



การพัฒนาระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

ปริญญานิพนธ์  
ของ  
อภิไธย สงวนราษฎร์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา  
พฤษภาคม 2549



การพัฒนาระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

ปริญญานิพนธ์  
ของ  
อภิไธย สงวนรัมย์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา  
พฤษภาคม 2549  
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การพัฒนาระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

บทคัดย่อ  
ของ  
อภิไชย สงวนราษฎร์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา  
พฤษภาคม 2549

อภิไธย สงวนทรัพย์. (2549). การพัฒนาระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย. ปรินูญานพนธ์ กศ.ม. (อุตสาหกรรมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.  
คณะกรรมการควบคุม: อาจารย์ ดร.ไพรัช วงศ์ยุทธไกร, อาจารย์โอภาส สุขหวาน.

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อ พัฒนาระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย แล้วทำการประเมินหาสมรรถนะและลักษณะทางกายภาพของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย ซึ่งมีอุปกรณ์การทำงานของระบบเตือนภัยที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้นแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนเครื่องตรวจจับที่ใช้ตัวตรวจจับการเคลื่อนไหวแบบพาสซีฟอินฟราเรด จะทำการตรวจจับค่าอุณหภูมิของรังสีอินฟราเรดที่แตกต่างกันเมื่อมีการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต และส่งข้อมูลทางรีโมทคอนโทรล ส่วนเครื่องควบคุมใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ทำหน้าที่คอยตรวจจับข้อมูลจากรีโมทคอนโทรลทำงานแจ้งเหตุผ่านทางโทรศัพท์และหน่วยเวลาเสียงเตือนภัย ตามโปรแกรมที่บรรจุไว้

การหาสมรรถนะโดยการทดลองการทำงานของชุดอุปกรณ์ระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน พบว่าสามารถตรวจจับการเคลื่อนไหว แนวนอน ความกว้างของมุม 110 องศา ได้ระยะการตรวจจับสูงสุด 10 เมตร ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด การตรวจจับการเคลื่อนไหว แนวตั้ง ความกว้างของมุม 93 องศา ได้ระยะการตรวจจับสูงสุด 10 เมตร ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด สมรรถนะการทำงานของระบบเตือนภัยที่ปรับระยะติดตั้งระหว่างเครื่องตรวจจับกับเครื่องควบคุมได้ทุกระยะ 1 – 15 เมตร ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด กำหนดระยะเวลาหน่วยของเสียงเตือนภัยทุกระยะ 1 – 15 นาที ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด การแจ้งเหตุผ่านทางโทรศัพท์เมื่อมีผู้บุกรุก ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

การประเมินลักษณะทางกายภาพของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ในด้านลักษณะการติดตั้งอุปกรณ์ระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย อยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 3.92$ ,  $SD = 0.36$ ) ด้านลักษณะการใช้งานระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย อยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 3.95$ ,  $SD = 0.51$ ) ด้านลักษณะการพรางตาของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย อยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 3.80$ ,  $SD = 0.45$ ) และด้านลักษณะการบำรุงรักษาระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย อยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 3.80$ ,  $SD = 0.60$ ) ลักษณะทางกายภาพในภาพรวม อยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 3.88$ ,  $SD = 0.43$ )



## THE DEVELOPMENT OF AN ALARM SYSTEM IN INHABITED AREAS

AN ABSTRACT

BY

APITHAI SANGUANRAS

Presented in partial fulfillment of the requirements  
for the Master of Education degree in Industrial Education  
at Srinakharinwirot University  
May 2006

Apithai Sanguanras. (2006). *The Development of an Alarm System in Inhabited Areas*. Master thesis, M.Ed. (Industrial Education). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Dr. Pairust Vongyuttakrai, Mr. Ophat Sukwan.

The objective of this thesis was to Development of an Alarm System in Inhabited Areas. It is made to find out the capability and physical features in Inhabited Areas. The fundamental system of this alarm system consists of 2 parts: (1) the passive infrared sensor part which calculates the changing temperature of the infrared rays when objects are in movements, then sends the results via remote control and (2) the control part which uses the MCS-51 Microcontroller to receiver data send form the remote control to send alarm system by telephone line sound the alarm.

From the experiment and trial made by 5 experts, it was found that the equipment is able to sensor in different directions and distances as follows: the movement of 110 degree width angle, for 10 meters pass the mean; movement of 93 degree vertical angle, for 10 meters pass the mean. The efficiency of alarming system with installation adjusting between the sensor and the control unit in every 1 – 15 meters pass the mean. The period of alarming sound for every 1 – 15 minutes pass the mean. The system reports via telephone when something comes with in the assigned areas.

The evaluations of the physical aspect of the alarm system in inhabited areas evaluated by 5 experts, the aspect of this install system is in the good condition ( $\bar{X} = 3.92$ , SD = 0.36), the aspect of this working system is in the good condition ( $\bar{X} = 3.95$ , SD = 0.51), the aspect of camouflage of this system is in the good condition ( $\bar{X} = 3.80$ , SD = 0.45), and the aspect of maintenance of this system is in the good condition ( $\bar{X} = 3.80$ , SD = 0.60) and as a whole were good condition ( $\bar{X} = 3.88$ , SD = 0.43).

## ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยความกรุณาของ อาจารย์ ดร.ไพรัช วงศ์ยุทธไกร ประธานควบคุมปริญญานิพนธ์ และ อาจารย์โอภาส สุขหวาน กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำในการศึกษาค้นคว้า แนะนำแหล่งการศึกษาค้นคว้า ตลอดจนการปรับปรุงแก้ไข ข้อความ และรูปแบบของปริญญานิพนธ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.อุปวิทย์ สุวคันทรกุล อาจารย์ สุดใจ เหง้าสีไพร และอาจารย์ วิโรจน์ เอ็งสุโสภณ คณะกรรมการสอบเค้าโครงปริญญานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำในการทำ ปริญญานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา คุณวิริยะ จริยวิทยานนท์ คุณชายเทพ รอดฮวบ คุณเกรียงไกร เมธาวีวงศ์ คุณชาญณรงค์ รุ่งเรืองด้วยบุญ คุณวัชรินทร์ สุรติรางกุล คุณพันทิพย์ ภูชาญ คุณกัมปนาท เรืองรายวัน คุณศักราช คงพันธ์ คุณอมรวิทย์ พิณแซม ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและประเมินระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัยทุกท่าน ที่ได้กรุณาตรวจสอบวงจรและให้ข้อเสนอแนะที่เป็นข้อมูลในการปรับปรุงแก้ไขวงจรสมบูรณ์มากขึ้น และคู่มือทดสอบการทำงานให้มีคุณภาพสูงขึ้น

ผู้วิจัยขอระลึกคุณมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่กรุณามอบทุนอุดหนุนการทำวิจัย และ บริษัท วิทย์การบินแห่งประเทศไทย จำกัด ที่กรุณาให้การสนับสนุนวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ ตลอดจนสถานที่ในการทำวิจัย

นอกจากนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ให้การสนับสนุน เป็นกำลังใจในการ ศึกษาวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณ คุณโนชา สงวนรัชฎ์ คุณลิปกร สงวนรัชฎ์ คุณชฎทศพร โอชม คุณภูษย์ชัย นิลโถมที่ให้กำลังใจ และช่วยเหลือเป็นอย่างดีตลอดเวลาในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

อภิไชย สงวนรัชฎ์

## สารบัญ

| บทที่                                                                   | หน้า |
|-------------------------------------------------------------------------|------|
| 1 บทนำ .....                                                            | 1    |
| ภูมิหลัง .....                                                          | 1    |
| ความมุ่งหมายของการวิจัย .....                                           | 2    |
| ความสำคัญของการวิจัย .....                                              | 2    |
| ขอบเขตของการวิจัย .....                                                 | 3    |
| ตัวแปรที่ศึกษา .....                                                    | 3    |
| นิยามศัพท์เฉพาะ .....                                                   | 3    |
| กรอบแนวคิดการวิจัย .....                                                | 4    |
| สมมุติฐานการวิจัย .....                                                 | 4    |
| 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....                                  | 5    |
| ระบบเตือนภัยทั่วไป .....                                                | 5    |
| การออกแบบและสร้าง .....                                                 | 8    |
| ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 .....                                    | 8    |
| รีโมทคอนโทรล (PT2262, PT2272) .....                                     | 16   |
| โทรศัพท์แจ้งเหตุ (MT8888C) .....                                        | 18   |
| บันทึกเสียงแจ้งเหตุ ตระกูล ISD 2500 .....                               | 23   |
| อุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวแบบพาสซีฟอินฟราเรด .....                     | 28   |
| แหล่งจ่ายไฟ (POWER SUPPLY) .....                                        | 31   |
| สมรรถนะ .....                                                           | 34   |
| ลักษณะทางกายภาพ .....                                                   | 34   |
| งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....                                             | 35   |
| งานวิจัยภายในประเทศ .....                                               | 35   |
| งานวิจัยต่างประเทศ .....                                                | 36   |
| 3 วิธีดำเนินการวิจัย .....                                              | 38   |
| ศึกษารายละเอียดต่างๆ ที่ใช้ในการพัฒนาระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย ..... | 40   |
| ออกแบบวงจรและส่วนประกอบของชุดอุปกรณ์ระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย .....  | 40   |

## สารบัญ(ต่อ)

| บทที่ |                                                                      | หน้า |
|-------|----------------------------------------------------------------------|------|
| 3     | (ต่อ)                                                                |      |
|       | บล็อกไดอะแกรม .....                                                  | 40   |
|       | ตัวตรวจจับการเคลื่อนไหว .....                                        | 40   |
|       | รีโมทคอนโทรล .....                                                   | 41   |
|       | สัญญาณเตือนภัย .....                                                 | 43   |
|       | แหล่งจ่ายไฟ .....                                                    | 44   |
|       | ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบวงจรสำหรับระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย .....      | 47   |
|       | วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ .....                                    | 48   |
|       | กำหนด ระยะเวลา และสถานที่ .....                                      | 51   |
|       | สร้างชุดอุปกรณ์ระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย ตามที่ได้ออกแบบไว้ ..... | 51   |
|       | ทดสอบ ปรับปรุง และแก้ไข .....                                        | 51   |
|       | หาสมรรถนะและลักษณะทางกายภาพ .....                                    | 52   |
|       | การวิเคราะห์ข้อมูล .....                                             | 54   |
| 4     | ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....                                           | 56   |
|       | ผลการพัฒนาระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย .....                         | 56   |
|       | เครื่องตรวจจับระบบเตือนภัย .....                                     | 56   |
|       | เครื่องควบคุมระบบเตือนภัย .....                                      | 57   |
|       | หาสมรรถนะและลักษณะทางกายภาพของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย .....     | 58   |
|       | ผลการหาสมรรถนะของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย .....                  | 58   |
|       | ผลการหาลักษณะทางกายภาพของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย .....          | 62   |
| 5     | สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ .....                                   | 67   |
|       | สรุปผลของการวิจัย .....                                              | 67   |
|       | อภิปรายผล .....                                                      | 68   |
|       | ข้อเสนอแนะ .....                                                     | 69   |
|       | ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป .....                              | 69   |

## สารบัญ(ต่อ)

| บทที่                                                                                              | หน้า |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| บรรณานุกรม .....                                                                                   | 70   |
| ภาคผนวก .....                                                                                      | 74   |
| ภาคผนวก ก. รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ .....                                                               | 75   |
| ภาคผนวก ข. จดหมายขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ .....                                                      | 79   |
| ภาคผนวก ค. แบบประเมินระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัยและการพัฒนา<br>ระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย ..... | 82   |
| ภาคผนวก ง. คู่มือการใช้งานระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย .....                                       | 95   |
| ภาคผนวก จ. โปรแกรมระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย .....                                               | 105  |
| ภาคผนวก ฉ. การทดลองระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย .....                                              | 138  |
| ภาคผนวก ช. วงจรระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย .....                                                  | 145  |
| ประวัติย่อผู้วิจัย .....                                                                           | 151  |

## บัญชีตาราง

| ตาราง |                                                                                                                       | หน้า |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1     | รายละเอียดเบื้องต้นของไมโครคอนโทรลเลอร์ในอนุกรม P89C51Rx+ และ Rx2....                                                 | 11   |
| 2     | รายละเอียดเบื้องต้นของขาใช้งานของไมโครคอนโทรลเลอร์ P89C51RD2.....                                                     | 12   |
| 3     | คุณสมบัติทางเทคนิคของ MT8888C .....                                                                                   | 19   |
| 4     | คุณสมบัติทางไฟฟ้าบางอย่างที่แตกต่างกันของไอซีในตระกูล ISD 25XX .....                                                  | 25   |
| 5     | คุณสมบัติทางไฟฟ้าของ ISD 25XX.....                                                                                    | 25   |
| 6     | แสดงผลความสามารถในการตรวจจับการเคลื่อนไหว มุมแนวนอน 110 องศา<br>(ด้านละ 55 องศา) ผิดพลาดไม่เกิน $\pm 10$ องศา.....    | 59   |
| 7     | แสดงผลความสามารถในการตรวจจับการเคลื่อนไหว มุมแนวตั้ง 93 องศา (ด้าน<br>ละ 46.5 องศา) ผิดพลาดไม่เกิน $\pm 10$ องศา..... | 60   |
| 8     | แสดงผลความสามารถในการทำงานของระบบเตือนภัยที่ปรับระยะติดตั้งระหว่าง<br>เครื่องตรวจจับกับเครื่องควบคุม.....             | 61   |
| 9     | แสดงผลความสามารถกำหนดระยะเวลาหน่วงของเสียงเตือนภัย .....                                                              | 61   |
| 10    | แสดงผลความสามารถในการแจ้งเหตุผ่านทางโทรศัพท์ของระบบเตือนภัยภายในที่<br>พักอาศัย.....                                  | 61   |
| 11    | แสดงผลความคิดเห็นลักษณะการติดตั้งอุปกรณ์ระบบเตือนภัยภายในที่พัก<br>อาศัย.....                                         | 63   |
| 12    | แสดงผลความคิดเห็นลักษณะการใช้งานระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย.....                                                     | 63   |
| 13    | แสดงผลความคิดเห็นลักษณะการพรางตาของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย.....                                                  | 64   |
| 14    | แสดงผลความคิดเห็นลักษณะการบำรุงรักษาระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย.....                                                 | 64   |
| 15    | แสดงผลการประเมินลักษณะทางกายภาพของระบบเตือนภัยภายในที่พัก<br>อาศัย.....                                               | 65   |
| 16    | ความถี่ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ในการปรับปรุงชุดอุปกรณ์<br>ระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย .....          | 65   |

## บัญชีภาพประกอบ

| ภาพประกอบ                                                                                       | หน้า |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1 โครงสร้างการทำงานพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ P89C51RD2 .....                                  | 10   |
| 2 แสดงการจัดขาของ P89C51RD2.....                                                                | 11   |
| 3 การจัดสรรหน่วยความจำโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ P89C51RD2.....                                | 14   |
| 4 การจัดสรรหน่วยความจำข้อมูลแรมภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์.....                                   | 15   |
| 5 วงจรสำหรับเตรียมการโปรแกรมแบบ ISP ให้แก่ไมโครคอนโทรลเลอร์.....                                | 16   |
| 6 แสดงการจัดขาของ PT2262 กับ PT2272 .....                                                       | 17   |
| 7 ลักษณะการจัดขาใช้งานและตัวถังบรรจุของไอซี MT8888C .....                                       | 18   |
| 8 บล็อกไดอะแกรมส่วนประกอบต่างๆ ภายในไอซี MT8888C.....                                           | 20   |
| 9 ไทม์มิงไดอะแกรมวงรอบการอ่านใน 8031,8051,8085 .....                                            | 20   |
| 10 ไทม์มิงไดอะแกรมวงรอบการเขียนใน 8031,8051,8085.....                                           | 21   |
| 11 บล็อกไดอะแกรมการอินเตอร์เฟสเบื้องต้นกับไมโครคอนโทรลเลอร์.....                                | 21   |
| 12 วงจรเบื้องต้นของการต่อใช้งานอินเตอร์เฟสกับ uP และ uC .....                                   | 22   |
| 13 ลักษณะการจัดการขาใช้งานของ ISD 2500 .....                                                    | 23   |
| 14 บล็อกไดอะแกรมภายในของไอซี.....                                                               | 24   |
| 15 แสดงลักษณะรูปร่างหน้าตาของ AMN14112 ตัวตรวจจับความเคลื่อนไหว<br>10 เมตร .....                | 29   |
| 16 หลักการตรวจจับการเคลื่อนไหวของสิ่งมีชีวิต.....                                               | 29   |
| 17 ด้วยโครงสร้างภายในที่รวมทุกอย่างไว้แล้วทำให้สะดวกต่อการใช้งานร่วมกับวงจร<br>ภายนอก.....      | 30   |
| 18 บล็อกไดอะแกรมพื้นฐานของแหล่งจ่ายไฟ.....                                                      | 32   |
| 19 วงจรเรกติไฟร์แบบบริดจ์ และการต่อตัวเก็บประจุที่เออร์ฟุต เพื่อกรองแรงดันให้<br>เรียบขึ้น..... | 32   |
| 20 ลักษณะการกรองแรงดันของตัวเก็บประจุ.....                                                      | 33   |
| 21 การใช้ตัวเหนี่ยวนำและตัวต้านทานมาต่อร่วมกับตัวเก็บประจุ เพื่อกรองแรงดัน.....                 | 34   |
| 22 แผนภูมิการพัฒนาระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย.....                                             | 39   |
| 23 บล็อกไดอะแกรม การทำงานของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย.....                                   | 40   |
| 24 การประยุกต์วงจรไทเมอร์ใช้งานร่วมกับ AMN1 เพื่อขั้วบรีเลย์เมื่อมีการตรวจจับ<br>เกิดขึ้น.....  | 41   |
| 25 วงจรรีโมทคอนโทรลภาคส่ง UHF 4 แชนเนล.....                                                     | 42   |

## บัญชีภาพประกอบ(ต่อ)

| ภาพประกอบ                                                                | หน้า |
|--------------------------------------------------------------------------|------|
| 26 วงจรรีโมทคอนโทรลภาครับ UHF 4 แชนแนล.....                              | 42   |
| 27 รูปไซเรนและรูปกระดิ่ง ในรูปแบบต่างๆ กัน.....                          | 43   |
| 28 กราฟแสดงการจางหายของเสียง .....                                       | 43   |
| 29 วงจรเรกติไฟร์เต็มคลื่นแบบบริดจ์ใช้ตัวเก็บประจุเป็นตัวกรองแรงดัน ..... | 44   |
| 30 วงจรเครื่องตรวจจบบระบบเตือนภัย .....                                  | 45   |
| 31 วงจรเครื่องควบคุมระบบเตือนภัย .....                                   | 46   |
| 32 เครื่องตรวจจบบระบบเตือนภัย.....                                       | 56   |
| 33 เครื่องควบคุมระบบเตือนภัย .....                                       | 57   |
| 34 บล็อกไดอะแกรม การทำงานของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย.....            | 99   |
| 35 เครื่องตรวจจบบระบบเตือนภัย.....                                       | 100  |
| 36 เครื่องควบคุมระบบเตือนภัย .....                                       | 101  |
| 37 การทดลองระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย ชุดที่ 1 .....                   | 139  |
| 38 การทดลองระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย ชุดที่ 2 .....                   | 140  |
| 39 การทดลองระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย ชุดที่ 3 .....                   | 141  |
| 40 การทดลองระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย ชุดที่ 4 .....                   | 142  |
| 41 การทดลองระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย ชุดที่ 5 .....                   | 143  |
| 42 การทดลองระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย ชุดที่ 6 .....                   | 144  |
| 43 วงจรเครื่องตรวจจบบระบบเตือนภัย .....                                  | 146  |
| 44 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรเครื่องตรวจจบบระบบเตือนภัย .....                     | 147  |
| 45 วงจรเครื่องควบคุมระบบเตือนภัย .....                                   | 148  |
| 46 แผ่นวงจรพิมพ์เครื่องควบคุมระบบเตือนภัย ชุดที่ 1.....                  | 149  |
| 47 แผ่นวงจรพิมพ์เครื่องควบคุมระบบเตือนภัย ชุดที่ 2.....                  | 150  |

## บทที่ 1

### บทนำ

#### ภูมิหลัง

อาชญากรรมประเภทประทุษร้ายต่อทรัพย์ ซึ่งอาศัยช่องโอกาสเป็นส่วนสำคัญในการตัดสินใจกระทำผิดหรือเรียกว่า “อาชญากรรมแบบฉวยโอกาส” (Opportunities Crime) แต่ก็มีได้หมายความว่าอาชญากรรมประเภทประทุษร้ายต่อชีวิตและร่างกายมีความสำคัญน้อยกว่า แต่เนื่องจากผลกระทบที่อาชญากรรมแต่ละประเภหมีต่อกลุ่มประชากรแตกต่างกันดังที่ตระหนักดีในหมู่นักอาชญาวิทยา (ประชัย เปี่ยมสมบูรณ์. 2526: 5) พลเมืองจำนวนน้อยซึ่งจะตกเป็นเหยื่อของการประทุษร้ายต่อชีวิตและร่างกาย เช่น ฆาตกรรมและข่มขืน แต่อาชญากรรมซึ่งมักมีผลกระทบต่อบุคคลส่วนใหญ่ในชุมชนคือ คดีประทุษร้ายต่อทรัพย์โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การลักทรัพย์ ในเคสสถาน (Whisenand. 1977: 154)

จากรายงานสถิติอาญา 5 กลุ่ม (กลุ่ม 1 คดีอุกฉกรรจ์สะเทือนขวัญ กลุ่ม 2 คดีประทุษร้ายต่อชีวิต ร่างกาย และเพศ กลุ่ม 3 คดีประทุษร้ายต่อทรัพย์ กลุ่ม 4 คดีที่น่าสนใจ กลุ่ม 5 คดีที่รัฐเป็นผู้เสียหาย) ในรอบ 7 ปี ระหว่าง พ.ศ. 2539 – 2545 ในกลุ่ม 3 คดีประทุษร้ายต่อทรัพย์ มีการรับแจ้งใน พ.ศ. 2539 จำนวน 4,056 ราย สามารถจับได้ 2,594 ราย พอมาถึง พ.ศ. 2545 มีการรับแจ้งจำนวน 7,134 ราย สามารถจับได้ 2,697 ราย (สำนักงานตำรวจแห่งชาติ. 2548: ออนไลน์) ซึ่งในแต่ละช่วงของปีจะมีการจับกุมได้โดยประมาณครึ่งหนึ่งของการรับแจ้ง คิดเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ นอกนั้นไม่สามารถติดตามจับกุมได้ (สำนวนไม่มีตัว) จากสถิติคดีเฉลี่ย ในคดีประเภทประทุษร้ายต่อทรัพย์เกิดขึ้นถึง 110.95 รายต่อประชากรแสนคน ในด้านความรุนแรงของปัญหานี้ มีแนวโน้มสูงขึ้น จากรายงานข่าวอาชญากรรมของสื่อมวลชนประเภทต่างๆทำให้สังคมไทยเกิดความชินชาและประชาชนจำนวนไม่น้อยมักใช้วิธี “ว้าวหายแล้วล่อมือ” เมื่อเกิดขึ้นกับตนเองเสียก่อน

ถ้าหากหน้าที่การปราบปรามให้เจ้าหน้าที่ตำรวจเพียงอย่างเดียว ยิ่งปราบปรามอาชญากรรมภาระหน้าที่ของตำรวจก็ยิ่งเพิ่มมากขึ้น ทำให้ขีดความสามารถในการควบคุมอาชญากรรมได้จำกัดและส่วนมากไม่สามารถตามจับได้ ทางเลือกที่ดีกว่าการแจ้งความคือ “ป้องกันไว้ดีกว่าแก้” ดังที่สุภาวิชิตไทยแต่โบราณกล่าวสอนไว้ นักอาชญาวิทยาหลายคนได้ประมาณว่าร้อยละ 65 ถึง 75 ของการประกอบอาชญากรรมประเภทประทุษร้ายต่อทรัพย์ในเคสสถาน คนร้ายบุกรุกเข้าไปในบ้านเรือนโดยทางประตูหรือทางหน้าต่างด้วยความพยายามในระดับต่างๆ กัน (Clinard; & Abbott. 1973; Lee. 1974) ระบบเตือนภัยถูกนำมาใช้ในการป้องกันอาชญากรรมอย่างกว้างขวาง สัญญาณเตือนภัยเฉพาะที่เป็นระบบค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด มักใช้กริ่งไฟฟ้าสามารถได้ยินไปได้ไกล เมื่อเสียงสัญญาณดังขึ้นไม่มีผู้ที่จะเข้าระงับเหตุ จนเสียงกริ่งสัญญาณกลายเป็นเสียงรบกวนเพื่อนบ้าน สัญญาณเตือนภัยกลางเป็นระบบค่าใช้จ่ายสูง เมื่อมีผู้บุกรุกสัญญาณจะถูกส่งไปยังศูนย์ควบคุมแทน

