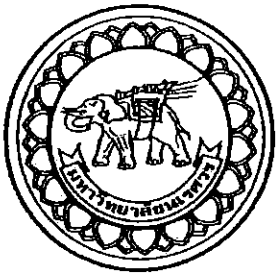


ระบบเตือนการบุกรุกโดยใช้สวิตช์แม่เหล็กและตัวตรวจจับด้วยลำแสง

INTRUSION ALARM VIA MAGNETIC SWITCH AND BEAM DETECTOR

นายจิรนาถ แย้มสุริวงษ์ รหัส 51361537
นายพิษณุ เนียมรุ่งเรือง รหัส 51361667
นายจักรกริช บุญพร รหัส 51364255

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 12 พ.ย. 2555
เลขทะเบียน 1607490X
เลขเรียกหนังสือ ปร.
มหาวิทยาลัยนเรศวร 9 4935

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ปีการศึกษา 2554

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน ระบบเตือนการบุกรุกด้วยสวิตช์แม่เหล็กและตัวตรวจจับด้วยลำแสง

ผู้ดำเนินโครงงาน นายจิรนาถ แย้มสุริวงษ์ รหัส 51361537

นายพิษณุ เนียมรุ่งเรือง รหัส 51361667

นายจักรกริช บุญพร รหัส 51364255

ที่ปรึกษาโครงงาน ดร. นิพัทธ์ จันทรมินทร์

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

ปีการศึกษา 2554

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

.....ที่ปรึกษาโครงงาน

(ดร. นิพัทธ์ จันทรมินทร์)

.....กรรมการ

(ดร. แคทรียา สุวรรณศรี)

.....กรรมการ

(ดร. ศุภวรรณ พลพิทักษ์ชัย)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	ระบบเตือนการบุกรุกด้วยสวิตช์แม่เหล็กและตัวตรวจจับด้วยลำแสง	
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายจิรนาถ แย้มสุริวงษ์	รหัส 51361537
	นายพิษณุ เนียมรุ่งเรือง	รหัส 51361667
	นายจักรกริช บุญพร	รหัส 51364255
ที่ปรึกษาโครงงาน	ดร. นิพัทธ์ จันทรมินทร์	
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า	
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์	
ปีการศึกษา	2554	

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอโครงงานเรื่องระบบตรวจจับการบุกรุกโดยใช้สวิตช์แม่เหล็กและตัวตรวจจับด้วยลำแสง โดยแนวคิดมาจากปัญหาการโจรกรรมที่เกิดขึ้นในที่พักอาศัย เพราะเนื่องจากที่พักอาศัยส่วนใหญ่ในปัจจุบันไม่มีการติดตั้งระบบรักษาความปลอดภัย เนื่องจากการเล็งเห็นความจำเป็นในการติดตั้งเทียบกับราคาในปัจจุบัน ดังนั้นในโครงงานนี้จึงได้มีการพัฒนาและการสร้างระบบเตือนการบุกรุกขึ้น เพื่อลดปัญหาที่เกิดจากการโจรกรรมและทำให้ระบบรักษาความปลอดภัยมีราคาที่ต่ำลง ในโครงงานนี้ได้ดำเนินการสร้างแบบจำลองเพื่อทดสอบการทำงานของระบบซึ่งประกอบด้วยวงจรตรวจจับการเปิดและปิดของประตูใช้สวิตช์แม่เหล็กซึ่งมีโครงสร้างประกอบด้วยการทำงานร่วมกันระหว่างสวิตช์สัมผัสและแม่เหล็กถาวร โดยแสดงสถานะของการเปิดและปิดของบานประตูด้วยหลอดไฟสัญญาณ ในวงจรตรวจจับการเคลื่อนที่ผ่านหน้าต่างใช้หลักการตรวจจับการตัดผ่านลำแสงเลเซอร์ สัญญาณแรงดันเอาต์พุตจากทั้งสองวงจรทั้งสองถูกป้อนให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อประมวลผลและสร้างสัญญาณแสดงผลในรูปแบบของเสียงและไฟสัญญาณ และการหยุดการทำงานของระบบสัญญาณเตือนใช้การป้อนรหัสสัญญาณจากสวิตช์ปุ่มกด

Project title	Intrusion Alarm via Magnetic Switch and Beam Detector	
Name	Mr. Jiranat Yamsuriwong	ID. 51361537
	Mr. Phitsanu Niamrungruang	ID. 51361667
	Mr. Jakkrit Boonporn	ID. 51364255
Project advisor	Mr. Niphat Jantharamin, Ph.D.	
Major	Electrical Engineering	
Department	Electrical and Computer Engineering	
Academic year	2011	

Abstract

This thesis presents a project in which an intrusion alarm system was devised by making use of a magnetic switch and a beam detector. The project was inspired by the idea to prevent crime related to household intrusion, e.g. theft, physical attack, and vandalism. In present, people rarely equipped their houses with an intrusion alarm system because they thought that the system was costly or they overlooked its necessity. In this project, an inexpensive intrusion alarm system was designed and a corresponding model was constructed. The model of the devised alarm system consists of a detector circuit that examines a close/open status of the doors via the magnetic switch and displayed the status through a signal LED. The magnetic switch is composed of a reed switch and a permanent magnet. Moreover, the model also includes the laser-beam detector circuit that checks whether the windows are passed through. The output voltages from the aforementioned detector circuits were fed into a microcontroller. In case that the intrusion occurred, the alarm was sounded via a speaker and a signal LED. The alarm could be turned off by means of a combination code of push-button switches.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณาเป็นอย่างยิ่งจาก ดร. นิพัทธ์ จันทรมินทร์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ที่ให้คำปรึกษาเป็นอย่างดียิ่งในระหว่างดำเนินโครงงานและช่วยตรวจทานการเขียนปริญญานิพนธ์ คณะผู้ดำเนินโครงงานขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ที่ให้ยืมอุปกรณ์และให้ใช้สถานที่ซึ่งเอื้อต่อการดำเนินโครงงานจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณกองทุนกู้ยืมเพื่อการศึกษา (กยศ.) ที่สนับสนุนทุนทรัพย์แก่ผู้ดำเนินโครงงานมาเป็นค่าใช้จ่ายในการศึกษาและดำเนินโครงงาน

เหนือสิ่งอื่นใด คณะผู้ดำเนินโครงงานขอขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ ที่คอยให้กำลังใจและสนับสนุนทุนทรัพย์เพื่อใช้ในการศึกษาเล่าเรียนรวมทั้งเป็นค่าใช้จ่ายในระหว่างดำเนินโครงงาน

นายจิรนาถ แย้มสุริวงษ์
นายพิษณุ เนียมรุ่งเรือง
นายจักรกริช บุญพร

สารบัญ

หน้า

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

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

บทที่ 2 หลักการออกแบบระบบเตือนการบุกรุก 4
2.1 การทำงานของระบบเตือนการบุกรุก 4
2.1.1 โหมดเปิดการทำงาน 4
2.1.2 โหมดปิดการทำงาน 6
2.2 อุปกรณ์ภายในระบบและหลักการทำงาน 6
2.2.1 ตัวตรวจจับการบุกรุกโดยใช้สวิตช์แม่เหล็ก 6
2.2.2 ตัวตรวจจับการบุกรุกด้วยลำแสง 8
2.2.3 ชุดสร้างสัญญาณเตือน 12
2.2.4 ชุดสวิตช์รหัส 16
2.2.5 การเชื่อมต่อของอุปกรณ์ภายในระบบเตือนการบุกรุก 17

บทที่ 3 การสร้างระบบเตือนการบุกรุก 18
3.1 การสร้างระบบตรวจจับการบุกรุก 18
3.1.1 วงจรตรวจจับโดยใช้สวิตช์แม่เหล็ก 18

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.1.2 วงจรตรวจจับการบุกรุกโดยใช้ตัวตรวจจับด้วยลำแสง 19
3.2 การสร้างส่วนประมวลผล 21
3.3 การสร้างอุปกรณ์เตือนการบุกรุก 21
3.3.1 อุปกรณ์เตือนการบุกรุกด้วยแสง 21
3.3.2 อุปกรณ์เตือนการบุกรุกด้วยเสียง 22
3.4 การสร้างสวิตช์รหัส 22

บทที่ 4 ผลการทดสอบ 25
4.1 การทดสอบตัวตรวจจับด้วยสวิตช์แม่เหล็ก 25
4.2 การทดสอบตัวตรวจจับด้วยลำแสง 26
4.3 การทดสอบระบบเตือนการบุกรุก 26

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 29
5.1 สรุปผลการดำเนินโครงงาน 29
5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข 29
5.3 แนวทางในการพัฒนาต่อไป 30

เอกสารอ้างอิง 31

ภาคผนวก ก รายละเอียดของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F627A 32
ภาคผนวก ข รายละเอียดของออปแอมป์หมายเลข LM324 36
ภาคผนวก ค รหัสต้นฉบับของโปรแกรมควบคุมวงจรสร้างสัญญาณเสียง 42
ภาคผนวก ง รหัสต้นฉบับของโปรแกรมควบคุมวงจรสวิตช์รหัส 45

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน 48

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 ลำดับการทำงานของระบบตรวจจับการบุกรุก 5
2.2 แม่เหล็กถาวร 6
2.3 โครงสร้างของสวิตช์สัมผัส 7
2.4 การเหนี่ยวนำระหว่างแม่เหล็กและสวิตช์สัมผัส 7
2.5 วงจรตรวจจับบุกรุกโดยใช้สวิตช์แม่เหล็ก 8
2.6 โครงสร้างตัวต้านทานไวแสง 9
2.7 วงจรแบ่งแรงดัน 10
2.8 ออปแอมป์ 10
2.9 วงจรการทำงานร่วมกันของตัวต้านทานไวแสงและออปแอมป์ 11
2.10 วงจรสวิตช์ควบคุมด้วยแสง 12
2.11 ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F84A 12
2.12 ความถี่ของสัญญาณที่ผลิตจากไมโครคอนโทรลเลอร์ 13
2.13 การเปรียบเทียบรูปสัญญาณความถี่สูงกับสัญญาณความถี่ต่ำ 14
2.14 การเชื่อมต่อวงจรสร้างเสียงเตือนโดยใช้ลำโพง 14
2.15 วงจรสร้างสัญญาณเตือนการบุกรุก 15
2.16 วงจรสวิตช์รหัส 16
2.17 วงจรของระบบตรวจจับการบุกรุก 17
3.1 สวิตช์สัมผัสชนิดสามขา 18
3.2 การติดตั้งสวิตช์แม่เหล็ก 19
3.3 ตัวชี้เลเซอร์ 19
3.4 วงจรสวิตช์ควบคุมด้วยแสง 20
3.5 การติดตั้งตัวตรวจจับด้วยลำแสง 20
3.6 ส่วนประมวลผลและไมโครคอนโทรลเลอร์หมายเลข PIC16F627A 21
3.7 วงจรเตือนการบุกรุกด้วยแสง 22
3.8 สวิตช์รหัส 23
3.9 การหยุดและเริ่มการทำงานของวงจรสร้างสัญญาณเตือนด้วยสวิตช์รหัส 24
3.10 การติดตั้งระบบเตือนการบุกรุก 24
4.1 แสดงระยะการทำงานของสวิตช์แม่เหล็ก 25
4.2 แสดงการติดตั้งตัวตรวจจับด้วยลำแสงในย่านการทำงาน 26

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.3 การทดลองโดยใช้ตัวตรวจจับด้วยสวิตช์แม่เหล็กและตัวตรวจจับด้วยลำแสง 27
4.4 การทำงานของตัวตรวจจับด้วยสวิตช์แม่เหล็ก 27
4.5 การทำงานของตัวตรวจจับด้วยลำแสง 28
4.6 การส่งสัญญาณเตือนด้วยแสง 28

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

ในสังคมปัจจุบันผู้อยู่อาศัยในบ้านมีความเสี่ยงที่จะถูกทำร้ายร่างกายและถูกลักขโมยโดยกลุ่มมิจฉาชีพ ซึ่งมักจะอาศัยช่วงเวลาที่เจ้าของบ้านไม่อยู่หรือขณะที่ทุกคนในบ้านกำลังพักผ่อนโดยเฉพาะในช่วงเวลากลางคืน ทำให้เจ้าของบ้านต้องหาทางป้องกันในรูปแบบต่างๆ เช่นการเลี้ยงสุนัขไว้เฝ้าบ้าน การติดเหล็กดัดที่ประตูและหน้าต่าง ในกรณีของโครงการบ้านจัดสรรมีการจ้างพนักงานรักษาความปลอดภัย แต่การป้องกันดังกล่าวยังไม่สามารถป้องกันได้อย่างเต็มที่ ในระยะหลังจึงได้มีการเพิ่มระบบเตือนภัยเข้ามาเพื่อเพิ่มระดับการป้องกันให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น นั่นคือเมื่อวงจรสามารถตรวจจับการบุกรุกได้จะส่งสัญญาณเตือนให้กับเจ้าของบ้านได้รับรู้ซึ่งในบางกรณีสามารถส่งสัญญาณแจ้งไปที่สถานีตำรวจ

จากปัญหาการโจรกรรมที่เกิดขึ้นในที่พักอาศัยเนื่องจากที่พักอาศัยส่วนใหญ่ในปัจจุบันไม่มีการติดตั้งระบบรักษาความปลอดภัย ทำให้ผู้ดำเนินโครงงานเล็งเห็นถึงความจำเป็นในการติดตั้งอุปกรณ์เตือนการบุกรุกเพื่อเป็นการช่วยลดปัญหาการเกิดการโจรกรรมขึ้น โดยในโครงงานนี้ได้มีการออกแบบระบบเตือนการบุกรุกโดยการนำสวิตช์แม่เหล็กและตัวตรวจจับการตัดผ่านลำแสงมาทำงานร่วมกัน ซึ่งอุปกรณ์ทั้งสองชนิดจะถูกติดตั้งวงจรตรวจจับการเปิดและปิดของประตูและหน้าต่าง โดยที่สวิตช์แม่เหล็กจะถูกติดตั้งไว้ที่ประตูและตัวตรวจจับด้วยลำแสงติดตั้งไว้ที่หน้าต่างเพื่อทำการตรวจจับการบุกรุกและส่งสัญญาณไปให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการประมวลผลและทำขั้นตอนต่อไป นอกจากนี้ยังได้ออกแบบสวิตช์รหัสเพิ่มเข้ามาเพื่อเป็นการสั่งให้ระบบทำงานหรือหยุดทำงาน

ในโครงงานนี้จึงมุ่งเน้นการออกแบบและสร้างระบบเตือนการบุกรุกที่มีการรับสัญญาณจากสวิตช์แม่เหล็กและตัวตรวจจับการตัดผ่านลำแสง โดยเมื่ออุปกรณ์ตรวจจับชนิดใดชนิดหนึ่งหรือทั้งสองชนิดสามารถตรวจจับการบุกรุกได้จะส่งสัญญาณไปที่ไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อทำการเปรียบเทียบค่าที่ได้และส่งสัญญาณไปให้กับอุปกรณ์เตือนการบุกรุกทำงานต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

เพื่อสร้างระบบเตือนการบุกรุกโดยใช้สวิตช์แม่เหล็กและตัวตรวจจับการตัดผ่านลำแสง โดยการส่งสัญญาณเตือนการบุกรุกในรูปแบบของเสียงและไฟกระพริบ

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1) สร้างชุดตรวจจับการบุกรุกโดยใช้สวิตช์แม่เหล็กและตัวตรวจจับการตัดผ่านลำแสง
2) สร้างชุดควบคุมการสร้างสัญญาณเตือนและสร้างชุดสวิตช์รหัส
3) สร้างแบบจำลองและทดสอบการทำงานของระบบเตือนการบุกรุก

1.4 ขั้นตอนและแผนการดำเนินงาน

รายละเอียด	พ.ศ. 2554							พ.ศ. 2555		
	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
1. ศึกษาการทำงานของวงจรตรวจจับการบุกรุก										
2. สร้างชุดตรวจจับการบุกรุก										
3. สร้างชุดสร้างสัญญาณเตือนและชุดสวิตช์รหัส										
4. ประกอบชิ้นงานทดสอบและแก้ไขวงจร										
5. สรุปผลและจัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์										

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงงาน

ระบบการตรวจจับการบุกรุกที่สร้างขึ้นในโครงงานนี้สามารถลดความเสี่ยงในการเกิดอาชญากรรมโดยส่งสัญญาณแจ้งเตือนเมื่อเกิดการบุกรุก รวมทั้งในสถานการณ์ปกติสามารถอำนวยความสะดวกในการตรวจสอบการเปิดและปิดของประตูหน้าต่าง

