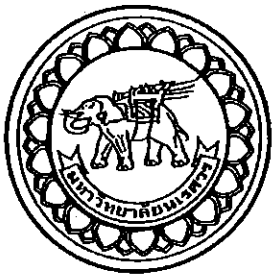


การควบคุมการเปิดปิดไฟอัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์

MICROCONTROLLER–BASED AUTOMATIC ON-OFF CONTROL FOR A LIGHTING SYSTEM

นายกิตติชัย พันธ์ทอง รหัส 50364447

นายพงศกร ตามล รหัส 50364706

สำนักคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 17 พ.ย. 2554
เลขทะเบียน 15710467
เลขเรียกหนังสือ ฝร.
มหาวิทยาลัยนเรศวร ก6711
2559

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2553

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน	ระบบควบคุมการเปิดปิดไฟอัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์	
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายกิตติชัย พันธ์ทอง	รหัส 50364447
	นายพงศกร ตามล	รหัส 50364706
ที่ปรึกษาโครงงาน	ดร. นิพัทธ์ จันทรมินทร์	
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า	
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์	
ปีการศึกษา	2553	

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

.....ที่ปรึกษาโครงงาน

(ดร. นิพัทธ์ จันทรมินทร์)

.....กรรมการ

(ดร. ศุภวรรณ พลพิทักษ์ชัย)

.....กรรมการ

(ดร. แคทรียา สุวรรณศรี)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	ระบบควบคุมการเปิดปิดไฟอัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์	
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายกิตติชัย พันธ์ทอง	รหัส 50364447
	นายพงศกร ตามล	รหัส 50364706
ที่ปรึกษาโครงงาน	ดร. นิพัทธ์ จันทรมินทร์	
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า	
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์	
ปีการศึกษา	2553	

.....

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอโครงงานเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมการเปิดปิดไฟอัตโนมัติ โดยมีเป้าหมายในการลดการใช้พลังงานอย่างฟุ่มเฟือย รวมถึงส่งเสริมการใช้พลังงานไฟฟ้าให้เกิดประโยชน์อย่างสูงสุด ระบบควบคุมฯ ที่สร้างขึ้นในโครงงานนี้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการเปิดปิดไฟของระบบส่องสว่าง 2 ระบบ คือ ระบบส่องสว่างสำหรับพื้นที่ใช้งาน (Working space) และระบบส่องสว่างสำหรับสวนสาธารณะ โดยไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลสัญญาณที่ได้จากชุดตรวจจับในระบบทั้งสองดังกล่าว นั่นคือในระบบส่องสว่างสำหรับพื้นที่ใช้งานจะใช้ชุดตรวจจับการเคลื่อนที่ตัดผ่านของวัตถุซึ่งพัฒนาขึ้นจากตัวชี้เลเซอร์ (Laser pointer) 2 ตัวซึ่งติดตั้ง ณ ตำแหน่งทางเข้าและทางออกของพื้นที่อย่างละตัว เมื่อมีคนเดินเข้ามาในพื้นที่ ระบบควบคุมฯ จะเปิดไฟของระบบส่องสว่างทำงานและทำการนับจำนวนคนที่เข้ามาในพื้นที่ใช้งานดังกล่าว ระบบควบคุมฯ จะสั่งปิดไฟก็ต่อเมื่อคนเดินออกจากพื้นที่หมดแล้ว ในขณะที่ระบบส่องสว่างสำหรับสวนสาธารณะจะใช้ชุดตรวจจับความเข้มแสงซึ่งสร้างจากตัวต้านทานไวแสงหรือแอลดีอาร์ (Light dependent resistor: LDR) โดยการเปิดปิดไฟในสวนสาธารณะจะขึ้นอยู่กับความเข้มแสงเท่านั้น

Project title	Microcontroller-Based Automatic On-Off Control for a Lighting System
Name	Mr. Kittichai Phanthong ID. 50364447
	Mr. Pongsakorn Tamon ID. 50364706
Project advisor	Mr. Niphat Jantharamin, Ph.D.
Major	Electrical Engineering
Department	Electrical and Computer Engineering
Academic year	2010

Abstract

This thesis presents an application of microcontroller for automatic lighting on-off control. The aim of this project is to reduce energy consumption as well as to promote efficient energy use. A controller developed in this project uses the microcontroller to regulate the lighting for working space and a park. The controller processes signals produced bysensors of the two aforementioned areas. The sensor used in the working space detects objects moving by. It is developed via 2 laser pointers: one mounted at the entrance while the other at exit of the area. As the first person enters the area, the controller switches on the light and starting counting. The light will be turned off after the last person leaves the place. On the other hand, the lighting system for the park uses a light-dependent resistor to detect daylight intensity. The controller decides whether the light should be on or off based purely on the light intensity, regardless of the amount of people in the area.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณาเป็นอย่างยิ่งจาก ดร. นิพัทธ์ จันทรมินทร์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน และให้ความกรุณาในการตรวจทานปริญญานิพนธ์ คณะผู้ดำเนินโครงงานขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงและขอระลึกถึงความกรุณาของท่านไว้ตลอดไป

ขอขอบคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้กับคณะผู้ดำเนินงาน

ขอขอบคุณคุณนายณัฐภัทร มัทย์พงษ์ถาวร ที่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับอุปกรณ์ในระหว่างดำเนินโครงงาน

นอกจากนี้ยังต้องขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ที่ให้ยืมอุปกรณ์และเครื่องมือวัดมาใช้งาน จนทำให้โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้

เหนือสิ่งอื่นใด คณะผู้ดำเนินโครงงานขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ ผู้มอบความรักความเมตตา สติปัญญา รวมทั้งเป็นผู้ให้ทุกสิ่งทุกอย่างตั้งแต่วัยเยาว์จวบจนถึงปัจจุบัน คอยเป็นกำลังใจทำให้ได้รับความสำเร็จอย่างทุกวันนี้ และขอขอบคุณทุกๆคนในครอบครัวของคณะผู้ดำเนินโครงงานที่ไม่ได้กล่าวไว้ ณ ที่นี้ด้วย

นายกิตติชัย พันธ์ทอง

นายพงศกร ตามล

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์ ..... ก
บทคัดย่อภาษาไทย ..... ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ค
กิตติกรรมประกาศ ..... ง
สารบัญ ..... จ
สารบัญตาราง ..... ช
สารบัญรูป ..... ฌ

บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 2
1.3 ขอบเขตของโครงงาน 3
1.4 ขั้นตอนและแผนการดำเนินงาน 3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงงาน 4
1.6 งบประมาณ 4

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง 5
2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ 5
2.1.1 หน่วยประมวลผลกลาง 5
2.1.2 ช่องติดต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับคอมพิวเตอร์ 6
2.1.3 ภาษาที่ใช้เขียนโปรแกรมในไมโครคอนโทรลเลอร์ 7
2.2 ตัวต้านทานไวแสง 7
2.2.1 โครงสร้างของตัวต้านทานไวแสง 7
2.2.2 สมบัติทางแสงของตัวต้านทานไวแสง 8
2.2.3 ผลตอบสนองทางไฟฟ้าของตัวต้านทานไวแสง 9

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3 รีเลย์ชนิดแม่เหล็กไฟฟ้า 9
2.3.1 โครงสร้างของรีเลย์ 9
2.3.2 การทำงานของรีเลย์ 10

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน 11
3.1 การออกแบบวงจรควบคุมการเปิดปิดไฟอัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ 12
3.1.1 ผังงานการทำงานของชุดตรวจจับความเข้มแสง 12
3.1.2 ผังงานการทำงานของโปรแกรมเปิดปิดไฟที่ได้จากชุดตรวจจับความเข้มแสง 13
3.1.3 ผังงานการทำงานและส่งสัญญาณจากการตัดผ่านของวัตถุ 13
3.1.4 ผังงานแสดงการประมวลการเปิดปิดไฟตามการตัดผ่านของวัตถุ 14
3.2 การสร้างระบบควบคุมการเปิดปิดไฟอัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ 15
3.2.1 วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์ 17
3.2.2 วงจรรีเลย์ควบคุมเปิดปิดสัญญาณไฟ 18
3.2.3 วงจรชุดตรวจจับการเคลื่อนที่ตัดผ่านของวัตถุและชุดตรวจจับความเข้มแสง 20
3.2.4 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์และไอซีขับกระแส 23

บทที่ 4 ผลการทดสอบ 26
4.1 การทดสอบชุดตรวจจับความเข้มแสง 26
4.2 การทดสอบชุดตรวจจับการเคลื่อนที่ตัดผ่านของวัตถุ 28
4.3 การทดสอบการบริโภคพลังงานไฟฟ้าของระบบควบคุม 32

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 34
5.1 สรุปผลการดำเนินโครงงาน 34
5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข 35
5.3 แนวทางในการพัฒนาต่อไป 35

เอกสารอ้างอิง 37

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ก รายละเอียดของไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่น AT89C51ED2 38
ภาคผนวก ข รายละเอียดของรีเลย์ชนิดแม่เหล็กไฟฟ้า OMRON MY4N, MY2N 24 V 46
ภาคผนวก ค รายละเอียดของรีเลย์อิเล็กทรอนิกส์ 12 V 2 POLE 53
ภาคผนวก ง รายละเอียดของไอซี ULN 2805 58
ภาคผนวก จ รหัสต้นฉบับของโปรแกรมควบคุม 64

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน 67

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของอาคารพาณิชย์ประเภทต่างๆ 1
1.2 ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้แสงสว่างในอาคารพาณิชย์ประเภทต่างๆ 2
4.1 แสดงผลการทดสอบการเปิดปิดกับการตอบสนองกับความเข้มแสง 26
4.2 ผลการทดสอบการตัดผ่านวัตถุ 31
4.3 ผลการทดสอบการใช้กระแสและแรงดันของระบบควบคุม 32

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ 6
2.2 โครงสร้างตัวต้านทานไวแสง 7
2.3 ตัวอย่างกราฟความไวต่อแสง ณ ความถี่ต่างๆของตัวต้านทานไวแสง 8
2.4 ตัวอย่างกราฟความไวต่อแสง ณ ความถี่ต่างๆของตัวต้านทานไวแสง 8
2.5 โครงสร้างของรีเลย์ชนิดแม่เหล็กไฟฟ้า 9
2.6 การทำงานของรีเลย์ 10
3.1 ผังงานโครงสร้างโดยรวมของโครงงาน 11
3.2 ผังงานการทำงานของชุดตรวจจับความเข้มแสง 12
3.3 ผังงานการทำงานของโปรแกรมเปิดปิดไฟที่ได้จากชุดตรวจจับความเข้มแสง 13
3.4 ผังการทำงานและส่งสัญญาณจากการตัดผ่านของวัตถุ 14
3.5 ผังงานแสดงการประมวลผลการเปิดปิดไฟตามการตัดผ่านของวัตถุ 15
3.6 วงจรควบคุมการเปิดปิดไฟอัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ 16
3.7 วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์ 17
3.8 วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์ 18
3.9 วงจรรีเลย์ควบคุมเปิดปิดสัญญาณไฟ 18
3.10 วงจรรีเลย์ควบคุมเปิดปิดสัญญาณไฟ 20
3.11 วงจรชุดตรวจจับการเคลื่อนที่ตัดผ่านของวัตถุ 20
3.12 วงจรชุดตรวจจับความเข้มแสง 22
3.13 วงจรชุดตรวจจับการเคลื่อนที่ตัดผ่านของวัตถุและชุดตรวจจับความเข้มแสง 22
3.14 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์และวงจรขับกระแส 23
3.15 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์และวงจรขับกระแส 24
3.16 ตัวควบคุมการเปิดปิดไฟอัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ 25
4.1 กราฟแรงดันตกคร่อมรีเลย์อิเล็กทรอนิกส์ช่วงกลับคืนสู่สถานะปกติปิดวงจร 27
4.2 กราฟแรงดันตกคร่อมรีเลย์อิเล็กทรอนิกส์ช่วงกลับคืนสู่สถานะปกติเปิดวงจร 27
4.3 สถานะเริ่มต้นของวงจร 28
4.4 หลอดไฟแสดงสถานการณ์ผ่านเข้าของวัตถุจำนวน 1 ชิ้น 28
4.5 หลอดไฟแสดงการผ่านเข้าของวัตถุจำนวน 2 ชิ้น 29
4.6 หลอดไฟแสดงการผ่านเข้าของวัตถุจำนวน 3 ชิ้น 29

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.7 หลอดไฟแสดงการผ่านออกของวัตถุจำนวน 1 ชิ้น 30
4.8 หลอดไฟแสดงการผ่านออกของวัตถุจำนวน 2 ชิ้น 30
4.9 หลอดไฟแสดงการผ่านออกของวัตถุเท่ากับจำนวนที่เข้ามา 31

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

เนื่องจากสถานการณ์ด้านพลังงานในปัจจุบันราคาน้ำมันในตลาดโลกปรับไปอยู่ที่ระดับที่สูงมากในช่วงที่ผ่านมา เป็นการเตือนให้ทราบว่าทรัพยากรพลังงานในโลกมีจำกัดจึงควรที่จะพัฒนาความรู้และเทคโนโลยีที่เอื้ออำนวยให้ใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืนการใช้เทคโนโลยีการออกแบบอาคารและบ้านอยู่อาศัยที่อนุรักษ์พลังงานเป็นหนทางหนึ่งที่จะช่วยให้ใช้ทรัพยากรอย่างประหยัดและคุ้มค่าจากรายงานไฟฟ้าของประเทศไทยพบว่าบ้านอยู่อาศัยใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นสัดส่วนถึง 21% และธุรกิจใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นสัดส่วนถึง 32% ซึ่งทั้ง 2 กลุ่มนี้ใช้พลังงานไฟฟ้ารวมกันเป็น 53% ของที่ใช้ทั้งหมดจากทุกสาขา สัดส่วนเช่นนี้เทียบเคียงได้กับประเทศในสหพันธรัฐยุโรปซึ่งอยู่ที่ 54%

เมื่อพิจารณาการใช้ไฟฟ้าในอาคารพาณิชย์ในประเทศไทยจะพบว่า มีการใช้พลังงานไฟฟ้าในระดับ 40-360 kWh/m^2a โดยอาคารที่มีสัดส่วนพื้นที่ที่ปรับอากาศสูงจะใช้ไฟฟ้าในปริมาณสูงโดยปกติการปฏิบัติกิจกรรมในอาคารที่ปรับอากาศส่วนใหญ่อาคารที่ปรับอากาศต้องอาศัยไฟฟ้าในการส่องสว่างในอาคาร โดยปริมาณการใช้ไฟฟ้าตามตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของอาคารพาณิชย์ประเภทต่างๆ [4]

ประเภทอาคาร	ค่าพลังงานไฟฟ้าต่อพื้นที่ใช้สอยต่อปี (kWh/m^2a)			สัดส่วนพื้นที่ปรับอากาศต่อพื้นที่ใช้สอย (%)
	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย
สำนักงาน	25.5	660.1	102.9	28
โรงแรม	109.4	618.1	148.4	65
โรงพยาบาล	83.8	520.8	116.0	41
ห้างสรรพสินค้าขายปลีก	111.0	1165.4	268.7	68
สถานศึกษา	33.3	171.4	37.3	27
อาคารชุด	37.6	659.4	66.1	26
อาคารอื่นๆ	27.0	717.9	117.5	32

ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้เพื่อให้แสงสว่างในอาคารพาณิชย์ประเภทต่างๆดูตารางที่ 1.2 มีสัดส่วนถึงกว่า 20% ของปริมาณไฟฟ้าทั้งหมด อีกทั้งหลอดไฟฟ้าสามารถแปลงไฟฟ้าเป็นแสงสว่างจากปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ เพื่อจ่ายให้แก่หลอดไฟฟ้าได้อย่างมากเพียง 25% เท่านั้น ส่วนพลังงานไฟฟ้าที่เหลือถูกแปลงเป็นความร้อน ซึ่งกลายเป็นภาระแก่ระบบปรับอากาศ

ตารางที่ 1.2 ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้แสงสว่างในอาคารพาณิชย์ประเภทต่างๆ [4]

ประเภทอาคาร	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ส่องสว่างต่อพื้นที่ (kWh/m^2a)			สัดส่วนการใช้ไฟฟ้าในการส่องสว่าง ต่อพลังงานไฟฟ้าทั้งหมด (%)
	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย
สำนักงาน	4.8	94.5	12.9	22
โรงแรม	20.7	38.2	27.0	19
โรงพยาบาล	11.0	32.9	24.1	22
ห้างสรรพสินค้าขายปลีก	13.6	163.5	56.2	22
สถานศึกษา	11.4	171.4	11.1	32
อาคารชุด	2.6	135.9	12.2	22
อาคารอื่นๆ	3.5	82.9	26.0	20

จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นได้ว่า การใช้ไฟฟ้าในระบบส่องสว่างมีความสิ้นเปลืองอย่างมาก จะเห็นได้จากตามอาคารต่างๆมีการเปิดไฟทิ้งไว้โดนไม่มีการใช้ประโยชน์ จึงเป็นแรงบันดาลใจที่จะสร้างระบบสวิตช์เปิดปิดอัตโนมัติระบบส่องสว่างขึ้นโดยระบบที่จะสร้างขึ้นซึ่งมีเงื่อนไขในการเปิดปิดสวิตช์อัตโนมัติอยู่ 2 เงื่อนไข

1) เงื่อนไขแรกคืออ้างอิงการเคลื่อนที่ตัดผ่านของวัตถุ

2) เงื่อนไขที่สองคืออ้างอิงจากตรวจจับความเข้มของแสงบริเวณสาธารณะ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

เพื่อสร้างระบบควบคุมการเปิดปิดไฟอัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมการเปิดปิดไฟในพื้นที่ใช้งานและพื้นที่สาธารณะ

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1) สร้างชุดตรวจจับการเคลื่อนที่ตัดผ่านของวัตถุในพื้นที่ใช้งานเฉพาะซึ่งมีทางเข้าและทางออกแยกจากกัน โดยกำหนดให้วัตถุเคลื่อนที่ผ่านเข้าหรือออกได้ทีละ 1 ชิ้น

2) สร้างชุดตรวจจับความเข้มแสงภายนอกอาคารโดยใช้ตัวต้านทานไวแสง

3) สร้างตัวควบคุมการทำงานของสวิตช์เปิดปิดไฟ โดยรับค่าจากชุดตรวจจับทั้งสองชุดข้างต้นมาประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

1.4 ขั้นตอนและแผนการดำเนินงาน

รายละเอียด	ปี 2553							ปี 2554		
	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
1. ศึกษาข้อมูลและการทำงานของชุดตรวจจับการเคลื่อนที่ผ่านของวัตถุ										
2. ศึกษาข้อมูลและการทำงานของชุดตรวจจับความเข้มแสง										
3. ออกแบบและสร้างชุดตรวจจับ										
4. ออกแบบและสร้างตัวควบคุมการทำงานของสวิตช์เปิดปิด										
5. ทดสอบและปรับปรุงชิ้นงาน										
6. สรุปผลและจัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์										

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงงาน

ตัวควบคุมสวิตช์เปิดปิดไฟอัตโนมัติที่สร้างขึ้นสามารถเปิดปิดระบบส่องสว่างในกรณีที่มีวัตถุผ่านเข้า-ออกและตอบสนองต่อปริมาณแสงรอบๆบริเวณนั้น ทำให้ลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยสิ้นเปลืองในขณะที่ไม่มีการใช้ประโยชน์

1.6 งบประมาณ

1) ชุดเซ็นเซอร์แสง	190 บาท
2) แผ่นทองแดงสำหรับสร้างลายวงจร	30 บาท
4) ชุดไมโครคอนโทรลเลอร์	750 บาท
5) ชุดระบบจ่ายไฟ	625 บาท
6) หลอดไฟ	70 บาท
7) ค่าถ่ายเอกสารและเข้าเล่มปริญญานิพนธ์	800 บาท
รวมเป็นเงินทั้งสิ้น (สองพันบาทถ้วน)	2,465 บาท

หมายเหตุ: ถัวเฉลี่ยทุกรายการ

มหาวิทยาลัยนเรศวร

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

การสร้างชุดควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์นี้เป็นการนำเทคโนโลยีต่างๆที่มีในปัจจุบันมาพัฒนาเพื่อให้มีเครื่องมือและอุปกรณ์ที่สามารถทำงานแทนมนุษย์ได้ในบทนี้จะกล่าวถึงการสร้างชุดควบคุมการเปิดปิดไฟอัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยการนำตัวตรวจจับเซ็นเซอร์แสงตัวต้านทานไวแสงกับชุดควบคุมเปิดปิด และไมโครคอนโทรลเลอร์ประกอบเข้าด้วยกันโดยใช้ตัวต้านทานไวแสงตรวจจับความเข้มแสงและใช้ตัวตรวจจับเซ็นเซอร์จับการผ่านของวัตถุแล้วส่งสัญญาณไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อประมวลผลแล้วส่งสัญญาณให้ชุดควบคุมการเปิดปิดไฟทำการตัดต่อไฟฟ้า เพื่อให้กระแสเชื่อมต่อเข้ายังหลอดไฟทำให้หลอดไฟติดสว่างการที่จะทำโครงงานการควบคุมการเปิดปิดไฟอัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องมีการศึกษาส่วนที่สำคัญ คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ภาษาภาษาซี ตัวต้านทานไวแสง และรีเลย์