ไม่มีสัญญาณกริ่งดังแจ้งเหตุให้ทราบ บุคคลภายในบ้านอาจเกิดอันตรายจากผู้บุกรุก ส่วนสัญญาณเตือนภัยแจ้งเหตุเป็นระบบที่เพิ่งได้รับการพัฒนาเมื่อประมาณ 30 ปีที่ผ่านมา เมื่อมีผู้บุกรุกเครื่องจะโทรศัพท์ตามหมายเลขที่ตั้งไว้ล่วงหน้า ถ้าคนร้ายตัดสายโทรศัพท์ก็ทำให้ไม่สามารถแจ้งเหตุได้

ชุดอุปกรณ์ระบบเตือนภัยที่ผลิตจำหน่ายในท้องตลาดส่วนมากจะออกแบบ รูปร่าง ขนาด อุปกรณ์ตรวจจับ อุปกรณ์เตือนภัย การติดตั้งและการใช้งานเหมือนกันเกือบทุกยี่ห้อ ทำให้อาชญากรรมที่มีความรู้เกี่ยวกับเครื่องยี่ห้อใดยี่ห้อหนึ่ง ก็ทำให้มีความเข้าใจการทำงานของยี่ห้ออื่นๆ ได้ไม่ยาก ทั้งรูปร่างของตู้ควบคุม ขนาด อุปกรณ์ตรวจจับ อุปกรณ์เตือนภัย อุปกรณ์ตรวจจับควันและความร้อน

ปัญหาที่พบมากที่สุดในระบบสัญญาณเตือนภัยคือ การส่งสัญญาณคลาดเคลื่อนบ่อยครั้งจนลดความน่าเชื่อถือ ระบบสัญญาณเตือนภัยทำงานสลับซับซ้อนมากขึ้นเพียงใด ก่อให้เกิดความผิดพลาดมากขึ้น ไม่สะดวกในการใช้งานมากขึ้นเพียงนั้น รูปร่างของผลิตภัณฑ์ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดก็มีความเหมือนกันมากทำให้ยากกับอาชญากรประเภทมืออาชีพทำให้สามารถเข้าไปทำลายระบบหรืออุปกรณ์ตรวจจับ ได้ง่าย เช่น ตัดสายโทรศัพท์ ตัดสายไฟฟ้า ตัดสายสัญญาณกริ่งเตือนภัยภายนอก เป็นต้น

จากสภาพปัญหาที่กล่าวมาจึงทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะ พัฒนาระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย เป็นเครื่องตกแต่งภายในบ้านมีความสวยงาม สามารถใช้ประโยชน์อย่างอื่นได้ วางปะปนกับเฟอร์นิเจอร์อื่นๆ เป็นการพรางตาไม่เป็นที่สังเกตเห็นได้ง่ายเหมือนเครื่องเตือนภัยที่มีขายตามท้องตลาด ใส่อุปกรณ์ระบบเตือนภัยไว้ภายใน ให้เหมาะสมกับรูปร่างเฟอร์นิเจอร์ และตรงตามความต้องการ การใช้งานในสถานที่ปิดในราคาที่ไม่แพง เพิ่มความสามารถของอุปกรณ์เตือนภัยและสามารถนำอุปกรณ์เตือนภัยทั่วไปมาร่วมใช้งานได้

### ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย
2. เพื่อศึกษาสมรรถนะและลักษณะทางกายภาพของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

### ความสำคัญของการวิจัย

เป็นการพัฒนาระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย สามารถวางเครื่องตรวจจับกับเครื่องควบคุมปะปนกับเครื่องตกแต่งห้องต่างๆ เป็นการพรางตาไปในตัว มีความสะดวกในการใช้งานในการเคลื่อนย้ายและติดตั้งด้วยตนเองตามคู่มือ สามารถตรวจสอบระบบการตรวจจับก่อนใช้งานจริง (Alarm Test) เพื่อลดสัญญาณคลาดเคลื่อน เพิ่มความน่าเชื่อถือมากขึ้น สามารถกำหนดให้บัสเซอร์หรือไซเรนที่ติดตั้งมีเสียงเตือนดังต่อเนื่องหรือกำหนดระยะเวลาหน่วงของเสียงเตือนภัยได้ เพื่อไม่ให้เสียงกริ่งสัญญาณดังนานเกินเหตุจนเป็นเสียงรบกวนเพื่อนบ้าน และมีการโทรศัพท์แจ้งเหตุด้วยเสียงพูด

## ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยจะพัฒนาระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัยโดยมีขอบเขตดังนี้

1. ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ในการควบคุมการทำงาน
2. ใช้รีโมทคอนโทรล Ultra High Frequency (UHF) สั่งงาน เปิด/ปิด ระบบเตือนภัย
3. ตัวตรวจจับเคลื่อนไหวไร้สาย ใช้ตัวตรวจจับเคลื่อนไหวร่วมกับรีโมทคอนโทรล UHF
4. มีบัชเซอร์ติดตั้งภายในเครื่อง และสามารถเพิ่มเติมไซเรนจากภายนอกได้
5. สามารถโทรศัพท์แจ้งเหตุด้วยเสียงพูด
6. มีช่องเสียบปลั๊กโทรศัพท์ และมีหลอดไดโอดเปล่งแสงแสดงสภาวะการทำงานต่างๆ
7. มีแบตเตอรี่สำรอง ในกรณีไฟฟ้าดับหรือถูกตัดสายไฟฟ้า

## ตัวแปรที่ศึกษา คือ

1. สมรรถนะของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย
2. ลักษณะทางกายภาพของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

## นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย หมายถึง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ออกแบบและสร้างขึ้นโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ที่มีโปรแกรมบรรจุภายใน ทำงานร่วมกับรีโมทคอนโทรล UHF เครื่องรับ ส่วนตัวตรวจจับการเคลื่อนไหวแบบพาสซีฟอินฟราเรดทำงานร่วมกับรีโมทคอนโทรล UHF เครื่องส่ง การตรวจจับครอบคลุมภายในที่พักอาศัยเป็นสถานที่ปิดที่มีขนาดพื้นที่ 9 ตารางเมตรถึง 17.5 ตารางเมตร (ไสว มงคลเกษม. 2514: 12)

2. สมรรถนะของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย หมายถึง ความสามารถการทำงานของชุดอุปกรณ์ระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย ดังนี้

2.1 ความสามารถในการตรวจจับการเคลื่อนไหวของสิ่งมีชีวิตในลักษณะเคลื่อนผ่านแบบเรียงลำดับกันมา ในการค้นหาตรวจจับที่ทำให้เกิดการเซนเซอร์ได้ระยะประมาณ 2 ถึง 8 เมตร และมีมุมการตรวจจับกว้างแนวนอน 110 องศา แนวตั้ง 93 องศา ผิดพลาดไม่เกิน  $\pm 10$  องศา ครอบคลุมที่พักอาศัย

2.2 ความสามารถในการทำงานของระบบเตือนภัยที่ปรับระยะติดตั้งระหว่างเครื่องตรวจจับกับเครื่องควบคุมที่ระยะห่าง 1 ถึง 10 เมตร

2.3 ความสามารถกำหนดระยะเวลาหน่วงของเสียงเตือนภัยที่ระยะเวลา 1 ถึง 15 นาที

2.4 ความสามารถในการแจ้งเหตุผ่านทางโทรศัพท์ของชุดอุปกรณ์ระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

### 3. ลักษณะทางกายภาพของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

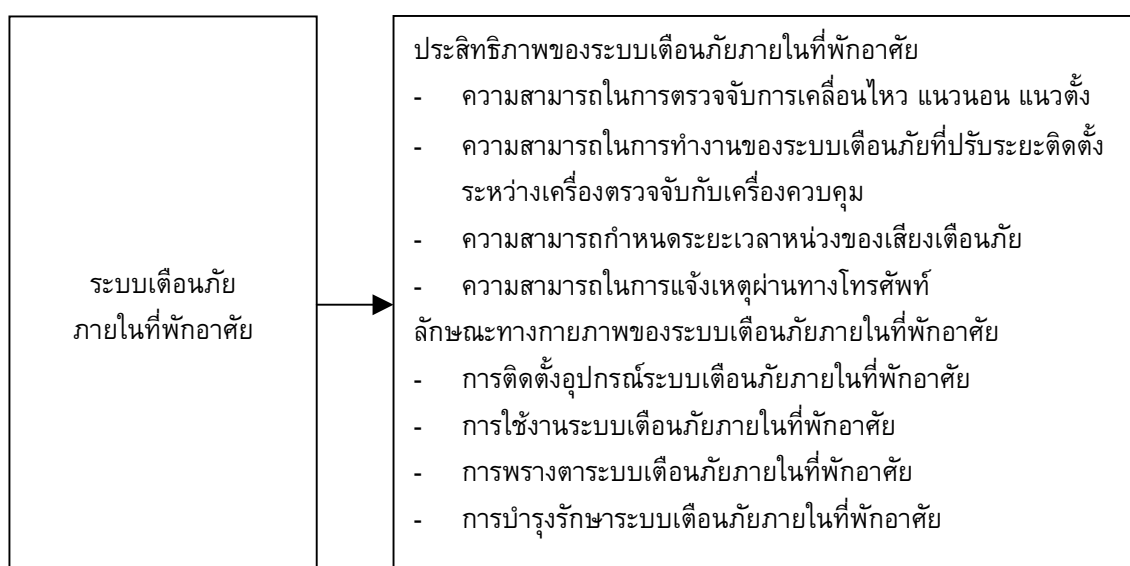
3.1 การติดตั้งอุปกรณ์ระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย หมายถึง ติดตั้งได้สะดวก เคลื่อนย้ายสะดวก การถอดประกอบเครื่องทำได้ด้วยตนเอง นำอุปกรณ์เตือนภัยต่างๆ มาเพิ่มเติมตามต้องการ สามารถนำไปติดตั้งกับอุปกรณ์ตกแต่งบ้านได้สะดวก

3.2 การใช้งานระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย หมายถึง ขนาดและรูปร่างมีความเหมาะสม ความสะดวกการใช้งาน ความปลอดภัยในขณะการใช้งาน ผู้ใช้สามารถควบคุมได้ถูกต้อง

3.3 การพรางตา ระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย หมายถึง มีความกลมกลืน เมื่อใช้งานภายในที่พักอาศัย

3.4 การบำรุงรักษาระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย หมายถึง สามารถถอดประกอบชิ้นส่วนต่างๆ ได้สะดวก สามารถตรวจสอบแก้ไข ข้อเสียได้สะดวก สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงต่ำ วัสดุและอุปกรณ์ที่เกิดชำรุดสามารถเปลี่ยนหรือซ่อมแซมได้สะดวก

### กรอบแนวคิดการวิจัย



### สมมุติฐานของการวิจัย

ระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย มีสมรรถนะในการตรวจจับครอบคลุมภายในที่พักอาศัย การปรับระยะติดตั้งระหว่างเครื่องตรวจจับกับเครื่องควบคุม การกำหนดระยะเวลาหน่วง การแจ้งเหตุผ่านทางโทรศัพท์ และลักษณะทางกายภาพ ในด้านการติดตั้งระบบเตือนภัย ด้านการใช้งานระบบเตือนภัย ด้านการพรางตา ระบบเตือนภัย และด้านการบำรุงรักษาระบบเตือนภัย อยู่ในเกณฑ์ดี

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการพัฒนาระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย มีรายละเอียดนำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. ระบบเตือนภัยทั่วไป
2. การออกแบบและสร้าง
  - 2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51
  - 2.2 รีโมทคอนโทรล (PT2262, PT2272)
  - 2.3 โทรศัพท์แจ้งเหตุ (MT8888C)
  - 2.4 บันทึกเสียงแจ้งเหตุ (ISD2500)
  - 2.5 ตัวตรวจจับการเคลื่อนไหวแบบพาสซีฟอินฟราเรด
  - 2.6 แหล่งจ่ายไฟ (Power supply)
3. สมรรถนะ
4. ลักษณะทางกายภาพ
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 1. ระบบเตือนภัยทั่วไป

ระบบสัญญาณเตือนภัยได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการป้องกันอาชญากรรมเป็นครั้งแรกในวงการธุรกิจอุตสาหกรรมเมื่อปีค.ศ. 1852 ปัจจุบัน การผลิตเครื่องมือและระบบสัญญาณเตือนภัยได้กลายเป็นอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ซึ่งเริ่มได้รับความนิยมอย่างกว้างขวาง แม้แต่ในระดับบ้านเรือน อย่างไรก็ตามระบบสัญญาณเตือนภัยที่ใช้อยู่โดยสากลจัดแบ่งได้เป็น 3 ระบบใหญ่ ๆ คือ (1) สัญญาณเฉพาะที่ (Local alarm) (2) สัญญาณกลาง (Central alarm) (3) สัญญาณแจ้งเหตุ (Dial alarm)

สัญญาณเตือนภัยเฉพาะที่เป็นระบบที่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด โดยมักใช้เสียงกริ่งไฟฟ้าเป็นเสียงสัญญาณแจ้งเหตุซึ่งสามารถได้ยินไปได้ไกล การใช้ระบบสัญญาณเตือนภัยแบบนี้กระทำโดยการเปิดสวิตช์ไฟฟ้าเมื่อออกจากเคหสถานหรืออาคารสถานที่ และปิดสวิตช์ก่อนที่จะกลับเข้าเคหสถานหรืออาคารสถานที่ ส่วนตัวกริ่งสัญญาณอาจติดตั้งได้ทั้งในและนอกอาคาร แต่ปัญหาในการใช้สัญญาณเตือนภัยระบบนี้ในขณะที่บ้านหรือสมาชิกทุกคนในครอบครัวไม่อยู่บ้านก็คือเมื่อเสียงสัญญาณดังขึ้นย่อมไม่มีใครรับผิดชอบที่จะเข้าระงับเหตุ หรือสกัดกั้นจับกุมคนร้ายโดยตรงอย่างมากที่สุดก็เพียงทำให้คนร้ายตกใจและหลบหนีไปเสียก่อนที่จะเข้าของบ้านจะมาถึง หรือก่อนที่จะเพื่อนบ้านใกล้เคียงจะไหวตัว นอกจากนี้ระบบสัญญาณเตือนภัยประเภทนี้อาจให้สัญญาณคลาดเคลื่อน (False alarm) ซึ่งมักเกิดจากความพลั้งเผลอของสมาชิกในครอบครัวมากกว่าที่จะเป็นความ

ผิดพลาดในทางเทคนิคของระบบ ซึ่งบ่อยครั้งที่สมาชิกในครอบครัวอาจเปิดประตูหน้าต่าง โดยไม่ทันระวังระบบสัญญาณเตือนภัยกำลังทำงานอยู่จนเสียงกริ่งสัญญาณกลายเป็นเสียง ระบายเพื่อนบ้านใกล้เคียง

สัญญาณเตือนภัยกลางเป็นระบบที่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายสูงกว่าระบบแรกมากสำหรับระบบนี้ เมื่อเกิดการบุกรุกเข้าในเคหสถานหรืออาคารสถานที่ สัญญาณจะไม่ส่งออกในลักษณะเสียงกริ่งหรือเสียงสัญญาณเฉพาะที่ แต่จะถูกส่งไปยังศูนย์ควบคุมของบริษัทรักษาความปลอดภัย ซึ่งในหลักการ มีพนักงานของบริษัทเฝ้าควบคุมแผงสัญญาณเตือนภัยประจำอยู่ที่ศูนย์ตลอดเวลา และพร้อมที่จะให้ความช่วยเหลือแก่เจ้าของบ้านหรือเข้ารับเหตุร้ายภายใต้ขอบเขตที่กฎหมายให้อำนาจในลักษณะของความผิดซึ่งหน้าระบบนี้จึงเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า “สัญญาณเงียบ” เพราะแม้แต่ผู้อยู่อาศัยในบ้านเรือนที่ติดตั้งระบบสัญญาณเตือนภัยก็มักไม่ทราบถึงการบุกรุกล่วงล้ำของคนร้าย ประโยชน์ของสัญญาณเตือนภัยประเภทนี้ คือคนร้ายไม่ไหวตัวและพนักงานของบริษัทรักษาความปลอดภัยหรือเจ้าหน้าที่ตำรวจอาจมาถึงสถานที่เกิดเหตุได้ทันเวลาก่อนที่คนร้ายจะขนทรัพย์สินหลบหนีไป แต่ระบบเช่นนี้อาจก่อให้เกิดอันตรายแก่ผู้อยู่อาศัยในบ้านเรือนที่มีการบุกรุกของคนร้าย เพราะขณะเกิดเหตุและมีสัญญาณเตือนภัยส่งออกไปนอกเคหสถานนั้น บุคคลภายในบ้านเรือนหรืออาคารสถานที่กลับไม่ทราบถึงเหตุร้ายแต่อย่างใด

สัญญาณเตือนภัยแจ้งเหตุจัดว่าเป็นระบบที่เพิ่งได้รับการพัฒนาเมื่อประมาณ 30 ปีที่ผ่านมา ในกรณีนี้เมื่อเครื่องกระตุ้นสัญญาณเตือนภัยถูกรบกวนก็จะส่งสัญญาณไปยังเครื่องหมุนหมายเลขโทรศัพท์อัตโนมัติ (Automatic dial) โดยหมุนหมายเลขที่ตั้งไว้ล่วงหน้าซึ่งอาจเป็นหมายเลขของสถานีตำรวจ หรือของบริษัทรักษาความปลอดภัย หรือของบ้านเพื่อนที่ไว้วางใจกัน เมื่อผู้รับโทรศัพท์ที่ปลายทางเครื่องบันทึกเสียงจะ รายงานรายละเอียดเกี่ยวกับสถานที่ที่กำลังถูกบุกรุกและขอความช่วยเหลือ แม้วิธีการนี้จะพยายามแก้ไขข้อบกพร่องของสองระบบแรกแต่ก็ยังปรากฏข้อบกพร่องอีกหลายประการ คือ

- (1) ถ้ามีการโทรศัพท์เข้ามาจากภายนอกในขณะที่เกิดการบุกรุก เครื่องหมุนหมายเลขหมายย่อมไม่สามารถติดต่อส่งข่าวสารออกไปได้
- (2) ถ้าเลขหมายที่กำหนดไว้ล่วงหน้าเกิดไม่ว่างขณะนั้น การแจ้งเหตุร้ายย่อมไม่อาจดำเนินการได้
- (3) คนร้ายอาจตัดสายโทรศัพท์ เพื่อขัดขวางการติดต่อกับภายนอก ก่อนที่จะเข้าประกอบอาชญากรรม

ปัญหาที่พบมากที่สุดในระบบสัญญาณเตือนภัยทั้ง 3 ประเภท คือ การส่งสัญญาณคลาดเคลื่อนบ่อยครั้งจนลดความน่าเชื่อถือของสัญญาณเตือนภัย ยิ่งระบบสัญญาณเตือนภัยมีลักษณะการทำงานสลับซับซ้อนมากขึ้นเพียงใด ก็ยิ่งก่อให้เกิดความผิดพลาดและไม่สะดวกในการใช้มากขึ้นเพียงนั้น โดยเฉพาะในการเลือกใช้ระบบสัญญาณกลางระบบสัญญาณแจ้งเหตุผู้ให้บริการนอกจากจะต้องสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในระดับสูงแล้ว ยังจำเป็นต้องให้ข้อมูลส่วนตัวของสมาชิกภายในครอบครัว

ครัวอีกเป็นจำนวนมากกับบริษัทรักษาความปลอดภัย ซึ่งอาจเกิดปัญหาว่าบริษัทและพนักงานของบริษัทดังกล่าวมีความซื่อสัตย์และความรับผิดชอบเพียงพอ ด้วยเหตุนี้ สำหรับการป้องกันอาชญากรรมในระดับบ้านเรือนส่วนใหญ่ระบบสัญญาณเตือนภัยเฉพาะที่จัดได้ว่าเหมาะสม และสามารถใช้อย่างได้ผลในช่วงเวลากลางคืน ขณะที่ทุกคนในบ้านพักผ่อนหลับนอน ส่วนระบบสัญญาณเตือนภัยกลางวันและระบบสัญญาณเตือนภัยแจ้งเหตุ เหมาะสำหรับธุรกิจอุตสาหกรรม เช่น ธนาคาร ห้างสรรพสินค้า หรือโรงงาน เป็นต้น โดยเปิดใช้ระบบสัญญาณเตือนภัยดังกล่าวเมื่อหมดเวลาทำการตามปกติ นอกจากนี้ผู้ใช้ต้องเลือกระบบสัญญาณเตือนภัยแล้ว ยังต้องมีความรู้เกี่ยวกับเครื่องกระตุ้นสัญญาณเตือนภัย (Sensing device) ว่าควรเลือกใช้แบบใดอีกด้วย โดยทั่วไปเครื่องกระตุ้นสัญญาณเตือนภัย สามารถแบ่งออกได้เป็น 5 ประเภท คือ (1) ประเภทวงจรไฟฟ้า (2) ประเภทคลื่นแสงหรือคลื่นเสียง (3) ประเภทตรวจจับคลื่นเสียงและเสียงสั่นสะเทือน (4) ประเภทตรวจจับการเคลื่อนไหว และ (5) ประเภทสนามแม่เหล็ก

เครื่องกระตุ้นสัญญาณประเภทวงจรเป็นแบบที่นิยมใช้มากที่สุด โดยมีสภาพการทำงานแบ่งได้เป็นสองชนิด

(1) ชนิดตรวจจับมีลักษณะเป็นเทปโลหะ เทปเส้นลวด หรือฟอยล์ติดไว้กับกระจกประตูหรือกระจกหน้าต่างซึ่งสามารถมองเห็นได้ทั้งจากภายนอกและภายในอาคาร ผู้ประดิษฐ์เชื่อว่าการที่มองเห็นเทปหรือฟอยล์ดังกล่าวได้มีผลในทางจิตวิทยาในการยับยั้งคนร้ายโดยก่อให้เกิดความลังเลใจ เครื่องกระตุ้นสัญญาณแบบนี้จะทำงานเมื่อเทปโลหะ เทปเส้นลวด หรือฟอยล์ขาดออกจากกัน

(2) ชนิดต่อวงจรมีลักษณะเป็นสวิตช์ไฟฟ้าซ่อนอยู่ในกรอบประตูหรือหน้าต่าง เมื่อประตูหน้าต่างถูกเปิดออก สปริงหรือแม่เหล็กภายในสวิตช์ดันให้ปุ่มที่ถูกกดไว้ โดยบานประตูหรือบานหน้าต่างติดตัวออกและเชื่อมต่อครบวงจรไฟฟ้า ซึ่งทำให้เครื่องกระตุ้นสัญญาณทำงาน

กล่าวได้ว่า เครื่องกระตุ้นสัญญาณประเภทวงจรไฟฟ้านี้มีความเหมาะสมกับเคสสถานบ้านเรือนที่สุด โดยอาจใช้ทั้งแบบตรวจจับและแบบต่อวงจรประกอบเข้าด้วยกัน

ส่วนเครื่องกระตุ้นสัญญาณประเภทอื่น ๆ ที่ควรทราบไว้ก็มีลักษณะโดยย่อดังนี้ประเภทคลื่นแสง หรือบางครั้งเรียกว่า Photoelectric sensors โดยทั่วไปนิยมใช้แสงอินฟราเรด (Infrared) หรือแสงอุลตราไวโอเลต (Ultra-violet) ซึ่งไม่สามารถมองเห็นได้ ในอนาคต จะมีการนำแสงเลเซอร์ (Laser) มาประยุกต์ใช้เพื่อการนี้ สำหรับระบบ การทำงานของเครื่องกระตุ้นสัญญาณประเภทนี้ ก็คือลำแสงจากเครื่องฉายที่อยู่ด้านหนึ่งของผนังห้องจะถูกส่งไปยังเครื่องรับซึ่งอยู่อีกด้านหนึ่งของผนังทันทีที่ลำแสงถูกรบกวนแม้แต่เสี้ยววินาที เครื่องกระตุ้นสัญญาณจะทำงานเชื่อมต่อกับระบบสัญญาณเตือนภัยทันที นอกจากนี้ยังมีลักษณะที่ใช้คลื่นเสียงความถี่สูงแทนลำแสงซึ่งเรียกว่า Ultrasonic sensors โดยมีลักษณะการทำงานเช่นเดียวกับ Photoelectric sensors สำหรับเครื่องกระตุ้นสัญญาณประเภทตรวจจับคลื่นเสียงและความสั่นสะเทือนในระดับที่ผิดปกติ เครื่องมือชนิดนี้สามารถใช้ได้เหมาะสมในบริเวณที่สามารถควบคุมเสียงรบกวนจากภายนอกได้เป็นอย่างดี มิฉะนั้น แม้แต่เสียงหรือความสั่นสะเทือนของรถบรรทุกที่แล่นใกล้อาคารอาจทำให้เกิดสัญญาณคลาดเคลื่อน