1.6 งบประมาณ

1) สวิตช์แม่เหล็ก ตัวตรวจจับการตัดผ่าน	500 บาท
2) ชุดวงจรควบคุมการส่งสัญญาณ	1,300 บาท
3) แบบจำลองของระบบเตือนการบุกรุก	500 บาท
4) ค่าถ่ายเอกสารและเข้าเล่มปริญญานิพนธ์	700 บาท
รวมเป็นเงินทั้งสิ้น (สามพันบาทถ้วน)	3,000 บาท

หมายเหตุ: ถัวเฉลี่ยทุกรายการ

บทที่ 2
หลักการออกแบบระบบเตือนการบุกรุก

โครงสร้างของระบบที่สร้างขึ้นในโครงงานนี้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนของการตรวจจับการบุกรุก ส่วนประมวลผล และส่วนแสดงสัญญาณเตือน โดยการออกแบบระบบเตือนการบุกรุกจะคำนึงถึงความสามารถในการตรวจจับ ประมวลผล และแสดงผลที่สามารถใช้งานได้จริง โดยอุปกรณ์ที่ใช้สร้างระบบควรหาซื้อได้ง่ายและมีราคาถูกเพื่อให้ต้นทุนในการสร้างและติดตั้งระบบมีค่าต่ำ

2.1 การทำงานของระบบเตือนการบุกรุก

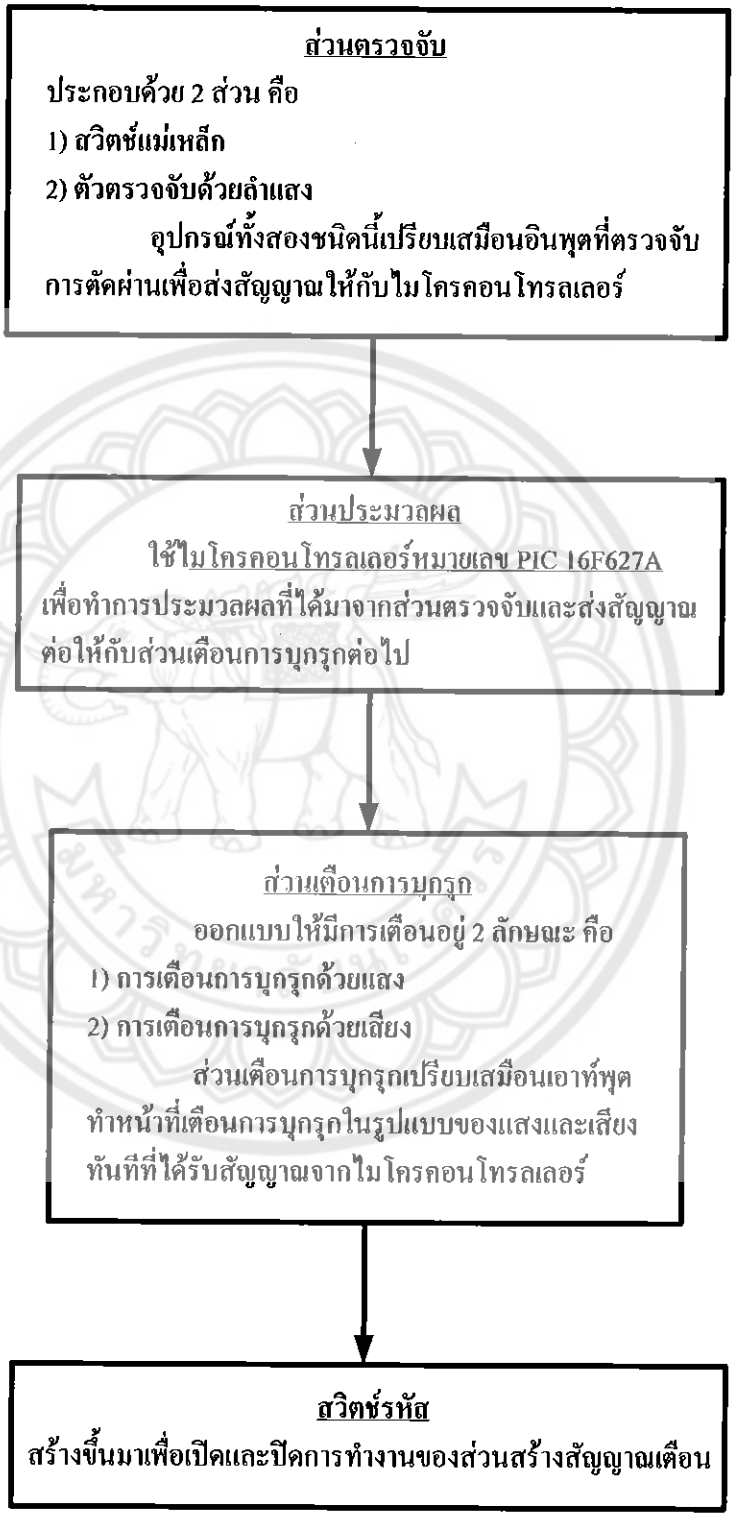
ระบบเตือนการบุกรุกถูกออกแบบให้มีส่วนประกอบหลักคือ ส่วนตรวจจับการบุกรุก ส่วนประมวลผล ส่วนสร้างสัญญาณเตือนการบุกรุก และวงจรสวิตช์รหัส ดังแสดงในรูปที่ 2.1 ในส่วนตรวจจับจะอาศัยการทำงานของอุปกรณ์ 2 ชนิดคือ สวิตช์แม่เหล็กและตัวตรวจจับด้วยลำแสง โดยสวิตช์แม่เหล็กถูกใช้เพื่อตรวจจับสภาวะการเปิดและปิดของบานประตู ในขณะที่ตัวตรวจจับด้วยลำแสงถูกใช้เพื่อตรวจจับการเคลื่อนที่ตัดผ่านหน้าต่าง เมื่อเกิดการบุกรุก อุปกรณ์ดังกล่าวจะส่งสัญญาณให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งเป็นส่วนประมวลผลในระบบ โดยสามารถตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของระดับแรงดันไฟฟ้าที่ขาอินพุต หลังจากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณไปควบคุมส่วนสร้างสัญญาณเตือนซึ่งมี 2 รูปแบบคือแสงและเสียง โดยเราสามารถหยุดการทำงานของระบบได้ด้วยสวิตช์รหัส

การทำงานของระบบถูกออกแบบให้มี 2 โหมดคือ โหมดเปิดการทำงานและโหมดปิดการทำงานของส่วนสร้างสัญญาณเตือน

2.1.1 โหมดเปิดการทำงาน

อุปกรณ์ในระบบซึ่งประกอบไปด้วยชุดตรวจจับและชุดสร้างสัญญาณเตือนจะทำงานในลักษณะของการป้องกันการบุกรุก ใช้ในกรณีที่ต้องการป้องกันการบุกรุกจากภายนอก ซึ่งอาจเป็นช่วงเวลากลางคืนหรือในช่วงเวลาที่ผู้อาศัยไม่อยู่บ้าน การทำงานจะถูกออกแบบให้มีการตรวจจับการบุกรุกทั้งทางด้านประตูและหน้าต่างซึ่งถ้ามีการบุกรุกในขณะมีการเปิดการทำงานของระบบอยู่

ชุดตรวจจับจะส่งญาณไปยังชุดสร้างสัญญาณเสียงทำให้ระบบจะส่งสัญญาณเตือนแจ้งผลการบุกรุก ในกรณีที่มีการบุกรุกทางประตูจะสามารถแสดงผลของตำแหน่งที่มีบุกรุกได้



รูปที่ 2.1 ลำดับการทำงานของระบบตรวจจับการบุกรุก

2.1.2 โหมดปิดการทำงาน

อุปกรณ์สร้างสัญญาณเตือนในระบบจะถูกปิดในขณะที่ชุดตรวจจับการบุกรุกยังคงทำงานอยู่ ใช้ในกรณีที่ไม่ต้องการแจ้งเตือนผลของการบุกรุก ชุดสร้างสัญญาณเตือนไม่ทำงานจึงไม่มีการส่งสัญญาณเตือน แต่เนื่องจากชุดตรวจจับการบุกรุกยังคงทำงานการแสดงผลของการบุกรุกจึงอยู่ในลักษณะของการแสดงสถานะของการเปิดและปิดของประตู

การสลับการทำงานระหว่างโหมดเปิดการทำงานและโหมดปิดการทำงานทำได้โดยการกดสวิตช์รหัสเพื่อเปลี่ยนสถานะของการทำงาน

2.2 อุปกรณ์ภายในระบบและหลักการทำงาน

ระบบเตือนการบุกรุกเป็นการทำงานร่วมกันของอุปกรณ์ภายในระบบซึ่งประกอบไปด้วย 3 ส่วนคือ ชุดตรวจจับการบุกรุก ชุดการสร้างสัญญาณเตือนและชุดสวิตช์รหัสสำหรับเปลี่ยนโหมดการทำงาน

ชุดตรวจจับการบุกรุกในโครงงานนี้ สร้างจากสวิตช์แม่เหล็กและตัวตรวจจับด้วยลำแสง การทำงานวงจรมีแตกต่างกันเพื่อความครอบคลุมในการตรวจจับ แต่ให้ผลของการตรวจจับออกมาในรูปแบบเดียวกันซึ่งแสดงในรูปแบบของแรงดัน แรงดันที่ได้จากการตรวจจับจะถูกนำไปเป็นอินพุตให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อประมวลผลและรสร้างสัญญาณเตือนให้ออกมาในรูปแบบของแสงและเสียงต่อไป

2.2.1 ตัวตรวจจับการบุกรุกโดยใช้สวิตช์แม่เหล็ก

สวิตช์แม่เหล็ก (Magnetic switch) ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ

1) แม่เหล็กถาวรเป็นแท่งแม่เหล็กรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าประกอบด้วยขั้วเหนือและขั้วใต้ในบริเวณส่วนปลายทั้งสองด้านของแท่งแม่เหล็กดังรูปที่ 2.2

รูปที่ 2.2 แม่เหล็กถาวร

2) สวิตช์สัมผัส (Reed switch) ในโครงงานนี้ใช้สวิตช์สัมผัสที่มี 3 ขา ซึ่งมีหน้าสัมผัสอยู่ 2 ประเภทให้เลือกใช้งานคือ หน้าสัมผัสแบบปกติปิด (Normally closed: NC) และหน้าสัมผัสแบบปกติเปิด (Normally open: NO) ดังรูปที่ 2.3

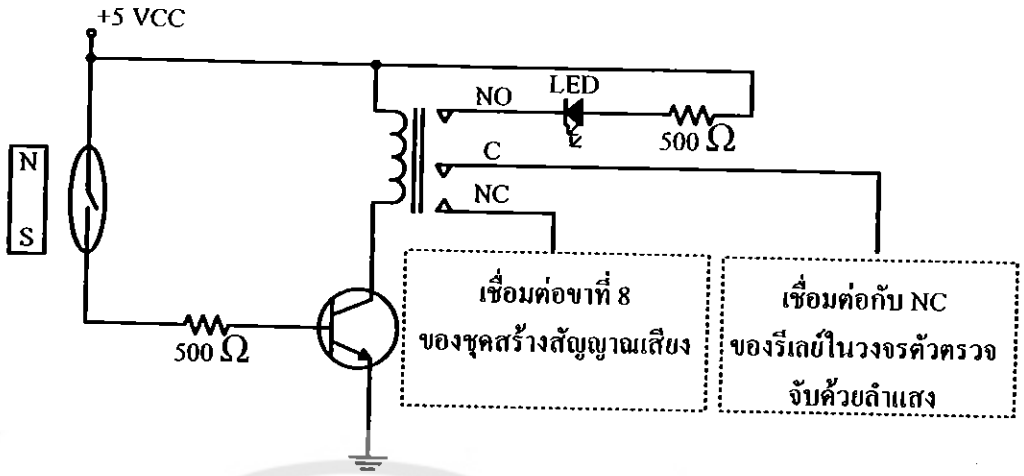
รูปที่ 2.3 โครงสร้างของสวิตช์สัมผัส

สวิตช์สัมผัส คือ ตัวตรวจจับแม่เหล็กที่มีลักษณะเป็นแบบหน้าสัมผัส สวิตช์นี้ทำงานโดยอาศัยสนามแม่เหล็ก ซึ่งอาจเป็นแม่เหล็กถาวรหรือแม่เหล็กไฟฟ้าแผ่นหน้าสัมผัสทำมาจากสารที่มีผลต่อสนามแม่เหล็ก (Ferromagnetic) และติดตั้งอยู่ภายในกระเปาะแก้วที่มีการเติมก๊าซเฉื่อย เพื่อทำให้การตัดต่อการส่งกระแสไฟฟ้าได้เร็วยิ่งขึ้นในสภาวะปกติหน้าสัมผัสจะปิดวงจรลงโดยจะเปลี่ยนสถานะเป็นเปิดวงจรก็ต่อเมื่อมีแรงของสนามแม่เหล็กที่มากพอเหนี่ยวนำหน้าสัมผัสให้เคลื่อนตัวจากหน้าสัมผัสแบบปกติปิดไปยังหน้าสัมผัสแบบปกติเปิดดังรูปที่ 2.4

รูปที่ 2.4 การเหนี่ยวนำระหว่างแม่เหล็กและสวิตช์สัมผัส

วงจรตรวจจับการบุกรุกโดยใช้สวิตช์แม่เหล็กแสดงดัง

รูปที่ 2.5 สวิตช์แม่เหล็กอาศัยการทำงานร่วมกันระหว่างแท่งแม่เหล็กถาวรและสวิตช์สัมผัส โดยแท่งแม่เหล็กถาวรถูกติดตั้งกับบานประตูเพื่อตรวจสอบสถานะการเปิดหรือปิดประตู ถ้าประตูปิด แท่งแม่เหล็กจะอยู่ใกล้กับสวิตช์สัมผัส แรงดูดจากสนามแม่เหล็กจะทำให้สวิตช์สัมผัสเปิดวงจร ในกรณีที่ประตูเปิดแท่งแม่เหล็กจะอยู่ห่างจากสวิตช์สัมผัสจึงไม่เกิดแรงกระทำสวิตช์สัมผัสจึงอยู่ในสภาวะปิดวงจร การเปิดและปิดวงจรของสวิตช์สัมผัสดังกล่าวส่งผลต่อการเชื่อมต่อแรงดันไฟเลี้ยงกระแสตรง 5 V ให้กับขาเบสของทรานซิสเตอร์



รูปที่ 2.5 วงจรตรวจจับบุกรุกโดยใช้สวิตช์แม่เหล็ก

จากรูปที่ 2.5 ในขณะที่สวิตช์สัมผัสเปิดวงจร (เมื่อประตูปิด) จะไม่มีแรงดันตกคร่อมที่ขาเบสทำให้ไม่มีกระแสเบสไหล ทรานซิสเตอร์จึงไม่นำกระแสส่งผลให้ไม่มีกระแสไหลผ่านขดลวดของรีเลย์ ในกรณีที่สวิตช์สัมผัสอยู่ในสถานะปิดวงจร (เมื่อประตูเปิด) จะมีแรงดันตกคร่อมที่ขาเบสและมีกระแสเบสไหล ทำให้ทรานซิสเตอร์นำกระแส จึงมีกระแสไหลผ่านขดลวดของรีเลย์ ทำให้เกิดการเหนี่ยวนำให้หน้าสัมผัสของรีเลย์เปลี่ยนจากปกติปิดเป็นปกติเปิดในที่นี้รีเลย์ทำหน้าที่เป็นสวิตช์เพื่อป้อนสัญญาณอินพุตให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อตรวจสอบการบุกรุกต่อไป

