ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อ ระบบควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้า
Lamps Control System

ชื่อนักศึกษา 1. นายมงคล การสมศาสตร์ รหัสประจำตัว 47035277
2. นายวีระยุทธ ช่วยอุปการ รหัสประจำตัว 47035285
3. นายเทพินทร์ บัวอินทร์ รหัสประจำตัว 47035620

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต **สาขาวิชา** วิศวกรรมโทรคมนาคม

อาจารย์ที่ปรึกษา อ.สมชาย หมื่นสายญาติ

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อ.อมรชัย ชัยชนะ

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
1. อ.อำพล ทองระอา	
2. อ.สมชาย หมื่นสายญาติ	
3. อ.สุชิน อาจหาญ	
4. อ.สุระชัย พิมพ์สาลี	
5. ผศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์	

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันพุธที่ 10 เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2549 เวลา 13.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.310 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(ผศ.สุรสิทธิ์ ราตรี)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่ 1 เดือน พ.ค. พ.ศ. 2549

<BT482402>

ระบบควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปริญญานิพนธ์

ระบบควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้า

LAMPS CONTROL SYSTEM

มงคล การสมศาสตร์
วีระยุทธ ช่วยอุปการ
เทพินทร์ บัวอินทร์

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 66690
วัน,เดือน,ปี 8 พ.ย. 2549

b 11bb03b3
i.....

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง ระบบควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้า

Lamps Control System

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาหลักการของชุดตรวจจับความเคลื่อนไหว ชุดรับ-ส่งอินฟราเรดและระบบควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้า
2. เพื่อออกแบบวงจรตรวจจับความเคลื่อนไหว ชุดรับ-ส่งอินฟราเรดและระบบควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้า
3. เพื่อสร้างระบบควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้า
4. เพื่อทดลองและทดสอบการทำงานระบบควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้า
5. เพื่อนำระบบควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้าไปใช้งานจริง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้รับความรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานของชุดตรวจจับความเคลื่อนไหวและชุดรับ-ส่งอินฟราเรด
2. ได้ชุดตรวจจับความเคลื่อนไหวและชุดรับ-ส่งอินฟราเรด
3. ได้ระบบควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้า
4. ได้ผลการทดลองและทดสอบระบบควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้า
5. นำระบบควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้า ไปใช้งานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	ระบบควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้า	
นักศึกษา	นายมงคล	การสมศาสตร์
	นายวีระยุทธ	ช่วยอุปการ
	นายเทพินทร์	บัวอินทร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.สมชาย	หมื่นสายญาติ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์อมรชัย	ชัยชนะ
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต	
สาขาวิชา	วิศวกรรมโทรคมนาคม	
ปีการศึกษา	2548	

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้มีแนวความคิด ส่งเสริมการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างประหยัด โดยนำเทคโนโลยีที่มีราคาถูกและใช้กันอย่างแพร่หลายมาประยุกต์ใช้งาน ด้วยการนำไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877 มาเป็นหน่วยประมวลผล ซึ่งจะทำหน้าที่ตัดสินใจโดยรับข้อมูลเข้ามาจากตัวตรวจจับประเภทตรวจจับการ เคลื่อนไหวจากรังสีอินฟราเรดที่ส่งออกมาจากคน โดยมีหลักการทำงานดังนี้ เมื่อมีการเคลื่อนไหวของคนอยู่ในบริเวณ ที่เราทำการติดตั้งตัวตรวจจับไว้ ตัวตรวจจับจะส่งสัญญาณการเคลื่อนไหวไปให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์ จะทำหน้าที่ตรวจสอบว่ามีตัวตรวจจับตัวใดบ้างที่ส่งสัญญาณการเคลื่อนไหวมา จากนั้นจึงทำการส่งสัญญาณออกไปควบคุม อุปกรณ์ไฟฟ้าในช่องนั้นให้เริ่มทำงาน และถ้าตัวตรวจจับตัวใดหยุดส่งสัญญาณการเคลื่อนไหว ไมโครคอนโทรลเลอร์จะตรวจสอบเพื่อยืนยันผลว่าไม่มีการเคลื่อนไหวจริงๆ ภายในช่วงเวลาหนึ่ง เมื่อแน่ใจแล้วไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะสั่งอุปกรณ์ ไฟฟ้าที่ทำงานอยู่ให้หยุดการทำงาน ซึ่งทั้งหมดสามารถควบคุมการทำงานได้ 4 ชุด, รองรับโหลดได้ไม่เกิน 800 วัตต์, ควบคุมการทำงานด้วยรีโมทคอนโทรล, หน่วงเวลาการปิดได้ 1 ถึง 5 นาที และตั้งเวลาทำงานได้ ทั้งหมดเป็นการทำงานร่วมกันระหว่างอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์และโปรแกรมควบคุมการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Lamps Control System
Students	Mr.Mongkon Kransomsard
	Mr.Wirayut Chuayupakan
	Mr.Tapin Bau-In
Advisor	Dr.Somchai Maunsaiyat
Co-Advisor	Mr.Amornchai Chaichana
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education
Program in	Telecommunication Engineering
Academic Year	2005

ABSTRACT

The concept of this project was to support electricity saving by using cheap and simple technology. The microcontroller PIC 16F877 was the processor unit which decide or analyze the data from passive infrared sensor (PIR).The operation principle was when the human movement in the area where the sensor was installed. The sensor would send a signal to microcontroller. Then the microcontroller would automatic turn on the light. However if the sensor failed to work the microcontroller would automatic turn off the light.

The lamps control system had 4 channels, supporting load not exceed 800 watts, controlled by remote control with time delay 1-5 minutes and time setting.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้ลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากความร่วมมือของสมาชิกภายในกลุ่มทุกท่าน คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณ ดร.สมชาย หมื่นสายญาติ อาจารย์อมรชัย ชัยชนะและคณาจารย์ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ให้คำปรึกษาและให้คำแนะนำแนวความคิดความรู้ต่างๆ แนวทางการแก้ไขปัญหาในการจัดทำปริญญานิพนธ์ ขอขอบคุณห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์และสำนักหอสมุด สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ช่วยอำนวยความสะดวกและเอื้อเฟื้อสถานที่ในการค้นคว้าข้อมูล และที่ควรระลึกถึงอย่างยิ่ง คือ บิดามารดา ที่ให้การสนับสนุนด้านการศึกษาและเป็นผู้ให้กำลังใจด้วยดีตลอดมาจนถึงปัจจุบัน สุดท้ายขอขอบคุณเพื่อนๆ และน้องๆ สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคมทุกคนที่เป็นกำลังใจให้เสมอมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 จุดมุ่งหมายของโครงงาน	1
1.3 สมมุติฐานของการจัดทำโครงงาน	1
1.4 ขีดความสามารถของโครงงาน	1
1.5 ขั้นตอนการทำโครงงาน	2
1.6 เนื้อหาโดยสังเขป	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	4
2.1 กล่าวนำ	4
2.2 ระบบแสงสว่าง	4
2.2.1 หลักการให้แสงสว่าง	4
2.2.2 มาตรฐานที่เกี่ยวกับการใช้พลังงานในระบบแสงสว่าง	6
2.3 อุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่าง	8
2.3.1 หลอดไฟฟ้า	8
2.3.1.1 หลอดอินแคนเดสเซนต์	8
2.3.1.2 หลอดก๊าซดีสชาร์จ	10
2.3.2 บัลลาสต์	11
2.4 อุปกรณ์ตรวจจับความเคลื่อนไหว PIR	13
2.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877	14
2.5.1 คุณสมบัติของ PIC 16F877	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.5.2 โครงสร้างภายในของ PIC 16F877	17
2.5.3 ออสซิลเลเตอร์	18
2.6 รังสีอินฟราเรด	18
2.7 การรับ-ส่งสัญญาณอินฟราเรด	19
2.8 โซลิดสเตจรีเลย์	21
2.9 ไตรแอก	22
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	24
3.1 กล่าวนำ	24
3.2 ชุดตรวจจับความเคลื่อนไหว	25
3.3 ภาคควบคุมการทำงานหลัก	26
3.4 ภาคควบคุมแหล่งจ่ายไฟฟ้า	27
3.5 ชุดรับ-ส่งรีโมทคอนโทรล	28
3.6 วงจรนาฬิกา	29
3.7 วงจรรวมระบบควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้า	29
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	31
4.1 กล่าวนำ	31
4.2 การทดลองชุดตรวจจับความเคลื่อนไหว	31
4.3 การทดลองการทำงานของชุดรับส่งรีโมทคอนโทรล	33
4.4 การทดลองการทำงานของระบบ	34
4.4.1 การทดลองการตั้งค่าเวลา T ON และ T OFF	34
4.4.2 การทดลองการทำงานโดยการตรวจจับความเคลื่อนไหว	36
4.4.3 การทดลองการทำงานในโหมด MANUAL	37
4.4 การทดลองการขับโหลดที่มีกำลังไฟฟ้าสูง	38
บทที่ 5 บทสรุป	39
5.1 กล่าวนำ	39
5.2 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข	39
5.3 แนวทางการพัฒนา	40
บรรณานุกรม	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	42
ภาคผนวก ข วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์	47
ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์	54
ภาคผนวก ง รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์	58
ภาคผนวก จ ผังงาน	78
ภาคผนวก ฉ รหัสต้นฉบับของโปรแกรม	80
ภาคผนวก ช คู่มือการใช้งาน	96
ประวัติผู้แต่ง	101

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 มาตรฐานความสว่าง (มาตรฐาน IES)	7
2.2 ค่าความสามารถในการสะท้อนแสงสำหรับสำนักงาน IES	7
2.3 คุณสมบัติข้อดี-ข้อเสีย ของหลอดอินแคนเดสเซนต์ธรรมดา	9
2.4 คุณสมบัติข้อดี-ข้อเสีย ของหลอดทังสเตน-ฮาโลเจน	9
2.5 คุณสมบัติข้อดี-ข้อเสีย ของหลอดฟลูออเรสเซนต์	10
2.5 (ต่อ) คุณสมบัติข้อดี-ข้อเสีย ของหลอดฟลูออเรสเซนต์	11
2.6 คุณสมบัติข้อดี-ข้อเสีย ของหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์	11
4.1 ผลการทดลองชุดตรวจจับความเคลื่อนไหว	31
4.2 ผลการทดลองชุดตรวจจับความเคลื่อนไหวในสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน	32
4.3 ผลการทดลองการทำงานของชุดรับ-ส่งรีโมทคอนโทรล	33
4.4 ผลการทดลองการตั้งค่า T ON และ T OFF	35
4.5 ผลการการทดลองการหน่วงเวลาให้หลอดไฟฟ้าติด	37
4.6 ผลการทดลองการกดปุ่มเป็นจำนวนหนึ่งครั้งเพื่อเปิดหลอดไฟฟ้า	38
4.7 ผลการทดลองการขับโหลดที่มีกำลังไฟฟ้าสูง	38
ค.1 รายการอุปกรณ์ของชุดตรวจจับความเคลื่อนไหว	55
ค.2 รายการอุปกรณ์ของวงจรควบคุมการทำงานหลัก	55
ค.3 รายการอุปกรณ์ของวงจรวงจรโซลิดสเตจรีเลย์	56
ค.4 รายการอุปกรณ์ของชุดรับ-ส่งรีโมทคอนโทรล	56
ค.5 รายการอุปกรณ์ของวงจรนาฬิกา	57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 สัญลักษณ์ของเซนเซอร์ PIR	13
2.2 รูปร่างของเซนเซอร์ PIR	13
2.3 ลักษณะการตรวจจับการเคลื่อนไหวของ PIR	14
2.4 บล็อกไดอะแกรมรูปแบบสถาปัตยกรรมไมโครคอนโทรลเลอร์แบบฮาร์วาร์ด	15
2.5 กระบวนการไปป์ไลน์ที่ใช้ในไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC	15
2.6 โครงสร้างการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877	17
2.7 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแบ่งตามระดับความยาวคลื่น	19
2.8 การต่อคีย์อินพุท	20
2.9 องค์ประกอบของสัญญาณ	20
2.10 สัญญาณที่ได้จากการกดคีย์	21
2.11 สัญลักษณ์และโครงสร้างของไตรแอก	23
3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้า	24
3.2 วงจรชุดตรวจจับความเคลื่อนไหว	25
3.3 วงจรควบคุมการทำงานหลัก	26
3.4 วงจรโซลิดสเตจรีเลย์	27
3.5 วงจรรับสัญญาณจากรีโมทคอนโทรล	28
3.6 วงจรนาฬิกา	29
3.7 วงจรรวมของระบบควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้า	30
4.1 หน้าจอโหมดการทำงานแบบ AUTO	34
4.2 หน้าจอโหมดการทำงานแบบ MANUAL	34
4.3 การตั้งค่าเวลา Time	35
4.4 การตั้งค่าเวลา T ON	35
4.5 การตั้งค่าเวลา T OFF	35
4.6 โหมดการทำงานแบบ AUTO	36
4.7 การตั้งค่า TIMER เพื่อหน่วงเวลาในการปิดหลอดไฟฟ้า	36
4.8 โหมดการทำงานแบบ MANUAL	37
ก.1 ระบบควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้า	43
ก.2 เครื่องต้นแบบระบบควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้า	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ก.3 ด้านหลังของเครื่องต้นแบบระบบควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้า	44
ก.4 ภายในของเครื่องต้นแบบระบบควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้า	44
ก.5 ชุดตรวจจับความเคลื่อนไหว	45
ก.6 วงจรชุดตรวจจับความเคลื่อนไหว	45
ก.7 รีโมทคอนโทรลควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้า	46
ก.8 แผงหลอดไฟฟ้าที่ใช้ในการทดสอบ	46
ข.1 วงจรชุดตรวจจับความเคลื่อนไหว	48
ข.2 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรชุดตรวจจับความเคลื่อนไหว	48
ข.3 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรชุดตรวจจับความเคลื่อนไหว	49
ข.4 วงจรรับสัญญาณรีโมทคอนโทรล	49
ข.5 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรรับสัญญาณรีโมทคอนโทรล	50
ข.6 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรรับสัญญาณรีโมทคอนโทรล	50
ข.7 วงจรรวมของระบบควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้า	51
ข.8 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรรวมระบบควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้า	52
ข.9 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรระบบควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้า	53
จ.1 ผังการทำงานของระบบควบคุมการเปิดปิดหลอดไฟฟ้า	79

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

กล่าวถึงการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง บุคคลทั่วไปก็มักจะนึกถึงการเปลี่ยนอุปกรณ์ เช่น หลอดผอม หลอดตะเกียบ บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งล้วนแต่ต้องมีการลงทุน ทั้งที่การประหยัดพลังงานที่ให้ผลมากที่สุด โดยไม่ต้องลงทุน คือ การปิดไฟเมื่อไม่มีความจำเป็น แต่วิธีการดังกล่าวยังไม่สามารถที่จะแก้ปัญหาในการลืมการปิดไฟได้ ซึ่งถ้าเราลืมปิดหลอดไฟฟ้าทิ้งไว้เป็นเวลานานๆ จะทำให้สูญเสียพลังงานโดยเปล่าประโยชน์จำนวนมาก และทำให้เราสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในเรื่องของค่าไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นอีกด้วย

1.2 จุดมุ่งหมายโครงงาน

คณะผู้จัดทำได้สร้างระบบควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้าขึ้นมา เพื่อที่จะได้นำระบบที่สร้างขึ้นมาเพื่อนำไปใช้งาน เพื่อทดแทนการใช้วิธีการเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้าแบบเดิม ซึ่งในระบบควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้า ที่คณะผู้จัดทำได้สร้างขึ้นมานี้ได้มีการนำอุปกรณ์ตรวจจับความเคลื่อนไหวมาใช้ แทนสวิตซ์ในการเปิด-ปิด หลอดไฟฟ้า เพื่อป้องกันการลืมปิดหลอดไฟฟ้าในบริเวณที่เราไม่ได้ใช้งาน ซึ่งจะสามารถช่วยให้ค่าใช้จ่ายในเรื่องของค่าไฟฟ้าลดลง อีกทั้งยังสามารถเป็นการประหยัดพลังงานได้ด้วย

1.3 สมมุติฐานของการจัดทำโครงงาน

เมื่อนำระบบการเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้าไปติดตั้งภายในบริเวณที่ต้องการแล้ว จะสามารถทำให้เราสามารถหมดความกังวลในเรื่องของการลืมปิดหลอดไฟฟ้า ในกรณีที่เราลืมปิดหลอดไฟฟ้าทิ้งไว้เป็นเวลานานๆ ระบบก็จะทำการปิดหลอดไฟฟ้าเองโดยอัตโนมัติ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าต้องการตั้งเวลาการปิดไว้นานเท่าใดตามแต่ที่เราต้องการ ซึ่งนั่นก็หมายความว่าจะทำให้เราลดการใช้ไฟฟ้าได้ส่วนหนึ่งเพื่อเป็นการประหยัดพลังงาน อีกทั้งยังจะสามารถช่วยให้เราประหยัดค่าใช้จ่ายในการเสียค่าไฟฟ้าอีกด้วย

1.4 ขีดความสามารถของโครงงาน

โครงงานนี้มีขีดความสามารถดังนี้

1. ควบคุมการทำงานการเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้า ได้ 4 ชุด
2. ตรวจจับความเคลื่อนไหวในระยะ 3-4 เมตร
3. สามารถรองรับโหลดได้ไม่เกิน 800 วัตต์ ต่อ 1 ชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ใช้ไมโครคอนโทลเลอร์ตระกูล PIC เป็นตัวควบคุมการทำงาน

5. ควบคุมการทำงานโดยใช้รีโมทคอนโทรลได้

6. หน่วงการปิดของหลอดไฟฟ้าได้ 1 นาที จนถึง 5 นาที

7. ตั้งเวลาการทำงานได้

1.5 ขั้นตอนของการทำโครงงาน

โครงงานนี้ประกอบไปด้วยฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ การทำงานในระยะแรกจะเริ่มต้นจากการทำฮาร์ดแวร์ก่อน โดยอันดับแรกทำการสร้างวงจรการตรวจจับความเคลื่อนไหว วงจรควบคุมการทำงานและวงจรควบคุมแหล่งจ่ายไฟฟ้า หลังจากได้ทำการสร้างฮาร์ดแวร์ได้ระดับหนึ่งแล้วก็จะดำเนินการเขียนโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุม รวมทั้งทำการทดสอบไปด้วย และเมื่อทำโครงงานเสร็จเรียบร้อยแล้วจะทำการทดลองและทดสอบโดยการนำระบบที่สร้างขึ้นมาไปติดตั้งภายในห้อง เพื่อทดสอบการทำงานว่ามีประสิทธิภาพตามที่ต้องการหรือไม่และทำการแก้ไขข้อผิดพลาดต่างๆ ที่เกิดขึ้น

1.6 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาภายในปริญญานิพนธ์นี้แบ่งออกเป็นบทต่างๆ เพื่อความสะดวกต่อการศึกษาและทำความเข้าใจ ในแต่ละบทจะประกอบไปด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์ ขีดความสามารถของโครงงานและเนื้อหาในบทต่างๆ โดยสังเขป

บทที่ 2 ประกอบด้วยทฤษฎีและหลักการต่างๆ เกี่ยวกับระบบแสงสว่าง อุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่าง อุปกรณ์ตรวจจับความเคลื่อนไหว ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877 รังสีอินฟราเรด การรับ-ส่งสัญญาณอินฟราเรด โซลิดสเตจรีเลย์ และไตรแอก

บทที่ 3 กล่าวถึงเนื้อหาที่เกี่ยวกับแผนการทำงานของโครงงาน ผังวงจรต่างๆ ที่ใช้ในโครงงานตลอดจนการออกแบบและการสร้างส่วนประกอบต่างๆ

บทที่ 4 ประกอบด้วยการทดลองและผลการทดลอง

บทที่ 5 เป็นการสรุปผลการจัดทำโครงงาน ปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางในการแก้ปัญหารวมทั้งแนวทางในการพัฒนา

ภาคผนวก ก แสดงภาพเครื่องต้นแบบ

ภาคผนวก ข ประกอบด้วยผังรายละเอียดวงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

ภาคผนวก ค แสดงรายการอุปกรณ์ที่ใช้งานในแต่ละวงจร

ภาคผนวก ง รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในโครงงาน

ภาคผนวก จ ผังงาน แสดงผังงาน (Flowchart) ของโปรแกรมทั้งหมดของโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ รหัสต้นฉบับของโปรแกรมทั้งหมดที่สร้างขึ้นเพื่อประกอบการทำงาน

ภาคผนวก ช คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 กล่าวนำ

ระบบควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้า เป็นระบบที่เราจะสร้างขึ้นมาเพื่อทดแทนการเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้าแบบเดิม ซึ่งในการออกแบบระบบเราจำเป็นต้องรู้ในเรื่องของระบบแสงสว่างด้วย เพื่อที่จะได้เข้าใจในเรื่องของแสงสว่างมากยิ่งขึ้น ในการสร้างระบบควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้านี้เราจะใช้ตัวตรวจจับความเคลื่อนไหว เป็นตัวสั่งการให้ระบบทำการเปิดหรือปิดหลอดไฟฟ้า โดยจะมีไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมและรับคำสั่งต่างๆ อยู่ภายใน ซึ่งในบทนี้เราก็จะมาทำความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎีและหลักการต่างๆ ที่ได้นำมาใช้ในการสร้างระบบควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้า ซึ่งเนื้อหาดังที่กล่าวมาไว้ข้างต้นได้แสดงรายละเอียดตามหัวข้อต่อไปนี้

2.2 ระบบแสงสว่าง

2.2.1 หลักการให้แสงสว่าง

หลักการสำคัญที่จะให้ได้มาซึ่งระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่มีประสิทธิภาพสูงนั้น เริ่มจากการทำความเข้าใจกับพื้นที่ที่จะใช้แสงสว่าง คือ การศึกษาถึงประเภทหรือชนิดของงานที่จะกระทำในพื้นที่นั้นๆ ว่าเป็นงานชนิดใด มีการทำงานในเวลาใดและต้องการระดับความสว่างสูงต่ำเพียงใด โดยคำนึงถึงขนาด ค่าการสะท้อนแสง ความเปรียบต่าง (Contrast) และการเคลื่อนไหวของชิ้นงาน รวมทั้งระยะห่างจากผู้ปฏิบัติงาน ในขณะเดียวกันก็พิจารณาหรือเลือกสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมให้กับพื้นที่นั้นๆ ด้วย เช่น ความสูงของเพดาน ช่องแสง นอกจากนี้ สีที่ใช้ทาส่วนต่างๆ ควรเป็นสีโทนสว่าง เพื่อทำให้แลดูสว่างขึ้น ซึ่งค่าการสะท้อนแสงของเพดาน ผนัง พื้น และแม้แต่เครื่องจักรอุปกรณ์ ควรมีค่าที่เหมาะสม เพื่อมิให้เกิดแสงเข้าตาหรือดูมืดเกินไป หลักการให้แสงสว่างที่สำคัญนั้น จะต้องคำนึงถึงจุดมุ่งหมายหลัก 3 ประการ คือ

1. เพื่อให้การทำงานแต่ละประเภทดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ไฟส่องโต๊ะทำงาน
2. ช่วยสร้างความปลอดภัย เช่น ไฟตามแนวรั้ว
3. เพื่อความสวยงามและสร้างบรรยากาศที่เหมาะสม เช่น ไฟส่องรูปภาพ เป็นต้น

การปฏิบัติงานภายใต้ระบบแสงสว่างที่เหมาะสมไม่เพียงแต่จะทำให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถทำงานได้รวดเร็วขึ้น มากขึ้น ประณีตขึ้น ที่สำคัญยังทำให้เกิดความพึงพอใจในการทำงานมากขึ้น ทั้งยังมีผลต่อคุณภาพชีวิตของผู้ปฏิบัติงาน วิธีการให้แสงสว่างที่เหมาะสมจึงเป็นสิ่งสำคัญในการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 3 วิธี คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การให้แสงสว่างทั่วพื้นที่ (General Lighting) เป็นวิธีการให้แสงสว่างที่ใช้ทั่วไปโดยการให้แสงสว่างจากโคมไฟที่ติดตั้งกระจายอย่างสม่ำเสมอบนเพดาน ซึ่งทำให้มีความสว่างเกือบเท่ากันตลอดพื้นที่ จึงทำให้มีข้อดีในแง่ที่สามารถออกแบบได้ง่าย ไม่จำเป็นต้องทราบตำแหน่งทำงานที่แน่นอนและสามารถย้ายตำแหน่งที่ทำงานได้อย่างอิสระ แต่ข้อเสียสำคัญคือ เป็นวิธีการให้แสงสว่างที่สิ้นเปลืองพลังงานสูง

2. การให้แสงสว่างเฉพาะพื้นที่ (Localized General Lighting) เป็นวิธีการให้แสงสว่างโดยการออกแบบให้สอดคล้องกับการทำงานในแต่ละพื้นที่ จึงทำให้ประหยัดพลังงานกว่าวิธีการแรก แต่ก็มีข้อเสียคือทำให้การย้ายตำแหน่งพื้นที่ทำงานไม่อิสระ จึงเหมาะสำหรับโรงงานที่มีสายกระบวนการผลิตที่ติดตั้งตายตัวหรือไม่มีการโยกย้ายตำแหน่ง

3. การให้แสงสว่างเฉพาะตำแหน่ง (Local Lighting) เป็นวิธีการให้แสงสว่างเสริม ใช้สำหรับงานที่ต้องการปริมาณแสงในระดับสูง เช่น งานที่ต้องการความละเอียดสูงและใช้สำหรับผู้ปฏิบัติงานสูงอายุหรือสายตาผิดปกติ โดยการติดตั้งโคมไฟในบริเวณที่อยู่ใกล้ผู้ทำงานหรือชิ้นงาน เพื่อให้แสงสว่างเฉพาะตำแหน่งและทิศทางที่ต้องการเท่านั้น ด้วยเหตุนี้จึงเป็นวิธีการให้แสงสว่างที่ประหยัดพลังงานที่สุด แต่จะต้องควบคุมทิศทางและความสว่างให้เหมาะสม

การออกแบบระบบแสงสว่างที่ดีนั้น นอกจากจะต้องให้ได้ปริมาณแสงสว่างที่เหมาะสมกับการใช้งานแล้ว ยังต้องทำให้ผู้ปฏิบัติงานมีความรู้สึกสบายในการใช้สายตา (Visual Comfort) กล่าวคือ ความจ้าของแสงบนชิ้นงานและสภาพแวดล้อมไม่ควรแตกต่างกันเกิน 3 เท่า ไม่ควรมี แสงจ้าแยงตา (Glare) จากดวงโคมโดยตรง หรือสะท้อนจากพื้นผิววัตถุมัน ทั้งนี้โดยการเลือกใช้ดวงโคมและการติดตั้งทิศทางให้เหมาะสม ในกรณีที่เกิดเงาเนื่องจากชิ้นงานอยู่ในตำแหน่งที่แสงเข้าไม่ถึง อาจต้องติดตั้งดวงโคมเฉพาะตำแหน่งเข้าช่วย นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงความสะดวกในการบำรุงรักษา ความปลอดภัย และความสวยงามประกอบด้วย ข้อกำหนดมาตรฐานการใช้พลังงานและการอนุรักษ์พลังงานในระบบแสงสว่าง มีข้อกำหนดที่ต้องปฏิบัติดังนี้

1. ระบบไฟฟ้าแสงสว่างทุกบริเวณ ยกเว้นที่ใช้ในกรณีฉุกเฉิน ต้องมีการควบคุมโดยมีผู้รับผิดชอบเปิด-ปิดตามตารางกำหนดเวลา หรือโดยอุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัติ

2. สวิตช์ทุกจุดต้องอยู่ในตำแหน่งที่ผู้ปฏิบัติงานสามารถเปิด-ปิดได้สะดวก โดยมีแผนผังแสดงตำแหน่งหลอดไฟที่ควบคุมและมีการบ่งชี้ถึงกำหนดระยะเวลาเปิด-ปิด เช่น ติดสีที่สวิตช์

3. ต้องจัดให้มีสวิตช์ควบคุมอย่างน้อย 1 จุดสำหรับ

3.1 อุปกรณ์แสงสว่างแต่ละประเภท หรือมีขนาดกำลังรวมเกิน 1,000 วัตต์

3.2 พื้นที่ไม่เกิน 30 ตารางเมตร หรือภายในแต่ละพื้นที่ทำงาน/ห้อง

3.3 พื้นที่ซึ่งในบางครั้งทำงานไม่พร้อมกัน หรือบริเวณที่มีแสงธรรมชาติเพียงพอ

3.4 อุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัติ ให้ถือว่าเทียบเท่าจำนวนสวิตช์ได้ไม่เกิน 3 จุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ต้องมีแผนผังทางไฟฟ้า ซึ่งแสดงชนิด ขนาด และจำนวนหลอดไฟฟ้า ตำแหน่งติดตั้งและสวิตช์ควบคุม ที่ถูกต้องตรงกับสภาพปัจจุบันอยู่เสมอ

5. ต้องจัดทำตารางวิเคราะห์ระบบแสงสว่างให้ครอบคลุมทั่วทุกบริเวณ ยกเว้นที่ใช้ในกรณีฉุกเฉิน และต้องปรับปรุงทุกครั้งที่มีการต่อเติมแก้ไขอาคาร ย้ายพื้นที่ทำงาน หรือเครื่องจักร

ข้อกำหนดเพื่อพิจารณาปรับปรุง

การปรับปรุงระบบไฟฟ้าแสงสว่าง มีข้อกำหนดเพื่อพิจารณาปรับปรุงโดยลำดับดังนี้

1. ระบบไฟฟ้าแสงสว่างทุกบริเวณที่มีการเปิดใช้ในเวลากลางวันเป็นประจำ รวมทั้งบริเวณห้องน้ำ ควรพิจารณาใช้แสงสว่างจากธรรมชาติ

2. ควรทบทวนสภาพการใช้แสงสว่างจากธรรมชาติ ระดับความสว่าง และวิธีการให้แสงสว่าง เพื่อทำการปรับปรุงให้เหมาะสมทุกครั้งที่มีการต่อเติมแก้ไขอาคาร ย้ายพื้นที่ทำงาน หรือเครื่องจักร

3. บริเวณที่มีการใช้งานหลายอย่าง ซึ่งบางครั้งต้องการแสงสว่างน้อย หรือมีการใช้แสงธรรมชาติช่วยให้แสงสว่าง ควรพิจารณาติดตั้งเครื่องหรี่ไฟ

4. ดวงไฟที่ผู้รับผิดชอบ เปิด-ปิด ไม่สามารถควบคุมได้อย่างถี่ถ้วน ติดตั้งในบริเวณพื้นที่กว้างหรือมีจำนวนมาก ควรพิจารณาติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัติ

5. ดวงไฟที่ติดตั้งในพื้นที่กว้างหรือห้องขนาดใหญ่และมีทางเข้าออกหลายทางหรือสวิตช์ควบคุมติดตั้งรวมไว้ในบริเวณที่ห่างไกล เช่น โกดังเก็บของ ควรพิจารณาติดตั้งสวิตช์ควบคุมเพิ่ม

6. พิจารณาเลือกใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงานประเภทต่างๆ ดังนี้

6.1 การเลือกใช้หลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง

6.2 การเลือกใช้บัลลาสต์ที่มีการสูญเสียต่ำ

6.3 การเลือกใช้โคมไฟประสิทธิภาพสูง

2.2.2 มาตรฐานที่เกี่ยวกับการใช้พลังงานในระบบแสงสว่าง

พระราชบัญญัติการ ส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 ว่าด้วยกำหนดมาตรฐานหลักเกณฑ์และวิธีการอนุรักษ์พลังงานในอาคารควบคุม มีการกำหนดการใช้ไฟฟ้าส่องสว่างในอาคารโดยไม่รวมพื้นที่ที่จอดรถในหมวด 3 ข้อ 4 ซึ่งสามารถใช้เป็นค่าอ้างอิงมาตรฐานได้ดังต่อไปนี้

1. ในกรณีที่มีการส่องสว่างด้วยไฟฟ้าในอาคาร จะต้องให้ได้ระดับความส่องสว่างสำหรับงานแต่ละประเภทอย่างเพียงพอตามหลักและวิธีการที่ยอมรับได้ทางวิศวกรรม

2. อุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับใช้ส่องสว่างภายในอาคารโดยไม่รวมพื้นที่ที่จอดรถ จะต้องใช้กำลังไฟฟ้าไม่เกินค่าดังต่อไปนี้ สำนักงาน โรงแรม สถานศึกษาและโรงพยาบาล 16 วัตต์/ตารางเมตร ส่วนร้านขายของและศูนย์การค้า 23 วัตต์/ตารางเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนค่าความส่องสว่างที่เหมาะสมนั้น ได้มีการกำหนดมาตรฐานโดยองค์กรที่เกี่ยวข้องในประเทศต่างๆ เช่น IES (Illumination Engineering Society) ในประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งมีการกำหนดค่าไว้ตามตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 มาตรฐานความสว่าง (มาตรฐาน IES)

ลักษณะพื้นที่ใช้งาน		ความสว่าง (ลักซ์)
พื้นที่ทำงานทั่วไป		300-700
พื้นที่ส่วนกลาง ทางเดิน		100-200
ห้องเรียน		300-500
ร้านค้า / ศูนย์การค้า		300-750
โรงแรม :	บริเวณทางเดิน	300
	ห้องครัว	500
	ห้องพัก ห้องน้ำ	100-300
โรงพยาบาล :	บริเวณทั่วไป	100-300
	ห้องตรวจรักษา	500-1,000
บ้านที่อยู่อาศัย :	ห้องนอน	50
	หัวเตียง	200
	ห้องน้ำ	100-500
	ห้องนั่งเล่น	100-500
	บริเวณบันได	100
	ห้องครัว	300-500

ตารางที่ 2.2 ค่าความสามารถในการสะท้อนแสงสำหรับสำนักงาน IES

ผิวของวัสดุ	ความสามารถในการสะท้อนแสง(๓) (%)
	อาคารสำนักงาน
เพดาน	70-90
ผนัง	40-60
โต๊ะทำงานและเครื่องเรือน	25-45
พื้น	20-40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 อุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่าง