ได้ เครื่องกระตุ้นสัญญาณอีกประเภทหนึ่ง คือ ตรวจจับการเคลื่อนไหว เป็นการใช้เรดาร์และคลื่นเสียงประกอบเข้าด้วยกัน เพื่อตรวจจับการเคลื่อนไหวใด ๆ ภายในพื้นที่จำกัด ซึ่งเครื่องมือนี้ 1 เครื่องสามารถครอบคลุมพื้นที่ได้กว้างถึง 4,000 ตารางฟุต ในขณะที่ไม่มีการเคลื่อนไหวใด ๆ ในพื้นที่ควบคุมทั้งเรดาร์และคลื่นเสียงที่ส่งออกและที่รับกลับจะมีลักษณะคงที่ แต่การเคลื่อนไหวใด ๆ รอบวนเรดาร์และคลื่นเสียงย่อมทำให้ลักษณะการส่งออกและรับกลับไม่คงที่ซึ่งจะทำให้เครื่องกระตุ้นสัญญาณทำงาน เครื่องกระตุ้นสัญญาณประเภทนี้เหมาะสำหรับห้างสรรพสินค้าเพื่อป้องกันคนร้ายแอบซ่อนตัวเพื่อลักทรัพย์ในช่วงเวลาปิดทำการค้าแต่อาจทำให้เกิดสัญญาณคลาดเคลื่อนได้ ถ้ามีการเคลื่อนตัวของอากาศภายในอาคารอย่างแรง นอกจากนี้ยังใช้ตรวจจับรังสีความร้อนย่านอินฟราเรดที่แผ่ออกมาจากร่างกายของคนหรือสัตว์เลือดอุ่น เมื่อมีการเคลื่อนไหวเกิดขึ้น แต่ก็ต้องเลือกรุ่นและใช้ให้เหมาะสมกับสถานที่ ประเภทสุดท้ายได้แก่ ประเภทสนามแม่เหล็กซึ่งมีประโยชน์ในการใช้ควบคุมพื้นที่ขนาดเล็ก เช่น บริเวณที่ตั้งตู้নিরภัยหรือตู้เก็บเอกสาร เป็นต้น สวิตช์นี้สามารถเปิด ปิดตามสนามแม่เหล็ก ซึ่งสนามแม่เหล็กมักจะมาจากแม่เหล็กอันเล็กๆ ที่ฝังไว้ที่ตัวประตูหรือหน้าต่าง ส่วนตัวสวิตช์มักจะถูกฝังไว้ที่ขอบประตูหรือหน้าต่าง เมื่อคนร้ายเปิด ปิดประตูก็จะเหนี่ยวนำให้สวิตช์มีการเปิด ปิดตามไปด้วยและมีผลให้เครื่องกระตุ้นสัญญาณทำงาน

จากที่กล่าวมานี้ จึงเห็นได้ว่าเครื่องกระตุ้นสัญญาณ 4 ประเภทหลังนี้อาจเกิดความผิดพลาดที่ทำให้สัญญาณคลาดเคลื่อนได้บ่อยครั้ง เพราะเป็นเครื่องกระตุ้นที่ไวต่อสิ่งรบกวน กล่าวคือ แม้แต่สัตว์เลี้ยงเดินผ่านก็สามารถทำให้เกิดสัญญาณเตือนภัยได้ จึงควรใช้สำหรับพื้นที่ภายในอาคารที่ต้องการความปลอดภัยระดับสูงและสามารถควบคุมปัจจัยรบกวนจากภายนอกได้แน่นอน โดยสรุปสิ่งสำคัญที่ควรพิจารณาก่อนตัดสินใจเกี่ยวกับการใช้สัญญาณเตือนภัยในบ้านเรือน 2 ประการที่สำคัญ คือ

(1) สัญญาณคลาดเคลื่อน เครื่องเตือนภัยที่ดีต้องมีการออกแบบ เพื่อลดความผิดพลาดทางเทคนิคให้เหลือน้อยที่สุด

(2) ราคา เครื่องเตือนภัยที่เหมาะสมกับครอบครัวไม่ควรมีราคาแพงจนเกินไป

สิ่งที่ควรพิจารณาอีกประการหนึ่งคือความจำเป็น กล่าวคือ เครื่องเตือนภัยเป็นเพียงส่วนประกอบที่ช่วยเพิ่มความปลอดภัยแก่อาคารสถานที่ ไม่ใช่อุปกรณ์หลัก เจ้าของอาคารสถานที่จึงควรเลือกใช้เฉพาะที่ จำเป็นเท่านั้น (ประชัย เปี่ยมสมบูรณ์. 2526: 53 - 57)

## 2. การออกแบบและสร้าง

### 2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

ในปี ค.ศ. 1976 บริษัท INTEL ได้เริ่มผลิตและจำหน่ายชิปไมโครโปรเซสเซอร์ตระกูล MCS-48 เพื่อใช้ในการควบคุมโดยเฉพาะ และเนื่องจากชิปไมโครโปรเซสเซอร์ตระกูลนี้มีจุดประสงค์หลักเพื่อใช้ในงานควบคุม ดังนั้นจึงมีวงจรพื้นฐานที่จำเป็นรวมอยู่ภายในชิปแล้ว ทำให้สามารถ

ทำงานได้โดยไม่จำเป็นต้องพึ่งอุปกรณ์ภายนอก ไมโครโปรเซสเซอร์ตระกูลนี้จึงมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ไมโครคอนโทรลเลอร์ หรือซิงเกิลชิป (Single chip)

วิศวกรของบริษัท INTEL ได้พยายามหาทางปรับปรุงไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลใหม่ ๆ ออกมาเพื่อหลีกเลี่ยงข้อจำกัดบางอย่างที่มีอยู่ในตระกูล MCS-48 และเพื่อประยุกต์ใช้ให้ทันกับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว ดังนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 จึงได้ถูกผลิตขึ้นมา โดยมีการใช้เทคโนโลยี HMOS (High Performance MOS Technology) ทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลนี้มีความจุของหน่วยความจำมากกว่าในตระกูล MCS-48 ถึง 4 เท่า และยังเพิ่มความสามารถของวงจรภายในให้มากขึ้น เช่น มีพอร์ตสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมเพื่อรับหรือส่งข้อมูลแบบอนุกรมได้ด้วยตัวเอง เพิ่มคำสั่งที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมให้มากกว่าเดิมแต่ใช้เวลาทำงานแต่ละคำสั่งสั้นลง และคำสั่งที่เพิ่มขึ้นช่วยทำให้ การเขียนโปรแกรมคล่องตัว สะดวกขึ้นกว่าเดิมมาก (ปรเมษฐ์ ประณยานันท์, ปิยพงษ์ เผ่าณิช. 2536: 13)

### 2.1.1 คุณสมบัติทางเทคนิคที่สำคัญ

เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ซึ่งมีหน่วยความจำภายในเป็นแบบแฟลช (Flash memory) ของ Philips Semiconductor ในอนุกรม P89C51Rx2 โดยจะเน้นไปที่เบอร์ P89C51RD2

สำหรับคุณสมบัติทางเทคนิคที่โดดเด่นของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 อนุกรมนี้มีดังต่อไปนี้

- (1) เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ 8 บิต ที่เข้ากันได้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 พื้นฐานของอินเทล
- (2) หน่วยความจำโปรแกรมภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นแบบแฟลช ทำให้สามารถลบเขียนใหม่ได้ถึงหนึ่งหมื่นครั้ง จึงสามารถใช้งานในรูปแบบไมโครคอนโทรลเลอร์ชิปเดี่ยวไม่ต้องใช้หน่วยความจำภายนอก ส่งผลให้สามารถใช้งานพอร์ตอินพุตเอาต์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ขนาดของหน่วยความจำโปรแกรมสูงถึง 64 กิโลไบต์
- (3) หน่วยความจำข้อมูลแรมภายในมีขนาด 1 กิโลไบต์
- (4) สามารถเขียนหรือโปรแกรมข้อมูลลงในหน่วยความจำโปรแกรมโดยไม่ต้องถอดไมโครคอนโทรลเลอร์ออกมาทำการโปรแกรมใหม่ หรือเรียกว่า การโปรแกรมในวงจร หรือ ในระบบ (ISP : In-system programming) โดยภายในไมโครคอนโทรลเลอร์จะมีหน่วยความจำที่บรรจุโปรแกรมสำหรับเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำโปรแกรมหรือเรียกว่า บูตรอม (Boot ROM) ทำหน้าที่ในส่วนนี้ แรงดันที่ใช้ในการโปรแกรมแบบ ISP ขึ้นอยู่กับเบอร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ P89C51RD2 ใช้แรงดันในการโปรแกรมได้ทั้ง +5V และ +12V โดยใช้แรงดัน +12V จะสามารถโปรแกรมได้ 1,000 ครั้ง และถ้าใช้แรงดัน +5V สามารถโปรแกรมได้ 10,000 ครั้ง

(5) ความถี่สัญญาณนาฬิกาสูงสุด 33 MHz ในกรณีทำงานด้วยสัญญาณนาฬิกาภายใน 12 ลูกต่อแมกซีนไซเกิล และ 20 MHz ในกรณีทำงานด้วยสัญญาณนาฬิกาภายใน 6 ลูกต่อแมกซีนไซเกิล P89C51RD2 ได้รับการกำหนดให้ทำงานเบื้องต้นในโหมดสัญญาณนาฬิกา 6 ลูกต่อแมกซีนไซเกิล สามารถเลือกเปลี่ยนเป็น 12 สัญญาณนาฬิกาต่อแมกซีนไซเกิลได้

(6) ชุดคำสั่งและสถาปัตยกรรมพื้นฐานเหมือนกับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ของผู้ผลิตอื่น ไม่ว่าจะเป็น Intel, Siemens หรือ Dallas Semiconductor

(7) ขาพอร์ต 8 บิต จำนวน 4 พอร์ต เป็นแบบกึ่งสองทิศทาง (Quasi-bidirectional) สามารถใช้งานเป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต

(8) มีวงจรสื่อสารอนุกรมแบบฟูลดูเพล็กซ์

(9) ไทมเมอร์/เคาน์เตอร์ขนาด 16 บิต 3 ตัว (ไทมเมอร์ 0, 1 และ 2)

(10) มีรีจิสเตอร์ตัวชี้ตำแหน่งข้อมูลหรือ DPTR 2 ตัว

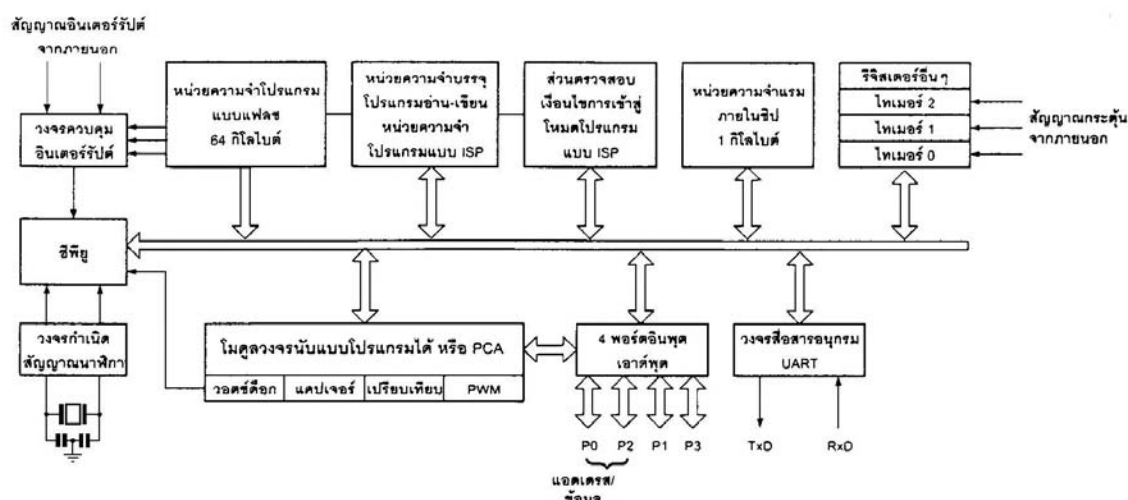
(11) สามารถรองรับแหล่งกำเนิดอินเทอร์รัปต์ได้ 7 ประเภท

(12) กำหนดนัยสำคัญของการตอบสนองอินเทอร์รัปต์ได้ 4 ระดับ

(13) สามารถติดต่อหน่วยความจำภายนอกได้สูงสุด 64 กิโลไบต์

(14) มีวอตช์ด็อกไทมเมอร์

(15) มีโมดูลวงจรนับโปรแกรมได้ (PCA : Programmable Counter Array) ซึ่งบรรจุวงจรตรวจจับสัญญาณ (capture), เปรียบเทียบสัญญาณ (compare), วงจรมอดูเลชันทางความกว้างพัลส์ (PWM) 5 โมดูล และวอตช์ด็อกไทมเมอร์ (watchdog timer)



ภาพประกอบ 1 โครงสร้างการทำงานพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ P89C51RD2

ที่มา: วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล, ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. 2545: 5

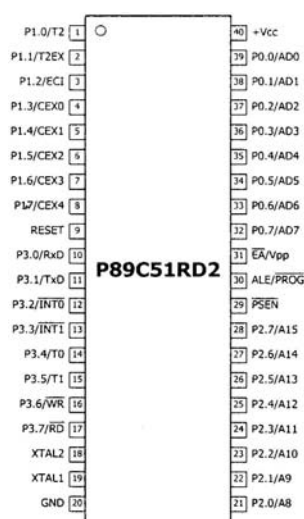
ในภาพประกอบ 1 เป็นโครงสร้างพื้นฐานของ P89C51RD+ และ P89C51RD2 จะเห็นได้ว่า คล้ายคลึงกับไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 พื้นฐาน แต่มีส่วนประกอบที่เพิ่มเติม อาทิ

หน่วยความจำเก็บโปรแกรมบูตสำหรับทำการอ่าน-เขียนข้อมูลในหน่วยความจำโปรแกรมแบบ ISP โมดูลวงจรนับแบบโปรแกรมได้ หรือ PCA (Programmable Counter Array) ซึ่งภายใน PCA นี้บรรจุออสซิลเลเตอร์, วงจรตรวจจับสัญญาณหรือแคปเจอร์, วงจรเปรียบเทียบสัญญาณ และ วงจร PWM รวมถึงไทมเมอร์ 2 (Timer2)

ตาราง 1 รายละเอียดเบื้องต้นของไมโครคอนโทรลเลอร์ในอนุกรม P89C51Rx+ และ Rx2

| เบอร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ | หน่วยความจำโปรแกรมแบบแฟลช | หน่วยความจำข้อมูลแรม | ความเร็วสัญญาณนาฬิกาหลักที่ใช้ |                      |
|---------------------------|---------------------------|----------------------|--------------------------------|----------------------|
|                           |                           |                      | โหมด 6 สัญญาณนาฬิกา            | โหมด 12 สัญญาณนาฬิกา |
| P89C51RC+                 | 32 กิโลไบต์               | 512 ไบต์             | -                              | 0-33MHz              |
| P89C51RD+                 | 64 กิโลไบต์               | 1 กิโลไบต์           | -                              | 0-33MHz              |
| P89C51RB2                 | 16 กิโลไบต์               | 512 ไบต์             | 0-20MHz                        | 0-33MHz              |
| P89C51RC2                 | 32 กิโลไบต์               | 512 ไบต์             | 0-20MHz                        | 0-33MHz              |
| P89C51RD2                 | 64 กิโลไบต์               | 1 กิโลไบต์           | 0-20MHz                        | 0-33MHz              |

ที่มา: วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล, ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. 2545: 6



ภาพประกอบ 2 แสดงการจัดขาของ P89C51RD2

ที่มา: วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล, ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. 2545: 7

อย่างไรก็ตาม P89C51RD2 ต่างก็มีเบอร์อื่น ๆ ที่อยู่ร่วมอนุกรมเดียวกัน ดังแสดงรายละเอียดเบื้องต้นของไมโครคอนโทรลเลอร์ในอนุกรมนี้ของ Philips ในตาราง 1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ทุกเบอร์จะมีสถาปัตยกรรมและขาใช้งานพื้นฐานเหมือนกันแต่ P89C51RD2 ที่ขาพอร์ต 1 คือ P1.0-P1.7 จะมีความสามารถพิเศษเพิ่มเติม ดังแสดงในภาพประกอบ 2 และมีรายละเอียดขั้นต้น สรุปในตาราง 2

ตาราง 2 รายละเอียดเบื้องต้นของขาใช้งานของไมโครคอนโทรลเลอร์ P89C51RD2

| ชื่อขา                 | ขาที่ | ชนิด            | หน้าที่และการทำงาน                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------|-------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Vcc                    | 40    | อินพุต          | ต่อไฟเลี้ยง +5V                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| GND                    | 20    | อินพุต          | ต่อกราวด์                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| P0.0-P0.7              | 39-32 | อินพุต/เอาต์พุต | <ul style="list-style-type: none"> <li>ใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุต ถ้าต้องการกำหนดให้ขาพอร์ต 0 ขาใดขาหนึ่งเป็นอินพุต สามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล "1" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อกับ ทำให้มีสถานะลอย (float) ค่าอินพุตมีที่แน่นอนสูง สามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้</li> <li>ใช้ในการติดต่อกับขาแอสเลตไบต์สำหรับหน่วยความจำภายนอก (A0-A7) และขาข้อมูล (D0-D7) โดยใช้การมัลติเพล็กซ์เข้าช่วยเพื่อลดจำนวนขาให้เป็นที่ว่างสำหรับขาแอสเลตไบต์และขาข้อมูลในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| P1.0-P1.7              | 1-8   | อินพุต/เอาต์พุต | <ul style="list-style-type: none"> <li>ใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุตสำหรับใช้งานทั่วไป</li> <li>เป็นขาสัญญาณของไทมเมอร์ 2 และขาสัญญาณของโมดูล PCA ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้ <ul style="list-style-type: none"> <li>T2 (P1.0 : ขา 1) เป็นขาอินพุตสำหรับนับค่าของไทมเมอร์ 2 และขาเอาต์พุตสัญญาณนาฬิกาโปรแกรมแบบดี</li> <li>T2EX (P1.1 : ขา 2) เป็นขาอินพุตสำหรับควบคุมการทำงานของไทมเมอร์/เคาน์เตอร์ 2</li> <li>ECI (P1.2 : ขา 3) เป็นขาอินพุตสัญญาณนาฬิกาจากภายนอกสำหรับโมดูล PCA</li> <li>CEX0 (P1.3 : ขา 4) เป็นขาอินพุตเอาต์พุตภายนอกของวงจรตรวจจับและเปรียบเทียบสัญญาณสำหรับ PCA โมดูล 0</li> <li>CEX1 (P1.4 : ขา 5) เป็นขาอินพุตเอาต์พุตภายนอกของวงจรตรวจจับและเปรียบเทียบสัญญาณสำหรับ PCA โมดูล 1</li> <li>CEX2 (P1.5 : ขา 6) เป็นขาอินพุตเอาต์พุตภายนอกของวงจรตรวจจับและเปรียบเทียบสัญญาณสำหรับ PCA โมดูล 2</li> <li>CEX3 (P1.6 : ขา 7) เป็นขาอินพุตเอาต์พุตภายนอกของวงจรตรวจจับและเปรียบเทียบสัญญาณสำหรับ PCA โมดูล 3</li> <li>CEX4 (P1.7 : ขา 8) เป็นขาอินพุตเอาต์พุตภายนอกของวงจรตรวจจับและเปรียบเทียบสัญญาณสำหรับ PCA โมดูล 4</li> </ul> </li> </ul> |
| P2.0-P2.7              | 21-28 | อินพุต/เอาต์พุต | <ul style="list-style-type: none"> <li>ใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุตสำหรับใช้งานทั่วไป</li> <li>ใช้ต่อกับขาแอสเลตไบต์สูงของหน่วยความจำภายนอก (A8-A15) เมื่อติดต่อกับ</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| P3.0-P3.7              | 10-17 | อินพุต/เอาต์พุต | <ul style="list-style-type: none"> <li>ใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุตสำหรับใช้งานทั่วไป</li> <li>ใช้งานเป็นขาพอร์ตหน้าที่พิเศษ ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้ <ul style="list-style-type: none"> <li>RxD (P3.0 : ขา 10) ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรม</li> <li>TxD (P3.1 : ขา 11) ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับส่งข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรม</li> <li>INT0 (P3.2 : ขา 12) ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณอินเทอร์รัปต์จากภายนอกช่อง 0</li> <li>INT1 (P3.3 : ขา 13) ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณอินเทอร์รัปต์จากภายนอกช่อง 1</li> <li>T0 (P3.4 : ขา 14) ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณไทมเมอร์จากภายนอกช่อง 0</li> <li>T1 (P3.5 : ขา 15) ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณอินเทอร์รัปต์จากภายนอกช่อง 1</li> <li>WR (P3.6 : ขา 16) ใช้เป็นขาสัญญาณ WR ในกรณีที่ใช้เชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอก</li> <li>RD (P3.7 : ขา 17) ใช้เป็นขาสัญญาณ RD ในกรณีที่ใช้เชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอก</li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                          |
| RESET                  | 9     | อินพุต          | ใช้ในการรีเซ็ตการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยในการป้อนสัญญาณลอจิก "1" อย่างน้อยเป็นเวลา 2 แมกซ์ไซเคิล โดยที่วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาจะทำงานต่อเนื่องไปอย่างปกติ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| ALE                    | 30    | เอาต์พุต        | Address Latch Enable ออกมาทุกๆ แมกซ์ไซเคิล อย่างไรก็ตาม สามารถดิสเอบิลสัญญาณพัลส์นี้ได้ โดยการเซตบิต 0 ของรีจิสเตอร์ AUXR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| PSEN                   | 29    | เอาต์พุต        | <p>Program Store Enable : ใช้ในการส่งสัญญาณเพื่อร้องขอติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก เมื่อต้องการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก ไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณออกมาที่ขา 2 ครั้ง</p> <p>นอกจากนี้ยังใช้ประกอบในการอ่าน-เขียนข้อมูลในหน่วยความจำโปรแกรมด้วยกระบวนการ ISP</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>สำหรับเบอร์ P89C51RD+ ให้ต่อขานี้ลงกราวด์ แล้วป้อนไฟ +12V ( <math>\pm 0.5V</math> ) เข้าที่ขา <math>\overline{EA}/V_{pp}</math></li> <li>สำหรับเบอร์ P89C51RD2 ให้ต่อขานี้ลงกราวด์, ป้อนลอจิก "1" เข้าที่ขา P2.7 และป้อนแรงดัน +5V เข้าที่ขา <math>\overline{EA}/V_{pp}</math></li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| $\overline{EA}/V_{pp}$ | 31    | อินพุต          | <p>External Access enable/Programming voltage input : ใช้สำหรับเลือกการติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมจากภายนอก หรือภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>"0" เลือกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก</li> <li>"1" เลือกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับหน่วยความจำภายใน</li> </ul> <p>นอกจากนี้ ที่ขา 31 ยังใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับแรงดันสำหรับการโปรแกรมหน่วยความจำภายในไมโครคอนโทรลเลอร์</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>สำหรับเบอร์ P89C51RD+ ต้องการแรงดัน +12V ( <math>\pm 0.5V</math> )</li> <li>สำหรับเบอร์ P89C51RD2 ต้องการแรงดัน +5V</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| XTAL1                  | 19    | อินพุต          | ขาอินพุตรับสัญญาณจากวงจรออสซิลเลเตอร์ (ขา XTAL2) และจากภายนอก ในการใช้งานปกติ ขานี้และขา XTAL2 ต่อเข้ากับคริสตัลและตัวเก็บประจุชดเชยค่าน้อยๆ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| XTAL2                  | 18    | เอาต์พุต        | ขาเอาต์พุตของวงจรออสซิลเลเตอร์ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ ในการใช้งานปกติ ขานี้และขา XTAL1 ต่อเข้ากับคริสตัลและตัวเก็บประจุชดเชยค่าน้อยๆ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

### 2.1.2. ความเร็วในการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ P89C51RD2

นอกจาก Philips จะทำการพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชในอนุกรมนี้ขึ้นเพื่อรองรับการโปรแกรมแบบ ISP และขนาดของหน่วยความจำแบบแฟลชที่สูงถึง 64 กิโลไบต์แล้ว ยังได้พัฒนาเรื่องความเร็วในการทำงานด้วย โดย P89C51RD2 ถูกกำหนดให้ทำงานได้เร็ว 6 ไชเกิลสัญญาณนาฬิกาภายในต่อ 1 แมซินไชเกิล ซึ่งเร็วกว่าไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 มาตรฐาน 2 เท่า แต่ก็สามารถลดความเร็วให้เท่ากับแบบมาตรฐานได้ ได้ด้วยการโปรแกรมแบบขนาน (Parallel programming) ซึ่งต้องใช้เครื่องโปรแกรมภายนอก อาทิ ALL-11 ของ Hi-Lo Systems เป็นต้น แต่เมื่อลดความเร็วลงแล้ว จะไม่สามารถเปลี่ยนกลับมาได้อีก นั่นคือ สามารถเปลี่ยนความเร็วได้เพียงครั้งเดียว