2.2.2 ตัวตรวจจับการบุกรุกด้วยลำแสง

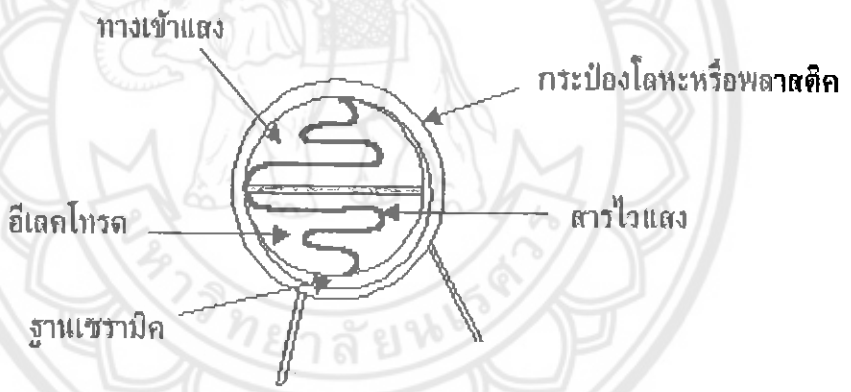
ตัวตรวจจับด้วยลำแสงที่สร้างขึ้นในโครงงานนี้ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ตัวชี้เลเซอร์ (Laser pointer) และวงจรสวิตช์ควบคุมด้วยแสง

1) ตัวชี้เลเซอร์ทำจากเลเซอร์สารกึ่งตัวนำ (Semiconductor laser) เป็นเลเซอร์ (Ligh tamplification by stimulated emission of radiation: LASER) ที่ใช้สารกึ่งตัวนำเป็นตัวกลาง ซึ่งเป็นเลเซอร์ที่มีราคาถูกและใช้งานกันอย่างแพร่หลายมากที่สุด มีลักษณะคล้ายกับแอลอีดี (Light emitting diode: LED) แต่มีลักษณะพิเศษบางประการที่ทำให้แสงที่ออกมาเป็นเลเซอร์ โดยแอลอีดีจะให้แสงจากการแปล่งแสงแบบเกิดขึ้นเอง (Spontaneous emission) แต่เลเซอร์สารกึ่งตัวนำจะให้แสงจากการเปล่งแสงแบบถูกเร้า (Stimulated emission) ซึ่งหลักของเลเซอร์นั้นเริ่มต้นจากการดูดกลืนแสงเพื่อให้อิเล็กตรอนขึ้นไปอยู่ที่ชั้นพลังงานสูงขึ้นแทนที่จะให้อิเล็กตรอนตกลงมาเอง เมื่อเวลาผ่านไปจะมีการฉายแสงเข้าไปในกลุ่มอิเล็กตรอนที่มีพลังงานเท่ากับผลต่าง

ของชั้นพลังงานทั้งสอง แต่แสงที่ฉายเข้าไปนี้ไม่ถูกดูดกลืนโดยอิเล็กตรอนนี้เร่งเร้าให้อิเล็กตรอนคายพลังงานก่อนเวลา แสงที่เปล่งออกมากับแสงที่เร้าจึงออกมาพร้อมกัน จากอิเล็กตรอนที่มีพลังงานเท่ากันและมีความพร้อมเพรียงกันทั้งทิศทางการเคลื่อนที่และเฟสของคลื่นแสง ในโครงงานนี้ใช้ตัวชี้เลเซอร์ความยาวคลื่น 650 นาโนเมตรในการสร้างตัวตรวจจับการบุกรุกด้วยลำแสง

2) วงจรสวิตช์ควบคุมด้วยแสงมีส่วนประกอบของที่สำคัญคือ ตัวต้านทานไวแสงและตัวเปรียบเทียบแรงดันซึ่งสร้างจากออปแอมป์

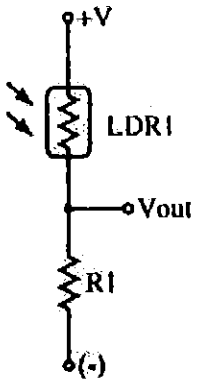
ตัวต้านทานไวแสงหรือแอลดีอาร์ (Light independent resistor: LDR) ทำมาจากสารแคดเมียมซัลไฟล์ (Cds) หรือแคดเมียมซีลิไนด์ (Cdse) ซึ่งเป็นสารประกอบชนิดกึ่งตัวนำมาฉาบบนแผ่นเซรามิคที่ใช้เป็นฐานรองดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 โครงสร้างตัวต้านทานไวแสง

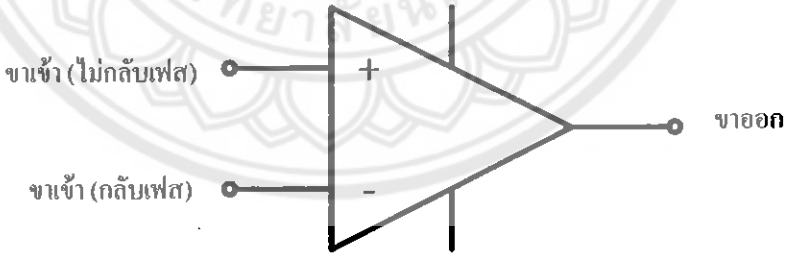
ตัวต้านทานไวแสงมีคุณสมบัติที่ไวต่อแสงในช่วงคลื่น 400-1000 nm ซึ่งครอบคลุมช่วงคลื่นที่ไวต่อการมองเห็น (400-700 nm) นั่นคือตัวต้านทานไวแสงมีความไวต่อแสงอาทิตย์และแสงจากหลอดไส้หรือหลอดเรืองแสงและไวต่อแสงอินฟาเรด (ช่วงคลื่นตั้งแต่ 700 nm ขึ้นไป)

การใช้งานตัวต้านทานไวแสงจะถูกใช้ในวงจรแบ่งแรงดันดังรูปที่ 2.7 โดยค่าแรงดันด้านออก (Vout) จะเปลี่ยนตามค่าความต้านทานของตัวต้านทานไวแสง หากความเข้มแสงที่ตกกระทบมีค่ามากจะทำให้ความต้านทานของตัวต้านทานไวแสงมีค่าต่ำ แรงดันด้านออกจะมีค่าสูงขึ้น ในทางกลับกัน เมื่อความเข้มแสงลดลงค่าความต้านทานของตัวต้านทานไวแสงจะเพิ่มขึ้น ส่งผลให้แรงดันด้านออกมีค่าลดลง



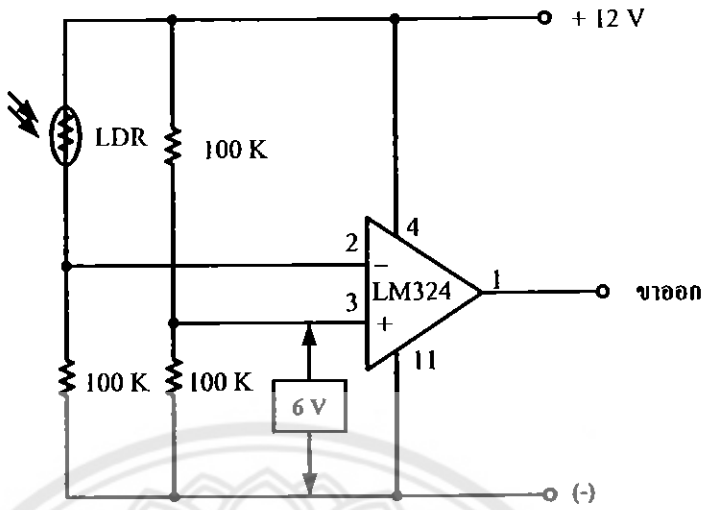
รูปที่ 2.7 วงจรแบ่งแรงดัน

ออปแอมป์ (Operating Amplifier: Op-Amp) เป็นชื่อย่อสำหรับเรียกวงจรขยายที่มาจากเป็นวงจรขยายแบบต่อตรง (Direct coupled amplifier) ที่มีอัตราการขยายสูงมากใช้การป้อนกลับแบบลบไปควบคุมลักษณะการทำงาน ทำให้ผลการทำงานของวงจรไม่ขึ้นกับพารามิเตอร์ภายในของออปแอมป์ ไอซีออปแอมป์มีขาอินพุท 2 ขา เรียกว่าขาเข้าไม่กลับเฟส (Non-InvertingInput) หรือขาบวก และขาเข้ากลับเฟส (Inverting Input) หรือขาลบ ส่วนทางด้านออกมีเพียงขาเดียวดังรูปที่ 2.8 เมื่อสัญญาณป้อนเข้าที่ขาบวก สัญญาณด้านออกจะมีเฟสตรงกับทางด้านเข้า แต่ถ้าป้อนสัญญาณเข้าที่ขาลบ สัญญาณด้านออกจะมีเฟสต่างไป 180 องศาจากสัญญาณด้านเข้า



รูปที่ 2.8 ออปแอมป์

วงจรสวิตช์ควบคุมด้วยแสงถูกออกแบบให้ใช้งานออปแอมป์ร่วมกับวงจรแบ่งแรงดัน โดยการเปรียบเทียบแรงดันอ้างอิงกับแรงดันจากตัวต้านทานไวแสงดังรูปที่ 2.9 โดยใช้ตัวอ้างอิงเป็นขาบวกของออปแอมป์ ส่วนขาลบต่อเข้ากับแรงดันด้านออกของตัวต้านทานไวแสง



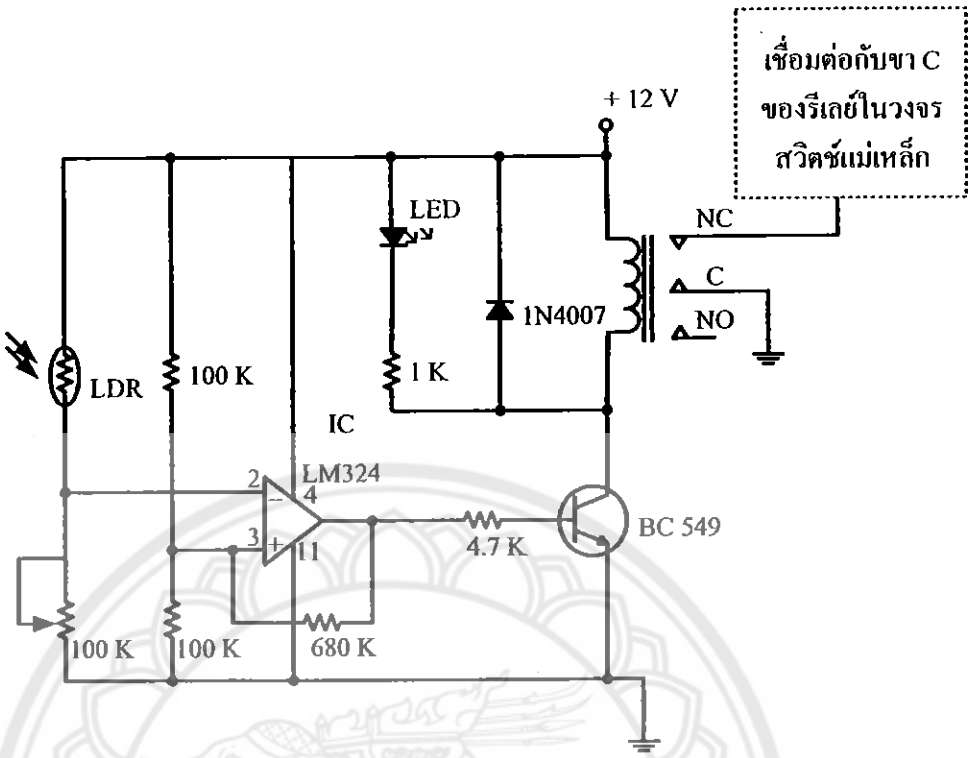
รูปที่ 2.9 วงจรการทำงานร่วมกันของตัวต้านทานไวแสงและออปแอมป์

การทำงานร่วมกันระหว่างวงจรสวิตช์ควบคุมด้วยแสงและเลเซอร์พอยน์เตอร์ในการตรวจจับการบุกรุกจะใช้การยิงแสงเลเซอร์ไปที่ตัวต้านทานไวแสงเพื่อตรวจจับการตัดผ่าน โดยการทำงานแบ่งออกเป็น 2 กรณีดังนี้

กรณีที่ 1 คือสภาวะปกติ (ไม่มีการตัดผ่าน) แสงเลเซอร์ตกกระทบตัวต้านทานไวแสง ความต้านทานของตัวต้านทานไวแสงจะมีค่าต่ำแรงดันด้านออกของวงจรแบ่งแรงดันมีค่าเพิ่มขึ้น แรงดันที่ป้อนเข้าขาลบของออปแอมป์จึงมีค่ามากกว่าแรงดันอ้างอิงที่ขาบวก ส่งผลให้แรงดันด้านออกของออปแอมป์มีค่าเป็นศูนย์

กรณีที่ 2 คือสภาวะที่มีการตัดผ่านทำให้ไม่มีแสงตกกระทบตัวต้านทานไวแสง ความต้านทานของตัวต้านทานไวแสงจะมีค่าสูง แรงดันด้านออกของวงจรแบ่งแรงดันจึงต่ำลง ทำให้แรงดันที่ป้อนเข้าขาลบของออปแอมป์มีค่าน้อยกว่าแรงดันอ้างอิงที่ขาบวก ส่งผลให้ด้านออกของออปแอมป์มีแรงดันค่าหนึ่ง (ในโครงงานนี้คือ 8 V)

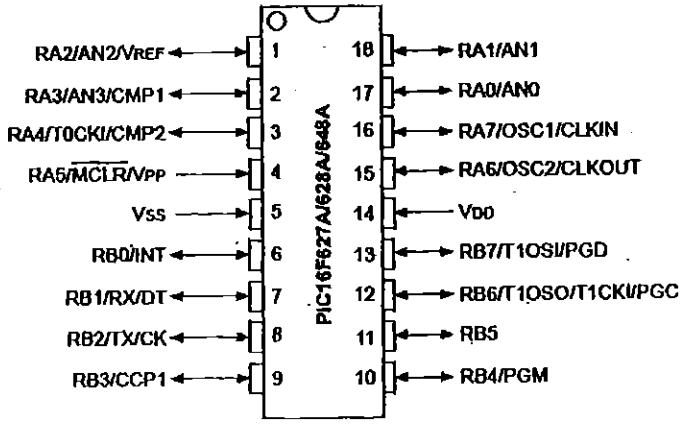
ค่าของแรงดันด้านออกของออปแอมป์ที่เกิดขึ้นในสองสภาวะข้างต้นถูกป้อนให้ทรานซิสเตอร์ดังรูปที่ 2.10 ในสภาวะที่มีการตัดผ่านลำแสง จะเกิดกระแสเบสทำให้ทรานซิสเตอร์นำกระแสส่งผลให้เกิดกระแสไหลผ่านขดลวดของรีเลย์และเกิดการเหนี่ยวนำให้หน้าสัมผัสของรีเลย์เปลี่ยนตำแหน่งโดยการเปลี่ยนสถานะของหน้าสัมผัสในรีเลย์จะถูกใช้เป็นในส่งสัญญาณให้ไมโครคอนโทรลเลอร์รู้ถึงการตัดผ่านลำแสง



รูปที่ 2.10 วงจรสวิตช์ควบคุมด้วยแสง

2.2.3 ชุดสร้างสัญญาณเตือน

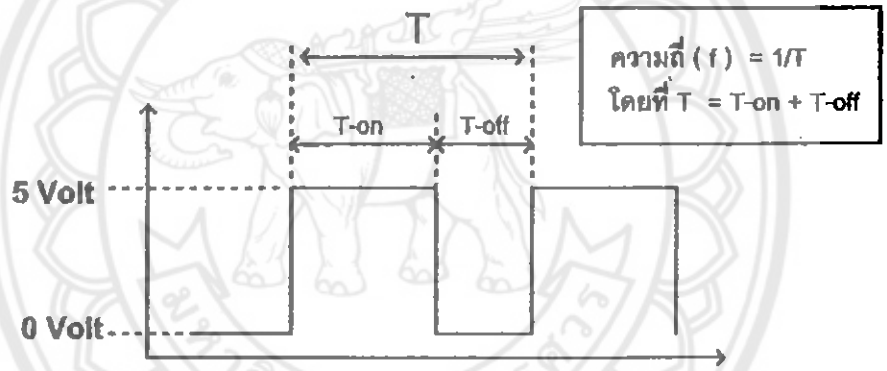
ในโครงงานนี้ ระบบเตือนการบุกรุกถูกควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ หมายเลข PIC16F627A ดังรูปที่ 2.11 ซึ่งใช้แรงดันในการทำงานที่ 2.0 - 5.5 V ทำงานที่ความถี่ 0-20 MHz สามารถโปรแกรมได้ง่ายมีระบบป้องกันการคัดลอกข้อมูล มีเนื้อที่เก็บข้อมูล (Program memory) 1.75 kbyte ขนาดหน่วยความจำภายในแบบ SRAM 224 byte ขนาดหน่วยความจำภายในแบบ EEPROM 128 byte มีจำนวนขาที่สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้ (I/O) 16 ช่อง มีราคาไม่แพง



