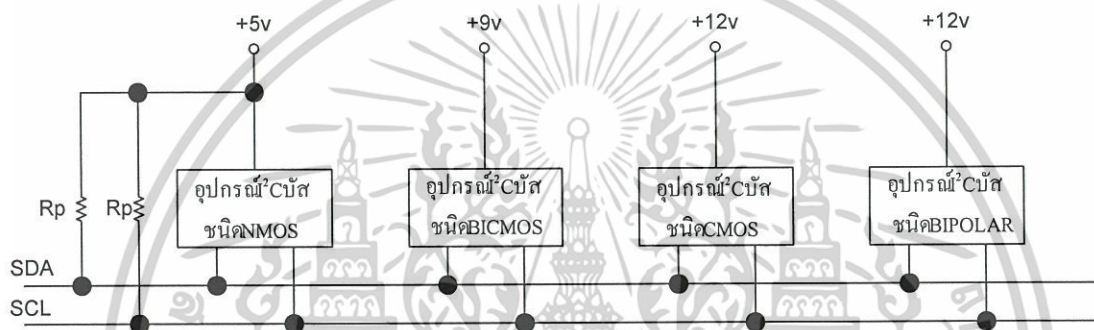
รูปที่ 2.5 ผังแสดงการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆ บนระบบบัส I²C

สายข้อมูลบนบัส I²C มีชื่อเรียกเป็นทางการว่า สายข้อมูลอนุกรมหรือ SDA (Serial Data line) ส่วนสัญญาณนาฬิกามีชื่อเรียกว่า สายสัญญาณนาฬิกาอนุกรมหรือ SCL (Serial Clock line) ในการอธิบายต่อไปนี้จะเรียกสายสัญญาณทั้งสองว่า SDA และ SCL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

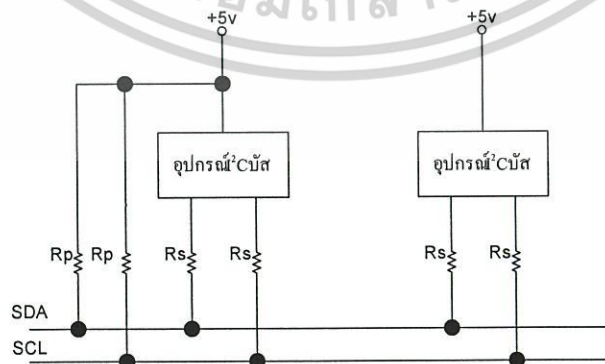
2.3.1 คุณสมบัติโดยทั่วไปของบัส I²C

สาย SDA และ SCL เป็นสายสัญญาณ 2 ทิศทาง (bi – directional line) ต้องมีการต่อตัวต้านทาน पुलอัปกับแรงดัน +5 โวลต์ ไว้ตลอดเวลา เพื่อให้สายมีสถานะลอจิกสูงในขณะที่ไม่มีการติดต่อใช้งาน ทั้งยังช่วยป้องกันสัญญาณรบกวนที่อาจมีเข้ามาในสายสัญญาณทั้งสอง วงจรเอาต์พุต ของอุปกรณ์ที่ต่ออยู่บนบัส I²C ต้องมีลักษณะเป็นวงจรทรานเปิด (open – drain) หรือคอลเล็กเตอร์เปิด (open – collector)



รูปที่ 2.6 การต่อตัวต้านทาน पुलอัปบนสายสัญญาณในระบบบัส I²C

อัตราการถ่ายเทข้อมูลบนบัส I²C สูงถึง 100 กิโลบิตต่อวินาทีในโหมดปกติ (standard mode) และสูงถึงกิโลบิตต่อวินาทีในโหมดความเร็วสูง (fast mode) อุปกรณ์ที่ต่ออยู่บนบัส I²C จะต้องมีค่าความจุไฟฟ้ารวมที่เกิดขึ้นระหว่างสาย SDA และ SCL ไม่เกิน 400 pF การเข้าถึงอุปกรณ์บนบัส I²C ใช้ข้อมูลสำหรับการเข้าถึง 2 ค่าคือ 7 บิต (7 – bit addressing) หรือ 10 บิต (10-bit addressing)



รูปที่ 2.7 การต่อตัวต้านทาน RS เพื่อลดสัญญาณรบกวนขนาดใหญ่ที่อาจเข้ามาในบัส I²C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเด่นอีกประการหนึ่งของบัส I²C คือ สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่ใช้ไฟเลี้ยงไม่เท่ากันให้สามารถติดต่อสื่อสารกันได้ โดยอุปกรณ์บนบัส I²C ตัวหนึ่งอาจใช้ไฟเลี้ยง +5 โวลต์ ในขณะที่อีกตัวหนึ่งใช้ไฟเลี้ยง +12 โวลต์ การต่อร่วมกันบนบัส I²C สามารถกระทำได้ในลักษณะเดียวกับกรณีที่อยู่อุปกรณ์ทั้งสองใช้ไฟเลี้ยงเท่ากัน กล่าวคือให้ต่อสาย SDA และ SCL ของอุปกรณ์แต่ละตัวเข้ามาด้วยกัน และต้องต่อตัวต้านทานพูลอัพ (Rp) เข้ากับแรงดัน +5 โวลต์ไว้ด้วยเสมอ

ในกรณีที่อาจมีแรงดันกระชากขนาดใหญ่ปะปนเข้ามาในบัส I²C ที่ขา SDA และ SCL ของอุปกรณ์แต่ละตัวต้องต่อตัวต้านทานอนุกรมกับขา SDA และ SCL เรียกว่า Rs ก่อนต่อเข้าสู่บัส I²C

2.3.2 หลักการของบัส I²C

บัส I²C ประกอบด้วยสายสัญญาณ 2 เส้น ดังที่ได้กล่าวมาแล้วคือ SDA และ SCL อุปกรณ์ที่ต่อพ่วงบนบัสสามารถมีได้มากมาย ดังนั้นจึงต้องมีกรกำหนดรูปแบบของการติดต่อบนบัส หรือเรียกว่า โปรโตคอล (Protocol) เพื่อให้ผู้ใช้งานทราบว่า ขณะนี้อุปกรณ์ใดติดต่อกันอยู่และอุปกรณ์ตัวใดเป็นตัวรับหรือตัวส่ง ต่อไปนี้จะขออธิบายลักษณะ หน้าที่ และนิยามของอุปกรณ์ที่ต่ออยู่บนบัส I²C เพื่อเป็นข้อตกลงพื้นฐานก่อนที่จะอธิบายการทำงานของบัส I²C ต่อไป

อุปกรณ์ที่เป็นผู้สร้างข้อมูลหรือส่งข้อมูล เรียกว่า ตัวส่ง (transmitter)

อุปกรณ์ที่เป็นผู้รับข้อมูล เรียกว่า ตัวรับ (receiver) อุปกรณ์บนบัส I²C สามารถเป็นได้ทั้งตัวรับและตัวส่ง บางอุปกรณ์ทำหน้าที่เป็นตัวรับอย่างเดียว จะไม่มีอุปกรณ์ใดบนบัส I²C ที่ทำหน้าที่เป็นตัวส่งเพียงอย่างเดียว

อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมจังหวะการติดต่อบนบัส I²C เรียกว่า มาสเตอร์ (master)

อุปกรณ์ที่ถูกควบคุมหรืออุปกรณ์ที่ต่อพ่วงเข้าไปบนบัส I²C เรียกว่า สเลฟ (slave)

ข้อกำหนด 2 ประการสำคัญของการติดต่อบนบัส I²C คือ

1) การถ่ายทอดข้อมูลจะเกิดขึ้นได้เมื่อบัสว่างเท่านั้น

2) ในระหว่างการถ่ายทอดข้อมูล เมื่อใดก็ตามที่สาย SCL มีสถานะเป็นลอจิกสูง สายข้อมูลต้องรักษาข้อมูลไว้ อย่าให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นเด็ดขาด มิฉะนั้น สัญญาณที่เกิดขึ้นจะได้รับการแปลความหมายเป็นสัญญาณควบคุมแทน

2.3.3 สถานะที่เกิดขึ้นบนบัส I²C

มีด้วยกัน 5 สถานะ ดังนี้

1) บัสว่าง (Bus not busy) สถานะนี้เกิดขึ้นเมื่อสถานะลอจิกบนสาย SDA และ SCL เป็นลอจิกสูงทั้งคู่ นั่นหมายความว่า การถ่ายทอดข้อมูลสามารถเริ่มต้นขึ้นได้

2) เริ่มต้นการถ่ายทอดข้อมูล (start data transfer) เกิดขึ้นเมื่อสาย SDA มีการเปลี่ยนแปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

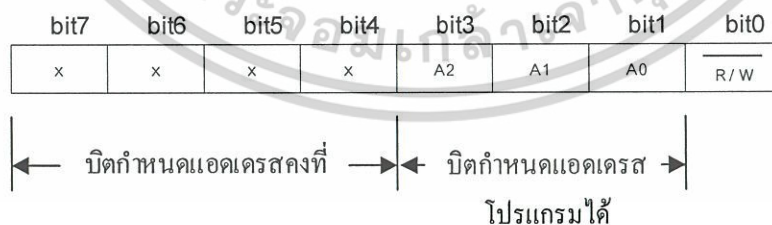
ลอจิกจากสูงไปต่ำในขณะที่สาย SCL มีสถานะลอจิกสูง เรียกสภาวะที่เกิดขึ้นนี้ว่าสภาวะเริ่มต้น

3) หยุดการถ่ายทอข้อมูล (stop data transfer) เกิดขึ้นเมื่อสาย SDA มีการเปลี่ยนแปลงระดับลอจิกจากต่ำไปสูงในขณะที่สาย SCL มีสถานะลอจิกสูง เรียกสภาวะที่เกิดขึ้นนี้ว่าสภาวะหยุด

4) ข้อมูลค้างอยู่บนบัส (data valid) สภาวะนี้เกิดขึ้นถัดจาก สภาวะเริ่มต้น โดยสถานะของลอจิกที่เกิดขึ้นบนสาย SDA ก็คือข้อมูลที่ทำการถ่ายทอ เมื่อสาย SCL เป็นลอจิกสูง สถานะที่สาย SDA ต้องคงที่เพื่อให้อุปกรณ์รับรู้ข้อมูลในจังหวะนั้นว่า เป็น “0” หรือ “1” ข้อมูลอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ในขณะที่สาย SCL เป็นลอจิกต่ำ แต่เมื่อใดก็ตามที่ต้องการให้เกิดการถ่ายทอข้อมูลอย่างสมบูรณ์ สถานะลอจิกที่ขา SDA ต้องคงที่ตลอด ช่วงเวลาที่สาย SCL มีสถานะลอจิกสูง หากเกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะลอจิกในขณะที่สาย SCL มีลอจิกสูงอยู่นั้น อุปกรณ์มาสเตอร์ที่ทำการควบคุมการถ่ายทอข้อมูลจะแปลความหมาย เป็นสภาวะหยุดหรือสภาวะเริ่มต้นก็ได้ทำให้ข้อมูลที่ทำการถ่ายทอนั้นเกิดความผิดพลาดขึ้น

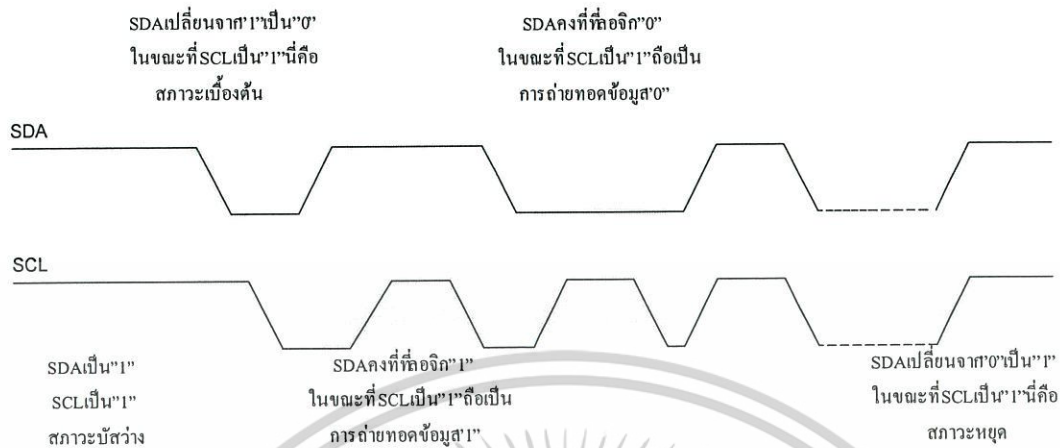
5) รับรู้ข้อมูล (acknowledge) เกิดขึ้นหลังจากที่การถ่ายทอข้อมูลจากตัวส่งมายังตัวรับจะเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ โดยตัวส่งจะทำการส่งข้อมูลมา 1 บิต เรียกว่า บิตรับรู้ (acknowledge bit) มีสถานะเป็นลอจิกสูง หลังจากส่งข้อมูลมาครบถ้วน ส่วนอุปกรณ์มาสเตอร์จะทำการส่งสัญญาณรับรู้พิเศษซึ่งสัมพันธ์กับสัญญาณนาฬิกาเพื่อตอบสนองบิตรับรู้ที่ส่งมาจากตัวส่งทางด้านตัวรับจะส่งบิตรับรู้ที่มีสถานะลอจิกต่ำลงบนบัส อุปกรณ์สเลฟที่ถูกอ้างถึงในการติดต่อ หรือกำลังจะติดต่ออยู่ในขณะนั้นก็จะกำเนิดบิตรับรู้เพื่อตอบสนองให้ทราบว่าได้รับข้อมูลในแต่ละไบต์เรียบร้อยแล้ว

ในรูปที่ 2.9 เป็นผังการทำงานทางเวลาที่แสดงถึงการเกิดสภาวะต่างๆ บนบัส I²C ไม่ว่าจะ เป็นสภาวะบัสว่าง , ถ่ายทอข้อมูล, รับรู้และหยุดการถ่ายทอข้อมูล



รูปที่ 2.8 รูปแบบของข้อมูลกำหนดแอดเดรสที่ใช้ในการอ้างถึง 7 บิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 ฟังก์ชันการทำงานทางเวลาแสดงสถานะต่างๆ ในบัส I²C

2.3.4 การทำงานบนบัส I²C

ก่อนที่จะเริ่มต้นการถ่ายทอข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ ที่ต่ออยู่บนบัส ต้องมีการอ้างถึงเสียก่อน โดยการอ้างถึงอุปกรณ์บนบัส I²C นั้นจะใช้การอ้างถึงแบบ 7 บิตหรือ 10 บิต ในกรณีที่มิอุปกรณ์ต่ออยู่บนบัสไม่มากใช้การอ้างถึงแบบ 7 บิตก็เพียงพอ แต่ถ้ามีอุปกรณ์ต่ออยู่บนบัสมากกว่า 127 แอดเดรส จำเป็นต้องใช้การอ้างถึงแบบ 10 บิต หลังจากที่ติดต่ออุปกรณ์แต่ละตัวได้เรียบร้อยแล้ว ก็จะเริ่มต้นการถ่ายทอข้อมูลกันต่อไป

ดังนั้นหัวใจสำคัญในอันดับแรกของการทำงานบนบัส I²C คือการอ้างถึงอุปกรณ์แต่ละตัว ซึ่งในที่นี้จะอธิบายรายละเอียดของการอ้างถึงทั้ง 2 รูปแบบ

1) การอ้างถึงแบบ 7 บิต (7-bit addressing)

ข้อมูลไบต์แรกที่เกิดขึ้นหลังจากสถานะเริ่มต้น คือข้อมูลที่จำเป็นในการใช้อ้างถึงอุปกรณ์ที่ต้องการติดต่อ หรือข้อมูลกำหนดแอดเดรสใน 7 บิตบนรวมทั้งบิต MSB ด้วยจะเป็นข้อมูลแอดเดรสของอุปกรณ์สเลฟที่ต้องการติดต่อ โดยแบ่งเป็น บิตกำหนดแอดเดรสคงที่ (fixed address bit) จำนวน 4 บิต ซึ่งข้อมูลนี้ที่อุปกรณ์แต่ละตัวจะถูกกำหนดมาจากผู้ผลิต ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงแก้ไขได้ ถัดมาอีก 3 บิต เป็นบิตกำหนดแอดเดรสที่สามารถโปรแกรมได้ (programmable address bit) โดยผู้ใช้งานต้องกำหนดสถานะลอจิกให้แก่ขา A0-A2 ของอุปกรณ์ที่มีการเชื่อมต่อแบบบัส I²C ส่วนในบิต LSB เป็นบิตที่ใช้กำหนดการอ่านหรือเขียนข้อมูลกับอุปกรณ์สเลฟตัวนั้นๆ หากบิต LSB เป็น “0” นั้นหมายถึงต้องการเขียนข้อมูลไปยังอุปกรณ์นั้น ถ้าเป็น “1” จะเป็นการอ่านข้อมูลจากอุปกรณ์สเลฟ

ข้อมูลในไบต์ต่อมาคือ ข้อมูลลอจิก (control byte) ในอุปกรณ์แต่ละตัวมีการกำหนดข้อ

มูลควบคุมที่แตกต่างกันไป ยกตัวอย่างว่า ไอซีขยายพอร์ตมีข้อมูลลอจิกที่ใช้กำหนดว่า บิตใดเป็นเอกพจน์หรือคู่ หรือการตั้งค่าการรับส่งข้อมูลเป็นโหมดการรับส่งข้อมูลแบบใด และข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการตั้งค่าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อินพุต บิตใดเป็นเอาต์พุต ในขณะที่ไอซี ADC/DAC ต้องการข้อมูลควบคุมเพื่อกำหนดให้ทำงานเป็นวงจร ADC หรือ DAC เป็นต้น

ข้อมูลในไบต์ต่อมาคือ ข้อมูลที่ทำการถ่ายทอจริง (data) หลังจากที่ทำการถ่ายทอข้อมูลในแต่ละไบต์ อุปกรณ์สเลฟที่ได้รับการติดต่อดังกล่าวจะรับรู้ออกกลับมาด้วยทุกครั้ง เพื่อให้กระบวนการถ่ายทอข้อมูลสามารถดำเนินการต่อไปได้ ในรูปที่ 2.8 แสดงรูปแบบข้อมูลอนุกรมที่เกิดขึ้นในการติดต่อบนบัส I²C ของการอ้างถึงแบบ 7 บิต

2) การอ้างถึงแบบ 10 บิต (10-bit addressing)

ในการอ้างถึงแบบนี้ ยังคงใช้รูปแบบข้อมูลอนุกรมที่เหมือนกับแบบ 7 บิต หากแต่จะมีข้อมูลเพิ่มเติมขึ้นมาเล็กน้อย โดยในข้อมูลไบต์แรกหลังจากเกิดสถานะเริ่มต้น ต้องกำหนดให้ 5 บิตบนมีข้อมูลเป็น 11110 ส่วนอีก 2 บิตถัดมาเป็นบิตแอดเดรสของอุปกรณ์ที่ต้องการติดต่อ ในบิต LSB ของข้อมูลไบต์แรกยังคงเป็นการกำหนดว่าต้องการอ่านหรือเขียนข้อมูลกับอุปกรณ์สเลฟตัวที่ต้องการติดต่อด้วย ข้อมูลไบต์ต่อมาเป็นข้อมูลแอดเดรสในไบต์ที่ 2 ของอุปกรณ์ที่ต้องการติดต่อด้วย ข้อมูลไบต์ถัดไปจึงเป็นข้อมูลควบคุม ข้อมูลหลังจากนั้นก็จะเป็นข้อมูลจริงที่ใช้ในการติดต่อ

เช่นเดียวกับการอ้างถึงแบบ 7 บิต หลังจากการถ่ายทอข้อมูลครบทุกไบต์ ต้องมีสถานะรับรู้เกิดขึ้น เพื่อให้กระบวนการถ่ายทอข้อมูลสามารถดำเนินการต่อไปได้

2.3.5 การต่ออุปกรณ์ระบบบัส I²C กับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

สามารถทำได้ง่ายมากเพียงใช้ขาพอร์ต 2 ขา โดยกำหนดให้ขาหนึ่งเป็น SDA ส่วนอีกขาหนึ่งเป็น SCL และต้องต่อตัวต้านทานค่าประมาณ 4.7 k Ω พูลอัพที่ขาพอร์ตทั้งสองขาเพียงเท่านี้ก็สามารติดต่อกับอุปกรณ์ระบบบัส I²C ได้แล้ว

2.4 ไอซีสร้างฐานเวลาจริงหรือรีลไทม์คล็อก (RTC)

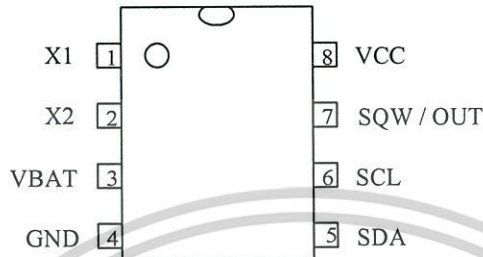
ผู้ผลิตคือ ดัลลัสเซมิคอนดักเตอร์ (Dallas semiconductor) มีหน้าที่สร้างฐานเวลาจริงให้แก่ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ โดย DS1307 จะให้ข้อมูลเกี่ยวกับเวลาทั้งหมด ไม่ว่าจะเป็นค่าของเวลาที่ละเอียดถึงหลักวินาที, นาที, ชั่วโมง, วันที่, วันในสัปดาห์, เดือนและปี โดยสามารถปรับวันเดือนปีให้ตรงตามปฏิทินได้อย่างถูกต้องรวมถึงการกำหนดวันในปีอธิกสุรทินด้วย และมีคุณสมบัติทางเทคนิคที่สำคัญมีดังนี้