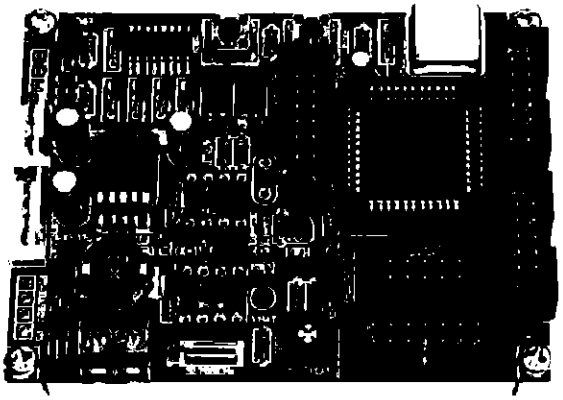
2.1ไมโครคอนโทรลเลอร์

ส่วนประกอบหลักของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ต้องพิจารณาเพื่อเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์มีดังนี้

2.1.1 หน่วยประมวลผลกลาง

จากการศึกษาและค้นคว้าข้อมูลได้ทำการศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับซีพียูเอ็มซีเอส-51 ของบริษัทแอทเมลเป็นซีพียูที่ได้รับความนิยมค่อนข้างมาก ราคาถูกมีความยืดหยุ่นในการใช้งานสูง ซีพียูที่นิยมใช้กันมากในตระกูล AT89C51XXX ในการสร้างชิ้นงานเลือกใช้รุ่น AT89C51ED2 และแสดงดังรูปที่ 2.1 ซึ่งมีคุณสมบัติเหมาะสมกับความต้องการของโครงงานดังนี้

1) มีหน่วยความจำโปรแกรมชนิดแฟลชเมมโมรีขนาด 64 kbyte
2) มีหน่วยความจำข้อมูลภายในชิปขนาด 1,792 byte
3) มีช่องสัญญาณติดต่อกับคอมพิวเตอร์รูปแบบ RS-232
4) มีช่องสัญญาณอินพุตและเอาท์พุต 4 ช่องสัญญาณ
5) มีวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาความถี่ 29.4912 MHz
6) มีช่องการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม (Serial UART channel) 1 ช่อง
7) มีตัวควบคุมแรงดันแบบสวิตช์ชิ่ง LM 2575
8) บอร์ดมีขนาด 8 x 6 CM



รูปที่ 2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่น AT89C51ED2 [5]

2.1.2 ช่องติดต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับคอมพิวเตอร์

ในการเลือกใช้แผงไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องรู้เกี่ยวกับช่องทางติดต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับคอมพิวเตอร์ เพื่อจะได้เลือกได้ถูกต้องตามเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์

1) การติดต่อผ่านพอร์ตขนาน (Parallel port)

พอร์ตขนานสามารถรับส่งข้อมูลในลักษณะขนานได้นำไปใช้ควบคุมอุปกรณ์ภายนอกได้เป็นอย่างดี แต่ไม่เหมาะสมในการติดต่อสื่อสารในระยะทางไกลเพราะต้องใช้จำนวนสายในการติดต่อสื่อสารจำนวน 8 เส้นทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายโดยที่พอร์ตขนานจะสามารถให้ความเร็วในการส่งข้อมูลได้อย่างรวดเร็วซึ่งสามารถส่งข้อมูลขนาด 8 bit ได้ [2]

2) การติดต่อผ่านพอร์ตอนุกรม (Serial port)

การติดต่อแบบอนุกรมนั้นเป็นการส่งข้อมูลทีละบิตซึ่งจะแตกต่างจากแบบขนานตรงที่สามารถส่งหลายๆบิตพร้อมกันได้แต่การติดต่อแบบอนุกรมจะส่งข้อมูลได้ไกลทั้งยังประหยัดค่าใช้จ่ายในการติดต่อสื่อสารกว่าแบบขนานเพราะใช้สายในการติดต่อสื่อสารเพียง 3 เส้นแต่ความเร็วในการสื่อสารจะน้อยกว่าการสื่อสารแบบขนาน [2]

2.1.3 ภาษาที่ใช้เขียนโปรแกรมในไมโครคอนโทรลเลอร์

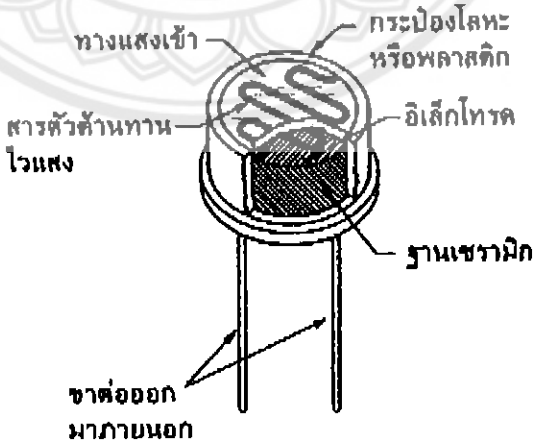
เนื่องจากโครงงานนี้มีความซับซ้อนในเรื่องไมโครคอนโทรลเลอร์ไม่มากนัก จึงเลือกใช้ภาษาซีในโครงงานนี้ ซึ่งในภาษาซีเป็นภาษาที่นิยมใช้กับระบบปฏิบัติการอื่นๆและกลายเป็นภาษาโปรแกรมชนิดหนึ่งที่ใช้กันแพร่หลายภาษาซีมีประสิทธิภาพในการทำงานและสามารถประมวลผลได้กับแผงไมโครคอนโทรลเลอร์ได้เป็นส่วนใหญ่ทั้งยังมีความรวดเร็วในการประมวลผลอีกทั้งไม่ต้องมีการแปลงภาษาที่ซับซ้อน

2.2 ตัวต้านทานไวแสง

ส่วนประกอบหลักโครงสร้าง สมบัติทางแสงและผลตอบสนองทางไฟฟ้าของตัวต้านทานไวแสงที่ต้องพิจารณาเลือกใช้มีดังนี้

2.2.1 โครงสร้างของตัวต้านทานไวแสง

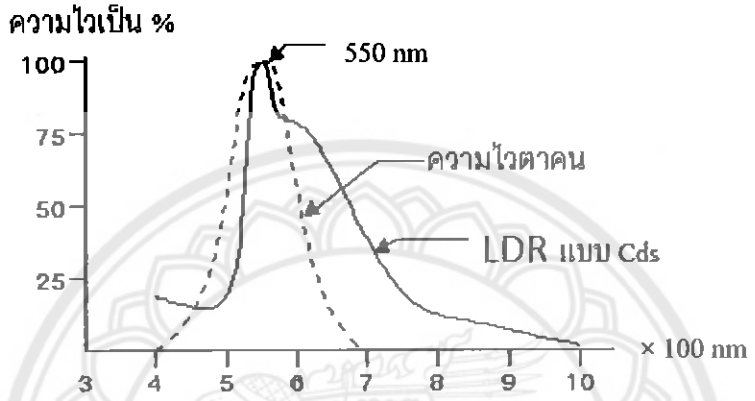
ตัวต้านทานไวแสง (Light sensitive resistor: LSR) หรือแอลดีอาร์ (Light dependent resistor) ลักษณะของตัวต้านทานไวแสงจะแสดงในรูปที่ 2.2 ส่วนที่ขดเป็นแนวเล็กๆสีดำเป็นส่วนที่ทำหน้าที่เป็นตัวต้านทานไวแสงและยังแบ่งพื้นที่ของตัวมันออกเป็น 2 ข้างทำหน้าที่สัมผัสกับตัวต้านทานไวแสงเป็นที่ไว้สำหรับต่อขาออกมาภายนอกหรือเรียกว่าอิเล็กโทรด ส่วนที่เหลือก็จะเป็นฐานเซรามิก และอุปกรณ์สำหรับห่อหุ้มมันซึ่งมีได้หลายแบบ [5]



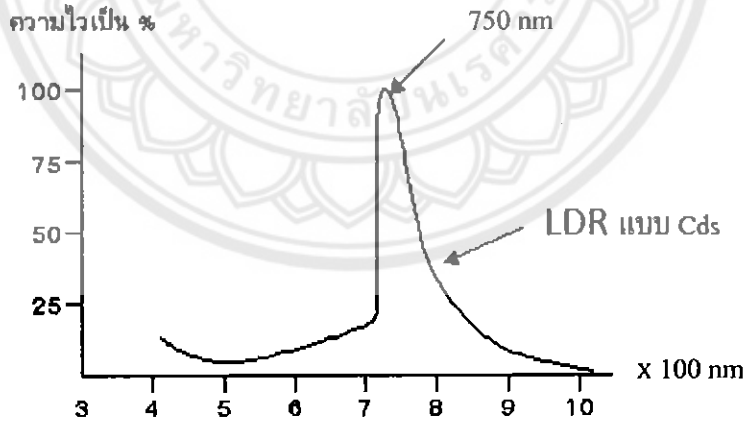
รูปที่ 2.2 โครงสร้างตัวต้านทานไวแสง [5]

2.2.2 สมบัติทางแสงของตัวต้านทานไวแสง

การทำงานของตัวต้านทานไวแสงคือเมื่อเวลามีแสงตกกระทบลงไปก็จะถ่ายทอดพลังงานให้กับสารที่ฉาบอยู่ทำให้โฮลกับอิเล็กตรอนวิ่งสลับที่กัน การที่มีโฮลกับอิเล็กตรอนอิสระนี้มากก็เท่ากับความต้านทานลดลง ยิ่งความเข้มของแสงที่ตกกระทบมากเท่าไร ความต้านทานก็ยิ่งลดลงมากเท่านั้น [2] ดังตัวอย่างกราฟรูปที่ 2.3 ในและรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.3 ตัวอย่างกราฟความไวต่อแสง ณ ความถี่ต่างๆของตัวต้านทานไวแสง [5]



รูปที่ 2.4 ตัวอย่างกราฟความไวต่อแสง ณ ความถี่ต่างๆของตัวต้านทานไวแสง [5]

ในส่วนที่ว่าแสงตกกระทบนั้นตกกระทบเฉพาะแสงในช่วงความยาวคลื่นประมาณ 4,000 Å (1 Angstrom: Å เท่ากับ 10^{-10}m) ถึงประมาณ 10,000 Å เท่านั้นที่จะใช้ได้ (สายตาคนจะเห็นได้ในช่วงประมาณ 4,000 Å ถึง 7,000 Å) ซึ่งคิดแล้วก็เป็นช่วงคลื่นเพียงแคบๆเมื่อเทียบกับการทำงานของอุปกรณ์ไวแสงประเภทอื่นๆ [5]

2.2.3 ผลตอบสนองทางไฟฟ้าของตัวต้านทานไวแสง

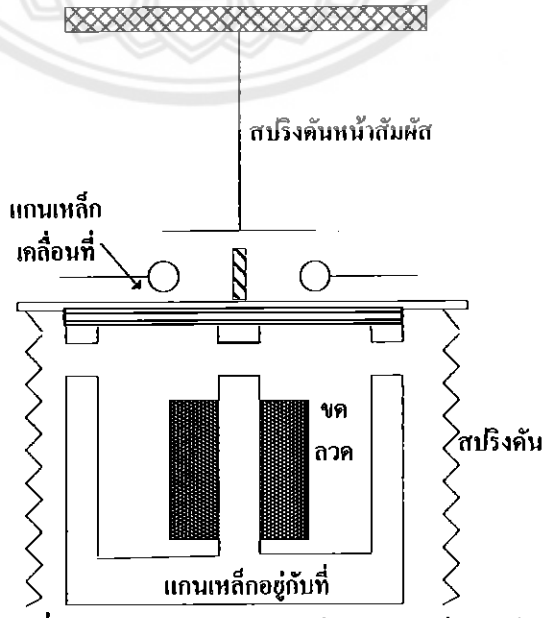
อัตราส่วนระหว่างความต้านทานของตัวต้านทานไวแสงในขณะที่ไม่มีแสงกับขณะที่มีแสงอาจจะเริ่มตั้งแต่ 100 เท่า 1,000 เท่า หรือ 10,000 เท่า ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแต่ละประเภทการใช้งาน โดยทั่วไปแล้วค่าความต้านทานในขณะที่ไม่มีแสงจะอยู่ในช่วงประมาณ 0.5 MΩ ขึ้นไป ในที่มืดสนิทอาจขึ้นไปได้มากกว่า 2 MΩ และในขณะที่มีแสงจะความต้านทานน้อยมาก ทนแรงดันสูงสุดได้ไม่ต่ำกว่า 100 V และกำลังสูญเสียอย่างต่ำประมาณ 50 mW [5]

2.3 รีเลย์ชนิดแม่เหล็กไฟฟ้า

รีเลย์เป็นสวิตช์ที่ทำงานเป็นสวิตช์แม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic switch) ซึ่งทำหน้าที่ใช้แรงทางแม่เหล็กช่วยให้เกิดการตัดต่อวงจร โดยมีโครงสร้างและการทำงานดังนี้

2.3.1 โครงสร้างของรีเลย์

โครงสร้างของรีเลย์จะมีแกนเหล็กรูปตัว E อยู่ 2 ชุดแต่ละชุดทำจากเหล็กแผ่นบางๆที่เคลือบฉนวนอัดซ้อนกันเป็นแท่ง แสดงดังรูปที่ 2.5

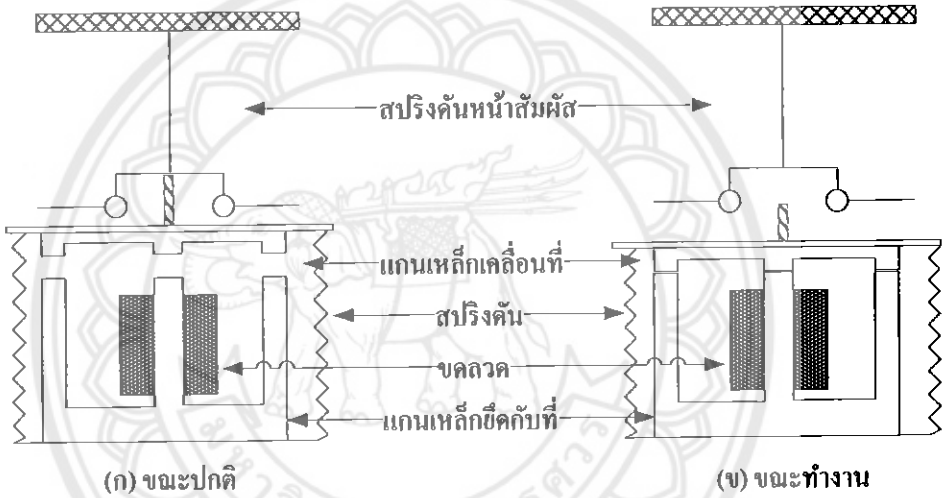


รูปที่ 2.5 โครงสร้างของรีเลย์ชนิดแม่เหล็กไฟฟ้า

จากรูปที่ 2.5 จะมีแกนเหล็กรูปตัว E ชุดหนึ่งจะยึดอยู่กับที่ ซึ่งจากลางของแกนเหล็กชุดนี้จะมีขดลวดพันอยู่ทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็ก ในขณะที่แกนเหล็กรูปตัว E อีกชุดหนึ่งจะสามารถเคลื่อนที่ได้ โดยมีหน้าสัมผัสยึดติดอยู่ [1]

2.3.2 การทำงานของรีเลย์

ในสภาวะปกติ แกนเหล็กทั้งสองชุดถูกดันให้ห่างกันด้วยสปริงที่ขาทั้งสองข้างของแกน ในขณะนี้หน้าสัมผัสบางตัวจะต่อวงจรของจุดสัมผัสให้เชื่อมถึงกันเรียกหน้าสัมผัสแบบนี้ว่า "หน้าสัมผัสปกติปิด" (Normally closed: NC) ในขณะที่หน้าสัมผัสบางตัวจะไม่ได้ต่ออยู่ที่จุดสัมผัสเรียกหน้าสัมผัสแบบนี้ว่า "หน้าสัมผัสปกติเปิด" (Normally open: NO) [1]

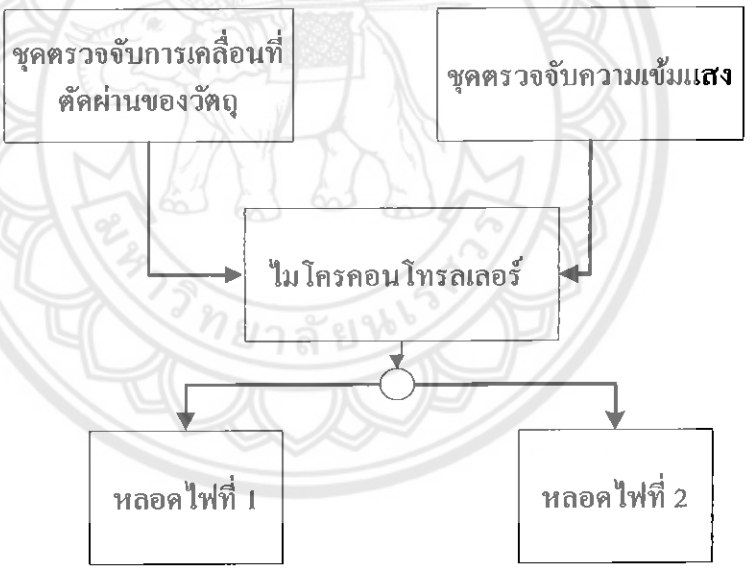


รูปที่ 2.6 การทำงานของรีเลย์

ในสภาวะเริ่มต้นของรีเลย์แบบแม่เหล็กไฟฟ้าจะมีลักษณะโครงสร้างดังรูปที่ 2.6 (ก) และเมื่อสภาวะที่ขดลวดที่ขากลางได้รับพลังงานไฟฟ้าขดลวดจะสร้างสนามแม่เหล็กแรงทางแม่เหล็กจะมีมากกว่าแรงของสปริงทำให้แกนเหล็กชุดที่เคลื่อนที่ได้ดึงลงมา ส่งผลให้หน้าสัมผัสเปลี่ยนสถานะของการทำงาน นั่นคือ หน้าสัมผัสปกติปิดจะเปิดวงจรของจุดสัมผัส ในขณะที่หน้าสัมผัสปกติเปิดจะเชื่อมต่อวงจรของจุดสัมผัสดังรูปที่ 2.6 (ข) ซึ่งหน้าสัมผัสทั้งสองนี้จะกลับไปอยู่สถานะเดิมอีกครั้งก็ต่อเมื่อมีการหยุดจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับขดลวด โดยกลับไปเหมือนสภาวะเริ่มต้นในรูปที่ 2.6 (ก) [1]

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

แนวคิดในการทำโครงงานนี้ โดยมีการทำงาน อยู่ 2 ระบบโดยที่ระบบทั้งสองทำงานพร้อมกันได้ คือ ระบบส่องสว่างสำหรับพื้นที่ใช้งานจะใช้ชุดตรวจจับการเคลื่อนที่ตัดผ่านของวัตถุ ซึ่งพัฒนาขึ้นจากตัวชี้เลเซอร์ (Laser pointer) 2 ตัวซึ่งติดตั้ง ณ ตำแหน่งทางเข้าและทางออกของพื้นที่อย่างละตัว เมื่อมีคนเดินเข้ามาในพื้นที่ ระบบควบคุมฯ จะเปิดไฟของระบบส่องสว่างทำงานและทำการนับจำนวนคนที่เข้ามาในพื้นที่ใช้งานดังกล่าว ระบบควบคุมฯ จะสั่งปิดไฟก็ต่อเมื่อคนเดินออกจากพื้นที่หมดแล้ว ในขณะที่ระบบที่สองระบบส่องสว่างสำหรับสวนสาธารณะจะใช้ชุดตรวจจับความเข้มแสงซึ่งสร้างจากตัวต้านทานไวแสง โดยการเปิดปิดไฟในสวนสาธารณะจะขึ้นอยู่กับความเข้มแสงเท่านั้นซึ่งการทำงานที่ได้กล่าวมานั้นแสดงดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ผังงานโครงสร้างโดยรวมของระบบควบคุมการเปิดปิดไฟอัตโนมัติ

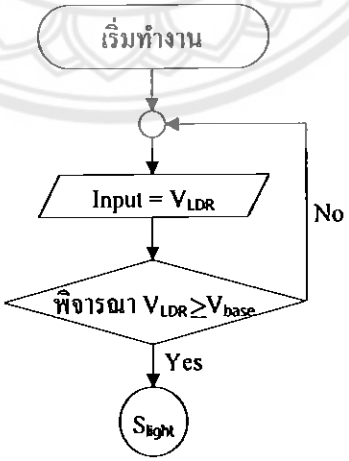
3.1 การออกแบบวงจรควบคุมการเปิดปิดไฟอัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์