รูปที่ 2.11 ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F84A

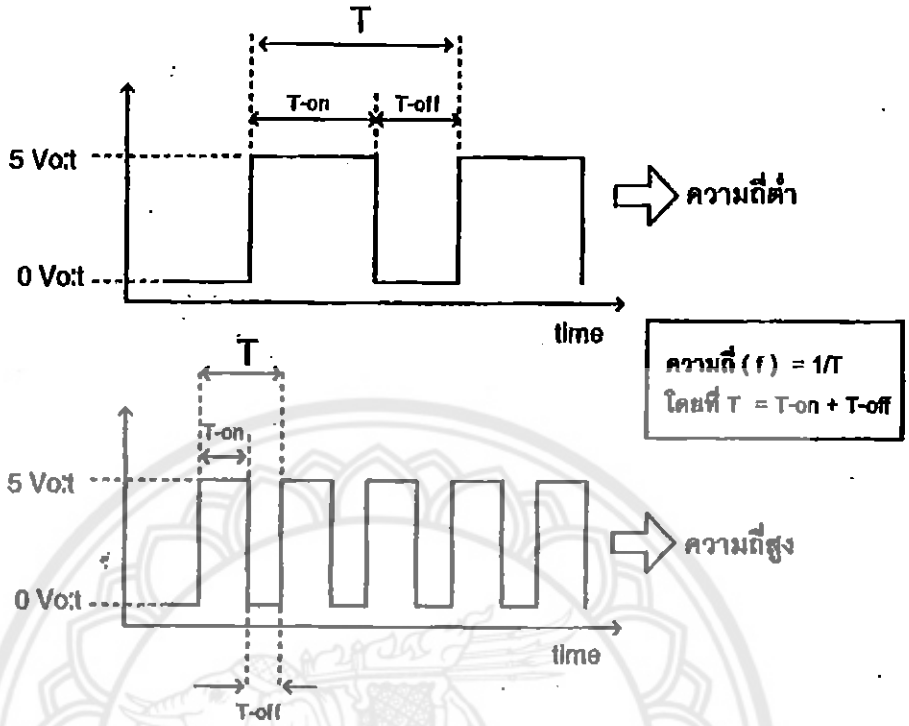
PIC16F627A มี 2 พอร์ต (Port) คือ A และ B ซึ่งแต่ละพอร์ตมีขาสัญญาณอยู่ 8 ขา หรือ 8 บิตคือ RA0-RA8 และ RB0-RB8 ตามลำดับ โดยสามารถกำหนดค่าให้เป็นพอร์ตอินพุต (Input port) หรือพอร์ตเอาต์พุต (Output port) ได้โดยการตั้งค่าที่ตัวแปร TRISA และ TRISB ซึ่งเป็นเรจิสเตอร์ภายใน PIC16F627A เพื่อกำหนดค่าให้กับพอร์ต A และ B ตามลำดับ

การส่งสัญญาณเตือนจะอยู่ในรูปแบบของแสงและเสียงสัญญาณแรงดันไฟฟ้าที่สร้างจากขา RB1 (ขาที่ 7) ของไมโครคอนโทรลเลอร์จะป้อนให้กับหลอดแอลอีดีจึงเกิดเป็นสัญญาณแสงโดยกระพริบเป็นจังหวะซึ่งกำหนดด้วยโปรแกรมในไมโครคอนโทรลเลอร์ สัญญาณที่ไมโครคอนโทรลเลอร์สร้างออกมาจะเป็นรูปคลื่นแบบสี่เหลี่ยมโดยแสดงสัญญาณเป็นแบบดิจิตอลคือลอจิก 0 และลอจิก 1 ซึ่งสามารถเขียนโปรแกรมกำเนิดความถี่ได้โดยใช้การทำซ้ำและหน่วงเวลาของลอจิก 0 และลอจิก 1 ให้เป็นความถี่ที่ต้องการได้ดังรูปที่ 2.12



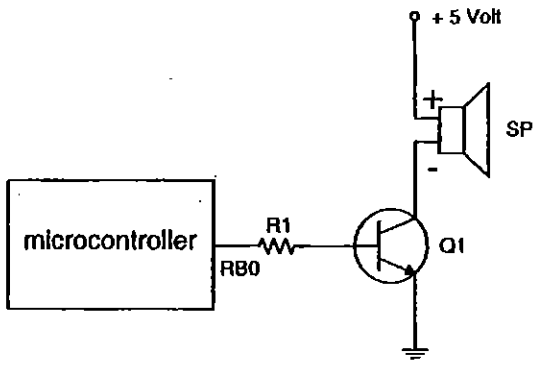
รูปที่ 2.12 ความถี่ของสัญญาณที่ผลิตจากไมโครคอนโทรลเลอร์

การกำหนดช่วงคาบเวลาให้ยาวจะทำให้สัญญาณที่ผลิตออกมามีความถี่ต่ำ แต่ถ้ากำหนดช่วงคาบเวลาให้สั้นจะทำให้สัญญาณที่ผลิตออกมามีความถี่สูงดังรูปที่ 2.13 โดยความถี่ที่หูคนเราสามารถได้ยินคือความถี่ 20 - 20,000 Hz



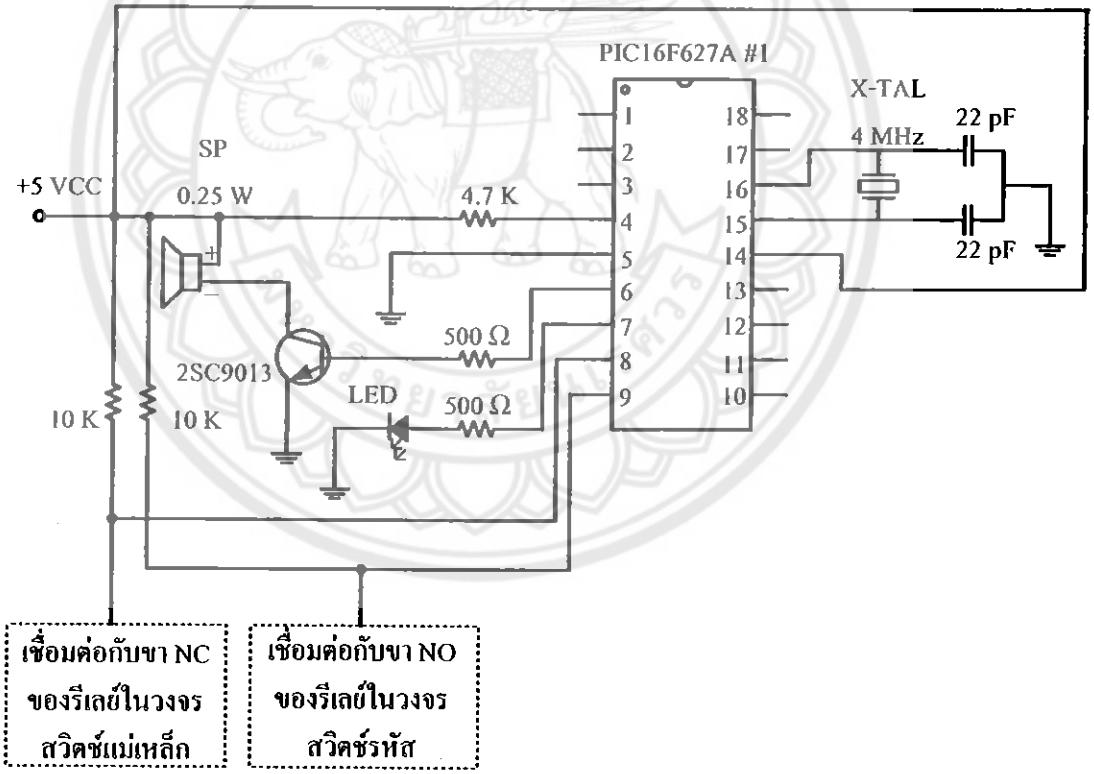
รูปที่ 2.13 การเปรียบเทียบรูปสัญญาณความถี่สูงกับสัญญาณความถี่ต่ำ

ในโครงงานนี้การส่งสัญญาณเตือนในรูปแบบของเสียงจะใช้ลำโพง โดยใช้สัญญาณจากขา RB0 (ขาที่ 6) ของไมโครคอนโทรลเลอร์ป้อนให้กับทรานซิสเตอร์ดังรูปที่ 2.14 เพื่อขยายกระแสและกำหนดให้ลำโพงดังเป็นจังหวะตามความถี่ของสัญญาณรูปสี่เหลี่ยมที่สร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ดังได้อธิบายข้างต้น อย่างไรก็ตาม เนื่องจากเสียงของลำโพงเกิดขึ้นจากการสั่นด้วยความถี่ที่หูมนุษย์สามารถรับรู้ได้ ดังนั้นสัญญาณจากไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ป้อนให้กับทรานซิสเตอร์ในช่วงเวลาที่ต้องการให้ลำโพงมีเสียงจึงถูกโปรแกรมให้มีความถี่ค่าหนึ่งที่ทำให้ลำโพงดัง



รูปที่ 2.14 การเชื่อมต่อวงจรสร้างเสียงเตือนโดยใช้ลำโพง

ในการส่งสัญญาณเตือนการบุกรุกเราโปรแกรมให้ขา RB2 (ขาที่ 8) ของ PIC16F627A รับสัญญาณอินพุตจากชุดวงจรตรวจจับการบุกรุก โดยเชื่อมต่อกับรีเลย์ในตัวตรวจจับบุกรุกโดยใช้สวิตช์แม่เหล็กและรีเลย์ในวงจรตรวจจับด้วยลำแสงในลักษณะอนุกรมกัน ในสภาวะปกติ (ไม่มีการบุกรุก) หน้าสัมผัสของรีเลย์ในวงจรทั้งสองอยู่ในสภาวะปิดวงจร ทำให้ขา RB2 เชื่อมต่อไปยังกราวด์จึงมีศักย์ไฟฟ้าเท่ากับศูนย์ เมื่อมีการบุกรุก หน้าสัมผัสของรีเลย์ในชุดตรวจจับฯจะเปิดวงจร ส่งผลให้ขา RB2 เชื่อมต่อกับไฟเลี้ยง 5 โวลต์ดังรูปที่ 2.15 ไมโครคอนโทรลเลอร์จึงสามารถตรวจจับการเปลี่ยนแปลงระดับแรงดันไฟฟ้าที่ขา RB2 ได้และส่งสัญญาณควบคุมให้วงจรสร้างสัญญาณเตือนทำงานดังที่อธิบายมาแล้วข้างต้น การทำงานของวงจรสร้างสัญญาณเตือนจะหยุดลงได้ก็ต่อเมื่อขา RB3 (ขาที่ 9) ของ PIC16F627A มีศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์ซึ่งเกิดขึ้นได้ด้วยการทำงานของชุดสวิตช์รหัสดังจะได้อธิบายในหัวข้อถัดไป

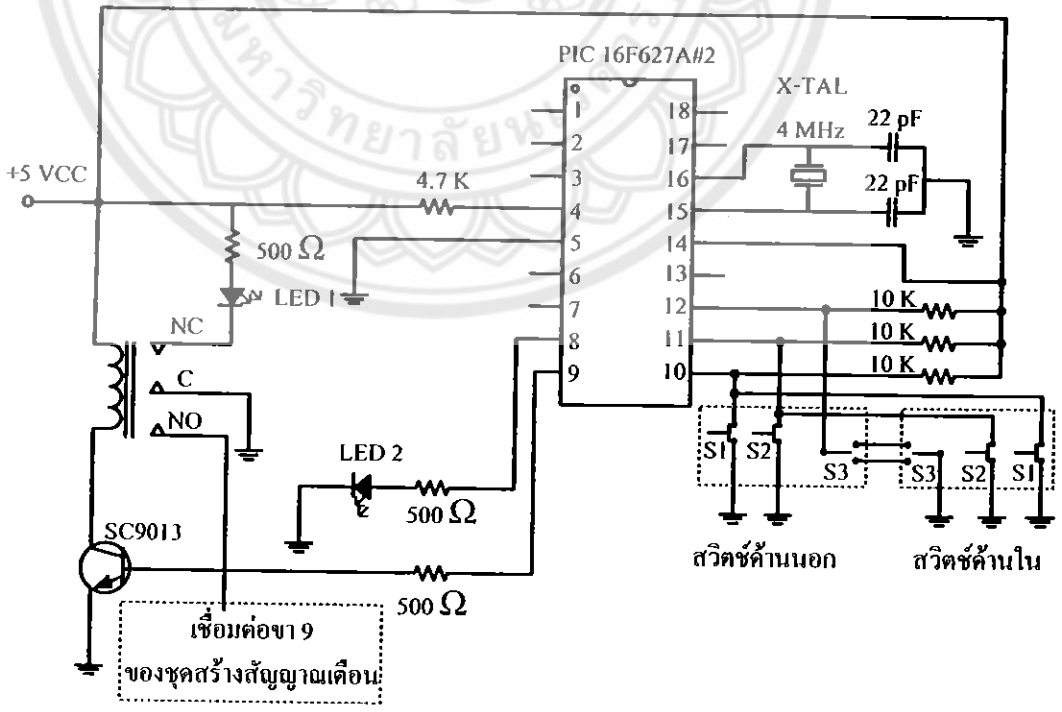


รูปที่ 2.15 วงจรสร้างสัญญาณเตือนการบุกรุก

2.2.4 ชุดสวิตช์รหัส

ในโครงงานนี้ การทำงานของชุดสวิตช์รหัสถูกควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F627A อีกตัวหนึ่ง โดยอาศัยการกำหนดค่าให้กับพอร์ตของ PIC16F627A เพื่อใช้รับสัญญาณจากสวิตช์ในที่นี้ได้ใช้ขา RA5 เป็นสัญญาณรีเซต (Reset) โดยต่อกับไฟเลี้ยง 5 V ผ่านตัวต้านทาน 4.7 kΩ และใช้ขาสัญญาณ RA6 และ RA7 ต่อกับอุปกรณ์คริสตอล (X-TAL) เพื่อรับสัญญาณนาฬิกาจากภายนอก ดังนั้นจึงเหลือขาสัญญาณที่ยังไม่ได้ใช้งานอยู่อีก 5 ขาคือ RA0-RA4 สำหรับพอร์ต B ได้กำหนดค่าให้ RB1-RB3 รับอินพุตจากสวิตช์รหัส และให้ RB4-RB6 เป็นขาเอาท์พุต