1) เป็นไอซีรีลไทม์คล็อกซึ่งให้ข้อมูลตั้งแต่วันที่จนถึงปีรวมถึงการปรับวันในปีอธิกสุรทินด้วยสามารถให้ข้อมูลเวลาได้อย่างเที่ยงตรงถึงปีคริสตศักราช 2100

2) มีหน่วยความจำอนโวลตาไทล์แรม 56 ไบต์อยู่ภายใน สามารถใช้เก็บข้อมูลทั่วไปได้

3) ใช้การเชื่อมต่อแบบระบบบัส I²C เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) มีวงจรตรวจจับไฟเลี้ยงต่ำหรือหายไปอย่างอัตโนมัติ และสามารถรักษาข้อมูลเวลาไว้ได้ แม้ไม่มีไฟเลี้ยงไอซี



รูปที่ 2.10 การจัดขาของ ไอซี DS1307

2.4.1 รายละเอียดขาต่อใช้งานของไอซี DS1307

ในรูปที่ 2.10 แสดงการจัดขาของ DS1307 แต่ละขามีหน้าที่และการใช้งานดังนี้

1) Vcc, GND (ขา 8,4) ต่อกับไฟเลี้ยง +5 โวลต์

2) V_{BAT} (ขา 3) ใช้ต่อกับแบตเตอรี่ 3 โวลต์เพื่อรักษาการทำงานของวงจรสร้างฐานเวลาของ ไอซี DS1307 ให้คงอยู่ต่อไป แม้ว่าจะไม่มีไฟเลี้ยงจ่ายให้แก่ DS1307 ชนิดของแบตเตอรี่ที่เหมาะสมคือแบตเตอรี่แบบลิเทียม ซึ่งมีความจุ 40mAh หรือมากกว่า จะสามารถรักษาข้อมูลได้นาน 10 ปีที่ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

3) SDA, SCL (ขา 5 และ 6) เป็นขาลำหรับเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51บนระบบบัส I²C

4) SQW OUT (ขา 7) ที่ขานี้จะมีสัญญาณรูปสี่เหลี่ยมส่งออกมา โดยสามารถเลือกความถี่ได้ 1Hz, 4.096kHz, 8.192kHz และ 32kHz ในการใช้งานต้องต่อตัวต้านทาน 1k พูลอัพที่ขานี้ด้วย

5) X1 ,X2 (ขา 1และขา 2) ใช้ต่อกับคริสตอลความถี่มาตรฐาน 32.768kHz เพื่อใช้เป็นฐานเวลาในการสร้างค่าเวลาจริง ในการใช้งานต้องต่อคริสตอลเข้ากับขาทั้งสองนี้และที่แต่ละขาต้องต่อตัวเก็บประจุค่าๆ ประมาณ 15 pF คร่อมกับขากราวด์ด้วย

2.4.2 การทำงานของไอซี DS1307

ไอซี DS1307 จะจัดการเชื่อมต่อในแบบบัส I²C โดยที่จะต้องทำงานเป็นอุปกรณ์สเลฟเสมอ ดังนั้น การติดต่อเพื่อใช้งานจึงต้องกำหนดรูปแบบตามที่กำหนดไว้ในการติดต่อแบบ I²C ในรูปที่ 2.11 แสดงส่วนประกอบหลักที่สำคัญและไดอะแกรมการทำงานของ DS1307 วงจรออสซิลเลเตอร์ถือเป็นหัวใจหลักของไอซี เนื่องจากเป็นจุดเริ่มต้นของการสร้างข้อมูลเวลาจริง ในขณะที่ DS1307 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำงานที่ขา SQW OUT จะมีสัญญาณพัลส์สี่เหลี่ยมส่งออกมาตลอดเวลา ในกรณีที่มีการอินเวิลจจกรกำเนิดสัญญาณพัลส์ที่รีจิสเตอร์ควบคุม ค่าความถี่ของสัญญาณนี้สามารถเลือกได้ 4 ค่าคือ 1Hz, 4.096kHz, 8.192kHz และ 32kHz พร้อมกันนั้นก็จะมีค่าของเวลาไว้ในหน่วยความจำอนโวลตาไทล์แรม ซึ่งมีขนาดรวม 64 ไบต์ แต่จัดสรรให้ใช้เก็บข้อมูลเวลา 8 ไบต์ และเป็นหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลทั่วไปสำหรับผู้ใช้งานอีก 56 ไบต์

วงจรควบคุมพลังงานไฟฟ้าจะคอยตรวจสอบสถานะของไฟเลี้ยงไอซี หากมีไฟเลี้ยงต่ำกว่า $1.25 \times V_{BAT}$ ก็จะควบคุมให้ DS1307 หยุดการทำงาน รีเซตค่าตัวนับแอดเดรสภายใน ทำให้ไม่สามารถติดต่อกับ DS1307 ได้ ดังนั้นในการใช้งาน DS1307 ต้องระมัดระวังอย่าให้ไฟเลี้ยงต่ำกว่า $1.25 \times V_{BAT}$ หรือประมาณ 3.75 โวลต์ ในกรณีที่ใช้ V_{BAT} เท่ากับ 3 โวลต์ ถ้าหากไฟเลี้ยงมีค่าต่ำกว่า V_{BAT} ไอซี DS1307 จะเข้าสู่โหมดสำรองข้อมูลกระแสต่ำทันที จะไม่มีการส่งสัญญาณพัลส์ออกมาที่ขา SQW/OUT แต่วงจรสร้างฐานเวลายังคงทำงานเพื่อให้ค่าของเวลาเดินไปอย่างไม่มีผิดพลาด เมื่อมีไฟเลี้ยงปรากฏขึ้นอีกครั้ง DS1307 ก็จะสามารถให้ค่าของเวลาที่เป็นจริงแก่ผู้ใช้งานได้ต่อไป

วงจรสื่อสารข้อมูลอนุกรมภายใน DS1307 ใ้รับการกำหนดให้ทำงานตามรูปแบบของบัส I²C เป็นช่องทางการสื่อสารระหว่าง DS1307 กับอุปกรณ์มาสเตอร์ ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงหน่วยความจำที่ใช้เก็บค่าเวลาและหน่วยความจำใช้งานทั่วไปได้โดยการเขียนข้อมูลตามรูปแบบที่กำหนดในระบบบัส I²C

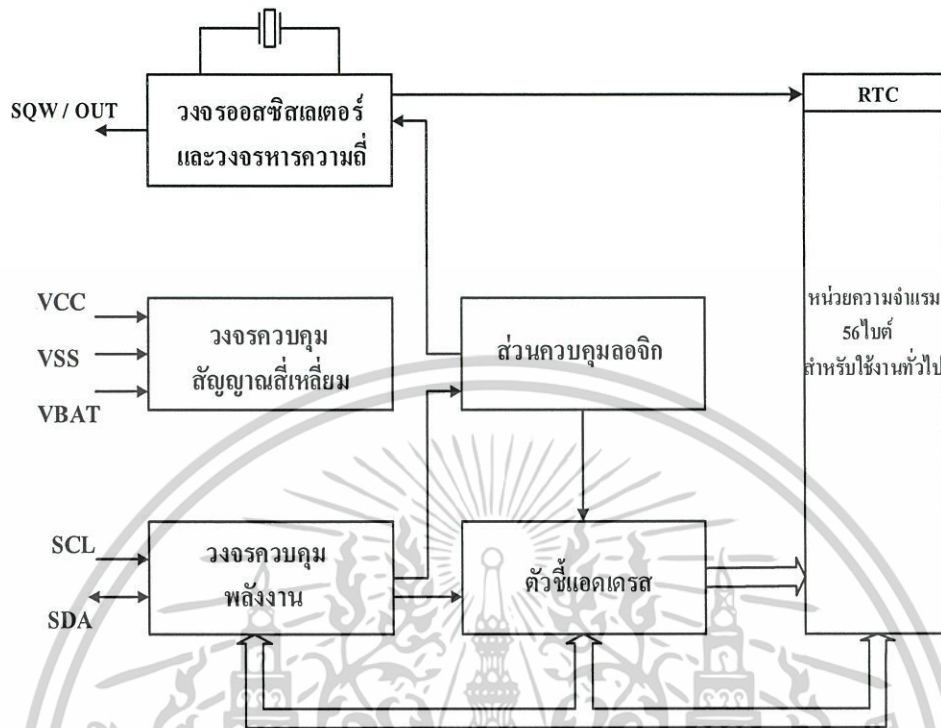
2.4.3 รีจิสเตอร์ควบคุม

มีแอดเดรสอยู่ที่ 07H มีรายละเอียดของแต่ละบิตดังนี้

OUT (Output control) : ใช้ในการควบคุมระดับลอจิกที่ขา SQW OUT ในกรณีที่ดิสเอเบิลการกำเนิดสัญญาณสี่เหลี่ยมโดยถ้าบิตนี้เป็น “1” ที่ขา SQW OUT ก็จะเป็น “1” ถ้าบิตนี้เป็น “0” ที่ขา ก็จะเป็น “0”

SQWE (Square Wave Enable) : ใช้ในการเอ็นเอเบิลจกรกำเนิดสัญญาณสี่เหลี่ยมที่ขาของไอซีถ้าต้องการให้มีสัญญาณสี่เหลี่ยมออกให้กำเนิดบิตนี้เป็น “1”

RS1, RS2 (Rate Select) : ใช้ในการเลือกความถี่ของสัญญาณสี่เหลี่ยมที่ออกจากมาจากขาดังกล่าวจะมีรายละเอียดต่อไป



รูปที่ 2.11 โครงสร้างภายในของไอซีรีลไทม์คล็อกเบอร์ DS1307

ตารางที่ 2.1 การเลือกใช้ความถี่ของสัญญาณสี่เหลี่ยม

RS 1	RS 0	ค่าความถี่ของสัญญาณสี่เหลี่ยม
0	0	1 Hz
0	1	4.096 kHz
1	0	8.192 kHz
1	1	32.768 kHz

2.4.4 โหมดการทำงานของไอซี DS1307

มีด้วยกัน 2 โหมด คือ โหมดเขียนข้อมูลและ โหมดอ่านข้อมูลในการใช้งานไอซี DS1307 นั้น ตามปกติจะใช้งานเฉพาะโหมดอ่านข้อมูลเท่านั้น เนื่องจากไมโครคอนโทรลเลอร์จะติดต่อกับไอซี DS1307 เพื่อใช้ในการอ่านข้อมูลของเวลาไปใช้งาน โหมดการเขียนข้อมูลจะถูกใช้ก็ต่อเมื่อต้องการตั้งเวลาใหม่และต้องการเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำใช้งานทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างไรก็ตามเมื่อเริ่มต้นติดต่อกับไอซี DS1307 จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเข้าสู่โหมดการเขียนข้อมูลก่อน เพื่อกำหนดแอดเดรสที่ต้องการอ่านข้อมูล จากนั้นจึงเปลี่ยนโหมดการทำงานมาเป็นของโหมดการอ่านข้อมูล

1) โหมดการเขียนข้อมูล

มีรูปแบบดังนี้ คือเมื่อเริ่มต้น ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการกำหนดสถานะเริ่มต้น (START : S) จากนั้นส่งข้อมูลกำหนดแอดเดรส 1101000 ตามด้วยข้อมูลเลือกการเขียน นั่นคือค่า 0 จากนั้นจะรอการตอบรับจากไอซี DS1307 ขึ้นตอนต่อมา คือส่งข้อมูลเพื่อจะเลือกแอดเดรสที่ต้องการจะเขียน จากนั้นรอการตอบรับจากไอซี DS1307 เมื่อมีการตอบรับมาเรียบร้อย ก็เริ่มทยอยเขียนข้อมูลลงไป ครั้งละแอดเดรส หลังจากเขียนข้อมูลในแต่ละแอดเดรส จะต้องหยุดรอการตอบรับจาก DS1307 ทุกครั้ง จึงจะสามารถเขียนข้อมูลต่อไปได้ เมื่อเขียนเรียบร้อยแล้วให้ส่งสถานะหยุด (STOP : P) เป็นอันสิ้นสุดกระบวนการเขียนข้อมูล

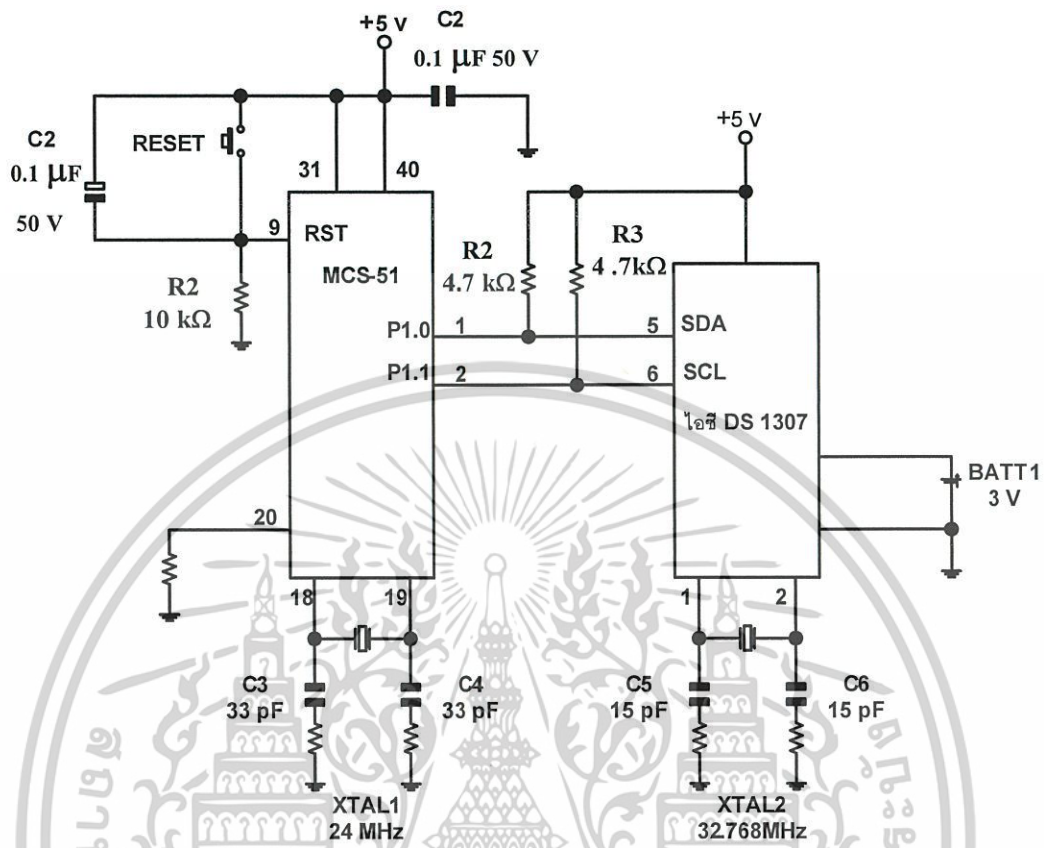
2) โหมดการอ่านข้อมูล

เริ่มต้นการทำงานเหมือนกับโหมดการเขียนข้อมูลคือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 จะมีการกำหนดสถานะเริ่มต้นแล้วส่งข้อมูลกำหนดแอดเดรสตามด้วยข้อมูลเลือกการอ่าน ซึ่งเท่ากับ 1 จากนั้นรอการตอบรับจากไอซี DS1307 เมื่อตอบรับเรียบร้อย DS1307 จะทยอยส่งข้อมูลออกมาให้ ไมโครคอนโทรลเลอร์คราวละ 1 แอดเดรสหรือ 1 ไบต์ โดยแอดเดรสที่เลือกอ่านข้อมูลจะต้องมีการกำหนดมาก่อนล่วงหน้าด้วยโหมดการเขียนข้อมูลวิธีการง่ายๆ คือ เข้าสู่โหมดการเขียนข้อมูลก่อน เมื่อถึงจังหวะที่ต้องเขียนข้อมูล ให้ทำการสร้างสถานะเริ่มต้นและส่งข้อมูลกำหนดแอดเดรสใหม่อีกครั้ง ตามด้วยเลือกโหมดการอ่านข้อมูล ข้อมูลที่ออกมาจาก DS1307 ก็จะเป็นข้อมูลจากแอดเดรสที่กำหนดไว้ก่อนหน้านี้

2.4.5 การเชื่อมต่อไอซี DS1307 กับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

มีตัวอย่างวงจรแสดงในรูปที่ 2.12 จะเห็นได้ว่ามีลักษณะการต่อเหมือนกับการต่ออุปกรณ์บนระบบบัส I²C ตัวอื่นๆ ทุกประการ และสามารถที่จะต่อไอซีทั้งหมดร่วมกันบนสาย SDA และ SCL ได้ เป็นการช่วยให้เห็นถึงความสามารถพิเศษของระบบบัส I²C ที่ผู้ใช้งานจะสามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่มีความแตกต่างกันในหน้าที่การทำงานบนสายสัญญาณเดียวกันได้

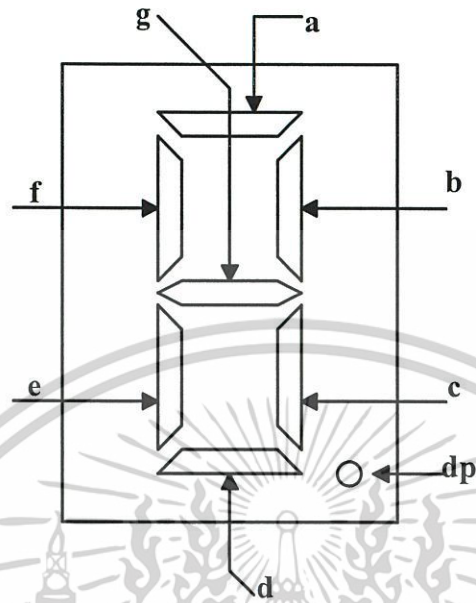
จากวงจรในรูปที่ 2.12 ไอซี DS1307 มีความจำเป็นจะต้องต่อแบตเตอรี่ไว้ตลอดเวลาไม่ว่าจะใช้งานหรือไม่ ทั้งนี้เพื่อรักษาการทำงานของวงจรภายในไอซี DS1307 ให้ยังคงทำงานต่อเนื่องไป เมื่อใดที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการอ่านข้อมูลก็จะได้ข้อมูลที่เป็นจริงตลอดเวลา



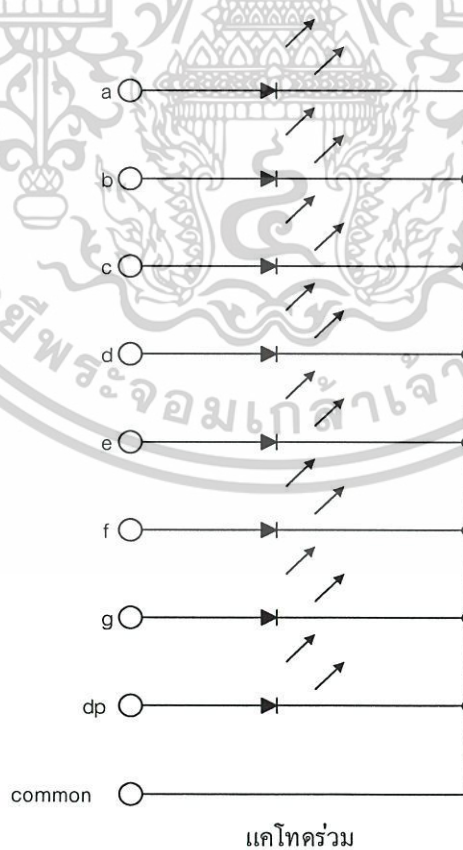
รูปที่ 2.12 การเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 กับ ไอซีรีลไทม์ค็อก DS 1307

2.5 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ LED ตัวเลข 7 ส่วน

LED ตัวเลข 7 ส่วนประกอบขึ้นจาก LED จำนวน 7 ตัวที่บรรจุอยู่ในตัวถังเดียวกันและได้รับการจัดเรียงเป็นรูปตัวเลข LED แต่ละตัวจะถูกเรียกว่า ส่วน หรือ เซกเมนต์ (segment) แต่ละส่วนหรือเซกเมนต์มีชื่อเรียกแตกต่างกันตามตำแหน่งที่ได้รับการจัดวางคือ a, b, c, d, e, f และ g ส่วน dp เป็น LED อีกตัวที่บรรจุอยู่ใน LED ตัวเลข 7 ส่วนนี้ใช้เป็นตัวแสดงจุดทศนิยมในกรณีที่มีการแสดงผลในลักษณะเลขที่มีทศนิยม

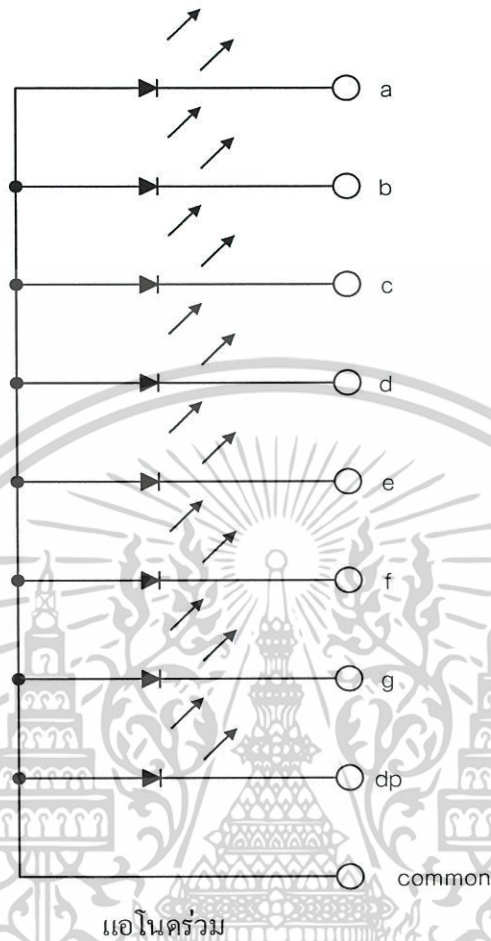


รูปที่ 2.13 รูปร่างและการกำหนดชื่อเซกเมนต์ต่างๆ ของ LED ตัวเลข 7 ส่วน



รูปที่ 2.14 วงจรภายในของ LED ตัวเลข 7 ส่วนแบบแคโทดร่วม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