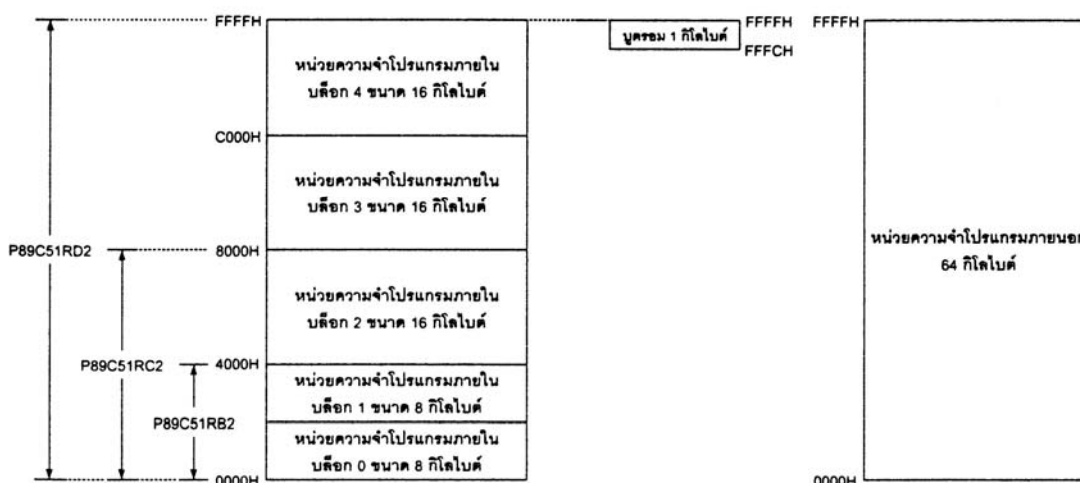
ในการทำงาน 1 รอบหรือ 1 แมซินไชเกิล ซีพียูในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 มาตรฐาน จะใช้เวลา 12 คาบเวลาของสัญญาณนาฬิกา นั่นคือ ที่สัญญาณนาฬิกา 12MHz เวลาในการทำงาน 1 ไชเกิลมีค่าเท่ากับ  $1 \mu s$  หรือมีความเร็วในการทำงานภายใน 1 MHz ดังนั้นถ้าต้องการทราบความเร็วของการทำงานภายในสามารถหาได้จากค่าความถี่สัญญาณนาฬิกาหารด้วย 12 และถ้าต้องการหาค่าเวลาของ 1 รอบการทำงานหรือ 1 แมซินไชเกิลทำได้โดยการหาส่วนกลับของความเร็วในการทำงานภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ แต่เนื่องจาก P89C51RD2 มีความเร็วกว่าปกติ 2 เท่า จึงสามารถสรุปเป็นสูตรหาความเร็วในการทำงานใหม่ได้ดังนี้

ความเร็วในการทำงานภายใน = ความถี่สัญญาณนาฬิกา (ค่าคริสตอลที่ขา XTAL1 และ XTAL2)/6

เวลา 1 แมซินไชเกิล =  $1/\text{ความเร็วในการทำงานภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์}$

### 2.1.3. การจัดหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์ P89C51RD2

ในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชของ Philips เบอร์ P89C51RD2 มีหน่วยความจำภายในหลักๆ อยู่ 3 ส่วนคือ หน่วยความจำโปรแกรม (Program memory) ขนาด 64 กิโลไบต์, หน่วยความจำข้อมูล (Data memory) 1 กิโลไบต์ และหน่วยความจำบูตรอม (Boot ROM) ขนาด 1 กิโลไบต์ มีแอดเดรสอยู่ที่ FC00H-FFFFH ซึ่งเก็บโปรแกรมการอ่าน-เขียนข้อมูลในหน่วยความจำโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ในแบบ ISP อย่างไรก็ตามหากมีการใช้งานบูตรอม หน่วยความจำโปรแกรมจะสามารถเข้าถึงและทำงานได้ 63 กิโลไบต์ หรือถ้าหากต้องการใช้งานเต็มทีคือ 64 กิโลไบต์ ก็สามารถทำได้ โดยการปิดและไม่ติดต่อกับบูตรอมนี้ อันจะส่งผลให้ไม่สามารถโปรแกรมหน่วยความจำแบบ ISP ในทางซอฟต์แวร์ได้ แต่ยังคงสามารถโปรแกรมด้วยกระบวนการ ISP ทางฮาร์ดแวร์ได้ ในภาพประกอบ 3 แสดงการจัดสรรหน่วยความจำโปรแกรมของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ P89C51RD2



ภาพประกอบ 3 การจัดสรรหน่วยความจำโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ P89C51RD2  
ที่มา: วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล, ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. 2545: 9

สำหรับหน่วยความจำข้อมูล 1 กิโลไบต์นั้นยังแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ

หน่วยความจำข้อมูลแรมส่วนล่าง 128 ไบต์ มีแอดเดรสอยู่ที่ 00H-7FH สามารถเข้าถึงได้ทั้งแบบโดยตรงและโดยอ้อม หน่วยความจำส่วนนี้เป็นพื้นที่ของรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

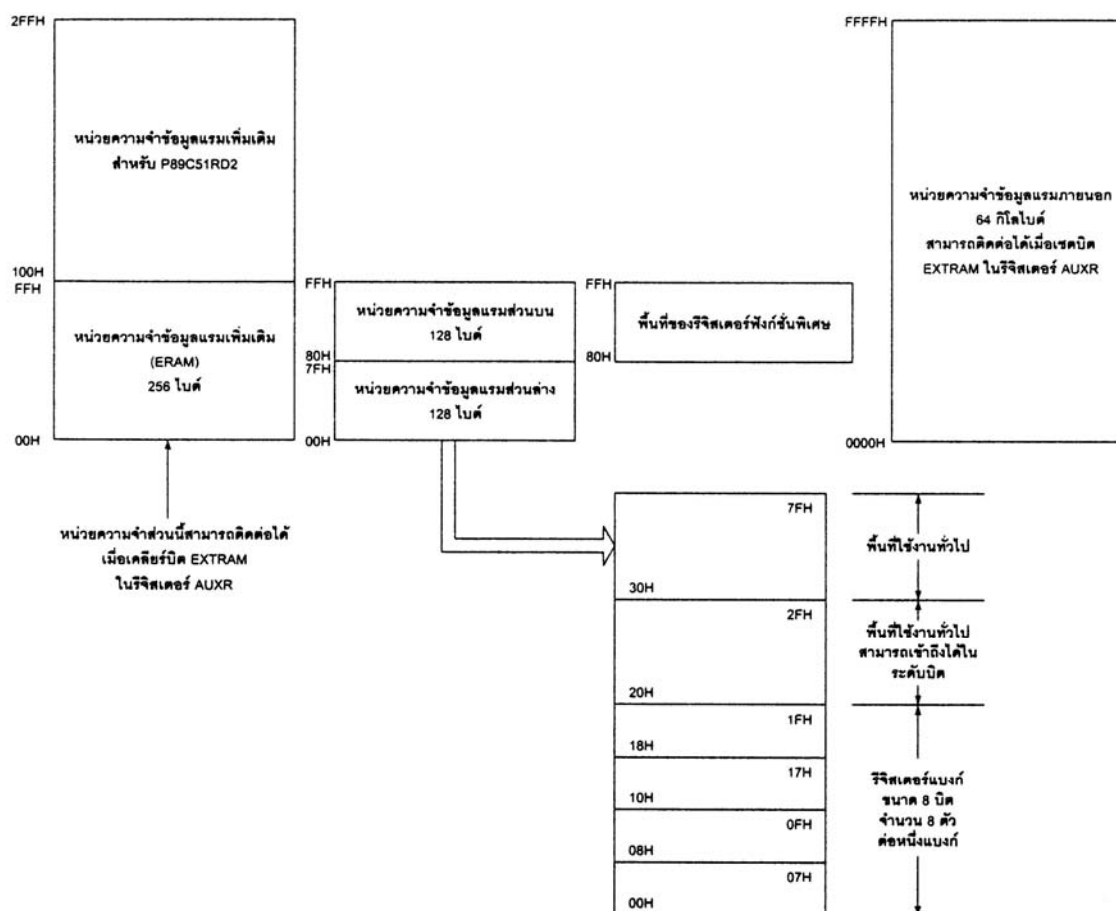
หน่วยความจำข้อมูลแบบส่วนบน 128 ไบต์ มีแอดเดรสอยู่ที่ 80H-FFH เป็นพื้นที่ของรีจิสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษหรือ SFR (Special Function Register) สามารถเข้าถึงแบบโดยตรงได้ ในขณะที่เดียวกันยังใช้เป็นพื้นที่เก็บข้อมูล โดยสามารถเข้าถึงได้แบบโดยอ้อมเท่านั้น ซึ่งหน่วยความจำในส่วนนี้มีลักษณะเหมือนกับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 พื้นฐานทุกประการ

หน่วยความจำข้อมูลแรมเพิ่มเติม 768 ไบต์หรือ ERAM (Expanded RAM) สามารถเข้าถึงได้แบบโดยอ้อมด้วยการใช้คำสั่ง MOVX เหมือนกับการติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอก โดยหน่วยความจำในส่วนนี้จะสามารถติดต่อกได้เมื่อมีการเคลียร์บิต EXTRAM ในรีจิสเตอร์ AUXR แต่ถ้าหากบิต EXTRAM นี้เซตเป็น "1" จะเป็นการกำหนดให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอกแทน

ในรูปภาพประกอบ 4 แสดงการจัดสรรหน่วยความจำข้อมูลแรมภายในไมโครคอนโทรลเลอร์

#### 2.1.4 วอตช์ด็อกไทเมอร์ทางฮาร์ดแวร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ P89C51RD2

อีกหนึ่งความสามารถพิเศษที่ได้รับการบรรจุไว้ในไมโครคอนโทรลเลอร์ P89C51RD2 คือ วอตช์ด็อกไทเมอร์ (Watchdog timer : WDT) โดยหน้าที่หลักของมันคือ คอยตรวจสอบซีพียูภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ยังทำงานเป็นปกติต่อเนื่องอยู่หรือไม่ หากซีพียูหยุดทำงาน วอตช์ด็อกไทเมอร์ก็จะทำการส่งสัญญาณไปรีเซ็ต เพื่อให้ซีพียูกลับมาทำงาน ส่งผลให้ระบบไม่เกิดการหยุดชะงัก



ภาพประกอบ 4 การแสดงการจัดสรรหน่วยความจำข้อมูลแรมภายในไมโครคอนโทรลเลอร์  
ที่มา: วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล, ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. 2545: 10

### 2.1.5 คุณสมบัติการโปรแกรมในระบบหรือ ISP (In-System Programming)

จุดเด่นที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ P89C51RD2 มีเหนือไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 มาตรฐานอีกประการหนึ่งคือ ความสามารถในการเขียน-อ่าน-ลบข้อมูลในหน่วยความจำโปรแกรมในระบบหรือในวงจรโดยไม่ต้องถอดตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ออกมาโปรแกรมด้วยเครื่องโปรแกรมภายนอก หรือที่เรียกว่า ISP (In-System Programming) การโปรแกรมแบบ ISP ของไมโครคอนโทรลเลอร์ P89C51RD2 แตกต่างจากอนุกรม AT89Sxxx ตรงที่การถ่ายทอดข้อมูลจะกระทำผ่านขาพอร์ตอนุกรมคือ TXD และ RXD จึงทำให้ไม่ต้องใช้วงจรรับข้อมูลจากคอมพิวเตอร์แล้วถ่ายทอดข้อมูลในแบบ SPI (Synchronous Peripheral Interface) เพียงต่อขาสัญญาณจากไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านวงจรแปลงระดับสัญญาณ RS-232 ก็ได้แล้ว

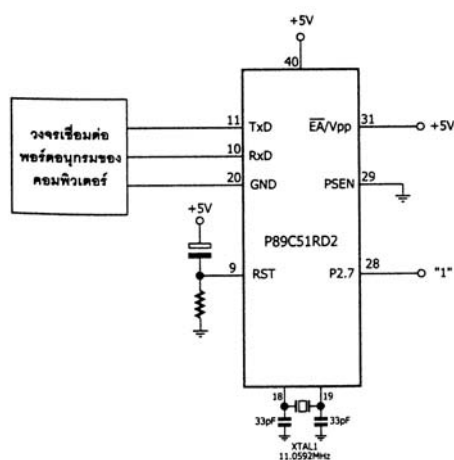
หัวใจสำคัญของกระบวนการ ISP ในไมโครคอนโทรลเลอร์ P89C51RD2 คือ หน่วยความจำบูตโรมที่บรรจุโปรแกรมสำหรับอ่าน-เขียนหน่วยความจำโปรแกรมภายในไมโครคอนโทรลเลอร์

โดยปกติจะไม่สามารถเข้าถึงได้ เว้นแต่ผู้ใช้งานต้องการให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เข้าสู่โหมดการโปรแกรมแบบ ISP การเข้าสู่โหมดโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ P89C51RD2 มีรายละเอียดดังนี้

การเข้าสู่โหมดโปรแกรมแบบ ISP ของไมโครคอนโทรลเลอร์ P89C51RD2

- (1) ต่อขา  $\overline{PSEN}$  ลงกราวด์
- (2) จ่ายไฟ +5V เข้าที่ขา  $\overline{EA/Vpp}$
- (3) ป้อนลอจิก “1” เข้าที่ขา P2.7
- (4) รีเซ็ตไมโครคอนโทรลเลอร์ ไมโครคอนโทรลเลอร์จะเข้าสู่โหมดโปรแกรมแบบ ISP
- (5) หลังจากที่ได้ติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว ให้ต่อ  $\overline{PSEN}$  กลับไปยังลอจิก “1” จากนั้นทำการรีเซ็ตไมโครคอนโทรลเลอร์อีกครั้งขณะนี้ไมโครคอนโทรลเลอร์กลับมาทำงานในโหมดรันปกติได้แล้ว

ในภาพประกอบ 5 เป็นวงจรแสดงการเตรียมไมโครคอนโทรลเลอร์ P89C51RD2 เพื่อเข้าสู่โหมดโปรแกรมแบบ ISP จะเห็นได้ว่า ในการโปรแกรมแบบ ISP ของ P89C51RD2 จะไม่ใช่แรงดันไฟสูง +12V แต่จะใช้เพียง +5V ทำให้สามารถยืดอายุการโปรแกรมหน่วยความจำภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้อย่างมาก



ภาพประกอบ 5 วงจรสำหรับเตรียมการโปรแกรมแบบ ISP ให้แก่ไมโครคอนโทรลเลอร์  
ที่มา: วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล, ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. 2545: 37

## 2.2 รีโมทคอนโทรล (PT2262, PT2272)

PT 2262 รีโมทคอลลโทรลเครื่องส่ง

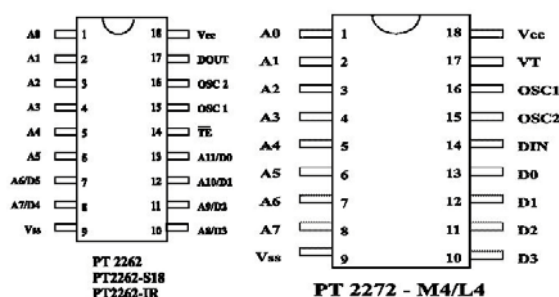
PT 2272 รีโมทคอลลโทรลเครื่องรับ

PT 2262 เป็นรีโมทคอนโทรลเข้ารหัสใช้คู่กับ PT 2272 เป็นรีโมทคอลลโทรลถอดรหัส ผลิตด้วยเทคโนโลยีซีมอสรูปแบบสัญญาณเข้ารหัสตามลำดับทั้ง 12 บิต ของข้อมูลได้มากถึง 531,441

(OR 3<sup>12</sup>) เซตรหัส สัญญาณเอาต์พุตมอดูเลตเข้ากับสัญญาณคลื่นพาห์ ที่มีความถี่วิทยุหรือแสงอินฟราเรด

### 2.2.1 คุณสมบัติเบื้องต้น

- (1) ถูกผลิตขึ้นมาด้วยเทคโนโลยีซีมอส
- (2) สิ้นเปลืองกำลังงานต่ำ
- (3) ทนต่อสัญญาณรบกวนได้มาก
- (4) เซตรหัสข้อมูลได้ 12 บิต
- (5) ส่งข้อมูลได้ 6 บิต
- (6) ผ่านแรงดันไฟเลี้ยง :  $V_{cc} = 4$  ถึง 15 โวลต์
- (7) ตัวต้านทาน 1 ตัว สำหรับการกำเนิดความถี่ออสซิลเลเตอร์
- (8) ชนิดเอาต์พุตแบบค้างข้อมูลหรือชั่วคราว
- (9) รูปแบบตัวถังบรรจุแบบ DIP และ SO



ภาพประกอบ 6 แสดงการจัดขาของ PT2262 กับ PT2272

ที่มา: PT2262, PT2272. Princeton Technology Corp. 1999 : 2

### 2.2.2 หน้าที่และการทำงานของขาใช้งานของไอซี

หน้าที่ของขาใช้งานต่างๆ ของตัวไอซีนีมีหน้าที่ที่แตกต่างกันไปตามลักษณะการจัดขาและชื่อเรียกประจำขาแต่ละขา ซึ่งจะสัมพันธ์กันในภาพประกอบ 6

- (1) ขา 9 ( $V_{ss}$ ) ขารับแรงดันไฟเลี้ยง (กราวด์)
- (2) ขา 1-8, 10-13 ( $A0-A11/ D0-D5$ ) เป็นขาที่ใช้ทำการเลือกข้อมูลทางอินพุตหรือเอาต์พุต ซึ่งใช้สำหรับการเซตแอดเดรสเซตข้อมูลของส่วนการเข้ารหัสและถอดรหัส หรือเรียกง่าย ๆ ก็คือเป็นขาเซตรหัสที่ต้องการตั้งค่านั้นเอง
- (3) ขา 14 ( $\overline{TE}$ ) ของ PT2262 เป็นขาที่ทำหน้าที่ควบคุมการส่ง โดยหากขานี้ต่อกับกราวด์ ไอซีก็จะอยู่ในสภาวะการส่งสมบูรณ์

(4) ขา 14 (DIN) ของ PT2272 เป็นขาอินพุตด้านรับโดยจะรับสัญญาณดิจิตอล ที่ผ่านการดีมอดูเลตจากวงจรภาครับ

(5) ขา 15, 16 (OSC1 , OSC2) เป็นขาอินพุตที่ต่อกับอุปกรณ์ตัวต้านทาน เพื่อใช้สำหรับการกำหนดความถี่ออสซิลเลเตอร์

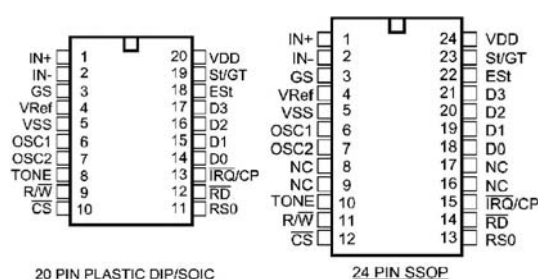
(6) ขา 17 (DOUT) ของ PT2262 เป็นขาเอาต์พุตจะจ่ายสัญญาณดิจิตอลมอดูเลตเข้ากับสัญญาณคลื่นพาห์ของวงจรภาคส่ง

(7) ขา 17 (VT) ของ PT2272 เป็นขาเอาต์พุตทำหน้าที่แสดงสถานะเป็นลอจิก HI เมื่อสัญญาณข้อมูลที่ถูกตีเทกต์ได้ถูกต้อง

(8) ขา 18 (Vcc) ขารับแรงดันไฟเลี้ยง (ด้านบวก)

### 2.3 ไทรศัพท์แจ้งเหตุ (MT8888C)

MT8888C นี้เป็นไอซีของบริษัท MITEL ที่เป็นผู้ผลิตขึ้นมา ความแตกต่างที่เห็นได้เด่นชัดที่นอกเหนือจากไอซีเบอร์ MT8870 ก็เห็นจะเป็นรูปร่างตัวถังบรรจุ, บล็อกไดอะแกรมการทำงานภายใน, และฟังก์ชันต่าง ๆ ในการใช้งาน ที่สามารถอินเทอร์เฟสกับไมโครคอนโทรลเลอร์ภายนอกได้ในภาพประกอบ 7 แสดงลักษณะการจัดขาใช้งานและตัวถังบรรจุของ MT8888C ตัวนี้ ส่วนในตาราง 3 แสดงคุณสมบัติทางไฟฟ้าเพื่อเป็นแนวทางในการนำไปใช้งานได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย



ภาพประกอบ 7 ลักษณะการจัดขาใช้งานและตัวถังบรรจุของไอซี MT8888C

ที่มา: เสกสิทธิ์ คำชมภู. 2544: 187

MT8888C นี้จัดอยู่ในไอซีประเภทโมโนลิธิค DTMF ทรานส์ซีฟเวอร์ที่มีการแบ่งย่านการกรองสัญญาณ DTMF ด้วย และยังใช้เทคโนโลยีของซีมอสทำให้ไอซีกินกำลังงานต่ำ และมีประสิทธิภาพสูงต่อสภาวะแวดล้อมในการใช้งาน โดยในส่วนของภาครับสัญญาณ DTMF นั้นจะใช้โครงสร้างที่เป็นพื้นฐานมาจาก MT8870 ซึ่งเป็นไอซีที่ทำหน้าที่รับสัญญาณ DTMF อยู่แล้ว และในส่วนของภาคส่งนั้นจะทำการแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอะนาลอกที่มีลักษณะเป็นแบบสวิตช์คาปาซิเตอร์ที่มีค่าความเพี้ยนต่ำมาก ทำให้สัญญาณ DTMF ที่ได้มีความเที่ยงตรงสูง ในส่วนของภาคนับภายในก็เช่นกันจะถูกกำหนดให้อยู่ในเบิร์สต์โหมด ซึ่งสัญญาณโทนเบิร์สต์นี้สามารถถูกส่งไปพร้อมกับค่าไทม์มิง

ด้วย ในขณะที่มีการกรองสัญญาณขณะเรียกสามารถที่จะทำการเลือกให้ไมโครโปรเซสเซอร์ทำการวิเคราะห์โทนที่ทำการเรียกก่อนได้

ตาราง 3 คุณสมบัติทางเทคนิคของ MT8888C

**Absolute Maximum Ratings\***

|   | Parameter                                          | Symbol   | Min          | Max          | Units |
|---|----------------------------------------------------|----------|--------------|--------------|-------|
| 1 | Power supply voltage $V_{DD}-V_{SS}$               | $V_{DD}$ |              | 6            | V     |
| 2 | Voltage on any pin                                 | $V_I$    | $V_{SS}-0.3$ | $V_{DD}+0.3$ | V     |
| 3 | Current at any pin (Except $V_{DD}$ and $V_{SS}$ ) |          |              | 10           | mA    |
| 4 | Storage temperature                                | $T_{ST}$ | -65          | +150         | °C    |
| 5 | Package power dissipation                          | $P_D$    |              | 1000         | mW    |

\* Exceeding these values may cause permanent damage. Functional operation under these conditions is not implied.

**Recommended Operating Conditions -** Voltages are with respect to ground ( $V_{SS}$ ) unless otherwise stated.

|   | Parameter               | Sym       | Min      | Typ <sup>‡</sup> | Max      | Units | Test Conditions |
|---|-------------------------|-----------|----------|------------------|----------|-------|-----------------|
| 1 | Positive power supply   | $V_{DD}$  | 4.75     | 5.00             | 5.25     | V     |                 |
| 2 | Operating temperature   | $T_O$     | -40      |                  | +85      | °C    |                 |
| 3 | Crystal clock frequency | $f_{CLK}$ | 3.575965 | 3.579545         | 3.583124 | MHz   |                 |

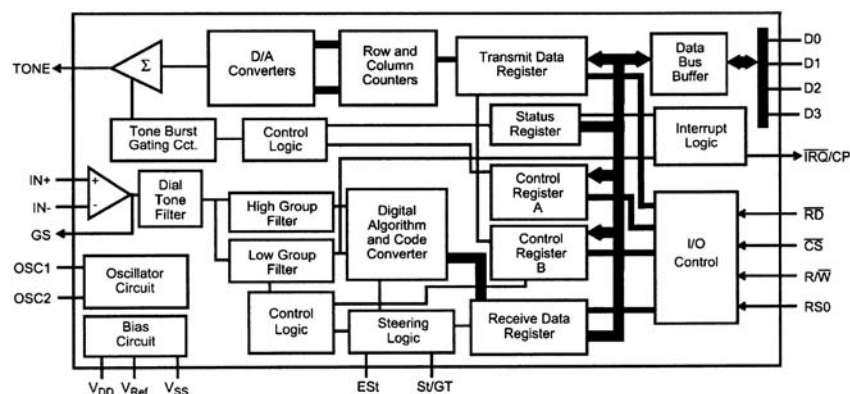
‡ Typical figures are at 25 °C and for design aid only; not guaranteed and not subject to production testing.