จากแนวคิดที่กล่าวมานำมาเขียนเป็นผังงานโดยแยกการทำงานออกเป็น 4 ส่วน คือ

1) ผังงานการทำงานของชุดตรวจจับความเข้มแสง
2) ผังงานการทำงานของโปรแกรมเปิดปิดไฟที่ได้จากชุดตรวจจับความเข้มแสง
3) ผังงานการทำงานและส่งสัญญาณจากการตัดผ่านของวัตถุ
4) ผังงานแสดงการประมวลผลการเปิดปิดไฟตามการตัดผ่านของวัตถุ

3.1.1 ผังงานการทำงานของชุดตรวจจับความเข้มแสง

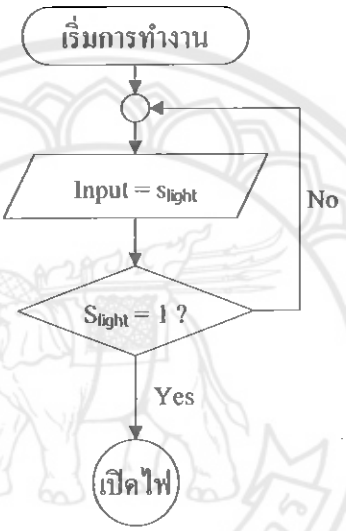
การทำงานเริ่มจากชุดการทำงานการตรวจจับความเข้มแสง โดยเริ่มจากตัวต้านทานไวแสงรับแสงเข้ามาในขณะเดียวกันก็จ่ายแรงดันให้กับตัวต้านทานไวแสงโดยคุณสมบัติของตัวต้านทานไวแสงจะมีความต้านทานแปรผกผันกับความเข้มแสงคือมีค่าความต้านทานสูงเมื่อความเข้มแสงน้อย และมีค่าความต้านทานต่ำเมื่อความเข้มแสงมาก และรับแรงดันที่ผ่านมาจากตัวต้านทานไวแสงเป็น V_{LDR} แล้วประมวลผลว่าแรงดันที่ผ่านมาจากตัวต้านทานไวแสงมีค่าสูงกว่าแรงดันไบแอสของทรานซิสเตอร์หรือไม่ ถ้ามีค่าแรงดันมากกว่าก็จะส่งสัญญาณด้านขาออกเป็นตัวแปร S_{light} ไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อประมวลผลแล้วสั่งการให้ระบบส่องสว่างทำงานต่อไป แต่ถ้าค่าแรงดันที่ผ่านออกมาจากตัวต้านทานไวมีค่าน้อยกว่าแรงดันไบแอสของทรานซิสเตอร์ก็จะกลับไปรับค่าแรงดันที่ผ่านออกมาจากตัวต้านไวแสงอีกครั้งและเป็นวนเวียนลักษณะนี้ไปเรื่อยๆโดยการทำงานที่ได้กล่าวมาแสดงในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ผังงานการทำงานของชุดตรวจจับความเข้มแสง

3.1.2 ผังงานการทำงานของโปรแกรมเปิดปิดไฟที่ได้จากชุดตรวจจับความเข้มแสง

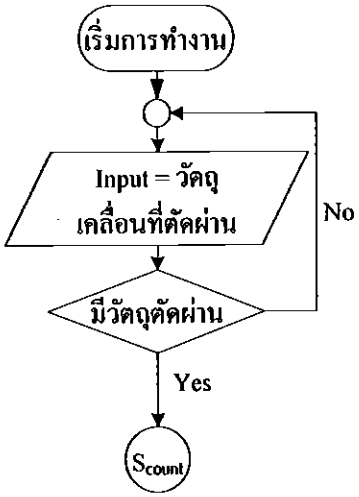
หลังจากชุดตรวจจับความเข้มแสงทำงานแล้วส่งค่า S_{light} มายังไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการประมวลผลตามโปรแกรม คือ เมื่อรับค่า S_{light} จะทำการพิจารณาว่าค่าที่ส่งมาเป็นสัญญาณ 1 หรือไม่ ถ้าสัญญาณเป็น 1 ก็จะส่งให้หลอดไฟติดสว่าง แต่ถ้าไม่เป็น 1 ก็จะกลับไปรับค่า S_{light} ที่ส่งมาจากชุดการทำงานการตรวจจับความเข้มแสงต่อไปลักษณะการประมวลผลที่กล่าวมาแสดงในรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 ผังงานการทำงานของโปรแกรมเปิดปิดไฟที่ได้จากชุดตรวจจับความเข้มแสง

3.1.3 ผังงานการทำงานและส่งสัญญาณจากการตัดผ่านของวัตถุ

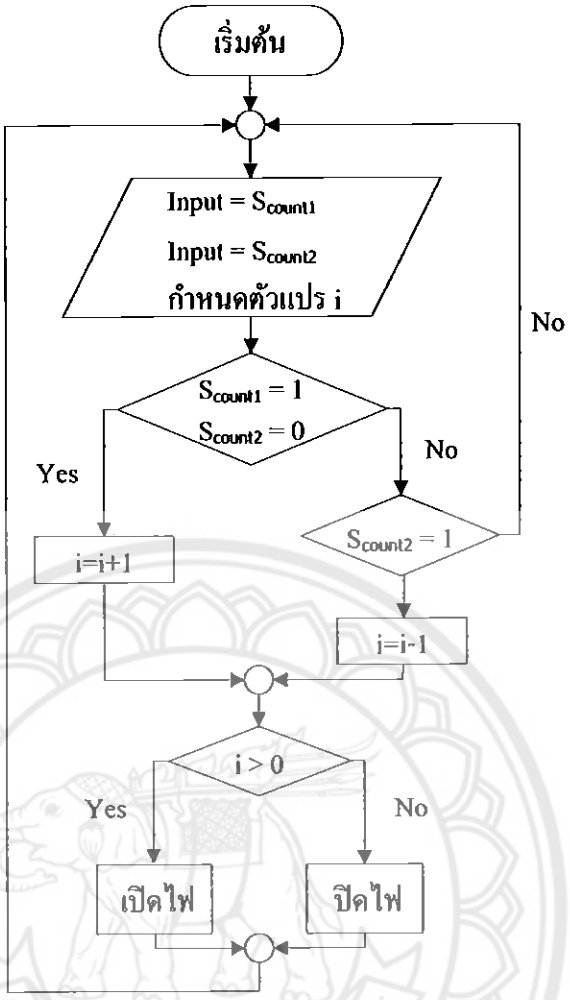
เริ่มจากยิงลำแสงจากตัวชี้เลเซอร์ไปยังตัวต้านทานไวแสงตลอดเวลา เมื่อมีวัตถุตัดผ่านวงจรจะทำการประมวลผลให้ค่าด้านขาออกของวงจรเป็นสัญญาณ 1 ให้แทนอยู่ในรูปของตัวแปร $S_{counter}$ และส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ ถ้ายังไม่มีวัตถุตัดผ่านก็จะตรวจจับต่อไปลักษณะผังงานการทำงานที่ได้กล่าวมาในรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 ผังการทำงานและส่งสัญญาณจากการตัดผ่านของวัตถุ

3.1.4 ผังงานแสดงการประมวลการเปิดปิดไฟตามการตัดผ่านของวัตถุ

ไมโครคอนโทรลเลอร์รับค่าที่ได้จากชุดตรวจจับการเคลื่อนที่ตัดผ่านของวัตถุ คือ $S_{counter}$ และกำหนดตัวแปร i ขึ้นมาโดยชุดตรวจจับการเคลื่อนที่ตัดผ่านของวัตถุที่ใช้ตรวจจับในการทำงานมีอยู่ 2 ชุด คือชุดที่ตรวจจับทางเข้าและชุดที่ตรวจจับทางออกของพื้นที่ใช้งาน โดยรับค่าทั้ง 2 ด้านพร้อมกันแล้วเริ่มการประมวลผล เริ่มจากมีสัญญาณจากทางเดินด้านทางเข้าส่งมาก็จะให้บวกจำนวนของ i เพิ่ม 1 แล้วเก็บค่าและเมื่อสัญญาณจากทางเดินด้านทางออกส่งมาก็จะให้ลบจำนวน i ลดลง 1 เมื่อได้ค่า i ในขณะนั้นมาก็จะประมวลว่า i มีค่ามากกว่า 0 หรือไม่ ถ้ามีค่ามากกว่า 0 ก็ให้เปิดหลอดไฟติดสว่าง แต่ถ้า i น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0 ก็ส่งสัญญาณให้ดับหลอดไฟลง เมื่อทำการสั่งการกับหลอดไฟเสร็จเรียบร้อยแล้วก็จะกลับไปรับค่า $S_{counter}$ อีกเพื่อที่จะนับจำนวนบุคคลหรือสิ่งของที่ยังคงอยู่ในเขตพื้นที่การใช้งานนั้น การทำงานที่ได้กล่าวมาได้แสดงในรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 ผังงานแสดงการประมวลผลการเปิดปิดไฟตามการตัดผ่านของวัตถุ

3.2 การสร้างระบบควบคุมการเปิดปิดไฟอัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์

ในโครงงานนี้ได้มีการทำงานร่วมกัน 4 วงจรหลัก คือ

1) วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์

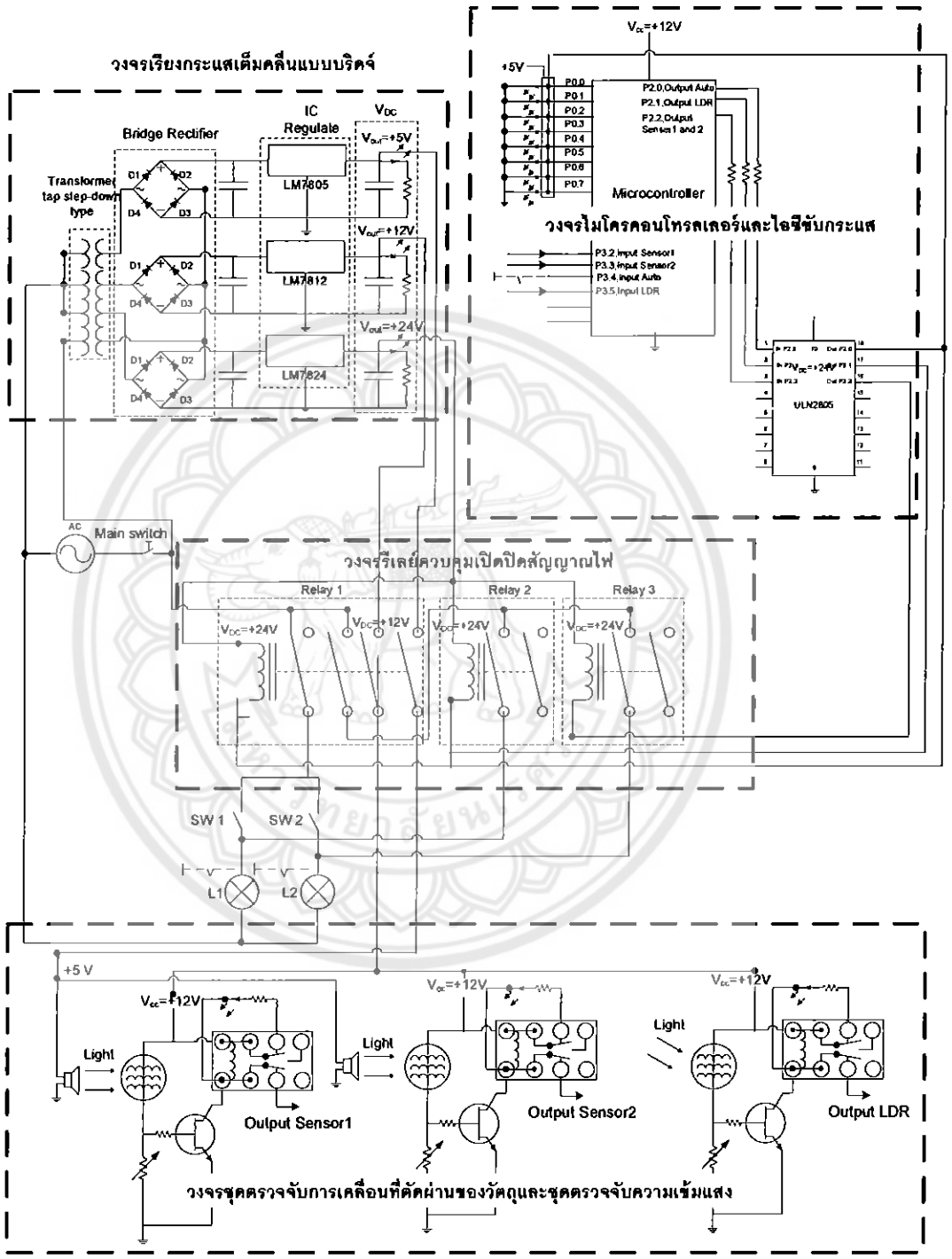
2) วงจรเปิดปิดสัญญาณไฟ

3) วงจรชุดตรวจจับการเคลื่อนที่ตัดผ่านของวัตถุและชุดตรวจจับความเข้มแสง

4) วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์และวงจรขับกระแส

ซึ่งทั้ง 4 วงจรจะประกอบรวมกันแสดงในรูปที่ 3.6 โดยการทำงานจะเริ่มจากการจ่ายไฟฟ้าเข้าวงจรเป็นไฟแรงดัน 220 V 50 Hz แล้วแปลงเป็นแรงดันกระแสตรงเป็น 5 V, 12 V และ 24 V จ่ายให้กับอุปกรณ์ต่างๆในระบบ และจะมีส่วนที่เป็นเซ็นเซอร์ตรวจจับทั้งหมด 2 ชุด ในการ

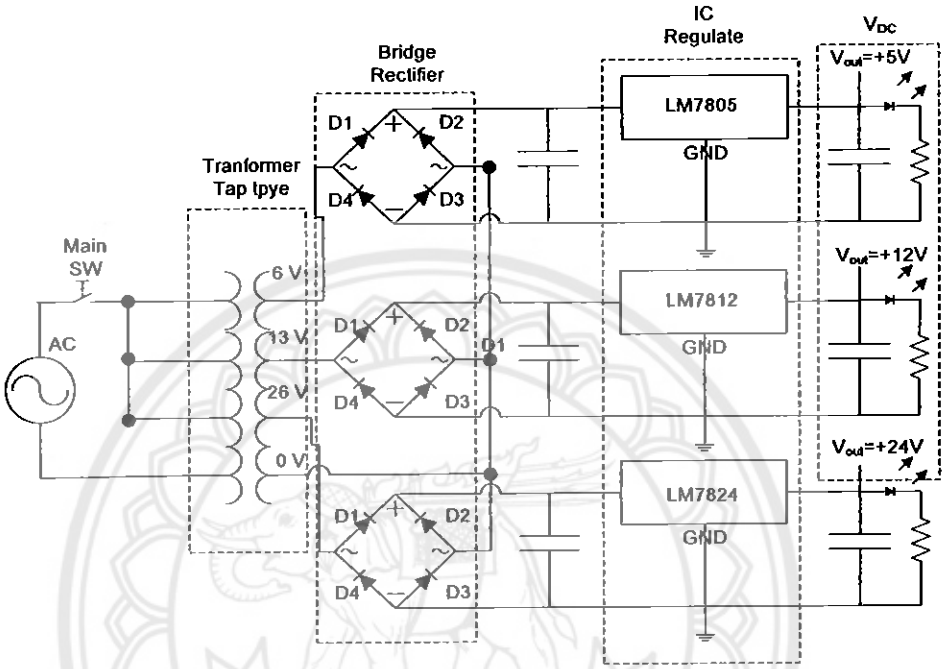
รับค่าและส่งไปประมวลผลที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ และไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะส่งสัญญาณที่ผ่านการประมวลผลตามโปรแกรมที่ป้อนไว้เพื่อสั่งให้รีเลย์ควบคุมทำงานต่อไป



รูปที่ 3.6 วงจรควบคุมการเปิดปิดไฟอัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์

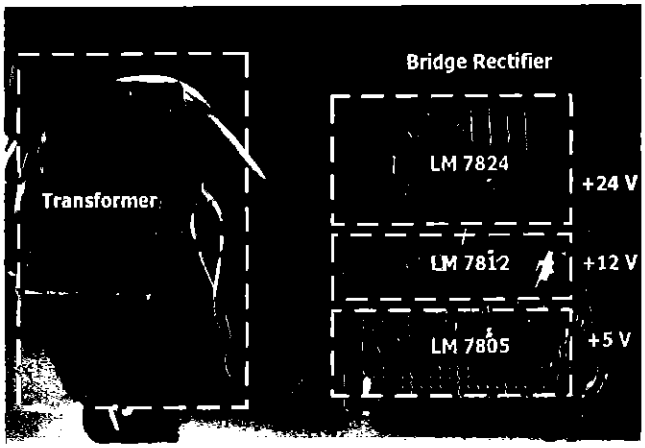
3.2.1 วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์

เนื่องจากอุปกรณ์ในวงจรต่างๆนั้นต้องใช้ไฟฟ้ากระแสตรงในการทำงาน ฉะนั้นจึงต้องมีวงจรควบคุมและแปลงแรงดันจากไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์

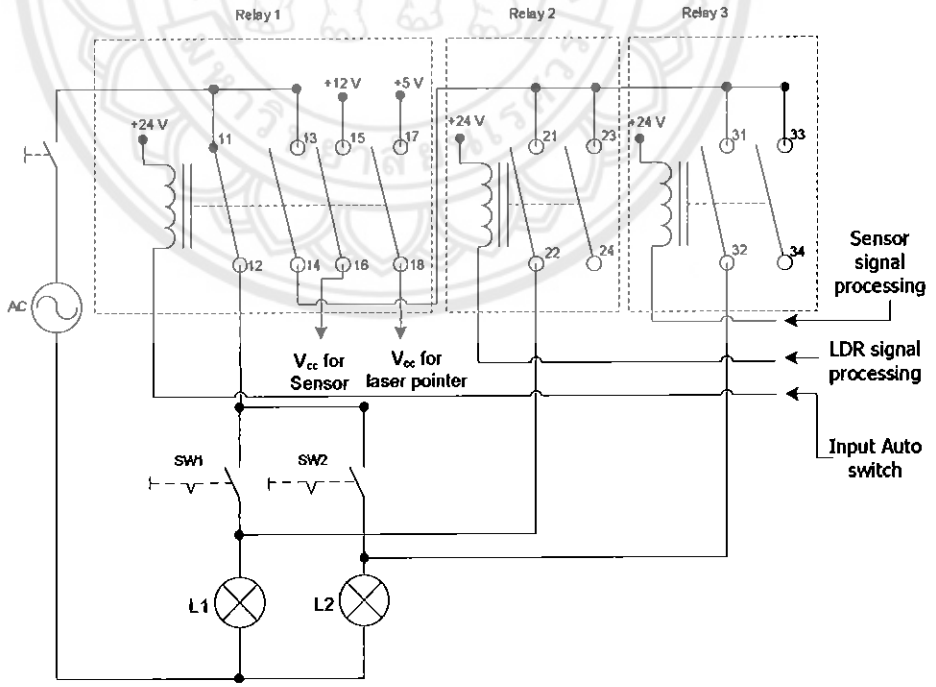
การทำงานรูปที่ 3.7 จะประกอบด้วย ไดโอด 4 ตัว ไอซีควบคุมแรงดัน 1 ตัว ตัวเก็บประจุ 2 ตัว และหลอดไฟแสดงผลแอลอีดี 1 หลอด โดยการทำงานจะเริ่มมีไฟเข้าทางด้านแรงสูงของหม้อแปลง 220 V เมื่อผ่านหม้อแปลงก็จะมีแรงดันที่ลดลง ซึ่งหม้อแปลงที่ใช้เป็นหม้อแปลงแบบแท็ปแยก มีแรงดันด้านขาออกคือ 6 V, 13 V และ 26 V เมื่อไฟที่ถูกแปลงมาจากด้านขาออกของหม้อแปลงจะผ่านวงจรบริดจ์ โดยเริ่มจากสัญญาณจากหม้อแปลงที่เป็นซีกบวก กระแสจะไหลจากขั้วบวกของหม้อแปลงผ่านไดโอดตัวที่ 2 (D_2) ผ่านไปยังไอซีควบคุมแรงดันโดยมีตัวเก็บประจุคอยชาร์จประจุและคายประจุเพื่อให้ได้สัญญาณที่ใกล้เคียงกับสัญญาณกระแสตรง และไหลไปยังโหลดแล้วไหลกลับเข้ามาทางไดโอดตัวที่ 4 (D_4) เข้าไปยังขั้วลบของหม้อแปลง เมื่อซีกลบของหม้อแปลงด้านแรงต่ำเข้ามาจะไหลผ่านที่ไดโอดตัวที่ 3 (D_3) ไหลผ่านไอซีควบคุมแรงดันไหลไปยังโหลดแล้วไหลกลับเข้ามาทางไดโอดตัวที่ 1 (D_1) และเข้าไปยังขั้วลบของหม้อแปลง โดยแรงดันที่ได้จากวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นชนิดบริดจ์เป็นแรงดันกระแสตรงมีค่าคงที่ที่ 5 V, 12 V และ 24 V ตามลำดับซึ่งวงจรจริงที่ประกอบสำเร็จแสดงในรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์