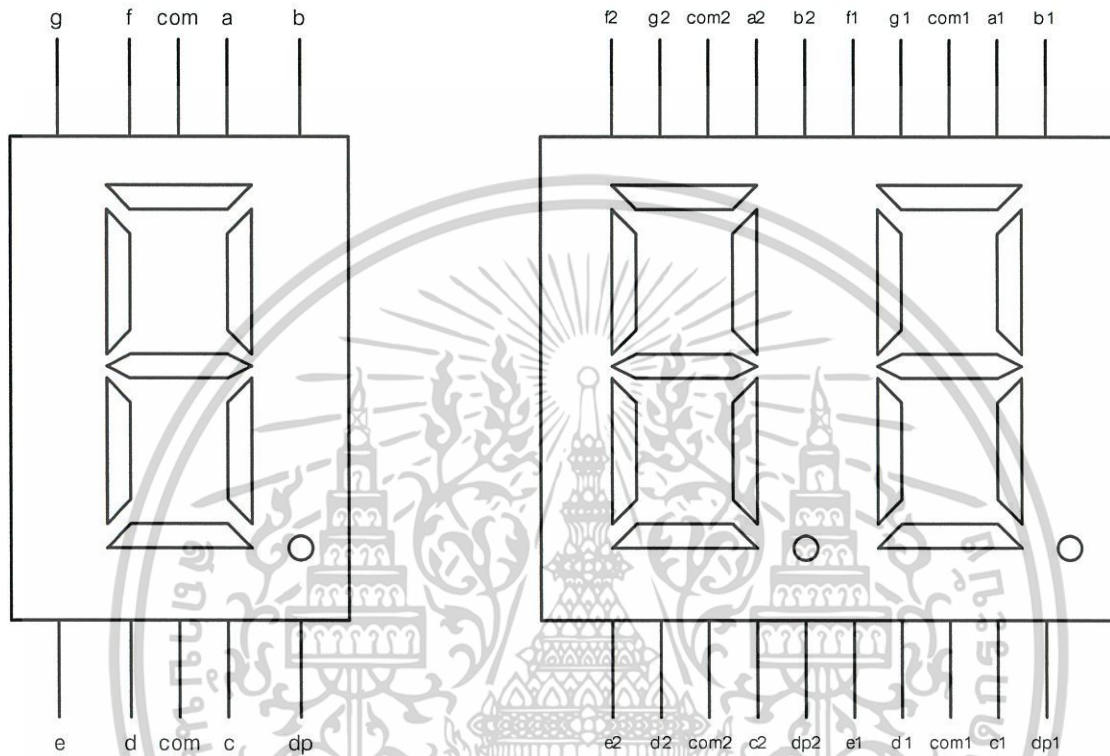
รูปที่ 2.15 วงจรภายในของ LED ตัวเลข 7 ส่วนแบบแอโนดร่วม

LED ทุกตัวที่บรรจุอยู่ใน LED ตัวเลข 7 ส่วนนี้มีขาต่อร่วมกัน ซึ่งก็มีทั้งแบบต่อขาแคโทดร่วมกันเรียกว่าแบบแคโทดร่วม (common cathode) และแบบต่อขาแอโนดร่วมกันเรียกว่า แบบแอโนดร่วม (common anode) การขับให้ LED ตัวเลข 7 ส่วนแบบแคโทดร่วมสว่างจะต้องจ่ายไฟลบเข้าที่ขาร่วม แล้วจ่ายไฟบวกเข้าที่ขาแอโนดซึ่งก็คือขาของแต่ละเซกเมนต์นั่นเอง ในขณะที่ LED ตัวเลข 7 ส่วนแบบแอโนดร่วมต้องจ่ายไฟบวกเข้าที่ขาร่วม แล้วจ่ายไฟลบเข้าที่ขาแคโทดซึ่งเป็นขาของแต่ละเซกเมนต์

LED ตัวเลข 7 ส่วนมีจำหน่ายทั้งแบบตัวเดี่ยว, ตัวคู่ และแบบที่มีมากกว่า 2 หลัก แต่ที่นิยมใช้งานและหาได้ง่ายมี 2 แบบคือ แบบตัวเดี่ยวและแบบตัวคู่ LED ตัวเลข 7 ส่วนแบบตัวคู่มักจะใช้ 10 ขาคือ ขา a, b, c, d, e, f, g, dp และขาร่วม (common) ซึ่งมี 2 ขา ถ้าเป็น LED ตัวเลข 7 ส่วนแบบตัวคู่มักจะใช้ 20 ขา แบ่งเป็นขา a, b, c, d, e, f, g และ dp อย่างละ 2 ขารวม 16 ขา และขา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร่วมอีกหลักละ 2 ขา การต่อขาาร่วมของแต่ละหลักทั้ง 2 ขานั้น สามารถต่อใช้งานเพียงขาเดียวได้ เนื่องจากในโครงสร้างภายในของ LED ตัวเลข 7 ส่วน ขาร่วมนี้ต่อใช้งานอยู่แล้ว



รูปที่ 2.16 การจัดขาของ LED ตัวเลข 7 ส่วนทั้งแบบตัวเดี่ยวและตัวคู่

2.5.1 การขับ LED ตัวเลข 7 ส่วนแบบหลักเดี่ยว

ไมโครคอนโทรลเลอร์ ไม่ควรนำมาขับ LED 7 ส่วนโดยตรงเนื่องจากความสามารถในการจ่ายกระแสเอาต์พุตรวมไม่สูงมากนัก จึงต้องการอาศัยไอซีขับไฟเพอร์มาช่วยในการขับ LED อาทิ ไอซีเบอร์ 47HC541 และที่เอาต์พุตของไอซีขับไฟเพอร์ที่ต่อกับ LED ตัวเลข 7 ส่วนต้องมีตัวต้านทานจำกัดกระแสให้แก่ LED ในทุกเซกเมนต์ การกำหนดให้ LED ตัวเลข 7 ส่วน แสดงข้อมูลเป็นตัวเลขหรือเป็นสัญลักษณ์ใดๆ ก็ตาม ต้องมีการกำหนดรูปแบบการแสดงผลของเซกเมนต์

2.5.2 การขับ LED ตัวเลข 7 ส่วนแบบมัลติเพล็กซ์

ในกรณีที่ต้องการไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ขับ LED ตัวเลข 7 ส่วนมากกว่า 1 หลัก จะต้องใช้เทคนิคที่เรียกว่า การแสดงผลแบบมัลติเพล็กซ์อันเป็นวิธีการขับให้ LED สว่างทีละหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยอัตราเร็วที่ตามนุษย์ไม่สามารถตรวจจับได้ทัน จึงดูเหมือนกับว่า LED ตัวเลข 7 ส่วนทุกหลักติดสว่างในเวลาเดียวกัน

ตารางที่ 2.2 ข้อมูลของการแสดงตัวเลข 0-F ของ LED ตัวเลข 7 ส่วนแบบแคโทดร่วม

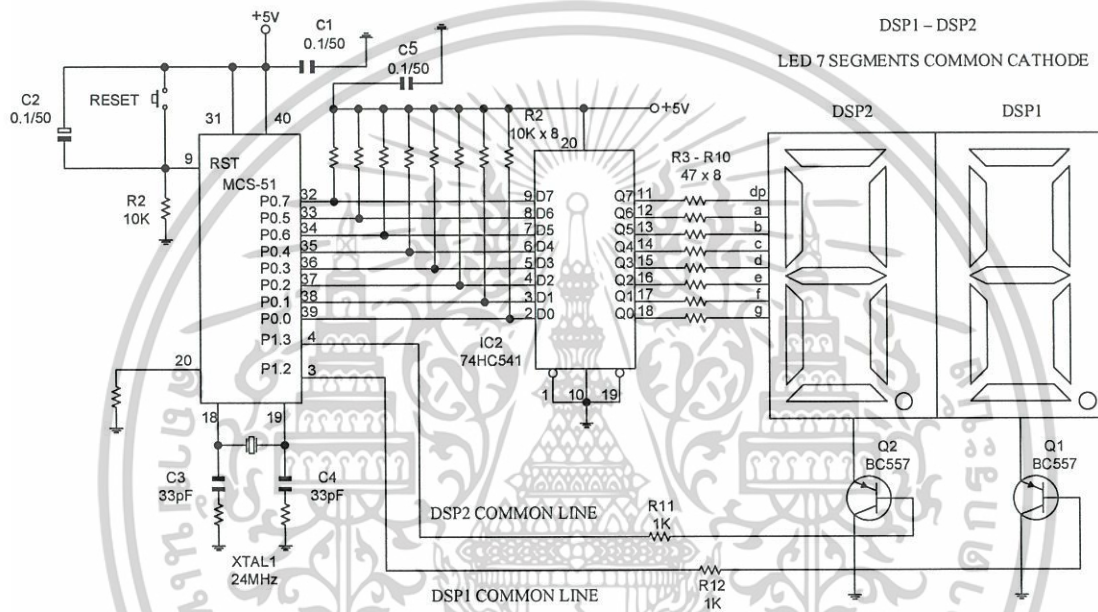
ข้อมูลเอาต์พุตสำหรับขับ LED ตัวเลข 7 ส่วน								ค่าเลขฐานสิบหกที่ใช้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	ตัวเลขบนLED
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0		
0	0	1	1	1	1	1	1	3FH	0
0	0	0	0	0	1	1	0	06H	1
0	1	0	1	1	0	1	1	5BH	2
0	1	0	0	1	1	1	1	4FH	3
0	1	1	0	0	1	1	0	66H	4
0	1	1	0	1	1	0	1	6DH	5
0	1	1	1	1	1	0	1	7DH	6
0	0	0	0	0	1	1	1	07H	7
0	1	1	1	1	1	1	1	7FH	8
0	1	1	0	1	1	1	1	6FH	9
0	1	1	1	0	1	1	1	77H	A
0	1	1	1	1	1	0	0	7CH	b
0	0	1	1	1	0	0	1	39H	c
0	1	0	1	1	1	1	0	5EH	d
0	1	1	1	1	0	0	1	79H	E
0	1	1	1	0	0	0	1	71H	F
1	1	1	1	1	1	1	1	0FFH	8.

การแสดงผลแบบมัลติเพล็กซ์นี้มีประโยชน์หลายประการดังนี้

1) ช่วยลดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการทำงาน ทำให้ขนาดของแหล่งจ่ายไฟเล็กลงมีขนาดโดยรวมของระบบจึงเล็กลงด้วย

2) ช่วยให้ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถขับ LED ตัวเลข 7 ส่วนได้มากกว่า 1 หลักโดยใช้จำนวนพอร์ตเพิ่มเติมเฉพาะการติดต่อกับขาคอมมอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการคำนวณว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ลดจำนวนตัวต้านทานที่ใช้ในการจำกัดกระแสของ LED ในแต่ละเซกเมนต์ยกตัวอย่าง LED ตัวเลข 7 ส่วนหนึ่งหลักต้องใช้ตัวต้านทานจำกัดกระแส 8 ตัว ถ้าหากขับ LED ตัวเลข 7 ส่วน 4 หลักโดยตรงต้องใช้ตัวต้านทานมากถึง 32 ตัวในขณะที่ใช้วิธีการการแสดงผลแบบมัลติเพล็กซ์ยังคงใช้ตัวต้านทานเพื่อจำกัดกระแสให้ LED ด้วยในแต่ละเซกเมนต์เพียง 8 ตัวไม่ว่าจะขับ LED ตัวเลข 7 ส่วนที่หลักก็ตาม



รูปที่ 2.17 การขับ LED แบบมัลติเพล็กซ์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

การขับ LED ตัวเลข 7 ส่วนแบบมัลติเพล็กซ์จะทำการต่อขาของแต่ละเซกเมนต์ร่วมกันคือ เซกเมนต์ a ของทุกหลักจะต่อถึงกันไล่เรียงไปจนถึงเซกเมนต์ g ในบางงานที่ต้องใช้จุด dp ก็ต่อต่อขาของจุด dp รวมด้วย การควบคุมให้ LED ตัวเลข 7 ส่วนหลักใดติดสว่าง ทำได้โดยการจ่ายไฟเข้าที่ขาาร่วมของ LED ตัวเลข 7 ส่วน หลักนั้นๆ ยกตัวอย่างหาก LED ตัวเลข 7 ส่วนที่ใช้เป็นแบบ แคลโทดร่วม หากต้องการให้ LED ตัวเลข 7 ส่วนหลักที่ 3 ติดสว่างก็ให้ต่อขาาร่วมของหลักที่ 3 ลงกราวด์หรือจ่ายไฟลบ LED ตัวเลข 7 ส่วนหลักที่ 3 ก็จะติดสว่างตามข้อมูลที่ส่งเข้ามายังขาของแต่ละเซกเมนต์

การใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เข้ามาควบคุมการแสดงผลในลักษณะนี้จึงเป็นการเข้ามาควบคุมการจ่ายไฟเข้าที่ขาาร่วมของ LED ตัวเลข 7 ส่วนในแต่ละหลักนั่นเอง โดยที่ขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 จะจ่ายไฟให้แก่ขาาร่วมของ LED ตัวเลข 7 ส่วน ทีละหลักไล่ไปตามเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับด้วยความเร็วสูง โดยผ่านทรานซิสเตอร์ ทั้งนี้การต่อทรานซิสเตอร์เพื่อขับขาคอมมอนนั้นยังช่วยให้ภาระในการจ่ายกระแสของไมโครคอนโทรลเลอร์ลดลงด้วย ส่วนขาของแต่ละเซกเมนต์จะถูกเข้ากับไอซีบัฟเฟอร์ผ่านตัวต้านทานจำกัดกระแสเช่นเดียวกับการขับแบบตัวเดี่ยวในรูปที่ 2.17 แสดงการขับ LED 7 ส่วนแบบมัลติเพล็กซ์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

กระบวนการเริ่มต้นโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ส่งข้อมูลออกไปยังไอซีบัฟเฟอร์ที่ต่ออยู่กับเซกเมนต์ a-g และ dp (ในกรณีที่ต้องการใช้ dp) ของ LED ตัวเลข 7 ส่วนก่อน จากนั้นจึงส่งข้อมูล "0" ไปยังทรานซิสเตอร์ที่ต่ออยู่กับขาร่วมของ LED ตัวเลข 7 ส่วน ในหลักที่ต้องการให้แสดงผล ยกตัวอย่างต้องการแสดงตัวเลข 12 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ต้องส่งข้อมูลของเลข 1 ไปก่อนแล้วจึงส่งข้อมูล "0" ไปยังทรานซิสเตอร์ที่ต่ออยู่กับขาร่วมของ DSP2 จากนั้นจึงส่งข้อมูลเลข 2 แล้วส่งข้อมูล "0" ไปยังทรานซิสเตอร์ที่ต่ออยู่กับขาร่วมของ DSP1 ตามลำดับด้วยความเร็วสูง ในอัตราที่ตาของมนุษย์ไม่สามารถสังเกตเห็นความเปลี่ยนแปลงดังกล่าว ภาพที่เห็นจึงกลายเป็นว่า LED ตัวเลข 7 ส่วนทั้ง 2 หลักแสดงตัวเลข 12 พร้อมกัน จะเห็นได้ว่า ด้วยกระบวนการนี้ LED ตัวเลข 7 ส่วน จะทำงานไม่พร้อมกัน การกินกระแสไฟฟ้าจึงมีค่าสูงสุดเท่ากับ LED ทุกเซกเมนต์ในหนึ่งหลักติดสว่างพร้อมกันเท่านั้น หาก LED ในแต่ละเซกเมนต์ต้องการกระแสไฟฟ้า 10 mA การขับ LED ตัวเลข 7 ส่วนแบบมัลติเพล็กซ์จะมีความต้องการกระแสไฟฟ้าสูงสุด 80 mA เท่านั้นไม่ว่าจะขับ LED ตัวเลข 7 ส่วน เป็นจำนวนเท่าใดก็ตาม

2.6 การทำงานของอุปกรณ์เซนเซอร์

2.6.1 โครงสร้างและการทำงานของารรับแสง

การรับแสง หมายถึง การเปลี่ยนแสงให้เป็นไฟฟ้า ในการทำงานนี้แบ่งออกได้เป็น 2 วิธี คือ วิธีที่หนึ่งเป็นการเปลี่ยนสัญญาณแสงให้เป็นไฟฟ้าโดยตรง วิธีที่สองทำได้โดยการเปลี่ยนแปลงของพลังงานแสงให้เป็นพลังงานความร้อนก่อนแล้วจึงเปลี่ยนเป็นไฟฟ้า วิธีที่หนึ่งนั้นเรียกว่า Photo Electric Effect ส่วนวิธีที่สองเรียกว่า Sensitive Heat Effect

วิธีการตรวจแสงโดยใช้ Sensitive Heat Effect นั้นโดยทั่วไปจะมีการตอบสนองช้ามากและความไวไม่ดีจึงใช้กับ Thermocouple , Borometer และอื่นๆ แต่ไม่นำมาใช้ในการสื่อสารด้วยแสง ดังนั้นสำหรับการสื่อสารด้วยแสงจึงควรทำความเข้าใจในโครงสร้าง และการทำงานของารรับแสง โดย Photo Electric Effect สำหรับสารกึ่งตัวนำต่อไปนี้ จะกล่าวถึง Photo Electric Effect

หลักการของ Photo Electric Effect ใช้ขบวนการดูดพลังงานตามที่ได้กล่าวมาแล้ว นั่นคือเมื่อมีแสงมากระทบสารกึ่งตัวนำอิเล็กตรอนที่อยู่ใน Valence Band จะเลื่อนไปที่ Conduction Band

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อีกทำให้ไม่ได้รับ Photo Electric Effect ด้วยเหตุนี้ เพื่อที่จะเปลี่ยนแสงให้เป็นไฟฟ้าจะต้องใช้สภาพการแยกกันของอิเล็กตรอนกับ Hole ก่อนที่มันจะรวมกัน

สำหรับอุปกรณ์รับแสงสารกึ่งตัวนำ ก็เช่นเดียวกันกับอุปกรณ์กำเนิดแสงนั่นก็ คือเพื่อที่จะแยกอิเล็กตรอนกับ Hole นั้น โดยทั่วไปใช้ PN-Junction ตามที่ได้กล่าวมาแล้วว่าที่รอยต่อของ P-N นั้นจะเกิดสนามไฟฟ้าในที่ว่า (Space Electric Field) ขึ้นแต่มันจะถูกถึงด้วยอิเล็กตรอนของ N-Type และ Hole ของ P-Type ซึ่งมีประจุไฟฟ้าเป็น - และ+ เป็นผลให้เกิดบริเวณที่ไม่มีอิเล็กตรอนและ Hole ขึ้นตรงต่อบริเวณนี้เรียกว่า Depletion Zone

ในสภาพอย่างนี้เมื่อมีแสงมากระทบจากทางด้านบริเวณ P-Type แสงนั้นจะถูกดูด พร้อมทั้งเคลื่อนที่ไปทางบริเวณ N-Type แต่ที่ Depletion Zone อิเล็กตรอนและ Hole ที่เกิดจากการดูดพลังงานจากแสงจะถูก Space electric field แยกไปในทิศทางตรงกันข้ามกล่าวคืออิเล็กตรอนไปทางด้าน N และ Hole ไปทางด้าน P หนึ่งที่บริเวณซึ่งอยู่ห่างจาก Depletion Zone นั้น เนื่องจากไม่มีสนามไฟฟ้าอิเล็กตรอนและ Hole ที่เกิดจาก Photo Electric Effect จะรวมตัวกันใหม่ในระหว่างเคลื่อนที่ แต่สำหรับอิเล็กตรอนและ Hole ที่เคลื่อนที่เข้าไปใน Space electric field แล้วนั้นจะสามารถเข้าไปยังบริเวณตรงกันข้ามได้ผลที่ได้ก็คือ จะเกิดแรงดันไฟฟ้าที่เป็นสัดส่วนกับปริมาณของอิเล็กตรอนและ Hole ที่ถูกแยกขึ้นระหว่างปลายทั้งสองของ P-Type และ N-Type หากนำวงจรภายนอกมาต่อกับปลายทั้งสองนี้ จะทำให้อิเล็กตรอนและ Hole สามารถรวมตัวกันได้โดยผ่านวงจรภายนอก นั่นคือมีกระแสไหลนั่นเองกระแสที่เกิดที่ Depletion Zone เรียกว่า Drift Current ส่วนกระแสที่เกิดตรงบริเวณที่อยู่ห่างจาก Depletion Zone เรียกว่า Diffusion Current และกระแสนี้เป็นหลักการของการเปลี่ยนแสงเป็นไฟฟ้า