**DC Electrical Characteristics<sup>†</sup> -  $V_{SS}=0$  V.**

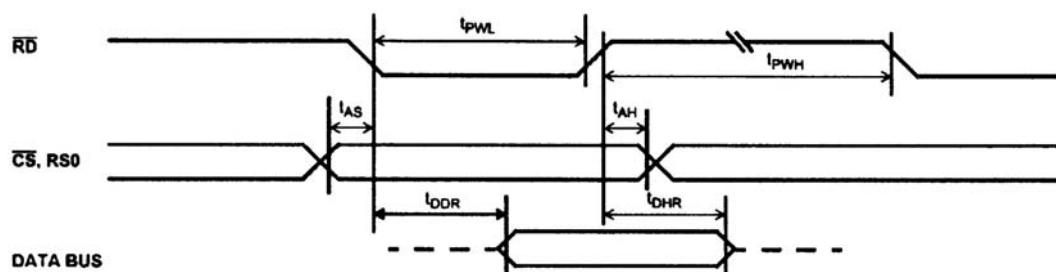
|    |                                 | Characteristics                  | Sym       | Min  | Typ <sup>‡</sup> | Max  | Units | Test Conditions             |
|----|---------------------------------|----------------------------------|-----------|------|------------------|------|-------|-----------------------------|
| 1  | S<br>U<br>P                     | Operating supply voltage         | $V_{DD}$  | 4.75 | 5.0              | 5.25 | V     |                             |
| 2  |                                 | Operating supply current         | $I_{DD}$  |      | 7.0              | 11   | mA    |                             |
| 3  |                                 | Power consumption                | $P_C$     |      |                  | 57.8 | mW    |                             |
| 4  | I<br>N<br>P<br>U<br>T<br>S      | High level input voltage (OSC1)  | $V_{IHO}$ | 3.5  |                  |      | V     | Note 9*                     |
| 5  |                                 | Low level input voltage (OSC1)   | $V_{ILO}$ |      |                  | 1.5  | V     | Note 9*                     |
| 6  |                                 | Steering threshold voltage       | $V_{TSt}$ | 2.2  | 2.3              | 2.5  | V     | $V_{DD}=5V$                 |
| 7  | O<br>U<br>T<br>P<br>U<br>T<br>S | Low level output voltage (OSC2)  | $V_{OLO}$ |      |                  | 0.1  | V     | No load<br>Note 9*          |
| 8  |                                 | High level output voltage (OSC2) | $V_{OHO}$ | 4.9  |                  |      | V     | No load<br>Note 9*          |
| 9  |                                 | Output leakage current (IRQ)     | $I_{OZ}$  |      | 1                | 10   | μA    | $V_{OH}=2.4$ V              |
| 10 |                                 | $V_{Ref}$ output voltage         | $V_{Ref}$ | 2.4  | 2.5              | 2.6  | V     | No load, $V_{DD}=5V$        |
| 11 |                                 | $V_{Ref}$ output resistance      | $R_{OR}$  |      | 1.3              |      | kΩ    |                             |
| 12 | D<br>i<br>g<br>i<br>t<br>a<br>l | Low level input voltage          | $V_{IL}$  |      |                  | 0.8  | V     |                             |
| 13 |                                 | High level input voltage         | $V_{IH}$  | 2.0  |                  |      | V     |                             |
| 14 |                                 | Input leakage current            | $I_{IZ}$  |      |                  | 10   | μA    | $V_{IN}=V_{SS}$ to $V_{DD}$ |
| 15 | Data<br>Bus                     | Source current                   | $I_{OH}$  | -1.4 | -6.6             |      | mA    | $V_{OH}=2.4V$               |
| 16 |                                 | Sink current                     | $I_{OL}$  | 2.0  | 4.0              |      | mA    | $V_{OL}=0.4V$               |
| 17 | ES<br>t<br>and<br>St<br>Gt      | Source current                   | $I_{OH}$  | -0.5 | -3.0             |      | mA    | $V_{OH}=4.6V$               |
| 18 |                                 | Sink current                     | $I_{OL}$  | 2    | 4                |      | mA    | $V_{OL}=0.4V$               |
| 19 | IRQ/<br>CP                      | Sink current                     | $I_{OL}$  | 4    | 16               |      | mA    | $V_{OL}=0.4V$               |

### 2.3.1 รายละเอียดของฟังก์ชันการทำงาน

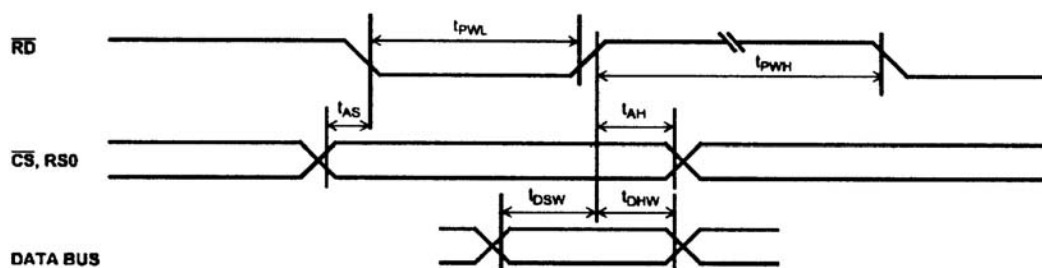
MT8888C อินทิเกรต DTMF ทรานส์ซีฟเวอร์มีโครงสร้างภายในประกอบไปด้วย ส่วนของ ภาครับสัญญาณ DTMF ที่มีคุณภาพสูง และมีวงจรขยายสัญญาณที่สามารถกำหนดอัตราการขยาย สัญญาณได้และยังมีวงจรกำเนิดสัญญาณ DTMF ที่ทำงานสัมพันธ์กันกับส่วนของเบิสต์เคอร์เนเตอร์ เพื่อทำการสังเคราะห์สัญญาณไปสู่โทนเบิสต์ และสัญญาณสั่งการหยุดสภาวะการทำงานในส่วนที่ เกี่ยวข้องที่ต้องการ ในโหมดของลำดับการเรียกสามารถทำการเลือกช่วงความถี่ที่มีคุณสมบัติตรง กับช่วงการกรองสัญญาณ เพื่อให้สามารถทำการดีเทกต์สัญญาณได้ ในขั้นตอนของการประยุกต์ใช้ งานกับอุปกรณ์ไอซีของอินเทลนั้น สามารถประยุกต์ใช้งานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 8080, 80C31/51 และ 8085 ซึ่งจะสามารถอินเตอร์เฟสและเข้าถึงรีจิสเตอร์ภายใน MT8888C ได้ ดังรายละเอียดของบล็อกไดอะแกรมโครงสร้างภายในไอซี MT8888C ที่แสดงไว้ในภาพประกอบ 8



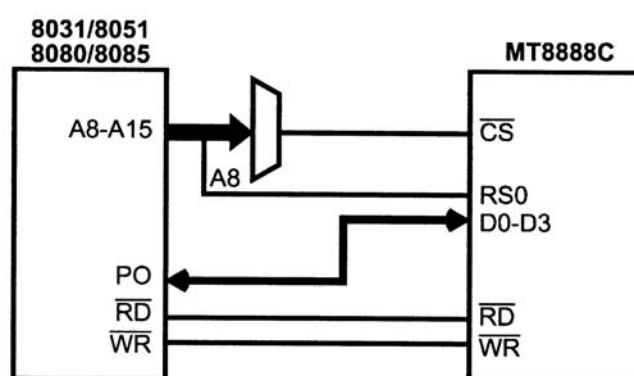
ภาพประกอบ 8 บล็อกไดอะแกรมส่วนประกอบต่าง ๆ ภายในไอซี MT8888C  
ที่มา: เสกสิทธิ์ คำชมภู. 2544: 187



ภาพประกอบ 9 ไทม์มิงไดอะแกรมวงรอบการอ่านใน 8031, 8051, 8085  
ที่มา: เสกสิทธิ์ คำชมภู. 2544: 192



ภาพประกอบ 10 ไทม์มิงไดอะแกรมวงจรการเขียนใน 8031, 8051, 8085  
ที่มา: เสกสิทธิ์ คำชมภู. 2544: 192



ภาพประกอบ 11 บล็อกไดอะแกรมการอินเตอร์เฟสเบื้องต้นกับไมโครคอนโทรลเลอร์  
ที่มา: เสกสิทธิ์ คำชมภู. 2544: 192

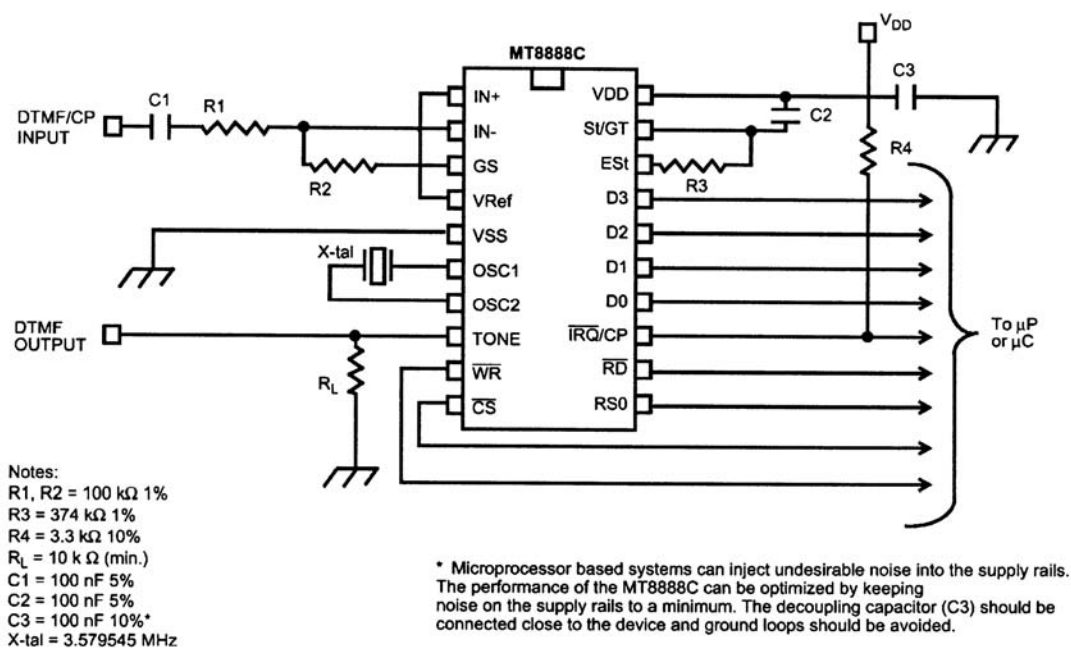
### 2.3.2 การอินเตอร์เฟสกับไมโครโปรเซสเซอร์

ในขั้นตอนนี้สำหรับการต่อใช้งาน MT8888C อินเตอร์เฟสร่วมกับไมโครโปรเซสเซอร์ตระกูลอินเทลนั้นสามารถใช้งานร่วมกับโปรเซสเซอร์เวอร์ชันความเร็วสัญญาณนาฬิกา 16 เมกะเฮิร์ตซ์ อย่าง 80C51 และไม่ต้องรอรอบหากต้องการต่อข้อมูลเข้าใช้งานร่วมกัน ในภาพประกอบ 9 แสดงไทม์มิงไดอะแกรมวงจรการอ่านในการอินเตอร์เฟสร่วมกับ 8031/8051/8085 ส่วนในภาพประกอบ 10 แสดงไทม์มิงไดอะแกรมวงจรการเขียนใน 8031/8051/8085 ซึ่งทั้งหมดเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ฐานเวลา 5 เมกะเฮิร์ตซ์ โดยคุณลักษณะของขา ALE เอาต์พุตเป็นแบบแฉก และการถอดรหัสเอาต์พุตออกจากไบต์แอดเดรสด้านสูง (P2) โดยมีขา CS เป็นขากำเนิดสัญญาณติดต่อ ในภาพประกอบ 11 แสดงหลักการเบื้องต้นของการเชื่อมต่ออินเทลโปรเซสเซอร์ร่วมกับ MT8888C ทรานส์ซีฟเวอร์

การอินเตอร์เฟสกับไมโครโปรเซสเซอร์นั้น ได้แบ่งการเข้าถึงรีจิสเตอร์ภายในไอซีไว้ 5 คอนโทรลรีจิสเตอร์ และรีจิสเตอร์ที่รับข้อมูลด้านรับเพียงอย่างเดียวจะทำการถอดรหัสเอาต์พุตของ

ดิจิตอล DTMF ที่รับเข้ามาหลังสุด ข้อมูลดังกล่าวจะถูกนำไปยังรีจิสเตอร์ที่เขียนข้อมูลด้านส่งเพียงอย่างเดียว เพื่อทำการแบ่งให้เป็นสัญญาณโทน 2 ส่วนเพื่อใช้กำเนิดเป็นสัญญาณฐานเวลาโทนขึ้นมา การควบคุมในภาคส่งนี้จะกระทำที่คอนโทรลรีจิสเตอร์ทั้งสองส่วนของคอนโทรลรีจิสเตอร์ A (CRA) และคอนโทรลรีจิสเตอร์ B (CRB) โดยมีตำแหน่งแอดเดรสเหมือนกัน การเขียนข้อมูลในคอนโทรลรีจิสเตอร์ B จะได้รับการเซตอัพที่บิตแรกเป็น MSB (b3) ใน CRA และขั้นตอนการเขียนก็จะดำเนินไป เมื่อการเขียนดำเนินต่อไปจนกระทั่งมาถึงแอดเดรสที่เหมือนกันที่มีทิศทางเดียวกันใน CRB หลังจากนั้นลำดับขั้นดังกล่าวก็จะย้อนกลับไปสู่วงรอบการเขียนใหม่ใน CRA

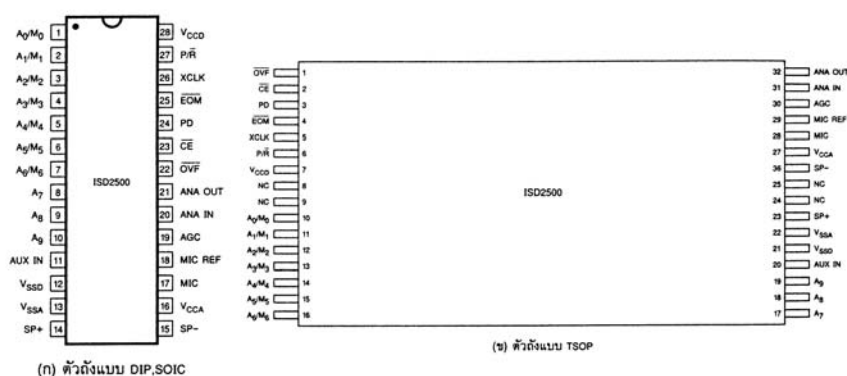
การรีเซตซอฟต์แวร์โดยมากแล้วจะรวมอยู่กับขั้นตอนเริ่มต้นของแต่ละโปรแกรม ที่จะส่งผลถึงคอนโทรลรีจิสเตอร์ให้ได้รับการรีเซตด้วย ในขณะที่มีการเริ่มจ่ายไฟเลี้ยงให้กับระบบ หรือมีการกดสวิตช์เพาเวอร์รีเซต และในขามัลติเพล็กซ์เซอร์ IRQ/CD สามารถทำการโปรแกรมเพื่อให้เกิดการอินเตอร์รัพต์ขึ้นในสัญญาณ DTMF ได้ หรือเมื่อมีความพร้อมที่จะทำการส่งข้อมูลจำนวนมาก (อยู่ในเบิร์สต์โหมดเพียงอย่างเดียว) และในทางกลับกันขาใช้งานนี้สามารถที่จะกำหนดคอนฟิгурेशनของสัญญาณรูปคลื่นสี่เหลี่ยมทางเอาต์พุตของลำดับสัญญาณเรียกได้โดยขา IRQ/CP นี้ เป็นขาเอาต์พุตแบบเดรนเปิดและสามารถต่อตัวต้านทานพูลอัพทางเอาต์พุตขานี้ได้ ดังในภาพประกอบ 12 แสดงลักษณะวงจรและการอินเตอร์เฟสกับไมโครโปรเซสเซอร์หรือไมโครคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น



ภาพประกอบ 12 วงจรเบื้องต้นของการต่อใช้งานอินเตอร์เฟสกับ uP และ uC  
ที่มา: เทคโนโลยี คำคมภู. 2544: 193

## 2.4 บันทึกเสียงแจ้งเหตุ ตระกูล ISD2500

หากมองดูแบบผิวเผินตระกูล ISD12xx/14xx ก็ไม่แตกต่างไปจาก ISD25xx เท่าใดนัก หากแต่เมื่อพิจารณาอย่างละเอียดแล้ว ISD25xx ก็มีข้อแตกต่างให้เห็นอยู่หลายอย่าง ที่เด่นชัดคือระยะเวลาในการบันทึกนานกว่ามากและไม่ต้องใช้อุปกรณ์เป็นภาคขยายเสียงต่อร่วมภายนอกสามารถขับลำโพงได้โดยตรง ในส่วนของไมโครโฟนใช้ได้กับไดนามิกไมโครโฟน หรือคอนเดนเซอร์ไมโครโฟนก็ได้ ในภาพประกอบ 13 (ก) แสดงตัวถังบรรจุของ ISD25xx ในแบบ DIP/SOIC ส่วนในภาพประกอบ 13 (ข) เป็นตัวถังบรรจุแบบ TSOP สำหรับการใช้งานในแบบทั่วไปแล้วตัวถังบรรจุแบบ DIP/SOIC น่าจะใช้งานได้ง่ายกว่าแบบ TSOP



ภาพประกอบ 13 ลักษณะการจัดการขาใช้งานของ ISD 2500

ที่มา: เทคโนโลยี คำชมภู. 2538: 85

### 2.4.1 คุณสมบัติของ ISD 25xx

ในเมื่อมากขึ้นแรงทั้งตระกูลแล้วคุณสมบัติหลักๆ ที่สำคัญก็น่าจะครอบคลุมถึงความยุ่งยากต่างๆ ให้ง่ายและกระชับตรงลงมาเสร็จสรรพในการใช้งานในตัวเดียวจริงๆ คุณสมบัติของ ISD 25xx ต่อไปนี้

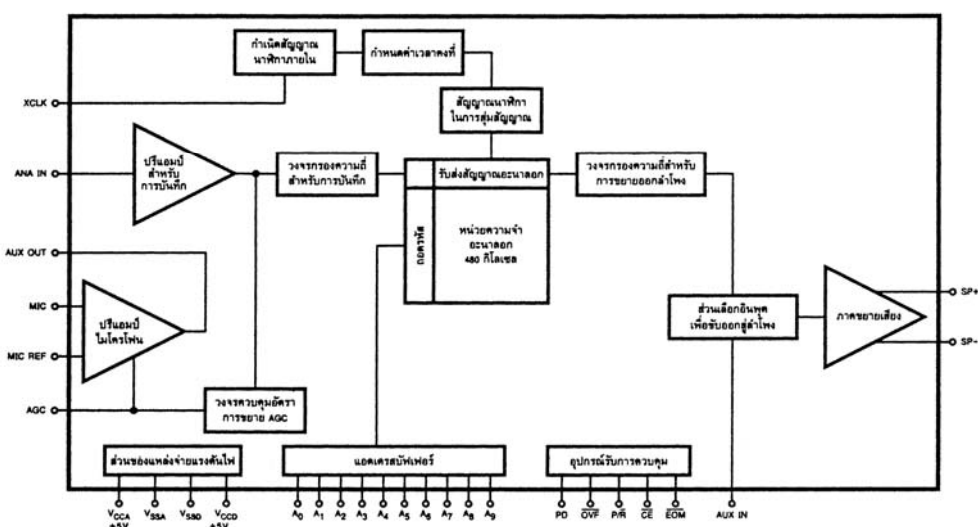
- (1) เพียงไอซีตัวเดียวก็สามารถบันทึกและเล่นกลับได้อย่างง่ายดาย
- (2) ไม่มีอุปกรณ์ประเภทไอซีอื่น ๆ ประกอบร่วมภายนอก
- (3) ไม่ต้องพัฒนาระบบอื่นขึ้นมาเสริมเพื่อให้ใช้งานได้
- (4) มีประสิทธิภาพในการบันทึกและเล่นกลับที่เสียงได้เหมือนต้นกำเนิดเสียง
- (5) ควบคุมการบันทึกและเล่นกลับด้วยสวิตช์หรือควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์
- (6) ระยะเวลาในการบันทึก/เล่นกลับตั้งแต่ 45,60,75 และ 90 วินาทีตามแต่เบอร์ในตระกูล

ISD 25xx

- (7) ต่อкаскетกันได้เลยโดยตรงเพื่อเพิ่มระยะเวลาให้ยาวมากขึ้น
- (8) ปิดการทำงานอัตโนมัติเมื่อไม่มีการบันทึกหรือเล่นกลับนานเกินไป

- (9) สามารถเก็บความจำไว้ได้นาน 100 ปี ไม่ต้องมีแบตเตอรี่สำรอง
- (10) วงรอบการบันทึก 100,000 ครั้ง
- (11) มีวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาภายในตัว
- (12) สามารถโปรแกรมควบคุมการเล่นกลับเพียงอย่างเดียวเพื่อพัฒนารูปแบบใช้งานได้

จากคุณสมบัติต่าง ๆ ที่รวมอยู่ในไอซีเพียงตัวเดียวจึงทำให้ง่ายแก่การใช้งานตั้งแต่วงจรขยายสัญญาณจากไมโครโฟนจนถึงหน่วยจัดเก็บข้อมูลที่ทำการบันทึกและขับลำโพง ก็ถูกรวมไว้ในไอซีเพียงตัวเดียวในโหมดการบันทึกจะจัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ ไว้ในหน่วยความจำที่เป็นเซลล์แบบไม่ต้องการแรงดันสำรองเพื่อรักษาข้อมูลไม่ให้สูญหาย (Non-volatile memory cells) สัญญาณเสียงที่อยู่ในรูปแบบของสัญญาณอะนาล็อก จะถูกบันทึกไว้ในหน่วยจัดเก็บความจำโดยตรง โดยอาศัยเทคโนโลยี DAST (Direct Analog Storage Technology) และการจัดเก็บความจำก็จะจัดเก็บในลักษณะที่เป็นสัญญาณอะนาล็อกอยู่เช่นเดิม จึงทำให้การเล่นกลับสามารถให้สัญญาณเสียงที่เหมือนกับต้นกำเนิดเสียงมาก เพราะไม่มีกระบวนการเปลี่ยนสัญญาณอะนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัลเข้ามาเกี่ยวข้อง



ภาพประกอบ 14 บล็อกไดอะแกรมภายในของไอซี

ที่มา: เสกสิทธิ์ คำชมภู. 2538: 86

ในภาพประกอบ 14 เป็นรูปแสดงบล็อกไดอะแกรมภายในของ ISD25xx เมื่อพิจารณาดูบล็อกไดอะแกรมแล้วก็มีลักษณะคล้ายคลึงกับตระกูล ISD12xx/14xx มาก หากแต่มีความแตกต่างกันอยู่ในส่วนของบล็อกแอดเดรสบัพเฟออร์ และบล็อกส่วนรับการควบคุม นอกจากนั้นยังมีบล็อกมัลติเพล็กซ์สัญญาณอินพุตของเพาเวอร์แอมป์ภายในไอซี เพื่อทำการเลือกที่จะขยายสัญญาณที่ถูกบันทึกเก็บไว้ หรือขยายสัญญาณจากภายนอกที่ขา AUX IN ทั้งหมดนี้เป็นข้อแตกต่างของ

ISD25xx ที่ไม่เหมือนกัน ISD12xx/14xx นอกจากนั้นอัตราการทำงานของไอซีในตระกูล ISD25xx ก็แตกต่างกันดังจะแสดงข้อมูลทางด้านการบันทึกสัญญาณของไอซีในตระกูลไว้ในตาราง 4

ตาราง 4 คุณสมบัติทางไฟฟ้าบางอย่างที่แตกต่างกันของไอซีในตระกูล ISD 25XX

| เบอร์ไอซี | ระยะเวลาบันทึก | การสุ่มสัญญาณทางอินพุต | ความถี่ที่ผ่านวงจรกรอง | ความถี่สัญญาณนาฬิกาภายใน |
|-----------|----------------|------------------------|------------------------|--------------------------|
| ISD2545   | 45 วินาที      | 10.6 กิโลเฮิร์ตซ์      | 4.5 กิโลเฮิร์ตซ์       | 1365.3 กิโลเฮิร์ตซ์      |
| ISD2560   | 60 วินาที      | 8.0 กิโลเฮิร์ตซ์       | 3.4 กิโลเฮิร์ตซ์       | 1024 กิโลเฮิร์ตซ์        |
| ISD2575   | 75 วินาที      | 6.4 กิโลเฮิร์ตซ์       | 2.7 กิโลเฮิร์ตซ์       | 819.2 กิโลเฮิร์ตซ์       |
| ISD2590   | 90 วินาที      | 5.33 กิโลเฮิร์ตซ์      | 2.3 กิโลเฮิร์ตซ์       | 682.7 กิโลเฮิร์ตซ์       |