3.2.2 วงจรรีเลย์ควบคุมเปิดปิดสัญญาณไฟ

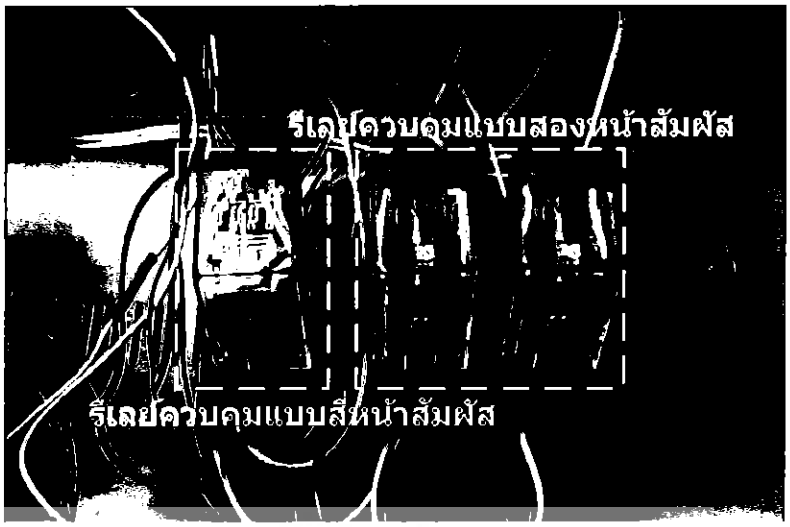
ในการควบคุมการเปิดปิดระบบไฟฟ้าอัตโนมัติต้องใช้รีเลย์ที่มีความสามารถทนต่อกระแสสูงและแรงดันเพื่อตัดต่อวงจรแสงสว่าง และเลือกให้สมควรกับงานในระบบนี้ดังแสดงในรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 วงจรรีเลย์ควบคุมเปิดปิดสัญญาณไฟ

การทำงานของวงจรรีเลย์ควบคุมเปิดปิดสัญญาณไฟจะเริ่มจากจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับแรงดัน 220 V ให้กับระบบควบคุมการเปิดปิดผ่านสวิตช์หลัก (Main switch) เมื่อปิดสวิตช์จะเชื่อมต่อวงจรให้ไฟเข้ามาในระบบและไหลไปยังจุดสัมผัส 11 กับจุดสัมผัส 13 ในขณะเดียวก็มีไฟฟ้ากระแสตรงที่ไหลมาจากวงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์มีค่า 12 V และ 5 V ไปยังจุดสัมผัส 15 กับจุดสัมผัส 17 ตามลำดับ ในขณะที่ยังคงใช้งานระบบเป็นบังคับเปิดปิดด้วยมือ ไฟจะไหลจากจุดสัมผัส 11 ของรีเลย์ตัวควบคุมตัวที่ 1 ไปยังสวิตช์ตัวที่ 1 และสวิตช์ตัวที่ 2 เพื่อใช้เปิดหลอดไฟได้โดยตรงโดยการสับสวิตช์ตัวที่ 1 (SW_1) และสวิตช์ตัวที่ 2 (SW_2) เพื่อเปิดหลอดไฟหลอดที่ 1 (L_1) และหลอดไฟหลอดที่ 2 (L_2) ตามลำดับ เมื่อสับสวิตช์เป็นระบบควบคุมอัตโนมัติก็จะส่งสัญญาณผ่านสวิตช์ไปยังไมโครคอนโทลเลอร์ทำการประมวลผลและส่งสัญญาณต่อลงดินเพื่อให้ครบวงจรเกิดการเหนี่ยวนำของขดลวดสนามแม่เหล็กของรีเลย์ควบคุมตัวที่ 1 ส่งผลให้หน้าสัมผัสทุกตัวของรีเลย์ควบคุมตัวที่ 1 เปลี่ยนสถานะทำให้หน้าสัมผัสที่ 1 เปิดวงจรออกและตัดขาดจุดสัมผัสที่เชื่อมตรงไปยังสวิตช์ตัวที่ 1 (SW_1) และสวิตช์ตัวที่ 2 (SW_2) ซึ่งเป็นการตัดการใช้งานของระบบที่ควบคุมด้วยมือ แล้วยังส่งผลให้หน้าสัมผัสตัวที่ 2, 3 และ 4 ของรีเลย์ควบคุมตัวที่ 1 เชื่อมต่อวงจร และเมื่อหน้าสัมผัสที่ 2 เชื่อมวงจรไฟจะไหลไปรอที่จุดสัมผัสที่ 1 กับจุดสัมผัสที่ 2 ของรีเลย์ควบคุมตัวที่ 2 และไฟยังไปรอที่จุดสัมผัสที่ 1 กับจุดสัมผัสที่ 2 ของรีเลย์ควบคุมตัวที่ 3 ด้วย

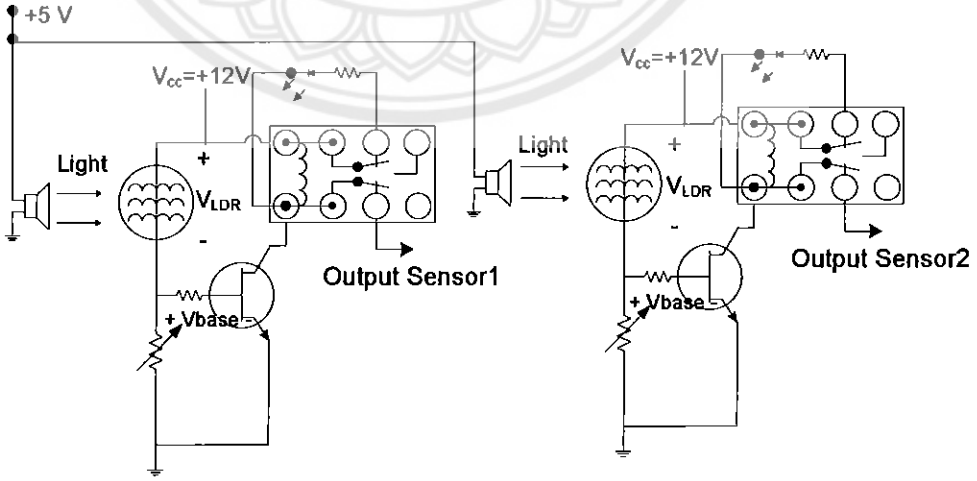
เมื่อสัญญาณจากชุดตรวจจับความเข้มแสงของระบบส่องสว่างสำหรับสวนสาธารณะถูกส่งมาจากไอซี ULN 2805 มายังรีเลย์ควบคุมตัวที่ 2 จะคล้ายกับกรณีของรีเลย์ควบคุมตัวแรกคือเป็นการต่อลงดินเพื่อให้ครบวงจรและขดลวดเหนี่ยวนำของรีเลย์ควบคุมตัวที่ 2 ทำงานส่งผลให้หน้าสัมผัสที่ 1 กับหน้าสัมผัสที่ 2 เชื่อมต่อวงจรและไฟขนาดแรงดัน 220 V ไหลไปหลอดไฟที่ 1 ทำให้หลอดไฟติดสว่าง ในกรณีสัญญาณของชุดตรวจจับการเคลื่อนที่ตัดผ่านของวัตถุก็จะมีการทำงานคล้ายคลึงเช่นกันคือเป็นการต่อลงดินเพื่อให้ครบวงจรและขดลวดเหนี่ยวนำของรีเลย์ควบคุมตัวที่ 3 ทำงานส่งผลให้หน้าสัมผัสที่ 1 กับหน้าสัมผัสที่ 2 เชื่อมต่อวงจรและไฟขนาดแรงดัน 220 V ไหลไปหลอดไฟที่ 2 ทำให้หลอดไฟติดสว่างวงจรของรีเลย์ควบคุม วงจรจริงที่ประกอบสำเร็จแสดงดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 วงจรรีเลย์ควบคุมเปิดปิดสัญญาณไฟ

3.2.3 วงจรชุดตรวจจับการเคลื่อนที่ตัดผ่านของวัตถุและชุดตรวจจับความเข้มแสง

ในโครงงานนี้ได้ใช้ตัวต้านทานไวแสงและตัวชี้เลเซอร์มาประยุกต์ใช้แทนเซ็นเซอร์แสง เนื่องจากเซ็นเซอร์แสงที่สามารถใช้ในที่ที่ไม่มีแสงสว่างนั้นมีราคาสูงมาก สำหรับวงจรเซ็นเซอร์และการส่งสัญญาณเปิดปิดไฟประกอบด้วยตัวต้านทานไวแสงตัวรีเลย์อิเล็กทรอนิกส์ขนาดพิกัด 12 V ตัวต้านทานแบบปรับค่าแบบ 22 เกลียวและตัวต้านทาน 10 kΩ ส่วนประกอบของวงจรต่างๆ นี้ดังรูปที่ 3.11

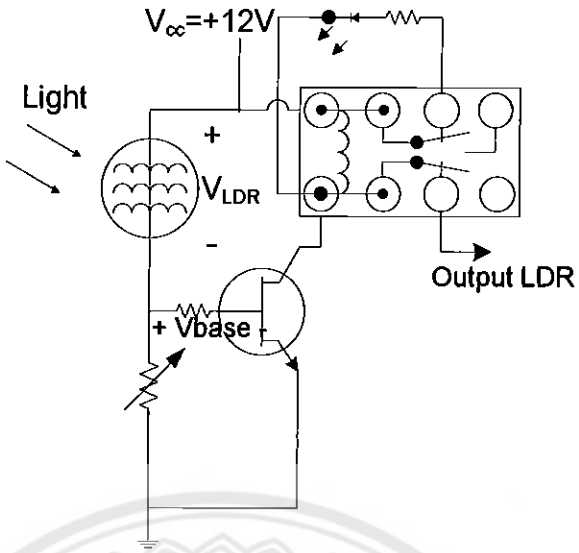


รูปที่ 3.11 วงจรชุดตรวจจับการเคลื่อนที่ตัดผ่านของวัตถุ

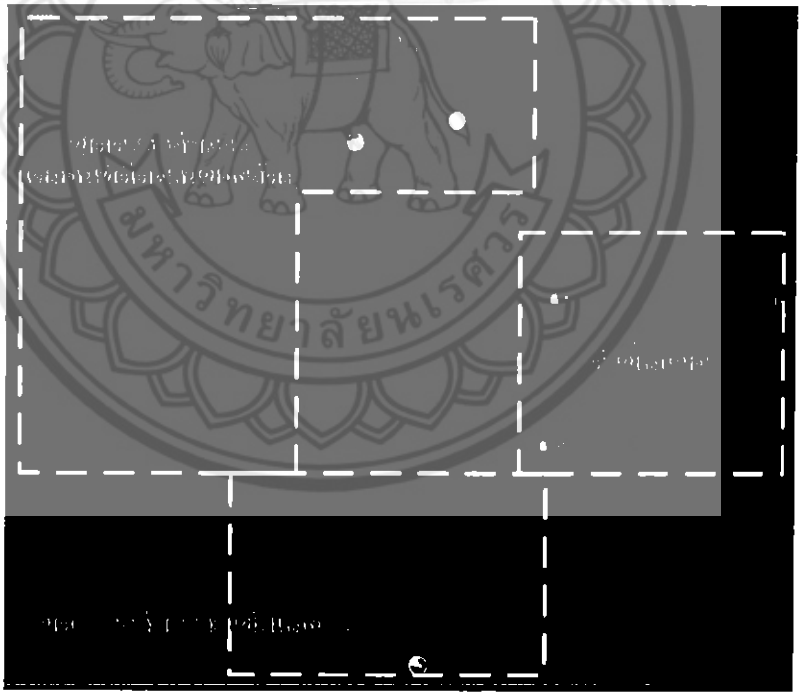
การทำงานของวงจรรูปที่ 3.11 จะใช้ตัวชี้เลเซอร์ยิงลำแสงไปยังตำแหน่งของตัวต้านทานไวแสงตลอดเวลาซึ่งคุณสมบัติของตัวต้านทานไวแสงจะมีความต้านทานแปรผกผันกับความเข้มแสงคือจะมีค่าความต้านทานสูงเมื่อความเข้มแสงน้อย และมีค่าความต้านทานต่ำเมื่อความเข้มแสงมาก เมื่อแสงที่ยิงมาจากตัวชี้เลเซอร์ส่องไปที่ตัวตัวต้านทานไวแสงทำให้ค่าความต้านทานลดลง แรงดันที่จ่ายผ่านตัวต้านทานไวจะตกคร่อมน้อยลง ทำให้แรงดันไหลผ่านไปยังด้านขาเบสของทรานซิสเตอร์มากขึ้นกระแสไบแอสสูงขึ้นทำให้ด้านคอนเลคเตอร์เชื่อมต่อถึงกับด้านอีมิตเตอร์ส่งผลให้ด้านขาลบของขดลวดรีเลย์อิเล็กทรอนิกส์เชื่อมต่อถึงดินครบวงจรขดลวดเหนี่ยวนำทำงานหน้าสัมผัสของรีเลย์เปลี่ยนสถานะจากปิดวงจรเป็นเปิดวงจรไม่มีสัญญาณออกจากด้านขาออกของรีเลย์อิเล็กทรอนิกส์

เมื่อมีวัตถุตัดผ่าน วัตถุจะตัดการส่องของลำแสงของตัวชี้เลเซอร์ที่ไปยังตัวต้านทานไวแสงทำให้ค่าความต้านทานของตัวต้านทานไวแสงสูงขึ้น แรงดันที่จ่ายผ่านตัวต้านทานไวแสงจะตกคร่อมสูงขึ้น ทำให้แรงดันตกคร่อมด้านขาเบสของทรานซิสเตอร์น้อยลงกระแสไบแอสก็ลงตามทำให้ด้านคอนเลคเตอร์ไม่สามารถเชื่อมต่อไปถึงด้านอีมิตเตอร์ส่งผลให้ด้านขาลบของขดลวดรีเลย์อิเล็กทรอนิกส์เปิดวงจรออกหน้าสัมผัสของรีเลย์กลับคืนสู่สถานะเดิม คือสถานะปิดวงจรมีสัญญาณออกจากด้านขาออกของรีเลย์ ส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อประมวลผลต่อไปเพื่อความเหมาะสมในการใช้งานจึงใช้ตัวต้านทานปรับค่าได้สำหรับปรับค่าให้วงจรทำงานได้อย่างเหมาะสม เนื่องจากความเข้มแสงของแต่ล่ะพื้นที่มีไม่เท่ากัน

ในส่วนของการทำงานระบบส่องสว่างสำหรับสวนสาธารณะ ซึ่งมีการทำงานคล้ายคลึงกับชุดตรวจจับการเคลื่อนที่ตัดผ่านของวัตถุในรูปที่ 3.11 แต่จะใช้แสงสว่างจากธรรมชาติควบคุมการเปิดปิดระบบไฟฟ้า คือในขณะมีความเข้มแสงน้อย วงจรจะสั่งให้รีเลย์อิเล็กทรอนิกส์ปิดวงจรและส่งสัญญาณไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ ในทางกลับเมื่อมีความเข้มแสงมากวงจรจะสั่งให้รีเลย์อิเล็กทรอนิกส์เปิดวงจรไม่มีสัญญาณในด้านขาออกที่จะส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ ลักษณะวงจรในรูปที่ 3.12 และวงจรที่ประกอบเสร็จดังรูปที่ 3.13



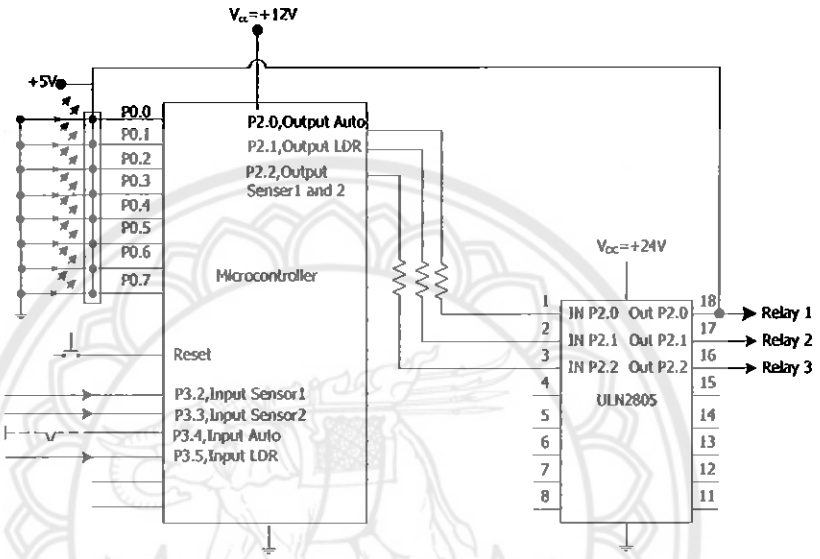
รูปที่ 3.12 วงจรชุดตรวจจับความเข้มแสง



รูปที่ 3.13 วงจรชุดตรวจจับการเคลื่อนที่ตัดผ่านของวัตถุและชุดตรวจจับความเข้มแสง

3.2.4 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์และไอซีขับกระแส

สำหรับวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นมีกระแสไม่เพียงพอที่จะส่งสัญญาณติดต่อกับรีเลย์ควบคุมจึงจำเป็นต้องใช้ไอซีขับกระแสเพื่อขับกระแสให้สูงขึ้นพอที่จะส่งสัญญาณให้รีเลย์ควบคุมทำงานในการเปิดปิดวงจร ในโครงงานนี้ได้ใช้ไอซี ULN 2805 ซึ่งมีคุณสมบัติเหมาะสมกับการขับกระแสเพื่อให้รีเลย์ควบคุมทำงานได้



รูปที่ 3.14 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์และวงจรขับกระแส

การทำงานในรูปที่ 3.14 โดยเริ่มจากไมโครคอนโทรลเลอร์รับค่าสัญญาณเข้ามาทางด้านขาเข้าจากชุดจับการเคลื่อนที่ผ่านวัตถุและตัวต้านทานไวแสง ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการประมวลผลแล้วส่งสัญญาณออกด้านขาออกไปยังไอซี ULN2805 เพื่อขับกระแสให้สูงขึ้นแล้วส่งสัญญาณไปยังรีเลย์ควบคุมให้ทำงานต่อไป การรับและส่งสัญญาณด้านขาเข้าและขาออกของไมโครคอนโทรลเลอร์มีดังนี้

1) ด้านขาเข้า

- พอร์ตที่ 3.2 รับค่าสัญญาณด้านออกของชุดตรวจจับการเคลื่อนที่ผ่านวัตถุตัวหนึ่ง
- พอร์ตที่ 3.3 รับค่าสัญญาณด้านออกของชุดตรวจจับการเคลื่อนที่ผ่านวัตถุตัวสอง
- พอร์ตที่ 3.4 รับค่าการทำงานเป็นแบบอัตโนมัติโดยการสับสวิตช์ด้วยมือ
- พอร์ตที่ 3.5 รับค่าจากชุดตรวจจับความเข้มแสงสำหรับพื้นที่สาธารณะ

2) ด้านขาออก

- พอร์ตที่ 2.0 ส่งสัญญาณไปยังพอร์ตที่ 0 ซึ่งต่อหลอดไฟแสดงจำนวนวัตถุที่ผ่านเข้าและออกจากชุดตรวจจับการเคลื่อนที่ตัดผ่านของวัตถุ
- พอร์ตที่ 2.1 ส่งสัญญาณที่ประมวลผลจากชุดตรวจจับความเข้มแสงที่รับค่าเข้ามาแล้วส่งไปยังรีเลย์ควบคุมโดยผ่านไอซี ULN 2805 เพื่อขับกระแสให้สูงพอที่ทำให้รีเลย์ควบคุมทำงานโดยการเกิดการเหนี่ยวนำที่ขดลวดของรีเลย์ทำให้หน้าสัมผัสเปลี่ยนสถานะ
- พอร์ตที่ 2.2 ส่งสัญญาณที่ประมวลผลจากชุดตรวจจับการเคลื่อนที่ตัดผ่านของวัตถุทั้ง 2 ชุดที่รับค่าเข้ามาไปยังรีเลย์ควบคุมโดยผ่านไอซีขับกระแสเพื่อขับกระแสให้สูงพอที่ทำให้รีเลย์ควบคุมทำงานโดยการเกิดการเหนี่ยวนำที่ขดลวดของรีเลย์ทำให้หน้าสัมผัสเปลี่ยนสถานะ