2.3.1 หลอดไฟฟ้า

หลอดไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานแสงสว่าง เพื่อให้ความสว่างในยามค่ำคืนในที่มืด หรือบริเวณที่ต้องการแสงสว่างเพิ่มเติม ปัจจุบันมีหลอดไฟฟ้าที่มีคุณสมบัติต่างกันมากมาย เราจึงจำเป็นต้องศึกษาให้ทราบถึงหลักการเลือกใช้หลอดไฟฟ้าให้เหมาะสำหรับงานแต่ละประเภท โดยคุณสมบัติสำคัญของหลอดไฟฟ้าที่ต้องพิจารณาได้แก่

1. ประสิทธิภาพแสง (Luminous Efficacy) สำหรับหลอดไฟฟ้า คือ อัตราส่วนระหว่างปริมาณแสงที่หลอดเปล่งออกมาได้ หรือ ค่าฟลักซ์การส่องสว่างเริ่มต้นต่อกำลังไฟฟ้าที่ใช้ ซึ่งอาจคิดเฉพาะกำลังวัตต์ของหลอดก็ได้ แต่ที่ถูกต้องควรคิดรวมบัลลาสต์ด้วย

2. อายุใช้งาน (Lamp Mortality) หมายถึงระยะเวลาโดยเฉลี่ย ซึ่งเมื่อใช้งานหลอดไฟฟ้าครบระยะเวลานั้นแล้ว จะคงเหลือหลอดไฟฟ้าที่ยังทำงานอยู่ครึ่งหนึ่ง

3. ความเสื่อมของหลอด (Lamp Lumen Depreciation : LLD) คือ อัตราส่วนปริมาณแสงที่เหลืออยู่เมื่อหลอดไฟฟ้าครบอายุใช้งานเทียบกับค่าฟลักซ์การส่องสว่างเริ่มต้น เนื่องจากการเสื่อมสภาพของหลอดไฟฟ้าแต่ละชนิด

4. คุณสมบัติทางสีของแสง คือ ค่าอุณหภูมิสีของแสง และค่าดัชนีเทียบสี

5. ระยะเวลาอุ่นหลอด และระยะเวลารอจุดหลอดซ้ำ (Restrike Time) คือช่วงเวลานับจากเริ่มเปิดจนกระทั่งหลอดสว่างเต็มที่และช่วงเวลาที่ต้องพักให้หลอดไฟฟ้าคืนตัว ก่อนจะเปิดใช้ใหม่ได้อีกครั้ง

6. คุณสมบัติเฉพาะอื่นๆ ที่สำคัญได้แก่ ราคาหลอด ขนาดกำลัง และลักษณะการติดตั้ง ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความสามารถในการหรี่แสง ความทนต่อการสั่นสะเทือน และอุณหภูมิ นอกจากนี้สำหรับหลอดก๊าซดีสชาร์จ ยังมีคุณสมบัติในการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการกระเพื่อมของแสงที่อาจรบกวนต่อการทำงานได้

หลอดไฟฟ้าสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ ตามลักษณะของการกำเนิดของแสง คือ หลอดอินแคนเดสเซนต์ หลอดลูมิเนสเซนต์ และหลอดอินดักชั่น แต่หลอดไฟฟ้าที่ใช้กันโดยทั่วไปนั้น จะให้แสงด้วยสองวิธีแรก ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

2.3.1.1 หลอดอินแคนเดสเซนต์ (Incandescent Lamp) คือ หลอดที่ให้กำเนิดแสงโดยวิธีการเผาไส้หลอดให้ร้อน (อินแคนเดสเซนต์) ที่ใช้กันทั่วไปมีอยู่ 2 ชนิด คือ

1. หลอดอินแคนเดสเซนต์ธรรมดา (Standard Incandescent Lamp) หรือที่เรียกว่าหลอดไส้ ไส้หลอดมักเป็นทังสเตนบรรจุในตัวหลอดแก้วปิดสนิท ซึ่งอาจเป็นสุญญากาศ หรือบรรจุด้วยก๊าซไนโตรเจนและก๊าซเฉื่อย เช่น อากอน ตัวหลอดมีหลายรูปทรง มีทั้งชนิดที่โปร่งใสและชนิดเป็นฝ้าขุ่น ขั้วหลอดมี 2 แบบคือ แบบเขี้ยวและแบบเกลียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 คุณสมบัติข้อดี-ข้อเสีย ของหลอดอินแคนเดสเซนต์ธรรมดา

ข้อดี	ข้อเสีย
1. ราคาหลอดต่ำที่สุด แต่เสื่อมสูง	1. ประสิทธิภาพแสงต่ำที่สุดเพียง 8-14lm/w
2. ค่าดัชนีเทียบสีสูงที่สุด	2. พลังงานที่สูญเสียก่อให้เกิดความร้อนสูงกว่า 90%
3. ให้แสงสว่างทันทีเมื่อเปิดใช้งาน	3. แสงของความร้อนที่ทำให้สีของวัตถุชืดจางเสื่อมสภาพ
4. ไม่ต้องใช้บัลลาสต์ อุณหภูมิไม่มีผลต่อความสว่าง	4. อายุใช้งานสั้นที่สุด คือ 1,000 ชั่วโมง
5. หรี่แสงได้ง่าย โดยปรับลดแรงดันไฟฟ้า	5. ความเสื่อมของหลอดไฟฟ้าเร็วมาก เมื่อเทียบกับ
6. มีขนาดและรูปทรงให้เลือกได้ง่าย	หลอดประเภทอื่นๆ
7. มีขนาดเล็ก เบา ติดตั้งและควบคุมแสงง่าย	6. เลือกอุณหภูมิสีไม่ได้และมีค่าต่ำประมาณ2,700 K
8. กลมกลืนกับโคมไฟได้ดีและมีประกายสวยงาม	7. มีเฉพาะหลอดขนาดกำลังวัตต์ต่ำ

2. หลอดทังสเตน-ฮาโลเจน (Tungsten-Halogen Lamp) เป็นหลอดอินแคนเดสเซนต์ที่ได้มีการพัฒนาขึ้น โดยเติมก๊าซฮาโลเจน เช่น ไอโอดีน เพื่อไม่ให้หลอดดำและมีอายุใช้งานนานขึ้น บางครั้งจึงเรียกว่า หลอดไอโอดีน ไส้หลอดเป็นทังสเตนบรรจุในหลอด ควอทซ์ที่มีขนาดเล็กมาก ทำงานที่อุณหภูมิสูง เพื่อให้มีประสิทธิภาพแสงสูงขึ้น รูปทรงหลอดมี 2 ชนิด คือ หลอดกำลังต่ำจะเป็นหลอดแคปซูล (Capsule) ขั้วเสียบ (GY6.35 และ GU5.3 สำหรับแบบติดกับถ้วย) ใช้กับไฟกระแสสลับแรงดันต่ำ 12 โวลท์ ส่วนหลอดกำลังสูงจะเป็นหลอดแท่งมีขั้วที่ปลายทั้งสอง (R7s)

ตารางที่ 2.4 คุณสมบัติข้อดี-ข้อเสีย ของหลอดทังสเตน-ฮาโลเจน

ข้อดี	ข้อเสีย
1. หลอดไฟฟ้ากำลังต่ำราคาค่อนข้างสูง ส่วนหลอดไฟฟ้ากำลังสูงราคาต่ำที่สุด แต่มีค่าเสื่อมสูงทุกขนาด	1. ประสิทธิภาพแสงยังต่ำมากเพียง 16-25 lm/w
2. ค่าดัชนีเทียบสีสูงที่สุด (Ra=100)	2. พลังงานที่สูญเสียก่อให้เกิดความร้อนสูงกว่า 80%
3. ให้แสงสว่างทันทีเมื่อเปิดใช้งาน	3. แสงของความร้อนที่ทำให้สีของวัตถุชืดจาง เสื่อมสภาพ ยกเว้นหลอดแบบติดกับถ้วยที่ให้แสงเย็น
4. ไม่ต้องใช้บัลลาสต์ อุณหภูมิไม่มีผลต่อความสว่าง	4. ตัวหลอดมีความร้อนสูง การใช้งานจึงต้องระมัดระวัง
5. ความเสื่อมของหลอดไฟฟ้าต่ำที่สุด คือ ไม่ถึง 10%	5. อายุการใช้งานยังสั้นมาก คือ 2-3,000 ชั่วโมง
6. หรี่แสงได้ง่าย โดยปรับลดแรงดันไฟฟ้าขาเข้า	6. เลือกอุณหภูมิสีไม่ได้และมีค่าต่ำประมาณ 3,000 K
7. มีขนาดเล็ก เบา ติดตั้งและควบคุมแสงได้ง่าย	7. ต้องใช้หม้อแปลงไฟฟ้าสำหรับหลอดกำลังต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1.2 หลอดก๊าซดีสชาร์จ (Gas Discharge Lamp) คือ หลอดที่ให้กำเนิดแสงโดยวิธีการกระตุ้นอะตอมของก๊าซ ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ หลอดคายประจุความดันต่ำ (Low-pressure Discharge Lamps) และหลอดคายประจุความดันสูง (High-pressure Discharge Lamps) หรือที่เรียกว่าหลอดคายประจุความเข้มสูง (High Intensity Discharge Lamps; HID Lamps) ซึ่งหลอดบรรจุก๊าซแต่ละประเภทยังอาจแบ่งได้เป็นหลายชนิด คือ

1. หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดหลอด ตรงหรือชนิดหลอดวงกลม (Turbular or Circular Fluorescent Lamps) หลอดฟลูออเรสเซนต์เป็นหลอดแก้วกลมยาว ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของหลอดรุ่นเดิม (T12) คือ 38 มิลลิเมตรส่วนหลอดรุ่นปัจจุบันที่เรียกว่าหลอดผอม (T8) ลดขนาดเป็น 26 มิลลิเมตร ล่าสุดได้มีการพัฒนา หลอด T5 ซึ่งประหยัดไฟมากขึ้นและ มีขนาดเล็กเพียง 16 มิลลิเมตร ภายในบรรจุด้วยไอปรอทความดันต่ำและก๊าซเฉื่อยอีกเล็กน้อย รูปทรงของหลอดมีทั้งแบบตรงและวงกลม ภายในหลอดเคลือบด้วยสารเรืองแสงหรือผงฟอสเฟอร์ (Phosphor) ทำให้หลอดฟลูออเรสเซนต์มีโทนสีของแสงให้เลือกได้มากมาย ที่ด้านในของปลายทั้งสองมีไส้หลอดหรือขั้วอิเล็กโทรด ซึ่งมีลักษณะการทำงาน 3 แบบตามชนิดของหลอด คือ

1.1 ชนิดอุ่นไส้ (Preheat) ที่ใช้กันทั่วไป ไส้หลอดต้องอาศัยสตาร์ทเตอร์ต่อวงจรจนร้อนหลอดไฟจึงจะติดได้

1.2 ชนิดติดทันที (Instant Start) หรือ หลอด Slimline ไม่มีความจำเป็นต้องอุ่นไส้หลอดก่อนโดยที่หลอดไฟจะติดทันที

1.3 ชนิดติดเร็ว (Rapid Start) ต้องมีการอุ่นไส้ตลอดเวลา โดยที่บัลลาสต์จะมีวงจรทำหน้าที่อุ่นไส้หลอด

ขั้วหลอดที่ใช้กันทั่วไป คือ ชนิดอุ่นไส้และชนิดติดเร็ว จะมี 2 ขา (G13 สำหรับหลอดตรงG5 สำหรับหลอด T5 และ G10q สำหรับหลอดวงกลม) ใช้ร่วมกับบัลลาสต์และสตาร์ทเตอร์ ส่วนชนิดติดทันทีจะมีขาเดียว (Fa8) ใช้ร่วมกับบัลลาสต์

ตารางที่ 2.5 คุณสมบัติข้อดี-ข้อเสีย ของหลอดฟลูออเรสเซนต์

ข้อดี	ข้อเสีย
1. อายุการใช้งานค่อนข้างยาว คือ 10,000 ชั่วโมงถึง 13,000 ชั่วโมง 2. ราคาหลอดต่ำและมีค่าเสื่อมต่ำ 3. ค่าดัชนีเทียบสีค่อนข้างสูง ถึงสูงมาก 4. มีอุณหภูมิสีให้เลือกได้ครบทุกโทน	1. ประสิทธิภาพแสงยังไม่สูง โดยขนาด 18W <50 lm/w 2. ความเสื่อมของหลอดไฟฟ้าสูงแต่คงที่ประมาณ 25% ยกเว้นชนิดผิดเร็วรุ่น super 80 จะต่ำประมาณ 10% 3. ใช้เวลา 2-3 วินาทีจึงให้แสงสว่าง และมีการกระเพื่อม ยกเว้นชนิดติดเร็วหรือเมื่อใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 (ต่อ) คุณสมบัติข้อดี-ข้อเสีย ของหลอดฟลูออเรสเซนต์

ข้อดี	ข้อเสีย
5. หรี่แสงได้โดยใช้หลอดชนิดติดเร็วหรือใช้เครื่องหรี่ไฟ 6. อุณหภูมิสภาพแวดล้อมรอบข้างต่ำที่สุด 7. เป็นแหล่งกำเนิดแสงแบบกระจายจึงไม่จ้า	5. อุณหภูมิมีผลต่อความสว่างมาก 6. มีแต่หลอดขนาดกำลังต่ำ ต้องติดตั้งจำนวนมาก 7. มีขนาดใหญ่ หนักติดตั้งและควบคุมทิศทาง

2. หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ (Com-pact Fluorescent Lamps) หรือที่เรียกว่า หลอดประหยัดไฟ คือ หลอดฟลูออเรสเซนต์ที่มีขนาดเล็ก แต่ยังมีส่วนประกอบหลักเช่นเดิม มีทั้งชนิดบัลลาสต์ภายในที่มีขั้วหลอดแบบเกลียว (E27) ซึ่งเปลี่ยนแทนหลอดอินแคนเดสเซนต์ได้ทันที และชนิดบัลลาสต์ภายนอกที่เรียกว่า หลอดตะเกียบ ที่มีขั้วหลอดแบบเสียบ (G23, G24d, G24q, 2G11)

ตารางที่ 2.6 คุณสมบัติข้อดี-ข้อเสีย ของหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์

ข้อดี	ข้อเสีย
1. ประสิทธิภาพแสงสูงที่สุดสำหรับหลอดกำลังต่ำ (>50 lm/W) 2. อายุใช้งานค่อนข้างยาว คือ 8,000 ชั่วโมง ถึง 12,000 ชั่วโมง 3. ค่าดัชนีเทียบสีสูงมาก (Ra=78-82) 4. มีขนาดเล็กลง จึงควบคุมทิศทางแสงได้ง่ายขึ้น 5. ข้ออื่นๆ เหมือนหลอดฟลูออเรสเซนส์	1. ราคาหลอดและค่าเสื่อมสูง โดยเฉพาะชนิดบัลลาสต์ภายใน จะสูงที่สุดสำหรับหลอดกำลังต่ำ 2. ชนิดบัลลาสต์ภายในมีขนาดใหญ่ หนัก เมื่อหลอดเสียต้องทิ้งบัลลาสต์ไปด้วยกัน 3. ข้ออื่นๆ เหมือนหลอดฟลูออเรสเซนต์

2.3.2 บัลลาสต์

เป็นอุปกรณ์ชนิดหนึ่งที่ทำหน้าที่ควบคุมแหล่งจ่ายพลังงาน ให้กระแสไฟฟ้าที่ผ่านเข้าไปในหลอดไฟฟ้าให้มีค่าสม่ำเสมอ เหมาะสมกับหลอดแต่ละประเภท แต่ละชนิด และแต่ละขนาด ซึ่งเป็นอุปกรณ์จำเป็นสำหรับหลอดก๊าซดีสชาร์จ เพราะเมื่อหลอดไฟผ่านขั้นตอนการจุดติดแล้วนั้น ค่าความต้านทานของหลอดจะลดลงอย่างมาก จึงต้องนำบัลลาสต์มาต่ออนุกรมในวงจรเพื่อทำหน้าที่เป็นตัวต้านทานมิให้กระแสไหลเกินพิกัดจนไส้หลอดขาด การใช้งานร่วมกันระหว่างหลอดไฟฟ้าและบัลลาสต์ จะต้องเป็นชนิดที่ออกแบบให้ใช้งานร่วมกันได้ หากใช้งานผิดชนิดกันย่อมทำให้เกิดผลเสียหายหลายอย่าง เช่น จุดหลอดติดยาก หลอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสื่อมสภาพเร็ว อายุใช้งานสั้น กำลังสูญเสียในบัลลาสต์สูง ซึ่งจะทำให้อายุงานบัลลาสต์สั้นลงได้ คุณสมบัติสำคัญที่ต้องพิจารณาได้แก่

1. แรงดันไฟฟ้า (Line Volt) คือ ค่าแรงดันที่บัลลาสต์ ถูกออกแบบไว้หากแรงดันที่ป้อนหรือความถี่ผิดไปจะส่งผลกระทบกระเทือนอย่างมากให้แก่หลอดไฟฟ้าจนอาจเสียหายได้

2. แรงดันไฟฟ้าตก (Voltage Dip) คือ ระดับแรงดันไฟฟ้าตกลงในช่วงสั้นๆ ซึ่งมีผลทำให้ความสว่างของหลอดไฟฟ้าลดลงเล็กน้อย แต่บัลลาสต์ยังสามารถส่งกระแสให้หลอดติดอยู่ได้

3. ตัวประกอบกำลัง (Power Factor: PF) คือ อัตราส่วนระหว่างกำลังวัตต์ ต่อผลคูณของค่าแรงดันไฟฟ้ากับค่ากระแส บัลลาสต์ที่มีค่าตัวประกอบกำลังต่ำจะดึงกระแสเข้ามาก ทำให้ขนาดของสายไฟฟ้า ฟิวส์ สวิตช์และเบรกเกอร์ อาจรวมถึงหม้อแปลงไฟฟ้าที่ต้องใหญ่ขึ้นตามไปด้วย นอกจากนี้กระแสไฟฟ้าขณะเริ่มทำงาน (Starting current) ก็มีผลเช่นเดียวกัน

4. ประสิทธิภาพของบัลลาสต์ คือ อัตราส่วนระหว่างกำลังไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้า ต่อกำลังไฟฟ้ารวมซึ่งรวม ความสูญเสียในตัวบัลลาสต์ (Ballast Losses)

5. ตัวประกอบยอดคลื่นกระแส (Current Crest Factor) คือ อัตราส่วนระหว่างค่าสูงสุด (Peak) ต่อค่า RMS (Root-Mean-Square Value) ของกระแส ซึ่งขึ้นกับรูปคลื่นที่ออกมาจากบัลลาสต์ หากมีค่าสูงเกินไปจะมีส่งผลต่อความสว่างของหลอดไฟฟ้า และทำให้หลอดเสื่อมเร็วขึ้น

หลอดไฟฟ้าแต่ละชนิดจะมีบัลลาสต์ที่ออกแบบมาให้ใช้โดยเฉพาะ ดังนั้นเราจึงแบ่งบัลลาสต์ออกเป็น 2 กลุ่มตามประเภทย่อยของหลอดก๊าซดีสชาร์จ ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้ บัลลาสต์ที่ใช้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์มีอยู่ 2 ชนิด คือ

1. บัลลาสต์แกนเหล็ก (Magnetic Ballast) เป็นบัลลาสต์ที่มีมานานพร้อมๆ กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ออกแบบผลิตได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่ ชนิดความเหนี่ยวนำ (Inductive), ชนิดความจุ (Capacitive) และชนิดความต้านทาน (Resistive) แต่ที่ใช้งานกันทั่วไปจะเป็นชนิดความเหนี่ยวนำ แกนเหล็กประกอบขึ้นมาจากแผ่นเหล็กนำมาเรียงกันและพันรอบด้วยขดลวดทองแดง มีการสูญเสียพลังงานอยู่ในช่วง 9-13 วัตต์ แล้วแต่คุณภาพของวัสดุแกนเหล็ก ขดลวดที่นำมาใช้ และขนาดกำลังของหลอดไฟฟ้า ซึ่งจะทำให้บัลลาสต์มีอุณหภูมิขณะใช้งานอยู่ในช่วง 55-70 องศาเซลเซียส ภายหลังมีการปรับปรุงวัสดุแกนเหล็กและขดลวดให้มีคุณภาพดีขึ้น ที่เรียกว่า บัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำ (Low loss ballast) ซึ่งมีการสูญเสียพลังงานไม่เกิน 6 วัตต์ แล้วแต่คุณภาพและขนาดกำลังของหลอดไฟฟ้า ส่วนอุณหภูมิขณะใช้งานอยู่ในช่วงระหว่าง 35-50 องศาเซลเซียส

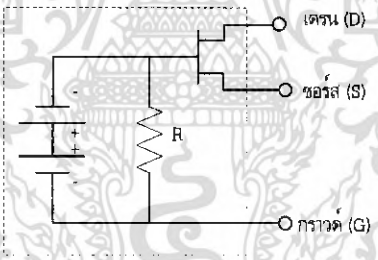
2. บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Ballast) มีหน้าที่ไม่ต่างจากบัลลาสต์แกนเหล็ก แต่แทนที่จะใช้แผ่นแกนเหล็กพันขดลวดเพื่อก่อให้เกิดผลทางไฟฟ้า ก็เปลี่ยนมาใช้เป็นวงจรทางอิเล็กทรอนิกส์แทน ดังนั้นภายในตัวบัลลาสต์จึงบรรจุด้วยชิ้นส่วนทางอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ส่วนใหญ่ๆ คือ วงจรป้องกันการรบกวน วงจรเรียงกระแส วงจรกำเนิดความถี่สูง (อินเวอร์เตอร์) วงจรควบคุม และขดลวดบัล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

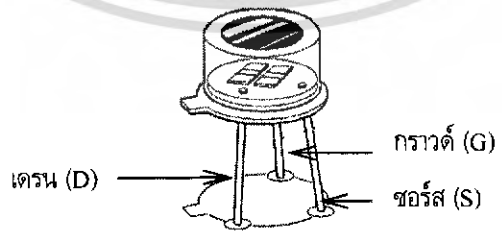
ลาสต์ (ตัวเหนี่ยวนำแกนเฟอร์ไรท์) กระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายจะถูกเรียงและกรอง เพื่อเปลี่ยนเป็นไฟฟ้ากระแสตรงสำหรับวงจรกำเนิดความถี่สูง 25-50 กิโลเฮิรตซ์ เพื่อขับดันตัวทรานซิสเตอร์ไว้ให้ทำงานสลับกัน โดยมีขดลวดบัลลาสต์ทำหน้าที่ควบคุมกระแสไฟฟ้า และตัวเก็บประจุคร่อมหลอดทำหน้าที่กำหนดความถี่และการสตาร์ท ซึ่งบาง วงจรอาจใช้หม้อแปลงแรงดันด้านขาออกเป็นตัวควบคุมการจุดหลอด

2.4 อุปกรณ์ตรวจจับความเคลื่อนไหว

พาสซีพอินฟราเรดดีเทคเตอร์หรือ PIR ในรูปที่ 1 แสดงสัญลักษณ์และรูปที่ 2 รูปร่างหน้าตาและขนาดของ PIR ภายในประกอบไปด้วย เลนส์ ที่เรียกว่า เฟรสเลนส์ (Fresnel Lenses) ซึ่งเป็นเลนส์ที่มีขนาดเล็กจำนวนมากเพื่อสร้างแพตเทิร์นการแทรกสอด (Interfered) ของแสงในย่านอินฟราเรด ขณะที่ยังไม่มีวัตถุเข้ามาในรัศมี รูปแบบการแทรกสอดของแสงนั้นจะมีแพตเทิร์นหยุดนิ่งคงที่ แต่เมื่อวัตถุนั้นมีการเคลื่อนไหวเกิดขึ้น แพตเทิร์นการแทรกสอดของคลื่นแสงที่ปรากฏบนตัวเซนเซอร์ PIR ก็จะเปลี่ยนไปเป็นสัญญาณไฟฟ้าตามการเคลื่อนไหวนั้นออกมาทางขาเอาท์พุตแล้วจะถูกป้อนสู่ไอซี MPCC หรือวงจรออปแอมป์เพื่อทำการขยายสัญญาณต่อไป



รูปที่ 2.1 สัญลักษณ์ของเซนเซอร์ PIR

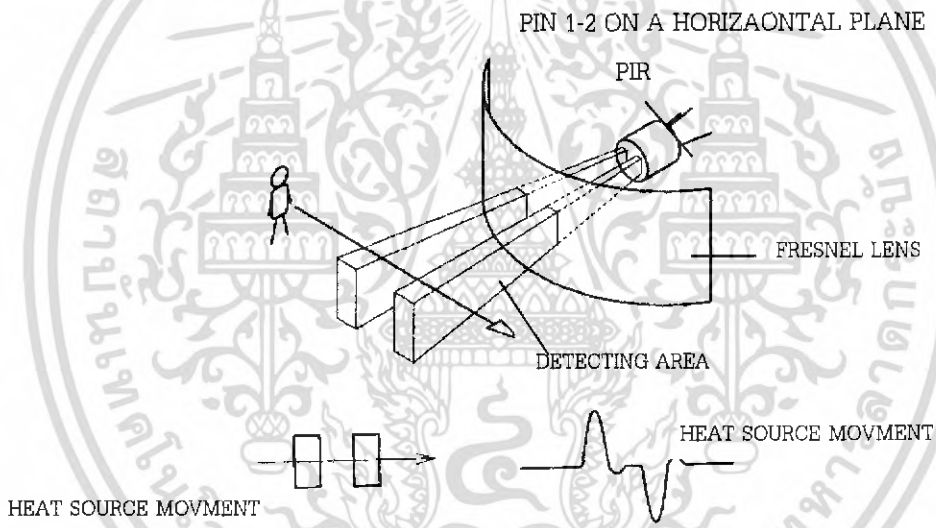


รูปที่ 2.2 รูปร่างของเซนเซอร์ PIR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวตรวจจับ มีโครงสร้างภายในที่สำคัญคือ ตัวเซนเซอร์ไวแสงที่ทำจากผลึกลิเทียมซัลเฟต 2 ชุด และเฟต 1 ตัว ประกอบเข้าด้วยกันในตัวถังแบบ TO-5 ชิ้นของผลึกแร่ขนาด 2×1 มิลิเมตรต่ออนุกรมกันอยู่ แต่ต้องกลับขั้ว เมื่อสัญญาณรังสีสามารถผ่านกระจกมาตกกระทบที่ชิ้นสารทั้งสอง ก็จะทำให้เกิดความแตกต่างขึ้นตามสัญญาณที่มาตกกระทบจากนั้นต้องทำการขยายสัญญาณให้แรงขึ้น ก่อนนำไปประยุกต์ใช้งาน

สัญญาณที่ตรวจจับได้จะมีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 1-15 ไมโครเมตรความถี่จากผลของการตรวจจับความเคลื่อนไหวอยู่ในช่วงระหว่าง 0.3-3 เฮิรตซ์ มีความแรงเพียง 1 มิลลิโวลต์พีกทูพีก ดังนั้นจึงต้องมีการต่อวงจรขยายสัญญาณ ซึ่งในอดีตมักใช้ไอซีออปแอมป์ที่มีอัตราขยายสูงๆ แต่ผลที่ได้คือ วงจรขนาดใหญ่ที่มีอุปกรณ์มากมาย มีความยุ่งยากมากในการสร้างค่อนข้างมาก แต่ปัจจุบันมีอุปกรณ์ที่ใช้งานได้สะดวกกว่าก็คือ ไอซีพิเศษเฉพาะงานที่เรียกว่า Master PIR Control Chip หรือ MPCC

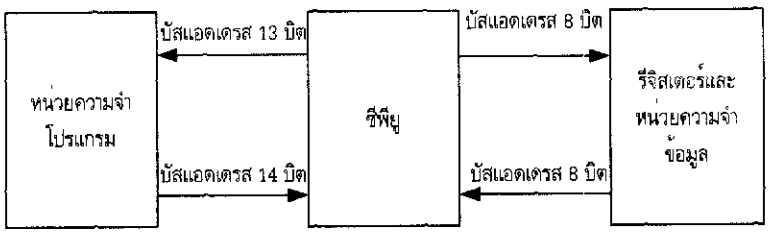


รูปที่ 2.3 ลักษณะการตรวจจับการเคลื่อนไหวของ PIR

2.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877

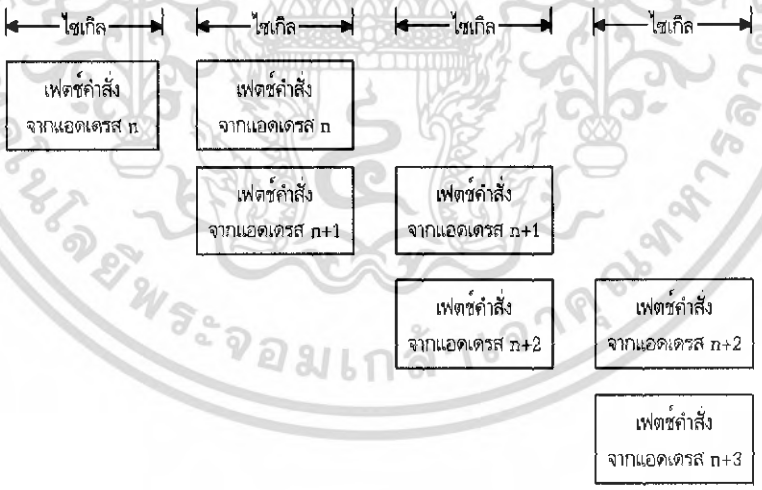
ไมโครคอนโทรลเลอร์อีกตระกูล PIC มีสถาปัตยกรรมแบบฮาร์วาร์ด (Harvard Architecture) กล่าวคือ มีการแยกหน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูลออกจากกัน โดยมีบัสสำหรับการติดต่อแยกกันด้วย ดังแสดงในรูปที่ 2.4 จะเห็นว่าซีพียูภายในไมโครคอนโทรลเลอร์จะติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมด้วยบัสแอดเดรส 13 บิต และบัสข้อมูลหน่วยความจำโปรแกรม 14 บิต ในขณะที่บัสสำหรับติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลและรีจิสเตอร์ภายในเป็นแบบ 8 บิต ทั้งบัสแอดเดรสและบัสข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 บล็อกไดอะแกรมรูปแบบสถาปัตยกรรมไมโครคอนโทรลเลอร์แบบฮาร์วาร์ด

นอกจากการจัดสถาปัตยกรรมแบบนี้แล้ว การกระทำคำสั่งทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC ยังใช้กระบวนการที่เรียกว่า ไปป์ไลน์ (Pipeline) ทำให้สามารถเฟตช์ (Fetch) คำสั่งถัดไป ในขณะที่กำลังทำการเอ็กซิคิวต์ (Execute) คำสั่งปัจจุบัน ส่งผลให้ความเร็วในการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์เพิ่มมากขึ้น นั่นจึงเป็นที่มาของความสามารถในการกระทำคำสั่ง 1 คำสั่งภายในสัญญาณนาฬิกา 1 ลูก กระบวนการเฟตช์เป็นกระบวนการเรียกคำสั่งออกจากหน่วยความจำโปรแกรมแล้วทำการแปรคำสั่งนั้นให้เป็นรหัสเลขฐานสิบหกเพื่อให้ซีพียูเข้าใจ ส่วนกระบวนการเอ็กซิคิวต์ (Execute) เป็นการกระทำคำสั่งให้เกิดผลลัพธ์ตามที่คำสั่งนั้นๆ กำหนด สำหรับกระบวนการไปป์ไลน์แสดงในรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 กระบวนการไปป์ไลน์ที่ใช้ในไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC

เมื่อเริ่มต้นกระทำคำสั่งที่ 1 ซีพียูจะเฟตช์คำสั่งจากหน่วยความจำโปรแกรมที่แอดเดรส n จากนั้นทำการเอ็กซิคิวต์ในไซเกิลต่อมาและที่ไซเกิลของการเอ็กซิคิวต์คำสั่งที่แอดเดรส n นั้น ซีพียูก็จะเริ่มต้นเฟตช์คำสั่งจากแอดเดรส n+1 ทันที เมื่อเอ็กซิคิวต์คำสั่งที่แอดเดรส n เรียบร้อย ซีพียูก็จะสามารถเอ็กซิคิวต์คำสั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่แอดเดรส n+1 ต่อเนื่องกันไปได้ในทันทีและในทำนองเดียวกัน ขณะที่กำลังเอ็กซิคิวต์คำสั่งที่แอดเดรส n+2 ต่อไป

แต่ถ้าคำสั่งที่กระทำนั้นเป็นคำสั่งการกระโดด จะมีขั้นตอนที่เพิ่มขึ้นมา เมื่อทำการเอ็กซิคิวต์คำสั่งที่แอดเดรส n ซีพียูก็จะทำการเฟตช์คำสั่งที่แอดเดรส n+1 ปรากฏว่าคำสั่งที่แอดเดรส n+1 นั้นเป็นคำสั่งกระโดด ดังนั้นในไซเกิลถัดไปจึงยังไม่เกิดการเอ็กซิคิวต์ในทันที แต่จะเป็นการเปลี่ยนค่าของโปรแกรมเคาน์เตอร์ (Program Counter) ซึ่งเป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้ในการระบุแอดเดรสถัดไปที่ซีพียูจะไปทำงาน ทำให้เกิดการกระโดดไปยังแอดเดรสใหม่ ในระหว่างที่เกิดการกระโดดไปยังแอดเดรสใหม่นั้น ซีพียูจะทำการเฟตช์คำสั่งที่แอดเดรส n+2 ต่อไปตามขั้นตอนปกติแต่ถ้าว่าเมื่อมีการกระโดดสิ้นสุดลง แอดเดรสของการทำงานเปลี่ยนไป จึงไม่เกิดการเอ็กซิคิวต์คำสั่งที่แอดเดรส n+2 แต่จะเกิดการเฟตช์คำสั่งที่แอดเดรสใหม่ที่กระโดดมาแทน จากนั้นจึงเข้าสู่กระบวนการทำงานปกติต่อไป ดังนั้นคำสั่งการกระโดดจึงต้องใช้ขนาดของหน่วยความจำมากกว่า 1 ไบต์ ส่งผลให้ต้องใช้สัญญาณนาฬิกาในการกระทำคำสั่งนี้ 2 ลูก ซึ่งแตกต่างจากคำสั่งอื่นๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC ที่ใช้สัญญาณนาฬิกาเพียง 1 ลูก