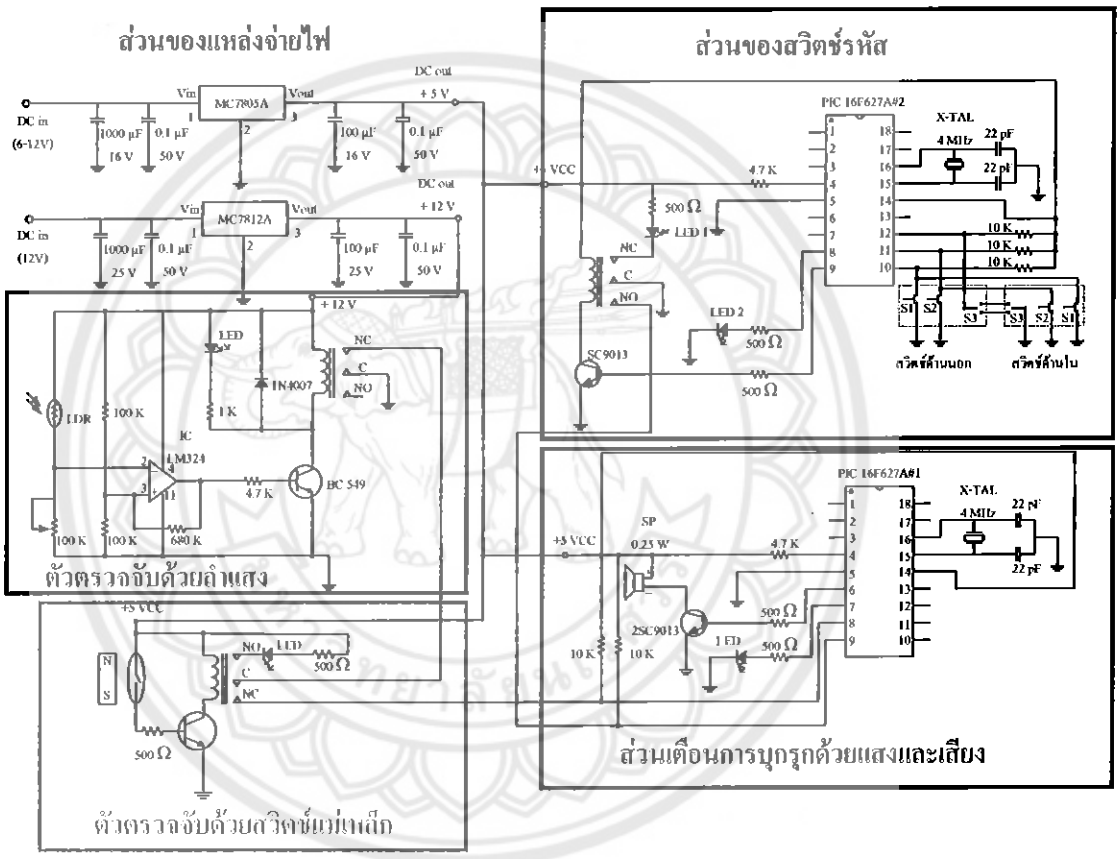
การทำงานของชุดสวิตช์รหัสแสดงดังรูปที่ 2.16 โดยออกแบบให้รับสัญญาณอินพุตจากการกดเข้ารหัสด้วยสวิตช์ปุ่มกด (Push button switch) 2 ตัวร่วมกับสวิตช์คันโยก (Selector switch) 1 ตัว การเข้ารหัสดังกล่าวขึ้นอยู่กับลำดับในการกดสวิตช์ให้ถูกต้องภายในเวลาที่กำหนด หลังจากเข้ารหัสถูกต้องไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งให้รีเลย์ทำงานซึ่งส่งผลให้วงจรสร้างสัญญาณเตือนหยุดการทำงานเนื่องจากหน้าสัมผัสของรีเลย์ในวงจรสวิตช์รหัสจะเชื่อมต่อกราวด์เข้ากับขา RB3 ของ PIC16F627A ในวงจรสร้างสัญญาณเตือน โดยรีเลย์จะยังทำงานอย่างต่อเนื่องจนกว่าจะมีการเปลี่ยนสถานะของสวิตช์คันโยกอีกครั้ง



รูปที่ 2.16 วงจรสวิตช์รหัส

2.2.5 การเชื่อมต่อของอุปกรณ์ภายในระบบเตือนการบุกรุก

ระบบเตือนการบุกรุกประกอบด้วยการทำงานร่วมกันระหว่างวงจรตรวจจับการบุกรุก วงจรสร้างสัญญาณเตือนและวงจรสวิตช์รหัส การเชื่อมต่อระหว่างวงจรดังกล่าวเพื่อประกอบเป็นระบบเตือนการบุกรุกที่ออกแบบในโครงงานนี้แสดงดังรูปที่ 2.17 โดยการสร้างแต่ละวงจรจะอธิบายต่อไปในบทที่ 3



รูปที่ 2.17 วงจรของระบบตรวจจับการบุกรุก

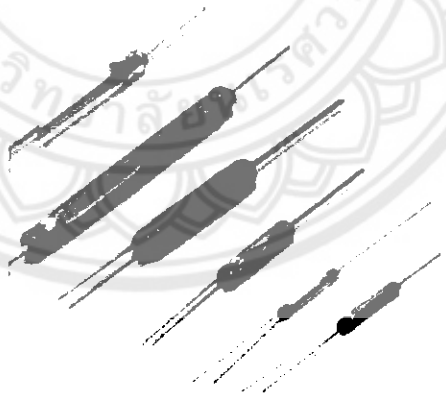
บทที่ 3
การสร้างระบบเตือนการบุกรุก

3.1 การสร้างระบบตรวจจับการบุกรุก

ระบบตรวจจับการบุกรุกในโครงงานนี้ได้ออกแบบโดยใช้อุปกรณ์สองชนิดมาการทำงานร่วมกัน นั่นคือสวิตช์แม่เหล็กและตัวตรวจจับด้วยลำแสงซึ่งอุปกรณ์ทั้งสองชนิดนี้เปรียบเสมือนกับอินพุตที่ทำหน้าที่ตรวจจับสิ่งผิดปกติที่เกิดขึ้นกับระบบและส่งสัญญาณที่ตรวจจับได้ให้กับส่วนประมวลผลต่อไป

3.1.1 วงจรตรวจจับโดยใช้สวิตช์แม่เหล็ก

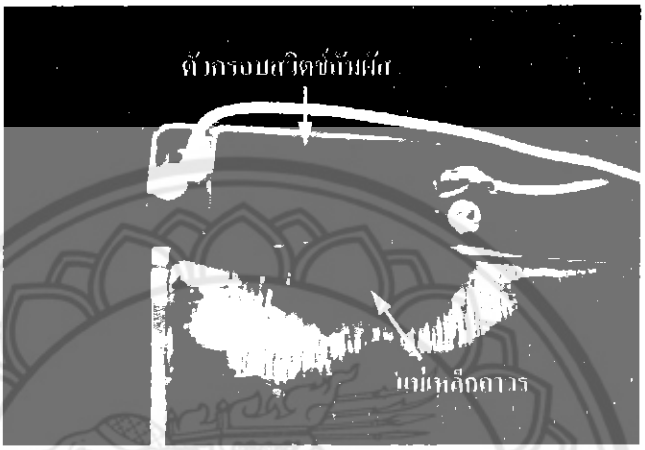
สวิตช์แม่เหล็กที่นำมาใช้กับโครงงานนี้เป็นสวิตช์แม่เหล็กชนิดสามขา ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนที่เป็นส่วนที่เป็นสวิตช์สัมผัสดังรูปที่ 3.1 ร่วมกับแม่เหล็กถาวร สวิตช์แม่เหล็กที่เลือกใช้นี้มีการทำงานที่ไม่ซับซ้อนและสะดวกในการติดตั้ง



รูปที่ 3.1 สวิตช์สัมผัสชนิดสามขา

ในการติดตั้งสวิตช์แม่เหล็กนั้นเราออกแบบให้ส่วนที่เป็นแม่เหล็กถาวรติดไว้ที่บานประตูที่เคลื่อนที่ และติดตั้งสวิตช์สัมผัสไว้ที่กรอบประตูดังรูปที่ 3.2 เมื่อประตูปิด แท่งแม่เหล็กจะอยู่ใกล้กับสวิตช์สัมผัส แรงดูดจากสนามแม่เหล็กทำให้สวิตช์สัมผัสอยู่ในสภาวะเปิดวงจร จึงไม่มีแรงดันตกคร่อมที่ขาเบสและไม่มีกระแสเบสไหล ทรานซิสเตอร์จึงไม่นำกระแสและเมื่อไม่มีกระแสไหลผ่านขดลวดของรีเลย์ รีเลย์จึงไม่ทำงาน ถ้าประตูถูกเปิดออก แท่งแม่เหล็กจะอยู่ห่างจากสวิตช์สัมผัส

จึงไม่มีแรงกระทำต่อสวิตช์สัมผัสทำให้สวิตช์สัมผัสอยู่ในสภาวะปิดวงจร จึงเกิดแรงดันตกคร่อมที่ขาเบส ทำให้มีกระแสเบสไหล ทรานซิสเตอร์จึงนำกระแส เมื่อมีกระแสไหลผ่านขดลวดของรีเลย์ จึงเหนี่ยวนำให้หน้าสัมผัสของรีเลย์เปลี่ยนสถานะและต่อวงจรเพื่อป้อนสัญญาณอินพุตให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลต่อไป

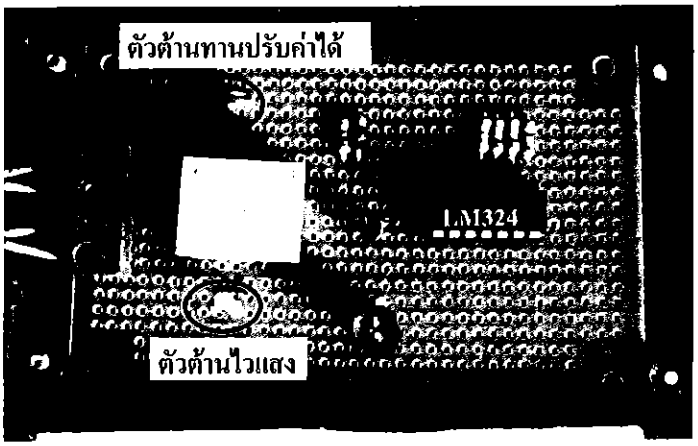


รูปที่ 3.2 การติดตั้งสวิตช์แม่เหล็ก

3.1.2 วงจรตรวจจับการบุกรุกโดยใช้ตัวตรวจจับด้วยลำแสง

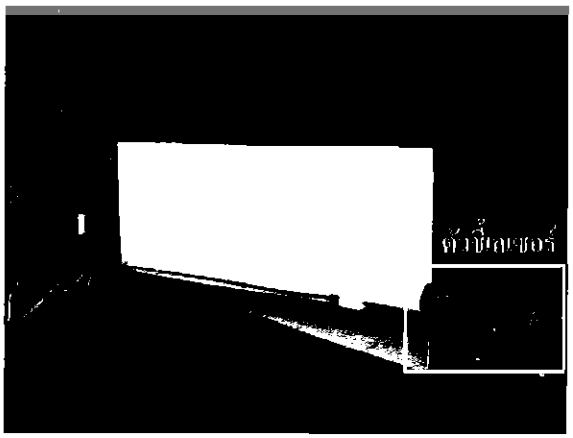
อุปกรณ์ตรวจจับที่นำมาใช้อีกชนิดหนึ่งคือตัวตรวจจับด้วยลำแสงซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ตัวชี้เลเซอร์และวงจรสวิตช์ควบคุมด้วยแสงแสดงดังรูปที่ 3.3 และรูปที่ 3.4 โดยสาเหตุที่เลือกอุปกรณ์ทั้งสองชนิดนี้มาใช้เพราะใช้งานง่าย หาซื้อง่าย ราคาถูก และต้องการพื้นที่ในการติดตั้งน้อย

รูปที่ 3.3 ตัวชี้เลเซอร์



รูปที่ 3.4 วงจรสวิตช์ควบคุมด้วยแสง

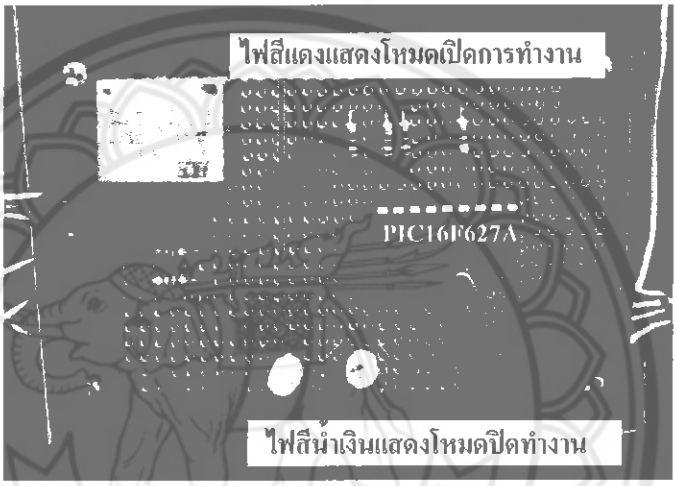
ในตัวตรวจจับด้วยลำแสงถูกออกแบบให้ติดตั้งไว้ที่หน้าต่าง ตัวชี้เลเซอร์ยิงแสงจากด้านหนึ่งของหน้าต่างไปยังตัวต้านทานไวแสง ในวงจรสวิตช์ควบคุมด้วยแสงที่อยู่อีกด้านหนึ่งของหน้าต่างแสดงดังรูปที่ 3.5 ภายในวงจรสวิตช์ควบคุมด้วยแสงมีการทำงานร่วมกันระหว่างออปแอมป์กับวงจรแบ่งแรงดัน โดยอาศัยการเปรียบเทียบแรงดันที่ได้จากขาบวกของออปแอมป์กับแรงดันที่ได้จากตัวต้านทานไวแสง การบุกรุกทางหน้าต่างเป็นการตัดผ่านลำแสง เมื่อไม่มีแสงตกกระทบตัวต้านทานไวแสงจึงมีค่าความต้านทานสูง ส่งผลให้แรงดันด้านออกของวงจรแบ่งแรงดันมีค่าต่ำลง แรงดันที่ป้อนเข้าขาลบของออปแอมป์จึงมีค่าน้อยกว่าแรงดันอ้างอิงที่ขาบวก และเกิดค่าแรงดันค่าหนึ่งที่ด้านออกของออปแอมป์ (8 V) ซึ่งถูกป้อนให้กับทรานซิสเตอร์ส่งผลให้เกิดกระแสเบสไหล ทรานซิสเตอร์จึงนำกระแสให้เกิดกระแสไหลผ่านขดลวดของรีเลย์และเกิดการเหนี่ยวนำให้หน้าสัมผัสของรีเลย์เปลี่ยนตำแหน่งซึ่งถูกใช้เป็นในการส่งสัญญาณให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เช่นเดียวกันกับในกรณีตัวตรวจจับด้วยสวิตช์แม่เหล็ก



รูปที่ 3.5 การติดตั้งตัวตรวจจับด้วยลำแสง

3.2 การสร้างส่วนประมวลผล

จากหัวข้อที่ผ่านมาเป็นการสร้างตัวตรวจจับการบุกรุก ซึ่งเปรียบเสมือนอินพุตที่คอยรับข้อมูลแล้วนำค่าที่ตรวจจับได้ส่งให้ส่วนประมวลผล โดยส่วนประมวลผลที่ใช้ในโครงงานนี้ประกอบขึ้นจากไมโครคอนโทรลเลอร์หมายเลข PIC16F627A ดังรูปที่ 3.6 ซึ่งรับสัญญาณมาจากสวิตช์แม่เหล็กและตัวตรวจจับด้วยลำแสงแล้วประมวลผลสัญญาณก่อนส่งสัญญาณต่อไปให้กับส่วนเตือนการบุกรุกเพื่อสร้างสัญญาณเตือนต่อไป



รูปที่ 3.6 ส่วนประมวลผลและไมโครคอนโทรลเลอร์หมายเลข PIC16F627A

3.3 การสร้างอุปกรณ์เตือนการบุกรุก

นอกจากตัวตรวจจับการบุกรุกและส่วนประมวลผลแล้ว ส่วนสำคัญอีกส่วนหนึ่งในระบบเตือนการบุกรุกคืออุปกรณ์ที่สร้างสัญญาณเตือนเมื่อเกิดการบุกรุกขึ้นซึ่งทำหน้าที่เป็นส่วนแสดงผล (เอาท์พุต) ของระบบนั่นเอง ผู้ดำเนินโครงงานได้ออกแบบให้มีการเตือนการบุกรุกอยู่ 2 ลักษณะคือ การเตือนการบุกรุกด้วยแสงและการเตือนการบุกรุกด้วยเสียง โดยที่อุปกรณ์ทั้งสองชนิดนี้จะรับคำสั่งมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์

3.3.1 อุปกรณ์เตือนการบุกรุกด้วยแสง

การส่งสัญญาณเตือนในรูปแบบของแสงที่สร้างขึ้นมาในโครงงานนี้เป็นการเตือนด้วยแสงไฟกระพริบสีเหลืองแสดงดังรูปที่ 3.7 ซึ่งแสงไฟที่ใช้ส่งสัญญาณเตือนนั้นได้มาจากสัญญาณ

แรงดันไฟฟ้าที่ผลิตออกมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์และป้อนให้กับหลอดแอลอีดี (LED) เกิดเป็นสัญญาณแสงโดยกระพริบด้วยความถี่ค่าหนึ่งที่ถูกกำหนดด้วยโปรแกรมในไมโครคอนโทรลเลอร์

รูปที่ 3.7 วงจรเตือนการบุกรุกด้วยแสง

3.3.2 อุปกรณ์เตือนการบุกรุกด้วยเสียง

การสร้างอุปกรณ์เตือนการบุกรุกด้วยแสงอาจไม่เพียงพอที่จะใช้ส่งสัญญาณเตือนให้กับผู้อยู่อาศัยได้ทราบ กล่าวคือ ผู้อยู่อาศัยอาจมองไม่เห็นสัญญาณไฟที่ระบบเตือนการบุกรุกแสดงให้เห็น ดังนั้นผู้ดำเนินโครงงานจึงสร้างอุปกรณ์เตือนการบุกรุกด้วยเสียงเพิ่มเข้าไปเพื่อให้ส่วนเตือนการบุกรุกมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น อุปกรณ์เตือนการบุกรุกในรูปแบบของเสียงนี้ใช้สัญญาณจากไมโครคอนโทรลเลอร์ป้อนให้กับทรานซิสเตอร์เพื่อทำการขยายกระแสและกำหนดให้ลำโพงดังเป็นจังหวะตามสัญญาณที่สร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์