3) การรีเซตค่าของระบบ

สามารถทำการรีเซทค่าของระบบกรณีที่มีการผิดพลาดเกิดขึ้น เช่น การตัดผ่านของวัตถุเข้าและออกผ่านทางเดิม ทำให้ชุดตรวจจับการเคลื่อนที่ตัดผ่านของวัตถุยังคงนับการเข้าและออกของวัตถุ ทำให้การเข้าและออกของวัตถุไม่เท่ากัน ทำให้ไฟไม่ดับจึงต้องมีปุ่มรีเซตระบบไว้สำหรับกรณีที่ชุดตรวจจับการเคลื่อนที่ตัดผ่านของวัตถุทำงานผิดพลาดหรือในกรณีของบุคคลเกิดการผิดพลาดนั้นเอง

รูปที่ 3.15 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์และวงจรขับกระแส

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

จากรูปที่ 3.15 ได้แสดงถึงวิธีการเชื่อมต่อระหว่างวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์กับวงจรขับกระแส ทั้งนี้ในวงจรขับกระแสจะประกอบด้วยไอซี ULN 2805 และหลอดไฟแสดงผลจำนวนการนับมีทั้ง 8 หลอด 8 บิตหรือจำนวน 256 จำนวน นั่นหมายความว่าสามารถให้วัตถุผ่านเข้าได้สูงสุด 256 ครั้งโดยไม่มีวัตถุออกทางด้านขาออกของชุดตรวจจับการเคลื่อนที่ตัดผ่านวัตถุของตัวที่สอง รูปวงจรโดยรวมของชุดควบคุการเปิดปิดไฟอัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ดังรูปที่ 3.16 ตัวควบคุมการเปิดปิดไฟอัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์

รูปที่ 3.16 ตัวควบคุมการเปิดปิดไฟอัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์

15710462
2/5
ก167ก
2554

บทที่ 4

ผลการทดสอบ

หลังจากการสร้างชุดตรวจจับความเข้มแสง ชุดตรวจจับการผ่านของวัตถุ และวงจรชิ้นงานรวมทั้งหมดในบทที่ 3 ผู้ดำเนินโครงงานได้ทำการทดสอบการทำงานของตัวชิ้นงานที่สร้างขึ้นโดยแบ่งการทดลองออกเป็น 4 ส่วนดังนี้

1) การทดสอบชุดตรวจจับความเข้มแสงตามการตอบสนองกับความเข้มแสง

2) การทดสอบชุดตรวจจับการเคลื่อนที่ตัดผ่านของวัตถุ

3) การทดสอบการบริโภคพลังงานไฟฟ้าของวงจรรวมทั้งหมด

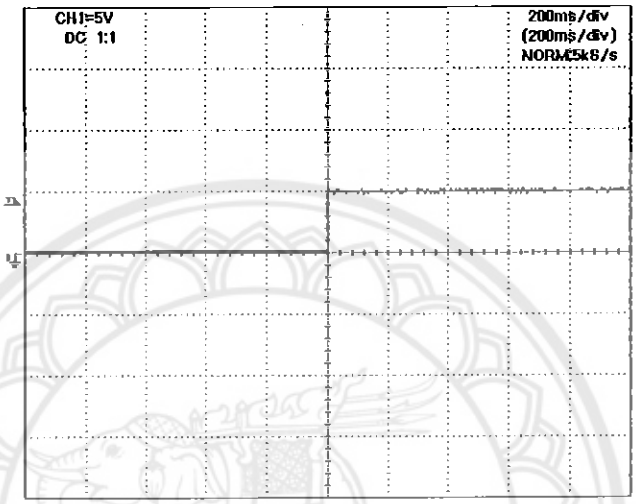
4.1 การทดสอบชุดตรวจจับความเข้มแสง

ในการทดสอบตรวจจับความเข้มแสงได้ทดสอบในส่วนของความเข้มที่ชุดตรวจจับทำงาน ระหว่างการส่งสัญญาณเปิดปิดไฟ ผลการทดสอบดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดสอบการเปิดปิดกับการตอบสนองกับความเข้มแสง

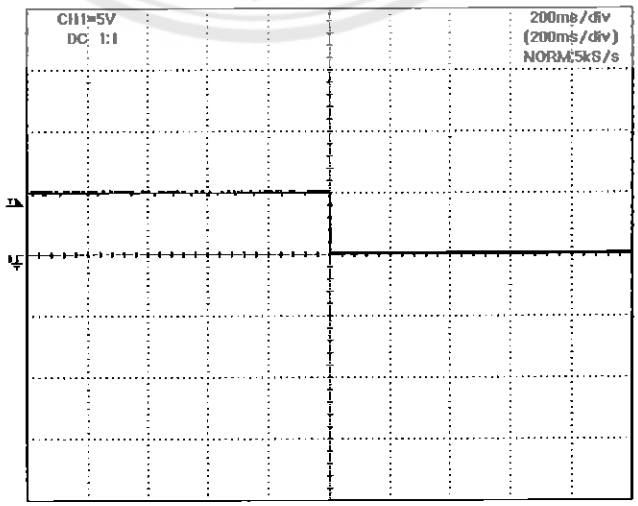
ปริมาณความการส่องสว่างของแสง (lx)	แรงดันตกคร่อมตัวต้านทานไวแสง (V)	การแสดงสถานะของหลอดไฟ
5	9.50	สว่าง
11	9.22	สว่าง
15	9.18	สว่าง
21	9.12	สว่าง
26	9.05	สว่าง
30	8.01	สว่าง
34	8.82	ไฟดับ
60	8.80	ไฟดับ
100	8.80	ไฟดับ

จากการทดสอบได้จับสัญญาณช่วงของการเปลี่ยนแปลงแรงดันที่ตกคร่อมรีเลย์อิเล็กทรอนิกส์ซึ่งเป็นแรงดันไฟฟ้าที่เกิดจากกระแสที่ส่งมายังรีเลย์ กระแสไฟฟ้าที่ส่งมาเพื่อให้แกนขดลวดได้รับกระแสแล้วสร้างแรงเหนี่ยวนำและส่งผลให้เปลี่ยนสถานะการทำงานจากปกติเปิดจะเชื่อมต่อวงจรของจุดสัมผัสแล้วก็มีกระแสส่งออกไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยแรงดันช่วงที่เป็นสถานะจากปกติเปิดเป็นปิดเชื่อมต่อจุดสัมผัสแสดงดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 กราฟแรงดันตกคร่อมรีเลย์อิเล็กทรอนิกส์ช่วงเปลี่ยนจากปกติเปิดเป็นปิดเชื่อมต่อวงจร

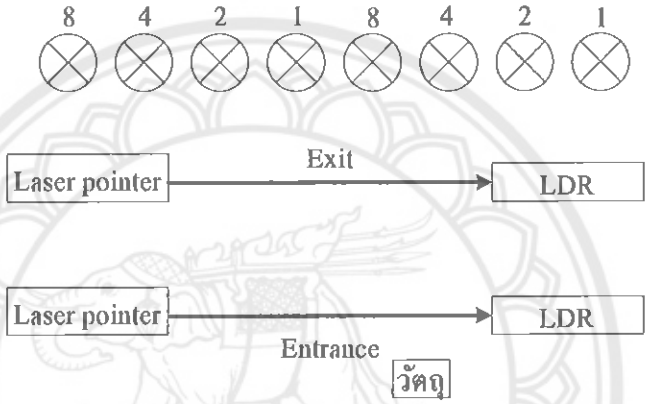
และเมื่อวงจรชุดตรวจจับความเข้มแสงได้รับความเข้มแสงที่มีค่าเกินกว่าที่กำหนดไว้ วงจรก็หยุดจ่ายไฟให้กับรีเลย์ส่งผลให้รีเลย์กลับคืนสู่สถานะเดิม ช่วงการเปลี่ยนแรงดันตกคร่อมรีเลย์ที่กำลังจะกลับคืนสู่สถานะเดิมแสดงดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 กราฟแรงดันตกคร่อมรีเลย์อิเล็กทรอนิกส์ช่วงกลับคืนสู่สถานะปกติเปิดวงจร

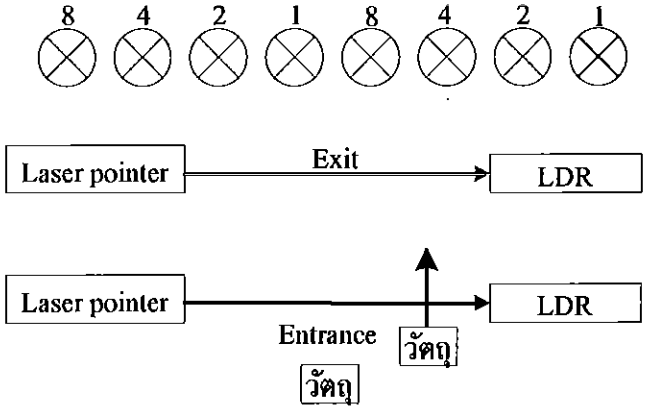
4.2 การทดสอบชุดตรวจจับการเคลื่อนที่ตัดผ่านของวัตถุ

หลักการทำงานของชุดตรวจจับการผ่านของวัตถุและตัวโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ คือ ชุดตรวจจับการเคลื่อนที่ตัดผ่านวัตถุทั้งหมดสองชุดซึ่งติดตั้ง ณ ตำแหน่งทางเข้าและทางออกของพื้นที่อย่างละตัว เมื่อมีวัตถุผ่านเข้ามาในพื้นที่ ระบบจะเปิดไฟของระบบส่องสว่างทำงานและทำการนับจำนวนวัตถุที่เข้ามาในพื้นที่ใช้งานดังกล่าว ซึ่งการนับจะเป็นการนับขึ้นทีละชิ้นโดยแสดงผลการนับเป็นเลขฐานสอง และเมื่อมีวัตถุตัดผ่านในทางด้านขาออกจนครบจำนวน ระบบควบคุมจะสั่งปิดไฟโดยสถานะเริ่มต้นแสดงผลของวงจรดังรูปที่ 4.3



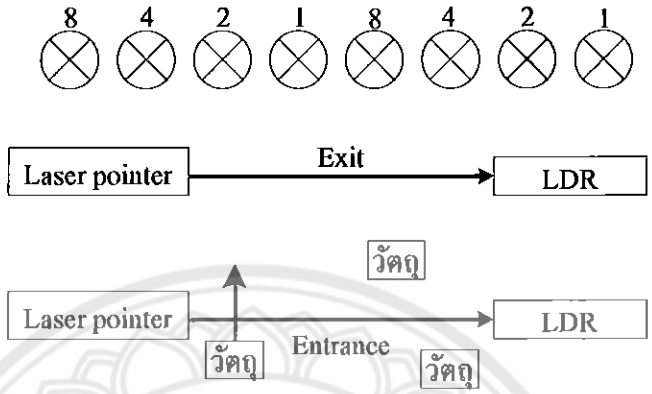
รูปที่ 4.3 สถานะเริ่มต้นของวงจร

1) โดยการทดสอบเริ่มจากมีวัตถุผ่านเข้าไปในพื้นที่การใช้ 1 ชิ้น และไมโครคอนโทรลเลอร์เริ่มนับและหลอดไฟแสดงผลการนับมีค่าเป็น 1 ดังรูปที่ 4.4



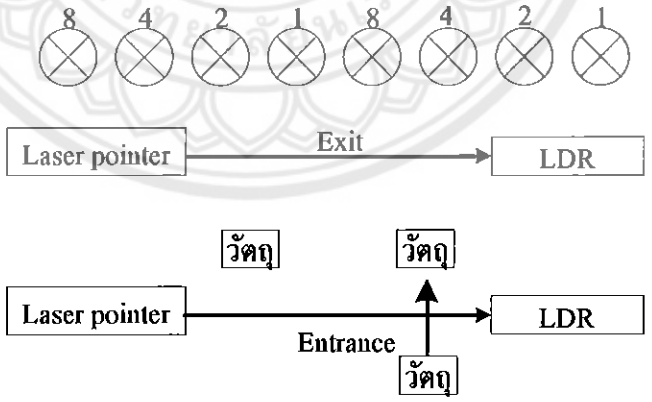
รูปที่ 4.4 หลอดไฟแสดงสถานการณ์ผ่านเข้าของวัตถุจำนวน 1 ชิ้น

2) หลังจากมีวัตถุเข้าไปในพื้นที่ 1 ชิ้น เมื่อมีวัตถุชิ้นที่ 2 ผ่านเข้าไปโดยการตัดผ่านชุดตรวจจับการผ่านของวัตถุทางเข้าเช่นเดิมทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์นับเพิ่มอีก 1 ทำให้หลอดไฟติดสว่างหลอดที่ 2 โดยแสดงค่าจำนวนการนับเป็น 2 ดังรูปที่ 4.5



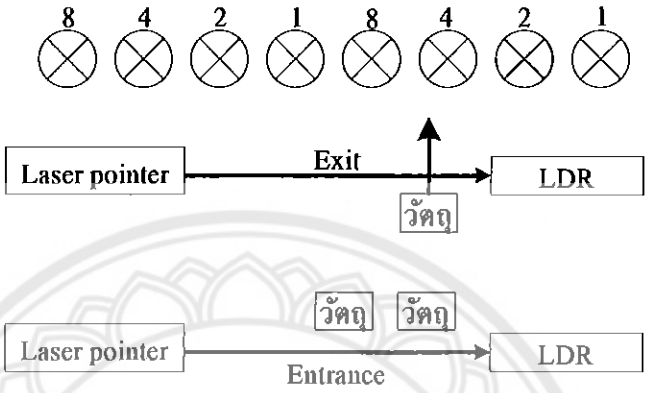
รูปที่ 4.5 หลอดไฟแสดงการผ่านเข้าของวัตถุจำนวน 2 ชิ้น

3) เมื่อมีวัตถุ 2 และ 3 และมีวัตถุผ่านเข้ามาอีก 1 ชิ้นทำให้หลอดไฟติดสว่าง 2 ดวงแรก ซึ่งหมายถึงการนับจำนวนของวัตถุเป็น 3 ดังรูปที่ 4.6



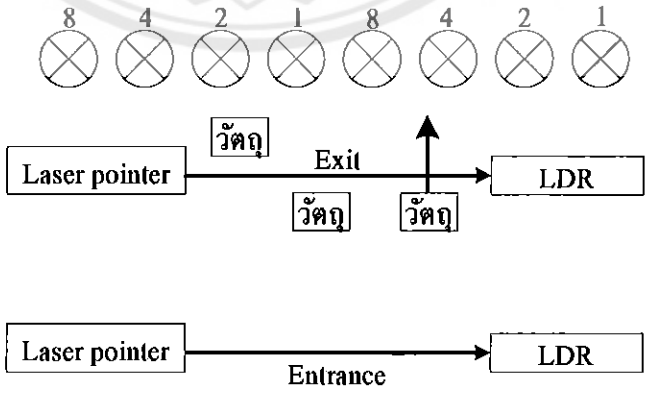
รูปที่ 4.6 หลอดไฟแสดงการผ่านเข้าของวัตถุจำนวน 3 ชิ้น

4) เมื่อทดสอบการผ่านของวัตถุ 2 ชิ้นจึงต้องมีการทดสอบการลบออกของจำนวน โดยเริ่มจากนำวัตถุที่อยู่ในพื้นที่การใช้งานตัดผ่านชุดตรวจจับการผ่านของวัตถุทางด้านออก 1 ชิ้นซึ่งในขณะนี้หลอดไฟยังคงติดสว่างแสดงจำนวน 2 ว่ายังคงมีวัตถุเหลืออยู่ในพื้นที่การใช้งานอยู่ดังรูปที่ 4.7



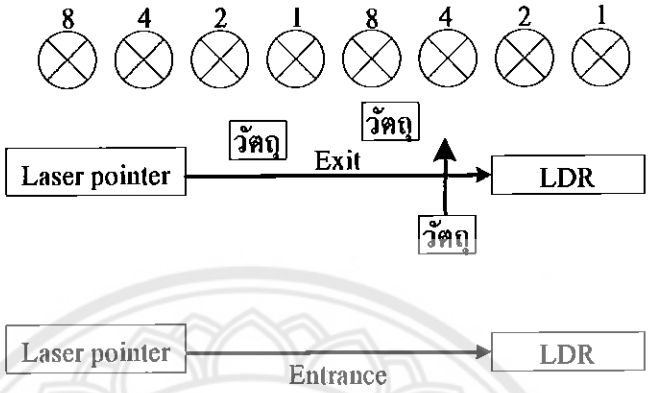
รูปที่ 4.7 หลอดไฟแสดงการผ่านออกของวัตถุจำนวน 1 ชิ้น

5) ในขณะนี้มีวัตถุเหลืออยู่ในพื้นที่การใช้งานอีก 1 ชิ้น ซึ่งจะนำมาตัดผ่านชุดตรวจจับการผ่านของวัตถุทางด้านขาออก เมื่อวัตถุตัดผ่านชุดตรวจจับการผ่านของวัตถุก็จะตรวจจับว่าในขณะนั้นมีวัตถุกำลังเคลื่อนที่ตัดผ่านทางด้านขาออกไป และไมโครคอนโทรลเลอร์ก็ทำการลบจำนวนออกดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 หลอดไฟแสดงการผ่านออกของวัตถุจำนวน 2 ชิ้น

6) เมื่อมีวัตถุผ่านออกครบทั้ง 3 จำนวนซึ่งจะเท่ากับจำนวนรวมทั้งหมดของวัตถุที่ผ่านเข้าไปในพื้นที่การใช้งานขณะนี้ก็จะกลายเป็นศูนย์และก็จะสั่งให้รีเลย์ควบคุมปิดหลอดไฟลงดัง รูปที่ 4.9 หลอดไฟแสดงการผ่านออกของวัตถุเท่ากับจำนวนที่เข้ามา



รูปที่ 4.9 หลอดไฟแสดงการผ่านออกของวัตถุเท่ากับจำนวนที่เข้ามา

ในการทดสอบชุดตรวจจับการเคลื่อนที่ผ่านวัตถุได้ทำการทดสอบความแม่นยำในการตรวจจับการตัดผ่านของวัตถุด้วย คือ ระยะห่างของเวลาการตัดผ่านวัตถุเป็น 1 s โดยใช้เวลาในการทดสอบเป็นเวลา 3 min แสดงผลดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบการตัดผ่านวัตถุที่ระยะห่างของเวลาการตัดผ่านวัตถุใน 1 s

ระยะเวลาในการทดสอบ (s)	จำนวนครั้งในการตัดผ่านวัตถุ	จำนวนครั้งที่ไมโครคอนโทรลเลอร์นับได้
30	30	30
60	30	30
90	30	30
120	30	30
150	30	30
180	30	30

4.3 การทดสอบการบริโภคพลังงานไฟฟ้าของระบบควบคุม

ในการทำงานของระบบควบคุมอัตโนมัติจำเป็นต้องใช้พลังงานไฟฟ้าในการขับเคลื่อนวงจรซึ่งการบริโภคพลังงานไฟฟ้าจะส่งผลให้ระหว่างการทำงานต้องมีการเสียพลังงานไปในส่วนนี้ด้วยจึงจำเป็นที่ต้องมีการวัดและคำนวณพลังงานไฟฟ้าที่ระบบบริโภคเข้าไปโดยแสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบการใช้กระแสและแรงดันของระบบควบคุม

แรงดัน (V)	กระแส (A)	กำลังไฟที่บริโภค (W)
5	0.04	0.2
12	0.13	1.56
24 (กรณีที่ระบบไม่มีการเปิดไฟ)	0.03	0.72
24 (กรณีที่ระบบเปิดไฟเพียงหลอดเดียว)	0.06	1.44
24 (กรณีที่ระบบเปิดไฟทั้งสองหลอด)	0.1	2.4

จากตารางที่ 4.3 จะเห็นได้ว่ามีการแบ่งแรงดันออกเป็น 5 V, 12 V, และ 24 V ทั้งนี้เพื่อแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าระบบในแต่ละส่วนได้มีการบริโภคพลังงานไฟฟ้าเป็นสัดส่วนต่างๆ ของระบบ โดยแบ่งการจ่ายไฟฟ้าตามแรงดันได้ดังนี้

1) จ่ายไฟฟ้าแรงดัน 5 V กระแสตรงให้กับตัวชี้เลเซอร์โดยวัดค่ากระแสได้ 0.04 A คำนวณค่ากำลังได้เป็น 0.2 W
2) จ่ายไฟฟ้าแรงดัน 12 V กระแสตรงให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์โดยวัดค่ากระแสได้ 0.13 A คำนวณค่ากำลังได้เป็น 1.56 W
3) จ่ายไฟฟ้าแรงดัน 24 V กระแสตรงให้กับรีเลย์ควบคุมซึ่งในชิ้นงานได้มีการติดตั้ง 2 ระบบด้วยกัน นั่นคือรีเลย์ควบคุมที่ได้รับสัญญาณสั่งการจากชุดตรวจจับความเข้มแสงและรีเลย์ควบคุมที่ได้รับสัญญาณสั่งการจากชุดตรวจจับการผ่านของวัตถุ ซึ่งรีเลย์ควบคุมนี้มีหน้าที่เปิดปิดหลอดไฟ 1 หลอด โดยแยกการทำงานเป็น 3 ลักษณะ คือ