ที่มา: เสกสิทธิ์ คำชมภู. 2538: 86

ตาราง 5 คุณสมบัติทางไฟฟ้าของ ISD 25XX

| พารามิเตอร์                                  | สัญลักษณ์    | ค่า            | หน่วย         |
|----------------------------------------------|--------------|----------------|---------------|
| แรงดันอินพุตด้านต่ำ "0"                      | $V_L$        | 0.8            | โวลต์         |
| แรงดันอินพุตด้านสูง "1"                      | $V_H$        | 2              | โวลต์         |
| แรงดันเอาต์พุตด้านต่ำ                        | $V_{OL}$     | 0.4            | โวลต์         |
| แรงดันเอาต์พุตด้านสูง                        | $V_{OH}$     | $V_{CC} - 0.4$ | โวลต์         |
| แรงดันเอาต์พุตด้านสูงที่ขา $\overline{OVF}$  | $V_{OH1}$    | 2.4            | โวลต์         |
| แรงดันเอาต์พุตด้านสูงที่ขา $\overline{EOM}$  | $V_{OH2}$    | $V_{CC} - 1.0$ | โวลต์         |
| กระแสของแรงดันไฟเลี้ยงที่ $V_{CC} = 5$ โวลต์ | $I_{CC}$     | 25             | มิลลิแอมป์    |
| กระแสขณะสแตนด์บายที่ $V_{CC} = 5$ โวลต์      | $I_{SB}$     | 1-10           | ไมโครแอมป์    |
| กระแสรั่วไหลทางอินพุต                        | $I_L$        | $\pm 1$        | ไมโครแอมป์    |
| อิมพีแดนซ์ของโหลดเอาต์พุต                    | $R_{EXT}$    | 16             | โอห์ม         |
| ความต้านทานอินพุตของปริแอมป์ไมโครโฟน         | $R_{MIC}$    | 10             | กิโลโอห์ม     |
| ความต้านทานอินพุตของขาอินพุตภายนอก           | $R_{ALX}$    | 10             | กิโลโอห์ม     |
| ความต้านทานอินพุตของขาอินพุตอะนาล็อก         | $R_{ANA IN}$ | 3              | กิโลโอห์ม     |
| อัตราการขยายของปริแอมป์ 1                    | $A_{PRE1}$   | 24             | เดซิเบล       |
| อัตราการขยายของปริแอมป์ 2                    | $A_{PRE2}$   | 5              | เดซิเบล       |
| อัตราการขยายของขา AUX (สัญญาณภายนอก)         | $A_{ALX}$    | 1              | โวลต์ต่อโวลต์ |
| อัตราการขยายของภาคขยายเอาต์พุตลำโพง          | $A_{APP}$    | 22             | เดซิเบล       |
| ความต้านทานเอาต์พุตของขา AGC                 | $R_{AGC}$    | 5              | กิโลโอห์ม     |
| แรงดันไฟเลี้ยงตัวไอซีทั้งหมด                 | $V_{CC}$     | 5-7            | โวลต์         |
| อุณหภูมิขณะทำงาน                             | $T_S$        | -65-150        | องศาเซลเซียส  |

ที่มา: เสกสิทธิ์ คำชมภู. 2538: 87

#### 2.4.2 เบื้องต้นของการทำงาน

เบื้องต้นของการทำงานนั้นต้องทำความเข้าใจหรือทราบรายละเอียดของคุณสมบัติทางเทคนิคของไอซีตระกูลนี้กันเสียก่อน ดังแสดงตารางคุณสมบัติทางเทคนิคหรือไฟฟ้าไว้ในตารางที่ 5 รายละเอียดในตารางนี้มีความสำคัญมากต่อการใช้เป็นค่าอ้างอิงในการออกแบบใช้งาน และการทำงานเบื้องต้นในที่นี้จะกล่าวถึงหน้าที่การใช้งานของแต่ละขาทั้งหมด เพราะหากกล่าวถึงการทำงานธรรมดาก็คือ ไอซีบันทึกเสียงนั้นคือการทำงาน แต่การทำงานของแต่ละขาและหน้าที่ของแต่ละขาจะมีความสำคัญมากกว่า เพราะจะสามารถนำเอาไอซีไปใช้งานได้ถูกต้องและปลอดภัย (ไอซีไม่เสียหายก่อนจะใช้งานได้)

Address/Mode Inputs ( $A_0 - A_9 / M_0 - M_6$ ) ขา 1-10 ขาแอดเดรสและโหมดอินพุตจะมีอยู่สองฟังก์ชันที่ขึ้นอยู่กับระดับของสอง MSB ของแอดเดรส ถ้าแอดเดรสใดแอดเดรสหนึ่งของสอง MSBs เป็น “0” อินพุตก็จะมาปรากฏที่แอดเดรสบิตทั้งหมดและใช้เป็นแอดเดรสเริ่มต้นสำหรับวงรอบการบันทึกและเล่นกลับ และขาแอดเดรสจะเกิดการแลตช์ โดยขอบขาของพัลส์ที่ขา  $\overline{CE}$  และถ้า MSBs มีสถานะเป็น “1” ขาแอดเดรส/โหมดอินพุต จะมาขึ้นอยู่กับโหมดบิตทั้งหมด และเกิดการแลตช์เมื่อพัลส์ของขาของปรากฏที่ขา  $\overline{CE}$

Auxiliary Input (AUX IN) ขา 11 จะเป็นขาอินพุตจากภายนอก ซึ่งเป็นการมัลติเพล็กซ์สัญญาณผ่านออกไปทางเอาต์พุตของวงจรขยายภายในและขับออกสู่ขาเอาต์พุตลำโพง โดยขั้นตอนการทำงานนี้จะเกิดขึ้นเมื่อขา  $\overline{CE}$  มีสถานะเป็น “1” วงรอบของการเล่นกลับก็จะสิ้นสุดลง หรือเมื่อสัญญาณที่บันทึกไว้ถูกเล่นกลับจนหมดสิ้นแล้วมีการต่อคาสเคด ISD25xx กันหลายๆ ตัว ขา AUX IN จะถูกใช้ต่อเข้าสัญญาณเล่นกลับที่ออกมาจากขาเอาต์พุตลำโพงของตัวก่อนหน้านี้หรือจากตัวอันดับแรก

Ground Inputs ( $V_{SSA}, V_{SSD}$ ) ขา 12 และ 13 โดยคุณสมบัติของไอซีในตระกูล ISD25xx จะมีการแยกกันระหว่างกราวด์ของสัญญาณอะนาล็อก และกราวด์ของสัญญาณดิจิทัล ขากราวด์ทั้งสองนี้จะถูกต่อและปิดไว้ภายในตัวถึงบรรจุของไอซี การใช้งานขากราวด์ทั้งสองนี้จะเลือกต่อกับกราวด์ของเพาเวอร์ซัพพลายในส่วนที่มีค่าอิมพีแดนซ์ต่ำ เพื่อไม่ต้องการให้เกิดค่าแรงดันที่แตกต่างกันระหว่างกราวด์ทั้งสอง

Speaker Outputs (SP+, SP-) ขา 14 และ 15 เป็นขาเอาต์พุตต่อออกลำโพง ในตระกูล ISD25xx นี้ จะมีวงจรขับสัญญาณความแตกต่างออกสู่ลำโพง ซึ่งประกอบอยู่ในตัวไอซีเรียบร้อยแล้ว โดยมีความสามารถในการขับลำโพงเอาต์พุตได้ 50 มิลลิวัตต์ ที่โหลดลำโพง 16 โอห์มขาต่อลำโพงเอาต์พุตทั้งสองนี้จะไม่ต่อขนานกันโดยตรงเด็ดขาดเมื่อต้องถูกใช้ต่อคาสเคดกันหลายๆ ตัว และไม่เหมาะในการต่อลำโพงขนานกันทางเอาต์พุตหลายตัว โดยเฉพาะในบางครั้งขาเอาต์พุตลำโพงสามารถต่อคาสเคดกับไอซีอีกตัวได้โดยตรง เพราะมีตัวเก็บประจุคัปปลิงอยู่ในเรียบร้อยแล้ว

Voltage Inputs ( $V_{CCA}$ ,  $V_{CCD}$ ) ขา 16 และ 28 เป็นขารับแรงดันที่จะต้องแยกกันต่างหาก ระหว่างขารับแรงดันของวงจรอะนาล็อกและวงจรดิจิทัล ที่ประกอบอยู่ในตัวไอซีแล้ว ขารับแรงดันต้องการแรงดันไฟเลี้ยง +5 โวลต์ และต้องเป็นแรงดันไฟเลี้ยงที่มีสัญญาณรบกวนต่ำมาก

Microphone Input (MIC) ขา 17 จะรับสัญญาณอินพุตที่ผ่านเข้ามายังไมโครโฟนแล้วส่งผ่านสัญญาณเข้าสู่วงจรปรีแอมป์ที่ประกอบอยู่ในตัวไอซี ภายในประกอบด้วยวงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติ (AGC) โดยวงจรนี้จะทำหน้าที่ควบคุมอัตราการขยายวงจรปรีแอมป์ให้มีอัตราการขยายอยู่ในช่วง -15 ถึง 24 เดซิเบล ไมโครโฟนภายนอกจะถูกขับปลั๊งผ่านตัวเก็บประจุภายนอกในลักษณะอนุกรมกับขา 17 นี้ ค่าความจุของตัวเก็บประจุขับปลั๊งจะกำหนดค่าโดยคำนึงถึงค่าความต้านทาน 10 กิโลโอห์ม ที่ต่ออยู่ภายในขา 17 ของไอซีเพื่อให้เกิดการคัตออฟที่ความถี่ต่ำ

Microphone Reference Input (MIC REF) ขา 118 จะต่อขา 18 นี้เข้ากับกราวด์อะนาล็อก ( $V_{SSA}$ ) โดยมีตัวเก็บประจุต่ออนุกรมอยู่ก่อน เพื่อทำหน้าที่กำจัดสัญญาณรบกวนทางอินพุตขา 17 และเพื่อให้เกิดการชดเชยทางด้านสัญญาณรบกวนให้ดีกว่า 10 เดซิเบล

Automatic Gain Control Input (AGC) ขา 19 เป็นขาอินพุตเพื่อควบคุมการปรับอัตราการขยายของปรีแอมป์ไมโครโฟนทางด้านไดนามิก เพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับระดับสัญญาณที่มีย่านกว้างมากของสัญญาณทางอินพุตจากไมโครโฟน และเพื่อให้ระดับสัญญาณที่ทำการบันทึกมีความผิดเพี้ยนน้อยที่สุดขา AGC นี้จะต้องต่อร่วมกับอุปกรณ์ RC เพื่อกำหนดค่าเวลาคงที่โดยมีค่าความต้านทานภายใน 5 กิโลโอห์มและจะต่อร่วมกับตัวเก็บประจุภายนอกอีกหนึ่งตัวผ่านลงกราวด์อะนาล็อก ค่าที่เหมาะสมบางครั้งกำหนดไว้ที่ค่าความต้านทาน 470 กิโลโอห์มและตัวเก็บประจุ 4.7 ไมโครฟารัด

Analog Input (ANA IN) ขา 20 จะรับสัญญาณที่ผ่านวงจรปรีแอมป์ออกมาทางขา 21 โดยผ่านตัวเก็บประจุขับปลั๊งภายนอกขับปลั๊งสัญญาณเข้าที่ขา 20 นี้เพื่อผ่านสัญญาณเข้าไปทำการบันทึกไว้ในตัวไอซี ตัวเก็บประจุขับปลั๊งภายนอกนี้จะต้องสัมพันธ์กันกับค่าความต้านทานภายในค่า 3 กิโลโอห์ม ซึ่งเป็นอินพุตอิมพีแดนซ์ เพื่อที่จะทำให้เป็นวงจรกรองความถี่ต่ำแบบคัตออฟ

Analog Output (ANA OUT) ขา 21 เป็นขาเอาต์พุตของวงจรปรีแอมป์ขยายสัญญาณจากไมโครโฟนที่ได้รับการควบคุมอัตราการขยายจากวงจร AGC ภายในแล้ว

Overflow Output ( $\overline{OVF}$ ) ขา 22 สัญญาณพัลส์ "0" จะปรากฏออกมาทางขาเอาต์พุตนี้เพื่อเป็นการแสดงว่าสิ้นสุดการเล่นกลับหรือหน่วยความจำภายในตัวไอซีถูกอ่านออกมาหมดแล้วและจะแสดงเป็นสถานะหยุดเล่นกลับ พัลส์เอาต์พุตจากขา  $\overline{OVF}$  นี้จะจ่ายให้กับขา  $\overline{CE}$  อินพุตจนกว่าขา PD จะได้รับพัลส์เพื่อทำการรีเซต และเริ่มวงจรการเล่นกลับใหม่อีกครั้ง พัลส์ที่ขา  $\overline{OVF}$  นี้สามารถใช้เริ่มต้นการทำงานของ ISD25xx ในตัวถัดไปได้เมื่อถูกต่อคาสเคดกันอยู่หลายตัว

Chip Enable Input ( $\overline{CE}$ ) ขา 23 ขา  $\overline{CE}$  จะต้องได้รับสัญญาณพัลส์ "0" เพื่อทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเล่นกลับและการบันทึก ที่ขาแอดเดรสอินพุตและขา  $P/R$  อินพุตจะถูกแลตช์จากพัลส์ของขาของพัลส์ที่ขา  $\overline{CE}$

Power Down Input (PD) ขา 24 ในขณะที่ไม่มีการบันทึกหรือเล่นกลับที่ขา PD จะมีสถานะเป็น “1” ก็จะเป็นการรักษาระดับการสิ้นเปลืองกำลังงานในระดับต่ำมากๆ แต่เมื่อขา  $\overline{\text{OVF}}$  มีสถานะเป็น “0” ที่แสดงถึงการเล่นกลับสิ้นสุดลงปรากฏขึ้น ขา PD ปกติจะเป็น “1” อยู่ในขณะนั้นก็จะถูกรีเซตจะเริ่มกระบวนการบันทึกหรือเล่นกลับใหม่อีกครั้ง

End – of – Message/ RUN Output ( $\overline{\text{EOM}}$ ) ขา 25 เป็นส่วนของอุปกรณ์ non- volatile ภายในตัวไอซีที่จะใช้กำหนดหรือระบุการสิ้นสุดของการเก็บข้อมูลที่ทำการบันทึก ขา  $\overline{\text{EOM}}$  นี้จะให้เอาต์พุตออกมาเป็น “0” เมื่อข้อมูลที่ถูกบันทึกอยู่ถูกเล่นกลับออกมาหมดแล้ว

External Clock Input (XCLK) ขา 26 เป็นขารับสัญญาณนาฬิกาภายนอกเพื่อกำหนดค่าความถี่สัญญาณนาฬิกาในการสุ่มสัญญาณ แต่โดยปกติได้ระบุไว้ว่าสัญญาณนาฬิกาการสุ่มสัญญาณถูกกำหนดไว้ภายในแล้ว ซึ่งจะไม่ขึ้นกับอุณหภูมิภายนอกหรือย่านแรงดันไฟเลี้ยงที่ไม่คงที่การใช้งานปกติแล้วจะต่อขา 25 นี้เข้ากับกราวด์ของไฟเลี้ยง

Playback/Record Input ( $\text{P}/\overline{\text{R}}$ ) ขา 27 เมื่อขาอินพุตควบคุมการเล่นกลับและบันทึกได้รับพัลส์ “1” จะเป็นวงจรรอบของการเล่นกลับ และถ้าเป็นพัลส์ “0” จะเป็นการเลือกวงจรรอบการบันทึก ถ้าหากได้รับพัลส์ที่ขอบขาของขา  $\overline{\text{CE}}$  จะเป็นการแลตช์อินพุตที่ขา  $\text{P}/\overline{\text{R}}$

เมื่อการทำงานทุกอย่างเชื่อมโยงกันอยู่แค่ภายในตัวไอซีเพียงอย่างเดียวมีการต่ออุปกรณ์ภายนอกน้อยมากก็เป็นการง่ายที่จะประยุกต์เอาไอซีในตระกูลนี้ไปใช้งาน (เศกสิทธิ์ คำชมภู. 2538: 84-89)

## 2.5 ตัวตรวจจับการเคลื่อนไหวแบบพาสซีฟอินฟราเรด

อุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหว AMN14112 นี้ ถูกผลิตขึ้นมาบนเทคโนโลยีพาสซีฟอินฟราเรด NaPiOn โดยรูปร่างลักษณะตัวจริงของอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวดังภาพประกอบ 15 จะทำการตรวจจับความเปลี่ยนแปลงในการแพร่กระจายของรังสีอินฟราเรด ที่มีค่าอุณหภูมิของรังสีที่แตกต่างกันเมื่อมีการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต ซึ่งการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตดังกล่าวภายในบริเวณพื้นที่ที่ตัวตรวจจับครอบคลุมถึง จะทำให้เกิดความแตกต่างของค่าอุณหภูมิในร่างกายที่แพร่กระจายออกมาในรูปแบบของรังสีอินฟราเรด มีความแตกต่างไปจากค่าอุณหภูมิของรังสีอินฟราเรดที่แพร่กระจายอยู่ในพื้นที่โดยรอบในสภาวะปกติ ในลักษณะของความแตกต่างดังกล่าวนี้เองที่ทำให้เกิดการตรวจจับได้ถึงการเปลี่ยนแปลง และการตรวจจับการเคลื่อนไหวนี้ก็มีหลักการอย่างง่าย ๆ ดังนี้

(1) ตัวเซนเซอร์หรือตัวตรวจจับการเคลื่อนไหว จะทำการตรวจจับค่าความแตกต่างของอุณหภูมิที่เกิดขึ้นในพื้นที่ที่ทำการตรวจจับ โดยการตรวจจับนี้เป็นการตรวจจับความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตกับค่าอุณหภูมิที่แพร่กระจายออกมาจากสิ่งมีชีวิตขณะเคลื่อนที่

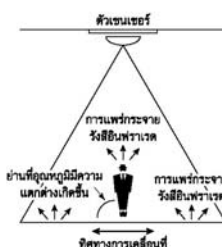
(2) พื้นที่ของการตรวจจับที่กว้างทำให้มีค่าอุณหภูมิมาตรฐานเป็นแพทเทิร์นที่คงที่ หากมีการเคลื่อนที่หรือมีค่าอุณหภูมิที่จุดใดจุดหนึ่งเปลี่ยนแปลงไป ก็จะทำให้แพทเทิร์นค่าอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงด้วย จึงทำให้เกิด การตรวจจับขึ้นได้ และในภาพประกอบ 16 แสดงหลักการของการตรวจจับ

ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิกับการเคลื่อนที่ดังกล่าว



10 m detection type

ภาพประกอบ 15 แสดงลักษณะรูปร่างหน้าตาของ AMN14112 ตัวตรวจจับความเคลื่อนไหว 10 m  
ที่มา: เศกสิทธิ์ คำชมภู. 2544: 214



ภาพประกอบ 16 หลักการตรวจจับการเคลื่อนไหวของสิ่งมีชีวิต  
ที่มา: เศกสิทธิ์ คำชมภู. 2544: 214

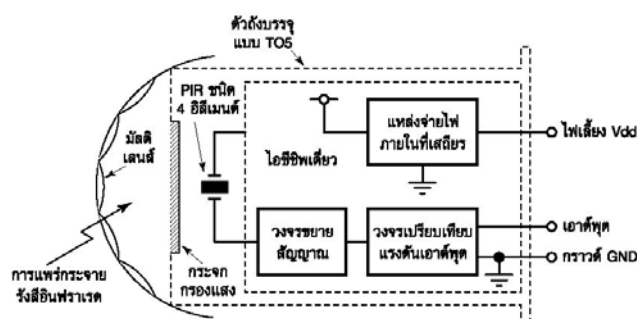
### 2.5.1 คุณสมบัติของ AMN14112

(1) ขนาดที่เล็กลงมากโดยเฉพาะชิปตรวจจับนั้นมีขนาดเล็กลงถึงเกือบ 10 เท่าของ PIR รุ่นเก่าและขนาดของเลนส์ที่ปิดอุปกรณ์หรือชิปตรวจจับนั้นเล็กลงถึงเกือบ 5 เท่าของรุ่นเก่า ทั้งนี้เพราะมีการบรรจุวงจรขยายรวมไว้ภายในด้วย ทำให้สามารถติดตั้งลงบนแผงวงจรในขนาดพื้นที่ที่เล็กกว่า ทำให้นขนาดโดยรวมของบอร์ดเล็กตามไปด้วย

(2) มีชุดเลนส์ครอบด้านหน้าของตัวตรวจจับให้เลือกใช้งานสองสีด้วยกันคือ สีดำ และสีขาว ทำให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกสีเลนส์ฝาครอบ มาใช้งานให้เหมาะสมกับอุปกรณ์โดยรอบและกล่องบรรจุที่เหมาะสมกันรวมไปถึงความเหมาะสมต่อสภาวะแวดล้อมโดยรอบในพื้นที่ทำการติดตั้งตัวตรวจจับด้วย และป้องกันการสะท้อนกลับของรังสีอินฟราเรดเนื่องจากผิวหน้าของกล่องบรรจุด้วย

(3) ด้วยเทคโนโลยีที่ก้าวหน้าของระบบการผลิต ทำให้ภายใน AMN14112 สามารถบรรจุวงจรขยายสัญญาณและวงจรเปรียบเทียบแรงดันเอาต์พุตเข้าไว้ภายในตัวโมดูลได้ โดยในส่วนของวงจรเอาต์พุตนั้นจะให้สถานะเอาต์พุตออกมาเป็นแบบสวิตช์ ออน-ออฟ ที่สามารถต่อใช้งานอินเตอร์เฟสโดยตรงกับระบบ ไมโครคอมพิวเตอร์ได้หรือต่อกับวงจรขับอุปกรณ์สวิตช์อื่นๆ ภายนอกได้ทันที นอกจากนั้นแล้วภายในโมดูลยังมีแหล่งจ่ายไฟภายในที่มีเสถียรภาพมาก เป็นการแน่ใจได้ว่าวงจรจะ

ทำงานตรวจจับค่าความเปลี่ยนแปลงของแพตเทิร์นอุณหภูมิได้อย่างเที่ยงตรง ในภาพประกอบ 17 แสดงโครงสร้างและบล็อกไดอะแกรมภายในของอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหว AMN14112



ภาพประกอบ 17 ด้วยโครงสร้างภายในที่รวมทุกอย่างไว้แล้วทำให้สะดวกต่อการใช้งานร่วมกับวงจรภายนอก

ที่มา: เสกสิทธิ์ คำชมภู. 2544: 216

(4) สามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวในลักษณะเคลื่อนผ่านในแบบเป็นลำดับกันได้ เนื่องจากภายในยังประกอบไปด้วยอิลีเมนต์ PIR ถึง 4 อิลีเมนต์ จึงทำให้ง่ายต่อการออกแบบให้มีการตรวจจับการเคลื่อนไหวของสิ่งมีชีวิตที่เรียงลำดับมาแบบเป็นคู่หรือเสมอกันได้ โดยที่ความสามารถในการค้นหาตรวจจับที่ทำให้เกิดการเซนเซอร์ได้ในระยะประมาณ 2 เมตร โดยความละเอียดในการตรวจจับได้แบ่งออกเป็น

(4.1) ตัวตรวจจับแบบมาตรฐาน : สามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวที่มีความละเอียดได้ที่ระยะ 30 เซนติเมตรที่สามารถกำหนดให้ได้ใกล้สุด

(4.2) ตัวตรวจจับแบบการเคลื่อนผ่าน : สามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวละเอียดได้ใกล้สุดประมาณ 20 เซนติเมตร

(5) ความสามารถในการต้านทานต่อสัญญาณรบกวน ด้วยรูปแบบเฉพาะในคุณสมบัติของตัวถังบรรจุที่เป็นโลหะแบบ TO5 บวกกับรูปแบบของการเดินสายสัญญาณในแบบคู่ตีเกลียว จึงทำให้สามารถต้านทานต่อสัญญาณรบกวนจากภายนอกได้ โดยเฉพาะค่าอุณหภูมิความเปลี่ยนแปลงที่มีค่าสูง ๆ เข้ามาใกล้ แต่ยังไม่ถึงบริเวณการตรวจจับซึ่งอาจทำให้เกิดการรบกวนขึ้นได้ ตัวอย่างของความสามารถในการต้านทานสัญญาณรบกวน เมื่อเทียบกับระยะทางของการตรวจจับการเคลื่อนไหวที่ไม่มีผลจากการรบกวนของสัญญาณจากระบบโทรศัพท์เซลล์ลาร์โดยแบ่งเป็นสองแบบคือ