2.6.2 สารและโครงสร้างของอุปกรณ์รับแสง

1) สารของอุปกรณ์รับแสง

สำหรับอุปกรณ์รับแสงก็เช่นเดียวกัน กับอุปกรณ์กำเนิดแสงนั่นคือมีสารหลายชนิดนอกนั้น ผลต่างของพลังงานของ Conduction และ Valence ของอุปกรณ์รับแสงมีค่าแตกต่างกันกันทำให้มีย่านความยาวคลื่นต่างกันที่ดูดสัญญาณแสงที่เข้ามาได้ง่าย (ความไวในการรับแสงดี)

ในการออกแบบระบบการสื่อสารด้านเส้นใยแสงนั้น จะต้องเลือกอุปกรณ์รับแสงที่จะต้องเหมาะสมกับความยาวคลื่นที่ใช้เช่นเดียวกันกับอุปกรณ์กำเนิดแสง สำหรับย่านความคลื่นที่ต่ำกว่า $1 \mu\text{m}$ จะให้ Si (Silicon) สำหรับย่านความยาวคลื่นจาก $1-1.7 \mu\text{m}$ ใช้ Ge (Germanium) เป็นส่วนใหญ่ นอกจากนั้นในปัจจุบันสำหรับความยาวคลื่นในช่วง $1.55 \mu\text{m}$ เป็นความยาวคลื่นที่มีการสูญเสียในเส้นใยแสงน้อยมากและเป็นความยาวคลื่นที่อยู่ใน Third Window ที่ได้กล่าวมาแล้วการใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานอุปกรณ์รับแสงชนิดใหม่ที่ทำจากสารที่เป็นสารประกอบของสารกึ่งตัวนำ InGaAs และอื่นๆ ซึ่งมีความไวในการรับแสงดีมากนั้น กำลังได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ

2) โครงสร้างของอุปกรณ์รับแสง

ในหัวข้อที่แล้วได้กล่าวถึง Space Electric Field ตรงรอยต่อ PN-Junction ที่ทำให้อิเล็กตรอนและ Hole เคลื่อนที่ไปในทิศทางตรงกันข้าม แต่ถ้าให้แรงดันไฟฟ้ากลับทิศทางจากภายใน

อุปกรณ์รับแสงที่เป็นสารกึ่งตัวนำนี้แบ่งออกเป็นพวกใหญ่ๆ ได้ 2 พวกตามปริมาณของการจ่ายแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนให้จากภายนอก คือ

Photo Diode : PD กับ Avalanche Photo Diode : APD พวก PD นั้นเป็นพวกที่ได้รับการป้อนแรงดันไฟฟ้าปริมาณน้อย ส่วนพวก APD เป็นพวกที่ได้รับการป้อนแรงดันไฟฟ้าซึ่งมีปริมาณมาก

ตัวอย่างของ PD คือ Pin-PD Pin หมายถึงว่าในระหว่างสารกึ่งตัวนำ P-Type และ N-Type มีสารกึ่งตัวนำแบบที่เรียกว่า Intrinsic : I คั่นอยู่ ตามที่ได้กล่าวมาแล้วว่า Drift Current นั้นเกิดขึ้นใน Depletion Zone และผลของสนามไฟฟ้าทำให้มีการตอบสนองเร็ว แต่ในทางตรงกันข้าม Diffusion Current ที่เกิดขึ้นภายนอก Depletion Zone นั้น มีการตอบสนองช้า ดังนั้นถ้าความกว้างของ Depletion Zone ยิ่งกว้างมากเท่าใด Quantum Efficiency และ ความเร็วของการตอบสนองความถี่ยิ่งดีขึ้น ส่วนความกว้างของ Depletion Zone นี้ถ้าความหนาแน่นของอิเล็กตรอนและ Hole ของ P-Type และ N-Type ยิ่งต่ำจะยิ่งกว้าง ดังนั้นสารกึ่งตัวนำแบบ I ที่คั่นกลางระหว่าง P-Type กับ N-Type จึงมีหน้าที่ทำให้ความกว้างของ Depletion Zone กว้างขึ้นนั่นเอง เนื่องจาก PD ที่ใช้ในระบบการสื่อสารนั้นโดยทั่วไปต้องการความเร็วในการตอบสนองสูง ดังนั้นส่วนใหญ่จะใช้ Pin-PD

อนึ่ง APD นั้นใช้ปฏิกิริยาการขยาย Avalanche อิเล็กตรอนและ Hole ในสารกึ่งตัวนำเมื่อเปรียบเทียบกับ PD แล้วเป็นอุปกรณ์รับแสงที่ให้กระแสจำนวนมาก หลักการทำงานของ APD แสดงดังรูป สำหรับโครงสร้างนั้นส่วนใหญ่ทางด้าน P ของ PN-Junction จะมีสารกึ่งตัวนำแบบ P-Type ที่มีความหนาแน่นของ Hole สูงติดอยู่ (ส่วนที่แสดงด้วย P+ ในรูป) โดยการทำเช่นนี้จะทำให้สนามไฟฟ้าภายในของบริเวณใกล้ๆ รอยต่อที่มี P-Layer เป็นศูนย์กลางมีค่ามากอิเล็กตรอนที่ดูดแสงที่มาจากกระทบจากด้าน P+ และถูกกระตุ้นจาก Valence Band ไปยัง Conduction Band ในระหว่างที่มันได้รับอัตราเร่งและผ่าน P-Layer นั้นมันจะได้รับพลังงานจำนวนมากกว่าผลต่างของพลังงานของ Conduction Band กับ Valence Band จากผลนี้ทำให้สามารถกระตุ้นอิเล็กตรอนที่อยู่ใน Valence Band และทำให้เกิดอิเล็กตรอนกับ Hole ใหม่ออกมาอีกเมื่อขบวนการนี้เกิดอย่างต่อเนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องกันจำนวนของอิเล็กตรอนกับ Hold จำนวนมากมาย (Avalanche) เป็นผลให้เกิดการขยายที่เรียกว่า Avalanche Multiplication ผลนี้ทำให้กระแสถูกขยายนั่นเอง

2.6.3 คุณสมบัติของอุปกรณ์รับแสง

ประสิทธิภาพของอุปกรณ์รับแสงจะประเมินจากคุณสมบัติต่างๆ มากมาย ซึ่งได้แก่ Quantum Efficiency ซึ่งแสดงว่าแสงที่รับมานั้นถูกเปลี่ยนเป็นไฟฟ้าได้มากเท่าไร ความไวของการรับแสง (ระดับรับแสงต่ำสุดที่ต้องการสำหรับการส่งที่มีคุณภาพ) ซึ่งจะเป็นองค์ประกอบสำคัญในการออกแบบระบบการถ่ายทอดของระบบการสื่อสารด้วยเส้นใยแสงที่จะกล่าวถึงภายหลัง สัญญาณรบกวน (Noise) ที่เกิดขึ้นและความเร็วของการตอบสนองการทำงาน Quantum Efficiency กำหนดจากสารและโครงสร้างของอุปกรณ์รับแสง แต่สำหรับความไวการรับแสงนั้น จะเกี่ยวข้องกับขนาดของแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนให้

คุณสมบัติทางไฟฟ้าของอุปกรณ์รับแสง

1) Short Noise Current

เนื่องจาก APD ใช้ปรากฏการณ์การขยาย Avalanche ตามที่กล่าวมาแล้ว ดังนั้นจึงมีความไวสูงประมาณ 10-20 dB (10-100เท่า) เมื่อเทียบกับ PD สัญญาณรบกวน (Noise) ที่เกิดในอุปกรณ์รับแสงมีสิ่งๆที่เรียกว่า Short Noise Current Short Noise Short Noise นี้เป็น Noise อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของ Photo Current ที่เกิดจากการกระตุ้นอิเล็กตรอนอย่างไม่เป็นระเบียบทางเวลาหรือทาง Space คุณสมบัติทาง Short Noise เป็นดังแสดงในสมการต่อไปนี้

$$\text{Short Noise Current} = I_0 M^{2+F} \quad (2.1)$$

ในที่นี้ M เป็นอัตราขยายกระแสของอุปกรณ์รับแสง
 I_0 เป็น PHOTO CURRENT เมื่อ $M = 1$ (กรณีของ PD)
 F เป็น EXCESS NOISE FIGURE มีค่ามากเมื่อเทียบกับ M

นั่นคือ จากสมการจะเห็นว่าที่ระดับการรับแสงเท่ากัน ถ้าหากทำให้แรงดันไฟฟ้าในทิศทางกลับที่ป้อนให้มีค่าสูง และทำให้อัตราการขยายกระแสเพิ่มมากขึ้นนั้น สัญญาณออก (Output Signal $I_0 M^2$) จะเพิ่มมากขึ้นด้วยแต่ Short Noise ก็เพิ่มมากขึ้นด้วยเช่นกัน

คุณสมบัติของอุปกรณ์รับแสงทั่วไปจะช่วยให้เข้าใจ ความแตกต่างของบริเวณที่ทำงานของ APD และ PD ได้ดีและในรูปนี้ได้แสดงการไหลของกระแสที่เรียกว่า Dark Current ที่เกิดในสภาพที่มีแรงดันไฟฟ้าในทิศทางกลับป้อนให้แต่ไม่มีแสงเข้ามาด้วยกระแส Dark Current นี้จะมีลักษณะพิเศษคือมันจะมีการเพิ่มขึ้นเร็วกว่าการเพิ่มขึ้นของสัญญาณออก (Output Signal) Short Noise เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สิ่งที่เกิดจาก Dark Current และอื่นๆ ที่เป็นแหล่งต้นกำเนิดกรณีของ PD เนื่องจาก $M = 1$ ดังนั้น Short Noise จึงไม่มีค่ามาก แต่สำหรับกรณีของ APD จำเป็นต้องระวังเกี่ยวกับค่าของ M

ในการออกแบบระบบการสื่อสารด้วยเส้นใยแสง นอกจากจะต้องคำนึงถึง Short Noise นี้แล้วยังมี Thermal Noise ที่เกิดในวงจรไฟฟ้าซึ่งไม่เกี่ยวกับสัญญาณแสงที่เข้ามา ดังนั้นในการออกแบบระบบการสื่อสารด้วยเส้นใยแสง จำเป็นต้องเลือกค่า M ที่เหมาะสมที่ทำให้ผลรวมของ Thermal Noise กับ Short Noise มีค่าต่ำมากเมื่อเทียบกับระดับของสัญญาณ

2) Short Circuit Current :

เป็นกระแสที่ได้จากการ Short ขา ทั้งสองข้างของ Photo Diode ใช้สัญลักษณ์ I_{SC}

$$I_{SC} = \alpha E_v \quad (2.2)$$

โดยที่ E_v หมายถึง ความเข้มของแสง (Lux)
 α หมายถึง ค่าคงที่ $6 \mu\text{A}/\text{mm}^2 \text{Lux}$
 mm^2 หมายถึง พื้นที่หน้าตัดของ Photo Diode

3. Open Circuit Voltage (V_{oc}) :

เป็นความต่างศักย์ที่ได้จากการเปิดขาทั้งสองข้างของ Photo Diode เมื่อรับแสงเข้ามาจะเกิดแรงดันไฟฟ้าขึ้นระหว่างขาทั้งสอง

$$V = (kT/q) \ln(I_{SC} / I_0) = (kT/q) \ln(\alpha E_v / I_0) \quad (2.3)$$

โดยที่ $(kT/q) = 26 \text{ mV}$
 เมื่อ k หมายถึง boltzman Constant
 T หมายถึง อุณหภูมิสัมบูรณ์
 q หมายถึง ประจุของ Electron
 I_0 หมายถึง Reverse Bias Saturation Current

4. Response Speed , Rising Time (T_r) และ Falling Time (T_f) :

ในกรณีของ Photo Diode ค่าเหล่านี้จะขึ้นอยู่กับค่าของ Junction Capacitance (C_j) และค่า Load Resistance (R_L) ดังสมการ

$$T_r, T_f = 2.2 c_j R_L \quad (2.4)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$c_j \propto (V_o - V) - Z \quad (2.5)$$

โดยที่ V_o หมายถึง Constant (Diffusion Potential) มีค่า 0.5 ~ 0.9V

V หมายถึง Reverse Bias Voltage (มีค่า -)

Z หมายถึง Constant มีค่า 1/2 ถึง 1/3

ซึ่งจากสมการจะเห็นได้ว่า ถ้าค่า Z มีค่ามาก c_j จะน้อย

ความเร็วการตอบสนองความถี่ เป็นสิ่งที่กำหนดจากเวลาที่มีสัญญาณแสงเข้ามา จนกระทั่งเกิดปรากฏการณ์ ดูดแสง แต่ในปัจจุบันเนื่องจากทั้ง PD และ APD สามารถตอบสนองความเร็วได้ถึงหลาย GHz จึงไม่มีปัญหาในการใช้งาน การเปรียบเทียบคุณสมบัติต่างๆ ของ PD และ APD แสดงดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2.3 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของอุปกรณ์รับแสง

หัวข้อ	อุปกรณ์รับแสง	
	PD	APD
QUANTUM EFFICIENCY	80%	80%
ความไวการรับแสง (1)	-15 - 20 dBm	-30 - 40 dBm
ความเร็วการตอบสนองความถี่	หลาย GHz	หลาย GHz
อัตราขยาย	1	500
ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ทำงาน	0 - 20 V	30 - 200 V

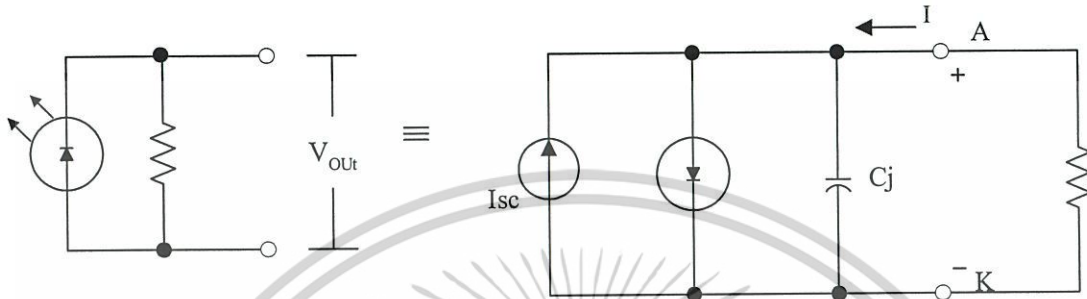
จากตารางจะเห็นว่าข้อเสียของ Photo Diode ก็คือมีความไวต่อแสงต่ำ ส่วนข้อดีต่างๆ ที่นอกเหนือจากในตารางก็มีดังต่อไปนี้

1. Input Light – Output Current เป็น Linear ดี
2. Response Speed สูง
3. การเปลี่ยนแปลงของ Output มีน้อย
4. การเปลี่ยนแปลงของ Output อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิมีน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

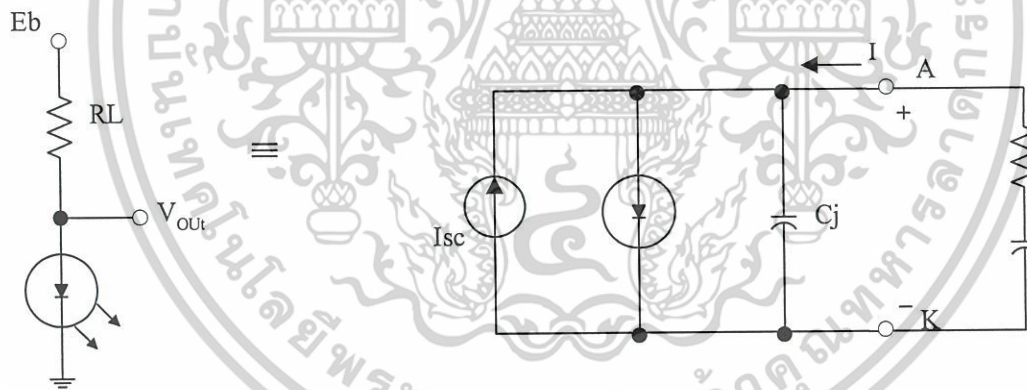
ตัวอย่างการใช้งานอุปกรณ์รับแสง

1. กรณีไม่มี Bias จ่ายให้



รูปที่ 2.18 วงจรอุปกรณ์รับแสงที่ไม่มีไบแอส

2. กรณีมี Bias จ่ายให้



รูปที่ 2.18 วงจรอุปกรณ์รับแสงที่มีไบแอส

รูป (A) ใช้ Transistor ตัวเดียว I_p ได้จากกระแสจาก Collector – Feedback Resistor (R_f) ดังนั้น Output Voltage (V_o) = $R_f(I_p + I_c/h_{fe}) + V_{BE}$ โดยในที่นี้ $V_{BE} = 0.65$ V

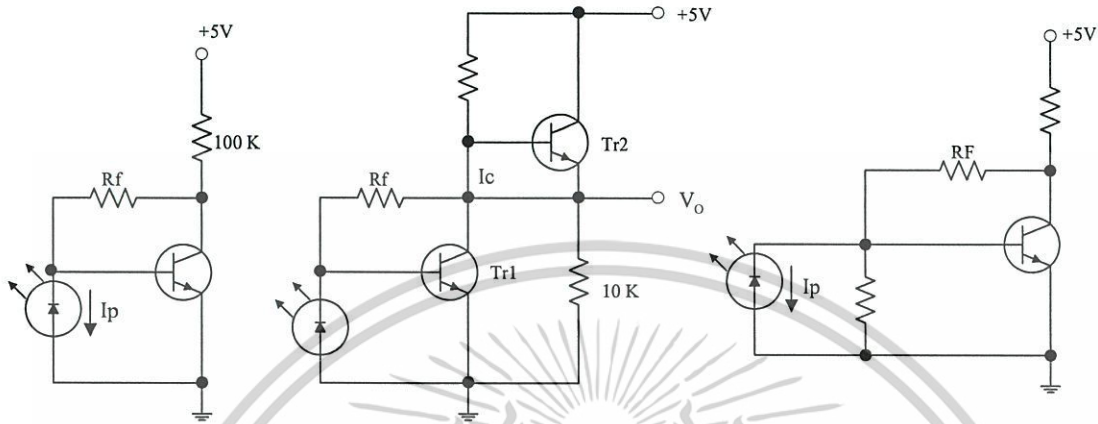
รูป (B) เป็นการนำ Emitter Follower เข้าไปต่อกับ (A) เพื่อเพิ่ม OUTPUT ให้สูงขึ้น

รูป (C) เป็นการเพิ่ม R_{BE} เข้าไประหว่าง Base-Emitter ทำให้สามารถปรับ Output ได้

$$V_o = R_f (I_p + I_c/h_{fe}) + (R_f/R_{BE} + 1)V_{BE} \quad (2.6)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ตัวอย่างวงจรรขยายสัญญาณ



รูปที่ 2.19 ตัวอย่างอุปกรณ์รับแสง

2.6.4 อุปกรณ์ PSD (Position Sensitive Light Detector)

PSD คืออุปกรณ์รับแสงซึ่งมีโครงสร้างประกอบด้วย P-N Junction เหมือนกับ Photo Diode ทั่ว ๆ ไปสิ่งที่แตกต่าง คือมีหน้าที่ Position Detector และมีค่าความต้านทานของ P - Layer และ N-Layer สูงกว่ามาก PSD ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปมีอยู่สองชนิด คือ

- 1) One Dimension PSD
- 2) Two Dimension PSD

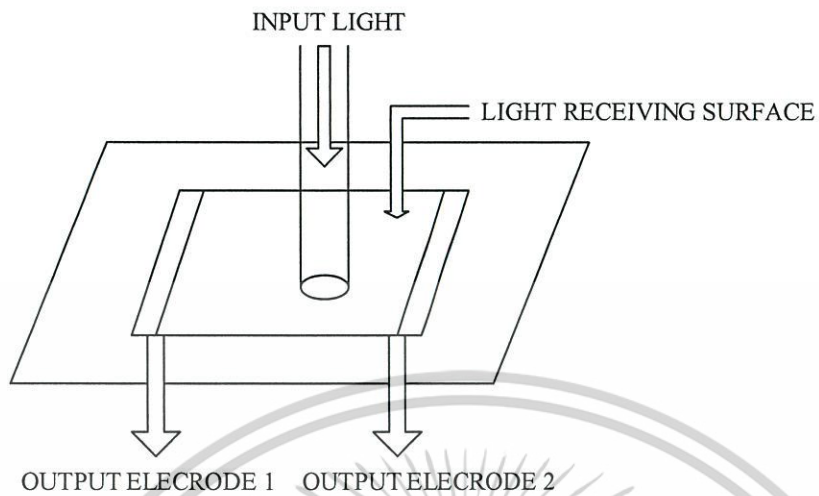
แต่ในที่นี้จะพูดถึงเฉพาะ One Dimension PSD เท่านั้น

หลักการทํางานของ One Dimension PSD

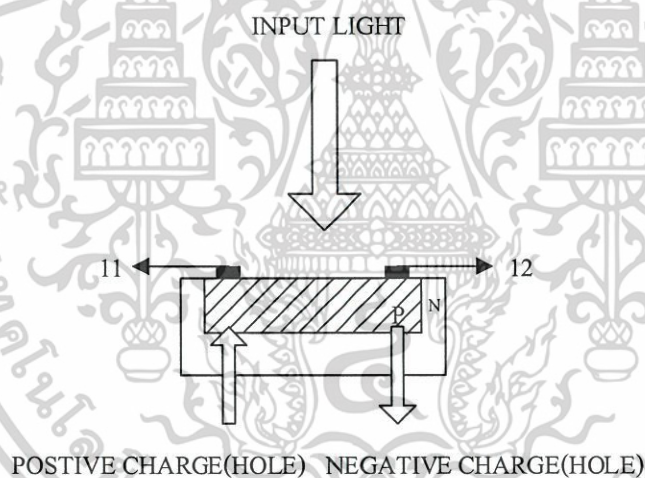
เมื่อมีแสงเข้ามาตกกระทบบที่ผิวรับแสงจะทำให้เกิดอิเล็กตรอน และHoleอิสระในปริมาณที่เท่ากันส่งผลให้อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่ผ่านJunctionไปยังN-LayerและHoleจะเคลื่อนที่ผ่านJunctionไปยังP-Layer ทำให้เกิดกระแสไหลในP-Layer ที่ขั้วทั้งสองลักษณะเป็นสัดส่วนกลับกับระยะทาง