2.5.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877

1. มีคำสั่งให้ใช้งาน 35 คำสั่ง คำสั่งหนึ่งๆใช้เวลาทำงาน 1 ถึง 2 Cycle
2. ทำงานได้สูงสุดที่ 20 เมกะเฮิร์ต
3. ทำงานแบบไปป์ไลน์ (Pipeline) ทำให้ ณ เวลาหนึ่งทำงาน 2 อย่างพร้อมๆกันได้
4. หน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบ Flash มีขนาด 8 กิโลเวิร์ด (1 เวิร์ด=14 บิต)
5. มีแรมขนาด 368 ไบต์ มี EPROM ขนาด 256 ไบต์
6. ตอบสนองกับอินเตอร์รัพต์ได้ทั้งหมด 14 แหล่ง
7. มี Stack ให้ใช้ได้สูงสุด 8 ระดับ
8. มีระบบ Power On Reset, Power Up Timer, Oscillator Start-up timer
9. Watchdog timer มี Timer/Counter 3 ตัว
10. มีระบบ Code Protection
11. สัญญาณนาฬิกามีหลายโหมดให้เลือกใช้งาน คือ อาจจะใช้ XTAL หรือ วงจร RC ก็ได้
12. ใช้การโปรแกรมแบบ In-Circuit Serial Programming
13. ทำงานที่ไฟเลี้ยงด้วยไฟฟ้ากระแสตรง 2 โวลต์ ถึง 5.5 โวลต์ มีระบบตรวจระดับไปเลี้ยง
14. สามารถโปรแกรมด้วยไฟฟ้ากระแสตรง 5 โวลต์
15. มี A-TO-D Converter แบบ 10 บิต จำนวน 8 ช่องนำเข้า
16. มีระบบ USART สำหรับต่อกับ การสื่อสารแบบ RS232 หรือดีกว่า
17. Current Sink และ Current Source อยู่ที่ 25 มิลลิแอมป์

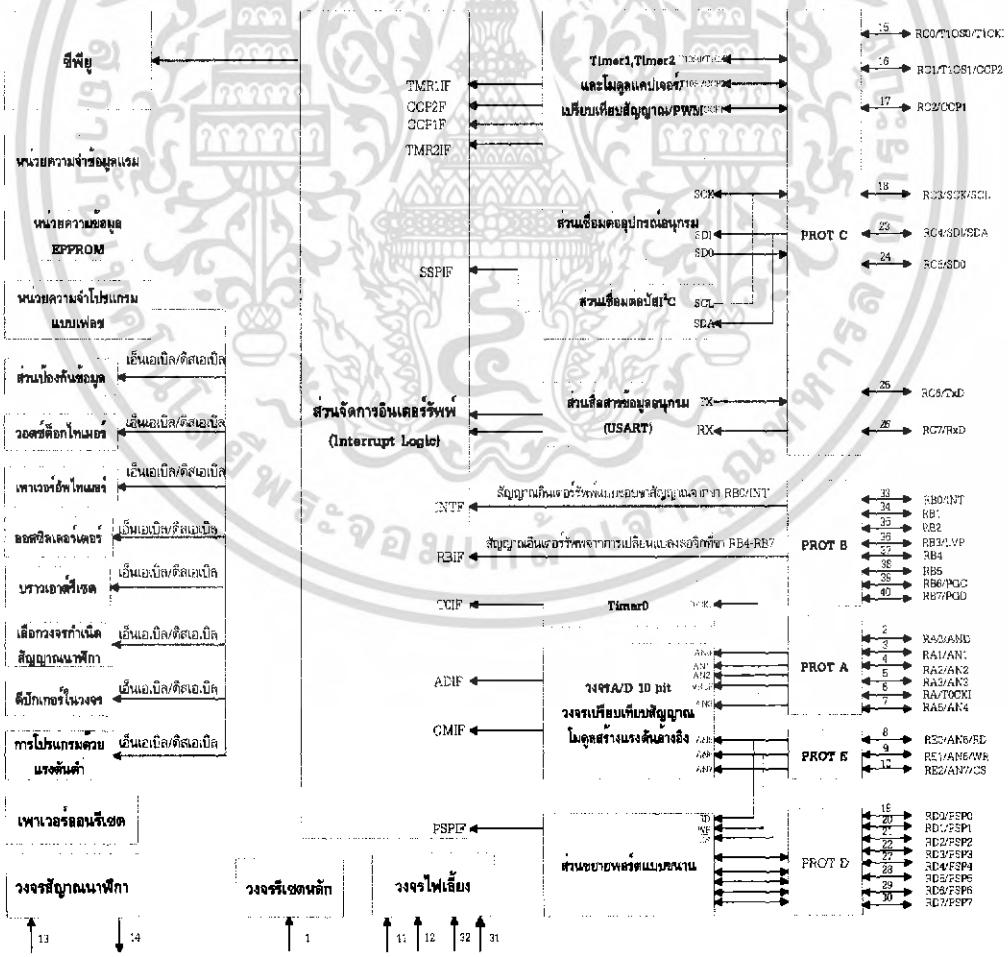
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

18. มีโมดูล Capture/Compare/PWM อีก 2 ชุด

2.5.2 โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877

รูปที่ 2.6 แสดงส่วนประกอบหลักคือ ซีพียู หน่วยความจำโปรแกรม หน่วยความจำข้อมูล ส่วนติดต่อพอร์ต ส่วนจัดการสัญญาณนาฬิกาของระบบ วงจรรีเซตหลัก ส่วนควบคุมการตอบสนองอินเตอร์รัพต์ และส่วนจัดการด้านไฟเลี้ยง แต่จะมีโมดูลพิเศษเพิ่มเติมเข้ามาเพื่อช่วยให้ PIC 16F877 มีความสามารถสูงมากขึ้น ได้แก่ วงจรบราวเอาต์รีเซต (Brown-out Reset) ส่วนแก้ไขข้อมูลในวงจรหรือดีบักเกอร์ (In-circuit Debugger) วงจรรวมโปรแกรมข้อมูลด้วยแรงดันต่ำ (Low-voltage Programming) ไทเมอร์ที่มากกว่า 3 ตัว วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลขนาด 10 บิต โมดูลเชื่อมต่ออุปกรณ์อนุกรม (SPI : Serial Peripheral Interfacing) โมดูลเชื่อมต่ออุปกรณ์ระบบบัส I^2C โมดูลสื่อสารอนุกรม (USART : Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter) และเปรียบเทียบสัญญาณ-ตรวจจับสัญญาณวงจรมอดูเลชั่นความกว้างของพัลส์หรือ PWM (CCP : Compare Capture Pulse-width modulation)



รูปที่ 2.6 โครงสร้างการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

66690

2.5.3 ออสซิลเลเตอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล PIC สามารถเลือกออสซิลเลเตอร์ได้ว่าจะใช้แบบภายในหรือภายนอกสำหรับออสซิลเลเตอร์ภายใน PIC จะเป็นประเภท RC ออสซิลเลเตอร์ที่ความถี่คงที่ 4 เมกะเฮิรตซ์ ที่ Vdd=5 V ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ที่ต้องระบุอุณหภูมิ เพราะว่า ออสซิลเลเตอร์ประเภท RC ความถี่จะเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิ ส่วนออสซิลเลเตอร์ภายนอก PIC สามารถแบ่งได้ตามนี้

1. CERAMIC RESONATOR นิยมใช้ในกรณีที่ความถี่สูงไม่มากยอมรับ ERROR ของความถี่ได้พอสมควร เพราะว่ามีราคาถูกเมื่อเทียบกับออสซิลเลเตอร์ที่ต่อภายนอกประเภทอื่นไม่ต้องมี C ต่อภายนอกด้วย โดยขากลางจะเป็นกราวด์ ส่วนอีกสองขาต่อกับ CLKIN และ CLKOUT

2. QUARTZ CRYSTAL OSCILLATOR จะไม่มีวงจรขยายสัญญาณภายใน มีแต่คริสตอล ที่กำเนิดสัญญาณความถี่ กำลังต่ำออกมา จะต้องมีคาปาซิเตอร์ต่อลง กราวด์ของทั้งสองขา และทั้งสองขาต่อเข้ากับ CLKIN และ CLKOUT จะมีราคาแพงกว่า CERAMIC RESONATOR แต่จะให้ความเที่ยงตรงของความถี่ได้ดีกว่า

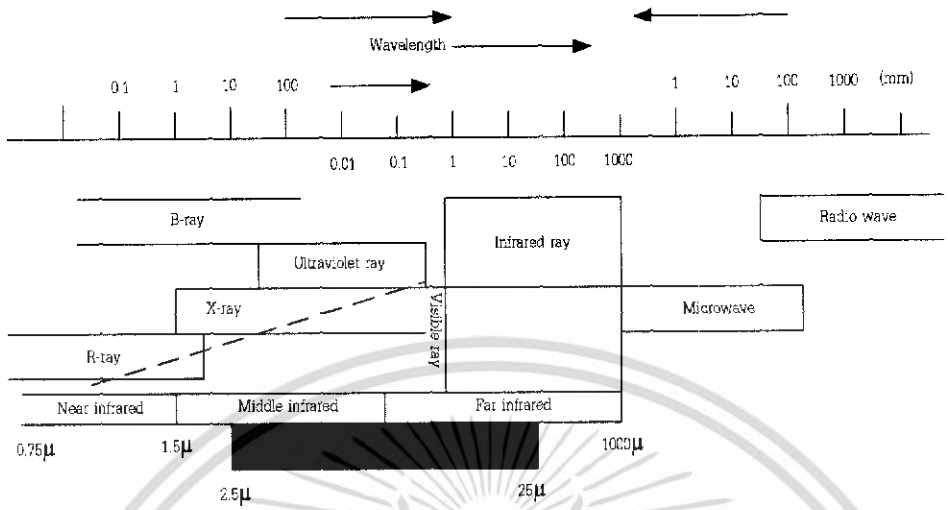
3. TTL CRYSTAL SQUAR-WAVE OSCILLATOR คือออลซิลเลเตอร์ที่มี คริสตอล อยู่ภายในพร้อมทั้งวงจรอยู่ภายในตัว ทำให้ความถี่ที่ออกมามีเสถียรภาพมาก แต่จะมีราคาแพง ลักษณะการต่อคือ ขา 14 ต่อ 5 โวลต์, ขา 7 ต่อกราวด์, ขา 8 ต่อกับ CLK IN ส่วนขา 1 ไม่ใช้, ขา CLKOUT ของ PIC ไม่ต้องต่อ

2.6 รังสีอินฟราเรด

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่อยู่ในช่วง 1011–1014 เฮิรตซ์ หรือความยาวคลื่น 10^{-3} – 10^{-6} เมตร เรียกว่า รังสีอินฟราเรด ซึ่งจะมีย่านความถี่คาบเกี่ยวกับย่านความถี่ของคลื่นไมโครเวฟอยู่บ้างวัตถุร้อนจะแผ่รังสีอินฟราเรดที่มีความยาวคลื่นสั้นกว่า 10^{-4} เมตรออกมา ประสาทสัมผัสทางผิวหนังของมนุษย์สามารถรับรังสีอินฟราเรดบางช่วงความยาวคลื่นได้ ฟิล์มถ่ายรูปบางชนิดสามารถถ่ายรูปได้โดยอาศัยรังสีอินฟราเรด ตามปกติสิ่งมีชีวิตจะแผ่รังสีอินฟราเรดออกมาตลอดเวลา และรังสีอินฟราเรดสามารถทะลุผ่านเมฆหมอกที่หนาเกินกว่าแสงธรรมดาจะผ่านได้ จึงอาศัยสมบัตินี้ในการถ่ายภาพพื้นโลกจากดาวเทียมเพื่อศึกษาการแปรสภาพของป่าไม้ หรือการเคลื่อนย้ายของฝูงสัตว์ เป็นต้น

รังสีอินฟราเรดเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รังสีอินฟราเรดแบ่งได้เป็น 2 ช่วง คือ Near Infrared ซึ่งมีความยาวคลื่น 7700-14,000 °A และ Far Infrared 14,000-2,220,000 °A ดังรูปที่ 2.7 แสดงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแบ่งตามระดับความยาวคลื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแบ่งตามระดับความยาวคลื่น

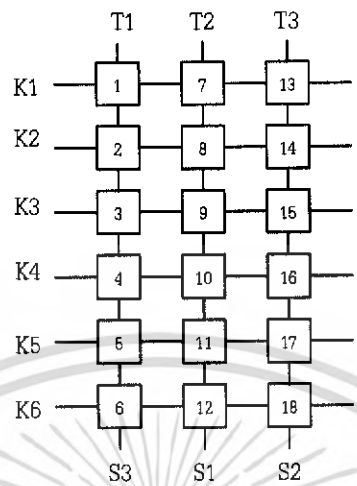
รังสีอินฟราเรดยังใช้ในระบบควบคุมที่เรียกว่า รีโมทคอนโทรล (Remote Control) หรือการควบคุมระยะไกล ซึ่งเป็นระบบสำหรับควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ จากระยะไกล โดยรังสีอินฟราเรดจะเป็นตัวนำคำสั่งจากเครื่องควบคุมไปยังเครื่องรับ นอกจากนี้ในทางทหารได้มีการนำเอารังสีอินฟราเรดมาใช้เกี่ยวกับการควบคุมให้อาวุธนำวิถีเคลื่อนที่ไปยังเป้าหมายได้อย่างถูกต้อง ปัจจุบันมีการส่งสัญญาณด้วยเส้นใยนำแสง (Optical Fiber) โดยใช้รังสีอินฟราเรดเป็นพาหะนำสัญญาณ เนื่องจากถ้าใช้แสงธรรมดานำสัญญาณ อาจจะถูกรบกวนจากแสงภายนอกได้ง่าย

2.7 การรับ-ส่งสัญญาณอินฟราเรด

ไอซีที่นำมาใช้เป็นตัวส่งสัญญาณ TC9148P สำหรับใช้เป็นตัวส่งสัญญาณอินฟราเรด ซึ่งสามารถบรรจุคำสั่งได้ถึง 75 คำสั่ง โดยที่ 12 คำสั่ง ได้จากการกดคีย์เพียงครั้งเดียว และสามารถกดคีย์พร้อมๆ กันให้ได้คำสั่งเพิ่มขึ้นอีก 63 คำสั่ง

การทำงาน วงจรจะสร้างความถี่ในตัวไอซี สามารถที่จะกำหนดด้วย เซรามิคเรโซเนเตอร์ ต่อระหว่างขา 2-3 ของไอซีโดยทั่วไป เมื่อใช้เซรามิคฯ 455 กิโลเฮิรตซ์ จะได้เอาต์พุทที่มีความถี่ 38 กิโลเฮิรตซ์ โดยปรกติเพื่อลดการสูญเสียพลังงานจากแบตเตอร์รี่ วงจรออสซิลเลเตอร์จะทำงาน เมื่อกดสวิทช์เท่านั้น โดยการต่อขาคีย์อินพุต K1-K6 เข้ากับขาไทม์มิ่ง T1-T3 จะได้คีย์สำหรับใช้งานมากถึง 18 คีย์ ดังตำแหน่งคีย์ ที่แสดงในรูปที่ 2.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 การต่อคีย์อินพุต

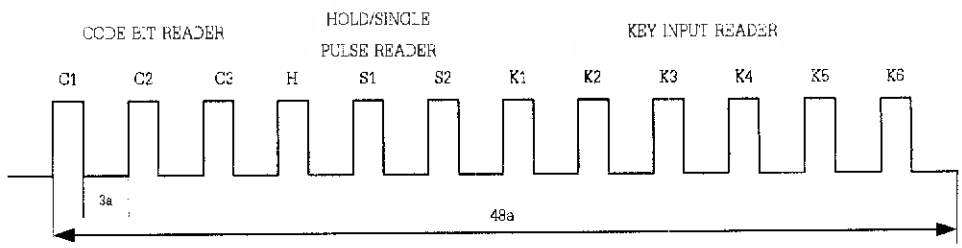
สัญญาณเอาต์พุตที่ได้จากการกดคีย์ 1-6 จะเป็นสัญญาณแบบต่อเนื่อง ขนาดที่ยังกดคีย์อยู่ แต่สัญญาณเอาต์พุตที่ได้จากการกดคีย์ ที่ 7-18 จะให้เอาต์พุตออกมาเพียงช่วงเดียว แม้ว่าจะกดคีย์แช่ไว้หรือไม่ก็ตาม สัญญาณเอาต์พุตที่ส่งออกมา จะเป็นแบบ 12 บิต ต่อ 1 เวิร์ด โดยมีรายละเอียดของแต่ละบิต ดังนี้

1. C1-C3 3 บิตแรกเป็นโค้ดบิตสำหรับการกำหนดโค้ด ให้ตัวรับและตัวส่งทำงานตรงกัน โค้ดบิตจะเป็นหนึ่งก็ต่อเมื่อต่อไดโอดจากขาโค้ดไปยังขา T1-T3 ทั้งนี้ข้อมูลในแต่ละบิตดังกล่าวจะเป็น 1 ก็ต่อเมื่อไดโอดไปยังขาไทม์มิ่ง และจะเป็น 0 เมื่อไม่ได้ต่อไดโอดดังกล่าว

2. บิตที่ 4-6 จะเป็นโค้ดบิตสำหรับกำหนดว่าเป็นสัญญาณแบบต่อเนื่องหรือสัญญาณเพียงช่วงเดียว

3. บิตที่ 7-12 จะเป็นคีย์อินพุตดาต้าโค้ด 6 บิต

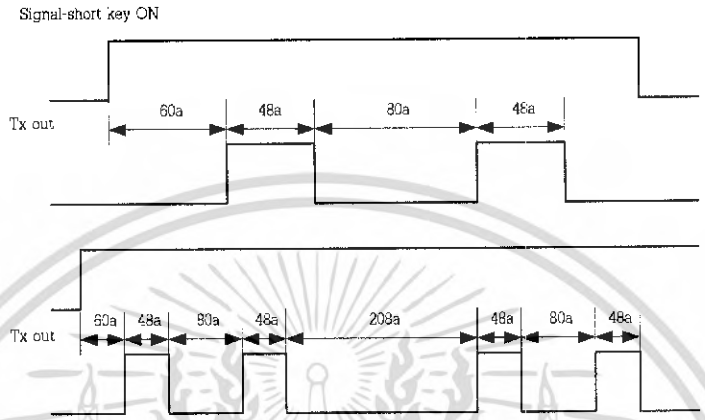
สัญญาณ 12 บิต ดังกล่าว จะมีโครงสร้างดังแสดงในรูปที่ 2.9 จะเห็นว่าเวลาที่ใช้ในการส่งสัญญาณ 12 บิต ดังกล่าวจะเป็น 48a



รูปที่ 2.9 องค์ประกอบของสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อกดสวิตช์สัญญาณช่วงเดียว (KEY 7-18) จะได้เอาต์พุตออกไปสองครั้ง โดยมีช่วงเว้นช่วงแรก 60aและช่วงหลังอีก 80a แล้วหยุด ดังรูปสัญญาณในรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 สัญญาณที่ได้จากการกดคีย์

เมื่อกดสวิตช์สัญญาณต่อเนื่อง (KEY 1-6) สัญญาณจะปล่อยออกมา 2 ช่วง แล้วหยุดเป็นเวลา 208a แล้วปล่อยสัญญาณออกมาเป็น 2 ช่วง แล้วหยุดเป็นเวลา 208a สลับกับไปเช่นนี้เรื่อยๆ ตราบเท่าที่เรากดคีย์ค้างไว้ สัญญาณดังกล่าวทั้งหมดนี้จะถูกส่งออกไปโดยการมอดูเลชั่นกับความถี่แคเรียร์ ที่มีค่าดิวตี้ 1/3 สำหรับความถี่แคเรียร์จะกำหนดได้จากความถี่ของวงจรออสซิลเลอร์ ดังนั้นที่ความถี่ออสซิลเลเตอร์ 455 กิโลเฮิรตซ์ จะได้ความถี่แคเรียร์ 38 กิโลเฮิรตซ์

ส่วนการรับสัญญาณเราใช้ไอซี TC9150P เป็นตัวถอดรหัส ซึ่งสามารถให้สัญญาณเอาต์พุทได้ถึง 18 ฟังก์ชั่น ดังนี้

1. สัญญาณเอาต์พุตแบบต่อเนื่อง 6 เอาต์พุต
2. สัญญาณเอาต์พุตพัลส์ช่วงเดียว 10 เอาต์พุต
3. สัญญาณเอาต์พุตแบบสลับขั้ว 2 เอาต์พุต

2.8 โซลิดสเตจรีเลย์

โซลิดสเตจรีเลย์ คือรีเลย์ที่สร้างขึ้นจากอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ นั่นหมายความว่าจะไม่มีขดลวดควบคุม ไม่มีหน้าสัมผัสโลหะที่เคลื่อนไหวด้วยแรงแม่เหล็ก ไม่มีทางที่จะเกิดประกายไฟขณะใช้งานที่แรงดันสูงและกระแสสูงๆ มีขนาดเล็กสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าต่ำ

อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่นำมาสร้างเป็นโซลิดสเตจรีเลย์ได้แก่ ทรานซิสเตอร์สำหรับงานที่ต้องการกระแสและแรงดันไม่สูงมาก อุปกรณ์ไทริสเตอร์จำพวก เอสซีอาร์ และไตรแอก สำหรับงานที่ต้องการกำลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูงๆ โดยอุปกรณ์จำพวกสารกึ่งตัวนำจะเข้ามาทำหน้าที่แทนหน้าสัมผัสของรีเลย์ โดยต่อรวมกับวงจรทริกเกอร์ จะทำงานโดยส่งสัญญาณมากระตุ้นให้ทรานซิสเตอร์หรือไทริสเตอร์ทำงานยอมให้กระแสไฟฟ้าสามารถไหลผ่านไปยังโหลดได้

ข้อดีของโซลิดสเตจรีเลย์ คือสามารถที่จะกำหนดให้เริ่มทำงานได้เมื่อไฟสลับที่ต่ออยู่กับโหลดมีค่าเท่ากับศูนย์ ทำให้ไม่เกิดกระแสกระชากขึ้น เป็นสาเหตุก่อให้เกิดสัญญาณรบกวนความถี่สูงขึ้น ซึ่งตรงนี้เป็นสิ่งสำคัญมากและเป็นเหตุผลหลักในการพัฒนาอุปกรณ์โซลิดสเตจรีเลย์ขึ้นมาใช้งานทดแทนรีเลย์แบบเก่า

เมื่อสามารถพัฒนาโซลิดสเตจรีเลย์ได้แล้ว ก็ยังเกิดข้อจำกัดในด้านของการแยกกราวด์ของสัญญาณควบคุมทางอินพุตหรือวงจรทริกเกอร์ กับวงจรที่มีแรงดันและกระแสไฟฟ้าสูงทางเอาต์พุตให้เป็นอิสระต่อกันอย่างแท้จริง ทั้งนี้เพื่อขจัดปัญหาด้านสัญญาณรบกวนจากวงจรเอาต์พุต ที่อาจจะกระทบต่อการทำงานของวงจรทางอินพุต และวงจรอื่นๆ

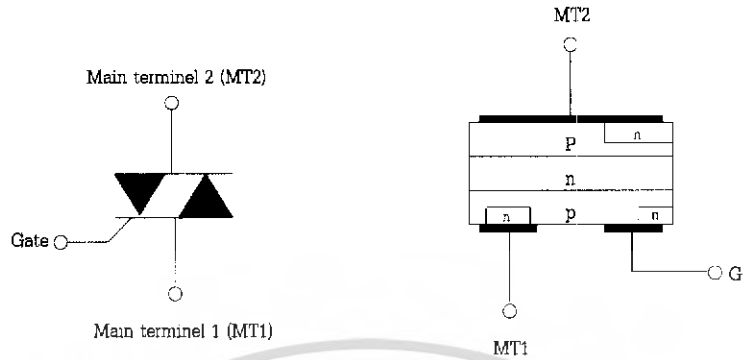
2.9 ไตรแอก

ไตรแอกเป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่รู้จักกันแพรหลาย และมักรู้จักกันว่า ไตรแอกสามารถนำมาใช้เป็นอุปกรณ์หรี่ไฟหรือใช้ควบคุมไฟฟ้ากระแสสลับได้ ไตรแอกเป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่มีขั้วต่อ 3 ขั้ว เรียกแต่ละขั้วว่า A_2 A_1 และเกท ไตรแอกจะเป็นตัวทำหน้าที่คล้ายๆกับสวิตซ์ไฟฟ้าสำหรับกระแสสลับ แต่มีข้อดีกว่าสวิตช์ธรรมดา คือ

1. การเปิดปิดวงจรไฟฟ้าของไตรแอกควบคุมได้ง่าย โดยให้พลังงานเพียงเล็กน้อยเข้าทางขั้วเกท
2. ไม่มีการกระทบกระทั่งของหน้าสัมผัสที่เป็นโลหะเหมือนสวิตช์ธรรมดา เพราะไตรแอกอาศัยหลักการนำกระแสของสารกึ่งตัวนำ
3. จังหวะการเปิดปิดวงจรของไตรแอกเร็วกว่าสวิตช์ธรรมดาหลายเท่า จึงทำให้สามารถควบคุมวงจรได้ด้วย หลักการของสวิตช์ซิ่ง (Switching) ที่สวิตช์ธรรมดาทำไม่ได้

โครงสร้างของไตรแอกประกอบด้วยรอยต่อสามรอยต่อ เช่นเดียวกับเอสซีอาร์ (SCR) แต่มีลักษณะทางโครงสร้างบางอย่างที่แตกต่างกับเอสซีอาร์ คือ ส่วนของขาเกทจะเป็นชิ้นของสารกึ่งตัวนำที่ต่ออยู่โดยมีบางส่วนของสารกึ่งตัวนำกับขา A_1 ดังแสดงในรูปที่ 2.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก. สัญลักษณ์ ข. โครงสร้าง

รูปที่ 2.11 สัญลักษณ์และโครงสร้างของไตรแอก

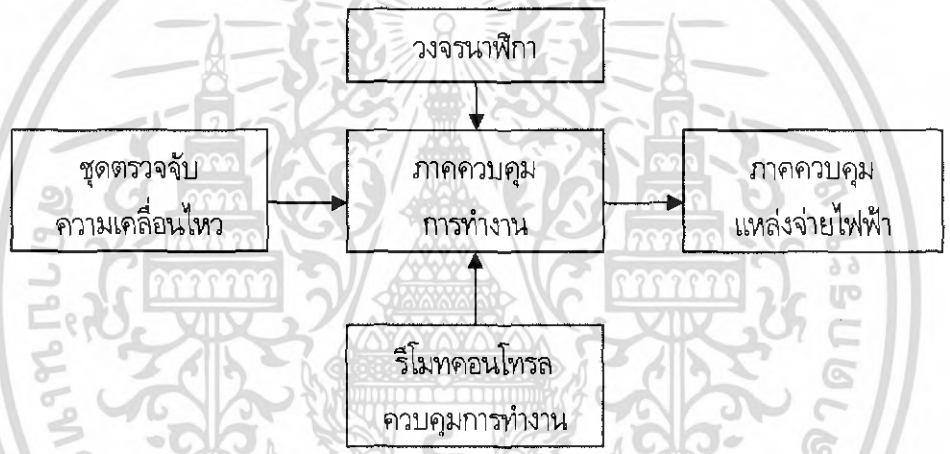
ถ้าพิจารณาจากลักษณะโครงสร้างของไตรแอกเมื่อเปรียบเทียบกับเอสซีอาร์แล้วจะเห็นว่ามีหลายส่วนที่แตกต่างกันอยู่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งส่วนของสารกึ่งตัวนำทางด้านปลายที่จะต่อกับขั้ว A_2 A_1 หรือเกท ดังตัวอย่าง เช่น ที่ขั้ว A_2 ส่วนที่ขา A_2 จะสัมผัสกับเนื้อสารทั้งส่วนของสารพี (P) และสารเอ็น (N) โดยส่วนของสารเอ็น จะยังแบ่งอยู่ในส่วนของสารพี เช่นเดียวกับขา A_1 และขาเกทก็ต่อสัมผัสกับส่วนของสารกึ่งตัวนำทั้งชนิดพีและชนิดเอ็น ทั้งอยู่ในส่วนของเนื้อสารพี การที่ต้องกระทำเช่นนี้ก็เพื่อให้ไตรแอกทำงานได้ทั้งทางด้านบวกและทางด้านลบของไฟสลับ เพราะจะทำให้ลักษณะของไตรแอกเสมือนกับเอสซีอาร์สองตัวหันหัวข้างละตัว และจะสามารถทริกการทำงานด้วยกระแสบวกหรือลบก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

3.1 กล่าวนำ

ระบบควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้า ประกอบไปด้วยวงจรส่วนต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.1 โดยระบบควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้า ประกอบด้วยวงจรต่างๆ ดังนี้ ส่วนของชุดตรวจจับความเคลื่อนไหว ส่วนของภาคควบคุมการทำงาน ส่วนของภาคควบคุมแหล่งจ่ายไฟฟ้า วงจรนาฬิกา และส่วนของรีโมทคอนโทรลควบคุมการทำงาน ซึ่งจะแยกอธิบายถึงการออกแบบ การสร้างและการทำงาน



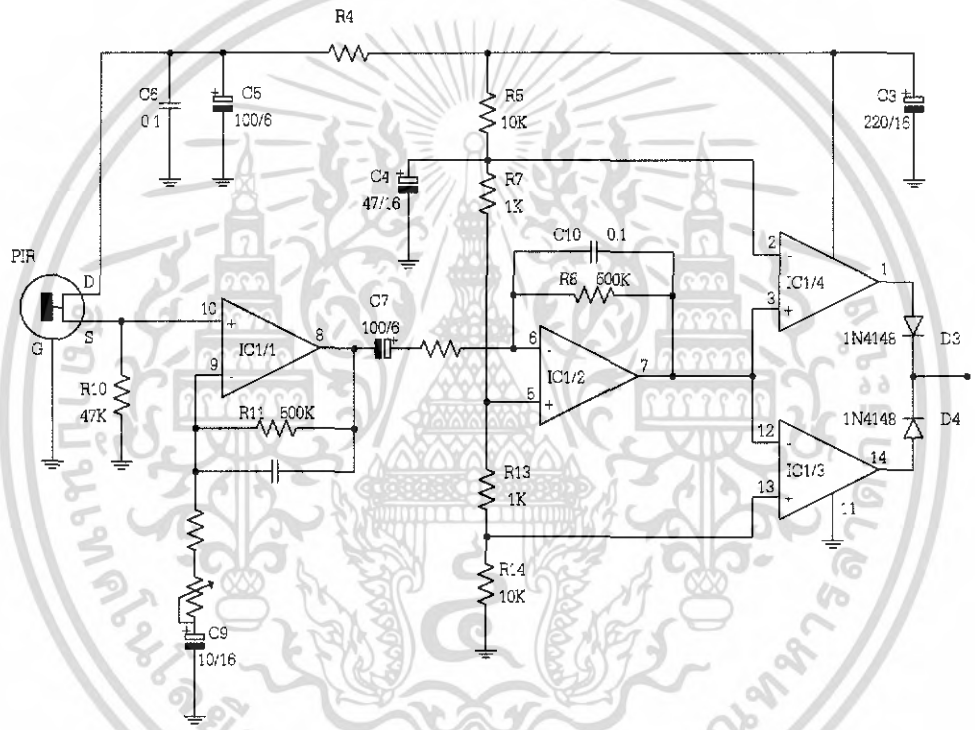
รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้า

จากรูปที่ 3.1 การทำงานของระบบควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้า เมื่อมีคนเดินผ่านเข้ามาในรัศมีทำงานของชุดตรวจจับความเคลื่อนไหว ก็จะทำให้ตัว PIR ตรวจพบรังสีอินฟราเรดในตัวคนจากนั้นเมื่อตรวจพบแล้วก็จะทำการขยายสัญญาณให้แรงขึ้น แล้วส่งสัญญาณไปที่ภาคควบคุมการทำงาน ซึ่งใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC 16F877 เป็นตัวควบคุมการทำงานและตัดสินใจการทำงานต่างๆ เมื่อได้รับสัญญาณจาก PIR ที่ส่งมาให้แล้วก็จะทำการตัดสินใจว่ามีคนเดินผ่านมาจริงก็จะสั่งให้ภาคควบคุมแหล่งจ่ายไฟฟ้าทำการเปิดหลอดไฟฟ้าดวงที่คนกำลังเดินผ่านมา จากนั้นหลอดไฟฟ้าก็ติดสว่าง จากนั้นถ้ามีความเคลื่อนไหวอยู่หลอดไฟก็ยังคงติดต่อไปเรื่อยๆ และถ้าไม่มีความเคลื่อนไหวใดๆเกิดขึ้นภาคควบคุมการทำงานก็จะทำการหน่วงเวลาให้หลอดไฟฟ้ายังคงติดอยู่ช่วงเวลาหนึ่ง ตามที่เราได้ทำการตั้งเวลาการหน่วงการเปิดปิดไว้ และเมื่อถึงเวลาที่กำหนดไว้แล้วนั้นยังไม่มีความเคลื่อนไหวใดๆอีก หลอดไฟฟ้าก็จะทำการปิดโดยอัตโนมัติ ซึ่งในระบบควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้า ยังสามารถตั้งเวลาการทำงานได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ชุดตรวจจับความเคลื่อนไหว

ในการออกแบบและสร้างชุดตรวจความเคลื่อนไหวนี้ ใช้อุปกรณ์ตรวจจับความเคลื่อนไหว PIR เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ตรวจจับรังสีอินฟราเรดจากตัวคน เมื่อคนนั้นมีการเคลื่อนไหวเกิดขึ้นผ่านเข้ามาที่ตัว PIR ก็จะเกิดแพตเทิร์นการแทรกสอดของคลื่นแสงที่ปรากฏบนตัวเซนเซอร์ PIR ก็จะเปลี่ยนไปเป็นสัญญาณไฟฟ้าตามการเคลื่อนไหวนั้นออกมาทางขาเอาท์พุตแล้วจะถูกป้อนสู่วงจรออปแอมป์เพื่อทำการขยายสัญญาณให้แรงขึ้นต่อไป