(5.1) การตรวจจับแบบปกติ : ระยะต่ำสุด 1 - 2 เมตร หรือ 3.281 - 6.562 ฟุต

(5.2) การตรวจจับที่มีการเซนเซอร์การเคลื่อนไหวแล้ว : ระยะต่ำสุด 1 - 2 เซนติเมตร หรือ 0.394 - 0.787 นิ้ว (เสกสิทธิ์ คำชมภู. 2544: 213 - 219)

## 2.6 แหล่งจ่ายไฟ (POWER SUPPLY)

แหล่งจ่ายไฟ (Power supply) เป็นสิ่งที่มีบทบาทมากในวงจรอิเล็กทรอนิกส์เพราะอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทุกตัวจะสามารถทำงานได้ก็ต้องได้รับแรงดันไฟเลี้ยงจากแหล่งจ่ายไฟ แหล่งจ่ายไฟที่ใช้งานในวงจรอิเล็กทรอนิกส์มีทั้งแหล่งจ่ายไฟสลับและแหล่งจ่ายไฟตรง ในที่นี้จะขอเน้นหนักเนื้อหาไปยังแหล่งจ่ายไฟตรงเป็นหลัก ซึ่งในเรื่องของแหล่งจ่ายไฟตรงนี้ยังแบ่งออกเป็นแหล่งจ่ายไฟตรงแบบลิเนียร์ (Linear power supply) และแหล่งจ่ายไฟตรงแบบสวิตซ์ซิง (Switching power supply)

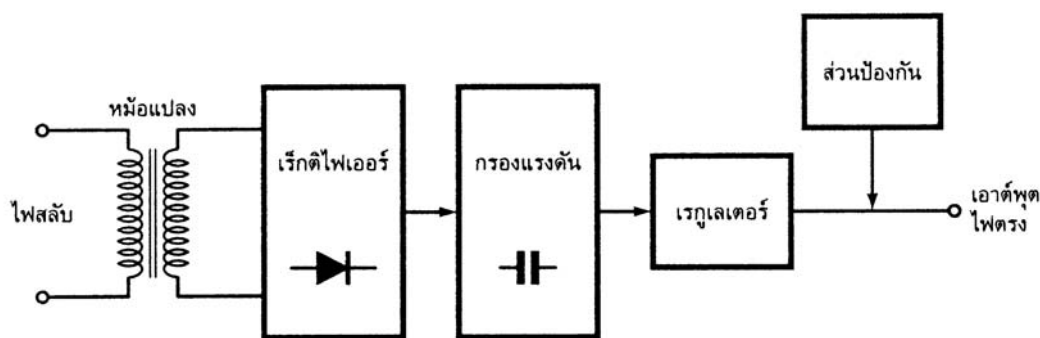
### 2.6.1 บล็อกไดอะแกรมของแหล่งจ่ายไฟแบบลิเนียร์

ส่วนประกอบหลักๆ ของแหล่งจ่ายไฟแบบลิเนียร์ มีดังนี้

- (1) หม้อแปลงลดแรงดันจาก 220 โวลต์
- (2) ส่วนเรกติไฟเออร์ (rectifier)
- (3) ส่วนกรองแรงดัน (filter)
- (4) ควบคุมแรงดันคงที่ (regulator)
- (5) ส่วนป้องกัน

ดังแสดงรูปแบบการทำงานตามไดอะแกรมภาพประกอบ 18 การทำงานสามารถอธิบายได้ดังนี้ หม้อแปลงจะทำหน้าที่ลดแรงดันไฟฟ้าบ้านจาก 220 โวลต์เอซี ให้เหลือตามที่ต้องการ แรงดันไฟสลับทางขดทุติยภูมิของหม้อแปลงจะถูกป้อนเข้าวงจรเรกติไฟเออร์ เพื่อเปลี่ยนกระแสไฟสลับให้เป็นไฟตรง อุปกรณ์ทำหน้าที่หลักในส่วนนี้คือ ไดโอดเรกติไฟร์ หลังจากนั้นจะผ่านเข้าวงจรกรองแรงดันเพื่อให้ได้ไฟตรงที่มีความราบเรียบมากขึ้น โดยใช้ตัวเก็บประจุเป็นอุปกรณ์หลัก จากไฟตรงที่ยังมีค่าไม่คงที่แน่นอนนัก จะถูกป้อนเข้าวงจรเรกูเลเตอร์ เพื่อควบคุมให้ได้แรงดันไฟตรงเอาต์พุตที่คงที่มากขึ้นในส่วนเรกูเลเตอร์มักใช้ซีเนอร์ไดโอดหรือ ไอซีเรกูเลเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่หลักในการควบคุมแรงดัน

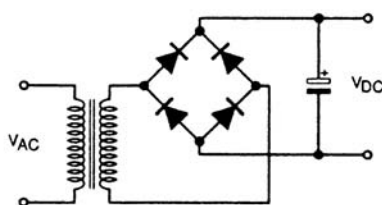
นอกจากนั้นในแหล่งจ่ายไฟที่มีประสิทธิภาพสูงๆ จะมีวงจรควบคุมกระแสเอาต์พุตด้วย กล่าวคือเมื่อใดที่โหลดดึงกระแสมากจะทำให้แรงดันเอาต์พุตลดลง วงจรนี้จะตรวจจับได้และส่งสัญญาณไปควบคุมให้ส่วนเรกูเลเตอร์ทำงานเพิ่มขึ้น เพื่อป้องกันมิให้แรงดันเอาต์พุตตกลงนอกจากนั้นยังสามารถเพิ่มกระแสทางเอาต์พุตได้ด้วยการต่อทรานซิสเตอร์กำลัง ส่วนสุดท้ายคือส่วนป้องกัน ซึ่งมีหลายแบบ เช่น ป้องกันเอาต์พุตลัดวงจร, ป้องกันโหลดดึงกระแสมากเกินไป, ป้องกันการต่อผิดขั้ว, ป้องกันในเรื่องของอุณหภูมิ



ภาพประกอบ 18 บล็อกไดอะแกรมพื้นฐานของแหล่งจ่ายไฟ  
ที่มา: ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. 2538: 158

### 2.6.2 วงจรเรกติไฟร์และกรองแรงดัน

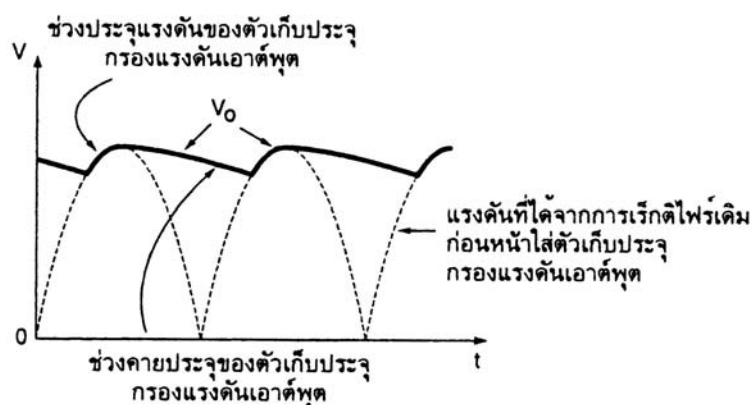
วงจรเรกติไฟร์มี 3 แบบคือ แบบครึ่งคลื่น (half wave), เต็มคลื่น (full wave), และแบบบริดจ์ (bridge) วงจรเรกติไฟร์แบบครึ่งคลื่น (half wave rectifier) ใช้ไดโอดเพียงตัวเดียว ไดโอดจะยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านไปได้เมื่อตัวมันได้รับแรงดันไบแอสตรง จะมีเพียงแรงดันในซีกบวกเท่านั้นที่ผ่านไปได้ จึงได้รูปสัญญาณของแรงดันทางเอาต์พุตเป็นช่วงๆ วงจรเรกติไฟร์แบบเต็มคลื่น (full wave rectifier) จากข้อด้อยในแบบครึ่งคลื่น จึงเพิ่มไดโอดเข้าไปอีก 1 ตัว จึงได้แรงดันเอาต์พุตมีลักษณะเป็นพัลส์ไฟตรง และใช้หม้อแปลงลดแรงดันแบบมีแท็ปกลาง ส่งผลให้ความสามารถในการจ่ายกระแสของหม้อแปลงลดลง จึงมีการคิดใช้วิธีการเรกติไฟร์เต็มคลื่นแบบบริดจ์ (bridge full wave rectifier) ทำให้ผลทางเอาต์พุตเหมือนกับแบบเต็มคลื่นทุกประการ แต่หม้อแปลงที่ใช้ไม่มีแท็ปกลาง และใช้ไดโอดเพิ่มอีก 2 ตัว เอาต์พุตที่ได้ไม่มีความราบเรียบ และแรงดันยังไม่คงที่เท่าที่ควร จึงต้องมีการต่ออุปกรณ์เพื่อทำหน้าที่กรองแรงดันให้เรียบอย่างง่ายที่สุดคือต่อตัวเก็บประจุค่าสูงๆ คร่อมที่เอาต์พุต จะทำให้ได้สัญญาณเอาต์พุตออกมาเรียบขึ้นดังวงจร ภาพประกอบ 19



ภาพประกอบ 19 วงจรเรกติไฟร์แบบบริดจ์ และการต่อตัวเก็บประจุที่เอาต์พุต เพื่อกรองแรงดันให้เรียบขึ้น

ที่มา: ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. 2538: 161

ด้วยคุณสมบัติของตัวเก็บประจุที่สามารถเก็บประจุและคายประจุไฟฟ้าได้ เมื่อวงจรเรกติไฟร์ได้พัลส์ไฟตรงมา ในช่วงขาขึ้นของแรงดันตัวเก็บประจุจะเริ่มเก็บประจุแรงดัน และเมื่อแรงดันเริ่มลดลง ตัวเก็บประจุก็จะทำการคายประจุออกมาอย่างช้าๆ จนเมื่อแรงดันอีกซีกหนึ่งเข้ามาตัวเก็บประจุก็จะกลับมาประจุแรงดันอีกครั้งหนึ่ง ช่วงเวลาของการคายประจุออกมาจะช้ากว่าช่วงเวลาที่ยังแรงดันซีกใหม่เข้ามาประจุแรงดัน ทำให้ แรงดันที่ตกคร่อมตัวเก็บประจุซึ่งก็คือแรงดันเออร์พุตมีความเรียบเป็นเส้นตรงมากขึ้น ภาพประกอบ 20



ภาพประกอบ 20 ลักษณะการกรองแรงดันของตัวเก็บประจุ

ที่มา: ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. 2538: 161

นอกจากตัวเก็บประจุเดี่ยวๆ แล้วยังสามารถเพิ่มตัวเหนี่ยวนำและตัวต้านทานช่วยในการกรองแรงดันให้เรียบขึ้นด้วยดังภาพประกอบ 21 เมื่อต่อตัวเหนี่ยวนำเข้าไป ค่าความเหนี่ยวนำของตัวเหนี่ยวนำจะสร้างอิมพีแดนซ์ค่าสูงต้านส่วนประกอบกระแสสลับของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านไดโอดแต่ในขณะเดียวกัน ตัวเหนี่ยวนำก็ยอมให้ส่วนประกอบกระแสตรงของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านไดโอดผ่านออกมาได้ ทำให้แรงดันเออร์พุตมีความเรียบมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามการใช้ตัวเหนี่ยวนำเพื่อกรองแรงดันเพียงอย่างเดียว ยังไม่สามารถทำให้ริบเบิล (ripple) หรือระลอกคลื่นบนแรงดันไฟตรงหมดไปได้ นอกจากนี้การใช้ตัวเหนี่ยวนำเพียงอย่างเดียวในการกรองแรงดันยังทำให้แรงดันเออร์พุตที่ได้มีค่าลดลง จึงต้องต่อตัวเก็บประจุเพิ่มเข้าไปด้วย ดังภาพประกอบ 21 (ก) เพื่อช่วยให้แรงดันเออร์พุตมีความราบเรียบเพิ่มมากขึ้นและมีค่าแรงดันไฟตรงสูงขึ้นด้วย

อย่างไรก็ดีการใช้ตัวเหนี่ยวนำก็มีความยุ่งยากไม่น้อยในการสร้างตัวเหนี่ยวนำขึ้นมาใช้งาน จึงมีการใช้ตัวต้านทานมาต่อแทนตัวเหนี่ยวนำดังภาพประกอบ 21 (ข) ซึ่งก็พอใช้งานได้แต่ไม่เหมาะที่จะใช้งานที่มีกระแสสูงๆ เพราะจะเกิดความร้อนสะสมจำนวนมากที่ตัวต้านทานอาจทำให้ตัวต้านทานไหม้เสียหายได้



ภาพประกอบ 21 การใช้ตัวเหนี่ยวนำและตัวต้านทานมาต่อร่วมกับตัวเก็บประจุ เพื่อกรองแรงดัน  
ที่มา: ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. 2538: 162

### 3. สมรรถนะ

การหาสมรรถนะของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย ได้ใช้หลักการกำหนดตามคุณสมบัติของ AMN14112 ที่สามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวในลักษณะเคลื่อนผ่านในแบบเป็นลำดับกันได้ เนื่องจากภายในยังประกอบไปด้วยอิลีเมนต์ PIR ถึง 4 อิลีเมนต์ จึงทำให้ง่ายต่อการออกแบบให้มีการตรวจจับการเคลื่อนไหวของสิ่งมีชีวิตที่เรียงลำดับมาแบบเป็นคู่หรือเสมอกันได้ โดยที่ความสามารถในการค้นหาตรวจจับที่ทำให้เกิดการเซนเซอร์ได้ในระยะประมาณ 2 ถึง 8 เมตร สำหรับทิศทางและมุมของการตรวจจับ โดยสามารถทำการตรวจจับได้ทั้ง 3 ทิศทาง ( X, Y, Z) โดยในแกน X เป็นแกนแนวระดับ 110 องศา, ส่วนแกน Y เป็นแกนแนวตั้ง 93 องศา และในแกน Z เป็นแกนแนวทิศทางตรง 10 เมตร ผิดพลาดไม่เกิน  $\pm 10$  องศา ทำให้มีพื้นที่ในการตรวจจับมีขนาดพื้นที่ระหว่าง 9 ตารางเมตร ถึง 17.5 ตารางเมตร

ส่วนตัวตรวจจับระบบเตือนภัยกับเครื่องควบคุมระบบเตือนภัย ใช้การควบคุมผ่านตัวกลางที่เป็นคลื่นความถี่วิทยุ UHF จะอยู่ในช่วงความถี่ 300 – 375 เมกะเฮิร์ตซ์ ได้ใช้หลักการปรับวงจรจนภาครับให้มีความถี่อาร์เอฟตรงกันกับวงจรภาคส่ง หากวงจรทำงานสมบูรณ์จะสามารถควบคุมได้จากระยะไกลประมาณ 10 เมตร

ส่วนเสียงเตือนภัยต้องมีความดังพอเพียงที่ระยะต่างๆ กัน คำนึงถึงเสียงแวดล้อมรบกวนจำนวนของเสียงเตือนภัย ตำแหน่งที่เหมาะสม และกำหนดระยะเวลาหน่วงของเสียงเตือนภัยทุกระยะเวลา 1 – 15 นาที

และแจ้งเหตุผ่านทางโทรศัพท์เมื่อมีผู้บุกรุก ด้วยเสียงพูดที่เร้าบันทึกไว้ล่วงหน้า

### 4. ลักษณะทางกายภาพ

ขนาดของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัยจะขึ้นอยู่กับรูปร่างเฟอร์นิเจอร์ที่ติดตั้งระบบเตือนภัยภายใน การเคลื่อนย้ายเครื่องระบบเตือนภัย การถอดและประกอบเครื่อง สามารถนำอุปกรณ์เตือนภัยต่างๆ เพิ่มเติมตามต้องการ การติดตั้งมีความมั่นคงแข็งแรงและสวยงาม การพรางตา มีความกลมกลืน การใช้งานสะดวก มีความปลอดภัยในขณะที่ใช้งาน สามารถควบคุมการทำงาน

ได้ถูกต้อง การบำรุงรักษา สามารถตรวจสอบแก้ไข ข้อเสียได้สะดวก วัสดุและอุปกรณ์ที่ชำรุดสามารถเปลี่ยนหรือซ่อมแซมได้สะดวก สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงต่ำ

## 5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการพัฒนาระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้างานวิจัยทั้งภาพในประเทศและต่างประเทศ ที่เป็นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างระบบเตือนภัย เพื่อนำวิธีการและหลักการสร้าง มาเป็นข้อมูลในการระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย ให้มีความสมบูรณ์มากขึ้น

### งานวิจัยภายในประเทศ

จิรศักดิ์ นุชนงค์และคนอื่นๆ (2541 : 92) ได้ศึกษาวิทยุแพคเกจควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับวิทยุสมัครเล่นมีประสิทธิภาพของการรับส่งข้อมูลระหว่างเครื่องวิทยุสมัครเล่นได้ถูกต้อง

ฉลวด ศรีสวัสดิ์, จรุง ชุมณีและนิพนธ์ สุวิทยากรณ์. (2540) ได้สร้างเครื่องตัดวงจรกระแสเกินและแรงดันตกด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ เป็นเครื่องตรวจจับและป้องกันไม่ให้อุปกรณ์ไฟฟ้าเกิดความเสียหาย เมื่อแรงดันไฟฟ้าตกเป็นศูนย์หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าทำงานที่กระแสเกินปกติจากที่กำหนดไว้ เครื่องนี้จะตัดอุปกรณ์ออกจากระบบทันที เครื่องตัดวงจรกระแสเกินนี้ใช้งานกับระบบไฟฟ้า 3 เฟส 380 โวลต์ 50 เฮิรตซ์ ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่กินกระแสตั้งแต่ 0 – 20 แอมแปร์สามารถแสดงผลกระแสอุปกรณ์ไฟฟ้าเฟสใดเฟสหนึ่งในขณะนั้นเป็นตัวเลข

วิษย์ชัย นิลโนม. (2538) ได้ศึกษาระบบการแจ้งข่าวสารเฉพาะเรื่องโดยอัตโนมัติผ่านเครื่องโทรศัพท์มีจุดประสงค์เพื่อสร้างระบบการส่งข่าวสารที่ได้บันทึกไว้ล่วงหน้าไปยังผู้รับ ซึ่งอยู่ตามหมายเลขโทรศัพท์ต่างๆ โดยเลขหมายเหล่านี้ได้รับการบันทึกไว้ล่วงหน้า ระบบจะเรียกแต่ละเลขหมายตามลำดับเลขหมายจนกว่าผู้รับจะรับสายหรือถ้าไม่มีผู้รับภายในกำหนดเวลาเครื่องจะหยุดทำงานโดยอัตโนมัติ ระบบนี้จะช่วยให้การส่งข้อมูลเป็นไปอย่างถูกต้องและรวดเร็ว

ดวงฤดี อัมสินสกุล และคนอื่นๆ. (2539: 68) ได้ศึกษารถพิการควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งสามารถสั่งงานได้และมีความสะดวกคล่องตัวมากขึ้นกว่ารถพิการทั่วไป ที่ผู้ใช้ต้องคอยเซ็นรถให้เคลื่อนด้วยตนเอง

เทอดศักดิ์ แก้วสิงห์ และคนอื่นๆ. (2541 : 75) ได้ศึกษาเซลล์แสงอาทิตย์ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ สามารถพัฒนาเพื่อให้นำพลังงานแสงอาทิตย์ไปเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยนำโครงงานไปประยุกต์ใช้งานกับวิทยุสื่อสารขนาด 20 วัตต์ ใช้กระแสส่ง 5 แอมแปร์ ขนรับ 300 มิลลิแอมแปร์ ทดลองส่ง 10 นาทีต่อชั่วโมง และ 20 นาทีต่อชั่วโมง ตลอด 9 ชั่วโมง ใน 1 วัน และรับ 15 ชั่วโมง สามารถใช้งานได้จริง

ธวัชชัย รามคงเมืองและคนอื่นๆ. (2539 : 72) ได้ศึกษาเครื่องตรวจสอบอุณหภูมิคนไข้อัตโนมัติ โดยการนำไมโครคอนโทรลเลอร์มาประยุกต์ใช้ให้สามารถแสดงผลอุณหภูมิแบบตัวเลขได้

ธานินทร์ โพธิ์อำไพ และคนอื่นๆ. (2541 : 124) ได้ศึกษาโปรแกรมจำลองการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS – 51 และสามารถที่จะจำลองการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS – 51 ได้เป็นที่น่าพอใจ

นัยนา วาณิชยพงษ์ และคนอื่นๆ. (2537 : 41 ) ได้ศึกษาตัวควบคุมลำดับโดยใช้ MCS – 51 โดยการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงาน เพื่อให้สามารถใช้งานได้เหมือนกับชุด PLC ทัวไปการนำไมโครคอนโทรลเลอร์มาประยุกต์ใช้งานนั้นสามารถลดอุปกรณ์และสามารถลดสัญญาณรบกวนได้มาก

บรรพต ชัยชนะ, ปฐมพร ธีมารและมนตรี เจริญทอง. (2536) ได้สร้างเครื่องส่งงานและเตือนภัยทางโทรศัพท์โดยใช้ไมโครโปรเซสเซอร์เป็นตัวควบคุม ในการใช้งานเครื่องนี้สามารถที่จะส่งงานผ่านทางโทรศัพท์ เพื่อทำการเปิด/ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าและยังสามารถที่จะทำการปิด/เปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าทางหน้าปัดเครื่องได้อีกด้วย ส่วนการโทรออกอัตโนมัตินั้นจะมีการโทรออก เมื่อมีสัญญาณเตือนภัยเกิดขึ้น โดยสามารถบันทึกเลขหมายโทรศัพท์ที่เราต้องการโทรออกได้ทั้งหมด 9 เลขหมาย

สิริ แซ่เฮ้ง, สุพจน์ ปกพัฒนกุลและสุรัช พิทักษ์พงศ์ภูธร. (2534) ได้ศึกษาแนวคิดที่จะพัฒนาขีดความสามารถของการเตือนภัยไปยังสถานที่หรือหน่วยงานที่ต้องการจะส่งสัญญาณเตือนภัยไปถึงเมื่อเกิดเหตุร้ายขึ้น โดยโครงการนี้จะใช้โทรศัพท์เป็นตัวส่งสัญญาณเสียงของเหตุร้ายต่างๆ ซึ่งข้อความของสัญญาณเสียงนั้นจะถูกอัดเก็บไว้ใน EPROM อยู่ก่อนแล้ว เมื่อเกิดเหตุร้ายขึ้นเครื่องจะทำการยกหูโทรศัพท์หมุนเบอร์ของสถานที่ที่ต้องการส่งข้อความที่อัดไว้

อัมพร ชันกำแพง. (2541 : 67) ได้ศึกษาการออกแบบวงจรรวมสำหรับการอินเตอร์เฟสไมโครโปรเซสเซอร์ ในระบบตู้สาขาโทรศัพท์อัตโนมัติขนาดใหญ่โดยเสนอการออกแบบสร้างและทดลองชิปวงจรรวม สำหรับทำหน้าที่เชื่อมโยงการถ่ายโอนและแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างไมโครโปรเซสเซอร์ 16 บิต กับไมโครโปรเซสเซอร์ 8 บิต โดยชิปวงจรรวมสามารถทำงานได้ถูกต้องตามฟังก์ชันที่กำหนด

### งานวิจัยต่างประเทศ

เซียงลี ลี. (Cheng-Li Liu. 2003) ได้เสนอวิธีการและออกแบบใช้ Fuzzy Logical ในระบบเตือนภัย แทนมนุษย์ที่เกี่ยวกับปฏิบัติงานควบคุมงานหนัก ที่ต้องการความปลอดภัยสูง ซึ่งระบบเตือนภัยนี้สามารถปฏิบัติงานคอยเฝ้าระวังแบบอัตโนมัติ

มอยซี กาฟิงเคิล. (Moishe Garfinkle. 2003) ได้เสนอวิธีการใช้ระบบ Egress-Ingress Vehicle Security System ตรวจจับพฤติกรรมรถเคลื่อนไหวเจ้าของรถบันทึกเป็นข้อมูล เพื่อไว้เปรียบเทียบความเป็นเจ้าของรถ ถ้าไม่ใช่เจ้าของรถระบบเตือนภัยในรถยนต์จะป้องกันไม่ให้ขับเคลื่อนได้

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาเป็นข้อมูล ในการพัฒนาระบบเตือนภัยภายในที่ พักอาศัย โดยได้ศึกษาถึงประโยชน์และการประยุกต์ใช้งานระบบเตือนภัยเข้ากับไมโคร คอนโทรลเลอร์ MCS – 51 ทำให้สามารถช่วยความซับซ้อนของวงจร ลดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ ออกแบบและสร้าง ลดการคลาดเคลื่อนของสัญญาณเพิ่มความน่าเชื่อถือมากขึ้น ทำให้รูปร่างของ ผลิตภัณฑ์มีขนาดเล็กสามารถพกพา เพื่อเฝ้าระวังแบบอัตโนมัติตลอดเวลา กับงานที่เสี่ยงภัยเป็น เวลานาน โดยสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานที่เราต้องการบรรจุในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS- 51 ให้ง่ายต่อการใช้งาน