อัตราส่วนของกระแสที่ออกจาก PSD ทั้งสองด้านจะเปลี่ยนแปลงตามจุดที่ PSD รับแสง นั่นคือเมื่อรับแสงที่ซีกขวา I_1 จะมีค่าน้อยกว่า I_2 และในทางกลับกันเมื่อรับแสงที่ซีกซ้าย I_1 จะมีค่ามากกว่า I_2 ซึ่งความแตกต่างของ I_1 กับ I_2 จะแปรผันตามระยะที่ห่างจากจุดศูนย์กลางของ PSD โดยที่ความสัมพันธ์ระหว่าง (I_2 / I_1) และจุดรับแสงจะคงที่และไม่ขึ้นกับความเข้มของแสงที่รับเข้ามา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



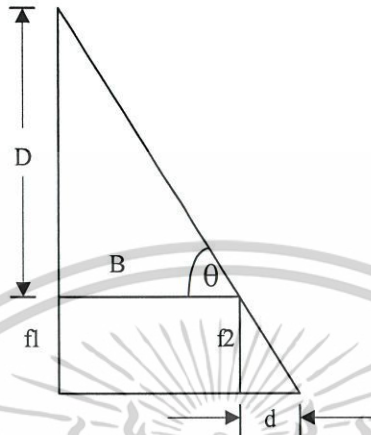
รูปที่ 2.20 บริเวณรับแสงของ PSD



รูปที่ 2.21 ลักษณะ โครงสร้างของ PSD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวัดระยะทางโดยใช้ระบบสามเหลี่ยม (System of Triangulation)



รูปที่ 2.22 สามเหลี่ยมที่ใช้ในการหาระยะทาง

ระบบสามเหลี่ยมถูกนำมาใช้ในการหาระยะทาง D ดังนี้

จาก
$$d = f_2 / \tan \theta \quad (2.7)$$

$$\tan \theta = D / B \quad (2.8)$$

แทนค่าสมการที่ 2.8 ลงในสมการที่ 2.7 จะได้

$$d = f_2 (B / D)$$

ดังนั้นจะได้ระยะทาง $D = (f_2 B) / d \quad (2.9)$

จากคุณสมบัติของ PSD ที่ให้กระแส I_1 และ I_2 ออกมาโดยการให้กระแสนี้ขึ้นอยู่กับตำแหน่งที่ลำแสงอินฟราเรดตกกระทบบริเวณผิวรับแสงของ PSD ทำให้เราสามารถนำคุณสมบัติดังกล่าวมาใช้ร่วมกับระบบสามเหลี่ยมเพื่อหาระยะทางได้

จากการใช้ระบบสามเหลี่ยม ทำให้ลำแสงที่สะท้อนมาจากวัตถุที่อยู่ระยะทางไม่เท่ากันจะทำให้จุดที่ลำแสงตกบน PSD แตกต่างกัน ส่งผลให้กระแส I_1 และ I_2 ของลำแสงที่สะท้อนจากวัตถุที่ระยะทางต่างกันนั้นมีค่าไม่เท่ากัน การคำนวณหาระยะทางของวัตถุโดย PSD

ความสัมพันธ์ระหว่าง Input Light กับกระแสที่ขั้วทั้งสองแสดงดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$I_1 = I_0(L - X) / L \quad (2.10)$$

$$I_2 = I_0 X / L \quad (2.11)$$

- โดยที่ I_1 หมายถึง กระแสของ Electrode 1 (nA)
 I_2 หมายถึง กระแสของ Electrode 2 (nA)
 I_0 หมายถึง Total Current = $I_1 + I_2$ (nA)
 L ความยาวของผิวรับแสงหรือระยะห่างระหว่าง Electrode (mm.)
 X ระยะจาก Electrode ถึงจุดที่แสงตกกระทบบ (mm.)

จากความสัมพันธ์ด้านบนนำมาเขียนใหม่เพื่อหา X จะได้ว่า

$$I_2 / (I_1 + I_2) = X / L \quad (2.12)$$

$$X = [I_2 / (I_1 + I_2)] L \quad (2.13)$$

$$= [I_2 / I_0] L \quad (2.14)$$

พิจารณารูปที่ 2.38 โดยนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับการคำนวณหาระยะทางโดยใช้ PSD จะได้ว่าจากสมการที่ 2.9

$$D = (f_2 B) / d$$

หรือ $D = (f_2 B) / X$

จากสมการที่ 2.14 จะได้ว่า $X = [I_2 / I_0] L$

แทนสมการที่ 2.14 ลงใน สมการที่ 2.9 จะได้ว่า

$$D = (f_2 B) / [I_2 / I_0] L \quad (2.15)$$

- เมื่อกำหนด D เป็นระยะทางที่ทำการวัด โดย PSD (cm.)
 f_2 เป็นระยะห่างของเลนส์ด้านรับแสงกับ PSD (mm.)
 B เป็นระยะระหว่างเลนส์ที่ขยายอินฟราเรดด้านส่งกับเลนส์ที่ขยายอินฟราเรดที่รับเข้ามา (mm.)
 L เป็นความยาวของผิวรับแสง หรือความยาวของ PSD (mm.)
 X เป็นระยะที่แสงอินฟราเรดตกกระทบบ PSD โดยวัดจากขั้วอิเล็คโทรดที่ 1

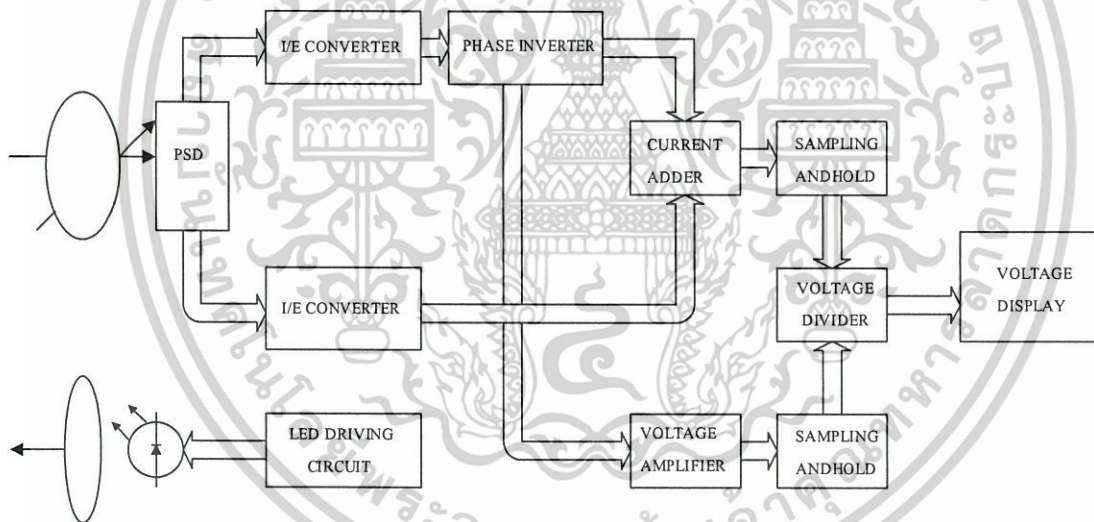
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.5 หลักการทำงาน

เนื่องจากคลื่นแสงอินฟราเรดก็เป็นคลื่นอีกชนิดหนึ่ง ที่มีคุณสมบัติในการสะท้อน และเป็นคลื่นที่มีทิศทาง นอกเหนือจากคลื่นอุลตราโซนิค จากคุณสมบัติตรงจุดนี้ จึงมีการนำคลื่นอินฟราเรดมาใช้เป็นตัวกลางในการคำนวณหาระยะทางระหว่างวัตถุด้วยเช่นกัน ซึ่งแนววิธีในการใช้คลื่นแสงอินฟราเรดเป็นตัวกลางเพื่อวัดระยะทาง ก็มีด้วยกันมากกว่า 1 วิธี โดยวิธีการหนึ่งที่มีการนำมาใช้อย่างแพร่หลายและ จะกล่าวถึงในที่นี้ก็คือการหาระยะทางด้วยระบบออโต้โฟกัส (auto focus) ซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญมากที่สุดส่วนหนึ่ง ของกล้องวิดีโอหรือกล้องถ่ายภาพแบบออโต้โฟกัส

เครื่องวัดระยะทางที่เป็นออโต้โฟกัสจะต้องอาศัย คุณสมบัติของการสะท้อนกลับของคลื่นแสงอินฟราเรดเมื่อเจอกับวัตถุ และระบบการวัดระยะทางแบบสามเหลี่ยม (triangular measurement system)

ต่อไปนี้จะแสดงถึงแผนผังการทำงานของการทำงานเพื่อวัดระยะทางในระบบออโต้โฟกัส



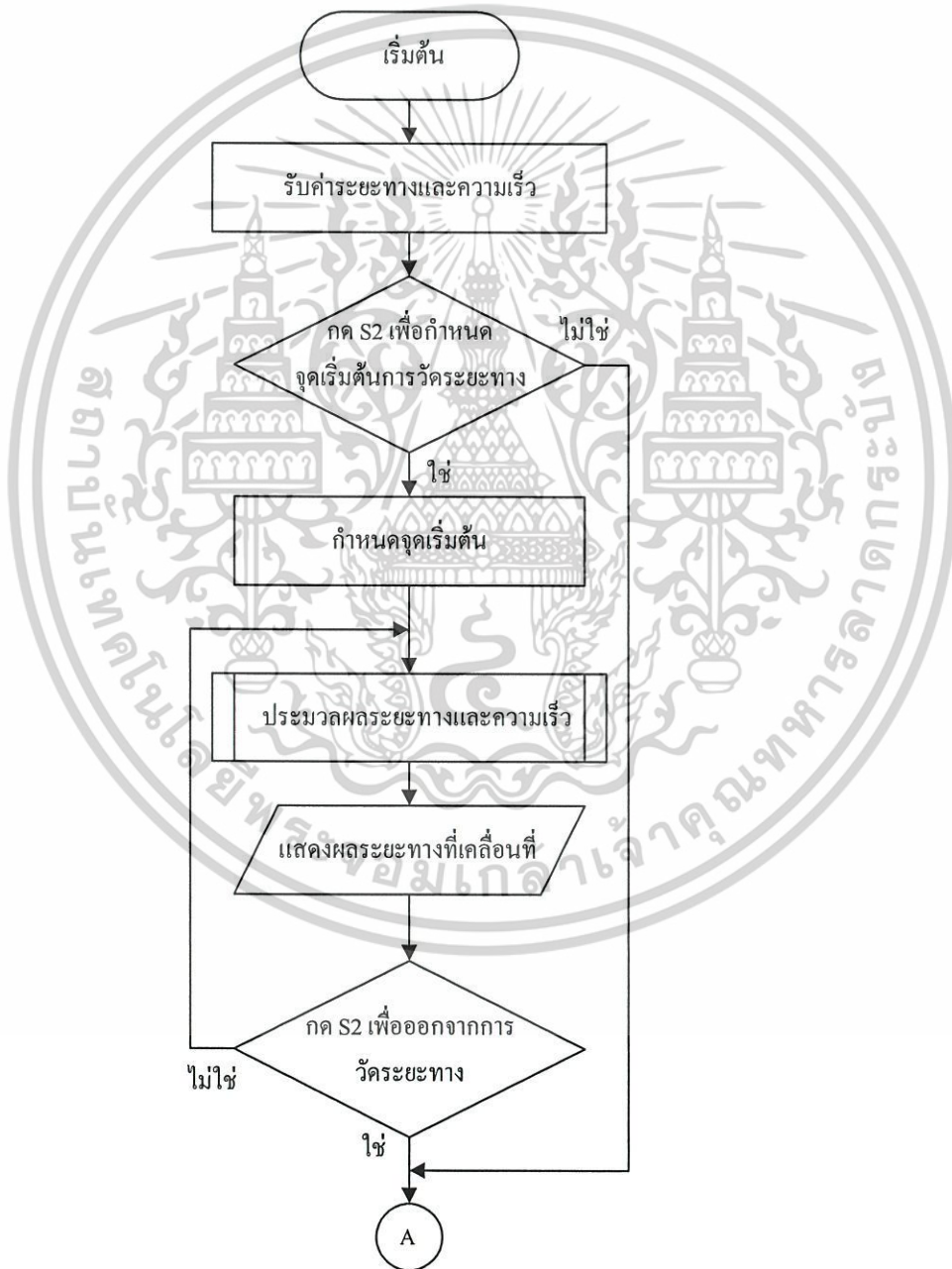
รูปที่ 2.23 แผนผังการทำงานในส่วนวัดระยะทางของระบบออโต้โฟกัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

3.1 แผนผังการทำงานของมาตรวัดระยะทางและความเร็ว



รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานหลักของมาตรวัดระยะทางและความเร็วแสดงผลแบบดิจิทัล เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 (ต่อ) ผังการทำงานหลักของมาตรฐานวัดระยะทางและความเร็วแสดงผลแบบดิจิทัล

รูปที่ 3.2 ผังงานของการประมวลผลระยะทางและความเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 ผังงานของการประมวลระยะทางและความเร็วทั้งหมด

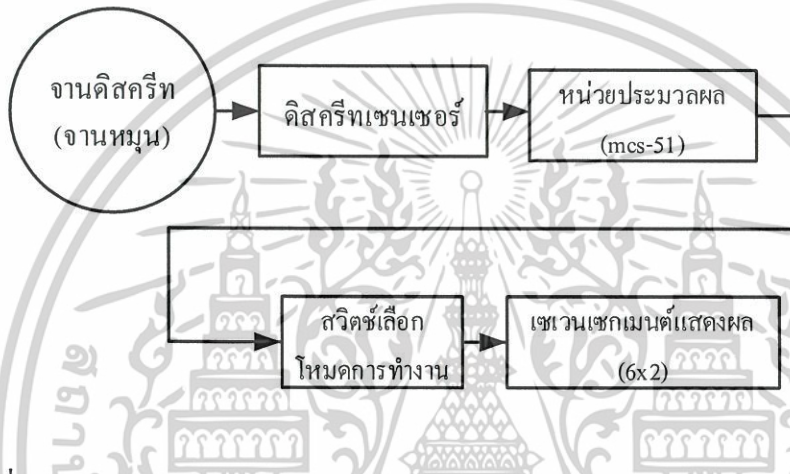
3.2 อธิบายการทำงานของแผนผังมาตรฐานวัดระยะทางและความเร็ว

เริ่มต้น ทำการเซตอุปกรณ์ให้อยู่ในสถานะพร้อมที่จะทำงาน กำหนดจุดเริ่มต้นเพื่อที่จะทำการทดลอง กดสวิทช์ S2 เพื่อที่จะทำการวัดระยะทาง ถ้าไม่ใช้หรือไม่มีการกดสวิทช์ให้ออกจากกระบวนการทำงาน แล้วทำการประมวลผล พร้อมทั้งแสดงค่า ถ้าใช้หรือมีการกดสวิทช์ให้ทำการกำหนดจุดเริ่มต้นตามที่ต้องการ ลำดับต่อมา คือการประมวลผลระยะทาง และความเร็วขั้นตอนการประมวลผลระยะทาง และความเร็วที่ได้แสดงไว้ในรูป 3.2 คือเมื่อมีการหมุน โปรแกรมจะทำการนับสัญญาณพัลส์เพื่อที่จะนำไปเปรียบเทียบกับฐานเวลาแล้วนำจำนวนพัลส์คูณกับค่าคงที่ค่าๆ หนึ่งจะได้ระยะทาง และความเร็วที่ได้ทำการทดลอง พร้อมทั้งแสดงผลออกมา เป็นการสิ้นสุดการทำงานของฟังก์ชันย่อยของการวัดระยะทาง และความเร็ว เมื่อไม่ต้องการทดลองอีกจะกด S2 จะออกจากโหมดการทำงาน ถ้าไม่ใช้โปรแกรมจะกลับไปทำงานในตำแหน่งประมวลผลต่อไป สำหรับในโปรแกรมนี้สามารถที่จะดูระยะทางและความเร็วทั้งหมดที่ทำการทดลอง ส่วนลำดับการทำงานของฟังก์ชันย่อยนี้คือ นับจำนวนพัลส์เทียบกับฐานเวลา แล้วต้องนำจำนวนพัลส์คูณกับค่าคงที่แล้วจึงนำระยะทางที่วัดได้+ระยะทางเดิม แล้วนำค่าที่ได้เอาไปประมวลผล พร้อมทั้งแสดงค่าออกมาเป็นการเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สิ้นสุดการทำงานของโปรแกรม

3.3 การทำงานของมาตรวัดระยะทางและความเร็วแสดงผลแบบดิจิทัล

3.3.1 แผนผังการทำงานของมาตรวัดระยะทางและความเร็วแสดงผลแบบดิจิทัล



รูปที่ 3.4 แผนผังการทำงานของมาตรวัดระยะทางและความเร็วแสดงผลแบบดิจิทัล

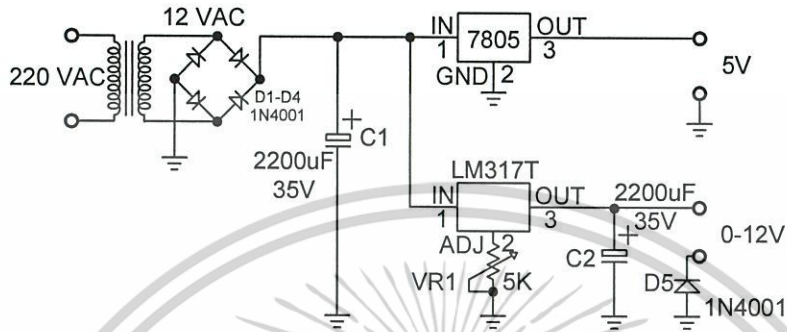
3.3.2 หลักการทำงาน

จานดิสครีทจะทำหน้าที่หมุนตัดแสงที่จะส่งไปไบอัสโฟโต้ทรานซิสเตอร์ให้นำกระแสตามจังหวะการไบอัส โดยแสงที่ผ่านจากช่องของจานตัดแสงแล้วส่งค่าสัญญาณอนาล็อกมาผ่าน ไอซีเพื่อทำการแปลงเป็นสัญญาณดิจิทัล หรือสัญญาณพัลส์มายังหน่วยประมวลผล (MCS-51) เพื่อที่จะทำหน้าที่ประมวลผลและควบคุมการทำงานทั้งหมด หน่วยประมวลผลจะรับคำสั่งมาจากสวิทช์เลือกโหมดการทำงานในกรณีที่ต้องการที่จะตั้งค่าต่างๆ หรือเพื่อให้เครื่องทำงานในโหมดต่างๆ ได้ด้วยหลังจากที่หน่วยประมวลผลได้ทำการประมวลผลเสร็จเรียบร้อยแล้วก็จะส่งค่าผ่านอุปกรณ์บัฟเฟอร์หรือแลตซ์ชิ่งไปรอที่อุปกรณ์แสดงผลคือ เซเวนเซกเมนต์ซึ่งจะทำหน้าที่รับสัญญาณที่ได้มาแสดงผลโดยการสแกนทีละหลักภายในเวลาอันรวดเร็วทำให้มองเห็นเซเวนเซกเมนต์ทุกตัวติดสว่างต่อเนื่องสม่ำเสมอจนตลอดเวลาซึ่งการแสดงผลนี้จะใช้การส่งสัญญาณตัวเลข และการส่งสัญญาณสแกนไปพร้อมๆ กันในแต่ละหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 วงจรภาคจ่ายไฟ