รูปที่ 3.2 วงจรชุดตรวจจับความเคลื่อนไหว

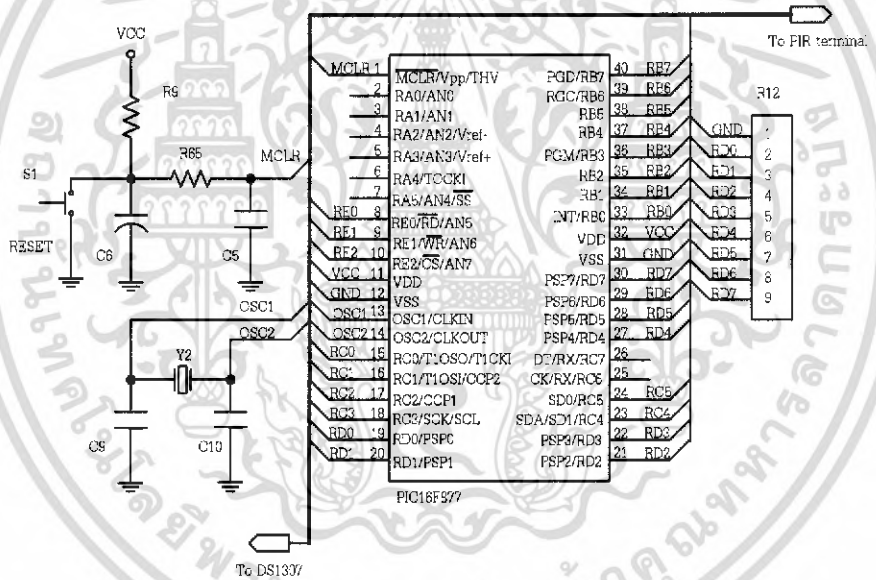
จากรูปที่ 3.2 เมื่อคนเดินผ่านหน้า PIR จะทำให้ขาซอร์สของ PIR มีพัลส์ลูกเล็กๆเกิดขึ้นเนื่องมาจากตัว PIR จะทำการตรวจจับการเปลี่ยนแปลงความร้อนจากการเปลี่ยนแปลงของรังสีอินฟราเรดที่แผ่ออกมาจากตัวคน ในขณะมีการเคลื่อนไหวพัลส์ลูกเล็กๆ จาก PIR นี้จะถูกขยายด้วย ไอซี 1/1 ซึ่งทำหน้าที่เป็นวงจรปรีแอมป์ ที่สามารถกับเกณฑ์การขยายได้ โดยสามารถปรับได้ตังแต่ 10-100 เท่า สัญญาณที่ได้นี้จะถูกขยายอีก 100 เท่า ด้วยไอซี 1/2 ซึ่งไอซีนี้จะทำหน้าที่เป็นตัวเปรียบเทียบสัญญาณที่เข้ามา โดยไอซี 1/3 และ 1/4 จะทำการเปรียบเทียบในช่วงสัญญาณสวิงขึ้นและจะเปรียบเทียบในช่วงสัญญาณสวิงลง เมื่อขยายสัญญาณได้แล้วนั้น ชุดตรวจจับความเคลื่อนไหวก็จะส่งสัญญาณไปให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877 ตัดสินใจว่าจะทำการเปิดหลอดไฟฟ้าหรือไม่ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ภาคควบคุมการทำงานหลัก

ในการสร้างวงจรควบคุมการทำงานหลักนี้ ได้นำไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC เบอร์ 16F877 มาใช้สร้างเป็นวงจรควบคุม โดยต้องทำการโปรแกรมการทำงานก่อนจากเครื่องโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ แล้วนำมาประกอบในวงจรควบคุมการทำงาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC เบอร์ 16F877 เป็นซีพียูแบบ Reduced Instruction-Set Computer มีคำสั่งใช้งานเพียง 35 คำสั่ง มีหน่วยความจำโปรแกรม 8 กิเวิร์ด และตอบสนองแหล่งกำเนิดอินเตอร์รัพท์สูงสุดถึง 15

ในการทำงานของระบบควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้า เราใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877 เป็นตัวตัดสินใจในการสั่งให้หลอดไฟฟ้าเปิดหรือปิด อีกทั้งยังเป็นตัวควบคุมการทำงานต่างๆ เช่น การตั้งเวลาในการเปิด การรับคำสั่งจากรีโมทคอนโทรล เป็นต้น



รูปที่ 3.3 วงจรควบคุมการทำงานหลัก

การทำงานเบื้องต้นของวงจรควบคุมหลักใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877 จากรูปที่ 3.3 ขา 32 เป็นแรงดัน VCC+ ป้อนให้กับ VDD ขา 12 และขา 31 เป็นขากราวด์ วงจรนี้จะให้แรงดัน 5 โวลต์ และวงจรกำเนิดความถี่ใช้คริสตอลความถี่ 4 เมกะเฮิรต์ เพื่อกำเนิดความถี่ ส่วนขา MCLR เป็นขารีเซตหลักของวงจร โดยมีวงจรชมิตต์ทริกเกอร์ต่อทำงานที่สภาวะลอจิก 0 การทำงานปกติจะทำงานก็ต่อเมื่อมีสภาวะลอจิกเป็น 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

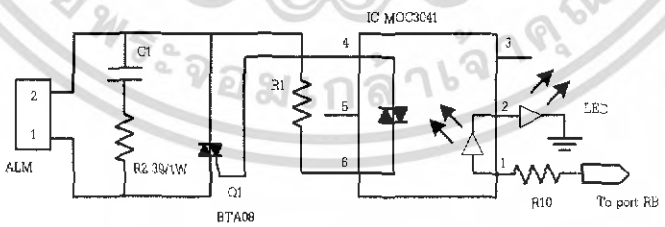
รายละเอียดการใช้พอร์ตต่างๆ มีดังนี้

พอร์ต RB0-RB3	ใช้รับสัญญาณจาก PIR ซึ่งมีทั้งหมด 4 ช่อง
พอร์ต RB4-RB7	ใช้เป็นเอาท์พุต ต่อเข้ากับวงจรโซลิดเสตจรีเลย์เพื่อขับโหลด
พอร์ต RC3-RC4	ใช้ในการเชื่อมต่อกับไอซี DS1307 ของวงจรนาฬิกา
พอร์ต RD0-RD3	ใช้ในการเชื่อมต่อกับวงจรรับสัญญาณจากรีโมทคอนโทรล
พอร์ต RE0	ใช้ในการรับค่าฟังก์ชั่น
พอร์ต RE1	ใช้ในการรับค่า UP
พอร์ต RE2	ใช้ในการรับค่า DOWN
พอร์ต RC	ใช้ในการรับค่าคำสั่ง AUTO/MANAUL

ซึ่งการต่อใช้งานพอร์ตต่างๆไปยังวงจรต่างนั้น การโปรแกรมคำสั่งต่างๆนั้นต้องมีความสัมพันธ์กัน จึงจะสามารถใช้งานได้ ดังที่ได้กล่าวไว้ว่าไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นจะเป็นตัวควบคุมและตัดสินใจการทำงานของวงจรทั้งหมด

3.4 ภาคควบคุมแหล่งจ่ายไฟฟ้า

วงจรภาคควบคุมแหล่งจ่ายไฟฟ้าหรือวงจรโซลิดสเตจรีเลย์ จะออกแบบให้สามารถควบคุมด้วยแรงดันไฟฟ้าอินพุต ตั้งแต่ 3-24 โวลต์ แต่เมื่อนำไปใช้งานจริงแล้ว พบว่าที่แรงไฟอินพุตต่ำๆ ประสิทธิภาพของวงจรจะด้อยไป เนื่องจากวงจรอินพุตส่วนใหญ่ใช้รีซิสเตอร์ทำหน้าที่ควบคุมปริมาณการไหลของกระแสที่ไหลผ่านตัวส่ง กระแสที่ไหลผ่านโหลดลดลง หากต่อกับหลอดไฟฟ้าเป็นโหลดก็จะเห็นได้ชัดว่า หลอดไฟฟ้าไม่สว่างหรือสว่างลดน้อยลง



รูปที่ 3.4 วงจรโซลิดสเตจรีเลย์

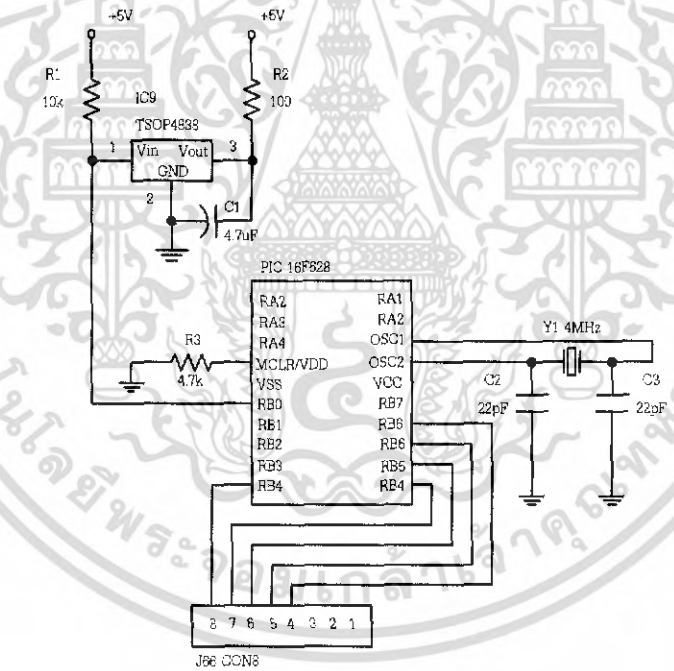
การทำงานของวงจรโซลิดสเตจรีเลย์จากรูปที่ 3.4 เมื่อพอร์ต RB มีสภาวะเป็น Low ดังนั้นจึงทำให้วงจรโซลิดสเตจรีเลย์จะไม่ทำงาน แต่เมื่อได้รับสัญญาณออกมาจากพอร์ต RB0และRB3 เป็น High จะมีกระแสไหลผ่าน R15 ซึ่ง R15 จะทำหน้าที่จำกัดกระแสไหลผ่านที่เข้าสู่วงจรโอโต้คับเปอร์ ผ่าน LED ติดสว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไดแอกจะนำกระแส แล้วจากนั้นไดแอกทริกให้ไตรแอกทำงาน ตัวต้านทานค่า 39 โอห์ม 1 วัตต์ กับตัวคาปาซิเตอร์ 0.1 ไมโครฟารัด ต่อเป็นวงจรสนับเปอร์เซอร์กิตเพื่อป้องกันไม่ให้ไตรแอกเสียหาย อันเนื่องมาจากการใช้งานกับโหลดชนิดอินดักตีฟ

3.5 ชุดรับ-ส่งรีโมทคอนโทรล

ชุดรับ-ส่งรีโมทคอนโทรล ในการออกแบบและการสร้างนั้นตัวส่งหรือรีโมทคอนโทรล จะใช้รีโมทโทรทัศน์ของ Sony มาใช้ในการส่งสัญญาณไปยังตัวรับสัญญาณ ส่วนตัวรับสัญญาณนั้นจะควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC เบอร์ 16F628 ที่เลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์นี้ เพราะว่ามีโครงสร้างคล้ายๆ กับไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC เบอร์ 16F877 ทำให้ง่ายต่อการเขียนโปรแกรมในการควบคุมการทำงานของชุดรับ-ส่งรีโมทคอนโทรล



รูปที่ 3.5 วงจรรับสัญญาณจากรีโมทคอนโทรล

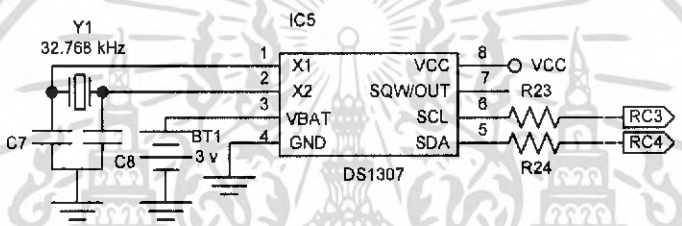
จากรูปที่ 3.5 เมื่อตัวรับสัญญาณรีโมทจะทำงานก็ต่อเมื่อได้รับสัญญาณที่ถูกส่งเข้ามาจากตัวส่งรีโมทคอนโทรล ที่ความถี่ 38 กิโลเฮิรตซ์ โดยสัญญาณจะเข้ามาที่พอร์ต RB0 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC เบอร์ 16F628 จากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะทำการถอดรหัสสัญญาณที่ถูกส่งเข้ามาออกทางพอร์ต RB1-RB5 เพื่อที่จะส่งสัญญาณไปที่วงจรควบคุมการทำงานหลักเพื่อที่จะให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC เบอร์ 16F877 ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการตัดสินใจว่าจะต้องทำงานอย่างไร ทั้งนี้ในการทำงานขึ้นอยู่กับการเขียนโปรแกรมควบคุมเพื่อให้สามารถทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.6 วงจรนาฬิกา

ในการออกแบบและสร้างวงจรนาฬิกาเพื่อตั้งเวลาในการทำงานนั้น ได้นำไอซีเบอร์ DS1307 ไอซีสร้างฐานเวลาจริงหรือรีลไทม์ (RTC) ซึ่งเป็นไอซีรีลไทม์คล็อกให้ข้อมูลตั้งแต่วินาทีจนถึงปี มีหน่วยความจำนอนโวลาไทล์แรม 56 ไบต์อยู่ภายใน สามารถเก็บข้อมูลทั่วไปได้ มีวงจรตรวจจับไฟเลี้ยงต่ำหรือหายไปอย่างอัตโนมัติ และรักษาข้อมูลเวลาไม่มีไฟเลี้ยงไอซี



รูปที่ 3.6 วงจรนาฬิกา

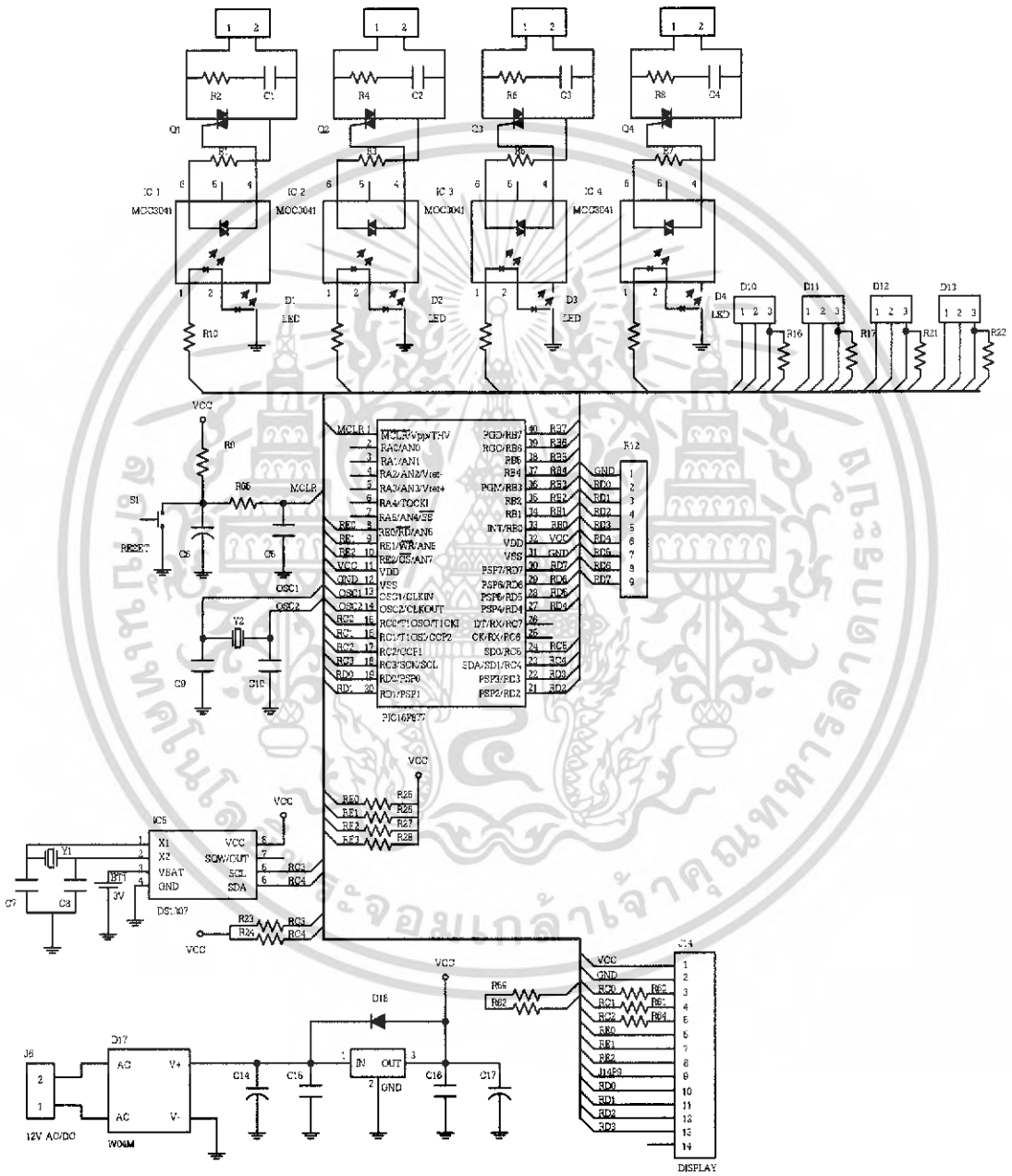
ไอซี DS1307 จัดการเชื่อมต่อในแบบบัส I^2C โดยทำงานเป็นอุปกรณ์สเลฟเสมอ ส่วนประกอบหลักที่สำคัญคือ วงจรออสซิลเลเตอร์ถือเป็นหัวใจหลักของไอซี เนื่องจากเป็นจุดเริ่มต้นการสร้างข้อมูลเวลาจริง มีการเก็บค่าของเวลาไว้ในหน่วยความจำนอนโวลาไทล์แรม ซึ่งมีขนาดรวม 64 ไบต์ แต่จัดสรรให้ใช้เก็บข้อมูลเวลา 8 ไบต์ และเป็นหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลทั่วไปสำหรับเก็บข้อมูลทั่วไปสำหรับผู้ใช้งานอีก 56 ไบต์ วงจรควบคุมพลังงานไฟฟ้าจะคอยตรวจสอบสภาวะของไฟเลี้ยงไอซี หากไฟเลี้ยงต่ำกว่า $1.25 \times V_{bat}$ ก็จะควบคุมพลังงานไฟฟ้าให้ DS1307 หยุดการทำงาน ทำให้ไม่สามารถติดต่อกับ DS1307 ได้ ในการใช้งานต้องระวังอย่าให้ไฟเลี้ยงต่ำกว่า $1.25 \times V_{bat}$ หรือประมาณ 3.75 โวลต์ ถ้าหากไฟเลี้ยงมีค่าต่ำกว่า V_{bat} ไอซี DS1370 จะเข้าสู่โหมดการทำงานสำรองข้อมูลกระแสต่ำทันที แต่วงจรสร้างฐานเวลายังคงทำงานเพื่อให้ค่าของเวลาเดินไปอย่างไม่มีผิดพลาด เมื่อมีไฟเลี้ยงปรากฏขึ้นอีกครั้ง DS1370 ก็จะสามารถให้ค่าของเวลาที่เป็นจริงแก่ผู้ใช้งานได้ต่อไป

3.6 วงจรรวมของระบบควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้า

หลังจากที่เราได้ทำการออกแบบวงจรการทำงานในภาคต่างๆ เสร็จเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ก็ได้นำวงจรการทำงานในส่วนต่างๆ ที่ออกแบบไว้มาทำการเชื่อมต่อกันโดยได้ทำการนำวงจรต่างๆ มาจัดเรียงให้อยู่ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บอร์ดเดียวกัน แสดงดังรูปที่ 3.7 เพื่อที่จะได้ไม่ต้องทำการเชื่อมต่อสายไฟให้ยุ่งยาก เพราะถ้าเกิดเชื่อมต่อผิดวงจรใดวงจรหนึ่งก็อาจจะทำให้วงจรนั้นเกิดการชำรุดเสียหายได้ โดยการทำงานของวงจรต่างๆ นั้นได้อธิบายไว้ในการออกแบบเบื้องต้นแล้ว



รูปที่ 3.7 วงจรรวมของระบบควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดลองและผลการทดลองวงจรในส่วนต่างๆ ของโครงงานระบบควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้าที่ได้ออกแบบและจัดสร้างขึ้นนี้ว่าสามารถทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้ในตอนต้นหรือไม่ เนื่องจากการทดลองเป็นสิ่งที่ทำให้มองเห็นภาพการทำงานอย่างชัดเจน ซึ่งทำให้ทราบปัญหาที่เกิดขึ้นรวมทั้งได้ทราบผลการทดลองว่าตรงตามเงื่อนไขและขอบเขตที่กำหนดหรือไม่ สามารถทำการแก้ไขก่อนที่จะนำไปประกอบเป็นตัวเครื่อง ซึ่งจะทำให้หาสาเหตุของปัญหาได้ยาก โดยในการทดลองจะแบ่งการทดลองออกเป็นส่วนๆ โดยการทดสอบการทำงานโดยป้อนสัญญาณในขณะที่ยังไม่มีโปรแกรมควบคุม ถ้าสามารถตอบสนองได้ดีแล้ว จึงนำโปรแกรมควบคุมการทำงาน เพื่อตรวจสอบว่าโปรแกรมที่ได้ทำการเขียนขึ้นมาทำงานได้โดยไม่มีข้อผิดพลาด หลังจากนั้นก็ทดลองในส่วนของการติดตั้งใช้งานต่อไป

4.2 การทดลองชุดตรวจจับความเคลื่อนไหว

หลังจากการที่ทราบหลักการการทำงานของตัวตรวจจับความเคลื่อนไหว มาแล้วในบทที่ 2 ทำให้เราทราบขอบเขตและประสิทธิภาพในการตรวจจับความเคลื่อนไหวเพื่อนำมาเป็นแนวทางในการทดสอบ ค่าต่างๆ ที่เราจะทำการทดลอง ระยะทางที่ชุดตรวจจับสามารถใช้งานได้ โดยมีขั้นตอนการทดลอง ดังต่อไปนี้

1. นำวงจรชุดตรวจจับความเคลื่อนไหวมาต่อเข้ากับวงจรโซลิดสเตจรีเลย์และหลอดไฟฟ้า
2. นำชุดตรวจจับความเคลื่อนไหวมาวางไว้บนโต๊ะหรือเพดาน
3. นำมือเคลื่อนผ่านชุดตรวจจับความเคลื่อนไหว
4. บันทึกผลการทดลองและหาค่าเฉลี่ย

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองชุดตรวจจับความเคลื่อนไหว

ระยะทาง (เมตร)	ความสามารถในการตรวจจับ (%)
1	89
2	80
3	62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.1 เห็นว่าการทำงานในระยะทางที่ต่างกัน จะมีโอกาสที่ชุดตรวจจับความเคลื่อนไหวทำงานได้แตกต่างกัน โดยในการทดลองนั้นเราจะทำการเคลื่อนผ่านชุดตรวจจับความเคลื่อนไหวเป็นจำนวน 100 ครั้ง แล้วเราก็ทำการบันทึกว่าครั้งใดที่เราเคลื่อนผ่านชุดตรวจจับความเคลื่อนไหวแล้วทำงาน แล้วนำค่าที่ชุดตรวจจับความเคลื่อนไหวทำงานทั้งหมดมาหารด้วยจำนวนครั้งที่เราทำการทดลองแล้วคูณกับ 100 ก็จะได้เป็นเปอร์เซ็นที่ชุดตรวจจับความเคลื่อนไหวทำงานได้

ในการทดลองจะเห็นได้ว่าระยะที่ดีที่สุดในการตรวจจับความเคลื่อนไหวนั้นอยู่ที่ระยะทาง 1 เมตร ซึ่งเป็นระยะทางที่ดีที่สุด แต่ในระยะอื่นๆ ก็สามารถที่จะทำงานได้แต่ยังมีโอกาสที่ยังไม่ทำงานอีกมาก การแก้ไขก็ควรไปปรับที่ชุดตรวจจับความเลื่อนไหวให้สามารถตรวจความเคลื่อนไหวได้อย่างถูกต้องและมีระยะทางที่ชัดเจนและแน่นอน

ต่อไปจะกล่าวถึงการทดลองนำชุดตรวจจับความเคลื่อนไหวไปไว้หรือติดตั้งในสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน โดยทำการทดลองคล้ายๆ กับการวัดระยะทางแต่สิ่งที่เปลี่ยนไปก็คือสภาพแวดล้อม ในการทดลองนี้เราได้นำชุดตรวจจับความเคลื่อนไหว ไปไว้ในที่กลางแจ้งและในห้อง ทั้งในเวลากลางวันและกลางคืน โดยบันทึกจำนวนครั้งที่เกิดความผิดพลาด

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองชุดตรวจจับความเคลื่อนไหวในสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน

สภาพแวดล้อม และเวลา / ระยะทาง (เมตร)	กลางแจ้ง เวลากลางวัน	กลางแจ้ง เวลากลางคืน	ในห้อง เวลากลางวัน	ในห้อง เวลากลางคืน
1	5	4	4	2
2	6	5	6	4
3	9	5	7	6

จากผลการทดลองจากตารางที่ 4.2 นั้นเป็นการทดลองนำชุดตรวจจับความเคลื่อนไหวไปติดตั้งไว้ในสภาพแวดล้อมและเวลาที่ต่างกัน เพื่อดูผลค่าความผิดพลาดของชุดตรวจจับความเคลื่อนไหว โดยทำการเคลื่อนที่ผ่านของชุดตรวจจับความเคลื่อนไหวเป็นจำนวน 50 ครั้ง แล้วนำค่าที่ได้จากการทดลองคำนวณหาค่าความผิดพลาด เช่น สภาพแวดล้อมกลางแจ้งในเวลากลางวันในระยะทาง 1 เมตร มีค่าความผิดพลาด 5 ครั้ง จะได้ค่าความผิดพลาด

$$\frac{5}{50} \times 100 = 10$$

จะได้ค่าความผิดพลาด 10% เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองในตารางจะเห็นได้ว่าในที่กลางแจ้งตอนเวลากลางวันนั้นมีค่าความผิดพลาดมาก อาจเป็นเพราะเนื่องจากความร้อนของดวงอาทิตย์ก็เป็นได้ จึงทำให้เกิดค่าความผิดพลาดมากกว่าสภาพแวดล้อมอื่นๆ และในระยะทางที่ดีที่สุดที่ชุดตรวจจับความเคลื่อนไหวสามารถทำงานได้ดีที่สุดก็คือในระยะ 1 เมตร จากการทดลองชุดตรวจจับความเคลื่อนไหวทำให้เราทราบว่า ยังเกิดข้อผิดพลาดในระยะทางที่ชุดตรวจจับความเคลื่อนไหวทำงานได้นั้นยังไม่สมบูรณ์ หรือมีประสิทธิภาพมากนัก

4.3 การทดลองการทำงานของชุดรับ-ส่งรีโมทคอนโทรล

การทดลองนี้จะเป็นการทดลองการทำงานของรีโมทคอนโทรลว่าความสามารถในการส่งสัญญาณไปยังตัวรับสัญญาณว่าสามารถส่งได้ไกลเพียงใดและมีความผิดพลาดในการส่งสัญญาณอย่างไรบ้าง โดยมีขั้นตอนการทดลองดังต่อไปนี้

1. ต่อหลอดไฟฟ้าและชุดตรวจจับความเคลื่อนไหวเข้ากับเครื่องควบคุมการทำงานระบบควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้า

2. ทำการตรวจสอบว่าต่ออุปกรณ์ทุกอย่างได้ถูกต้องแล้วให้ทำการเปิดสวิตช์เพื่อเริ่มการทำงานของเครื่องควบคุมการทำงานระบบควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้า

3. ตั้งสถานะการทำงานให้อยู่ในโหมด MANUAL

4. ทำการกดปุ่มรีโมทคอนโทรลเพื่อเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้าในแต่ละช่องในระยะที่ต่างกัน เริ่มจากระยะ 1 เมตร จนถึง 5 เมตร จากนั้นทำการบันทึกผลการทดลองลงในตารางบันทึกผล

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองการทำงานของชุดรับ-ส่งรีโมทคอนโทรล

หลอดไฟดวงที่ / ระยะทาง	1	2	3	4
1 เมตร	ติด	ติด	ติด	ติด
2 เมตร	ติด	ติด	ติด	ติด
3 เมตร	ติด	ติด	ติด	ติด
4 เมตร	ติด	ติด	ติด	ติด
5 เมตร	ติด	ติด	ติด	ติด

จากตารางที่ 4.3 เป็นผลการทดลองการสั่งการเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้าด้วยรีโมทคอนโทรล สามารถทำงานได้ในระยะทาง 1-5 เมตร เป็นไปตามความต้องการ แต่การทำงานของรีโมทคอนโทรลนี้จะทำงานได้ดีที่สุดในระยะทาง 1-2 เมตร เพราะตัวรับสัญญาณรีโมทคอนโทรลรับสัญญาณได้ดีในระยะทาง 1-2 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การทดลองการทำงานของระบบ

การทดลองนี้เป็นการทดลองที่จะแสดงให้เห็นถึงการติดตั้งใช้งานในเบื้องต้น เพื่อทดสอบการทำงานของระบบว่าสามารถนำไปใช้ได้จริงหรือไม่ โดยจะทำการติดตั้งแบบจำลองโดยจะใช้แผงหลอดไฟฟ้าขนาด 100 วัตต์ 4 ดวงทดลองแทนการไปติดตั้งจริง เพื่อที่ว่าจะได้ไม่ต้องทำการทดลองโดยไม่ต้องยุ่งกับอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่เดิม เพราะอาจจะทำให้เกิดความเสียหายได้ การทดลองจะเริ่มทำการทดลองตั้งค่าเวลาในการใช้งานแล้วทดลองในโหมด AUTO ที่ทำงานโดยรับคำสั่งจากชุดตรวจจับความเคลื่อนไหว ต่อมาเราก็จะทำการทดลองในโหมด MANUAL เมื่อทำการทดลองแล้วก็จะทำการสรุปผลว่าระบบสามารถทำงานได้ตามขีดความสามารถหรือไม่ ในการทดลอง

4.4.1 การทดลองการตั้งค่าเวลา T ON และ T OFF

การทดลองนี้จะทดลองโดยการตั้ง T ON และ T OFF จะเป็นการตั้งเวลาเพื่อสั่งให้เปลี่ยนการทำงานจากโหมด MANUAL เป็นโหมด AUTO โดยอัตโนมัติ ซึ่งหมายความว่า เมื่อเข้าสู่การทำงานในโหมด AUTO แล้ว การเปิดและปิดหลอดไฟฟ้าจะรับคำสั่งจากชุดตรวจจับเคลื่อนไหว ลำดับการทดลองมีดังต่อไปนี้

1. ติดตั้งชุดตรวจจับความเคลื่อนไหวตามจุดต่างๆ
2. ทำการต่อชุดตรวจจับความเคลื่อนไหวและหลอดไฟฟ้าเข้ากับเครื่องควบคุมการทำงาน
3. ทำการเปิดเครื่องจะแสดงหน้าจอว่าอยู่ในโหมด AUTO ดังในรูปที่ 4.1

รูปที่ 4.1 หน้าจอโหมดการทำงานแบบ AUTO

4. กดปุ่ม MODE เพื่อเปลี่ยนไปทำงานในโหมด MANUAL ดังในรูปที่ 4.2

รูปที่ 4.2 หน้าจอโหมดการทำงานแบบ MANUAL

5. ทำการตั้งค่าเวลาโดยกดปุ่ม set เพื่อตั้งเวลา ดังในรูปที่ 4.3

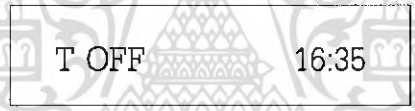
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.3 การตั้งค่าเวลา Time

6. ทำการตั้งค่าเวลา T ON เพื่อตั้งเวลาในการเปลี่ยนไปใช้ในโหมด AUTO ดังในรูปที่ 4.4

รูปที่ 4.4 การตั้งค่าเวลา T ON

7. ทำการตั้งค่าเวลา T OFF เพื่อเปลี่ยนกลับไปใช้โหมด MANUAL เหมือนเดิม ดังในรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 การตั้งค่าเวลา T OFF

7. ทำการตั้งค่า TIMER เพื่อหน่วงเวลาในการปิดหลอดไฟฟ้า แต่ไม่ต้องตั้งเวลา

8. สังเกตผลการทดลองที่เกิดขึ้นและทำการบันทึกผล

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองการตั้งค่า T ON และ T OFF

เวลา T ON	เวลา T OFF	ผลการทดลอง
16:30	16:35	ทำงานปกติ
16:40	16:50	ทำงานปกติ
17:00	17:20	ทำงานปกติ
17:30	18:00	ทำงานปกติ

จากตารางที่ 4.4 เป็นผลการทดลองการตั้งค่า T ON และ T OFF เพื่อเปลี่ยนโหมดการทำงาน โดยในการทดลองเราเริ่มตั้งค่าเวลา T ON ที่เวลา 16:30 และตั้งเวลา T OFF ที่เวลา 16:35 โดยช่วงระยะเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการทดลองครั้งนี้ใช้เวลา 5 นาที จากนั้นรอจนถึงเวลา T ON ที่ตั้งไว้ สังเกตที่จอของเครื่องจะเห็นว่าโหมดการทำงานได้เปลี่ยนจากโหมด MANUAL เป็นโหมด AUTO ซึ่งในโหมดนี้ ชุดตรวจจับความเคลื่อนไหวก็จะเริ่มการทำงานจนถึงเวลา T OFF โหมดการทำงานก็จะเปลี่ยนกลับมาทำงานในโหมด MANUAL เหมือนเดิม เมื่อทดลองในช่วงระยะเวลา 5 นาที เสร็จเรียบร้อยแล้วก็ทำการตั้งเวลาให้ช่วงเวลาเพิ่มเป็น 10,20 และ 30 นาที ตามลำดับ จากผลการทดลองที่ออกมาการเปลี่ยนโหมดการทำงานสามารถทำงานได้ปกติ ไม่มีปัญหาแต่อย่างใด ซึ่งในการตั้งเวลาการเปลี่ยนโหมดการทำงานนี้เราสามารถตั้งเวลาให้เปลี่ยนโหมดการทำงานได้ตลอดเวลา ขึ้นอยู่กับการตั้งเวลา T ON และ T OFF