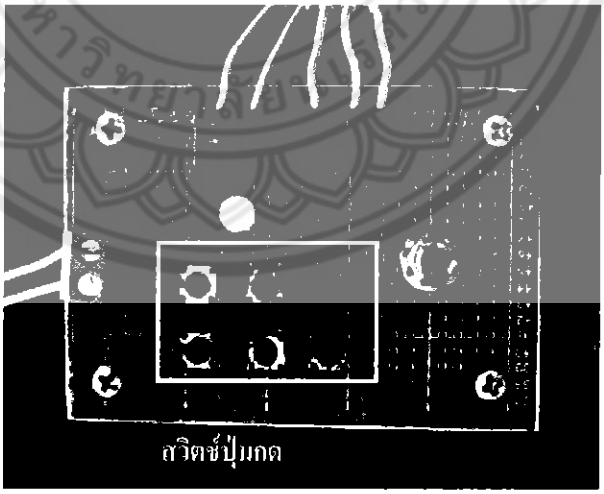
3.4 การสร้างสวิตช์รหัส

จากระบบตรวจจับการบุกรุกที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น นอกจากการออกแบบและสร้างระบบตรวจจับการบุกรุกแล้ว เรายังได้ออกแบบและสร้างสวิตช์รหัสขึ้นมาเพื่อใช้ควบคุมการเปิดและปิดการทำงานของวงจรสร้างสัญญาณเตือน โดยติดตั้งสวิตช์รหัสไว้ทั้งด้านในและด้านนอกของอาคารเพื่อความสะดวกในการใช้งาน

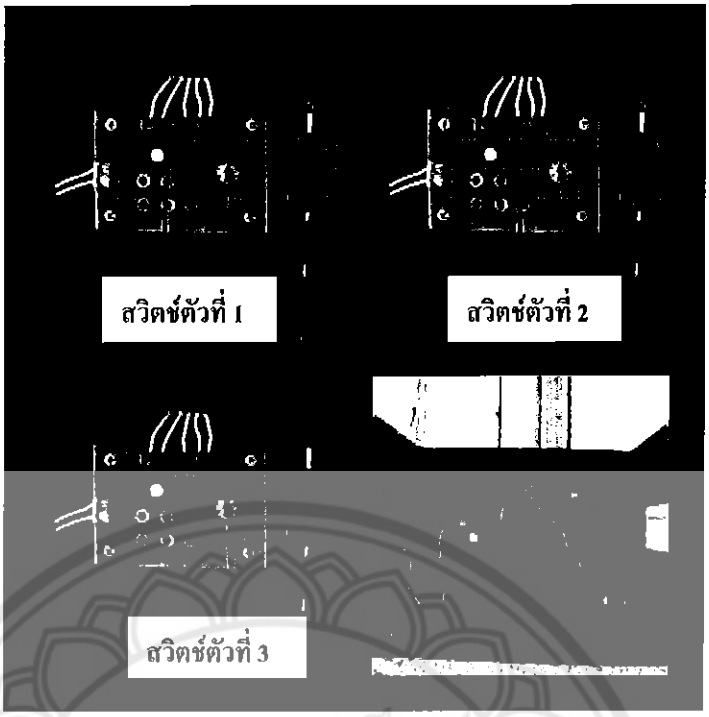
สวิตช์รหัสที่ถูกออกแบบและสร้างขึ้นมาเป็นการนำสวิตช์ปุ่มกดและสวิตช์คันโยกมาทำงานร่วมกันดังรูปที่ 3.8 โดยสวิตช์รหัสมีหน้าที่ควบคุมการเปิดและปิดการทำงานของวงจรสร้าง

สัญญาณเตือน เช่น เมื่อเกิดการบุกรุกขึ้นและมีการสร้างสัญญาณเตือน (ทั้งในรูปของแสงและเสียง) เราสามารถปิดการทำงานของวงจรสร้างสัญญาณเตือนโดยการเข้ารหัส (ในที่นี้ได้โปรแกรมให้มีการเข้ารหัสด้วยสวิตช์ปุ่มกด 2 ตัวและสวิตช์คันโยก 1 ตัว) โดยการเข้ารหัสที่ถูกต้องขึ้นอยู่กับลำดับการกดสวิตช์ดังกล่าว โดยในการกดสวิตช์ทั้งหมดนั้นจะต้องทำภายในเวลาที่กำหนด เมื่อเข้ารหัสได้ถูกต้อง ไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณไปหยุดการสร้างสัญญาณเตือน อย่างไรก็ตามการกดสวิตช์ผิดตัวหรือผิดลำดับหรือกดช้ากว่าเวลาที่กำหนดจะไม่สามารถหยุดการทำงานของวงจรสร้างสัญญาณเตือน

หลังจากเข้ารหัสถูกต้องแล้ว หากต้องการให้วงจรสร้างสัญญาณเตือนพร้อมเริ่มทำงานอีกครั้งให้กดก้านของสวิตช์คันโยกอีกครั้งหนึ่ง ระบบตรวจจับการบุกรุกจะกลับเข้าสู่โหมดการทำงานอีกครั้งซึ่งแสดงดังรูปที่ 3.9 ตำแหน่งและจำนวนสวิตช์ที่ใช้เข้ารหัสรวมทั้งระยะเวลาที่ใช้ในการเข้ารหัสถูกกำหนดโดยโปรแกรมที่ป้อนให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ อย่างไรก็ตาม ก่อนการกดก้านของสวิตช์คันโยกเพื่อให้ระบบเริ่มทำงานอีกครั้ง ต้องตรวจสอบสวิตช์แม่เหล็กและตัวตรวจจับด้วยลำแสงเพื่อให้อยู่ในสถานะที่พร้อมทำงานอีกครั้ง (บานประตูปิดอยู่และไม่มีการตัดผ่านลำแสงเลเซอร์)

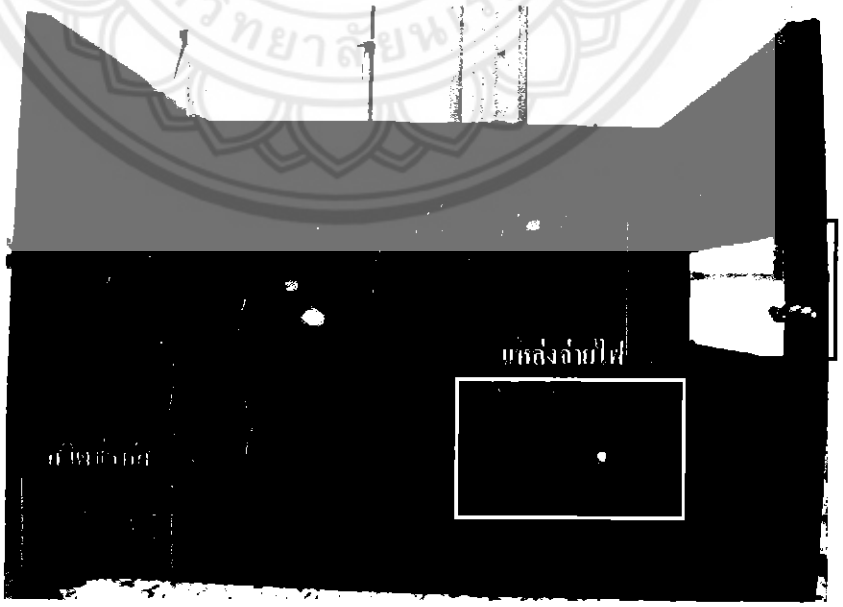


รูปที่ 3.8 สวิตช์รหัส



รูปที่ 3.9 การหยุดและเริ่มการทำงานของวงจรสร้างสัญญาณเตือนด้วยสวิตช์รหัส

อุปกรณ์แต่ละส่วนของระบบตรวจจับการบุกรุกถูกประกอบและติดตั้งเข้ากับแบบจำลอง แสดงได้ดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 การติดตั้งระบบเตือนการบุกรุก

บทที่ 4

ผลการทดสอบ

หลังจากสร้างระบบเตือนการบุกรุกซึ่งประกอบด้วยวงจรตรวจจับการบุกรุกด้วยสวิตช์แม่เหล็ก วงจรตรวจจับด้วยลำแสง และวงจรสร้างสัญญาณเตือน รวมถึงออกแบบการทำงานร่วมกันภายในระบบ ผู้ดำเนินโครงงานได้ออกแบบการทดสอบระบบเตือนการบุกรุกโดยใช้สวิตช์แม่เหล็กและตัวตรวจจับด้วยลำแสงเป็น 3 ส่วนคือ การทดสอบตัวตรวจจับด้วยสวิตช์แม่เหล็ก การทดสอบตัวตรวจจับด้วยลำแสง และการทดสอบระบบเตือนการบุกรุกโดยใช้สวิตช์แม่เหล็กและตัวตรวจจับด้วยลำแสง

4.1 การทดสอบตัวตรวจจับด้วยสวิตช์แม่เหล็ก

ในการทดสอบการทำงานของสวิตช์แม่เหล็กเราได้นำแม่เหล็กถาวรสองชนิดมาใช้ในการทดสอบนั่นคือแม่เหล็กถาวรและแม่เหล็กแรงสูงแบบถาวรนีโอไดเมียม (Neodymium; NdFeB) ทำการวัดระยะระหว่างสวิตช์สัมผัสกับแท่งแม่เหล็กทั้งสองชนิดเพื่อหาระยะการทำงานโดยแสดงดังรูปที่ 4.1 จากการทดสอบพบว่าแม่เหล็กถาวรที่ใช้มีแรงดูดที่กระทำต่อสวิตช์สัมผัสในระยะไม่เกิน 0.3 cm และแม่เหล็กแรงสูงแบบถาวรนีโอไดเมียมที่ใช้มีแรงดูดที่กระทำต่อสวิตช์สัมผัสในระยะไม่เกิน 0.5 cm ผู้ดำเนินโครงงานจึงได้เลือกใช้แม่เหล็กแรงสูงแบบถาวรนีโอไดเมียมซึ่งมีแรงดูดที่กระทำต่อสวิตช์สัมผัสที่ไกลกว่ามาใช้ร่วมกับสวิตช์สัมผัส

รูปที่ 4.1 การทดสอบระยะการทำงานของสวิตช์แม่เหล็ก

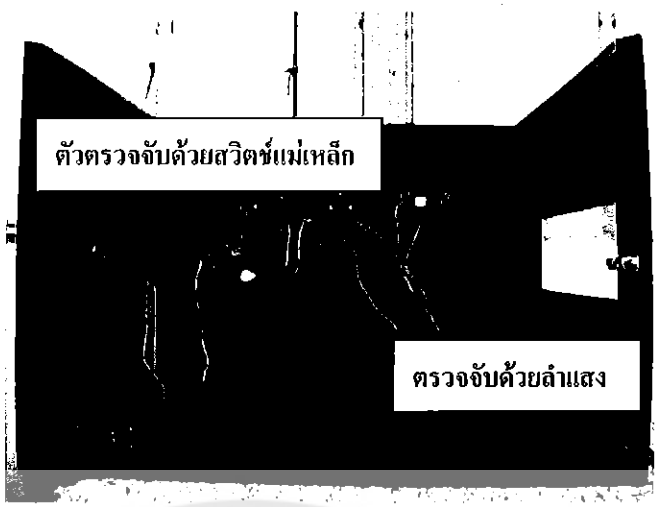
4.2 การทดสอบตัวตรวจจับด้วยลำแสง

การทดสอบการทำงานของตัวตรวจจับด้วยลำแสงแสดงดังรูปที่ 4.2 โดยการยิงแสงเลเซอร์จากระยะต่างๆไปยังตัวต้านทานไวแสงในวงจรสวิตช์ควบคุมด้วยแสงและตรวจสอบว่าระบบสามารถตรวจจับแสงที่ส่องไปยังตัวต้านทานไวแสงได้หรือไม่ จากการทดลองพบว่าตัวชี้เลเซอร์ที่นำมาใช้ในโครงงานนี้สามารถยิงแสงไปที่ตัวต้านทานไวแสงได้ในระยะไกลถึง 20 m โดยที่ระบบตรวจจับการบุกรุกยังคงทำงานเป็นปกติ ซึ่งระยะการทำงานของตัวตรวจจับด้วยลำแสงขึ้นอยู่กับชนิดและความเข้มแสงของตัวชี้เลเซอร์ที่นำมาใช้ นอกจากนี้ในการติดตั้งตัวตรวจจับด้วยลำแสงต้องทำการปรับตั้งค่าของตัวต้านทานแปรค่าให้เหมาะสมกับแสงเลเซอร์และความสว่างของแสงภายนอก

รูปที่ 4.2 การติดตั้งตัวตรวจจับด้วยลำแสงในย่านการทำงาน

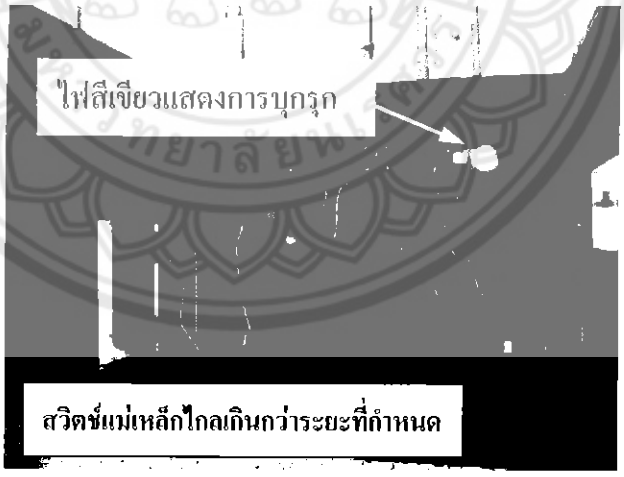
4.3 การทดสอบระบบเตือนการบุกรุก

หลังจากที่ทดสอบการทำงานของตัวตรวจจับทั้งสองส่วนแล้ว เราจึงออกแบบการทดลองโดยการตัวตรวจจับทั้งสองมาทดสอบร่วมกันดังรูปที่ 4.3 ผู้ดำเนินโครงงานได้ทดสอบโดยการเปิดประตูเพื่อทำให้แม่เหล็กถาวรและสวิตช์สัมผัสแยกออกจากกันแล้วตรวจสอบดูการทำงานของระบบ รวมทั้งทดสอบการตัดผ่านลำแสงโดยบังไม่ให้แสงเลเซอร์ไปตกกระทบตัวต้านทานไวแสง



รูปที่ 4.3 การทดลองโดยใช้ตัวตรวจจับด้วยสวิตช์แม่เหล็กและตัวตรวจจับด้วยลำแสง

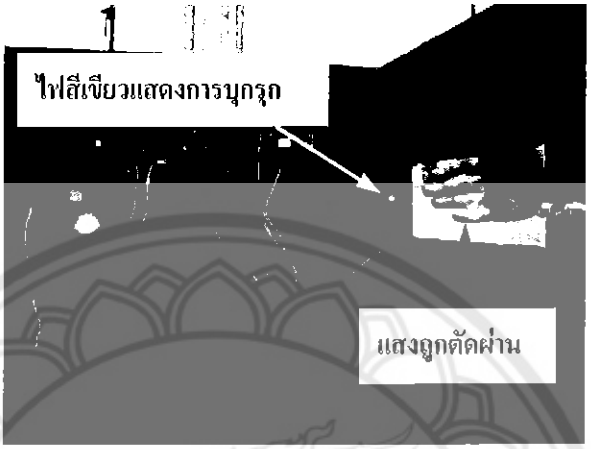
จากการทดลองดังกล่าวพบว่าระบบสามารถตรวจจับได้และส่งสัญญาณเตือนตามที่ออกแบบไว้ โดยเริ่มตั้งแต่การทำงานของสวิตช์แม่เหล็กเมื่อระยะของตัวสวิตช์และแท่งแม่เหล็กที่ยึดติดไว้กับบานประตูมีระยะเกินกว่า 0.5 เซนติเมตรดังรูปที่ 4.4 สวิตช์แม่เหล็กส่งสัญญาณไปให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลเพื่อส่งสัญญาณสั่งให้วงจรสร้างสัญญาณเตือนทำงาน