3.4.1 การออกแบบและการสร้าง



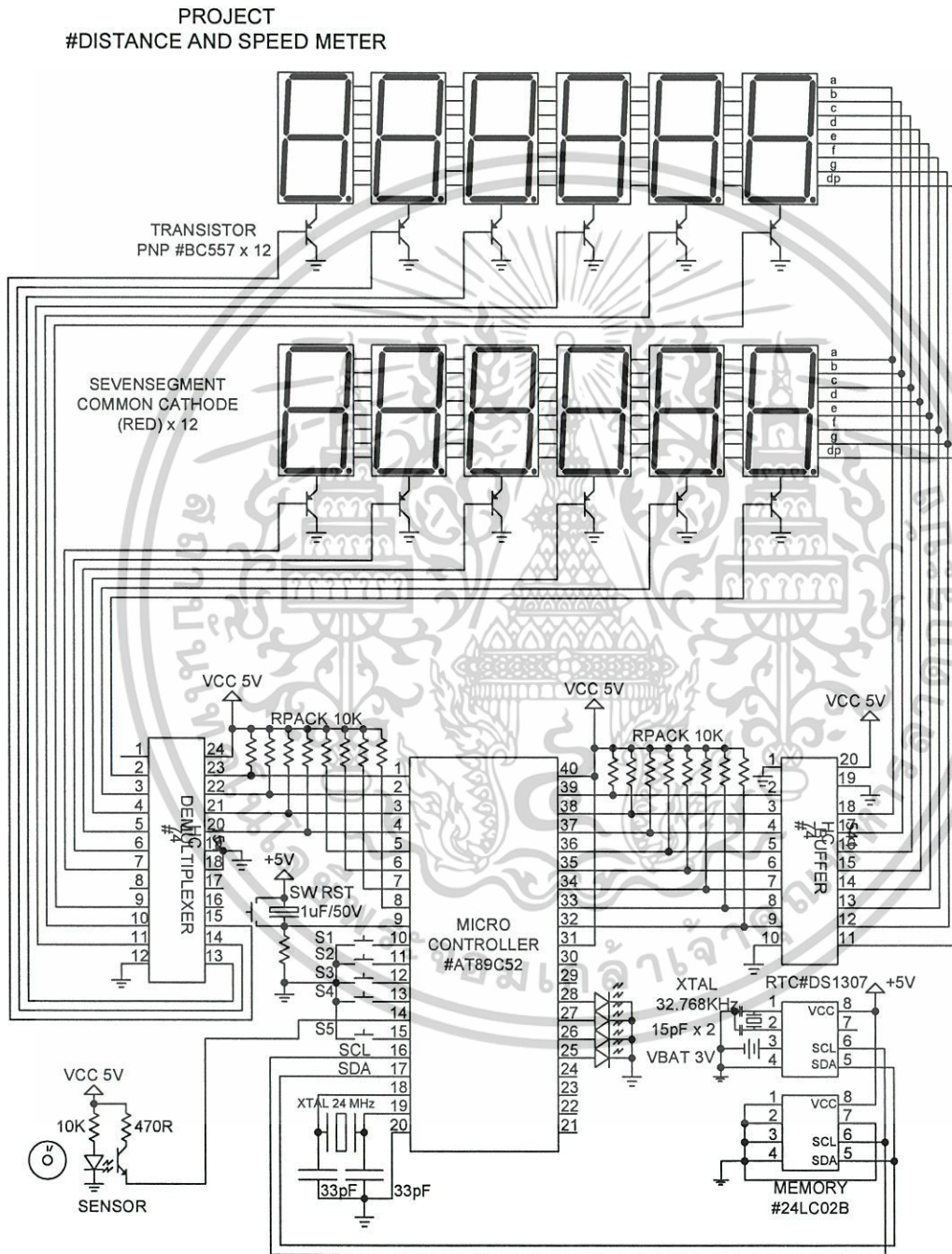
รูปที่ 3.5 วงจรภาคจ่ายไฟ

3.4.2 หลักการทำงาน

เมื่อขดลวดของหม้อแปลงทางปฐมภูมิได้รับสัญญาณไฟฟ้า 220 VDC ผ่านเข้าไปภายในหม้อแปลงทางขดลวดทุติยภูมิจะมีแรงดันไฟฟ้า 12 VDC เข้ามาผ่านไดโอดบริดจ์ เพื่อเรียงกระแสและจะผ่าน C1 เพื่อทำหน้าที่กรองกระแสให้เรียบยิ่งขึ้น สัญญาณที่ออกมาจากไดโอดบริดจ์จะผ่านไอซี 7805 ซึ่งเป็นไอซีรักษาระดับแรงดัน เมื่อทำการวัดค่าแรงดันทางเอาต์พุตของ ไอซี 7805 เทียบกับจุดกราวด์จะได้ค่าระดับแรงดัน 5 VDC สัญญาณอีกส่วนหนึ่งจะไหลมาทาง ไอซี LM 317T ซึ่งเป็นไอซีเร็กกูเลเตอร์คอนโทรล โดยที่ขา 2 ของไอซีจะมีตัวต้านทานปรับค่าได้ขนาด 5 k Ω ต่ออยู่โดยไอซี LM 317T เป็นไอซีปรับแรงดันได้ 0-12 VDC โดยทำการปรับค่าความต้านทานที่ต่ออยู่ที่ขา 2 ของไอซี สัญญาณที่ออกมาจาก ไอซี LM 317T จะมาผ่าน C2 เพื่อกรองกระแสส่วนไดโอด (D5) จะทำหน้าที่ยกระดับแรงดันเพื่อให้ระดับแรงดันเอาต์พุตที่ได้มีค่าต่ำสุดอยู่ที่ 0 โวลต์

3.5 มาตรการระยะทางและความเร็วแสดงผลแบบดิจิทัล

3.5.1 การออกแบบและการสร้าง



รูปที่ 3.6 วงจรส่วนควบคุมและแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 หลักการทำงาน

วงจรนี้จะได้รับสัญญาณพัลส์จากการหมุนของจานตัดแสง และส่งสัญญาณพัลส์เข้าที่ขา 14 (T0) ของไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เบอร์ AT89C52 สวิตช์ (S1-S2) ทำหน้าที่ควบคุมและตั้งค่าการทำงานซึ่งต่อที่พอร์ต 3 ที่ขา 10,11,12,13 และ 15 ตามลำดับ ในการกดสวิตช์ควบคุมหรือตั้งค่าการทำงานแต่ละโหมคจะมี LED 1-4 ที่ขา 25,26,27 และ 28 ทำหน้าที่แสดงสถานะทำงานที่ขา 16 และ 17 ของไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 กำหนดให้เป็นขา SCL และ SDA เพื่อติดต่อกับไอซีฐานเวลา (RTC) เบอร์ DS1307 และไอซีหน่วยความจำเบอร์ 24LC02B โดยที่ใช้การติดต่อแบบ I²C

ในการแสดงผลนั้นจะใช้การส่งสัญญาณ และการสแกนสัญญาณแบบมัลติเพล็กซ์โดยการส่งสัญญาณ (a-dp) จากพอร์ต 0 ของไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ไปเข้าที่ไอซีบัฟเฟอร์เบอร์ 74HC541 เพื่อทำหน้าที่ขับมารอที่ขา (a-dp) ของ LED ตัวเลข 7 ส่วน ในขณะเดียวกันไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณ BCD จาก 4 บิตล่างของพอร์ต 1 (P1.0-P1.3) ขา 1-4 ไปเข้าที่ไอซีดีมัลติเพล็กซ์ที่ตำแหน่งขา 20,21,22 และ 23 และจะส่งสัญญาณเอาต์พุตแอกทีฟโลว์จาก ไอซีดีมัลติเพล็กซ์เพื่อขับทรานซิสเตอร์ซึ่งต่ออยู่ที่ขาแคโทดร่วมของ LED ตัวเลข 7 ส่วน ให้ติดสว่างสลับกันไปตามสัญญาณควบคุมที่มาจากไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 การทดลองของมาตรวัดระยะทางและความเร็ว

ในการทดลองนี้จะต้องใช้งานตัดแสง 70 ช่อง เพื่อที่จะทำการเปรียบเทียบกับการหมุนของวงล้อรถจักรยานยนต์ที่มีความยาวของวงล้อ 2.25 เมตร การวัดระยะทางจะใช้การนับจำนวนรอบของงานตัดแสงที่หมุนเทียบกับการหมุนของวงล้อจริง ถ้าวงล้อนี้หมุนไปครบจำนวน 1 รอบจะได้ระยะทางเท่ากับ 2.25 เมตร ดังนั้น

$$\begin{aligned} \text{ระยะทางที่ได้จากการเดินทาง (S)} &= \text{จำนวนรอบ (C)} \times \text{ความยาวของวงล้อ} \\ S &= C \times 2.25 \\ \text{ระยะทาง (X)} &= \text{ความยาววงล้อ/จำนวนช่องของเซนเซอร์} \\ &= 2.25 / 70 \\ &= 0.03214 \text{ เมตร} \\ \text{ความเร็ว (v)} &= \text{ระยะทาง/เวลา} \\ v &= nx / tc \quad (\text{m/s}) \\ \text{ความเร็ว (v)} &= (nx / tc)(3600 / 1000) \quad (\text{km/hrs}) \\ &= nx3.6 / tc \quad \text{เมื่อ } tc = 1 \text{ วินาที} \\ &= 3.6 nx \\ v &= 3.6 nx \quad (\text{km/hrs}) \end{aligned}$$

4.2 ขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อวงจรนับสัญญาณพัลส์
2. ปรับความเร็วของมอเตอร์
3. นับจำนวนพัลส์ภายใน 1 วินาที
4. นำจำนวนพัลส์ที่นับได้มาคำนวณ
5. อ่านค่าที่ได้จากการแสดงผลเพื่อเปรียบเทียบกับค่าที่คำนวณได้จากการนับจำนวนพัลส์

ใน 1 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการทดลองการวัดความเร็ว

ตารางที่ 4.1 ปรับความเร็วมอเตอร์ที่ 10 พัลส์ / วินาที

ครั้งที่	ค่าจากการคำนวณ (km/ms)	ค่าที่อ่านได้จากมาตรวัด
1	$3.6 \times (0.03214) \times 10 = 1.157$	1.0
2	$3.6 \times (0.03214) \times 10 = 1.157$	0.9
3	$3.6 \times (0.03214) \times 10 = 1.157$	0.11
4	$3.6 \times (0.03214) \times 10 = 1.157$	0.12
5	$3.6 \times (0.03214) \times 10 = 1.157$	0.8

ตารางที่ 4.2 ปรับความเร็วมอเตอร์ที่ 30 พัลส์ / วินาที

ครั้งที่	ค่าจากการคำนวณ (km/ms)	ค่าที่อ่านได้จากมาตรวัด
1	$3.6 \times (0.03214) \times 30 = 4.471$	4.3
2	$3.6 \times (0.03214) \times 30 = 4.471$	4.0
3	$3.6 \times (0.03214) \times 30 = 4.471$	4.11
4	$3.6 \times (0.03214) \times 30 = 4.471$	3.9
5	$3.6 \times (0.03214) \times 30 = 4.471$	4.5

ตารางที่ 4.3 ปรับความเร็วมอเตอร์ที่ 50 พัลส์ / วินาที

ครั้งที่	ค่าจากการคำนวณ (km/ms)	ค่าที่อ่านได้จากมาตรวัด
1	$3.6 \times (0.03214) \times 50 = 11.57$	5.5
2	$3.6 \times (0.03214) \times 50 = 11.57$	5.4
3	$3.6 \times (0.03214) \times 50 = 11.57$	5.6
4	$3.6 \times (0.03214) \times 50 = 11.57$	5.8
5	$3.6 \times (0.03214) \times 50 = 11.57$	5.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ปรับความเร็วมอเตอร์ที่ 100 พัลส์ / วินาที

ครั้งที่	ค่าจากการคำนวณ (km/ms)	ค่าที่อ่านได้จากมาตรวัด
1	$3.6 \times (0.03214) \times 100 = 11.57$	11.0
2	$3.6 \times (0.03214) \times 100 = 11.57$	11.2
3	$3.6 \times (0.03214) \times 100 = 11.57$	12.0
4	$3.6 \times (0.03214) \times 100 = 11.57$	11.3
5	$3.6 \times (0.03214) \times 100 = 11.57$	11.6

ตารางที่ 4.5 ปรับความเร็วมอเตอร์ที่ 200 พัลส์ / วินาที

ครั้งที่	ค่าจากการคำนวณ (km/ms)	ค่าที่อ่านได้จากมาตรวัด
1	$3.6 \times (0.03214) \times 200 = 11.57$	22.1
2	$3.6 \times (0.03214) \times 200 = 11.57$	23.4
3	$3.6 \times (0.03214) \times 200 = 11.57$	21.8
4	$3.6 \times (0.03214) \times 200 = 11.57$	19.0
5	$3.6 \times (0.03214) \times 200 = 11.57$	24.5

ตารางที่ 4.6 ปรับความเร็วมอเตอร์ที่ 500 พัลส์ / วินาที

ครั้งที่	ค่าจากการคำนวณ (km/ms)	ค่าที่อ่านได้จากมาตรวัด
1	$3.6 \times (0.03214) \times 500 = 57.85$	58.1
2	$3.6 \times (0.03214) \times 500 = 57.85$	58.3
3	$3.6 \times (0.03214) \times 500 = 57.85$	57.12
4	$3.6 \times (0.03214) \times 500 = 57.85$	58.3
5	$3.6 \times (0.03214) \times 500 = 57.85$	58.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 ปรับความเร็วมอเตอร์ที่ 1000 พัลส์ / วินาที

ครั้งที่	ค่าจากการคำนวณ (km/ms)	ค่าที่อ่านได้จากมาตรวัด
1	$3.6 \times (0.03214) \times 1000 = 115.7$	113.8
2	$3.6 \times (0.03214) \times 1000 = 115.7$	114.9
3	$3.6 \times (0.03214) \times 1000 = 115.7$	114.8
4	$3.6 \times (0.03214) \times 1000 = 115.7$	115.9
5	$3.6 \times (0.03214) \times 1000 = 115.7$	161.4

4.4 ผลการทดลองการวัดระยะทาง

ตารางที่ 4.7 วัดจำนวนรอบของมอเตอร์ 100 รอบมีค่าเท่ากับ 225 เมตร

ครั้งที่	ค่าที่อ่านได้จากมาตรวัด (km)
1	0.2
2	0.17
3	0.31
4	0.30
5	0.21

ตารางที่ 4.8 วัดจำนวนรอบของมอเตอร์ 300 รอบมีค่าเท่ากับ 675 เมตร

ครั้งที่	ค่าที่อ่านได้จากมาตรวัด (km)
1	0.61
2	0.60
3	0.51
4	0.72
5	0.71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 วัดจำนวนรอบของมอเตอร์ 1000 รอบมีค่าเท่ากับ 2.25 กิโลเมตร

ครั้งที่	ค่าที่อ่านได้จากมาตรวัด (km)
1	2.0
2	2.3
3	1.9
4	1.93
5	2.3

ตารางที่ 4.10 วัดจำนวนรอบของมอเตอร์ 5000 รอบมีค่าเท่ากับ 11.25 กิโลเมตร

ครั้งที่	ค่าที่อ่านได้จากมาตรวัด (km)
1	11.0
2	10.9
3	11.1
4	11.2
5	10.1

4.5 สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองการวัดความเร็วและระยะทาง จะเห็นได้ว่าค่าที่อ่านได้จากมาตรวัดส่วนใหญ่จะมีค่าต่ำกว่าการคำนวณ ทั้งนี้เนื่องมาจากความผิดพลาดในการตรวจนับการหมุนของจานตัดแสงนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุป

5.1 สรุป

มาตรวัดระยะทางและความเร็วแสดงผลแบบดิจิทัล เครื่องนี้สามารถวัดระยะทางและวัดความเร็วโดยแสดงผลแบบดิจิทัล สามารถวัดระยะทางจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งได้และสามารถเรียกดูระยะทางที่เคลื่อนที่ย้อนหลังได้ 10 วัน ในการทดลองนี้ได้ทำการจำลองการทำงานโดยการปรับความเร็วตัวมอเตอร์เทียบกับการหมุนของล้อรถจักรยานยนต์ซึ่งมาตรวัดระยะทางและความเร็วแสดงผลแบบดิจิทัลนี้ไม่สามารถที่จะนำไปติดตั้งกับรถจักรยานยนต์ได้โดยตรง เนื่องจากอุปกรณ์เซนเซอร์ที่ใช้ไม่สะดวกที่จะนำไปติดตั้งกับตัวรถจักรยานยนต์ จำเป็นจะต้องมีการปรับปรุงในส่วน of อุปกรณ์เซนเซอร์และแก้ไขคัดแปลงตัวรถให้มีความเหมาะสม และสะดวกในการติดตั้งใช้งานต่อไป

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

จากการดำเนินการสร้างและทดสอบโครงงานพบว่ามีปัญหาเกิดขึ้นหลายประการซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ปัญหา ไม่สามารถนำไปใช้งานจริงได้ เนื่องจากหากต้องการใช้ต้องมีการดัดแปลงแก้ไขรถจักรยานยนต์โดยการต่อเติมช่องสำหรับติดตั้งเซนเซอร์

แนวทางแก้ไข ปรับปรุงโดยการเปลี่ยนชนิดเซนเซอร์จากการใช้เซนเซอร์ชนิดจานตัดแสงมาเป็นการใช้เซนเซอร์ชนิดสนามแม่เหล็กเหนี่ยวนำแทน

2. ปัญหา ไม่สามารถนำสัญญาณที่ได้จากอุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor) ไปแสดงผลโดยตรงได้เนื่องจากสัญญาณที่ได้อยู่ในรูปของสัญญาณพัลส์และมีความถี่ไม่คงที่

แนวทางแก้ไข ออกแบบวงจรเก็บค่าและส่งค่าอย่างต่อเนื่องและคงที่

3. ปัญหา การทำงานของวงจรไม่มีเสถียรภาพเมื่อเข้าโหมคจะมีปัญหาการผิดพลาด

แนวทางแก้ไข โดยการออกแบบรอกกดสวิตช์และปล่อยสวิตช์ (Wait Key)

4. ปัญหา การออกแบบโปรแกรม และการทดลองโปรแกรม ไม่สามารถทำได้ในครั้งเดียว เพราะโปรแกรมที่ออกแบบมีจำนวนมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 แนวทางการพัฒนา

1. ในการทำงานของมาตรวัดระยะทางและความเร็วแสดงผลแบบดิจิทัลเครื่องนี้ สามารถตั้งค่าการประมวลผลให้เหมาะสมกับความยาววงรอบของล้อจักรยานยนต์แต่ละรุ่น โดยการที่เข้าไปตั้งโหมดการทำงาน

2. มาตรวัดระยะทางและความเร็วแสดงผลแบบดิจิทัลเครื่องนี้ เป็นเครื่องต้นแบบสามารถพัฒนาให้สวยและเหมาะสมเข้ากับหน้าปัดของรถจักรยานยนต์เพื่อนำไปประยุกต์ใช้งานจริงต่อไป

3. ในการพัฒนามาตรวัดระยะทางและความเร็วแสดงผลอาจเลือกใช้อุปกรณ์เซนเซอร์แบบสนามแม่เหล็กเหนี่ยวนำแทนการใช้จานตัดแสงก็ได้ เนื่องจากอุปกรณ์เซนเซอร์แบบสนามแม่เหล็กเหนี่ยวนำมีอยู่แล้วในมาตรวัดของรถจักรยานยนต์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล และชัชววัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์

MCS-51 แบบแฟลช. กรุงเทพฯ : อินโนเวติฟ เอ็กเพอริเมนต์. 2543

เมเซอร์โทรนิคส์. **HOBBY ELECTRONICS.** กรุงเทพฯ : สหรุ่งโรจน์. 2544

สมยศ จุณณะปิยะ. “การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์.” สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า

เจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2543

สุจินต์ ศรีดา และสัมพันธ์ บัวทอง. “เครื่องคัดแยกขนาดชิ้นงาน.” ปรินูญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์

บัณฑิต สาขาวิศวกรรมศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ

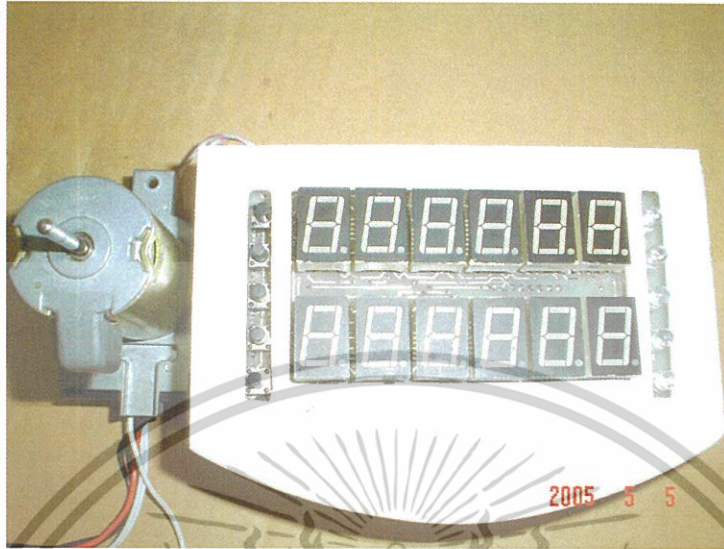
ทหารลาดกระบัง. 2543



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.1 ภาพด้านหลังของมาตรวัดระยะทางและความเร็วแสดงผลแบบดิจิทัล