4.4.2 การทดลองการทำงานโดยการตรวจจับความเคลื่อนไหว

การทดลองนี้เป็นการทดลองเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้า โดยการตรวจจับความเคลื่อนไหวจากชุดตรวจจับความเคลื่อนไหวที่ติดตั้งอยู่ตามจุดต่างๆ การทดลองนี้เป็นการทดลองเพื่อตรวจสอบว่าชุดตรวจจับความเคลื่อนว่าสามารถทำงานได้ตามปกติ และตรวจสอบว่าหลอดไฟฟ้าดับตามเวลาที่กำหนดได้หรือไม่ ซึ่งลำดับขั้นการทดลองมีดังนี้

1. ทำการตั้งค่าให้อยู่ในโหมด AUTO ดังในรูปที่ 4.6 ไม่ต้องตั้งค่า T ON และ T OFF ตั้งค่า TIMER ดังในรูปที่ 4.7 เพื่อทำการหน่วงเวลาให้หลอดไฟฟ้าติดตามที่ต้องการ ในการทดลองนี้เราจะหน่วงเวลาให้หลอดไฟฟ้าติดเป็นเวลาเริ่มตั้งแต่ 1 นาที จนถึง 5 นาที

รูปที่ 4.6 การทำงานในโหมด AUTO

รูปที่ 4.7 การตั้งค่า TIMER เพื่อหน่วงเวลาในการปิดหลอดไฟฟ้า

2. ทำการเคลื่อนที่ผ่านจุดต่างๆ ที่ชุดตรวจจับความเคลื่อนไหวติดตั้งอยู่หลอดไฟฟ้าก็จะติดสว่าง

3. เคลื่อนที่ออกจากจุดที่ชุดตรวจจับความเคลื่อนไหวติดตั้งอยู่ รอจนถึงเวลาที่เราตั้งไว้หลอดไฟฟ้าก็จะดับโดยอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองการหน่วงเวลาให้หลอดไฟฟ้าติด

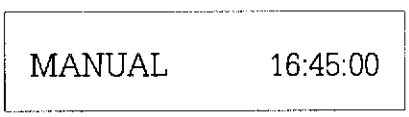
หลอดไฟดวงที่ / เวลา (นาที)	1	2	3	4
1	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ
2	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ
3	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ
4	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ
5	ดับ	ดับ	ดับ	ดับ

จากตารางที่ 4.5 เป็นผลการทดลองของการหน่วงเวลาให้หลอดไฟฟ้าติดสว่างภายในเวลาที่กำหนด โดยทำการหน่วงเวลาเริ่มตั้งแต่ 1 จนถึง 5 นาที โดยการทดลองจะเริ่มจากเมื่อเราเคลื่อนที่ผ่านชุดตรวจจับความเคลื่อนไหวหลอดไฟฟ้าก็จะติดสว่างขึ้นมาโดยทันที และเมื่อเราเคลื่อนที่ออกจากระยะที่ชุดตรวจจับความเคลื่อนไหวไม่สามารถตรวจจับได้ หลอดไฟฟ้าก็ยังคงติดอยู่จนถึงเวลาที่ตั้งไว้ เช่น ตั้งไว้ 1 นาที ถ้าชุดตรวจจับความเคลื่อนไหวไม่สามารถที่จะตรวจจับได้ภายใน 1 นาที หลอดไฟฟ้าก็จะดับเองโดยอัตโนมัติ แต่ถ้ายังมีความเคลื่อนไหวอยู่หลอดไฟฟ้าก็ยังคงติดสว่างอยู่จนกว่าจะไม่สามารถตรวจจับได้อีก การทดลองเปิดหลอดไฟฟ้าด้วยชุดตรวจจับความเคลื่อนไหวนั้นผลการทดลองที่ออกมาเป็นที่น่าพอใจ แต่ยังมีข้อบกพร่องคือชุดตรวจจับความเคลื่อนไหวนั้นยังขาดความเสถียรภาพในการทำงานอยู่ แต่ก็สามารถที่จะทำการสั่งให้เปิดหลอดไฟฟ้าได้ ปัญหาของการทดลองนี้ คือเนื่องจากรัศมีในการตรวจจับไม่มีความแน่นอนและยังขาดความเที่ยงตรงอยู่จึงทำให้มีปัญหาในการตรวจจับอยู่พอสมควร

4.4.3 การทดลองการทำงานในโหมด MANUAL

การทดลองการทำงานในโหมด MANUAL เป็นการทดลองเพื่อตรวจสอบว่าปุ่มกดที่เครื่องสามารถที่จะเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้าได้หรือไม่ และในโหมดนี้จะมีการควบคุมด้วยรีโมทคอนโทรลในการเปิด-ปิดด้วย ลำดับขั้นการทดลองมีดังต่อไปนี้

1. ทำการเปลี่ยนโหมดโดยกดปุ่ม MODE เพื่อเปลี่ยนเป็นโหมด MANUAL ดังในรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 โหมดการทำงานแบบ MANUAL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. จากนั้นทำการกดปุ่ม LAMP 1 จนถึง LAMP 4 เป็นจำนวนหนึ่งครั้ง เพื่อเปิดหลอดไฟฟ้า

ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองการกดปุ่มเป็นจำนวนหนึ่งครั้งเพื่อเปิดหลอดไฟฟ้า

หลอดไฟดวงที่ / ปุ่มกด	1	2	3	4
LAMP 1	ติด	ดับ	ดับ	ดับ
LAMP 2	ดับ	ติด	ดับ	ดับ
LAMP 3	ดับ	ดับ	ติด	ดับ
LAMP 4	ดับ	ดับ	ดับ	ติด

3. จากนั้นทำการกดปุ่ม LAMP 1 จนถึง LAMP 4 อีกหนึ่งครั้ง เพื่อปิดหลอดไฟฟ้า

การทำงานในโหมดนี้เป็นการควบคุมโดยใช้การกดปุ่มสั่งการให้หลอดไฟฟ้าติดสว่างและดับโดยตรง ไม่ใช้ชุดตรวจจับความเคลื่อนไหว สามารถทำการเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้าได้ตามปกติ ก็เหมือนกับกดสวิตช์เปิดหลอดไฟฟ้าได้โดยตรง

4.4 การทดลองการขับโหลดที่มีกำลังไฟฟ้าสูง

การทดลองนี้เป็นการทดลองเพื่อตรวจสอบว่าเครื่องควบคุมระบบการเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้า สามารถขับโหลดได้ตามขีดความสามารถได้หรือไม่ ซึ่งในขีดความสามารถขับโหลดได้ไม่เกิน 800 วัตต์ ซึ่งการทดลองนี้จะนำโหลดซึ่งเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ที่มีกำลังไฟฟ้าที่ต่างกันมาต่อเข้ากับเครื่องที่ช่อง LAMP 1-4 จากนั้นก็ทำการเปิดเครื่อง โดยให้ทำงานในโหมด MANUAL จากนั้นก็ดูว่าสามารถทำงานได้หรือไม่ ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ผลการทดลองการขับโหลดที่มีกำลังไฟฟ้าสูง

เครื่องใช้ไฟฟ้า	ผลการทดลอง
เครื่องฉายข้ามศีรษะ ขนาด 350 วัตต์	ใช้งานได้ตามปกติ
สว่านไฟฟ้า ขนาด 400 วัตต์	ใช้งานได้ตามปกติ
กระติกน้ำร้อน ขนาด 600 วัตต์	ใช้งานได้ตามปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป

5.1 กล่าวนำ

ระบบควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้า จากจุดเริ่มของโครงงานผ่านกระบวนการต่างๆ จนกระทั่งสำเร็จลุล่วงเป็นเครื่องต้นแบบ เริ่มต้นที่การศึกษาและวิเคราะห์ความเป็นไปได้ที่จะสร้างให้เกิดผลจริง โดยผ่านการศึกษาเนื้อหาและทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างโครงงาน เมื่อค้นคว้าข้อมูลจนครบแล้วจึงนำเอาหลักการต่างๆ มาช่วยในการออกแบบและประกอบวงจรการทำงานแต่ละส่วน โดยในวงจรชุดตรวจจับความเคลื่อนไหวนั้นได้นำอุปกรณ์ตรวจจับที่จับการแผ่รังสีอินฟราเรดออกมาจากตัวคน อุปกรณ์ที่ว่านั่นก็คือ PIR มาใช้เป็นส่วนประกอบหลักของชุดตรวจจับความเคลื่อนไหว โดยมีวงจรควบคุมการทำงานที่ออกแบบและสร้าง ซึ่งได้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877 เป็นตัวควบคุมการทำงานหลักและมีรีโมทคอนโทรลเพื่อที่จะนำมาสั่งการในการควบคุม หลังจากที่ได้ออกแบบและสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วนั้น ได้ทำการทดลองจนได้ผลการทดลองที่สอดคล้องกับหลักการ ทฤษฎีและทำงานได้ดังวัตถุประสงค์ของการทำโครงงาน โดยขีดความสามารถที่ของโครงงานนี้ สามารถควบคุมการทำงานการเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้าได้ถึง 4 ชุด ตรวจจับความเคลื่อนไหวได้ในระยะไม่เกิน 4 เมตร รองรับโหลดได้ถึง 800 วัตต์ ต่อ 1 ชุด หน่วงเวลาการปิดหลอดไฟฟ้าได้ 1 ถึง 5 นาที และสามารถตั้งเวลาการเปลี่ยนโหมดการทำงานได้ กระบวนการต่างๆ ที่ได้กล่าวมาทั้งหมดนั้นกว่าจะได้ข้อสรุปว่าได้วงจรที่เหมาะสมที่สุดนั้น ต้องผ่านการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหรือทดลองหลายครั้งจนสำเร็จ เนื่องจากโครงงานนี้มีการทำงานร่วมกันระหว่างอุปกรณ์ทางด้านฮาร์ดแวร์กับซอร์ฟแวร์หรือโปรแกรมควบคุมการทำงาน ซึ่งจากผลการทดลองในขั้นสุดท้ายของวงจรสมบูรณ์ก็ยังมีผลที่ใกล้เคียงกับวัตถุประสงค์และขอบเขตการทำงานของการทำโครงงานที่ระบุไว้ในบทที่ 1

จากที่ได้กล่าวมาการศึกษาและทำโครงงานนี้ก็ยังมีข้อผิดพลาดในการทำงานอยู่บางส่วน ผู้จัดทำได้เสนอปัญหาและแนวทางแก้ไขในหัวข้อถัดไป

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

จากการดำเนินการสร้างและทดสอบโครงงานพบว่ามีปัญหาเกิดขึ้นหลายประการดังนี้

1. ปัญหา วงจรชุดตรวจจับความเคลื่อนไหวเนื่องจากต้องใช้ไอซี เบอร์ KC778B เนื่องจากไม่มีขาย
   แนวทางการแก้ไข เปลี่ยนมาใช้วงจรออปแอมป์แทน โดยใช้ไอซีเบอร์ LM 324
2. ปัญหา วงจรการทำงานของวงจรควบคุมหลักไม่มีเสถียรภาพ
   แนวทางการแก้ไข ต่อคาปาซิเตอร์ ค่า 0.1 μF/50 โวลต์ให้ใกล้กับขา VCC ของตัวคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ปัญหา วงจรชุดตรวจจับความเคลื่อนไหวเมื่อต่อเข้ากับวงจรควบคุมไม่มีเสถียรภาพ
แนวทางการแก้ไข ต่อรีซิสเตอร์ค่า 10 kΩ ต่อลงกราวด์
4. ปัญหา รีโมทที่ทำการสร้างในนั้นไม่สามารถทำงานร่วมกับวงจรควบคุมหลักได้
แนวทางการแก้ไข เปลี่ยนมาใช้รีโมทคอนโทรลโทรทัศน์ของ Sony แล้วทำการเขียนโปรแกรมให้สามารถทำงานร่วมกันได้
5. ปัญหา ชุดตรวจจับความเคลื่อนไหวยังมีปัญหาเกี่ยวกับการหน่วงเวลา
แนวทางการแก้ไข ปรับที่รีซิสเตอร์ 10 kΩ แบบปรับค่าได้

5.3 แนวทางการพัฒนา

1. พัฒนาชุดตรวจจับความเคลื่อนไหวให้มีการตรวจจับได้ในระยะที่ไกลขึ้น
2. พัฒนาให้สามารถสั่งการเปิดปิดจากคอมพิวเตอร์โดยผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต
3. พัฒนาโปรแกรมให้สามารถทำงานเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้าตามวันเวลาที่กำหนดได้
4. พัฒนาให้สามารถควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ได้ เช่น เครื่องปรับอากาศ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ชัยวัฒน์ ลิ้มพรวิจิตรวิไล. "ออปโต้ไอโซลิดสเตจรีเลย์." **เซมิคอนดัคเตอร์อิเล็กทรอนิกส์.** 2539(163) : 107-109

ณัฐพล วงศ์สุนทร และชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. **เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877.** กรุงเทพฯ.อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์

ประกิต อ่องสร้อย. 2543. พิมพ์ครั้งที่ 3. **รวมวงจรจากมืออาชีพ.** กรุงเทพฯ : เอส แอนด์ จี กราฟฟิค

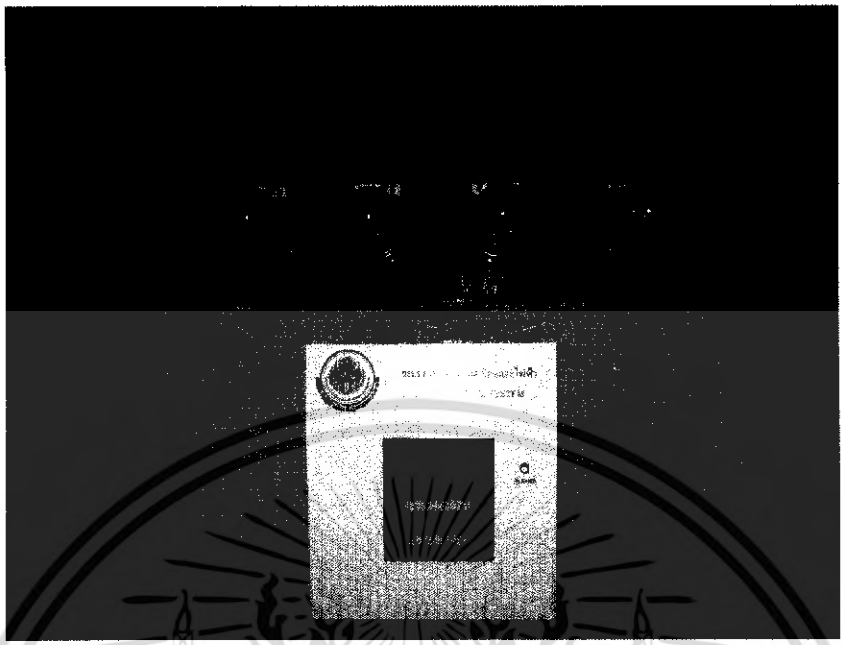
ประกิต อ่องสร้อย. 2544. พิมพ์ครั้งที่ 1. **เซอคิท 2001.** กรุงเทพฯ : เอส แอนด์ จี กราฟฟิค

ฤทธิ์ ธีระโกเมน. 2538. **รวมบทความทฤษฎีและการประยุกต์ใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์.** กรุงเทพฯ : บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น.

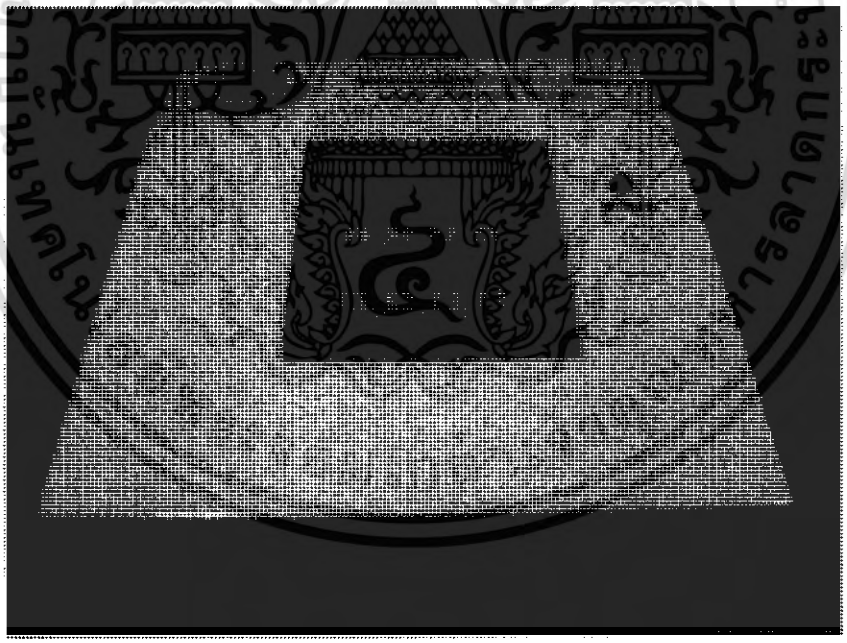
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
เครื่องต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

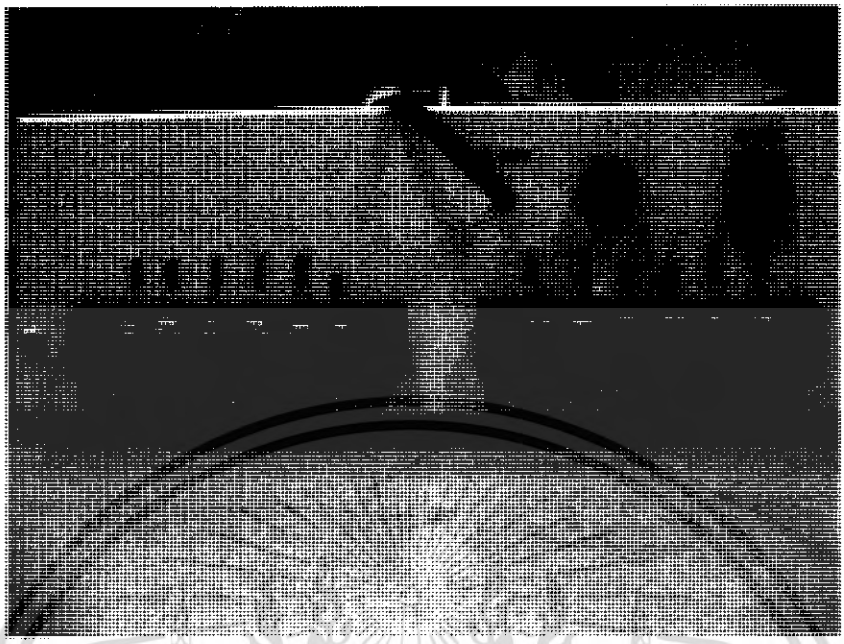


รูปที่ ก.1 ระบบควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้า



รูปที่ ก.2 เครื่องต้นแบบระบบควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้า

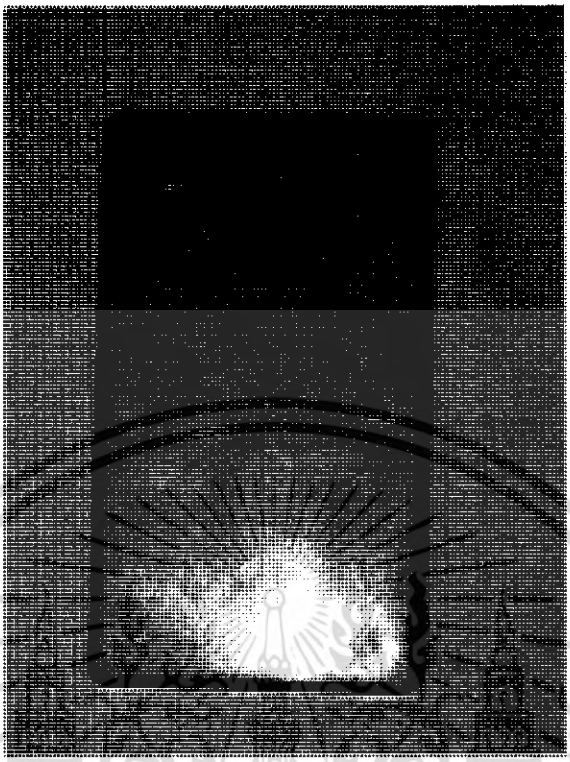
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



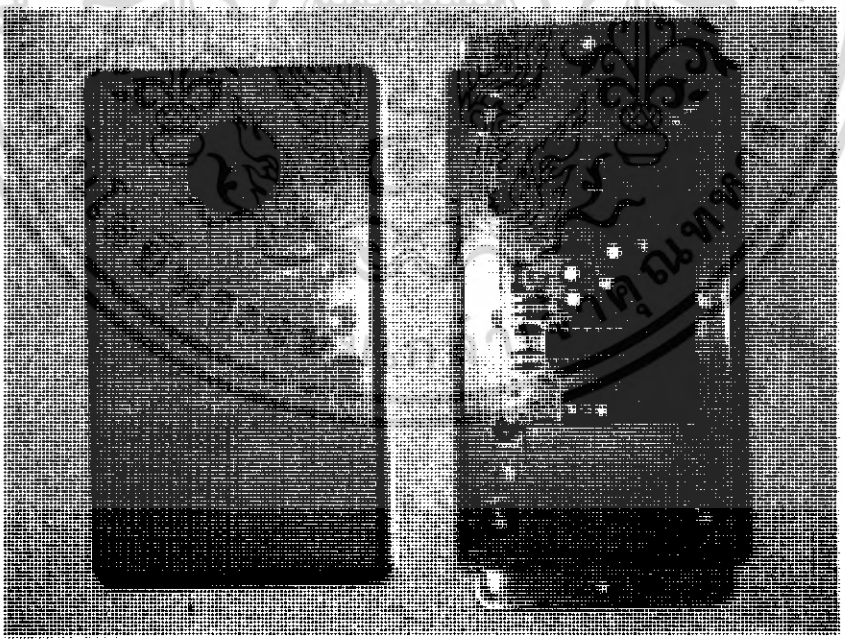
รูปที่ ก.3 ด้านหลังของเครื่องต้นแบบระบบควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้า

รูปที่ ก.4 ภายในของเครื่องต้นแบบระบบควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.5 ชุดตรวจจับความเคลื่อนไหว



รูปที่ ก.6 วงจรชุดตรวจจับความเคลื่อนไหว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก.7 รีโมทคอนโทรลควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้า

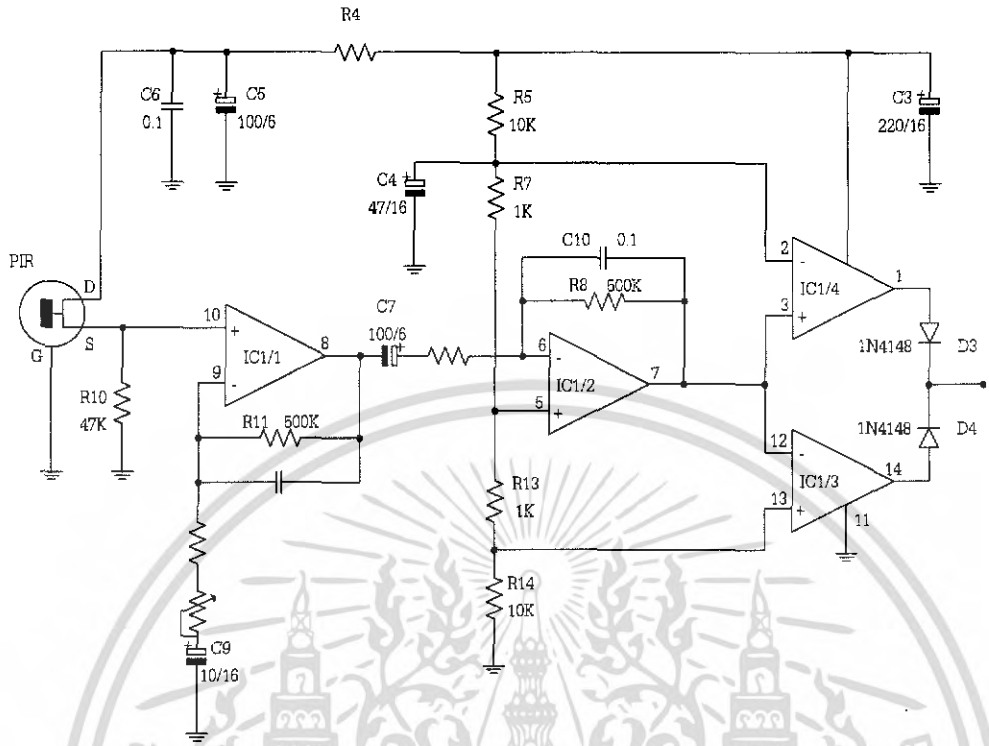
รูปที่ ก.8 แผงหลอดไฟฟ้าที่ใช้ในการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

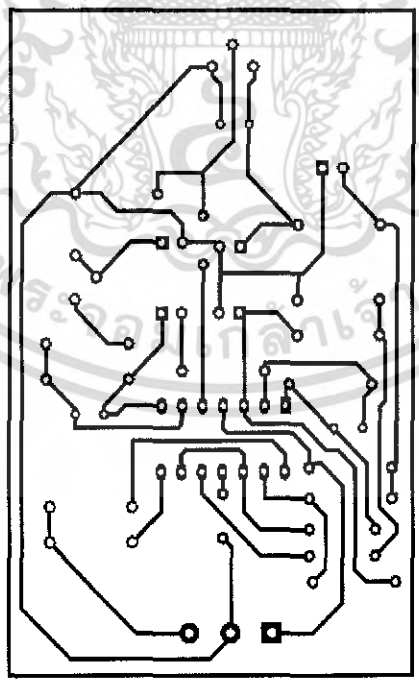
ภาคผนวก ข

วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

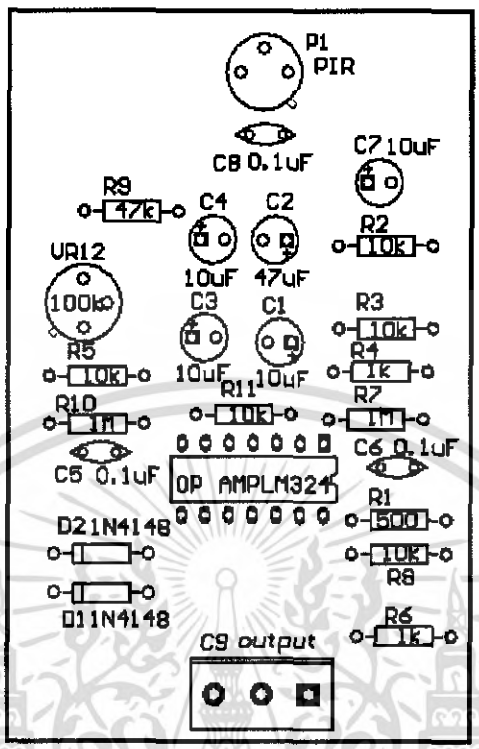


รูปที่ ข.1 วงจรชุดตรวจจับความเคลื่อนไหว

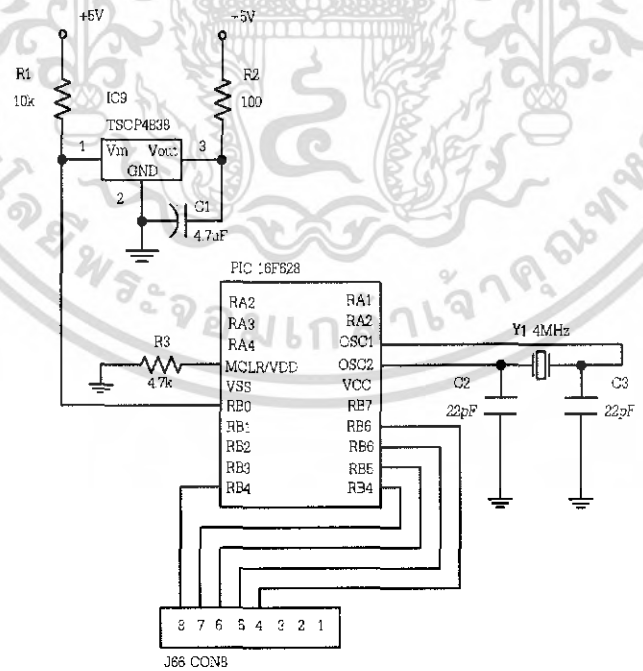


รูปที่ ข.2 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรชุดตรวจจับความเคลื่อนไหว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

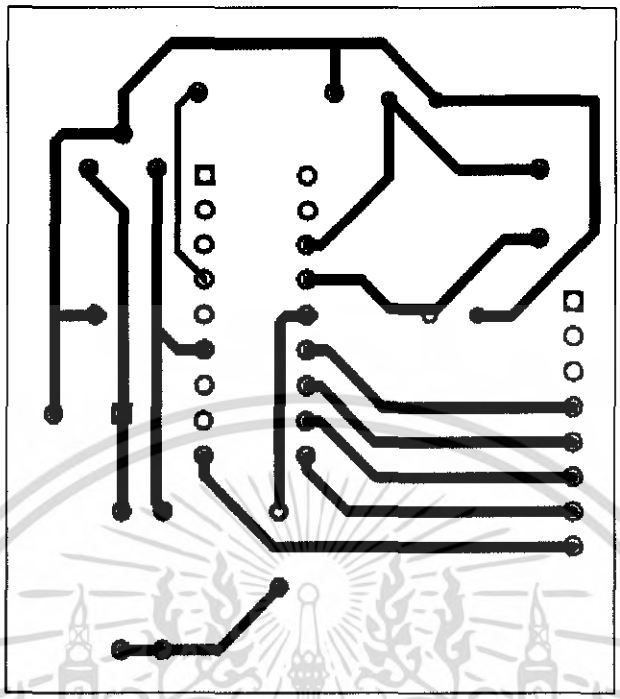


รูปที่ ข.3 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรชุดตรวจจับความเคลื่อนไหว

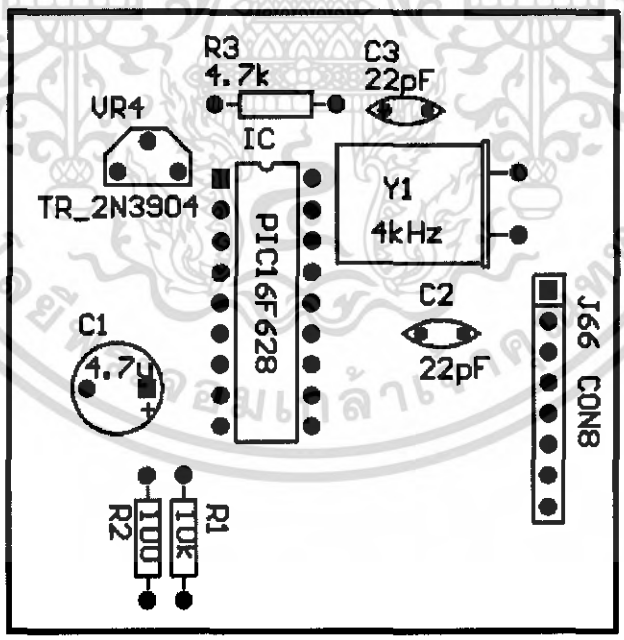


รูปที่ ข.4 วงจรรับสัญญาณรีโมทคอนโทรล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

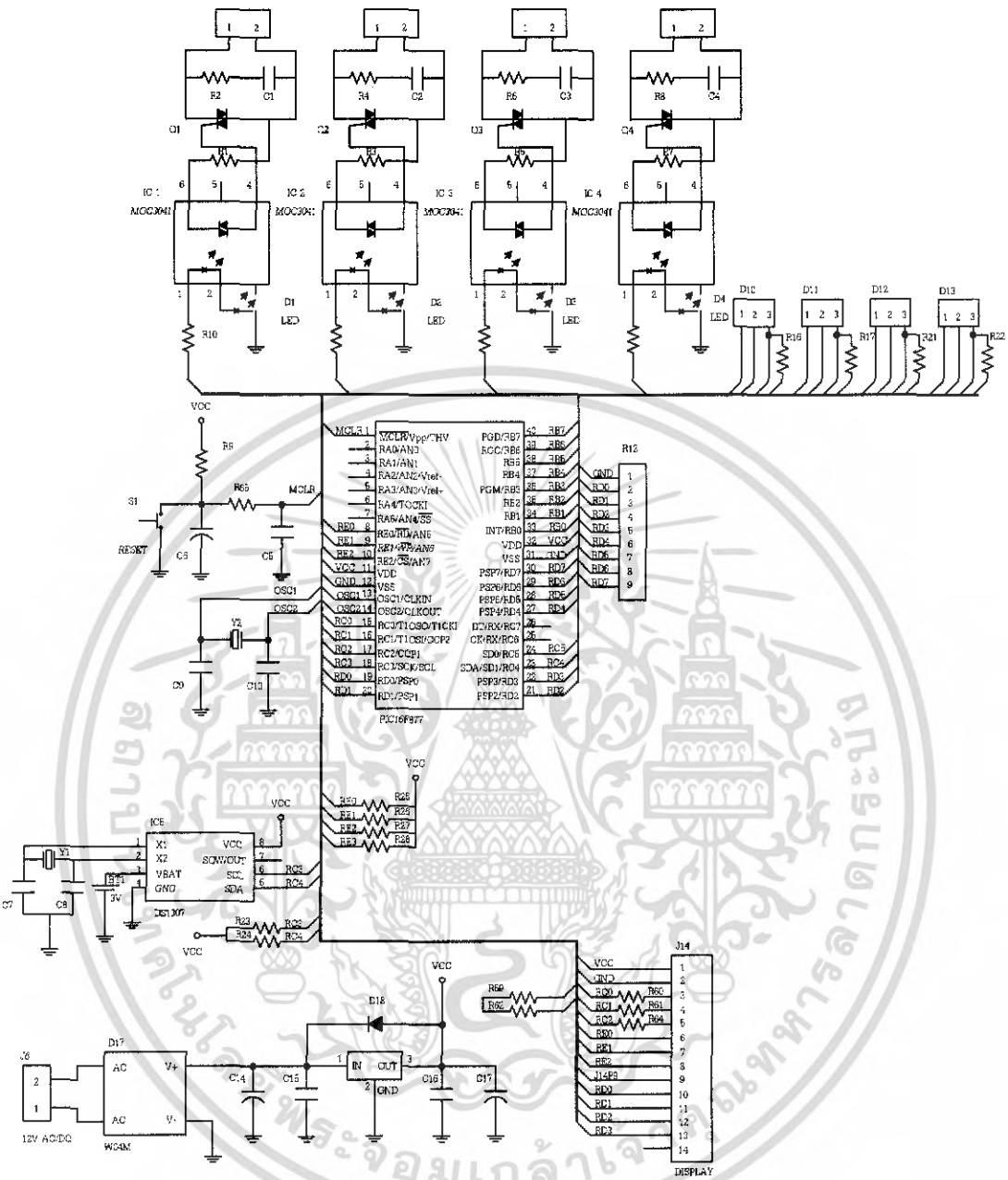


รูปที่ ข.5 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรรับสัญญาณรีโมทคอนโทรล