- จ่ายไฟฟ้าแรงดัน 24 V กระแสตรงให้กับรีเลย์ควบคุมซึ่งการทำงานเป็นแบบไม่มีการเปิดหลอดไฟเลย โดยวัดค่ากระแสได้ 0.03 A คำนวณค่ากำลังได้เป็น 0.72 W
- จ่ายไฟฟ้าแรงดัน 24 V กระแสตรงให้กับรีเลย์ควบคุมซึ่งการทำงานเป็นแบบเปิดไฟเพียงหลอดเดียว โดยวัดค่ากระแสได้ 0.06 A คำนวณค่ากำลังได้เป็น 1.44 W
- จ่ายไฟฟ้าแรงดัน 24 V กระแสตรงให้กับรีเลย์ควบคุมซึ่งการทำงานเป็นแบบเปิดไฟทั้ง 2 หลอดติดพร้อมกัน โดยวัดค่ากระแสได้ 0.10 A คำนวณค่ากำลังได้เป็น 2.40 W

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้เป็นการสรุปผลการดำเนินโครงงานและพร้อมให้ข้อเสนอแนะในการพัฒนาโครงงานนี้ต่อไป

5.1 สรุปผลการดำเนินโครงงาน

ในโครงงานนี้ได้มีการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ ตัวตรวจจับการเคลื่อนที่ตัดผ่านของวัตถุ และตัวต้านทานไวแสง มาประยุกต์สร้างเป็นระบบควบคุมการเปิดปิดไฟอัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ อีกทั้งยังได้นำตัวรีเลย์ควบคุมซึ่งสามารถทนแรงดันและกระแสได้สูงมาใช้สำหรับตัดต่อวงจรเพื่อเปิดปิดระบบส่องสว่าง โดยมีการทำงาน 2 ระบบ คือ ระบบส่องสว่างสำหรับพื้นที่ใช้งาน และระบบส่องสว่างสำหรับสวนสาธารณะโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลสัญญาณที่ได้จากชุดตรวจจับในระบบทั้งสองดังกล่าว นั่นคือ ในระบบส่องสว่างสำหรับพื้นที่ใช้งานจะใช้ชุดตรวจจับการเคลื่อนที่ตัดผ่านวัตถุทั้งหมดสองชุด ซึ่งติดตั้ง ณ ตำแหน่งทางเข้าและทางออกของพื้นที่อย่างละตัว เมื่อมีคนเดินผ่านเข้ามาในพื้นที่ ระบบควบคุมฯ จะเปิดไฟของระบบส่องสว่างทำงานและทำการนับจำนวนวัตถุที่เข้ามาในพื้นที่ใช้งานดังกล่าว ระบบควบคุมฯ จะสั่งปิดไฟก็ต่อเมื่อคนเดินออกจากพื้นที่หมดแล้ว ในขณะที่ระบบส่องสว่างสำหรับสวนสาธารณะจะใช้ชุดตรวจจับความเข้มแสงซึ่งสร้างจากตัวต้านทานไวแสง โดยการเปิดปิดไฟในสวนสาธารณะจะขึ้นอยู่กับความเข้มแสงเท่านั้น

โดยชุดตรวจจับการเคลื่อนที่ตัดผ่านวัตถุทั้งหมดสองชุดที่ใช้ในโครงงานนี้ได้พัฒนามาจากตัวชี้เลเซอร์กับตัวต้านทานไวแสงและมีวงจรประกอบด้วย รีเลย์อิเล็กทรอนิกส์ ทรานซิสเตอร์ และตัวต้านทานปรับค่าได้ เมื่อเปรียบเทียบต้นทุนกับชุดเซ็นเซอร์ที่ขายตามท้องตลาดที่ต้นทุนต่ำกว่ามากซึ่งชุดเซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนที่ตัดผ่านของวัตถุที่พัฒนาขึ้นมานั้นมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับตามท้องตลาดและมีความคลาดเคลื่อนต่ำและมีจุดเด่น คือ สามารถใช้ในที่ที่ไม่มีแสง อุปกรณ์ที่ใช้ในการประกอบหาซื้อได้ง่าย และการประกอบรวมวงจรที่ไม่มีขั้นตอนซับซ้อน

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

การทำโครงงานมีข้อจำกัดในเรื่องต้นทุนและในการหาซื้ออุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูงทำได้ยาก ซึ่งทำให้ชิ้นงานที่ผู้จัดทำโครงงานได้พัฒนาขึ้นยังมีข้อพกพร่องและแนวทางการแก้ไขเบื้องต้นดังนี้

1) เนื่องการเขียนโปรแกรมและการใช้อุปกรณ์ที่คำนึงถึงประสิทธิภาพต่อราคาในเกณฑ์ราคาที่น้อยจึงมีปัญหาในการตรวจจับเซ็นเซอร์ที่สามารถตรวจจับได้ในทิศทางเดียว แนวทางการแก้ไขคือต้องใช้เซ็นเซอร์ตรวจจับเพิ่มขึ้นเป็นทั้งหมด 4 ชุด เพื่อจับการเคลื่อนที่ตัดผ่านของวัตถุแบบไล่ลำดับนั่นคือต้องมีการผ่าน 4 ครั้ง โดยผ่านตัวตรวจจับตัวแรกและต้องผ่านตัวตรวจจับตัวที่สองไฟถึงจะติด และต้องผ่านตัวตรวจจับตัวที่สามแล้วผ่านตัวตรวจจับตัวที่สี่ไฟถึงจะดับ

2) ปัญหาในตอบสนองของตัวต้านทานไวแสงแต่ละพื้นที่มีความสว่างไม่เท่ากัน ทำให้ในบางกรณีการทำงานในการเปิดปิดหลอดไฟไม่ตรงตามความต้องการในการใช้งาน แนวทางการแก้ไขคือเลือกใช้ตัวต้านทานปรับค่าได้แทนตัวต้านทานธรรมดาเพื่อที่จะสามารถปรับค่าตัวต้านทานให้สอดคล้องกับความต้องการในการเปิดปิดหลอดไฟ ณ ค่าความเข้มแสงต่างๆ

5.3 แนวทางในการพัฒนาต่อไป

ในการสร้างชิ้นงานมีหลักการทำงานอยู่ 2 ระบบคือ ตรวจจับการเคลื่อนที่ตัดผ่านของวัตถุ และตรวจจับความเข้มแสง ซึ่งสามารถนำหลักการทั้งสองไปประยุกต์ใช้งานต่อไปได้ โดยสามารถยกตัวอย่างการประยุกต์ใช้ได้ดังนี้

1) เครื่องนับจำนวนสินค้า จากลักษณะการทำงานหลักของวงจรและตัวโปรแกรมในส่วนชุดตรวจจับการเคลื่อนที่ตัดผ่านของวัตถุจะเป็นการนับจำนวนจึงสามารถนำไปใช้ได้โดยตรงซึ่งสามารถนับได้จำนวนสูงสุด 256 ชิ้นต่อการเริ่มนับใหม่หนึ่งครั้ง

2) เครื่องเปิดปิดอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ เช่น เครื่องเปิดปิดน้ำพุ เครื่องรดน้ำต้นไม้ เครื่องปรับอากาศ เป็นต้น จากลักษณะการทำงานหลักของวงจรและตัวโปรแกรมในส่วนชุดตรวจจับความเข้มแสงใช้หลักการอ้างอิงจากความเข้มแสงรอบๆตัวต้านทานความไวแสง จึงสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการเปิดปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าตามเวลาที่ต้องการการใช้งาน

เอกสารอ้างอิง

[1] กีรติ ชยะกุลคีรี, ผศ.ดร. "การป้องกันระบบไฟฟ้ากำลังและรีเลย์", สำนักพิมพ์ศรีปทุม, กรุงเทพฯ, 2552

[2] ดอนสัน ปงผาบ "ไมโครคอนโทรลเลอร์และการประยุกต์ใช้งาน 2", สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพฯ, 2549

[3] พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์ "วงจรไฟฟ้า 1", สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ, กรุงเทพฯ, 2542

[4] http://www.thaienv.com/content/view/330/39/

[5] www.elecnet.chandra.ac.th/learn/tipntrick/ldr/default.htm:2

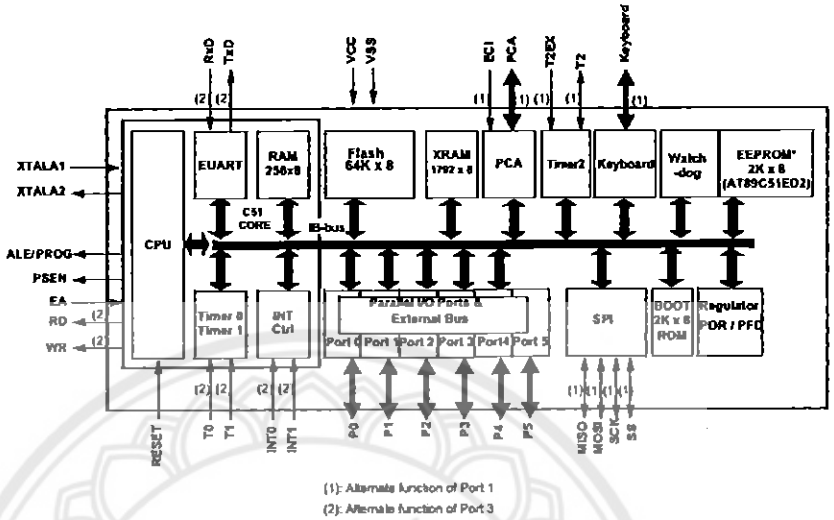
[6] http://www.ett.co.th/product/pics/02MCS-51/02A19/2051V2P.jpg

ภาคผนวก ก

รายละเอียดของไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่น AT89C51ED2

Block Diagram

Figure 1. Block Diagram



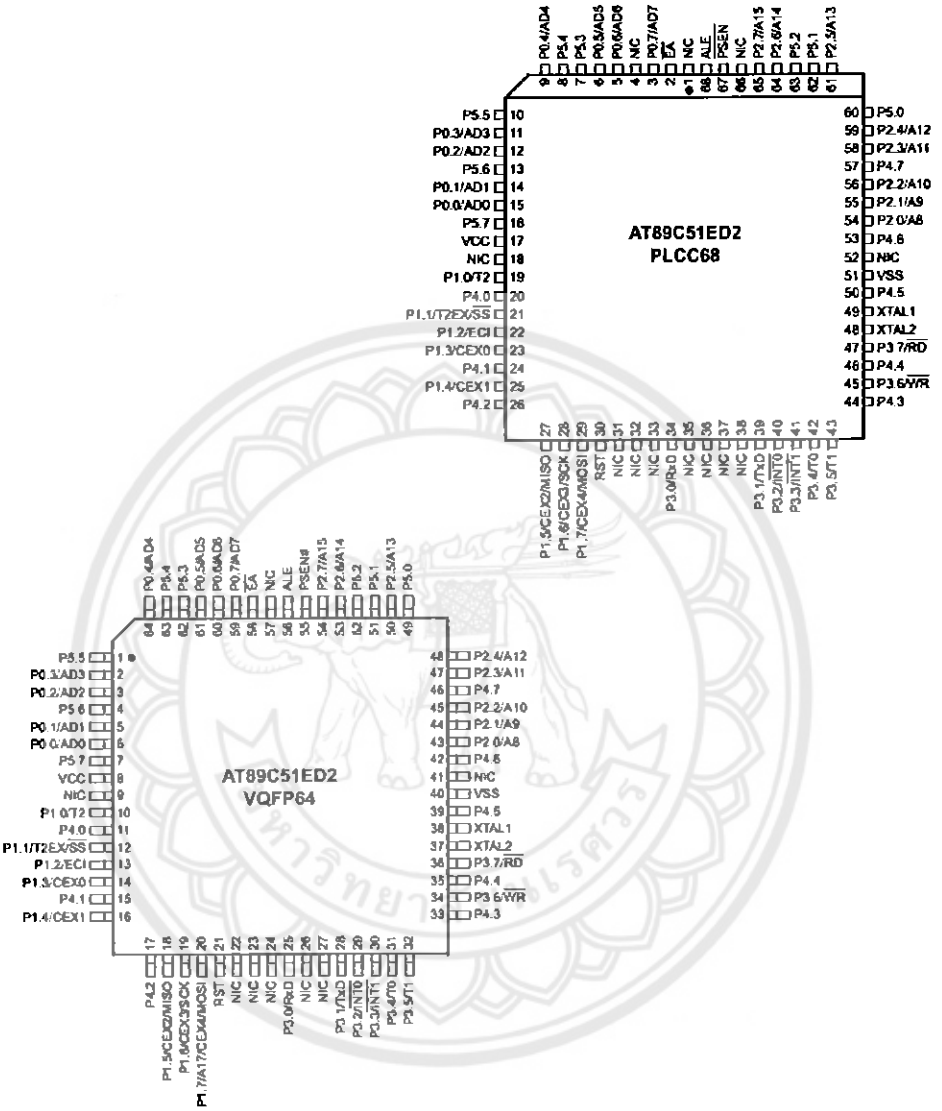

AT89C51ED2
PLCC68
AT89C51ED2
VQFP64

Table 16. CKCON0 Register

CKCON0 - Clock Control Register (8Fh)

7	6	5	4	3	2	1	0
-	WDX2	PCAX2	SIX2	T2X2	T1X2	T0X2	X2

Bit Number	Bit Mnemonic	Description
7	Reserved	The values for this bit are indeterminite. Do not set this bit.
6	WDX2	**Watchdog Clock** (This control bit is validated when the CPU clock X2 is set; when X2 is low, this bit has no effect). Cleared to select 6 clock periods per peripheral clock cycle. Set to select 12 clock periods per peripheral clock cycle.
5	PCAX2	**Programmable Counter Array Clock** (This control bit is validated when the CPU clock X2 is set; when X2 is low, this bit has no effect). Cleared to select 6 clock periods per peripheral clock cycle. Set to select 12 clock periods per peripheral clock cycle.
4	SIX2	**Enhanced UART Clock (Mode 0 and 2)** (This control bit is validated when the CPU clock X2 is set; when X2 is low, this bit has no effect). Cleared to select 6 clock periods per peripheral clock cycle. Set to select 12 clock periods per peripheral clock cycle.
3	T2X2	**Timer2 Clock** (This control bit is validated when the CPU clock X2 is set; when X2 is low, this bit has no effect). Cleared to select 6 clock periods per peripheral clock cycle. Set to select 12 clock periods per peripheral clock cycle.
2	T1X2	**Timer1 Clock** (This control bit is validated when the CPU clock X2 is set; when X2 is low, this bit has no effect). Cleared to select 6 clock periods per peripheral clock cycle. Set to select 12 clock periods per peripheral clock cycle.
1	T0X2	**Timer0 Clock** (This control bit is validated when the CPU clock X2 is set; when X2 is low, this bit has no effect). Cleared to select 6 clock periods per peripheral clock cycle. Set to select 12 clock periods per peripheral clock cycle.
0	X2	**CPU Clock** Cleared to select 12 clock periods per machine cycle (STD mode) for CPU and all the peripherals. Set to select 6 clock periods per machine cycle (X2 mode) and to enable the individual peripherals X2' bits. Programmed by hardware after Power-up regarding Hardware Security Byte (HSB). Default setting, X2 is cleared.

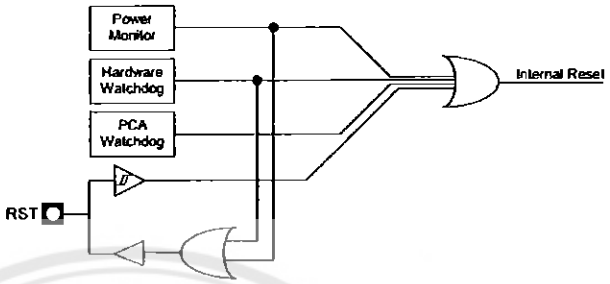
Reset Value = 0000 000'HSB. X2'b (See "Hardware Security Byte")
Not bit addressable

Reset

Introduction

The reset sources are: Power Management, Hardware Watchdog, PCA Watchdog and Reset Input.

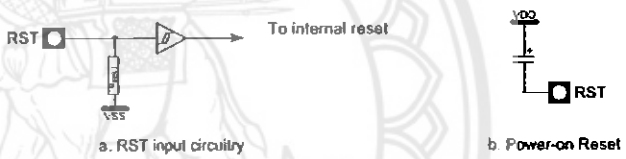
Figure 9. Reset schematic



Reset Input

The Reset input can be used to force a reset pulse longer than the internal reset controlled by the Power Monitor. RST input has a pull-down resistor allowing power-on reset by simply connecting an external capacitor to V_{CC} as shown in Figure 10. Resistor value and input characteristics are discussed in the Section "DC Characteristics" of the AT89C51RD2/ED2 datasheet.

Figure 10. Reset Circuitry and Power-On Reset



a. RST input circuitry

b. Power-on Reset

Serial I/O Port

The serial I/O port in the AT89C51RD2/ED2 is compatible with the serial I/O port in the 80C52.
It provides both synchronous and asynchronous communication modes. It operates as a Universal Asynchronous Receiver and Transmitter (UART) in three full-duplex modes (Modes 1, 2 and 3). Asynchronous transmission and reception can occur simultaneously and at different baud rates

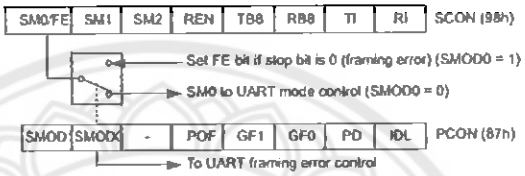
Serial I/O port includes the following enhancements:

- Framing error detection
- Automatic address recognition

Framing Error Detection

Framing bit error detection is provided for the three asynchronous modes (modes 1, 2 and 3). To enable the framing bit error detection feature, set SMOD0 bit in PCON register (See Figure 22).

Figure 22. Framing Error Block Diagram



When this feature is enabled, the receiver checks each incoming data frame for a valid stop bit. An invalid stop bit may result from noise on the serial lines or from simultaneous transmission by two CPUs. If a valid stop bit is not found, the Framing Error bit (FE) in SCON register (See Table 33.) bit is set.
Software may examine FE bit after each reception to check for data errors. Once set, only software or a reset can clear FE bit. Subsequently received frames with valid stop bits cannot clear FE bit. When FE feature is enabled, RI rises on stop bit instead of the last data bit (See Figure 23. and Figure 24.).

Figure 23. UART Timings in Mode 1

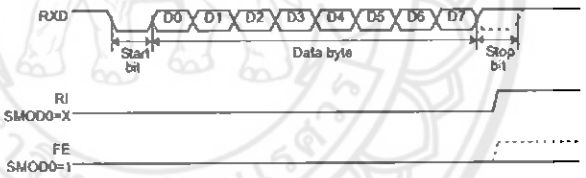
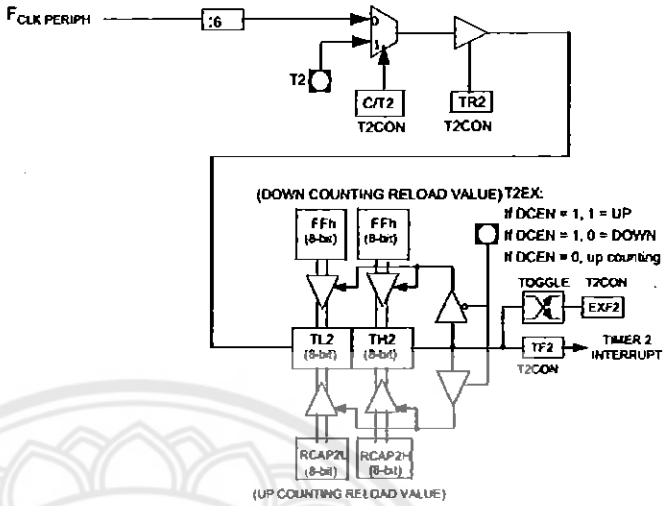


Figure 14. Auto-reload Mode Up/Down Counter (DCEN = 1)



Programmable Clock-output

In the clock-out mode, Timer 2 operates as a 50% duty-cycle, programmable clock generator (See Figure 15). The input clock increments TL2 at frequency $F_{CLK\ PERIPH}/2$. The timer repeatedly counts to overflow from a loaded value. At overflow, the contents of RCAP2H and RCAP2L registers are loaded into TH2 and TL2. In this mode, Timer 2 overflows do not generate interrupts. The formula gives the clock-out frequency as a function of the system oscillator frequency and the value in the RCAP2H and RCAP2L registers:

$$Clock\text{-}OutFrequency = \frac{F_{CLKPERIPH}}{4 \times (65536 - RCAP2H/RCAP2L)}$$

For a 16 MHz system clock, Timer 2 has a programmable frequency range of 61 Hz ($F_{CLK\ PERIPH}/2^{16}$) to 4 MHz ($F_{CLK\ PERIPH}/4$). The generated clock signal is brought out to T2 pin (P1.0).