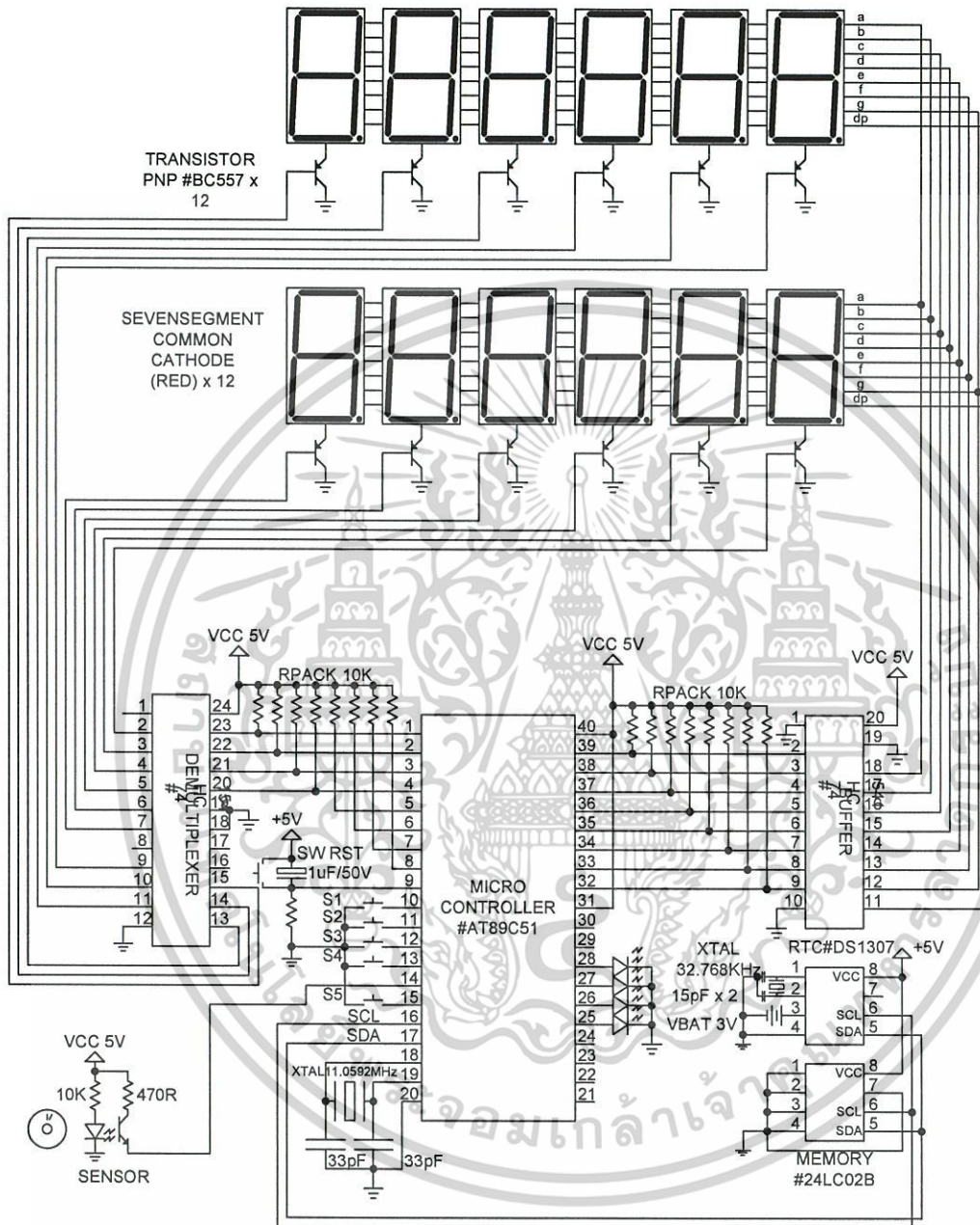
รูปที่ ก.2 ภาพด้านหน้าของมาตรวัดระยะทางและความเร็วแสดงผลแบบดิจิทัล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



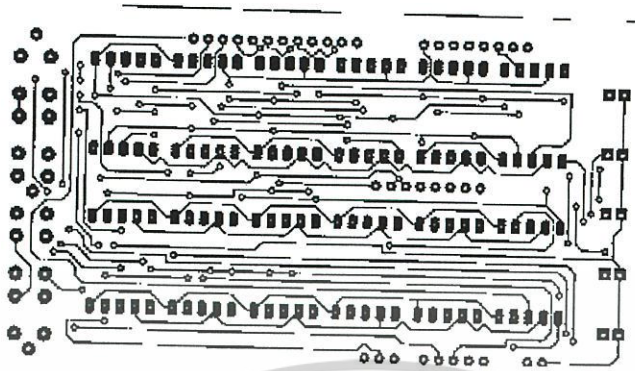
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PROJECT
#DISTANCE AND SPEED METER

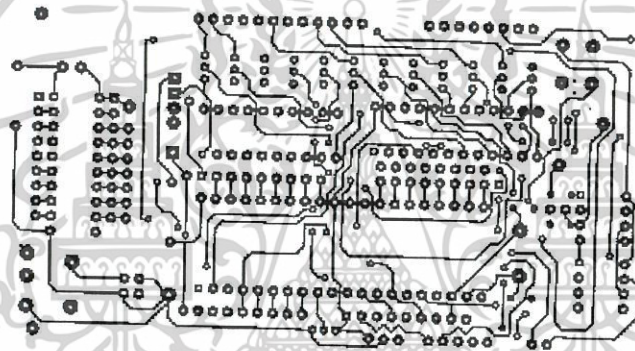


รูปที่ ข.1 วงจรส่วนควบคุมและแสดงผล

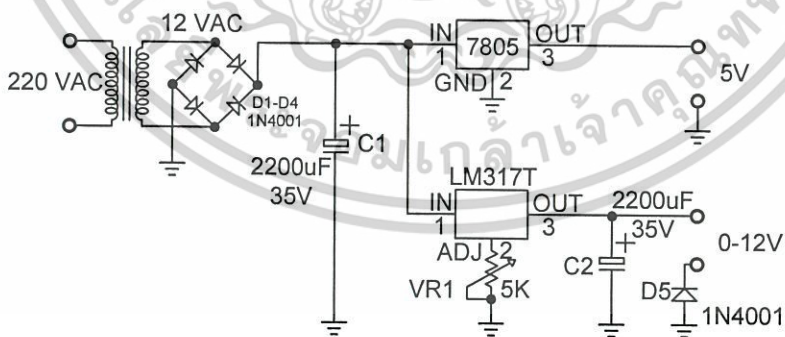
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.3 แผงวงจรพิมพ์วงจรส่วนควบคุมและแสดงผล (ด้านบน)



รูปที่ ข.2 แผงวงจรพิมพ์วงจรส่วนควบคุมและแสดงผล (ด้านล่าง)



รูปที่ ข.4 วงจรภาคจ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 รายการอุปกรณ์ของวงจรภาคจ่ายไฟ

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
ไอซีเร็กกูเลเตอร์	7805	1 ตัว
ไอซีเร็กกูเลเตอร์คอนโทรล	317T	1 ตัว
ไดโอดบริดจ์		1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C ฟิลเตอร์	35 V 470 μ F	4 ตัว
ตัวต้านทาน		
VR ปรับค่าได้	5 k Ω	1 ตัว

ตารางที่ ค.2 รายการอุปกรณ์ของภาคแสดงผลและเซนเซอร์

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์	MCS-51 AT89C52	1 ตัว
ไอซี	74HC541	1 ตัว
ไอซี	74HC154	1 ตัว
ไอซี	DS 1307	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
Q	C 1271	14 ตัว
LED	สีแดง	4 ตัว
LED1-LED14	7 segment สีแดง	14 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
คริสตัล	32.768 kHz	1 ตัว
คริสตัล	24 MHz	1 ตัว
C เซรามิก	15 pF	2 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

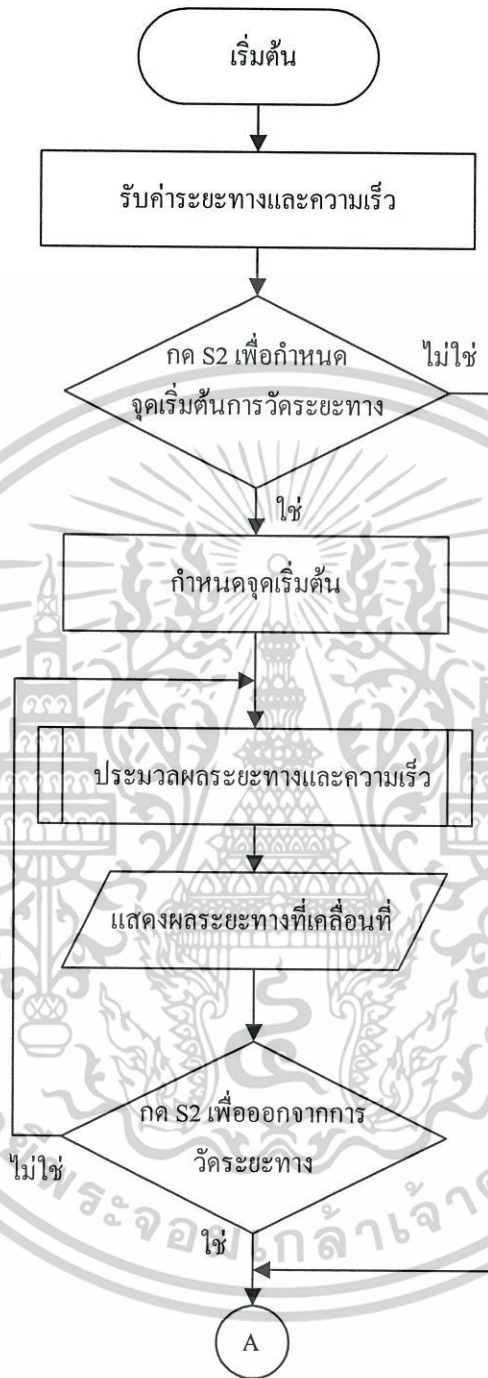
ตารางที่ ค.2 (ต่อ) รายการอุปกรณ์ของภาคแสดงผลและเซนเซอร์

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
ตัวเก็บประจุ		
C เซรามิก	30 pF	2 ตัว
C	1 μ F 50 V	1 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R	1 k Ω	14 ตัว
R- pack	10 k Ω	4 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
มอเตอร์ดีซี	12 V	1 ตัว
จานดิสครีท	จานหมุนเซนเซอร์แสง	1 ตัว
เซนเซอร์	อินฟราเรด	1 ตัว
คิวิตซ์	คิวิตซ์แบบกด	6 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

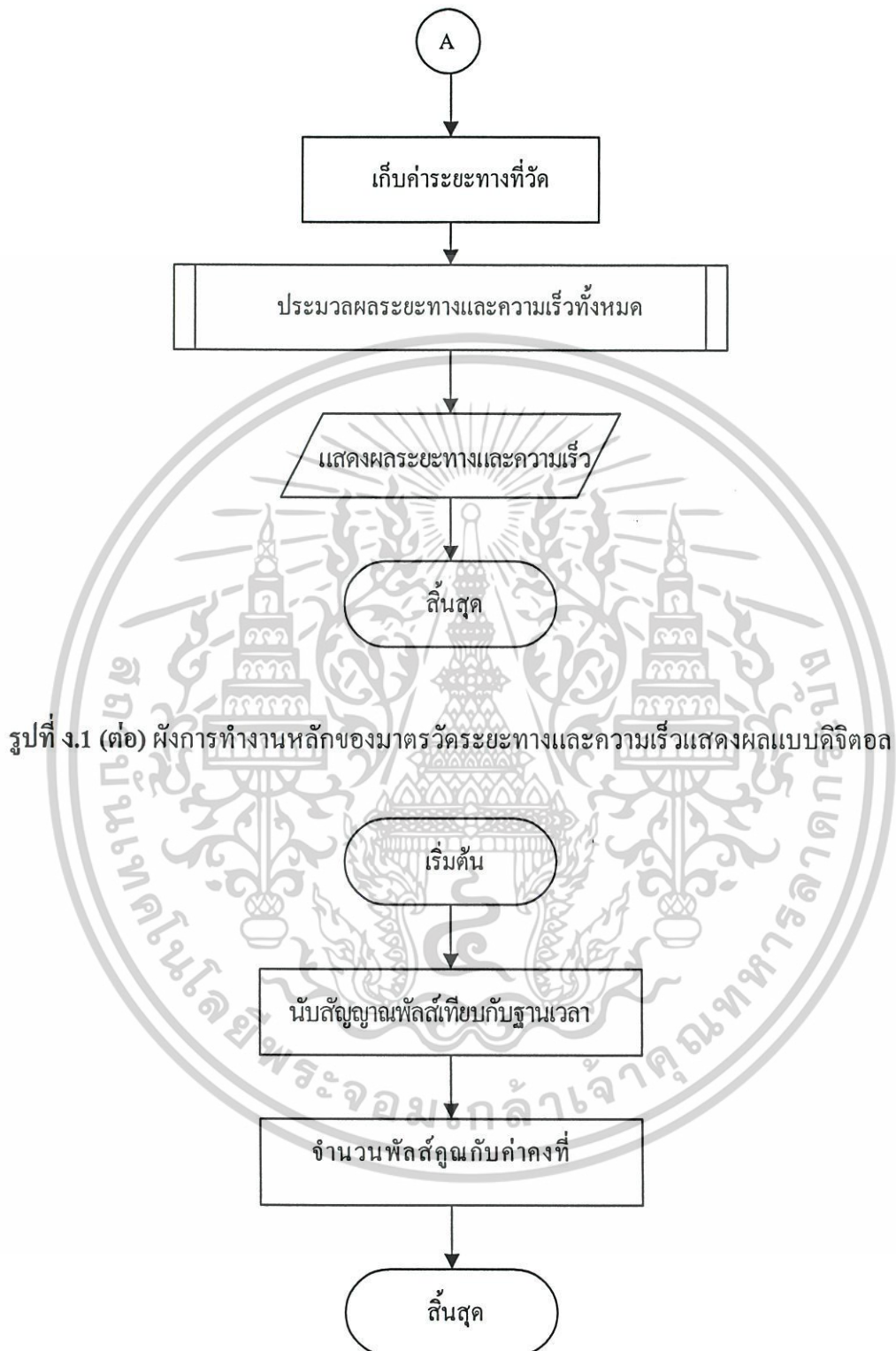


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



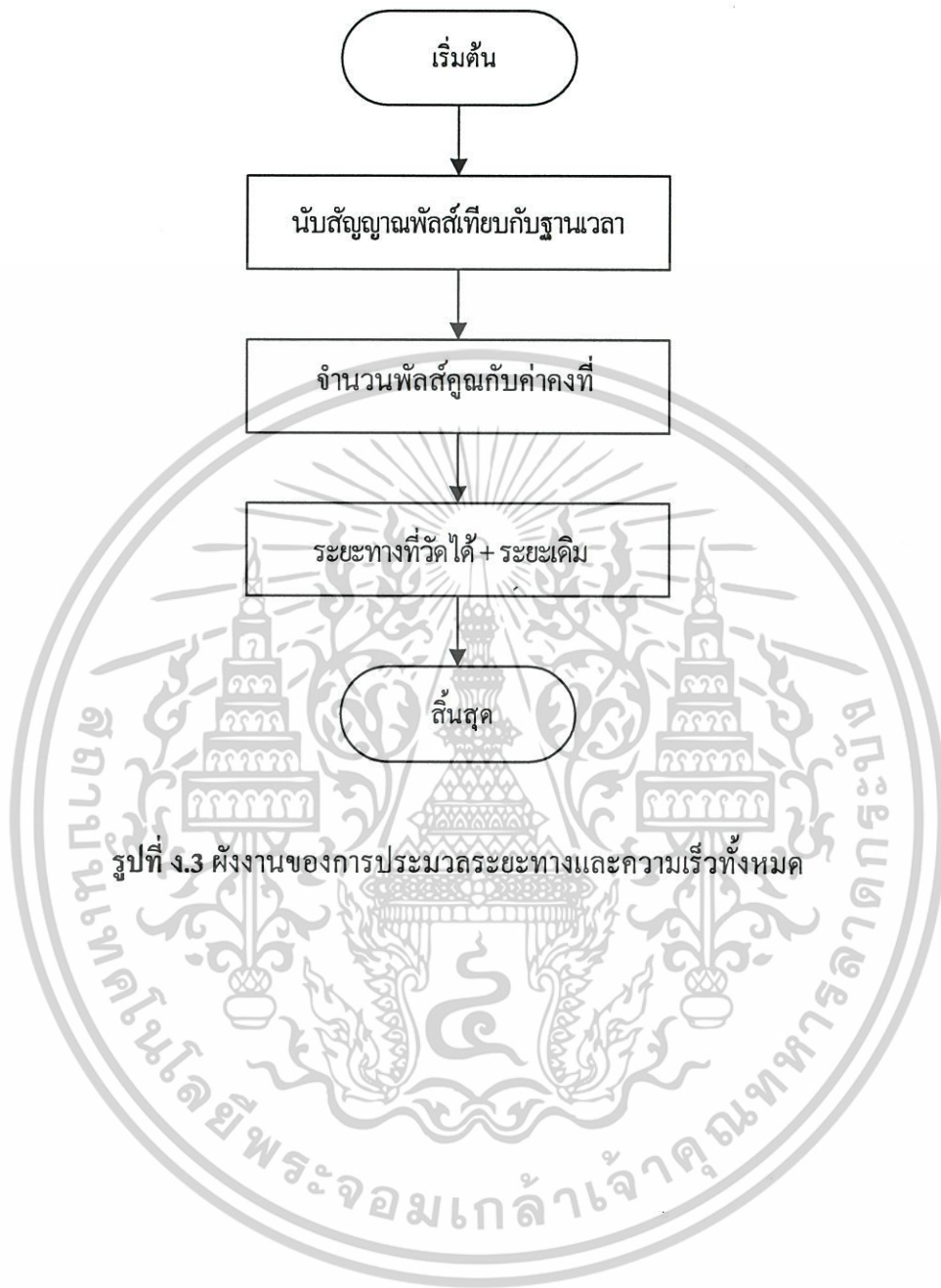
รูปที่ ง.1 ผังการทำงานหลักของมาตรวัดระยะทางและความเร็วแสดงผลแบบดิจิทัล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.2 ผังงานของการประมวลผลระยะทางและความเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมควบคุมการทำงาน

```

SET SIX DIGIT BUFFER OF VELOCITY AS ZERO
;*****
SET_V_00:      MOV    DSP8_BUFFER,#000H
MOV    DSP9_BUFFER,#000H
MOV    DSP10_BUFFER,#000H
MOV    DSP11_BUFFER,#000H
MOV    DSP12_BUFFER,#000H
MOV    DSP13_BUFFER,#000H
RET

```

```

SET_METER_00: MOV    DSP1_BUFFER,#000H
MOV    DSP2_BUFFER,#000H
MOV    DSP3_BUFFER,#000H
MOV    DSP4_BUFFER,#000H
MOV    DSP5_BUFFER,#000H
MOV    DSP6_BUFFER,#000H
MOV    DSP7_BUFFER,#000H
RET

```

```

;*****
; I2C NOT ACKNOWLEDGE
;*****
I2C_NACK_BIT:  SETB    SDA
LCALL  I2C_DELAY
LCALL  I2C_CLK
SETB   SCL
RET

```

```

SEPARATE_CLOCK1:  MOVA,SECONDS;SEPARATE REGISTER
ANL    A,#00FH
MOV    DSP1_BUFFER,A      ;METER AND CLOCK
MOV    A,SECONDS
SWAP  A
ANL    A,#00FH
MOV    DSP2_BUFFER,A

```

```

MOV    A,MINUTES
ANL    A,#00FH
MOV    DSP3_BUFFER,A
MOV    A,MINUTES
SWAP  A
ANL    A,#00FH
MOV    DSP4_BUFFER,A

```

```

MOV    A,HOURS
ANL    A,#00FH
MOV    DSP5_BUFFER,A
MOV    A,HOURS
SWAP  A
ANL    A,#00FH
MOV    DSP6_BUFFER,A

```

```

RET; OMIT DAYSEPARATE_CLOCK2:
MOV    A,DATE

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้วยการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

ANL    A, #00FH
MOV    DSP8_BUFFER, A
MOV    A, DATE
SWAP   A
ANL    A, #00FH
MOV    DSP9_BUFFER, A

MOV    A, MONTH
ANL    A, #00FH
MOV    DSP10_BUFFER, A
MOV    A, MONTH
SWAP   A
ANL    A, #00FH
MOV    DSP11_BUFFER, A

MOV    A, YEAR
ANL    A, #00FH
MOV    DSP12_BUFFER, A
MOV    A, YEAR
SWAP   A
ANL    A, #00FH
MOV    DSP13_BUFFER, A
RET

SEPARATE_METER:    PUSH    ACC
END METER AND CLOCK (SECOND TO HOUR
MOV    A, ME_DATA1
ANL    A, #00FH
MOV    DSP1_BUFFER, A
MOV    A, ME_DATA1
SWAP   A
ANL    A, #00FH
MOV    DSP2_BUFFER, A

MOV    A, ME_DATA2
ANL    A, #00FH
MOV    DSP3_BUFFER, A
MOV    A, ME_DATA2
SWAP   A
ANL    A, #00FH
MOV    DSP4_BUFFER, A

MOV    A, ME_DATA3
ANL    A, #00FH
MOV    DSP5_BUFFER, A
MOV    A, ME_DATA3
SWAP   A
ANL    A, #00FH
MOV    DSP6_BUFFER, A

POP    ACC
RET