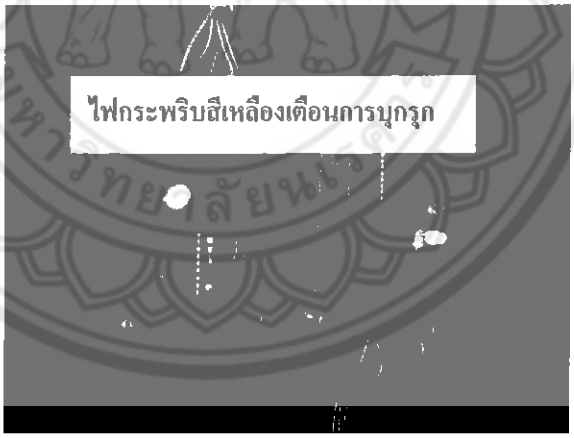
รูปที่ 4.4 การทำงานของตัวตรวจจับด้วยสวิตช์แม่เหล็ก

สำหรับวงจรตรวจจับด้วยลำแสงซึ่งติดตั้งที่หน้าต่างจะเริ่มทำงานเมื่อมีการตัดผ่านลำแสงทำให้ไม่มีแสงไปตกกระทบตัวต้านทานไวแสงในช่วงระยะเวลาหนึ่ง (ตั้งแต่ 1 วินาทีขึ้นไป) ในกรณีที่มีการตัดผ่านซ้ำๆกันจะไม่ส่งผลใดๆกับวงจรเนื่องจากวงจรเริ่มทำงานตั้งแต่ตรวจจับได้ครั้งแรกว่ามีการตัดผ่านดังรูปที่ 4.5 หลังจากตรวจจับการตัดผ่านได้ วงจรจะส่งสัญญาณไปให้

ไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลเพื่อส่งสัญญาณสั่งให้วงจรสร้างสัญญาณเตือนทำงานเช่นเดียวกับกรณีตัวตรวจจับด้วยสวิตช์แม่เหล็ก โดยการส่งสัญญาณเตือนนั้นจะประกอบด้วยแสงไฟกระพริบสีเหลืองดังรูปที่ 4.6 และเสียงเตือนที่ใช้ลำโพงเป็นตัวส่งสัญญาณ



รูปที่ 4.5 การทำงานของตัวตรวจจับด้วยลำแสง



รูปที่ 4.6 การส่งสัญญาณเตือนด้วยแสง

เมื่อนำทั้งสองวงจรมาทำงานร่วมกันจะทำให้การตรวจจับมีประสิทธิภาพมากขึ้น เนื่องจากสามารถตรวจจับการบุกรุกได้ไม่ว่าจะเป็นการบุกรุกเข้ามาทางประตูหรือหน้าต่าง โดยวงจรสร้างสัญญาณเตือนจะทำงานทันทีเมื่อได้รับสัญญาณจากตัวตรวจจับตัวใดตัวหนึ่ง

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้เป็นการสรุปผลการดำเนินโครงงานที่ผ่านมาทั้งหมด พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะในการพัฒนาโครงงานนี้ต่อไป

5.1 สรุปผลการดำเนินโครงงาน

ในโครงงานนี้ได้มีการออกแบบและสร้างระบบเตือนการบุกรุกที่ประกอบด้วยตัวตรวจจับโดยใช้สวิตช์แม่เหล็กเพื่อตรวจจับการบุกรุกทางประตู ตัวตรวจจับการตัดผ่านลำแสงเลเซอร์เพื่อตรวจจับการบุกรุกทางหน้าต่าง วงจรสร้างสัญญาณเตือนในรูปแบบของแสงกระพริบจากหลอดแอลอีดีและเสียงจากลำโพงซึ่งดังเป็นจังหวะต่อเนื่อง นอกจากนี้ยังมีสวิตช์รหัสที่ใช้เปิดและปิดการทำงานของวงจรสร้างสัญญาณเตือน สวิตช์แม่เหล็กที่ใช้ถูกสร้างจากการทำงานร่วมกันระหว่างสวิตช์สัมผัสกับแท่งแม่เหล็กถาวร ระบบเตือนการบุกรุกที่สร้างขึ้นถูกควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ รวมทั้งแสดงสถานะการเปิดและเปิดของประตูและหน้าต่างด้วยหลอดไฟแอลอีดี ผลการทดสอบพบว่าระบบที่สร้างขึ้นสามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขที่ต้องการ นั่นคือสามารถตรวจจับการบุกรุกได้ทุกครั้งไม่ว่าจะเกิดการบุกรุกทางประตูหรือหน้าต่าง

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

1) ระบบตรวจจับการบุกรุกไม่สามารถทำงานได้เมื่อไฟฟ้าดับ แนวทางแก้ไขคือการติดตั้งเพิ่มแหล่งจ่ายไฟสำรองในกรณีฉุกเฉินเพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง

2) ในโครงงานนี้ได้ทดสอบการทำงานของระบบตรวจจับการบุกรุกด้วยแบบจำลอง จึงมีข้อจำกัดในเรื่องความดังของเสียงสัญญาณเตือนที่ออกแบบโดยใช้ลำโพงที่มีขนาดเล็ก ในกรณีที่ติดตั้งเพื่อนำใช้งานจริงควรเปลี่ยนใช้ไซเรน (Siren) แทนเพื่อให้ได้เสียงสัญญาณเตือนที่ดังขึ้น พร้อมทั้งปรับแก้โปรแกรมที่ป้อนให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อสร้างเอาท์พุตเป็นแรงดันไฟฟ้าเพื่อควบคุมให้รีเลย์เปิดและปิดวงจรสร้างสัญญาณเสียงของไซเรนแทน

5.3 แนวทางในการพัฒนาต่อไป

เนื่องจากในปัจจุบันความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีระบบเตือนการบุกรุกควรมีความสามารถในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ของระบบสื่อสารต่างๆได้ เช่น อินเตอร์เน็ตหรือโทรศัพท์มือถือ ดังนั้นในการพัฒนาระบบเตือนการบุกรุกจึงจำเป็นต้องศึกษาการส่งสัญญาณเตือนผ่านระบบสื่อสารดังกล่าว ซึ่งนอกจากการศึกษาในเรื่องการส่งสัญญาณผ่านระบบสื่อสารแล้วควรมีการออกแบบตัวตรวจจับการบุกรุกให้สามารถตรวจจับได้หลากหลายรูปแบบ เช่น ตัวตรวจกับการบุกรุกเมื่อเกิดการทุบกระจก เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

[1] อภิเชษฐ์ การัยภูมิ, "สวิตช์สนธยา: ตอนที่ 2 ลองสร้างสวิตช์แสงใช้เอง", http://eanic.com/, สืบค้นเมื่อ 4 ธันวาคม 2555.

[2] ประพฤตธิ์ สาราคิจ, http://www.sptc.ac.th/prapruet/devicesweb/books/book_10.htm, สืบค้นเมื่อ 17 ธันวาคม 2555.

[3] Applied Optics Group ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์, "ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเลเซอร์", http://www.sc.mahidol.ac.th/scpy/Optics/basic_laser3.htm, มหาวิทยาลัยมหิดล, สืบค้นเมื่อ 9 มกราคม 2555.

[4] ทีมสมาร์ทเลิร์นนิ่ง, "PIC Microcontroller Learning-By-Doing ด้วยภาษา C", Smart Learning, กรุงเทพ, 2550.

ภาคผนวก ก

รายละเอียดของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F627A

MICROCHIP PIC16F627A/628A/648A

18-pin Flash-Based, 8-Bit CMOS Microcontrollers with nanoWatt Technology

High-Performance RISC CPU:

- Operating speeds from DC – 20 MHz
- Interrupt capability
- 8-level deep hardware stack
- Direct, Indirect and Relative Addressing modes
- 35 single-word instructions:
  - All instructions single cycle except branches

Special Microcontroller Features:

- Internal and external oscillator options:
  - Precision Internal 4 MHz oscillator factory calibrated to ±1%
  - Low-power internal 48 kHz oscillator
  - External Oscillator support for crystals and resonators
- Power-saving Sleep mode
- Programmable weak pull-ups on PORTB
- Multiplexed Master Clear/Input-pin
- Watchdog Timer with independent oscillator for reliable operation
- Low-voltage programming
- In-Circuit Serial Programming™ (via two pins)
- Programmable code protection
- Brown-out Reset
- Power-on Reset
- Power-up Timer and Oscillator Start-up Timer
- Wide operating voltage range (2.0-5.5V)
- Industrial and extended temperature range
- High-Endurance Flash/EEPROM cell:
  - 100,000 write Flash endurance
  - 1,000,000 write EEPROM endurance
  - 40 year data retention

Low-Power Features:

- Standby Current:
  - 100 nA @ 2.0V, typical
- Operating Current:
  - 12 µA @ 32 kHz, 2.0V, typical
  - 120 µA @ 1 MHz, 2.0V, typical
- Watchdog Timer Current:
  - 1 µA @ 2.0V, typical
- Timer1 Oscillator Current:
  - 1.2 µA @ 32 kHz, 2.0V, typical
- Dual-speed Internal Oscillator:
  - Run-time selectable between 4 MHz and 48 kHz
  - 4 µs wake-up from Sleep, 3.0V, typical

Peripheral Features:

- 16 I/O pins with individual direction control
- High current sink/source for direct LED drive
- Analog comparator module with:
  - Two analog comparators
  - Programmable on-chip voltage reference (V_{REF}) module
  - Selectable internal or external reference
  - Comparator outputs are externally accessible
- Timer0: 8-bit timer/counter with 8-bit programmable prescaler
- Timer1: 16-bit timer/counter with external crystal/clock capability
- Timer2: 8-bit timer/counter with 8-bit period register, prescaler and postscaler
- Capture, Compare, PWM module:
  - 16-bit Capture/Compare
  - 10-bit PWM
- Addressable Universal Synchronous/Asynchronous Receiver/Transmitter USART/SCI

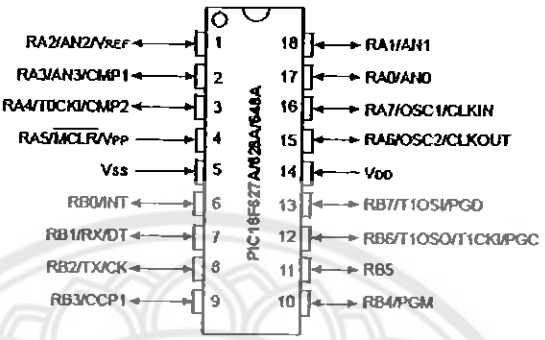
Device	Program Memory	Data Memory		I/O	CCP (PWM)	USART	Comparators	Timers 8/16-bit
	Flash (words)	SRAM (bytes)	EEPROM (bytes)					
PIC16F627A	1024	224	128	16	1	Y	2	2/1
PIC16F628A	2048	224	128	16	1	Y	2	2/1
PIC16F648A	4096	256	256	16	1	Y	2	2/1

© 2005 Microchip Technology Inc.

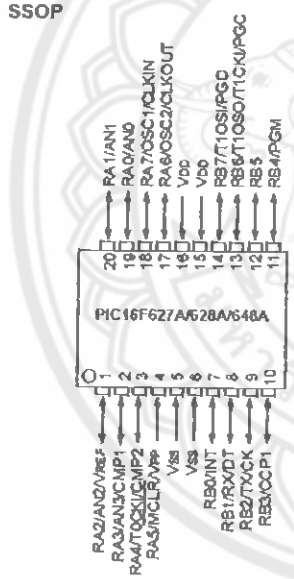
PIC16F627A/628A/648A

Pin Diagrams

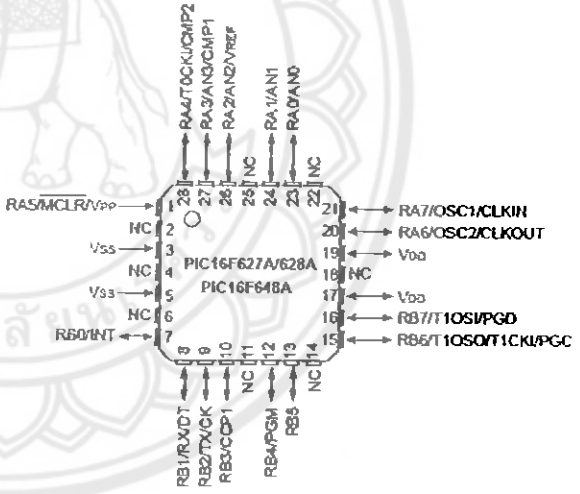
PDIP, SOIC



SSOP



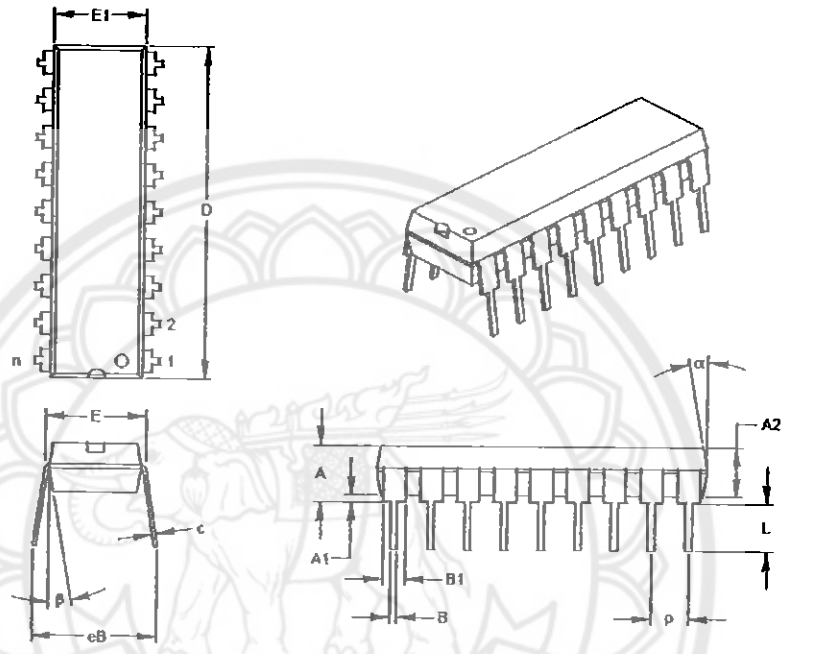
28-Pin QFN



© 2005 Microchip Technology Inc.

PIC16F627A/628A/648A

18-Lead Plastic Dual In-line (P) – 300 mil Body (PDIP)



Units		INCHES*			MILLIMETERS		
Dimension Limits		MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX
Number of Pins	n		18			18	
Pitch	p		.100			2.54	
Top to Seating Plane	A	.140	.155	.170	3.56	3.94	4.32
Molded Package Thickness	A2	.115	.130	.145	2.92	3.30	3.68
Base to Seating Plane	A1	.015			0.38		
Shoulder to Shoulder Width	E	.300	.313	.325	7.62	7.94	8.26
Molded Package Width	E1	.240	.250	.260	6.10	6.35	6.60
Overall Length	D	.890	.898	.905	22.61	22.80	22.99
Tip to Seating Plane	L	.125	.130	.135	3.18	3.30	3.43
Lead Thickness	c	.008	.012	.015	0.20	0.29	0.38
Upper Lead Width	B1	.045	.058	.070	1.14	1.46	1.78
Lower Lead Width	B	.014	.018	.022	0.36	0.46	0.56
Overall Row Spacing §	eB	.310	.370	.430	7.87	9.40	10.92
Mold Draft Angle Top	α	5	10	15	5	10	15
Mold Draft Angle Bottom	β	5	10	15	5	10	15

* Controlling Parameter
§ Significant Characteristic
Notes:
Dimensions D and E1 do not include mold flash or protrusions. Mold flash or protrusions shall not exceed .010" (0.254mm) per side.
JEDEC Equivalent: MS-001
Drawing No. C04-007

© 2005 Microchip Technology Inc.