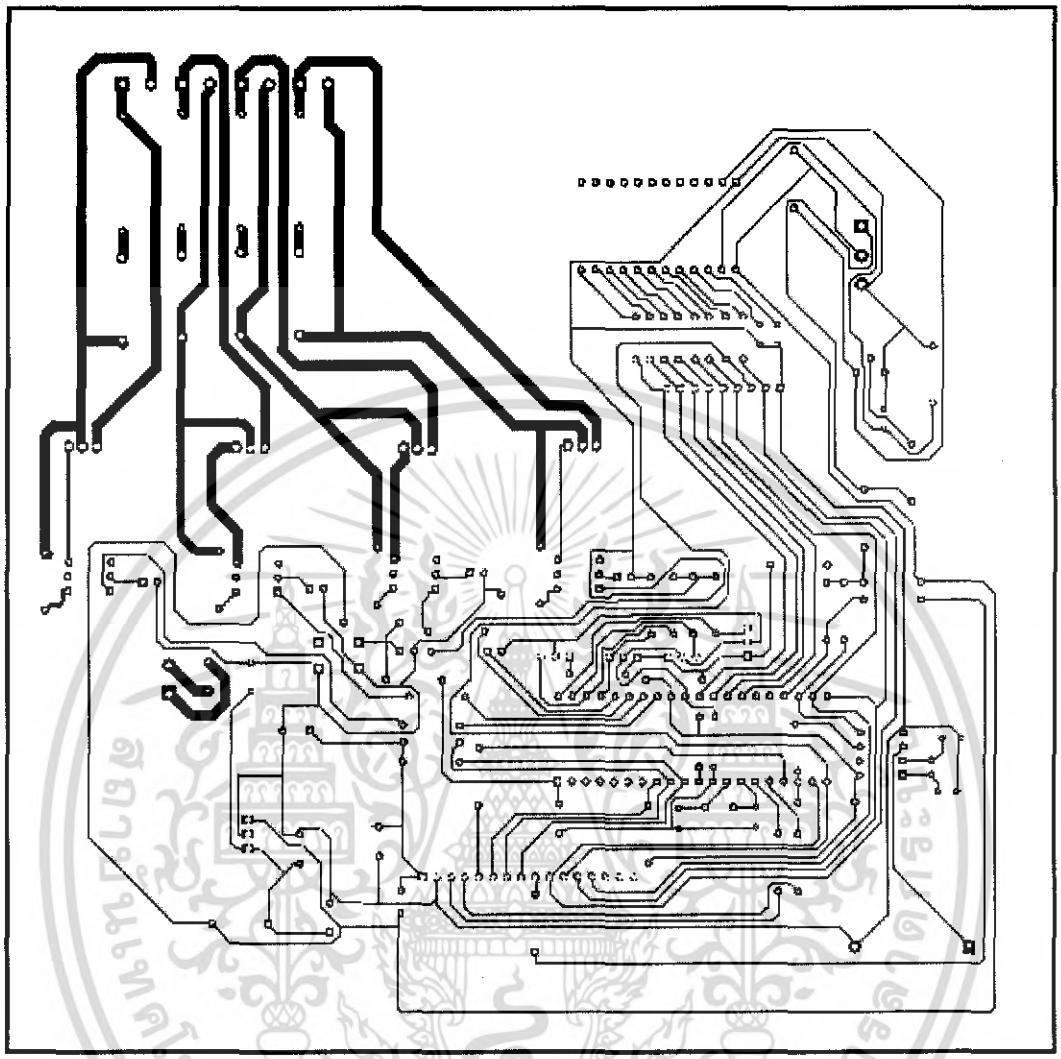
รูปที่ ข.6 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรรับสัญญาณรีโมทคอนโทรล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



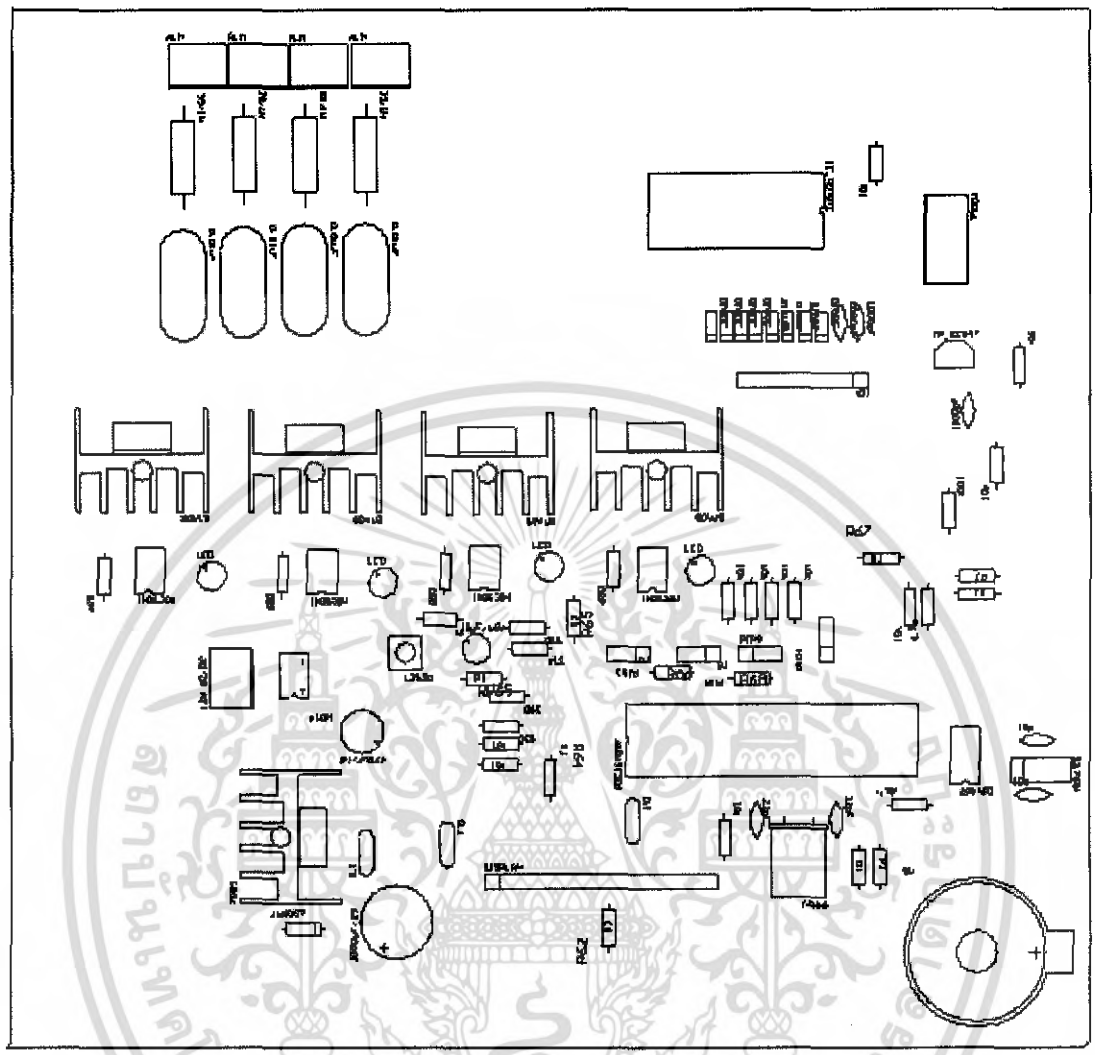
รูปที่ ข.7 วงจรรวมของระบบควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.8 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรรวมระบบควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.9 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรระบบควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

รายการอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 รายการอุปกรณ์ของชุดตรวจจับความเคลื่อนไหว

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	LM 324	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C2,C5,C6	0.1 μF เซรามิค	3 ตัว
C3,C4,C7	10 μF	3 ตัว
C1	48 μF	1 ตัว
ตัวต้านทาน		
R2, R3	1 kΩ	2 ตัว
R6	5 kΩ	1 ตัว
R1,R3,R4,R5,R11	10 kΩ	5 ตัว
R7,R10	47 kΩ	2 ตัว
R9	1 MΩ	1 ตัว
R12	100 kΩ	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
PIR	อุปกรณ์ตรวจจับความเคลื่อนไหว	1 ตัว
D1,D2	*1N4145*	1 ตัว

ตารางที่ ค.2 รายการอุปกรณ์ของวงจรควบคุมการทำงานหลัก

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	PIC 16F877	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C5	0.1 μF	1 ตัว
C6	10 μF	1 ตัว
C9, C10	22 μF เซรามิค	2 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R9	47 kΩ	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
XTAL	คริสตอล 4 เมกะเฮิรตซ์	1 ตัว
SW	กดติดปล่อยดับ	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.3 รายการอุปกรณ์ของวงจรโซลิดสเตจรีเลย์

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC4	MOC3041	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C4	0.01 μF	1 ตัว
ตัวต้านทาน		
R7	680 Ω	2 ตัว
R8	39 Ω/1w	1 ตัว
R15	330 Ω	1 ตัว
R7,R10	47 kΩ	2 ตัว
R9	1 MΩ	1 ตัว
R12	100 kΩ	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
Q4	ไตรแอก เบอร์ BTA08	1 ตัว
D4	LED	1 ตัว

ตารางที่ ค.4 รายการอุปกรณ์ของชุดรับ-ส่งรีโมทคอนโทรล

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	PIC 16F628	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1	4.7 μF	1 ตัว
C2,C3	22 pF	2 ตัว
ตัวต้านทาน		
R1	10 kΩ	1 ตัว
R2	100 Ω	1 ตัว
R3	4.7 kΩ	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
Y1	คริสตอล 4 กิโลเฮิรตซ์	1 ตัว
Photo Module	TSOP 4838	1 ตัว
ตัวส่งรีโมทคอนโทรล	รีโมทโทรทัศน์ยี่ห้อ Sony	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.5 รายการอุปกรณ์ของวงจรนาฬิกา

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC5	DS1307	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C7,C18	10 pF	2 ตัว
ตัวต้านทาน		
R23,R24	4.7 kΩ	2 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
X2	คริสตอล 32.768 กิโลเฮิรตซ์	1 ตัว
BT	BATERRY 3 V	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

รายละเอียดอุปกรณ์และคุณสมบัติของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MICROCHIP

PIC16F87X

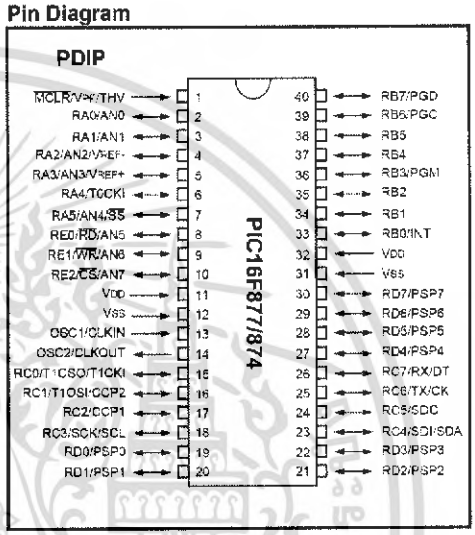
28/40-pin 8-Bit CMOS FLASH Microcontrollers

Microcontroller Core Features:

- High-performance RISC CPU
- Only 35 single word instructions to learn
- All single cycle instructions except for program branches which are two cycle
- Operating speed: DC - 20 MHz clock input
  DC - 200 ns instruction cycle
- Up to 8K x 14 words of FLASH Program Memory,
  Up to 368 x 8 bytes of Data Memory (RAM)
  Up to 256 x 8 bytes of EEPROM data memory
- ★ **Pinout compatible to the PIC16C73/74/76/77**
- Interrupt capability (up to 14 internal/external interrupt sources)
- Eight level deep hardware stack
- Direct, indirect, and relative addressing modes
- Power-on Reset (POR)
- Power-up Timer (PWRT) and Oscillator Start-up Timer (OST)
- Watchdog Timer (WDT) with its own on-chip RC oscillator for reliable operation
- Programmable code-protection
- Power saving SLEEP mode
- Selectable oscillator options
- Low-power, high-speed CMOS FLASH/EEPROM technology
- Fully static design
- In-Circuit Serial Programming™ via two pins
- ★ Only single 5V source needed for programming
- ★ In-Circuit Debugging via two pins
- Processor read/write access to program memory
- Wide operating voltage range: 2.0V to 5.5V
- High Sink/Source Current: 25 mA
- Commercial and Industrial temperature ranges
- Low-power consumption:
  - < 2 mA typical @ 5V, 4 MHz
  - 20 µA typical @ 3V, 32 kHz
  - < 1 µA typical standby current

Pin Diagram

PDIP



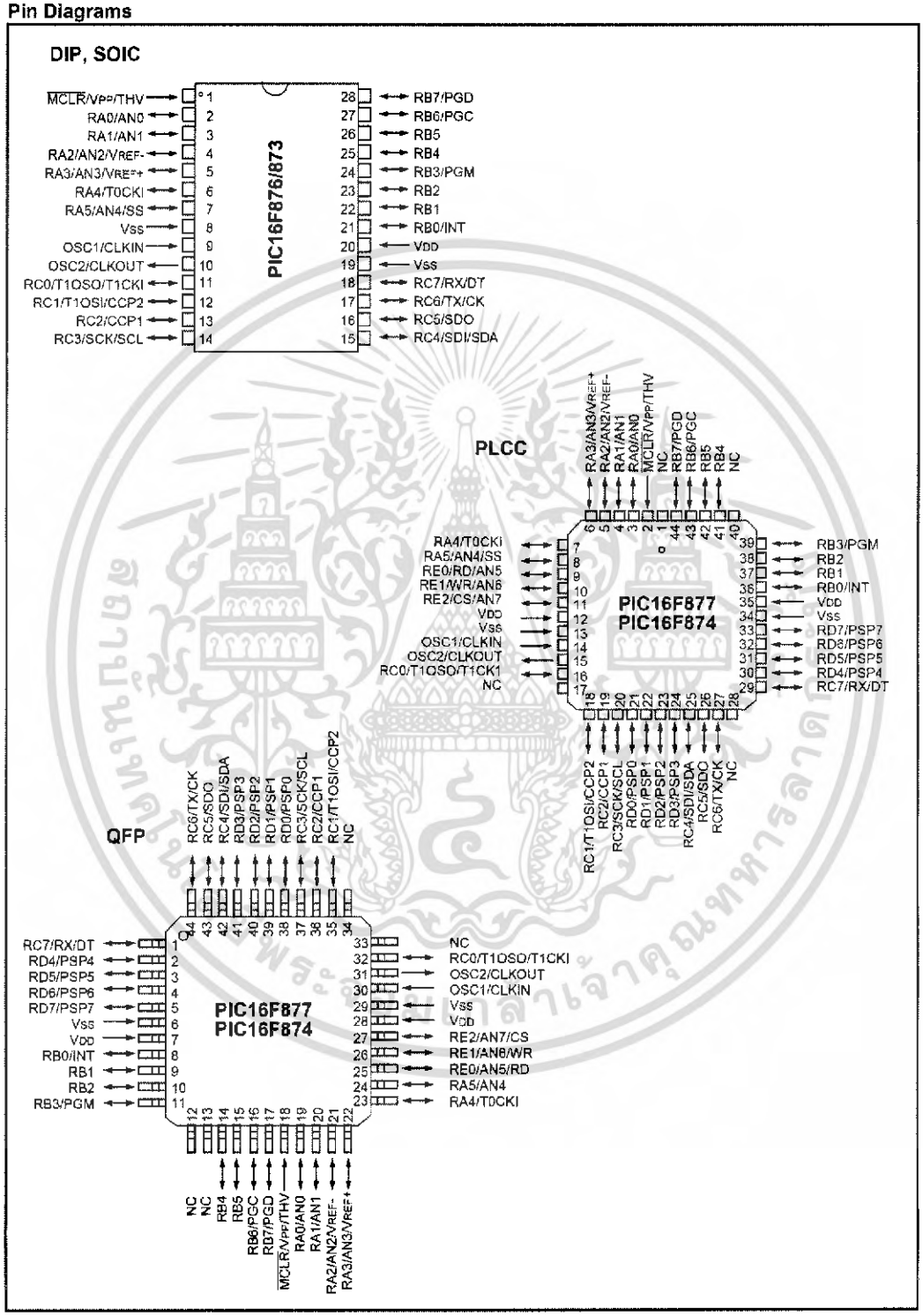
Peripheral Features:

- Timer0: 8-bit timer/counter with 8-bit prescaler
- Timer1: 16-bit timer/counter with prescaler, can be incremented during sleep via external crystal/clock
- Timer2: 8-bit timer/counter with 8-bit period register, prescaler and postscaler
- Two Capture, Compare, PWM modules
- Capture is 16-bit, max. resolution is 12.5 ns, Compare is 16-bit, max. resolution is 200 ns, PWM max. resolution is 10-bit
- ★ 10-bit multi-channel Analog-to-Digital converter
- ★ Synchronous Serial Port (SSP) with SPI™ (Master Mode) and I²C™ (Master/Slave)
- ★ Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter (USART/SCI) with 9-bit address detection
- Parallel Slave Port (PSP) 8-bits wide, with external RD, WR and CS controls (40/44-pin only)
- Brown-out detection circuitry for Brown-out Reset (BOR)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PIC16F87X

Pin Diagrams



 © 1998 Microchip Technology Inc.

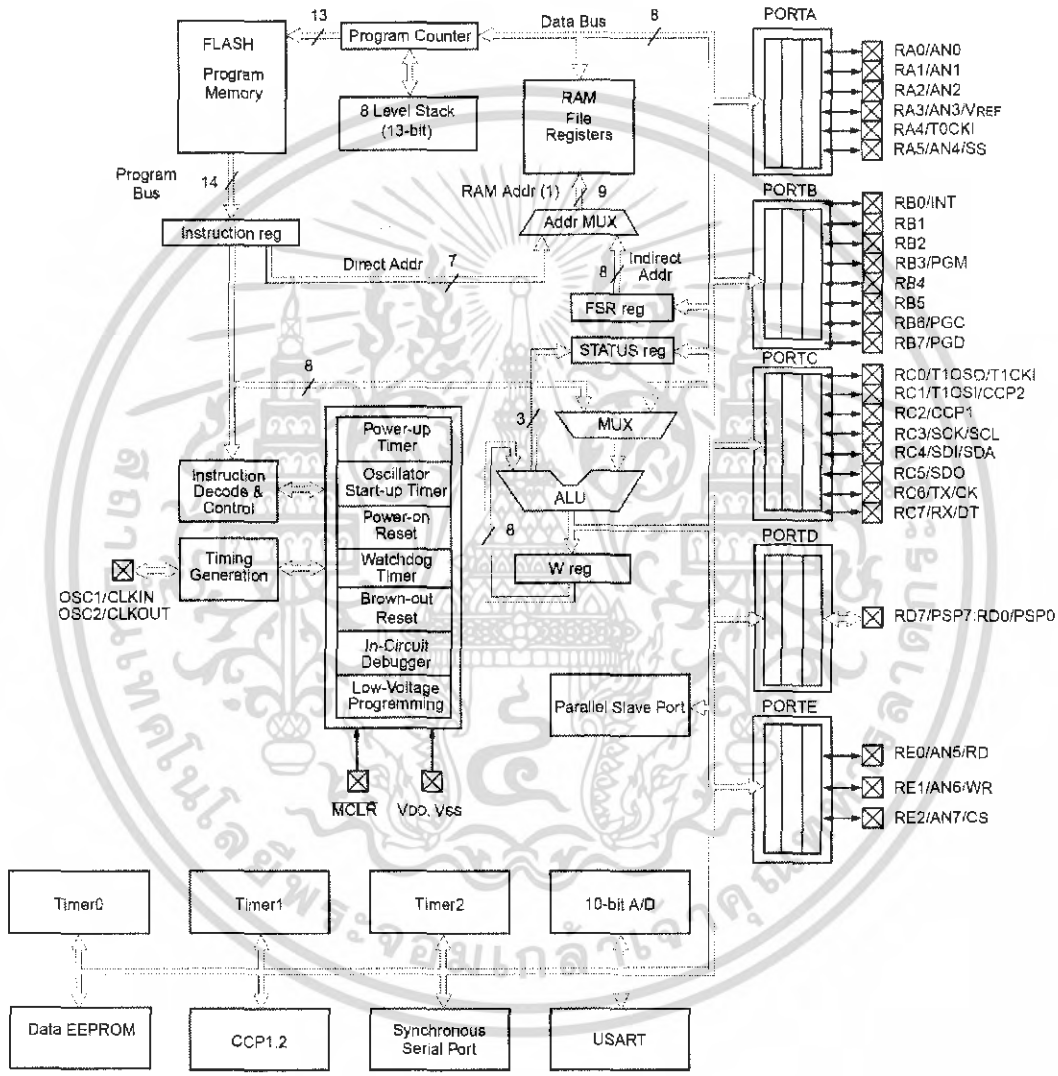
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Key Features PICmicro™ Mid-Range Reference Manual (DS33023)	PIC16F873	PIC16F874	PIC16F876	PIC16F877
Operating Frequency	DC - 20 MHz	DC - 20 MHz	DC - 20 MHz	DC - 20 MHz
Resets (and Delays)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)
FLASH Program Memory (14-bit words)	4K	4K	8K	8K
Data Memory (bytes)	192	192	368	368
EEPROM Data Memory	128	128	256	256
Interrupts	13	14	13	14
I/O Ports	Ports A,B,C	Ports A,B,C,D,E	Ports A,B,C	Ports A,B,C,D,E
Timers	3	3	3	3
Capture/Compare/PWM modules	2	2	2	2
Serial Communications	MSSP, USART	MSSP, USART	MSSP, USART	MSSP, USART
Parallel Communications	—	PSP	—	PSP
10-bit Analog-to-Digital Module	5 input channels	8 input channels	5 input channels	8 input channels
Instruction Set	35 instructions	35 instructions	35 instructions	35 instructions

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FIGURE 1-2: PIC16F874 AND PIC16F877 BLOCK DIAGRAM

Device	Program FLASH	Data Memory	Data EEPROM
PIC16F874	4K	192 Bytes	128 Bytes
PIC16F877	8K	368 Bytes	256 Bytes



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

 © 1998 Microchip Technology Inc.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TABLE 1-2 PIC16F874 AND PIC16F877 PINOUT DESCRIPTION

Pin Name	DIP Pin#	PLCC Pin#	QFP Pin#	I/O/P Type	Buffer Type	Description
OSC1/CLKIN	13	14	30	I	ST/CMOS(4)	Oscillator crystal input/external clock source input.
OSC2/CLKOUT	14	15	31	O	—	Oscillator crystal output. Connects to crystal or resonator in crystal oscillator mode. In RC mode, OSC2 pin outputs CLKOUT which has 1/4 the frequency of OSC1, and denotes the instruction cycle rate.
$\overline{MCLR}$/VPP/THV	1	2	18	I/P	ST	Master clear (reset) input or programming voltage input or high voltage test mode control. This pin is an active low reset to the device.
						PORTA is a bi-directional I/O port.
RA0/AN0	2	3	19	I/O	TTL	RA0 can also be analog input0
RA1/AN1	3	4	20	I/O	TTL	RA1 can also be analog input1
RA2/AN2/VREF-	4	5	21	I/O	TTL	RA2 can also be analog input2 or negative analog reference voltage
RA3/AN3/VREF+	5	6	22	I/O	TTL	RA3 can also be analog input3 or positive analog reference voltage
RA4/T0CKI	6	7	23	I/O	ST	RA4 can also be the clock input to the Timer0 timer/counter. Output is open drain type.
RA5/$\overline{SS}$/AN4	7	8	24	I/O	TTL	RA5 can also be analog input4 or the slave select for the synchronous serial port.
						PORTB is a bi-directional I/O port. PORTB can be software programmed for internal weak pull-up on all inputs.
RB0/INT	33	36	8	I/O	TTL/ST(1)	RB0 can also be the external interrupt pin.
RB1	34	37	9	I/O	TTL	
RB2	35	38	10	I/O	TTL	
RB3/PGM	36	39	11	I/O	TTL	RB3 can also be the low voltage programming input
RB4	37	41	14	I/O	TTL	Interrupt on change pin.
RB5	38	42	15	I/O	TTL	Interrupt on change pin.
RB6/PGC	39	43	16	I/O	TTL/ST(2)	Interrupt on change pin or In-Circuit Debugger pin. Serial programming clock.
RB7/PGD	40	44	17	I/O	TTL/ST(2)	Interrupt on change pin or In-Circuit Debugger pin. Serial programming data.

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

Note 1: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as an external interrupt.
2: This buffer is a Schmitt Trigger input when used in serial programming mode.
3: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as general purpose I/O and a TTL input when used in the Parallel Slave Port mode (for interfacing to a microprocessor bus).
4: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured in RC oscillator mode and a CMOS input otherwise.

 © 1998 Microchip Technology Inc.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TABLE 1-2 PIC16F874 AND PIC16F877 PINOUT DESCRIPTION (Cont.'d)

Pin Name	DIP Pin#	PLCC Pin#	QFP Pin#	I/O/P Type	Buffer Type	Description
						PORTC is a bi-directional I/O port.
RC0/T1OSO/T1CKI	15	16	32	I/O	ST	RC0 can also be the Timer1 oscillator output or a Timer1 clock input.
RC1/T1OSI/CCP2	16	18	35	I/O	ST	RC1 can also be the Timer1 oscillator input or Capture2 input/Compare2 output/PWM2 output.
RC2/CCP1	17	19	36	I/O	ST	RC2 can also be the Capture1 input/Compare1 output/ PWM1 output.
RC3/SCK/SCL	18	20	37	I/O	ST	RC3 can also be the synchronous serial clock input/ output for both SPI and I^2C modes.
RC4/SDI/SDA	23	25	42	I/O	ST	RC4 can also be the SPI Data In (SPI mode) or data I/O (I^2C mode).
RC5/SDO	24	26	43	I/O	ST	RC5 can also be the SPI Data Out (SPI mode).
RC6/TX/CK	25	27	44	I/O	ST	RC6 can also be the USART Asynchronous Transmit or Synchronous Clock.
RC7/RX/DT	26	29	1	I/O	ST	RC7 can also be the USART Asynchronous Receive or Synchronous Data.
						PORTD is a bi-directional I/O port or parallel slave port when interfacing to a microprocessor bus.
RD0/PSP0	19	21	38	I/O	ST/TTL(3)	
RD1/PSP1	20	22	39	I/O	ST/TTL(3)	
RD2/PSP2	21	23	40	I/O	ST/TTL(3)	
RD3/PSP3	22	24	41	I/O	ST/TTL(3)	
RD4/PSP4	27	30	2	I/O	ST/TTL(3)	
RD5/PSP5	28	31	3	I/O	ST/TTL(3)	
RD6/PSP6	29	32	4	I/O	ST/TTL(3)	
RD7/PSP7	30	33	5	I/O	ST/TTL(3)	
						PORTE is a bi-directional I/O port.
RE0/$\overline{RD}$/AN5	8	9	25	I/O	ST/TTL(3)	RE0 can also be read control for the parallel slave port, or analog input5.
RE1/$\overline{WR}$/AN6	9	10	26	I/O	ST/TTL(3)	RE1 can also be write control for the parallel slave port, or analog input6.
RE2/$\overline{CS}$/AN7	10	11	27	I/O	ST/TTL(3)	RE2 can also be select control for the parallel slave port, or analog input7.
Vss	12,31	13,34	6,29	P	—	Ground reference for logic and I/O pins.
VDD	11,32	12,35	7,28	P	—	Positive supply for logic and I/O pins.
NC	—	1,17,28, 40	12,13, 33,34		—	These pins are not internally connected. These pins should be left unconnected.

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

Note 1: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as an external interrupt.
2: This buffer is a Schmitt Trigger input when used in serial programming mode.
3: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as general purpose I/O and a TTL input when used in the Parallel Slave Port mode (for interfacing to a microprocessor bus).
4: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured in RC oscillator mode and a CMOS input otherwise.

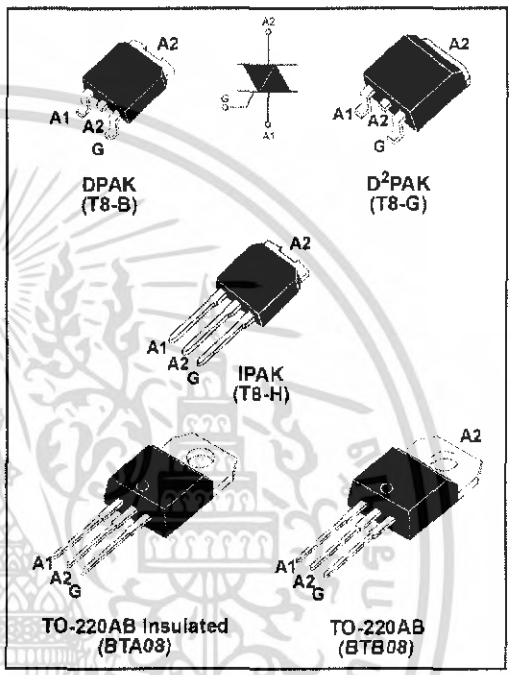
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BTA/BTB08 and T8 Series

SNUBBERLESS™, LOGIC LEVEL & STANDARD — 8A TRIACs

MAIN FEATURES:

Symbol	Value	Unit
$I_{T(RMS)}$	8	A
V_{DRM}/V_{RRM}	600 and 800	V
$I_{GT\ (Q_1)}$	5 to 50	mA



DESCRIPTION

Available either in through-hole or surface-mount packages, the BTA/BTB08 and T8 triac series is suitable for general purpose AC switching. They can be used as an ON/OFF function in applications such as static relays, heating regulation, induction motor starting circuits... or for *phase control operation in light dimmers, motor* speed controllers,...

The snubberless versions (BTA/BTB...W and T8 series) are specially recommended for use on inductive loads, thanks to their high commutation performances. By using an internal ceramic pad, the BTA series provides voltage insulated tab (rated at 2500V RMS) complying with UL *standards (File ref.: E81734)*

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter			Value	Unit
$I_{T(RMS)}$	RMS on-state current (full sine wave)	DPAK / D²PAK IPAK / TO-220AB	Tc = 110°C	8	A
		TO-220AB Ins.	Tc = 100°C		
I_{TSM}	Non repetitive surge peak on-state current (full cycle, Tj initial = 25°C)	F = 50 Hz	t = 20 ms	80	A
		F = 60 Hz	t = 16.7 ms	84	
I^2t	I^2t Value for fusing	tp = 10 ms		36	A^2s
dI/dt	Critical rate of rise of on-state current $I_G = 2 \times I_{GT}$, tr ≤ 100 ns	F = 120 Hz	Tj = 125°C	50	A/µs
I_{GM}	Peak gate current	tp = 20 µs	Tj = 125°C	4	A
$P_{G(AV)}$	Average gate power dissipation		Tj = 125°C	1	W
T_{stg} T_j	Storage junction temperature range Operating junction temperature range			- 40 to + 150 - 40 to + 125	°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Tj = 25°C, unless otherwise specified)

■ SNUBBERLESS™ and LOGIC LEVEL (3 Quadrants)

Symbol	Test Conditions	Quadrant		T8		BTA/BTB08				Unit
				T810	T835	TW	SW	CW	BW	
I_{GT} (1)	V_D = 12 V R_L = 30 Ω	I - II - III	MAX.	10	35	5	10	35	50	mA
V_{GT}		I - II - III	MAX.	1.3						V
V_{GD}	$V_D = V_{DRM}$ R_L = 3.3 kΩ Tj = 125°C	I - II - III	MIN.	0.2						V
I_H (2)	I_T = 100 mA		MAX.	15	35	10	15	35	50	mA
I_L	I_G = 1.2 I_{GT}	I - III	MAX.	25	50	10	25	50	70	mA
		II		30	60	15	30	60	80	
dV/dt (2)	V_D = 67 %V_{DRM} gate open Tj = 125°C		MIN.	40	400	20	40	400	1000	V/µs
(dI/dt)c (2)	(dV/dt)c = 0.1 V/µs Tj = 125°C		MIN.	5.4	-	3.5	5.4	-	-	A/ms
	(dV/dt)c = 10 V/µs Tj = 125°C			2.8	-	1.5	2.8	-	-	
	Without snubber Tj = 125°C			-	4.5	-	-	4.5	7	

■ STANDARD (4 Quadrants)

Symbol	Test Conditions	Quadrant		BTA/BTB08		Unit
				C	B	
I_{GT} (1)	V_D = 12 V R_L = 30 Ω	I - II - III	MAX.	25	50	mA
		IV		50	100	
V_{GT}		ALL	MAX.	1.3		V
V_{GD}	$V_D = V_{DRM}$ R_L = 3.3 kΩ Tj = 125°C	ALL	MIN.	0.2		V
I_H (2)	I_T = 500 mA		MAX.	25	50	mA
I_L	I_G = 1.2 I_{GT}	I - III - IV	MAX.	40	50	mA
		II		80	100	
dV/dt (2)	V_D = 67 %V_{DRM} gate open Tj = 125°C		MIN.	200	400	V/µs
(dV/dt)c (2)	(dI/dt)c = 3.5 A/ms Tj = 125°C		MIN.	5	10	V/µs

STATIC CHARACTERISTICS

Symbol	Test Conditions			Value	Unit
V_{TM} (2)	I_{TM} = 11 A tp = 380 µs	Tj = 25°C	MAX.	1.55	V
V_{to} (2)	Threshold voltage	Tj = 125°C	MAX.	0.85	V
R_d (2)	Dynamic resistance	Tj = 125°C	MAX.	50	mΩ
I_{DRM}	$V_{DRM} = V_{RRM}$	Tj = 25°C	MAX.	5	µA
I_{RRM}		Tj = 125°C		1	mA

Note 1: minimum IGT is guaranted at 5% of IGT max.