Timer 2 is programmed for the clock-out mode as follows:

- Set T2OE bit in T2MOD register.
- Clear $C/\overline{T2}$ bit in T2CON register.
- Determine the 16-bit reload value from the formula and enter it in RCAP2H/RCAP2L registers.
- Enter a 16-bit initial value in timer registers TH2/TL2. It can be the same as the reload value or a different one depending on the application.
- To start the timer, set TR2 run control bit in T2CON register.

It is possible to use Timer 2 as a baud rate generator and a clock generator simultaneously. For this configuration, the baud rates and clock frequencies are not independent since both functions use the values in the RCAP2H and RCAP2L registers.

Timer 2

The Timer 2 in the AT89C51RD2/ED2 is the standard C52 Timer 2. It is a 16-bit timer/counter: the count is maintained by two eight-bit timer registers, TH2 and TL2 are cascaded. It is controlled by T2CON (Table 20) and T2MOD (Table 21) registers. Timer 2 operation is similar to Timer 0 and Timer 1. C/$\overline{T2}$ selects $F_{osc}/12$ (timer operation) or external pin T2 (counter operation) as the timer clock input. Setting TR2 allows TL2 to increment by the selected input.

Timer 2 has 3 operating modes: capture, autoreload and Baud Rate Generator. These modes are selected by the combination of RCLK, TCLK and CP/$\overline{RL2}$ (T2CON).

Refer to the Atmel 8-bit Microcontroller Hardware Manual for the description of Capture and Baud Rate Generator Modes.

Timer 2 includes the following enhancements:

- Auto-reload mode with up or down counter
- Programmable clock-output

Auto-reload Mode

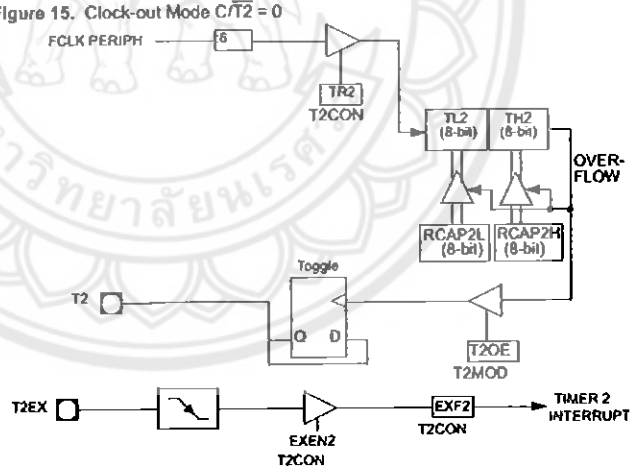
The auto-reload mode configures Timer 2 as a 16-bit timer or event counter with automatic reload. If DCEN bit in T2MOD is cleared, Timer 2 behaves as in 80C52 (refer to the Atmel C51 Microcontroller Hardware Manual). If DCEN bit is set, Timer 2 acts as an Up/down timer/counter as shown in Figure 14. In this mode the T2EX pin controls the direction of count.

When T2EX is high, Timer 2 counts up. Timer overflow occurs at FFFFh which sets the TF2 flag and generates an interrupt request. The overflow also causes the 16-bit value in RCAP2H and RCAP2L registers to be loaded into the timer registers TH2 and TL2.

When T2EX is low, Timer 2 counts down. Timer underflow occurs when the count in the timer registers TH2 and TL2 equals the value stored in RCAP2H and RCAP2L registers. The underflow sets TF2 flag and reloads FFFFh into the timer registers.

The EXF2 bit toggles when Timer 2 overflows or underflows according to the direction of the count. EXF2 does not generate any interrupt. This bit can be used to provide 17-bit resolution.

Figure 15. Clock-out Mode C/$\overline{T2}$ = 0



ภาคผนวก ข

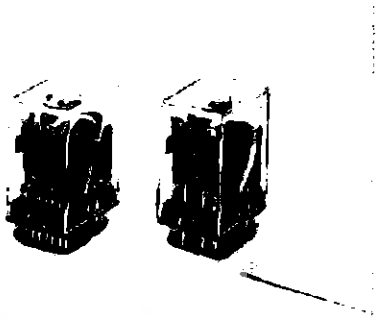
รายละเอียดของรีเลย์ชนิดแม่เหล็กไฟฟ้า OMRON MY4N, MY2N 24 V

OMRON

General-purpose Relay | MY

An Improved Miniature Power Relay with Many Models for Sequence Control and Power Applications

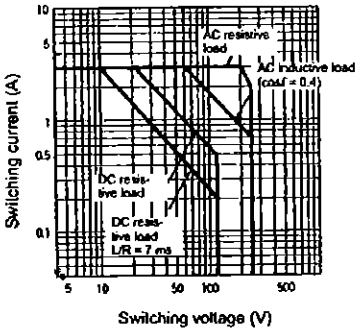
- A wide range of relay variations including ones with operation indicators, high-capacity capability, built-in diodes, etc.
- Arc barrier standard on 3- and 4-pole relays.
- Withstand voltage: 2,000 VAC.



Ordering Information

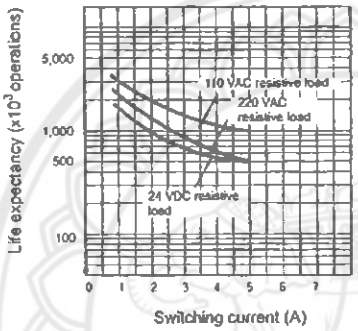
Type	Contact form	Plug-in socket/solder terminals		PCB terminals	Upper-mounting/ solder terminals
			With indicator		
Standard	SPDT	*MY1	—	*MY1-02	MY1F
	DPDT	MY2	MY2N	MY2-02	MY2F
	DPDT (bifurcated)	MY2Z	MY2ZN	MY2Z-02	MY2ZF
	3PDT	MY3	MY3N	MY3-02	MY3F
	4PDT	MY4	MY4N	MY4-02	MY4F
	4PDT (bifurcated)	MY4Z	MY4ZN	MY4Z-02	MY4ZF
With built-in diode (DC only)	DPDT	MY2-D	MY2N-D2	—**	—
	DPDT (bifurcated)	MY2Z-D	MY2ZN-D2	—	—
	3PDT	MY3-D	MY3N-D2	—	—
	4PDT	MY4-D	MY4N-D2	—	—
	4PDT (bifurcated)	MY4Z-D	MY4ZN-D2	—	—
With built-in CR (AC only)	DPDT	MY2-CR	MY2N-CR	—	Not available
	DPDT (bifurcated)	MY2Z-CR	—	—	
	3PDT	MY3-CR	—	—	
	4PDT	MY4-CR	MY4N-CR	—	
	4PDT (bifurcated)	MY4Z-CR	—	—	
With test button	DPDT	MY2H	MY2HN	—	—
	4PDT	MY4H	MY4HN	—	—

MY4, MY4Z

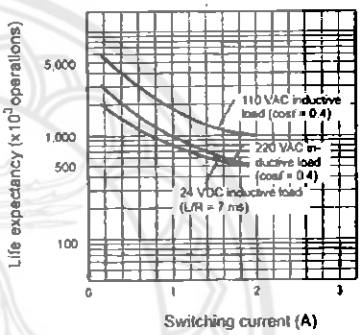


■ Life Expectancy

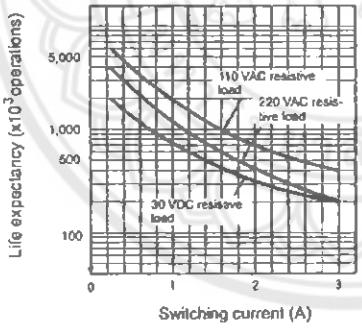
MY1, MY2, MY3 (Resistive Loads)



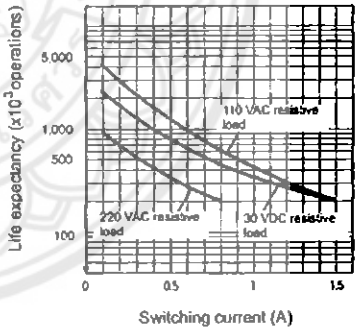
MY1, MY2, MY3 (Inductive Loads)



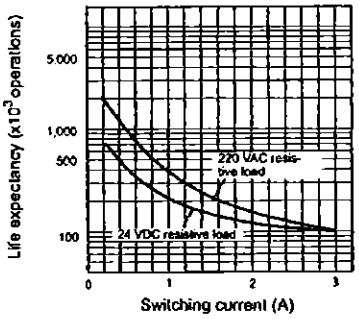
MY4 (Resistive Loads)



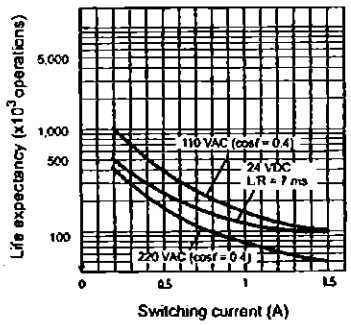
MY4 (Inductive Loads)



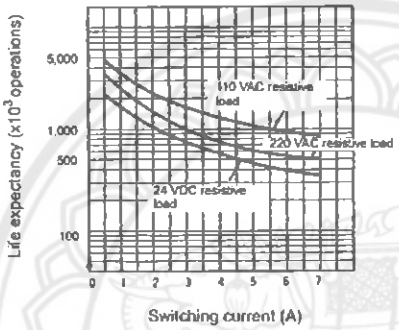
MY4Z (Resistive Loads)



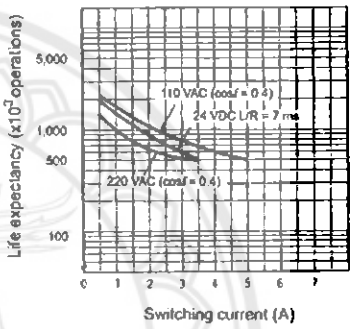
MY4Z (Inductive Loads)



MY2-Y (Resistive Loads)



MY2-Y (Inductive Loads)

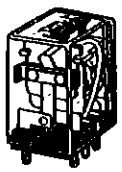


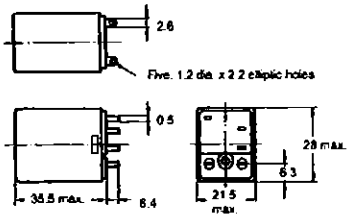
Dimensions

Note: All units are in millimeters unless otherwise indicated.

■ Relays with Solder Terminals

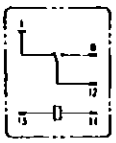
MY1



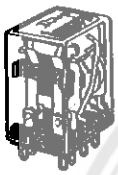


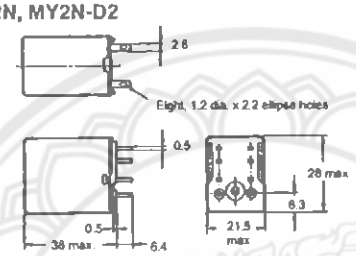
Terminal arrangement/internal connections (bottom view)

MY1



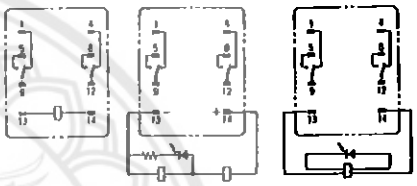
MY2, MY2-TU, MY2N, MY2N-D2





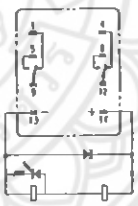
MY2N

Standard | DC type | AC type

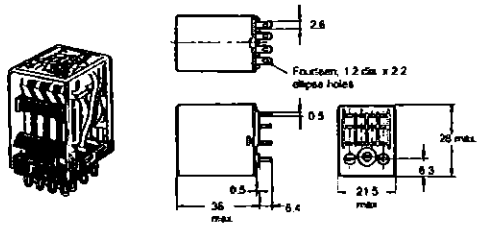


Note: 1. AC type is equipped with a coil disconnection self-diagnostic function.
2. Pay due attention as DC type has polarity.

MY2N-D2



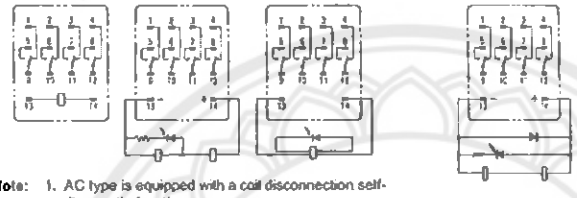
MY4, MY4-TU



Terminal arrangement/internal connections (bottom view)

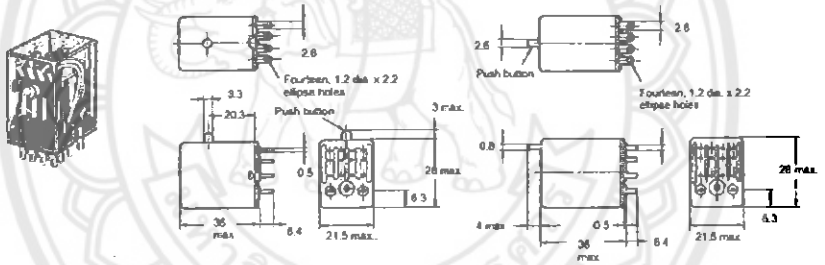
MY4N **MY4N-D2**

Standard **DC type** **AC type**



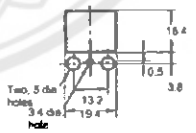
Note: 1. AC type is equipped with a coil disconnection self-diagnostic function.
2. Do not reverse the polarity of DC relays.

MY□I4 **MY□I**



Note: 1. Mount the relay with a socket.
2. The above dimensions are for -G type relays (with mounting studs).
3. Test button
I4: AC with red push button
DC with blue push button

Mounting holes

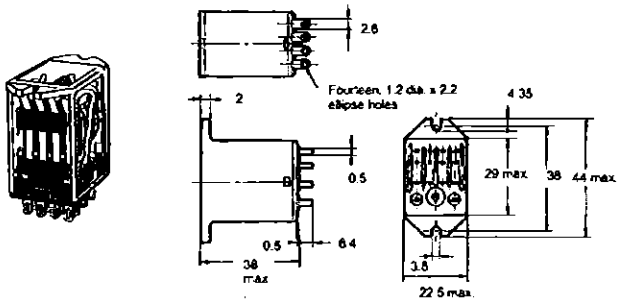


Note: The terminal arrangement and internal connections of the above relays are as same as these of MY□ relays.

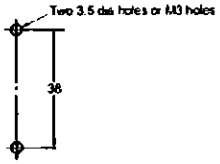
■ Upper-mounting Relays

MY□F

MY4F



Mounting holes

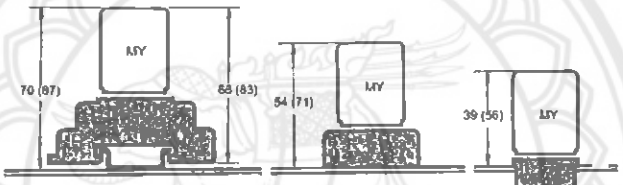


Note: 1. The above dimensions also apply to the SPDT, DPDT, and 3PDT relays.
2. The internal connections of the above relays are as same as these of MY□ relays.

■ Mounting Height with Socket

DIN rail/surface–mounting socket

Back-mounting socket



PYF□A(-E)

PYF08M

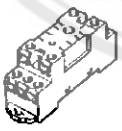
PY□

Note: 1. The PTF-A can be rail–mounted or screw-mounted.
2. For the MY□-CR (CR circuit built-in type) model, figure in the parentheses apply.
3. PYC-P hold down clip should be used with PYF08M.

■ Sockets

PYF08A-E

PYF08A-N



PYF14A-N

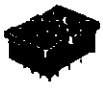
PY14

PY14-Y1

PY14QN(2)

PY14QN(2)-Y1

PY14-02



ภาคผนวก ค

รายละเอียดของรีเลย์อิเล็กทรอนิกส์ 12 V 2 Pole

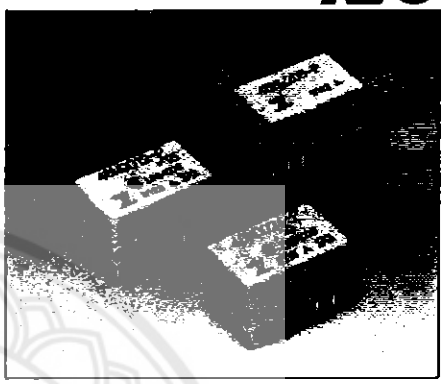
MINIATURE RELAY

2 POLES—1 to 2 A (FOR SIGNAL SWITCHING)

FBR46 SERIES

RoHS compliant

■ FEATURES



- **Miniature size**
  About 50% smaller in volume compared with the FBR240 series used mainly in communication equipment.
- **High surge voltage**
  2,500 V minimum of surge strength (Bellcore standard), and 1,500 VAC minimum of dielectric strength between coil and contact (-15, -16 type).
- **Low power consumption**
  85 mW of operate power (150 mW of nominal power consumption) by built-in permanent magnet.
- **Shipping tube package**
- **RoHS compliant since date code: 0433A**
  Please see page 7 for more information

■ ORDERING INFORMATION

	FBR46	N	D	012	-P	-15	-CSA
[Example]	(a)	(b)	(*)	(c)	(d)	(e)	(f)

(a)	Series Name	FBR46 : FBR46 Series
(b)	Enclosure	N : Plastic sealed
(*)	Coil Type	D : Standard, -15, -16 (DC coil) G : 65% Operate type
(c)	Nominal Voltage	(Example) Standard, -15, -16 type: 005: 5 VDC; 012: 12 VDC (refer to the COIL DATA CHART) (Example) Latching type: 05: 5 VDC; 12: 12 VDC
(d)	Contact Material	–P : Gold-overlay silver-palladium
(e)	Dielectric Strength	Nil : Between coil and contacts 1,000 VAC, between contacts 750 VAC -15 : Between coil and contacts 1,500 VAC, between contacts 750 VAC -16 : Between coil and contacts 1,500 VAC, between contacts 1,000 VAC
(f)	Safety Specification	Nil : Standard (UL114 recognized) -CSA : UL114 + CSA recognized

Note: The designation name is stamped on the top of the relay case as follows:
(Example) Designation ordered: FBR46ND012-P
Stamp: 46ND012-P

■ SPECIFICATIONS

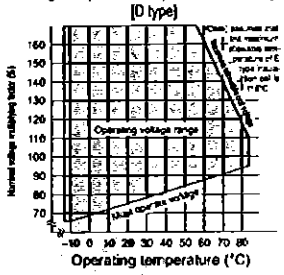
Item			Standard	-65% operate	-15 type	-16 type
Contact	Arrangement and Style		2 form C (DPDT), bifurcated			
	Material		Gold-overlay silver-palladium			
	Resistance (initial)		Maximum 100 mΩ (at 0.1 A 6 VDC)			
	Ratings (resistive)		0.5 A 120 VAC or 1 A 30 VDC			
	Maximum Carrying Current		1.25 A			
	Maximum Switching Power		60 AV or 30 W			
	Max. Switching Voltage*1		125 V			
	Maximum Switching Current		1 A			
	Minimum Switching load*2		0.01 mA 10 mVDC (reference)			
	Electrostatic Capacity (reference)		Approximately 2 pF (between coil and contacts) Approximately 1 pF (between open contacts)			
Coil	Nominal power (at 20°C)		150 to 200 mW	205 mW	200 to 250 mW	
	Operate power (at 20°C)		85 to 112 mW	106 mW	112 to 114 mW	
	Operating Temperature		-30°C to +70°C (no frost) (refer to the CHARACTERISTIC DATA)			
	Operating Humidity		45 to 85%RH			
Time Value	Operate (at nominal voltage)		Maximum 5 ms			
	Release (at nominal voltage)		Maximum 5 ms			
Life	Mechanical		50 × 10^6 operations minimum			
	Electrical (refer to the REFERENCE DATA)	DC	2 × 10^5 operations minimum (at contact rating)			
		AC	1 × 10^5 operations minimum (at contact rating)			
Other	Vibration Resistance		10 to 55 Hz (double amplitude of 1.5 mm)			
	Shock Resistance	Misoperation	500 m/s² (11 ±1 ms)			
		Endurance	1,000 m/s² (11 ±1 ms)			
	Weight		Approximately 2.5g			

*1 If the switching voltage exceeds the rated contact voltage, reduce the current. The current values vary according to the type of load.