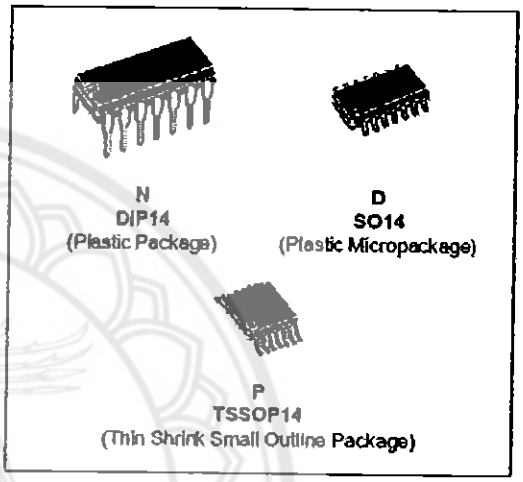
ภาคผนวก ข

รายละเอียดของออปแอมป์หมายเลข LM324

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



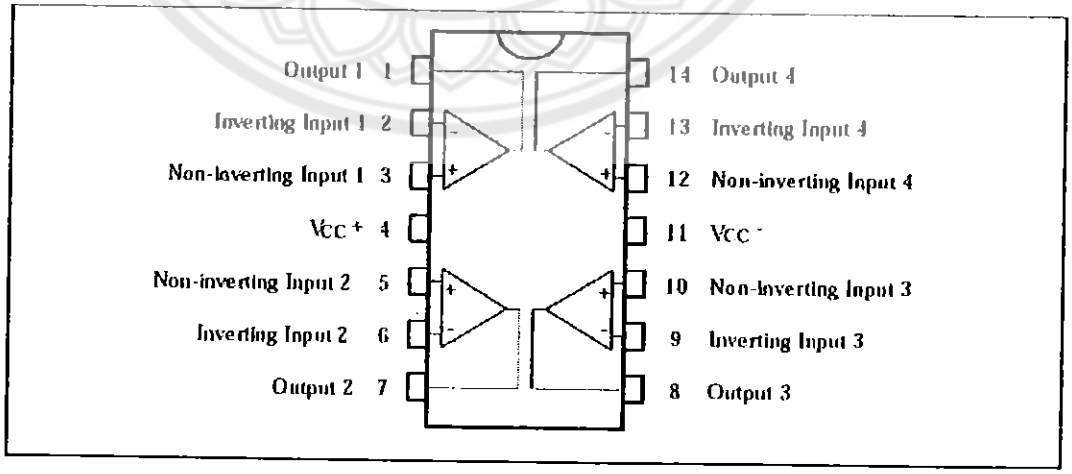
DESCRIPTION

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.

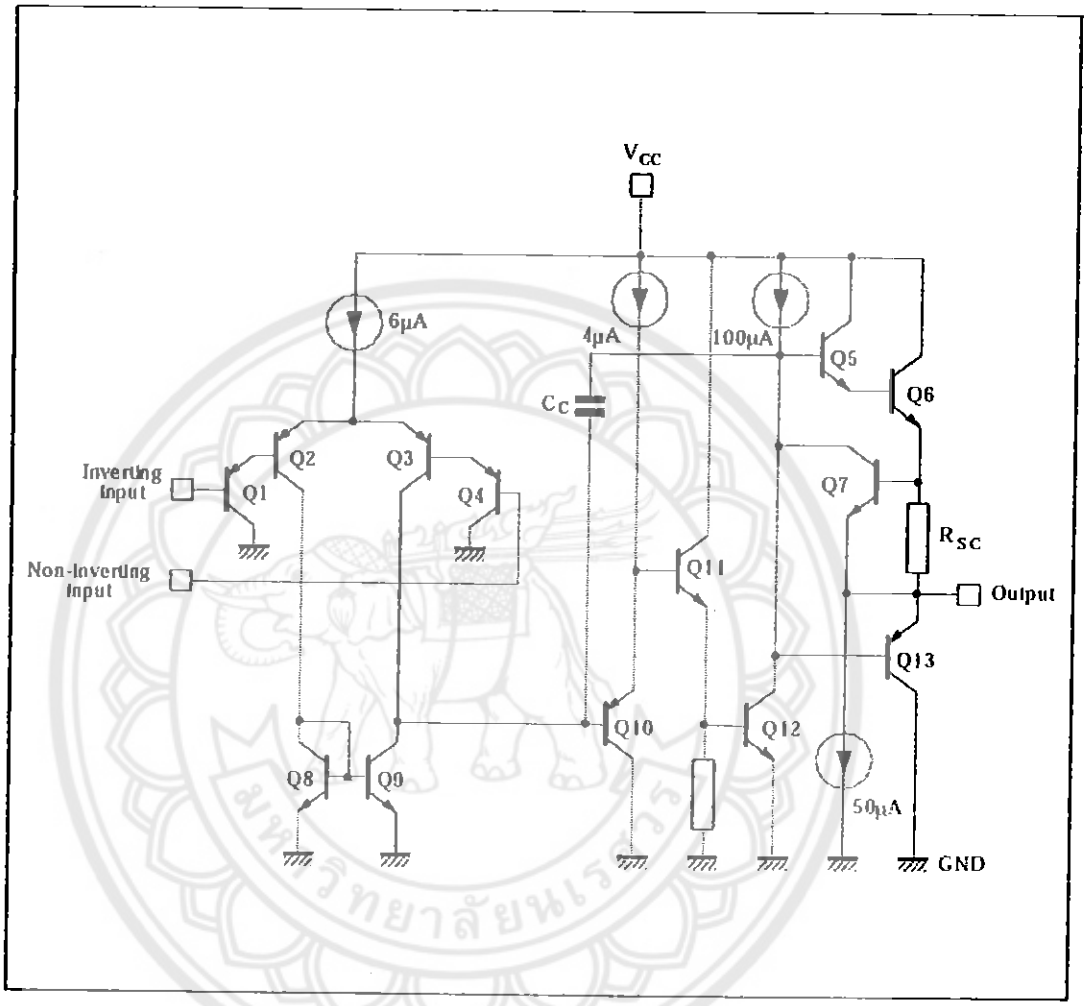
ORDER CODES

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)



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

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 $T_{min.} \le T_{amb} \le T_{max.}$ LM324 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

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

Symbol	Parameter	LM124 - LM224 - LM324			Unit
		Min.	Typ.	Max.	
V_{OH}	High Level Output Voltage (V_{CC} = +30V) T_{amb} = +25°C R_L = 2kΩ $T_{min.} \le T_{amb} \le T_{max.}$ T_{amb} = +25°C R_L = 10kΩ $T_{min.} \le T_{amb} \le T_{max.}$ (V_{CC} = +5V, R_L = 2kΩ) T_{amb} = +25°C $T_{min.} \le T_{amb} \le T_{max.}$	 26 26 27 27 3.5 3	 27 28		V
V_{OL}	Low Level Output Voltage (R_L = 10kΩ) T_{amb} = +25°C $T_{min.} \le T_{amb} \le T_{max.}$		5	 20 20	mV
SR	Slew Rate V_{CC} = 15V, V_i = 0.5 to 3V, R_L = 2kΩ, C_L = 100pF, unity gain)		0.4		V/µs
GBP	Gain Bandwidth Product V_{CC} = 30V, f = 100kHz, V_{in} = 10mV R_L = 2kΩ, C_L = 100pF		1.3		MHz
THD	Total Harmonic Distortion f = 1kHz, A_V = 20dB, R_L = 2kΩ, V_O = $2V_{pp}$ C_L = 100pF, V_{CC} = 30V		0.015		%
e_n	Equivalent Input Noise Voltage f = 1kHz, R_S = 100Ω, V_{CC} = 30V		40		$\frac{nV}{\sqrt{Hz}}$
DV_{io}	Input Offset Voltage Drift		7	30	µV/°C
DI_{IO}	Input Offset Current Drift		10	200	pA/°C
V_{O1}/V_{O2}	Channel Separation (note 5) 1kHz ≤ f ≤ 20kHz		120		dB

Notes : 1. Short-circuits from the output to V_{CC} can cause excessive heating if V_{CC} > 15V. The maximum output current is approximately 40mA independent of the magnitude of V_{CC}. Destructive dissipation can result from simultaneous short-circuit on all amplifiers.

2. The direction of the input current is out of the IC. This current is essentially constant, independent of the state of the output so no loading change exists on the input lines.

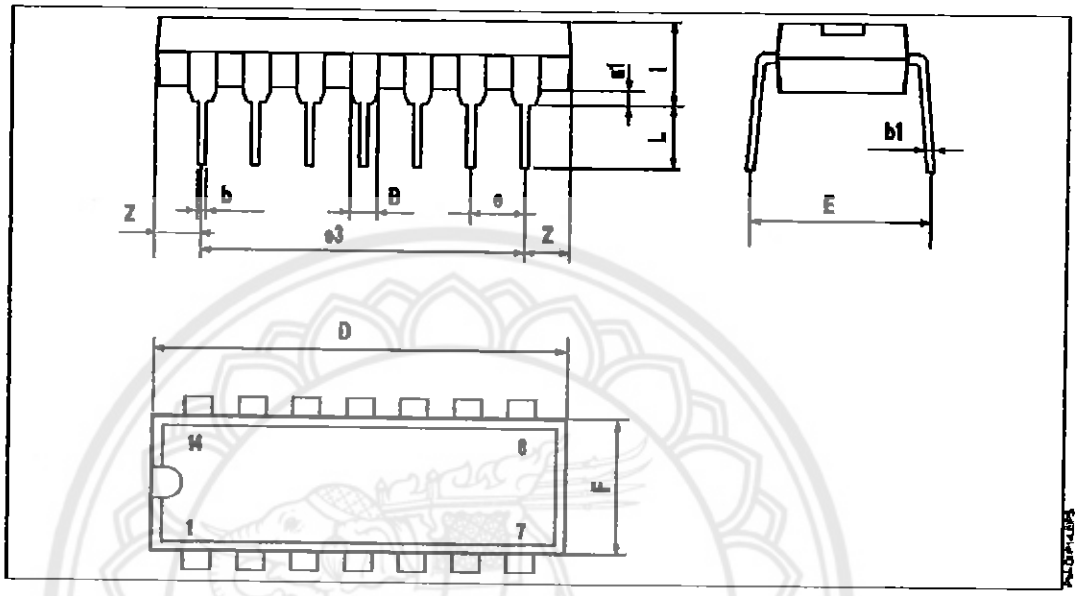
3. V_o = 1.4V, R_s = 0Ω, 5V < V_{CC}^+ < 30V, 0 < V_{ic} < V_{CC}^+ - 1.5V

4. The input common-mode voltage of either input signal voltage should not be allowed to go negative by more than 0.3V. The upper end of the common-mode voltage range is V_{CC}^+ - 1.5V, but either or both inputs can go to +32V without damage.

5. Due to the proximity of external components insure that coupling is not originating via stray capacitance between these external parts. This typically can be detected as this type of capacitance increases at higher frequences.

6. This input current only exists when the voltage at any of the input leads is driven negative. It is due to the collector-base junction of the input PNP transistor becoming forward biased and thereby acting as input diodes clamps. In addition to this diode action, there is also NPN parasitic action on the IC chip. This transistor action can cause the output voltages of the Op-amps to go to the V_{CC} voltage level (or to ground for a large overdrive) for the time duration than an input is driven negative.
This is not destructive and normal output will set up again for input voltage higher than -0.3V.

PACKAGE MECHANICAL DATA
14 PINS - PLASTIC DIP



Dimensions	Millimeters			Inches		
	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.
a1	0.51			0.020		
B	1.39		1.65	0.055		0.065
b		0.5			0.020	
b1		0.25			0.010	
D			20			0.787
E		8.5			0.335	
e		2.54			0.100	
e3		15.24			0.600	
F			7.1			0.280
i			5.1			0.201
L		3.3			0.130	
Z	1.27		2.54	0.050		0.100

ภาคผนวก ค

รหัสต้นฉบับของโปรแกรมควบคุมวงจรสร้างสัญญาณเสียง

```
void alarm(void) ;
main ( )
{
 TRISB =  0×FC                    ; กำหนดให้ RB0  กับ RB1  เป็นเอาท์พุตและให้ RB2  กับ RB3  เป็นอินพุต
 PORTB.F1 = 0                     ; กำหนดให้ RB1 เป็นลอจิก 0
while (1)                         ; วนการทำงานตลอดเวลา
 {
while (PORTB.F2 = = 1)            ; ตรวจสอบ RB2 เป็นลอจิก 1 จนกว่าจะเป็นเท็จ
  {
while (PORTB.F3 = = 1)            ; ตรวจสอบ RB3 เป็นลอจิก 1 จนกว่าจะเป็นเท็จ
  {
alarm ( )                         ; ฟังก์ชันสัญญาณเตือน
  }
 }
}
}
void alarm (void)
{
int  I                            ; ประกาศตัวแปร i ที่เป็นจำนวนเต็ม
  PORTB.F1 = 1                    ; กำหนดให้ RB1 เป็นลอจิก 1
for(i=0;i<500;i++)                ; กำหนด i = 0 และให้วนเพิ่มค่า i ทีละ 1 จนกว่า I < 500 เป็นเท็จ
 {
  PORTB.F0 = 1                    ; กำหนดให้ RB0 เป็นลอจิก 1
  Delay_us(500)                   ; หน่วงเวลา 500 ไมโครวินาที
  PORTB.F0 = 0                    ; กำหนดให้ RB0 เป็นลอจิก 0
  Delay_us(500)                   ; หน่วงเวลา 500 ไมโครวินาที
 }
```

```
PORTB.F1 = 0                    ; กำหนดให้ RB1 เป็นลอจิก 0
for(i=0;i<250;i++)              ; กำหนด i = 0 และให้วนเพิ่มค่า i ที
                                ละ 1 จนกว่า I < 250 เป็นเท็จ
 {
  PORTB.F0 = 0                  ; กำหนดให้ RB0 เป็นลอจิก 0
  Delay_us(1000)                ; หน่วงเวลา 1000 ไมโครวินาที
 }
}
```

ภาคผนวก ง
รหัสต้นฉบับของโปรแกรมควบคุมวงจรสวิตช์รหัส

```
void beep(void) ;
main ( )
{
int  time1,time2                          ; ประกาศตัวแปร time1, time2
 TRISB = 0×F0                             ; กำหนด RB0 ถึง RB3 เป็นอินพุต
                                          และ RB4 ถึง RB6 เป็นเอาท์พุต
while(1)                                  ; วนการทำงานตลอดเวลา
 {
   PORTB.F1 = 0                           ; กำหนด RB1 เป็นลอจิก 0
   PORTB.F2 = 0                           ; กำหนด RB2 เป็นลอจิก 0
   PORTB.F3 = 0                           ; กำหนด RB3 เป็นลอจิก 0
while(~PORTB.F4&PORTB.F5&PORTB.F6)        ; ตรวจสอบ RB4 เป็นลอจิก 1 และ
                                          RB5, RB6 เป็นลอจิก 0 จนกว่าจะเป็น
                                          เท็จ
   {
   PORTB.F1 = 1                           ; กำหนด RB1 เป็นลอจิก 1
   PORTB.F2 = 0                           ; กำหนด RB2 เป็นลอจิก 0
   PORTB.F3 = 0                           ; กำหนด RB3 เป็นลอจิก 0
for (time1 =0 ;time1<20000;time1++)       ; กำหนด time1 = 0 และให้วนเพิ่มค่า
                                          timer1 ทีละ 1 จนกว่า I < 20000 เป็น
                                          เท็จ
while(PORTB.F4&~PORTB.F5&PORTB.F6)        ; ตรวจสอบ RB4, RB5 เป็นลอจิก 1
                                          และ RB6 เป็นลอจิก 0 จนกว่าจะเป็น
                                          เท็จ
   {
   PORTB.F1 = 1                           ; กำหนด RB1 เป็นลอจิก 1
   PORTB.F2 = 1                           ; กำหนด RB2 เป็นลอจิก1
   PORTB.F3 = 0                           ; กำหนด RB3 เป็นลอจิก 0
for (time2 =0 ;time2<10000;time2++)       ; กำหนด time2 = 0 และให้วนเพิ่มค่า
                                          timer2 ทีละ 1 จนกว่า I < 10000 เป็น
                                          เท็จ
```

```
    {
while(PORTB.F4&PORTB.F5&~PORTB.F6)    ; ตรวจสอบ RB4, RB5 เป็นลอจิก 1
                                        และ RB6 เป็นลอจิก 1 จนกว่าจะเป็น
                                        เท็จ
    {
    PORTB.F1 = 1                       ; กำหนด RB1 เป็นลอจิก 1
    PORTB.F2 = 1                       ; กำหนด RB2 เป็นลอจิก1
    PORTB.F3 = 1                       ; กำหนด RB3 เป็นลอจิก1
    Delay_ms(1000)                     ; หน่วงเวลา 1000 วินาที
    }
    }
    }
    }
}
}
}
```