Note 2: for both polarities of A2 referenced to A1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THERMAL RESISTANCES

Symbol	Parameter			Value	Unit
$R_{th(j-c)}$	Junction to case (AC)		DPAK / D²PAK IPAK / TO-220AB	1.6	°C/W
			TO-220AB Insulated	2.5	
$R_{th(j-a)}$	Junction to ambient	S = 1 cm²	D²PAK	45	°C/W
		S = 0.5 cm²	DPAK	70	
			TO-220AB TO-220AB Insulated	60	
			IPAK	100	

S = Copper surface under tab

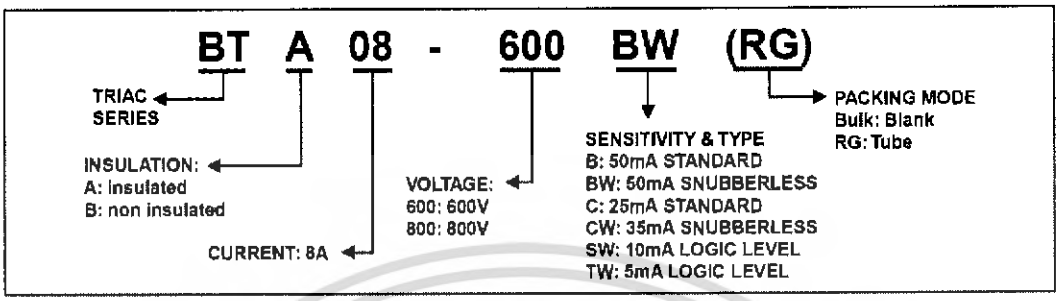
PRODUCT SELECTOR

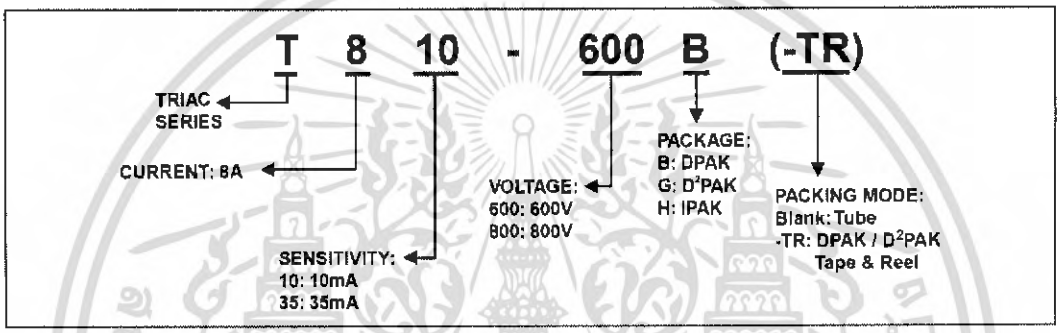
Part Number	Voltage (xxx)		Sensitivity	Type	Package
	600 V	800 V			
BTA/BTB08-xxxB	X	X	50 mA	Standard	TO-220AB
BTA/BTB108-xxxBW	X	X	50 mA	Snubberless	TO-220AB
BTA/BTB08-xxxC	X	X	25 mA	Standard	TO-220AB
BTA/BTB08-xxxCW	X	X	35 mA	Snubberless	TO-220AB
BTA/BTB08-xxxSW	X	X	10 mA	Logic level	TO-220AB
BTA/BTB08-xxxTW	X	X	5 mA	Logic level	TO-220AB
T810-xxxB	X	X	10 mA	Logic level	DPAK
T810-xxxH	X	X	10 mA	Logic level	IPAK
T835-xxxB	X	X	35mA	Snubberless	DPAK
T835-xxxG	X	X	35 mA	Snubberless	D²PAK
T835-xxxH	X	X	35 mA	Snubberless	IPAK

BTB: non insulated TO-220AB package

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ORDERING INFORMATION





OTHER INFORMATION

Part Number	Marking	Weight	Base quantity	Packing mode
BTA/BTB08-xxxyz	BTA/BTB08xxxyz	2.3 g	250	Bulk
BTA/BTB08-xxxyzRG	BTA/BTB08-xxxyz	2.3 g	50	Tube
T8yy-xxxB	T8yyxxx	0.3 g	75	Tube
T8yy-xxxB-TR	T8yyxxx	0.3 g	2500	Tape & reel
T8yy-xxxH	T8yyxxx	0.4 g	75	Tube
T8yy-xxxG	T8yyxxx	1.5 g	50	Tube
T8yy-xxxG-TR	T8yyxxx	1.5 g	1000	Tape & reel

Note: xxx = voltage, yy = sensitivity, z = type

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Fig. 1: Maximum power dissipation versus RMS on-state current (full cycle).

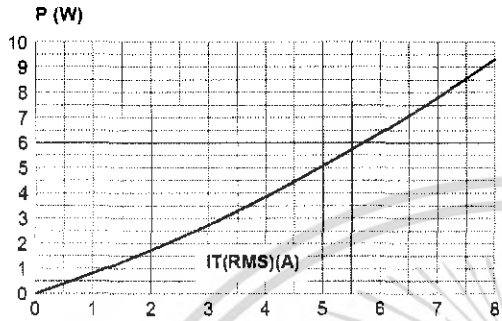


Fig. 2-1: RMS on-state current versus case temperature (full cycle).

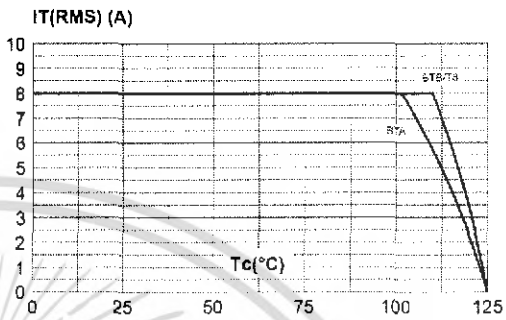


Fig. 2-2: RMS on-state current versus ambient temperature (printed circuit board FR4, copper thickness: 35µm),full cycle.

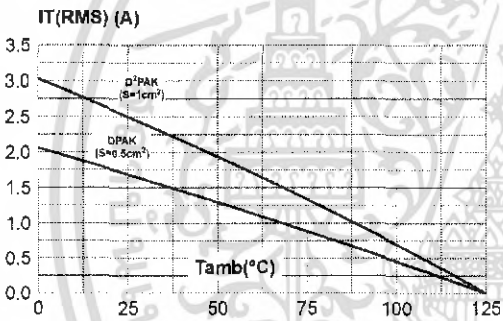


Fig. 3: Relative variation of thermal impedance versus pulse duration.

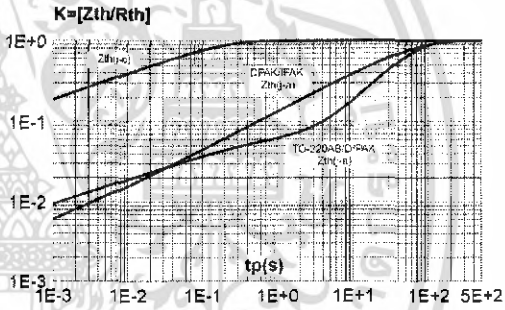


Fig. 4: On-state characteristics (maximum values).

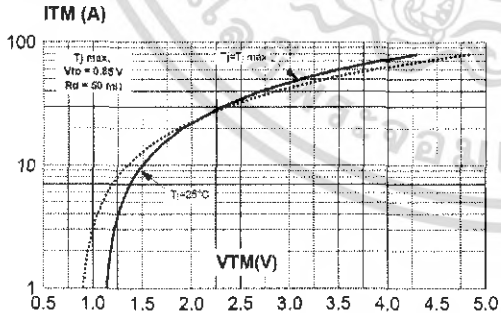
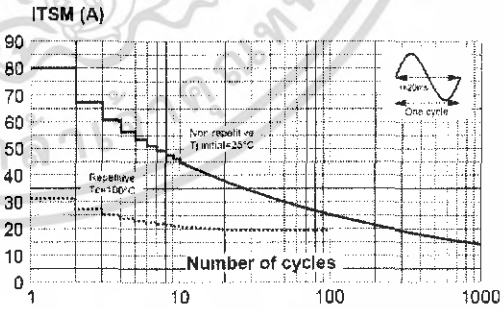


Fig. 5: Surge peak on-state current versus number of cycles.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Fig. 6: Non-repetitive surge peak on-state current for a sinusoidal pulse with width tp < 10ms, and corresponding value of I^2t.

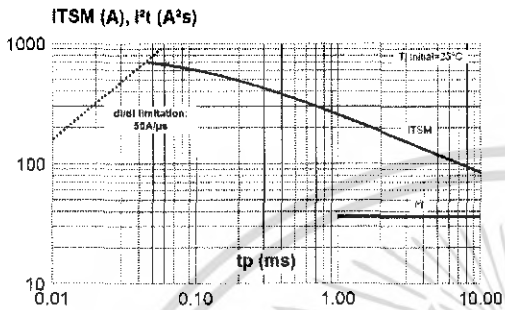


Fig. 7: Relative variation of gate trigger current, holding current and latching current versus junction temperature (typical values).

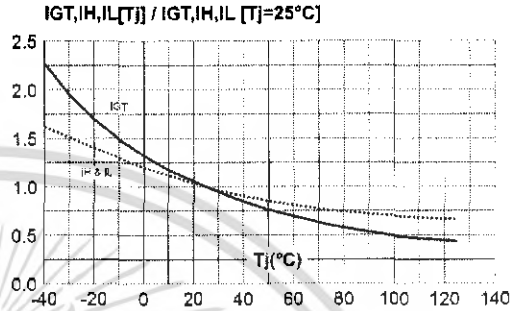


Fig. 8-1: Relative variation of critical rate of decrease of main current versus (dV/dt)c (typical values). Snubberless & Logic Level Types

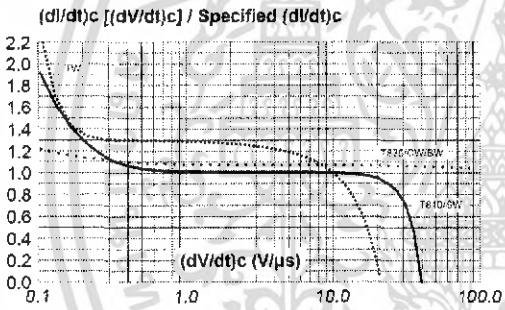


Fig. 8-2: Relative variation of critical rate of decrease of main current versus (dV/dt)c (typical values). Standard Types

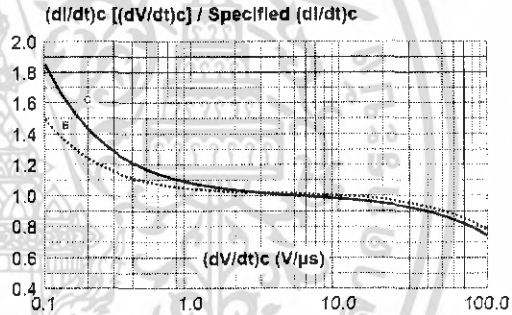


Fig. 9: Relative variation of critical rate of decrease of main current versus junction temperature.

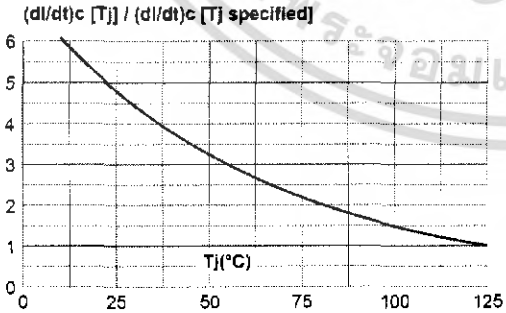
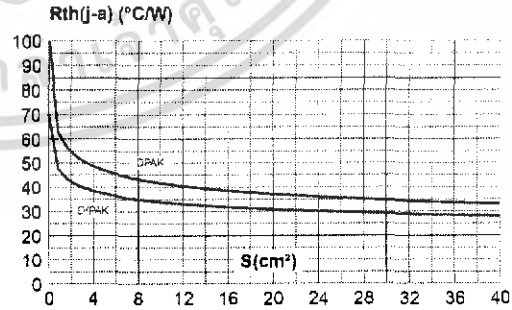


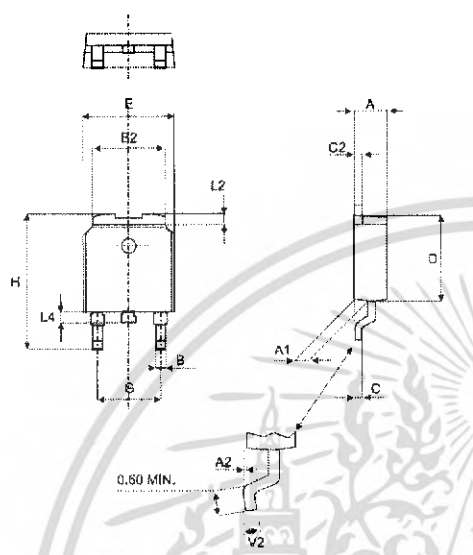
Fig. 10: DPAK and D^2PAK Thermal resistance junction to ambient versus copper surface under tab (printed circuit board FR4, copper thickness: 35 µm).



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PACKAGE MECHANICAL DATA

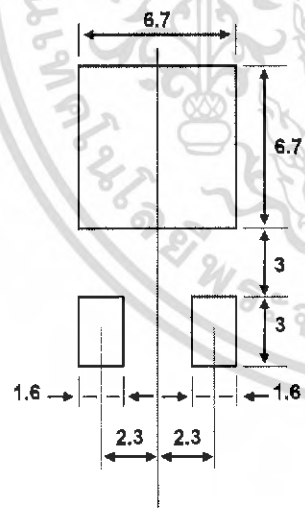
DPAK (Plastic)



REF.	DIMENSIONS			
	Millimeters		Inches	
	Min.	Max	Min.	Max.
A	2.20	2.40	0.086	0.094
A1	0.90	1.10	0.035	0.043
A2	0.03	0.23	0.001	0.009
B	0.64	0.90	0.025	0.035
B2	5.20	5.40	0.204	0.212
C	0.45	0.60	0.017	0.023
C2	0.48	0.60	0.018	0.023
D	6.00	6.20	0.236	0.244
E	6.40	6.60	0.251	0.259
G	4.40	4.60	0.173	0.181
H	9.35	10.10	0.368	0.397
L2	0.80 typ.		0.031 typ.	
L4	0.60	1.00	0.023	0.039
R	0.2 typ.		0.007 typ.	
V2	0°	8°	0°	8°

FOOTPRINT DIMENSIONS (in millimeters)

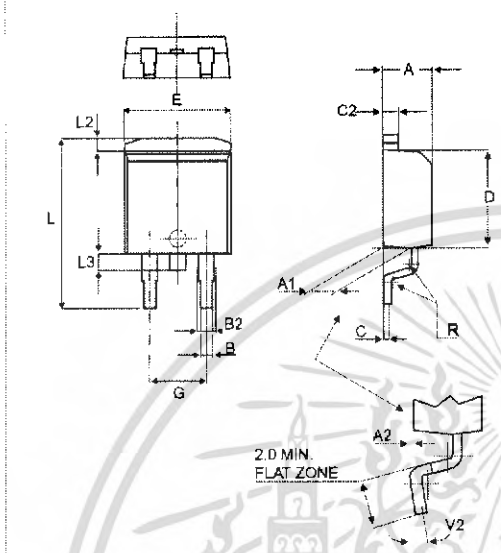
DPAK (Plastic)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PACKAGE MECHANICAL DATA

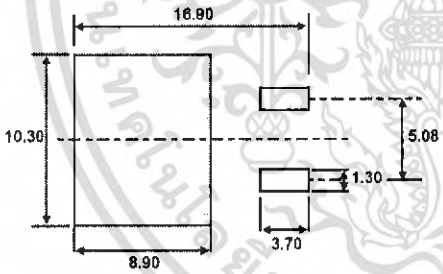
D²PAK (Plastic)



REF.	DIMENSIONS					
	Millimeters			Inches		
	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.
A	4.30		4.60	0.169		0.181
A1	2.49		2.69	0.098		0.106
A2	0.03		0.23	0.001		0.009
B	0.70		0.93	0.027		0.037
B2	1.25	1.40		0.048	0.055	
C	0.45		0.60	0.017		0.024
C2	1.21		1.36	0.047		0.054
D	8.95		9.35	0.352		0.368
E	10.00		10.28	0.393		0.405
G	4.88		5.28	0.192		0.208
L	15.00		15.85	0.590		0.624
L2	1.27		1.40	0.050		0.055
L3	1.40		1.75	0.055		0.069
R		0.40			0.016	
V2	0°		8°	0°		8°

FOOTPRINT DIMENSIONS (in millimeters)

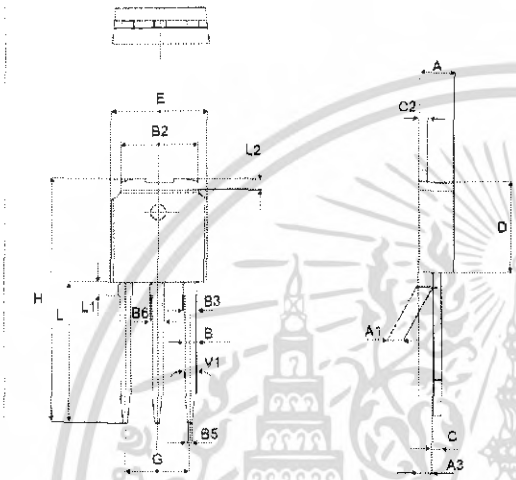
D²PAK (Plastic)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PACKAGE MECHANICAL DATA

IPAK (Plastic)

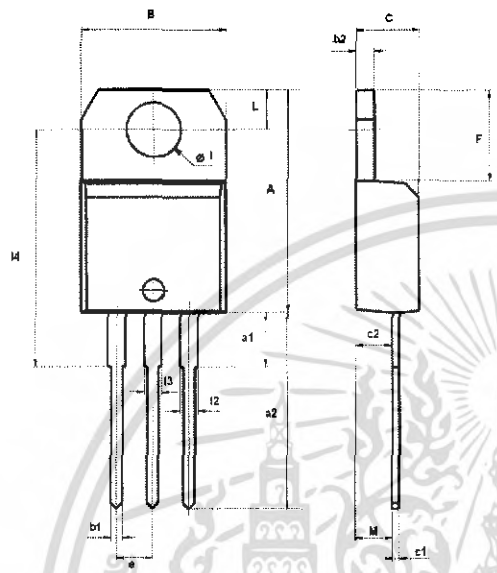


REF.	DIMENSIONS					
	Millimeters			Inches		
	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.
A	2.2		2.4	0.086		0.094
A1	0.9		1.1	0.035		0.043
A3	0.7		1.3	0.027		0.051
B	0.64		0.9	0.025		0.035
B2	5.2		5.4	0.204		0.212
B3			0.85			0.033
B5		0.3			0.035	
B6			0.95			0.037
C	0.45		0.6	0.017		0.023
C2	0.48		0.6	0.019		0.023
D	6		6.2	0.236		0.244
E	6.4		6.6	0.252		0.260
G	4.4		4.6	0.173		0.181
H	15.9		16.3	0.626		0.641
L	9		9.4	0.354		0.370
L1	0.8		1.2	0.031		0.047
L2		0.8	1		0.031	0.039
V1		10°			10°	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PACKAGE MECHANICAL DATA

TO-220AB Ins.



REF.	DIMENSIONS					
	Millimeters			Inches		
	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.
A	15.20		15.90	0.598		0.625
a1		3.75			0.147	
a2	13.00		14.00	0.511		0.551
B	10.00		10.40	0.393		0.409
b1	0.61		0.88	0.024		0.034
b2	1.23		1.32	0.048		0.051
C	4.40		4.60	0.173		0.181
c1	0.49		0.70	0.019		0.027
c2	2.40		2.72	0.094		0.107
e	2.40		2.70	0.094		0.106
F	6.20		6.60	0.244		0.259
I	3.75		3.85	0.147		0.151
I4	15.80	16.40	16.80	0.622	0.646	0.661
L	2.65		2.95	0.104		0.116
I2	1.14		1.70	0.044		0.066
I3	1.14		1.70	0.044		0.066
M		2.60			0.102	

Information furnished is believed to be accurate and reliable. However, STMicroelectronics assumes no responsibility for the consequences of use of such information nor for any infringement of patents or other rights of third parties which may result from its use. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of STMicroelectronics. Specifications mentioned in this publication are subject to change without notice. This publication supersedes and replaces all information previously supplied. STMicroelectronics products are not authorized for use as critical components in life support devices or systems without express written approval of STMicroelectronics.

© The ST logo is a registered trademark of STMicroelectronics

© 2002 STMicroelectronics - Printed in Italy - All Rights Reserved

STMicroelectronics GROUP OF COMPANIES
Australia - Brazil - Canada - China - Finland - France - Germany
Hong Kong - India - Isreal - Italy - Japan - Malaysia - Malta - Morocco - Singapore
Spain - Sweden - Switzerland - United Kingdom - United States.

http://www.st.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

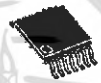
LM124
LM224 - LM324

LOW POWER QUAD OPERATIONAL AMPLIFIERS

- WIDE GAIN BANDWIDTH : 1.3MHz
- INPUT COMMON-MODE VOLTAGE RANGE INCLUDES GROUND
- LARGE VOLTAGE GAIN : 100dB
- VERY LOW SUPPLY CURRENT/AMPLI : 375µA
- LOW INPUT BIAS CURRENT : 20nA
- LOW INPUT OFFSET VOLTAGE : 5mV max.
  (for more accurate applications, use the equivalent parts LM124A-LM224A-LM324A which feature 3mV max)
- LOW INPUT OFFSET CURRENT : 2nA
- WIDE POWER SUPPLY RANGE :
  SINGLE SUPPLY : +3V TO +30V
  DUAL SUPPLIES : ±1.5V TO ±15V

N
DIP14
(Plastic Package)

D
SO14
(Plastic Micropackage)



P
TSSOP14
(Thin Shrink Small Outline Package)

DESCRIPTION

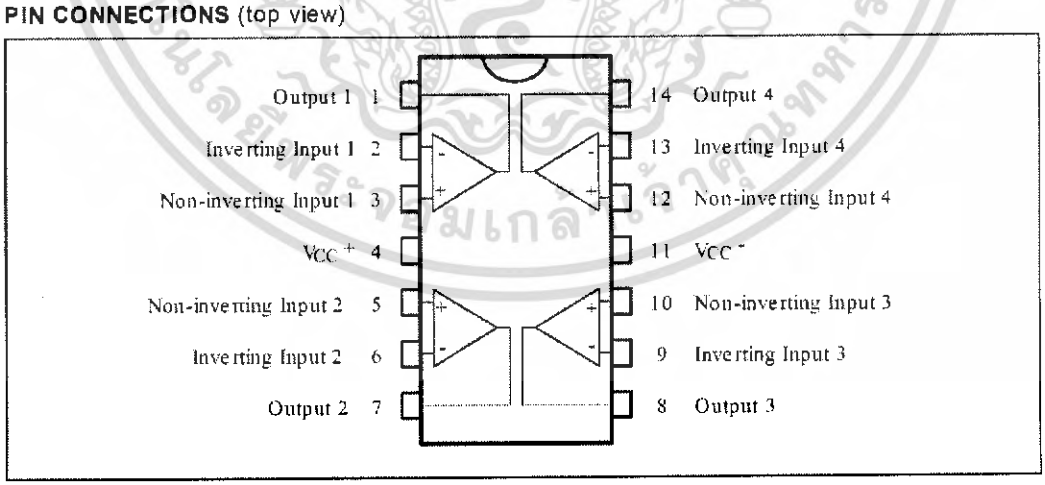
These circuits consist of four independent, high gain, internally frequency compensated operational amplifiers. They operate from a single power supply over a wide range of voltages. Operation from split power supplies is also possible and the low power supply current drain is independent of the magnitude of the power supply voltage.

ORDER CODES

Part Number	Temperature Range	Package		
		N	D	P
LM124	-55°C, +125°C	•	•	•
LM224	-40°C, +105°C	•	•	•
LM324	0°C, +70°C	•	•	•

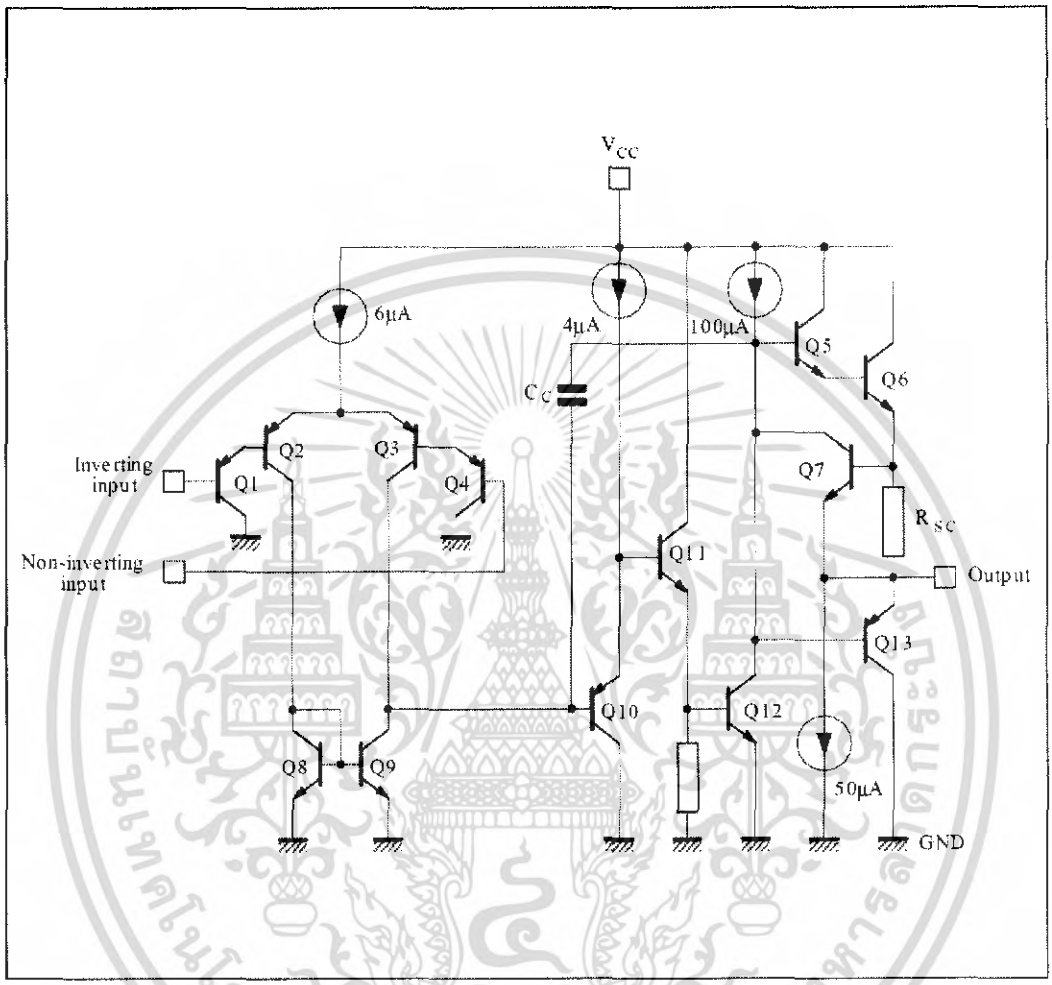
Example : LM224N

PIN CONNECTIONS (top view)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SCHEMATIC DIAGRAM (1/4 LM124)



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	LM124	LM224	LM324	Unit
V_{cc}	Supply Voltage		±16 or 32		V
V_i	Input Voltage		-0.3 to +32		V
V_{id}	Differential Input Voltage - (*)	+32	+32	+32	V
P_{tot}	Power Dissipation N Suffix D Suffix	500 -	500 400	500 400	mW mW
-	Output Short-circuit Duration - (note 1)		Infinite		
I_{in}	Input Current – (note 6)	50	50	50	mA
T_{oper}	Operating Free Air Temperature Range	-55 to +125	-40 to +105	0 to +70	°C
T_{stg}	Storage Temperature Range	-65 to +150	-65 to +150	-65 to +150	°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

V_{CC}^+ = +5V, V_{CC}^- = Ground, V_O = 1.4V, T_{amb} = +25°C (unless otherwise specified)

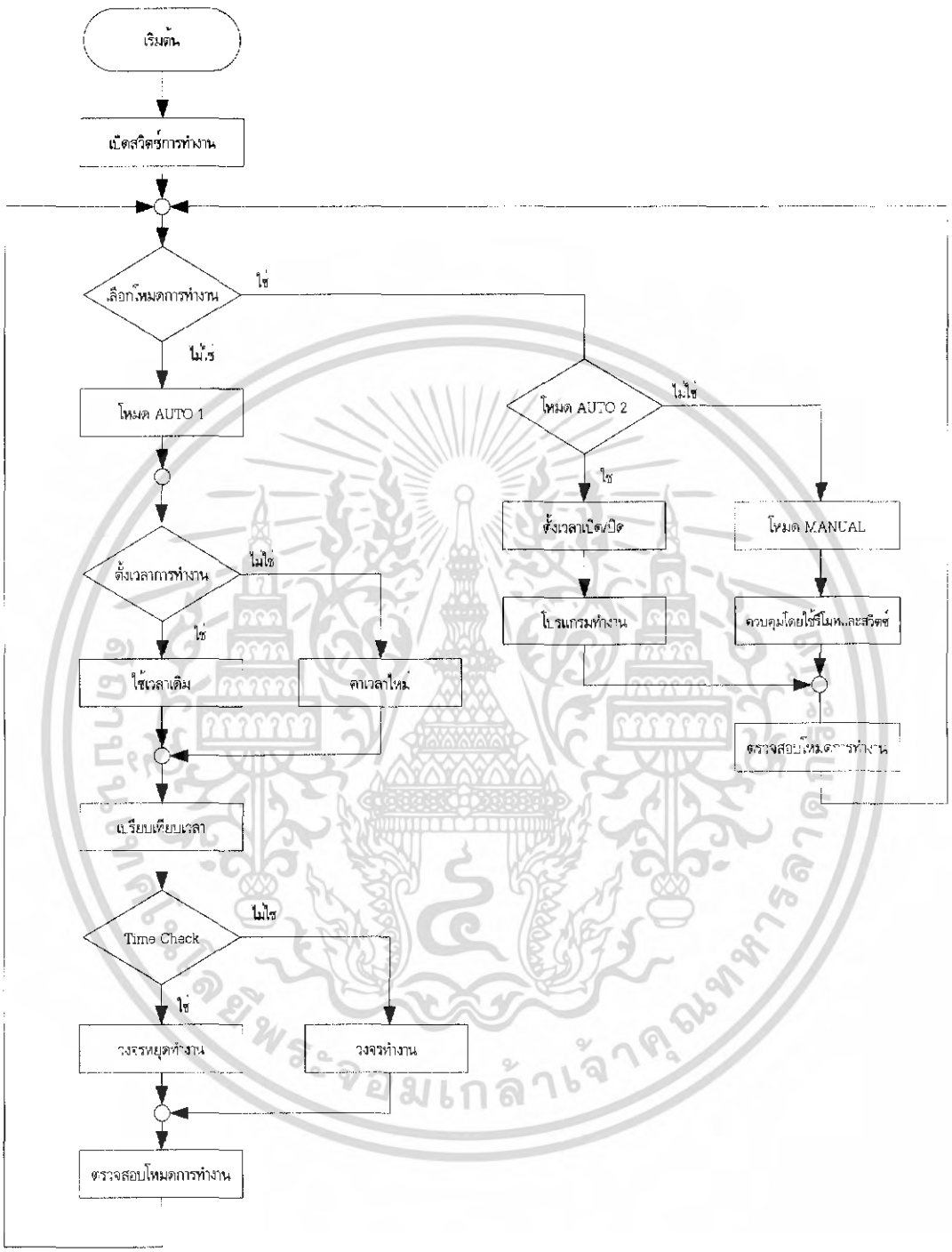
Symbol	Parameter	LM124 - LM224 - LM324			Unit
		Min.	Typ.	Max.	
V_{io}	Input Offset Voltage (note 3) T_{amb} = +25°C LM324 $T_{min.} \le T_{amb} \le T_{max.}$ LM324		2	5 7 7 9	mV
I_{io}	Input Offset Current T_{amb} = +25°C $T_{min.} \le T_{amb} \le T_{max.}$		2	30 100	nA
I_{ib}	Input Bias Current (note 2) T_{amb} = +25°C $T_{min.} \le T_{amb} \le T_{max.}$		20	150 300	nA
A_{vd}	Large Signal Voltage Gain (V_{CC}^+ = +15V, R_L = 2kΩ, V_O = 1.4V to 11.4V) T_{amb} = +25°C $T_{min.} \le T_{amb} \le T_{max.}$	 50 25	 100		V/mV
SVR	Supply Voltage Rejection Ratio ($R_S \le 10k\Omega$) (V_{CC}^+ = 5V to 30V) T_{amb} = +25°C $T_{min.} \le T_{amb} \le T_{max.}$	 65 65	 110		dB
I_{CC}	Supply Current, all Amp, no load T_{amb} = +25°C V_{CC} = +5V V_{CC} = +30V $T_{min.} \le T_{amb} \le T_{max.}$ V_{CC} = +5V V_{CC} = +30V		 0.7 1.5 0.8 1.5	 1.2 3 1.2 3	mA
V_{icm}	Input Common Mode Voltage Range (V_{CC} = +30V) - (note 4) T_{amb} = +25°C $T_{min.} \le T_{amb} \le T_{max.}$	 0 0		 V_{CC} -1.5 V_{CC} -2	V
CMR	Common-mode Rejection Ratio ($R_S \le 10k\Omega$) T_{amb} = +25°C $T_{min.} \le T_{amb} \le T_{max}$	 70 60	 80		dB
I_{source}	Output Current Source (V_{id} = +1V) V_{CC} = +15V, V_o = +2V	20	40	70	mA
I_{sink}	Output Sink Current (V_{id} = -1V) V_{CC} = +15V, V_o = +2V V_{CC} = +15V, V_o = +0.2V	 10 12	 20 50		 mA µA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

ผังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.1 ผังการทำงานของระบบควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ
รหัสต้นฉบับของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมควบคุมการทำงาน

```
#include <16F877.h>
#include <STRING.H>
#define DS1307_WRITE 0xD0 //Fix Address of DS1307 for write cycle
#define DS1307_READ  0xD1 //Fix Address of DS1307 for read cycle
#define AREA_1ADD 1 //Address of EEPROM in PIC16F877 for Timer
Input 1
#define AREA_2ADD AREA_1ADD + 2 //Address of EEPROM in PIC16F877
for Timer Input 2
#define AREA_3ADD AREA_2ADD + 2 //Address of EEPROM in PIC16F877
for Timer Input 3
#define AREA_4ADD AREA_3ADD + 2 //Address of EEPROM in PIC16F877
for Timer Input 4
#define TON_ADD   AREA_4ADD + 2 //Address of EEPROM in PIC16F877
for Time ON
#define TOFF_ADD  TON_ADD + 2 //Address of EEPROM in PIC16F877
for Time OFF
#define TIMER_ADD TOFF_ADD + 2 //Address of EEPROM in PIC16F877
for Timer set
#define I2C_SDA    PIN_C4 //Data PIN of I2C
#define I2C_SCL    PIN_C3 //Clack PIN of I2C
#define RS         PIN_C0 //RS PIN of LCD
#define E          PIN_C1 //E PIN of LCD
#define D0         PIN_C2 //D0 PIN of LCD
#define D1         PIN_C5 //D1 PIN of LCD
#define D2         PIN_C6 //D2 PIN of LCD
#define D3         PIN_C7 //D3 PIN of LCD
#define MODE_SW    PIN_A0 //Input Switch MODE
#define STIME_SW   PIN_A1 //Input Switch Set Time
#define UP_SW      PIN_A2 //Input Switch UP
#define DOWN_SW    PIN_A3 //Input Switch DOWN
#define OUT_0      PIN_D3 //Output 0
#define OUT_1      PIN_B1 //Output 1
#define OUT_2      PIN_B2 //Output 2
#define OUT_3      PIN_B3 //Output 3
#define PIR_0      PIN_B4 //Input PIR 1 (Move Sensor)
#define PIR_1      PIN_B5 //Input PIR 1 (Move Sensor)
#define PIR_2      PIN_B6 //Input PIR 1 (Move Sensor)
#define PIR_3      PIN_B7 //Input PIR 1 (Move Sensor)
#define onOff_sw_0  PIN_D7 //Input Switch for Toggle Output 0
#define onOff_sw_1  PIN_D6 //Input Switch for Toggle Output 1
#define onOff_sw_2  PIN_D5 //Input Switch for Toggle Output 2
#define onOff_sw_3  PIN_D4 //Input Switch for Toggle Output 3
#define EMPTY      0
#define LOW        0
#define HIGH       1
#define AUTO_MODE 0 //Constant for AUTO MODE
#define MANU_MODE 1 //Constant for MANAUL MODE
#define UP         1 //Constant of Switch UP
#define DOWN       2 //Constant of Switch DOWN
#define SET_TIME   3 //Constant of Switch SET TIME
#define MODE       4 //Constant of Switch MODE
#fuses HS
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#fuses NOLVP,NOWDT
#fuses NOPROTECT
#use delay(clock = 4000000)
#use I2C(master,sda = I2C_SDA,scl = I2C_SCL)
#use fast_io(a)
#use fast_io(b)
#use fast_io(d)
#priority EXT
//Constant Sony Remote
#define POWER_REMOTE  0x0ADE //ON/OFF
#define CH1_REMOTE    0x1FDE //Channel 1
#define CH2_REMOTE    0x0FDE //Channel 2
#define CH3_REMOTE    0x17DE //Channel 3
#define CH4_REMOTE    0x07DE //Channel 4
int8 hour,minute,second,timer;
int1 m,outbit_0,outbit_1,outbit_2,outbit_3;
char MSG_CLEAR[] = "        ";
void initailMcu(void); //Initial MCU
void enableLcd(void); //LCD Clock
void writeNybble(char c); //Write Nybble to LCD
void writeByte(char c); //Write Byte to LCD
void printChar(char c); //Write Character to LCD
void printString(char s[8]); //Print String to LCD
void addressSet(char add); //Write Command to LCD
void initailLcd(void); //Initial to LCD
void manualControl(void); //Control Output
void autoControl(void); //Auto Control Output
int8 inputSwitch(void); //Read Input Switch from user
void displayBCD(int8 c); //Display BCD
void displayTime(void); //Display Time
void increaseBCD(int8 *value,int8 max); //Increase BCD
void decreaseBCD(int8 *value); //Decrease BCD
void setTime(void); //Set Time
void setTimer(int8 add); //Set Timer
void timerFunction(void); //Operate of Timer
int1 compareTimer(int8 add); //Compare Time
int8 readDs1307(int8 add); //Read Data from DS1307
void writeDs1307(int8 add,int8 d); //Write Data ot DS1307
void readTime(void); //Read Time
void writeDs1307(void); //Write Time
void main() {
   int8 key;
   int1 firstAuto = 1,firstManaul = 0;
   initailMcu();
   delay_ms(5000);
   initailLcd();
   m = AUTO_MODE; //Default Mode
   while(TRUE){
      key = inputSwitch();
      if(MODE == key){ //Select Mode between Auto & Manual
         m = !m;
      }
      if(m == AUTO_MODE){
      if(firstAuto == 1){
            outbit_0 = LOW; //Initial OUTPUT
            outbit_1 = LOW;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            outbit_2 = LOW;
            outbit_3 = LOW;
            output_bit(OUT_0,outbit_0);
            output_bit(OUT_1,outbit_1);
            output_bit(OUT_2,outbit_2);
            output_bit(OUT_3,outbit_3);
            firstManaul = 1;
            firstAuto = 0;
         }
         addressSet(0x80);
         printChar(' ');
         printChar(' ');
         printChar('A');
         printChar('U');
         printChar('T');
         printChar('O');
         printChar(' ');
         printChar(' ');
         timerFunction();
      }else if(m == MANU_MODE){
         if(firstManaul == 1){
            outbit_0 = LOW; //Initial OUTPUT
            outbit_1 = LOW;
            outbit_2 = LOW;
            outbit_3 = LOW;
            output_bit(OUT_0,outbit_0);
            output_bit(OUT_1,outbit_1);
            output_bit(OUT_2,outbit_2);
            output_bit(OUT_3,outbit_3);
            firstManaul = 0;
            firstAuto = 1;
         }
autoControl();
         timerFunction();
      }else if(m == MANU_MODE){
         if(firstManaul == 1){
            outbit_0 = LOW; //Initial OUTPUT
            outbit_1 = LOW;
            outbit_2 = LOW;
            outbit_3 = LOW;
            output_bit(OUT_0,outbit_0);
            output_bit(OUT_1,outbit_1);
            output_bit(OUT_2,outbit_2);
            output_bit(OUT_3,outbit_3);
            firstManaul = 0;
            firstAuto = 1;
         }
         addressSet(0x80);
         printChar('M');
         printChar('A');
         printChar('N');
         printChar('U');
         printChar('A');
         printChar('L');
         printChar(' ');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      printChar(' ');
            manualControl();
      }
      if(SET_TIME == key){
         setTime();
      }
      readTime();
      displayTime();
}
   }
}

//Function of DS1307
int8 readDs1307(int8 add){
   int8 ans;
   i2c_start();
   i2c_write(DS1307_WRITE);
   i2c_write(add);
   i2c_start();
   i2c_write(DS1307_READ);
   ans = i2c_read(0);
   i2c_stop();
   return ans;
}
void writeDs1307(int8 add,int8 d){
   i2c_start();
   i2c_write(DS1307_WRITE);
   i2c_write(add);
   i2c_write(d);
   i2c_stop();
}
void readTime(void){
   second = 0x7F & readDs1307(0);
   minute = 0x7F & readDs1307(1);
   hour   = 0x3F & readDs1307(2);
}
//Function of TIME
void setTimer(int8 add){
   int8 t,timer[2],i;
   t = read_eeprom(TIMER_ADD);
   timer[1] = hour;
   for(i=0;i<t;++i){
timer[0] = minute;
   timer[1] = hour;
   for(i=0;i<t;++i){
      increaseBCD(&timer[0],0x60);
      if(timer[0] >= 60){
         timer[0] = 0;
         increaseBCD(&timer[1],0x24);
int1 compareTimer(int8 add){
   int1 ans = 0;
   int8 timer[2];
   timer[0] = read_eeprom(add);
   timer[1] = read_eeprom(add + 1);
   if(timer[0] == minute){
   if(timer[1] == hour){
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            ans = 1;
        }
    }
    return ans;
}
void timerFunction(void){
    if(compareTimer(AREA_1ADD)){
        outbit_0 = LOW;
        output_bit(OUT_0,outbit_0);
}
    if(compareTimer(AREA_2ADD)){
        outbit_1 = LOW;
        output_bit(OUT_1,outbit_1);
    }
    if(compareTimer(AREA_3ADD)){
        outbit_2 = LOW;
        output_bit(OUT_2,outbit_2);
    }
    if(compareTimer(AREA_4ADD)){
        outbit_3 = LOW;
        output_bit(OUT_3,outbit_3);
    }
    if(compareTimer(TOFF_ADD)){ //OFF ALL OUTPUT
        m = MANU_MODE;
    }
}
void displayBCD(int8 c){
    int8 temp;
    temp = c >> 4;
    temp &= 0x0F;
    printChar(temp | 0x30);
    temp = c & 0x0F;
    printChar(temp | 0x30);
}
void increaseBCD(int8 *value,int8 max){ //BCD = BCD + 1
        int8 i;
        if(*value < max){
                ++(*value);
                i = *value & 0x0A;
if(i == 0x0A) *value += 6;
        }else{
                *value = max;
        }
}
void decreaseBCD(int8 *value){   //BCD = BCD - 1
        int8 i;
        if(*value > 0){
                --(*value);
                i = *value & 0x0F;
                if(i == 0x0F) *value -= 6;
        }else{
                *value = 0;
        }
}
int8 inputSwitch(void){
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    int8 key = EMPTY;
       delay_ms(100);
       if(LOW == input(UP_SW)) key = UP;
       while(LOW == input(UP_SW));
    }else if(LOW == input(DOWN_SW)){
       delay_ms(100);
       if(LOW == input(DOWN_SW)) key = DOWN;
       while(LOW == input(DOWN_SW));
    }else if(LOW == input(STIME_SW)){
       delay_ms(100);
       if(LOW == input(STIME_SW)) key = SET_TIME;
       while(LOW == input(STIME_SW));
    }else if(LOW == input(MODE_SW)){
       delay_ms(100);
if(LOW == input(MODE_SW)) key = MODE;
       while(LOW == input(MODE_SW));
    }
    return key;
}
void setTime(void){
    int8 input,temp,t[2];
    addressSet(0x80);
    printChar(' ');
    printChar('T');
    printChar('i');
    printChar('m');
    printChar('e');
    printChar(' ');
    printChar(' ');
    printChar(' ');
    addressSet(0x0F); //ON CURSOR
    addressSet(0xC1);
    do{
       input = inputSwitch();
       if(input == UP){
          increaseBCD(&hour,0x23);
       }else if(input == DOWN){
          decreaseBCD(&hour);
       }
       if(input != EMPTY){
          addressSet(0xC0);
          displayBCD(hour);
          addressSet(0xC1);
       }
}while(SET_TIME != input);
addressSet(0xC4);
    do{
       input = inputSwitch();
       if(UP == input){
          increaseBCD(&minute,0x59);
       }else if(DOWN == input){
          decreaseBCD(&minute);
       }
       if(input != EMPTY){
          addressSet(0xC3);
                }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        displayBCD(minute);
          addressSet(0xC4);
    }while(SET_TIME != input);
    addressSet(0xC7);
    do{
       input = inputSwitch();
       if(UP == input){
          increaseBCD(&second,0x59);
       }else if(DOWN == input){
          decreaseBCD(&second);
       }
       if(input != EMPTY){
          addressSet(0xC6);
          displayBCD(second);
          addressSet(0xC7);
       }
    }while(SET_TIME != input);
    writeDs1307(0,second); //Write Data to DS1307
    writeDs1307(1,minute); //Set current Time
    writeDs1307(2,(0x3F & hour));
    printChar(' ');
////////////////////////////////////////////////////////
    t[0] = read_eeprom(TON_ADD);
    t[1] = read_eeprom(TON_ADD + 1);
    addressSet(0x0C); //OFF CURSOR
    addressSet(0x80);
    printChar('T');
    printChar(' ');
    printChar('O');
    printChar('N');
    printChar(' ');
    printChar(' ');
    printChar(' ');
    printChar(' ');
    addressSet(0xC0);
    printString(MSG_CLEAR);
    addressSet(0xC0);
    displayBCD(t[1]);
    printChar(':');
    displayBCD(t[0]);
    addressSet(0xC1);
    addressSet(0x0F); //ON CURSOR
    do{
       input = inputSwitch();
if(UP == input){
          increaseBCD(&t[1],0x23);
       }else if(DOWN == input){
          decreaseBCD(&t[1]);
       }
       if(input != EMPTY){
          addressSet(0xC0);
          displayBCD(t[1]);
addressSet(0xC1);
       }
    }while(SET_TIME != input);
    addressSet(0xC4);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    do{
       input = inputSwitch();
       if(UP == input){
          increaseBCD(&t[0],0x59);
       }else if(DOWN == input){
          decreaseBCD(&t[0]);
       }
       if(input != EMPTY){
          addressSet(0xC3);
          displayBCD(t[0]);
          addressSet(0xC4);
       }
    }while(SET_TIME != input);
    write_eeprom(TON_ADD,t[0]); //Save value of Timer ON
    write_eeprom(TON_ADD + 1,t[1]);
////////////////////////////////////////////////////
    t[0] = read_eeprom(TOFF_ADD);
    t[1] = read_eeprom(TOFF_ADD + 1);
    addressSet(0x0C); //OFF CURSOR
    addressSet(0x80);
    printChar('T');
    printChar(' ');
    printChar('O');
    printChar('F');
    printChar('F');
    printChar(' ');
    printChar(' ');
    printChar(' ');
    addressSet(0xC0);
    displayBCD(t[1]);
    printChar(':');
    displayBCD(t[0]);
    addressSet(0xC1);
    addressSet(0x0F); //ON CURSOR
    do{
       input = inputSwitch();
       if(UP == input){
          increaseBCD(&t[1],0x23);
       }else if(DOWN == input) }while(SET_TIME != input);
    addressSet(0xC4);
    do{
       input = inputSwitch();
       if(UP == input){
          increaseBCD(&t[0],0x59);
       }else if(DOWN == input){
          decreaseBCD(&t[0]);
       }{
          decreaseBCD(&t[1]);
       }
       if(input != EMPTY){
          addressSet(0xC0);
          displayBCD(t[1]);
          addressSet(0xC1);
       }
      }
    }while(SET_TIME != input);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    addressSet(0xC4);
    do{
input = inputSwitch();
       if(UP == input){
          increaseBCD(&t[0],0x59);
       }else if(DOWN == input){
          decreaseBCD(&t[0]);
       }
       if(input != EMPTY){
          addressSet(0xC3);
          displayBCD(t[0]);
          addressSet(0xC4);
       }
    }while(SET_TIME != input);
    write_eeprom(TOFF_ADD,t[0]); //Save value of Timer OFF
    write_eeprom(TOFF_ADD + 1,t[1]);
    ////////////////////////////////////////////////////////
    timer = read_eeprom(TIMER_ADD);
    if(timer > 60) timer = 0;
    addressSet(0x0C); //OFF CURSOR
    addressSet(0x80);
    printChar(' ');
    printChar('T');
    printChar('I');
    printChar('M');
    printChar('E');
    printChar('R');
    printChar(' ');
    printChar(' ');
    addressSet(0xC0);
printString(MSG_CLEAR);
    addressSet(0xC0);
temp = timer / 10;
    printChar(temp | 0x30);
    temp = timer % 10;
    printChar(temp | 0x30);
    addressSet(0xC1);
    addressSet(0x0F); //ON CURSOR
    do{
       input = inputSwitch();
       if(UP == input){
          if(timer < 60) timer++;
       }else if(DOWN == input){
          if(timer > 0) timer--;
       }
       if(input != EMPTY){
          addressSet(0xC0);
          temp = timer / 10;
          printChar(temp | 0x30);
          temp = timer % 10;
          printChar(temp | 0x30);
          addressSet(0xC1);
  }while(SET_TIME != input);
  write_eeprom(TIMER_ADD,timer); //Save value of Timer
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      }
   addressSet(0x0C); //OFF CURSOR
}
void displayTime(void){
char temp;
   addressSet(0xC0);
   temp = hour >> 4;
   temp &= 0x0F;
printChar(temp | 0x30);
   temp = hour & 0x0F;
   printChar(temp | 0x30);
   printChar(':');
   temp = minute >> 4;
   temp &= 0x0F;
   printChar(temp | 0x30);
   temp = minute & 0x0F;
   printChar(temp | 0x30);
   printChar(':');
   temp = second >> 4;
   temp &= 0x0F;
   printChar(temp | 0x30);
   temp = second & 0x0F;
   printChar(temp | 0x30);
}

//Function of OUTPUT CONTROL
void autoControl(void){
   if(HIGH == input(PIR_0)){
      delay_ms(500);
      if(HIGH == input(PIR_0)){
         outbit_0 = HIGH;
         output_bit(OUT_0,outbit_0);
         setTimer(AREA_1ADD);
}
   }else if(HIGH == input(PIR_1)){
      delay_ms(500);
      if(HIGH == input(PIR_1)){
         outbit_1 = HIGH;
         output_bit(OUT_1,outbit_1);
setTimer(AREA_2ADD);
      }
   }else if(HIGH == input(PIR_2)){
      delay_ms(500);
      if(HIGh == input(PIR_2)){
         outbit_2 = HIGH;
         output_bit(OUT_2,outbit_2);
         setTimer(AREA_3ADD);
      }
   }else if(HIGH == input(PIR_3)){
      delay_ms(500);
      if(HIGH == input(PIR_3)){
         outbit_3 = HIGH;
         output_bit(OUT_3,outbit_3);
         setTimer(AREA_4ADD);
      }
   }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}
void manualControl(void){
   if(LOW == input(onOff_sw_0)){
         delay_ms(100);
         if(LOW == input(onOff_sw_0)){
            if(outbit_0){
               outbit_0 = LOW;
output_bit(OUT_0,outbit_0);
            }else{
               outbit_0 = HIGH;
               output_bit(OUT_0,outbit_0);
            }
            while(LOW == input(onOff_sw_0));
}
   }else if(LOW == input(onOff_sw_1)){
         delay_ms(100);
         if(LOW == input(onOff_sw_1)){
            if(outbit_1){
               outbit_1 = LOW;
               output_bit(OUT_1,outbit_1);
            }else{
               outbit_1 = HIGH;
               output_bit(OUT_1,outbit_1);
            }
            while(LOW == input(onOff_sw_1));
         }
   }else if(LOW == input(onOff_sw_2)){
         delay_ms(100);
         if(LOW == input(onOff_sw_2)){
            if(outbit_2){
               outbit_2 = LOW;
               output_bit(OUT_2,outbit_2);
            }else{
               outbit_2 = HIGH;
               output_bit(OUT_2,outbit_2);
            }
            while(LOW == input(onOff_sw_2));
         }

   }else if(LOW == input(onOff_sw_3)){
         delay_ms(100);
         if(LOW == input(onOff_sw_3)){
            if(outbit_3){
               outbit_3 = LOW;
output_bit(OUT_3,outbit_3);
            }else{
               outbit_3 = HIGH;
               output_bit(OUT_3,outbit_3);
            }
            while(LOW == input(onOff_sw_3));
         }
   }
   if(compareTimer(TON_ADD)){
      m = AUTO_MODE;
   }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}
#Function of LCD
void initailLcd(void){
   set_tris_c(0x00);
   output_bit(RS,LOW);
      writeNybble(0x03);
      delay_ms(5);
      writeNybble(0x03);
      delay_ms(5);
      writeNybble(0x03);
      delay_ms(5);
      writeNybble(0x02);
      writeByte(0x28);
   delay_ms(1);
writeByte(0x08);
   delay_ms(1);
      writeByte(0x01);
   delay_ms(1);
}
void addressSet(char add){
   set_tris_c(0x00);
   output_bit(RS,LOW);
   writeByte(add);
}
void printString(char s[8]){
   int8 i;
   for(i=0;i<8;++i){
      printChar(s[i]);
   }
}
void printChar(char c){
   set_tris_c(0x00);
   output_bit(RS,HIGH);
   writeByte(c);
}
void writeByte(char c){
      char buffer;
   set_tris_c(0x00);
      buffer = c >> 4;
      buffer &= 0x0F;
      writeNybble(buffer);
      writeNybble(c);
}
void writeNybble(char c){
   output_bit(D0,c & 0x01);
   output_bit(D1,c & 0x02);
   output_bit(D2,c & 0x04);
   output_bit(D3,c & 0x08);
      enableLcd();
}
}
void enableLcd(void){
   output_bit(E,HIGH);
      delay_ms(1);
   output_bit(E,LOW);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
//Function Initail MCU
void initailMcu(void){
   set_tris_a(0xFF); //Set input for port A
   set_tris_b(0xF1); //Set input/output for port B
   set_tris_d(0xFE); //Set input/output for port D
   enable_interrupts(GLOBAL); //Enable Global Interrupt
   EXT_INT_EDGE(L_TO_H); //Set trigger signal of Interrupt
   enable_interrupts(INT_EXT); //Enable External Interrupt
   setup_timer_1(T1_INTERNAL | T1_DIV_BY_1); //Set Timer MODE
   output_bit(RS,LOW); //Initial LCD
   output_bit(E,LOW);
   output_bit(D0,LOW);
   output_bit(D1,LOW);
   output_bit(D2,LOW);
   output_bit(D3,LOW);
   outbit_0 = LOW; //Initial OUTPUT
   outbit_1 = LOW;
   outbit_2 = LOW;
   outbit_3 = LOW;
   output_bit(OUT_0,outbit_0);
   output_bit(OUT_1,outbit_1);
   output_bit(OUT_2,outbit_2);
   output_bit(OUT_3,outbit_3);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมรีโมทคอนโทรล

```
#include "16f628.h"
#define   TxD         PIN_B2
#define   RxD         PIN_B1
#define   CLOCK_SP    4000000
#fuses HS
#fuses NOLVP , NOWDT
#fuses NOPROTECT
#use delay(clock = CLOCK_SP)
#use fast_io(b)

//Remote Control Code
#define ONOFF_REMOTE  0x0ADE //ON/OFF          (N/F)
#define CH1_REMOTE    0x1FDE //Channel 1
#define CH2_REMOTE    0x0FDE //channel 2
#define CH3_REMOTE    0x17DE //channel 2
#define CH4_REMOTE    0x07DE //channel 2
#define CODE_NUMBER   12

#define EMPTY     0
int16 signal = 0x0000;
int16 x      = 0x0001;
int8  countBit = 0;
char  command = EMPTY;
int1 first = 1;

#INT_EXT
void IntExt_isr(void){
   int16 timer;
   if(first == 1){
      set_timer1(0);
      first = 0;
   }else{
      timer = get_timer1();
      set_timer1(0);
      if((timer > 1000) & (timer < 1400)){
         signal = signal | x;
         signal <<= 1;
         ++countBit;
      }else if((timer > 1600) & (timer < 2000)){
         signal <<= 1;
         ++countBit;
}else{
         disable_interrupts(INT_EXT);
         if(countBit == CODE_NUMBER){
            switch(signal){
               case ONOFF_REMOTE: command = 1;
                                  break;
               case CH1_REMOTE: command = 2;
                                  break;
               case CH2_REMOTE: command = 3;
                                  break;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

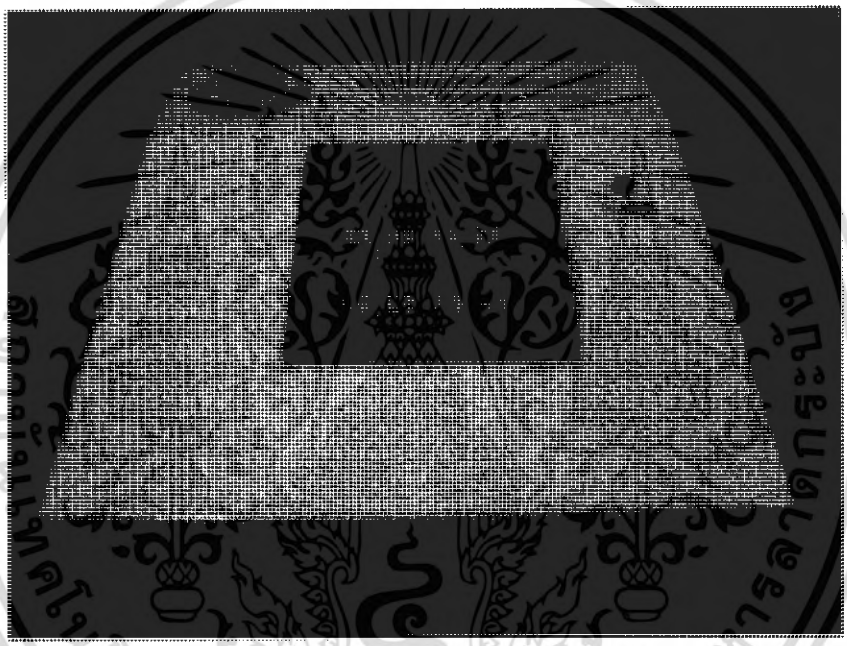
```
            case CH3_REMOTE: command = 4;
                                    break;

            case CH4_REMOTE: command = 5;
                                    break;
               default: command = EMPTY;
            }
         }
         delay_ms(500);
         signal = 0x0000;
         x      = 0x0001;
         countBit = 0;
         enable_interrupts(INT_EXT);
         first = 1;
      }
   }
}

void main(){
   set_tris_b(0x01);
   enable_interrupts(GLOBAL);
   EXT_INT_EDGE(L_TO_H);
   enable_interrupts(INT_EXT);
   setup_timer_1(T1_INTERNAL | T1_DIV_BY_1);
   output_HIGH(PIN_B3);
   output_HIGH(PIN_B4);
   output_HIGH(PIN_B5);
   output_HIGH(PIN_B6);
   output_HIGH(PIN_B7);
   while(TRUE){
      switch(command){
         case 1: output_low(PIN_B3);
                        delay_ms(200);
                        output_high(PIN_B3);
                        command = EMPTY;
                        break;
         case 2: output_low(PIN_B4);
                        delay_ms(200);
                        output_high(PIN_B4);
                       command = EMPTY;
                        break;
         case 3:  output_low(PIN_B5);
                        delay_ms(200);
                        output_high(PIN_B5);
                        command = EMPTY;
                        break;
         case 4: output_low(PIN_B6);
                        delay_ms(200);
                        output_high(PIN_B6);
                        command = EMPTY;
                        break;
         case 5: output_low(PIN_B7);
                        delay_ms(200);
                        output_high(PIN_B7);
                        command = EMPTY;

      }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ช
คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน



ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้า

1. ข้อมูลทางเทคนิคของระบบการเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้า

1. ใช้ไฟฟ้า 220 โวลต์ 50 เฮิรตซ์
2. รองรับโหลดได้ไม่เกิน 800 วัตต์
3. หน่วงเวลาการปิดหลอดไฟฟ้าได้ 1 ถึง 5 นาที
4. ตั้งเวลาในเปลี่ยนโหมดการทำงานได้
5. ควบคุมการทำงานการเปิด-ปิด ได้ 4 ชุด
6. มีรีโมทคอนโทรลควบคุมการทำงาน

2. คำแนะนำเบื้องต้นในการใช้งาน

ก่อนใช้งานระบบควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้า ควรทำการศึกษาการใช้งานจากคู่มือหรือการใช้งานเบื้องต้นก่อน ให้เข้าใจเพื่อการใช้งานที่ถูกต้อง และเป็นการป้องกันการเสียหายที่อาจขึ้น

3. ส่วนประกอบและปุ่มควบคุม

อธิบายของปุ่มการทำงานต่างๆ

ปุ่ม LAMP 1	ทำหน้าที่ เปิด-ปิด หลอดไฟฟ้าหลอดที่ 1
ปุ่ม LAMP 2	ทำหน้าที่ เปิด-ปิด หลอดไฟฟ้าหลอดที่ 2
ปุ่ม LAMP 3	ทำหน้าที่ เปิด-ปิด หลอดไฟฟ้าหลอดที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปุ่ม LAMP 4	ทำหน้าที่ เปิด-ปิด หลอดไฟฟ้าหลอดที่ 4
ปุ่ม MODE	ทำหน้าที่ เลือกโหมดการทำงาน Auto หรือ Manual
ปุ่ม SET	ทำหน้าที่ ตั้งเวลานาฬิกาและไทม์เมอร์
ปุ่ม DOWN	ทำหน้าที่ ลดค่า
ปุ่ม UP	ทำหน้าที่ เพิ่มค่า

4. การติดตั้งและการใช้งาน

4.1 ติดตั้งชุดตรวจจับความเคลื่อนไหวตามจุดที่ต้องการติดตั้ง

4.2 ต่อชุดตรวจจับความเคลื่อนไหวเข้าที่ช่อง PIR 1-4

4.3 ต่อชุดโหลดหรือหลอดไฟฟ้าเข้าที่ช่อง LAMP 1-LAMP 4

4.4 ต่อช่อง AC 220V เข้ากับไฟฟ้าปกติ

4.5 เปิดเครื่องพร้อมใช้งาน

5. ขั้นตอนการใช้งาน

หลังจากที่ได้ทำการติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้วนั้น ก็สามารถที่จะใช้งานได้ตามขั้นตอนดังนี้

5.1 เปิดเครื่องพร้อมใช้งาน

5.2 กดปุ่มเลือกโหมดการทำงานว่าต้องการให้ทำงานในโหมดใด

5.3 กรณีกดเลือกโหมด Manual เราก็จะสามารถทำการเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้าได้ แบบปกติ

5.4 กรณีกดเลือกโหมด Automatic เราก็จะสามารถทำการตั้งเวลาในการเปิด-ปิดได้

5.5 สามารถที่จะกำหนดเวลาการเปิด-ปิดได้ตามต้องการ

5.6 เมื่อไม่ต้องการใช้งานก็ทำการปิดเครื่องได้ทันที

6. การแก้ปัญหาเบื้องต้น

เมื่อท่านประสบปัญหาในการใช้งานเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟฟ้า สามารถตรวจสอบแนวทางการแก้ปัญหาได้ดังนี้

อาการ	สาเหตุและวิธีแก้ไขปัญหา
เครื่องไม่ทำงาน	ตรวจสอบสายไฟ 220โวลต์ และฟิวส์
หลอดไฟฟ้าหรือหลอดไฟฟ้าไม่ติดสว่าง	ตรวจดูช่องต่อโหลดหรือหลอดไฟฟ้า
เครื่องทำงานไม่ปกติ	ตรวจสอบฟังก์ชั่นการทำงาน
เครื่องไม่เปิด-ปิดตามการตั้งเวลา	ตรวจสอบว่าตั้งเวลาไว้เท่าใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. การดูแลรักษาและข้อควรระวัง

7.1 การดูแลรักษา

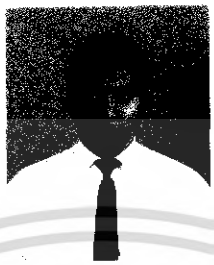
- ตรวจสอบสายไฟฟ้า 220โวลต์ และฟิวส์
- ตรวจสอบชุดตรวจจับความเคลื่อนไหวว่าทำงานปกติหรือไม่
- ตรวจสอบสายที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่างๆให้อยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งาน

7.2 ข้อควรระวัง

- ก่อนซ่อมบำรุงทุกครั้งต้องถอดปลั๊กออกก่อนเสมอ
- ก่อนต่อสายไฟฟ้าควรตรวจสอบให้ดีก่อนใช้งานเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อ-สกุล	นายมงคล การสมศาสตร์
วัน เดือน ปีเกิด	8 พฤศจิกายน 2526
ภูมิลำเนา	100/508 หมู่ 3 ตำบลเสม็ด อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี 20000
	โทรศัพท์ 0-3876-5721
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนวัดกลางดอน จังหวัดชลบุรี
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนชลราษฎรอำรุง จังหวัดชลบุรี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	โรงเรียนเทคโนโลยีภาคตะวันออก จังหวัดชลบุรี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคดอนเมือง จังหวัดกรุงเทพมหานคร
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
	ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
ความสนใจพิเศษ	เล่นกีฬาฟุตบอล
คติพจน์	ความผิดพลาดในอดีต คือ บทเรียนแห่งอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นายวีระยุทธ ช่วยอุปการ
วัน เดือน ปีเกิด	13 เมษายน 2525
ภูมิลำเนา	95 หมู่ 1 ตำบลบางหิน อำเภอกะเปอร์ จังหวัดระนอง 85120
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนบ้านด่าน จังหวัดระนอง
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนบ้านบางหิน จังหวัดระนอง
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคระนอง จังหวัดระนอง
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคระนอง จังหวัดระนอง
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
ความสนใจพิเศษ	เล่นกีฬาฟุตบอล
คติพจน์	ฝันให้ไกล ไปให้ถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล นายเทพินทร์ บัวอินทร์

วัน เดือน ปีเกิด 16 มีนาคม 2525

ภูมิลำเนา 45 หมู่ 4 ตำบลทุ่ง อำเภอไชยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี 84110
โทรศัพท์ 0-7722-8155

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา โรงเรียนบ้านหนองมน จังหวัดสุราษฎร์ธานี

มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนไชยาวิทยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี

ประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยการอาชีพไชยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง โรงเรียนสุราษฎร์ธานีเทคโนโลยี ช่างอุตสาหกรรม
จังหวัดสุราษฎร์ธานี

ปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ความสนใจพิเศษ ศึกษาธรรมะ

คติพจน์ ทำวันนี้ให้ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้