```

```

START VELOCITY
SEPARATE_VELOCITY:  MOV    A, V1 ;SECONDS;SEPARATE REGISTER
ANL    A, #00FH
MOV    DSP8_BUFFER, A ;METER AND CLOCK
MOV    A, V1 ;SECONDS

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ภายใต้การให้บริการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

SWAP    A
ANL     A,#00FH
MOV     DSP9_BUFFER,A

MOV     A,V2 ;MINUTES
ANL     A,#00FH
MOV     DSP10_BUFFER,A
MOV     A,V2 ;MINUTES
SWAP    A
ANL     A,#00FH
MOV     DSP11_BUFFER,A

MOV     A,V3 ;HOURS
ANL     A,#00FH
MOV     DSP12_BUFFER,A
MOV     A,V3 ;HOURS
SWAP    A
ANL     A,#00FH
MOV     DSP13_BUFFER,A

RET
;      MOV     A,DATE
;      ANL     A,#00FH
;      MOV     DSP8_BUFFER,A
;      MOV     A,DATE
;      SWAP    A
;      ANL     A,#00FH
;      MOV     DSP9_BUFFER,A
;      POP     ACC
;      RET

;*****
;DISPLAY SECTION
;*****
DSP1:   MOV     A,DSP1_BUFFER ; YEAR FIRST
MOV     DPTR,#DSP_NUM0
MOVC   A,@A+DPTR
MOV     P0,A
MOV     P1,#081H ;ENABLE DIGIT 1
LCALL  DELAY_1MS
MOV     P1,#080H
RET

DSP2:   MOV     A,DSP2_BUFFER ;YEAR SECONDS
MOV     DPTR,#DSP_NUM0
MOVC   A,@A+DPTR
MOV     P0,A
MOV     P1,#082H ;ENABLE DIGIT 2
LCALL  DELAY_1MS
MOV     P1,#080H
RET

DSP3:   MOV     A,DSP3_BUFFER ;MONTH 1MOV
DPTR,#DSP_NUM0MOVC   A,@A+DPTRMOV     P0,A
MOV     P1,#083H ;ENABLE DIGIT 3 (MONTH_L)
LCALL  DELAY_1MS
MOV     P1,#080H
RET

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบริการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในประโยชน์ทางการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

DSP4:      MOV      A,DSP4_BUFFER      ;MONTH 2
MOV      DPTR,#DSP_NUM0
MOVC     A,@A+DPTR
MOV      P0,A
MOV      P1,#084H      ;ENABLE DIGIT 4 (MONTH_H)
LCALL   DELAY_1MS
MOV      P1,#080H
RET

DSP5:      MOV      A,DSP5_BUFFER      ;DAY1
MOV      DPTR,#DSP_NUM0
MOVC     A,@A+DPTR
MOV      P0,A
MOV      P1,#085H      ;ENABLE DIGIT 5 (DAY_L)
LCALL   DELAY_1MS
MOV      P1,#080H
RET

DSP6:      MOV      A,DSP6_BUFFER      ;DAY2
MOV      DPTR,#DSP_NUM0
MOVC     A,@A+DPTR
MOV      P0,A
MOV      P1,#086H      ;ENABLE DIGIT 6 (DAY_H)
LCALL   DELAY_1MS
MOV      P1,#080H
RET

DSP7:      MOV      A,DSP7_BUFFER
MOV      DPTR,#DSP_NUM0
MOVC     A,@A+DPTR
MOV      P0,A
MOV      P1,#087H      ;ENABLE DIGIT 7
LCALL   DELAY_1MS
MOV      P1,#080H
RET

DSP8:      MOV      A,DSP8_BUFFER      ;DATE 1
MOV      DPTR,#DSP_NUM0
MOVC     A,@A+DPTR
MOV      P0,A
MOV      P1,#088H      ;ENABLE DIGIT 8 (DATE_L)
LCALL   DELAY_1MS
MOV      P1,#080H
RET

DSP9:      MOV      A,DSP9_BUFFER      ;DATE 2
MOV      DPTR,#DSP_NUM0
MOVC     A,@A+DPTR
MOV      P0,A
MOV      P1,#089H      ;ENABLE DIGIT 9 (DATE_H)
LCALL   DELAY_1MS
MOV      P1,#080H
RET

DSP10:     MOV      A,DSP10_BUFFERMOV      DPTR,#DSP_NUM0
MOVC     A,@A+DPTR
MOV      P0,A
MOV      P1,#08AH      ;ENABLE DIGIT 10 (SECONDS_L)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานภายในเท่านั้น ไม่สามารถนำออกไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

LCALL  DELAY_1MS
MOV     P1,#080H
RET

DSP11:          MOV     A,DSP11_BUFFER
MOV     DPTR,#DSP_NUM0
MOVC   A,@A+DPTR
MOV     P0,A
MOV     P1,#08BH           ;ENABLE DIGIT 11 (SECONDS_H)
LCALL  DELAY_1MS
MOV     P1,#080H
RET

DSP12:          MOV     A,DSP12_BUFFER
MOV     DPTR,#DSP_NUM0
MOVC   A,@A+DPTR
MOV     P0,A
MOV     P1,#08CH           ;ENABLE DIGIT 12
LCALL  DELAY_1MS
MOV     P1,#080H
RET

DSP13:          MOV     A,DSP13_BUFFER
MOV     DPTR,#DSP_NUM0
MOVC   A,@A+DPTR
MOV     P0,A
MOV     P1,#08DH           ;ENABLE DIGIT 13
LCALL  DELAY_1MS
MOV     P1,#080H
RET

DSP14:          MOV     A,DSP14_BUFFER
MOV     DPTR,#DSP_NUM0
MOVC   A,@A+DPTR
MOV     P0,A
MOV     P1,#08EH           ;ENABLE DIGIT 14
LCALL  DELAY_1MS
MOV     P1,#080H
RET

DSP15:          MOV     A,DSP15_BUFFER
MOV     DPTR,#DSP_NUM0
MOVC   A,@A+DPTR
MOV     P0,A
MOV     P1,#08FH           ;ENABLE DIGIT 15
LCALL  DELAY_1MS
MOV     P1,#080H
RET;;SCAN DISPL
SCAN:          PUSH   ACC
LCALL  DSP1
LCALL  DSP2
LCALL  DSP3
LCALL  DSP4
LCALL  DSP5
LCALL  DSP6
; LCALL DSP7
LCALL  DSP8
LCALL  DSP9

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

LCALL DSP10
LCALL DSP11
LCALL DSP12
LCALL DSP13
LCALL DSP14
LCALL DSP15
POP ACC

MOV A,#00H
RET

DISPLAY_M_V:      LCALL SEPARATE_METER
LCALL SEPARATE_VELOCITY
LCALL SCAN
RET

DISPLAY_V_C:      LCALL SEPARATE_VELOCITY ;SHOW VELOCITY AND
CLOCK EVERY 30 MINUTE (hh:mm:ss)
LCALL SEPARATE_CLOCK1
LCALL SCAN
RET

SCAN_DSP:        LCALL SEPARATE_CLOCK1
LCALL SEPARATE_CLOCK2
LCALL SCAN
RET
;*****
;SET REGISTER BUFFER 1-15 TO ZERO
;*****
SET_REG_00:      MOV SECONDS,#000H
MOV MINUTES,#000H
MOV HOURS,#000H
MOV DAY,#000H
MOV DATE,#000H
MOV MONTH,#000H
MOV YEAR,#000H
;SET EVERY BUFFER TO ZERO
RET

;*****
; SELECT REGISTER DIGIT ; HAVE CONTINUE
;*****
SELECT_REG:      MOV RETURN_REG,#03AH ;SECOND
LCALL WAIT_KEY
LCALL DSP1
LCALL DSP2 ;FUNCTION HAVE IT OWN DELAY
JB S4,RG1_A ;ENTER RETURN VALUE
RET

RG1_A:          JB S2,SELECT_REG ;CONTINUE SELECT BY
S2 NO ESENTIAL TO HAVE WAIT_KEYPRESS
LJMP REG_MINUTES

REG_MINUTES:     MOV RETURN_REG,#03BH
LCALL WAIT_KEY ;WAIT SW ( THE JUST PASS LOOP )
REG_LOOP2:      LCALL DSP3

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ซึ่งมีไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

LCALL DSP4
JB S4, RG2_A
LJMP REG_EXIT
RG2_A: JB S2, RG2_B ;CONTONUE SELECT BY S2
LJMP REG_HOURS
RG2_B: LJMP REG_MINUTES ;DO LOOP UNTIL S2 OR S4
PRESS

REG_HOURS: MOV RETURN_REG, #03CH
LCALL WAIT_KEY
REG_LOOP3: LCALL DSP5
LCALL DSP6
MOV P0, #000H
JB S4, RG3_A ;ENTER RETURN VALUE
LJMP REG_EXIT
RG3_A: JB S2, RG3_B ;CONTONUE SELECT BY S2
LJMP REG_DATE
RG3_B: LJMP REG_HOURS ;DO LOOP UNTIL S2 OR S4
PRESS

; REG_DAY: MOV RETURN_REG, #03DH
; LCALL WAIT_KEY ;*****
; REG_LOOP4: LCALL DSP14 ;OMIT DAY*
; LCALL DSP15 ;*****
; MOV P0, #000H
; JB S4, RG4_A ;ENTER RETURN VALUE
; LJMP REG_EXIT
; RG4_A: JB S2, RG4_B ;CONTONUE SELECT BY
S2
; LJMP REG_DATE
; RG4_B: LJMP REG_DAY ;DO LOOP UNTIL S2 OR S4
PRESS

REG_DATE: MOV RETURN_REG, #03EH
LCALL WAIT_KEY
REG_LOOP5: LCALL DSP8
LCALL DSP9
MOV P0, #000H
JB S4, RG5_A ;ENTER RETURN VALUE
LJMP REG_EXIT
RG5_A: JB S2, RG5_B ;CONTONUE SELECT BY S2
LJMP REG_MONTH
RG5_B: LJMP REG_DATE ;DO LOOP UNTIL S2 OR S4 PRESS

REG_MONTH: MOV RETURN_REG, #03FH
LCALL WAIT_KEY
REG_LOOP6: LCALL DSP10
LCALL DSP11
MOV P0, #000H
JB S4, RG6_A ;ENTER RETURN VALUE
LJMP REG_EXIT
RG6_A: JB S2, RG6_B ;CONTONUE SELECT BY S2
LJMP REG_YEAR
RG6_B: LJMP REG_MONTH ;DO LOOP UNTIL S2 OR S4 PRESS

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

REG_YEAR:      MOV     RETURN_REG,#040H
ACALL  WAIT_KEY
REG_LOOP7:     LCALL  DSP12
LCALL  DSP13
MOV     PO,#000H
JB      S4, RG7_A          ;ENTER RETURN VALUE
AJMP   REG_EXIT
RG7_A:      JB      S2, RG7_B          ;CONTONUE SELECT BY S2
LJMP   SELECT_REG
RG7_B:      LJMP   REG_YEAR          ;DO LOOP UNTIL S2 OR S4 PRESS
REG_EXIT:    NOP
RET

```

```

;*****
; SELECT NUMBER 0-9
;*****

```

```

SELECT_NUM:    CJNE   R5,#001H,DIGIT2_1
SELECT_NUM_1:  ACALL  WAIT_KEY
CLR     LED2
MOV     KEY_DATA,#000H
MOV     @R1,#000H          ;TO SHOW NUMBER ( 7-SEGMENT )
NUM0:      LCALL  SCAN_DSP
JNB     S4,NUM_EXIT1
SETB   LED3
JB      S2,NUM0          ;POLLING IF S3 NOT PRESS DO LOOP
JMP     SELECT_NUM1
DIGIT2_1:    AJMP   SECOND_DIGIT

SELECT_NUM1:   ACALL  WAIT_KEY          ;WAIT KEY FOR S3 ( LOOP
ABOVE )

MOV     KEY_DATA,#001H
NUM1:    MOV     @R1,#01H
LCALL  SCAN_DSP
JNB     S4,NUM_EXIT1
CLR     LED3
JB      S2,NUM1
JMP     SELECT_NUM2

```

```

SELECT_NUM2:   ACALL  WAIT_KEY

```

```

MOV     KEY_DATA,#002H
NUM2:    MOV     @R1,#02H
LCALL  SCAN_DSP
JNB     S4,NUM_EXIT1
SETB   LED3
JB      S2, NUM2
ACALL  WAIT_KEY
JMP     SELECT_NUM3

```

ฉบับนี้เป็นการแก้ไขปรับปรุงสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

DIGIT2_3:      AJMP      SECOND_DIGIT

SELECT_NUM3:   ACALL     WAIT_KEY

MOV            KEY_DATA,#003H
NUM3:         MOV       @R1,#003H
LCALL         SCAN_DSP
JNB           S4,NUM_EXIT1
SETB          LED3
JB            S2,NUM3
JMP           SELECT_NUM4

NUM_EXIT1:    AJMP      NUM_EXIT

SELECT_NUM4:   ACALL     WAIT_KEY
SETB          LED3
MOV           KEY_DATA,#004H
NUM4:         MOV       @R1,#004H
LCALL         SCAN_DSP
JNB           S4,NUM_EXIT1
SETB          LED3
JB            S2,NUM4
JMP           SELECT_NUM5 ;SELECT NEXT NUM

SELECT_NUM5:   ACALL     WAIT_KEY

MOV           KEY_DATA,#005H
NUM5:         MOV       @R1,#005H
LCALL         SCAN_DSP
JNB           S4,NUM_EXIT
CLR           LED3
JB            S2,NUM5
JMP           SELECT_NUM6

SELECT_NUM6:   ACALL     WAIT_KEY

MOV           KEY_DATA,#006H
NUM6:         MOV       @R1,#006H
LCALL         SCAN_DSP
JNB           S4,NUM_EXIT
SETB          LED3
JB            S2,NUM6
JMP           SELECT_NUM7

SELECT_NUM7:   ACALL     WAIT_KEY

MOV           KEY_DATA,#007H
NUM7:         MOV       @R1,#007H
LCALL         SCAN_DSP
JNB           S4,NUM_EXIT
CLR           LED3
JB            S2,NUM7
JMP           SELECT_NUM8

SELECT_NUM8:   ACALL     WAIT_KEY

MOV           KEY_DATA,#008H
NUM8:         MOV       @R1,#008H

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

LCALL    SCAN_DSP
JNB      S4,NUM_EXIT
SETB     LED3
JB       S2,NUM8
JMP      SELECT_NUM9

SELECT_NUM9:    ACALL    WAIT_KEY

MOV      KEY_DATA,#009H
MOV      @R1,#009H
NUM9:     LCALL    SCAN_DSP
JNB      S4,NUM_EXIT
CLR      LED3
JB       S2,NUM9
LJMP     SELECT_NUM_1    ; DO BIG LOOP TO (000)
NUM_EXIT:    NOP
RET

; SECONDS_DIGIT TO SET DIGIT 2 OF REGISTER (IN SET_DATE_TIME)
SECOND_DIGIT:    CJNE     R5,#002H,AID_1
SECOND_DIGIT_1:  ACALL    WAIT_KEY
LCALL    SCAN_DSP
MOV      KEY_DATA,#000H    ;RETURN VALUES 00 TO BUFFER+1
MOV      A,#000H          ;GET LOW BIT SUCH AS 09
SWAP    A
ORL     A,BUFFER+1        ;SUCH AS 00+09=09
LNUM0:    MOV      @R1,A
LCALL    SCAN_DSP
JNB      S4,LEXIT_20
JB       S2,LNUM0
LJMP     NUM1_2
AID_1:    LJMP     SELECT_NUM    ;RETURN TO FIRST
DIGIT

NUM1_2:    LCALL    WAIT_KEY
MOV      KEY_DATA,#001H    ;RETURN VALUES 00
MOV      A,#001H
SWAP    A
ORL     A,BUFFER+1        ;SUCH AS 19
MOV      @R1,A
LNUM1:    LCALL    SCAN_DSP
JNB      S4,LEXIT_20
JB       S2,LNUM1
JMP      NUM2_2

NUM2_2:    LCALL    WAIT_KEY
MOV      KEY_DATA,#002H    ;RETURN VALUES 00
MOV      A,#002H
SWAP    A
ORL     A,BUFFER+1
MOV      @R1,A
LNUM2:    LCALL    SCAN_DSP
JNB      S4,LEXIT_20
JB       S2,LNUM2
JMP      NUM3_2

LEXIT_20:    AJMP     LEXIT_2    ;SPATIAL LOOP

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

NUM3_2:          ACALL  WAIT_KEY
MOV            KEY_DATA,#003H          ;RETURN VALUES 00
MOV            A,#003H
SWAP  A
ORL            A,BUFFER+1
MOV            @R1,A
LNUM3:         LCALL  SCAN_DSP
JNB            S4,LEXIT_20
JB             S2,LNUM3
AJMP          NUM4_2

NUM4_2:         ACALL  WAIT_KEY
MOV            KEY_DATA,#004H          ;RETURN VALUES 00
MOV            A,#004H
SWAP  A
ORL            A,BUFFER+1
MOV            @R1,A
LNUM4:         LCALL  SCAN_DSP
JNB            S4,LEXIT_20
JB             S2,LNUM4
AJMP          NUM5_2

NUM5_2:         ACALL  WAIT_KEY
MOV            KEY_DATA,#005H          ;RETURN VALUES 00
MOV            A,#005H
SWAP  A
ORL            A,BUFFER+1
MOV            @R1,A
LNUM5:         LCALL  SCAN_DSP
JNB            S4,LEXIT_20
JB             S2,LNUM5
AJMP          NUM6_2

NUM6_2:         LCALL  WAIT_KEY
MOV            KEY_DATA,#006H          ;RETURN VALUES 00
MOV            A,#006H
SWAP  A
ORL            A,BUFFER+1
MOV            @R1,A
LNUM6:         LCALL  SCAN_DSP
JNB            S4,LEXIT_20
JB             S2,LNUM6
AJMP          NUM7_2

NUM7_2:         ACALL  WAIT_KEY
MOV            KEY_DATA,#007H          ;RETURN VALUES 00
MOV            A,#007H
SWAP  A
ORL            A,BUFFER+1
MOV            @R1,A
LNUM7:         LCALL  SCAN_DSP
JNB            S4,LEXIT_20
JB             S2,LNUM7
AJMP          NUM8_2

NUM8_2:         ACALL  WAIT_KEY
MOV            KEY_DATA,#008H          ;RETURN VALUES 00
MOV            A,#008H

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


```

RET

;*****
; DUMMY DELAY TIME I2C_DELAY, 1MS , 10MS , 100MS
;*****
I2C_DELAY:      MOV          R6,#019H  ;00CH          ;EACH
LOOP 50 uS
I2C_DELAY_1:    NOP
NOP
DJNZ            R6,I2C_DELAY_1
RET

STB_DELAY:      MOV          R6,#006H          ; HALF
CLOCK OF I2C_DELAY EQUAL 25 uS
STB_DELAY_1:    NOP
NOP
DJNZ            R6,STB_DELAY_1
RET

DELAY_1MS:      MOV          R7,#001
DELAY_1MS_1:    MOV          R6,#0E6H
DELAY_1MS_2:    NOP
NOP
DJNZ            R6,DELAY_1MS_2
DJNZ            R7,DELAY_1MS_1
RET

END

DELAY_10MS:     MOV          R7,#010          ;DO 10 TIME
DELAY_10MS_1:   MOV          R6,#0E6H          ;EACH LOOP 1 MS
DELAY_10MS_2:   NOP
NOP
DJNZ            R6,DELAY_10MS_2
DJNZ            R7,DELAY_10MS_1
RET

DELAY_100MS:    MOV          R7,#100          ;DO 100 TIME
DELAY_100MS_1:  MOV          R6,#0E6H          ;EACH LOOP 1 MS
DELAY_100MS_2:  NOP
NOP
DJNZ            R6,DELAY_100MS_2
DJNZ            R7,DELAY_100MS_1
RET

DELAY_200MS:    MOV          R7,#200          ;DO 200 TIME
DELAY_200MS_1:  MOV          R6,#0E6H          ;EACH LOOP 1 MS
DELAY_200MS_2:  NOP
NOP
DJNZ            R6,DELAY_200MS_2
DJNZ            R7,DELAY_200MS_1
RET

DELAY_1S:       MOV          R5,#100
DELAY_1S_1:     ACALL        DELAY_10MS
DJNZ            R5,DELAY_1S_1
RET

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

;GENERAL PERPOSE
;*****
BUFFER2ACC:      PUSH   B
MOV   A,BUFFER           ;COMBINE TWO BUFFER TOGETHER
ANL   A,#00FH           ;HIGH BIT
SWAP  A
MOV   B,A
MOV   A,BUFFER+1       ;LOW BIT
ANL   A,#00FH
ADD   A,B
POP   B
RET

;*****
; DEFINE CONSTANT : STORE IN FLASH PROGRAM MEMORY
;*****
DSP_NUM0:        DB           00111111B
DSP_NUM1:        DB           00000110B
DSP_NUM2:        DB           01011011B
DSP_NUM3:        DB           01001111B
DSP_NUM4:        DB           01100110B
DSP_NUM5:        DB           01101101B
DSP_NUM6:        DB           01111101B
DSP_NUM7:        DB           00000111B
DSP_NUM8:        DB           01111111B
DSP_NUM9:        DB           01101111B
DSP_NUMA:        DB           01110111B
DSP_NUMB:        DB           01111100B
DSP_NUMC:        DB           00111001B
DSP_NUMD:        DB           01011110B
DSP_NUME:        DB           01111001B
DSP_NUMF:        DB           01110001B
TABLE:          DB
00H,01H,02H,03H,04H,05H,06H,07H,08H,09H,10H,11H,12H,13H,14H,15H,16H,1
7H,18H,19H,20H
DB
21H,22H,23H,24H,25H,26H,27H,28H,29H,30H,31H,32H,33H,34H,35H,36H,37H,3
8H,39H,40HDB
41H,42H,43H,44H,45H,46H,47H,48H,49H,50H,51H,52H,53H,54H,55H,56H,57H,5
8H,59H,60H END

```

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อ-สกุล	นางสาวศรุณี สีสานแก้ว
วัน เดือน ปีเกิด	28 มีนาคม พ.ศ. 2525
ภูมิลำเนา	11/1 หมู่ 7 ตำบลคลองเฉลิม อำเภอกงหรา จังหวัดพัทลุง 93180 โทรศัพท์ 0-6503-5652
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนบ้านป่าแก จังหวัดพัทลุง
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนพัทลุง
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคพัทลุง
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์ จังหวัดสระบุรี
ปริญญาตรี	สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
คติพจน์	จงรักษาความดีดุจเกลือรักษาความเค็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อ-สกุล	นายบรรจง โปธิ์แก้ว
วัน เดือน ปีเกิด	14 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2523
ภูมิลำเนา	31 หมู่ 11 ตำบลปรีอ อำเภอปราสาท จังหวัดสุรินทร์ 32140 โทรศัพท์ 0-9176-9149
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนนิคมสร้างตนเองปราสาท1 จังหวัดสุรินทร์
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนตานีวิทยา จังหวัดสุรินทร์
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคสุรินทร์
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคสุรินทร์
ปริญญาตรี	สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
คติพจน์	รักดีหามจ้วรักชั่วหามเสา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้