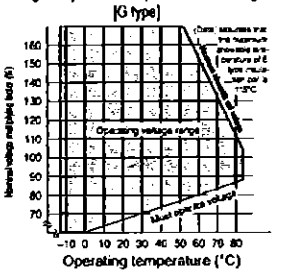
*2 Values when switching a resistive load at normal room temperature and humidity and in a clean environment. The minimum switching load varies with the switching frequency and operation environment.

■ CHARACTERISTIC DATA

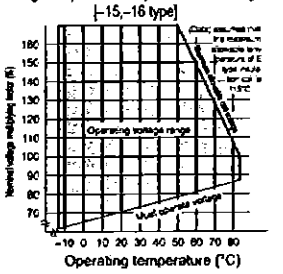
Range of operation temperature and voltage
[D type]



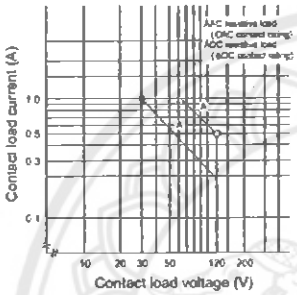
Range of operation temperature and voltage
[G type]



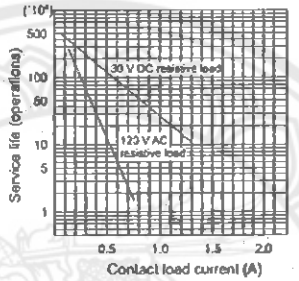
Range of operation temperature and voltage
[-15,-16 type]



Maximum switching capacity

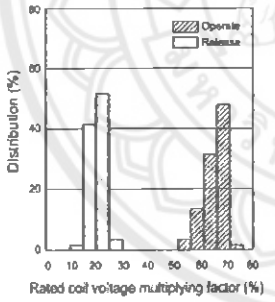


Life curve

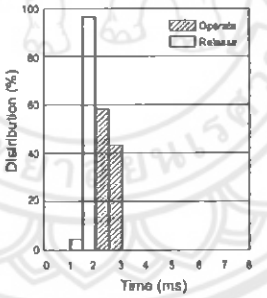


■ REFERENCE DATA

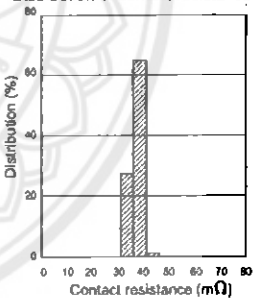
Distribution of operate and release voltage



Distribution of operate and release time



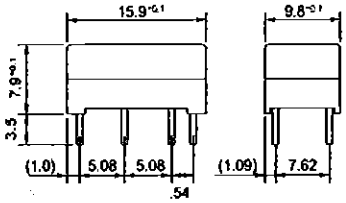
Distribution of contact resistance



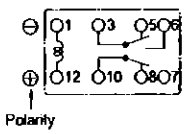
FBR46 SERIES

■ DIMENSIONS

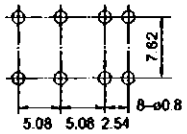
■ Dimensions



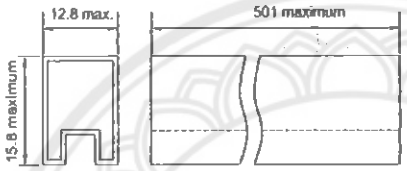
■ Schematics (BOTTOM VIEW)



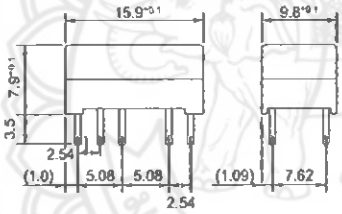
■ PC board mounting hole layout (BOTTOM VIEW)



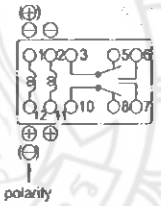
■ Tube carrier



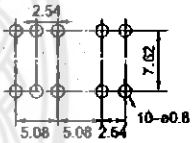
■ Dimensions (Latching type)



■ Schematics (BOTTOM VIEW)

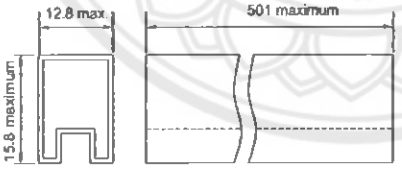


■ PC board mounting hole layout (BOTTOM VIEW)



Note: ·No 2, 11 terminals are for double winding latching type only.
·(⊕) (⊖) are reset polarity for single winding latching type.
·The terminal number is not shown on the relay.

■ Tube carrier



Unit: mm

ภาคผนวก ง

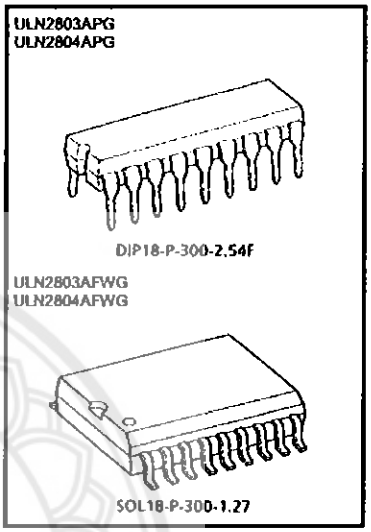
รายละเอียดของไอซี ULN 2805

TOSHIBA Bipolar Digital Integrated Circuit Silicon Monolithic

ULN2803APG,ULN2803AFWG,ULN2804APG,ULN2804AFWG (Manufactured by Toshiba Malaysia)

8ch Darlington Sink Driver

The ULN2803APG / AFWG Series are high−voltage, high−current darlington drivers comprised of eight NPN darlington pairs.
All units feature integral clamp diodes for switching inductive loads.
Applications include relay, hammer, lamp and display (LED) drivers.
The suffix (G) appended to the part number represents a Lead (Pb)-Free product.



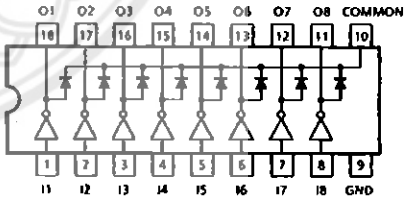
Weight
DIP18-P-300-2.54F: 1.478 g (Typ.)
SOL18-P-300-1.27 : 0.48 g (Typ.)

Features

- Output current (single output)
  500 mA (Max.)
- High sustaining voltage output
  50 V (Min.)
- Output clamp diodes
- Inputs compatible with various types of logic.
- Package Type-APG : DIP−18pin
- Package Type-AFWG : SOL−18pin

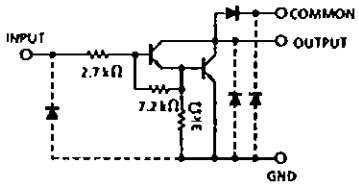
Type	Input Base Resistor	Designation
ULN2803APG / AFWG	2.7 kΩ	TTL, 5 V CMOS
ULN2804APG / AFWG	10.5 kΩ	6~15 V PMOS, CMOS

Pin Connection (top view)

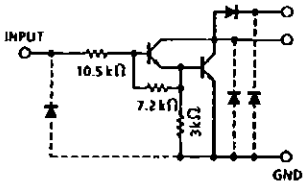


Schematics (each driver)

ULN2803APG / AFWG



ULN2804APG / AFWG



Note: The input and output parasitic diodes cannot be used as clamp diodes.

Absolute Maximum Ratings (Ta = 25°C)

Characteristic		Symbol	Rating	Unit
Output sustaining voltage		$V_{CE\ (SUS)}$	−0.5~50	V
Output current		I_{OUT}	500	mA / ch
Input voltage		V_{IN}	−0.5~30	V
Clamp diode reverse voltage		V_R	50	V
Clamp diode forward current		I_F	500	mA
Power dissipation	APG	P_D	1.47	W
	AFWG		0.92 / 1.31 (Note)	
Operating temperature		T_{opr}	−40~85	°C
Storage temperature		T_{stg}	−55~150	°C

Note: On Glass Epoxy PCB (75 × 114 × 1.6 mm Cu 20%)

Recommended Operating Conditions (Ta = −40~85°C)

Characteristic		Symbol	Test Condition	Min	Typ.	Max	Unit
Output sustaining voltage		$V_{CE\ (SUS)}$		0	—	50	V
Output current	APG	I_{OUT}	T_{pw} = 25 ms, Duty = 10%, 8 Circuits	0	—	347	mA / ch
			T_{pw} = 25 ms, Duty = 50%, 8 Circuits	0	—	123	
	AFWG		T_{pw} = 25 ms, Duty = 10%, 8 Circuits	0	—	268	
			T_{pw} = 25 ms, Duty = 50%, 8 Circuits	0	—	90	
Input voltage		V_{IN}		0	—	30	V
Input voltage (Output on)	ULN2803A	$V_{IN\ (ON)}$		3.5	—	30	V
	ULN2804A			8	—	30	
Clamp diode reverse voltage		V_R		—	—	50	V
Clamp diode forward current		I_F		—	—	400	mA
Power dissipation	APG	P_D	Ta = 85°C	—	—	0.76	W
	AFWG		Ta = 85°C (Note)	—	—	0.48	

Note: On Glass Epoxy PCB (75 × 114 × 1.6 mm Cu 20%)

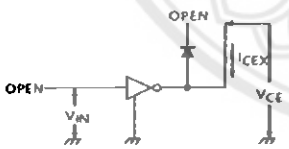
Electrical Characteristics (Ta = 25°C)

Characteristic		Symbol	Test Cir-cuit	Test Condition		Min	Typ.	Max	Unit
Output leakage current		I_{CEX}	1	V_{CE} = 50 V	Ta = 25°C	—	—	50	μA
				V_{CE} = 50 V	Ta = 85°C	—	—	100	
	ULN2804A			V_{CE} = 50 V	V_{IN} = 1 V	—	—	500	
Collector-emitter saturation voltage		VCE (sat)	2	I_{OUT} = 350 mA, I_{IN} = 500 μA		—	1.3	1.6	V
				I_{OUT} = 200 mA, I_{IN} = 350 μA		—	1.1	1.3	
				I_{OUT} = 100 mA, I_{IN} = 250 μA		—	0.9	1.1	
Input current	ULN2803A	$I_{IN (ON)}$	2	V_{IN} = 3.85 V		—	0.93	1.35	mA
	ULN2804A			V_{IN} = 5 V		—	0.35	0.5	
				V_{IN} = 12 V		—	1.0	1.45	
		$I_{IN (OFF)}$	4	I_{OUT} = 500 μA, Ta = 85°C		50	65	—	μA
Input voltage (Output on)	ULN2803A	$V_{IN (ON)}$	5	V_{CE} = 2 V, I_{OUT} = 200 mA		—	—	2.4	V
				V_{CE} = 2 V, I_{OUT} = 250 mA		—	—	2.7	
				V_{CE} = 2 V, I_{OUT} = 300 mA		—	—	3.0	
	ULN2804A			V_{CE} = 2 V, I_{OUT} = 125 mA		—	—	5.0	
				V_{CE} = 2 V, I_{OUT} = 200 mA		—	—	6.0	
				V_{CE} = 2 V, I_{OUT} = 275 mA		—	—	7.0	
				V_{CE} = 2 V, I_{OUT} = 350 mA		—	—	8.0	
DC current transfer ratio		h_{FE}	2	V_{CE} = 2 V, I_{OUT} = 350 mA		1000	—	—	
Clamp diode reverse current		I_R	6	Ta = 25°C	(Note)	—	—	50	μA
				Ta = 85°C	(Note)	—	—	100	
Clamp diode forward voltage		V_F	7	I_F = 350 mA		—	—	2.0	V
Input capacitance		C_{IN}	—			—	15	—	pF
Turn-on delay		t_{ON}	8	R_L = 125 Ω, V_{OUT} = 50 V		—	0.1	—	μs
Turn-off delay		t_{OFF}		R_L = 125 Ω, V_{OUT} = 50 V		—	0.2	—	

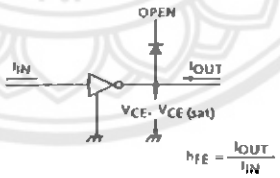
Note: $V_R = V_R$ MAX.

Test Circuit

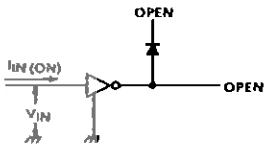
1. I_{CEX}



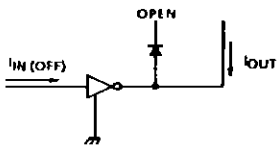
2. $V_{CE (sat)}$, h_{FE}



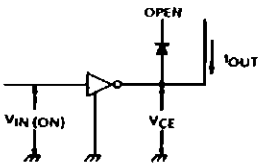
3. $I_{IN (ON)}$



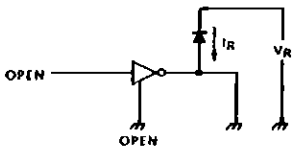
4. $I_{IN (OFF)}$



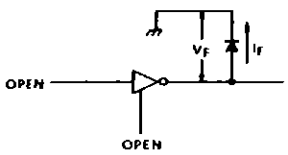
5. $V_{IN (ON)}$



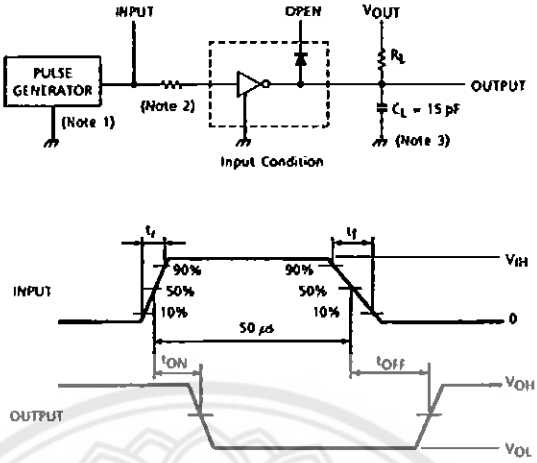
6. I_R



7. V_F



8. t_{ON}, t_{OFF}



Note 1: Pulse Width 50 μs, Duty Cycle 10%
Output Impedance 50 Ω, $t_r \leq 5$ ns, $t_f \leq 10$ ns

Note 2: See below.

Input Condition

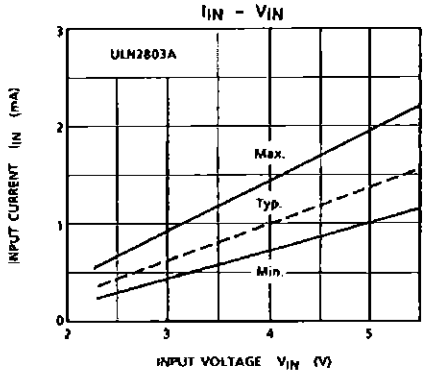
Type Number	R1	V_{IH}
ULN2803A	0Ω	3 V
ULN2804A	0Ω	8 V

Note 3: C_L includes probe and jig capacitance

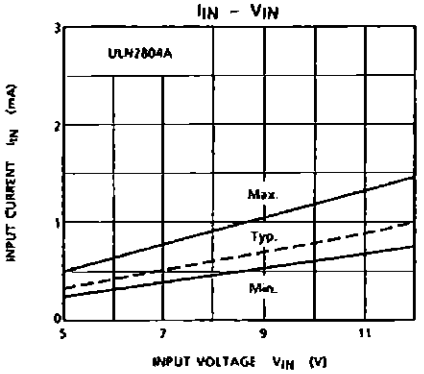
Precautions for Using

This IC does not integrate protection circuits such as overcurrent and overvoltage protectors.
Thus, if excess current or voltage is applied to the IC, the IC may be damaged. Please design the IC so that excess current or voltage will not be applied to the IC.
Utmost care is necessary in the design of the output line, COMMON and GND line since IC may be destroyed due to short-circuit between outputs, air contamination fault, or fault by improper grounding.

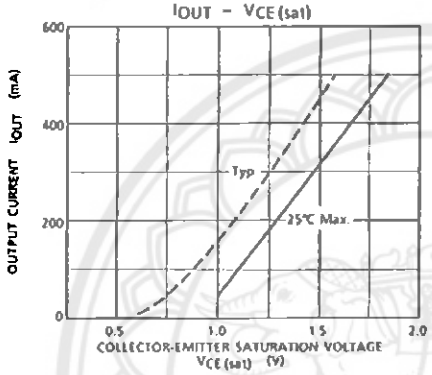
I_{IN} – V_{IN}



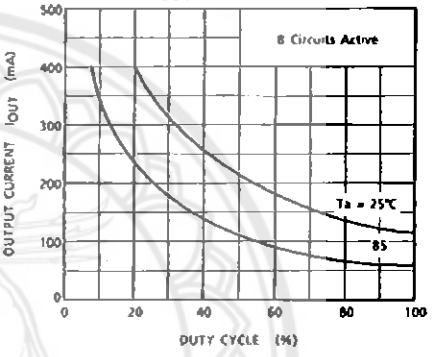
I_{IN} – V_{IN}



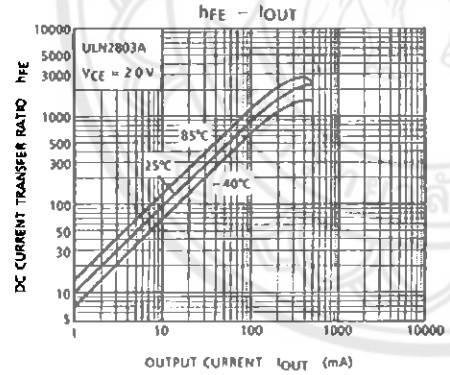
I_{OUT} – $V_{CE(sat)}$



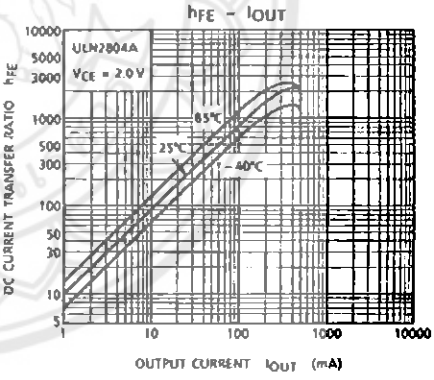
I_{OUT} – DUTY CYCLE



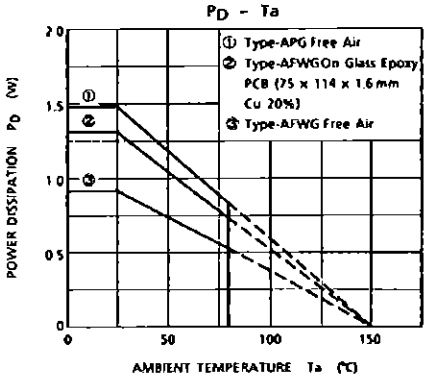
h_{FE} – I_{OUT}



h_{FE} – I_{OUT}



P_D – Ta



ภาคผนวก จ

รหัสต้นฉบับของโปรแกรมควบคุม

```
#pragma CODE
#include <reg51.h>
sbit led=P2^0;
sbit Auto=P3^4;
sbit LDR=P3^5;
sbit Out_Auto=P2^1;
sbit Out_LDR=P2^2;
sbit in1=P3^6;
sbit in2=P3^7;
sbit Out1=P2^3;
sbit Out2=P2^4;
unsigned char counter=0;
void delay(unsigned long);
void delay(unsigned long i)
{while(i > 0) {i--;}return;}
void ex0_isr1(void)interrupt 0
{counter++;}
void ex0_isr2(void)interrupt 2
{counter--;}
void main(void)
{
IT0=1;
EX0=1;
IT1=1;
EX1=1;
EA=1;
PX1=1;
led=0;
Out_Auto=0;
Out_LDR=0;
Out1=1;
```

```
Out2=1;
while(1)
{ P0=~counter;
 if(counter>0)
 {led=1;}
 if(counter<=0)
 {led=0;}
  if(Auto==0)
 { Out_Auto=1;}
else
 {
 Out_Auto=0;
 }
  if(LDR==0)
 {
 Out_LDR=1;
 }
 else
 {
 Out_LDR=0;
 }
  if(in1==0)
{Out1=0;
delay(100000);}
else
{Out1=1;}
 if(in2==0)
{Out2=0;
 delay(100000);}
 else
{Out2=1;} } }
```

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน

ชื่อ นายกิตติชัย พันธ์ทอง

ภูมิลำเนา 96 หมู่ 1 ต. โป่งผา อ.แม่สาย จ.เชียงราย

ประวัติการศึกษา

– จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนแม่สายประสิทธ์ศาสตร์ จ.เชียงราย

– ปัจจุบันกำลังศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Email: atm-walking@hotmail.co.th

ชื่อ นายพงศกร ตามล

ภูมิลำเนา 122 หมู่ 7 ต.ล้อมแรด อ.เถิน จ.ลำปาง

ประวัติการศึกษา

– จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนตากพิทยาคม จ.ตาก

– ปัจจุบันกำลังศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Email: gun_eenu@hotmail.com