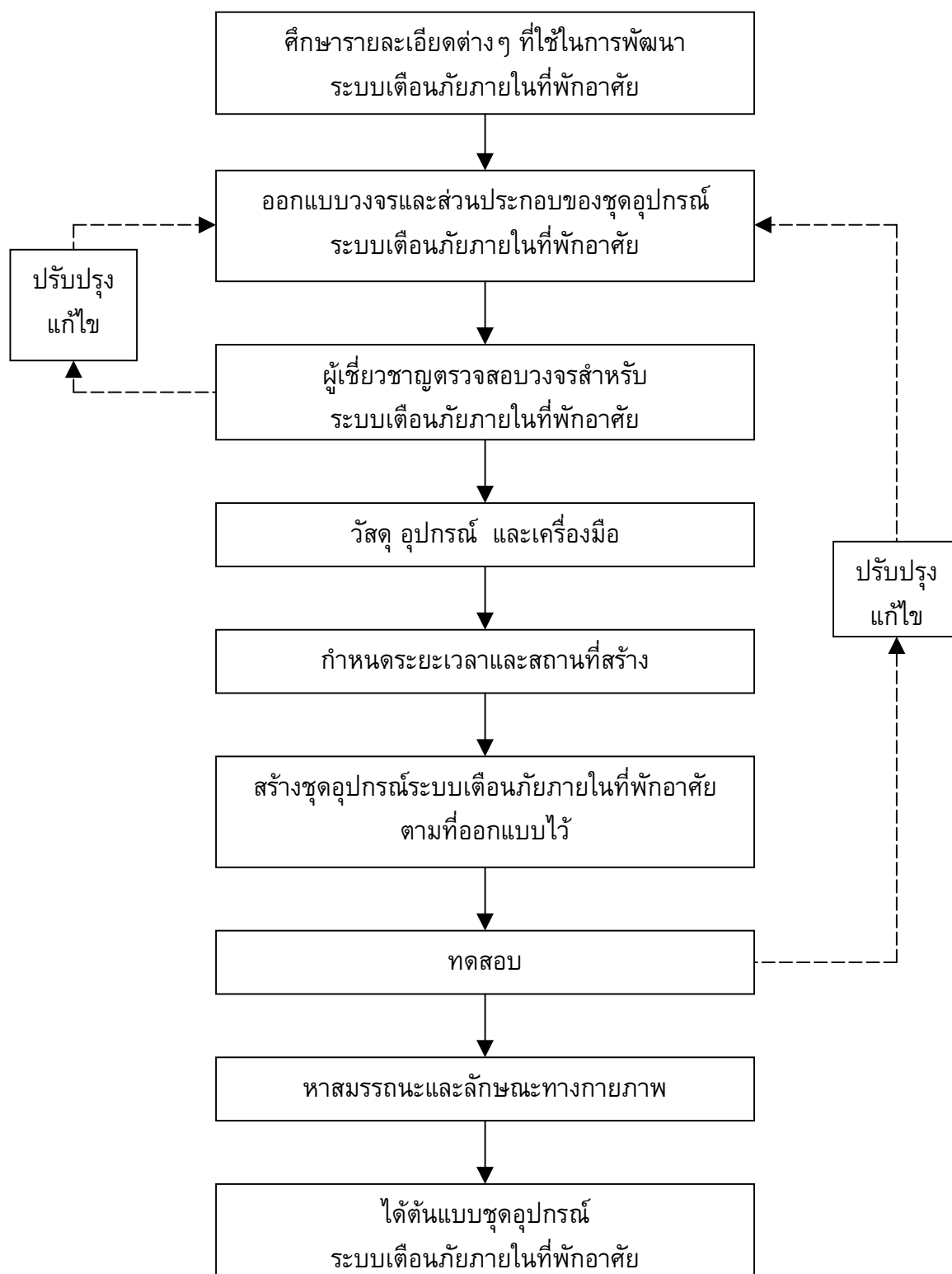
## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็น การพัฒนาระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย ได้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงทดลอง โดยมีลำดับขั้นตอนดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. ศึกษารายละเอียดต่างๆ ที่ใช้ในการพัฒนาระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย
2. ออกแบบวงจรและส่วนประกอบต่างๆ ของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย
3. ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบวงจรสำหรับระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย
4. จัดหาวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการสร้างวงจรระบบเตือนภัย
5. กำหนดระยะเวลาและสถานที่ ที่ใช้ในการออกแบบวงจรระบบเตือนภัย
6. สร้างชุดอุปกรณ์ระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัยตามที่ได้ออกแบบไว้
7. ทดสอบ ปรับปรุง และแก้ไข
8. หาสมรรถนะและลักษณะทางกายภาพ
9. การวิเคราะห์ข้อมูล

การพัฒนากระบวนเพื่อกักเก็บน้ำในที่พักอาศัย สามารถแสดงเป็นขั้นตอนต่างๆ ตามแผนภูมิดังนี้



ภาพประกอบ 22 แผนภูมิการพัฒนากระบวนเพื่อกักเก็บน้ำในที่พักอาศัย

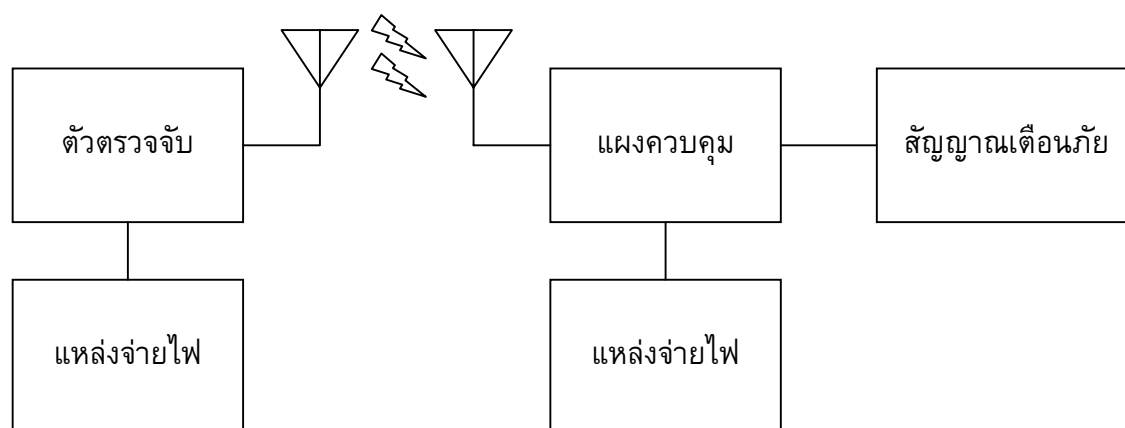
## 1. ศึกษารายละเอียดต่าง ๆ ที่ใช้ในการพัฒนาระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

1.1 ศึกษาค้นคว้า เอกสาร ตำรา และงานทดลองที่เกี่ยวกับการพัฒนาระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

1.2 ศึกษาคุณสมบัติของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

## 2. ออกแบบวงจรและส่วนประกอบของชุดอุปกรณ์ระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

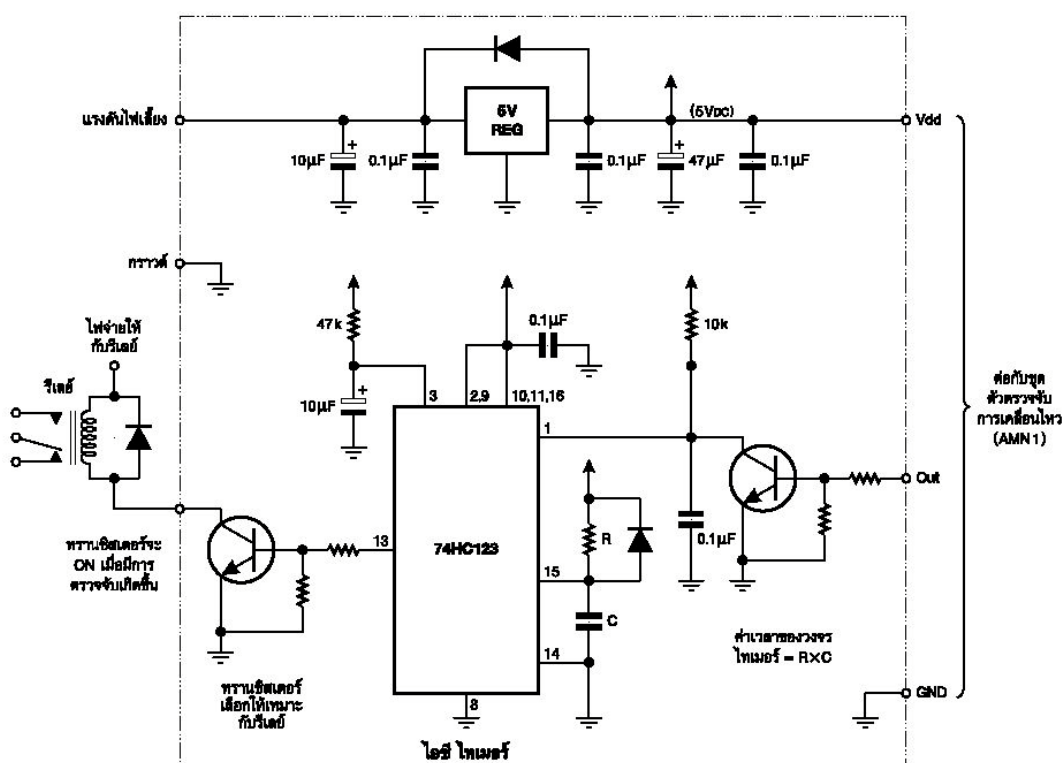
### 2.1 บล็อกไดอะแกรม การทำงานของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย



ภาพประกอบ 23 บล็อกไดอะแกรม การทำงานของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

2.2 ตัวตรวจจับการเคลื่อนไหว เป็นอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวในตระกูลของAMN14112 นี้ ถูกผลิตขึ้นมาบนเทคโนโลยีพาสซีฟอินฟราเรด NaPiOn จะทำการตรวจจับความเปลี่ยนแปลงในการแพร่กระจายของรังสีอินฟราเรด ที่มีค่าอุณหภูมิของรังสีที่แตกต่างกันเมื่อมีการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต ซึ่งการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตดังกล่าวภายในบริเวณพื้นที่ที่ตัวตรวจจับครอบคลุมถึง จะทำให้เกิดความแตกต่างของค่าอุณหภูมิในร่างกายที่แพร่กระจายออกมาในรูปแบบของรังสีอินฟราเรด มีความแตกต่างไปจากค่าอุณหภูมิของรังสีอินฟราเรดที่แพร่กระจายอยู่ในพื้นที่โดยรอบในสภาวะปกติ ในลักษณะของความแตกต่างดังกล่าวนี้เองที่ทำให้เกิดการตรวจจับได้ถึงการเปลี่ยนแปลง การประยุกต์วงจรทางเอาต์พุตใช้งานร่วมกับ AMN14112 ดังภาพประกอบ 24 เป็นการออกแบบ วงจรไทเมอร์มาควบคุมการทำงานของรีเลย์จากสัญญาณการกระตุ้นการทำงานจากเอาต์พุตของ AMN14112 ซึ่งจะให้เอาต์พุตเริ่มต้นออกมาตั้งแต่เริ่มจ่ายแรงดันให้กับตัวเซนเซอร์ ซึ่งในจังหวะ 30

วินาทีแรกนี้ วงจรไทมเมอร์ที่ถูกสร้างขึ้น จะต้องถูกออกแบบให้หน่วยเวลาการทำงานจริงของรีเลย์ไว้ก่อน 30 วินาทีเช่นกัน เพราะในช่วงแรกจะยังไม่ใช้สัญญาณการตรวจจับที่แท้จริงที่ถูกส่งออกมา ซึ่งค่าเวลาของวงจรไทมเมอร์นี้สามารถคำนวณได้จากค่าความต้านทาน (R) คูณด้วยค่าเก็บประจุ (C) ( $R \times C$ ) ที่ต่ออยู่ระหว่างขา 15 ของ 74HC123 กับแรงดันไฟเลี้ยงและกราวด์ แรงดันไฟเลี้ยงรีเลย์จะถูกแยกออกไปรับไฟเลี้ยงภายนอกต่างหาก เพื่อเป็นการป้องกันแรงดันตกและสัญญาณรบกวน วงจรไทมเมอร์นี้จะทำหน้าที่เป็นสถานะอ้างอิงเพื่อรอการกระตุ้น เทียบกับสัญญาณที่ได้ออกมาจากตัวเซนเซอร์เมื่อมีการตรวจจับการเคลื่อนไหว

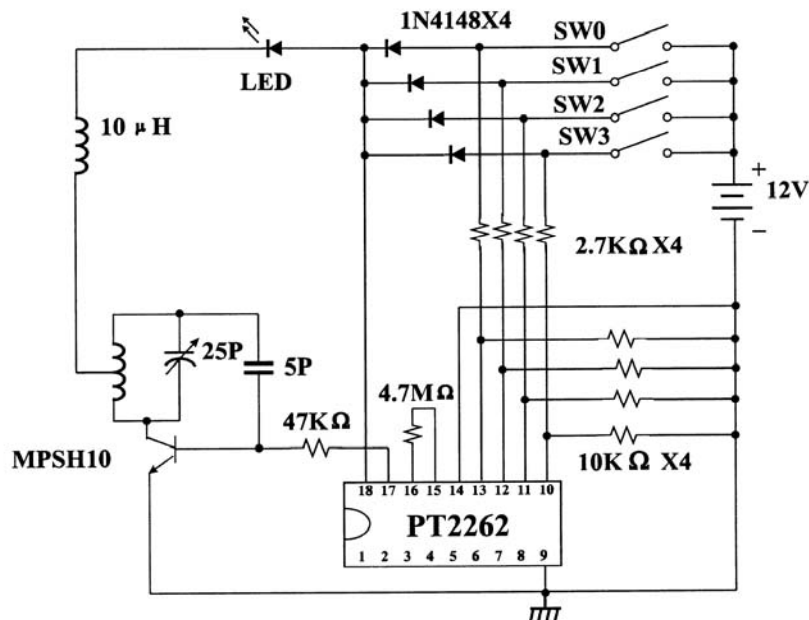


ภาพประกอบ 24 การประยุกต์วงจรไทมเมอร์ใช้งานร่วมกับ AMN1 เพื่อขับรีเลย์เมื่อมีการตรวจจับเกิดขึ้น

ที่มา: เสกสิทธิ์ คำชมภู. 2544 : 218

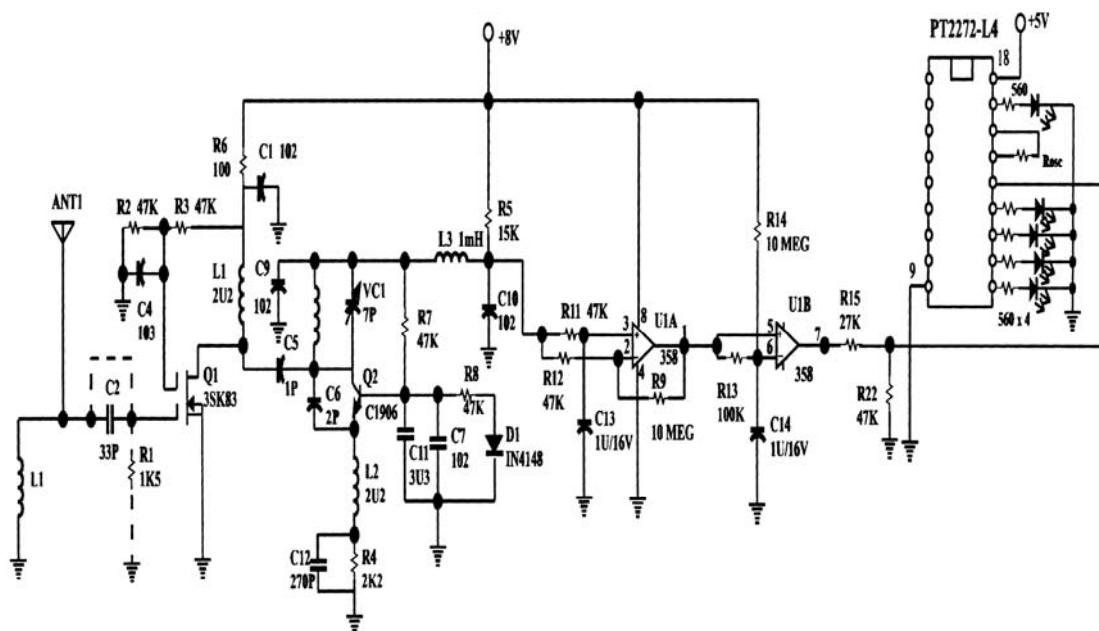
2.3 รีโมทคอนโทรล เป็นอุปกรณ์ควบคุมระยะไกล ซึ่งรวมไปถึงตัวควบคุม แบบมีสาย และแบบไร้สาย ซึ่งแบบไร้สายก็ใช้การส่งสัญญาณควบคุมผ่าน คลื่นแสงอินฟราเรด คลื่นอัลตราโซนิก และคลื่นวิทยุ ในการวิจัยครั้งนี้ จะใช้รีโมทคอนโทรลแบบคลื่นวิทยุ UHF 4 แชนเนล มีส่วนประกอบของวงจรหลายส่วนด้วยกัน ได้แก่ โมดูลวงจรสวิตช์ควบคุมเข้ารหัสและภาคส่ง อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เข้ารหัสคือ IC เบอร์ PT2262 มีคุณสมบัติการเข้ารหัสตามลำดับทั้ง 12 บิต ของข้อมูลได้มากถึง 531,441 ( $OR\ 3^{12}$ ) เซตรหัส การประยุกต์วงจรรีโมทคอนโทรลภาคส่งแสดงภาพประกอบ 25, โมดูล

วงจรภาครับ กรองสัญญาณ และวงจรถอดรหัส อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ถอดรหัสคือ IC เบอร์ PT2272 การประยุกต์วงจรรีโมทคอนโทรลภาครับแสดงภาพประกอบ 26



ภาพประกอบ 25 วงจรรีโมทคอนโทรลภาคส่ง UHF 4 แชนเนล

ที่มา: PT2262. Princeton Technology Corp. 1999 : 3



ภาพประกอบ 26 วงจรรีโมทคอนโทรลภาครับ UHF 4 แชนเนล

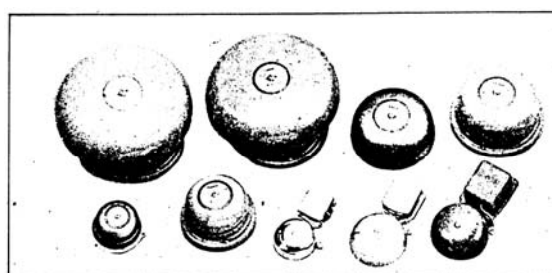
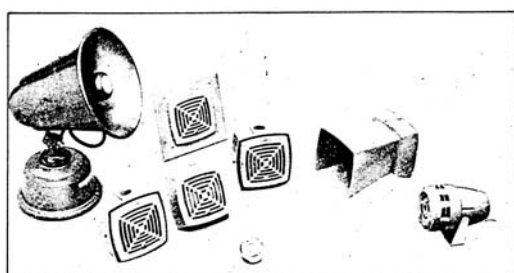
ที่มา: PT2272. Princeton Technology Corp. 1999 : 7

2.4 สัญญาณเตือนภัย เป็นอุปกรณ์เตือนภัยที่นิยมใช้กันมี 2 ประเภทคือไซเรนกับกระดิ่งไฟฟ้า และระดับแรงดันก็มีตั้งแต่  $6\text{ V}_{dc}$  ขึ้นไปจนถึง  $220\text{ V}_{ac}$  ดังภาพประกอบ 27 สิ่งที่สำคัญในการออกแบบสัญญาณเตือนภัย ก็คือ ต้องให้มีเสียงดังพอเพียงที่ระยะห่างต่างๆ กัน การบอกความดังเป็น dB (เดซิเบล) ดังภาพประกอบ 28 นอกจากนี้เรายังต้องคำนึงถึง

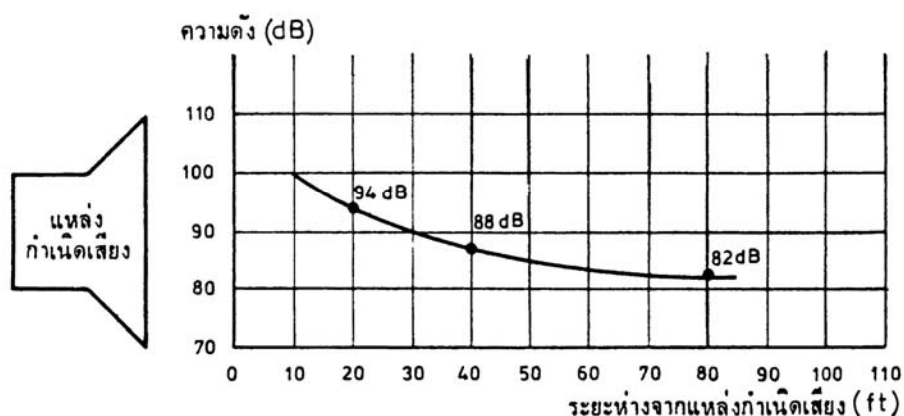
2.4.1. เสียงแวล้อมรบกวนว่าดังแค่ไหน ถ้าเสียงแวล้อมดังมากสัญญาณเตือนภัยก็ยิ่งต้องดังขึ้นไป หรือเปลี่ยนลักษณะเสียงไป

2.4.2. จำนวนของสัญญาณเตือนภัย และตำแหน่งที่เหมาะสม

2.4.3. การติดตั้งที่ถูกวิธี แข็งแรง และปลอดภัยจากขโมย



ภาพประกอบ 27 รูปไซเรนและรูปกระดิ่ง ในรูปแบบต่างๆ กัน  
ที่มา: ฤทธิ์ ชีระโกเมน. 2530 : 93



ภาพประกอบ 28 กราฟแสดงการจางหายของเสียง  
ที่มา: ฤทธิ์ ชีระโกเมน. 2530 : 94

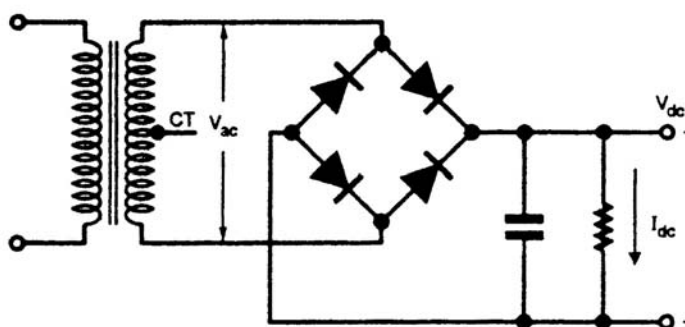
2.5 แหล่งจ่ายไฟ เป็นแหล่งจ่ายไฟตรงชนิดแรงดันคงที่ 12 โวลต์ ทนกระแสสูงสุด 1000 มิลลิแอมป์สำหรับแหล่งจ่ายไฟให้กับวงจรโดยทั่วไปจะเผื่อไว้เป็น 1.5 เท่าของกระแสที่ต้องการสูงสุด ซึ่งจะได้กระแสออกมาสูงสุดเท่ากับ  $1000 \times 1.5 = 1500$  มิลลิแอมป์ ส่วนแรงดันหาได้โดยกำหนดให้มีค่ามากกว่าแรงดันขาออกสูงสุด ซึ่งวงจรนี้ใช้  $V_{dc(max)} = 12$  โวลต์ เพราะฉะนั้นเลือก  $V_{ac} \cong 9$  โวลต์ หาค่าได้โดยใช้สูตร

$$\begin{aligned} V_{ac} &= \frac{V_{dc}}{\sqrt{2}} \\ &= \frac{12}{1.414} \\ &= 8.49 \quad (\cong 9 \text{ โวลต์}) \end{aligned}$$

วงจรเรกติไฟร์และกรองแรงดัน ประกอบด้วย ไดโอด การเลือกไดโอดมีข้อพิจารณา 2 อย่าง คือ การเลือกขนาดของกระแสไฟฟ้า  $I_d > I_{TRANS}$  ( $I_d$  คือค่าของกระแสของไดโอด  $I_{TRANS}$  คือค่ากระแสที่หม้อแปลงจ่าย) ส่วนขนาดของแรงดัน จะเลือกประมาณ 2 เท่าของแรงดันสูงสุด เพราะฉะนั้นวงจรเลือกไดโอด ขนาด 3แอมแปร์ 400 โวลต์ เบอร์ 1N5404 ต่อแบบบริดจ์ ตัวเก็บประจุ การเลือกตัวเก็บประจุมีข้อพิจารณา 2 อย่าง คือ ค่าตัวเก็บประจุ และค่าแรงดันของตัวเก็บประจุ หาค่าได้โดยใช้สูตร

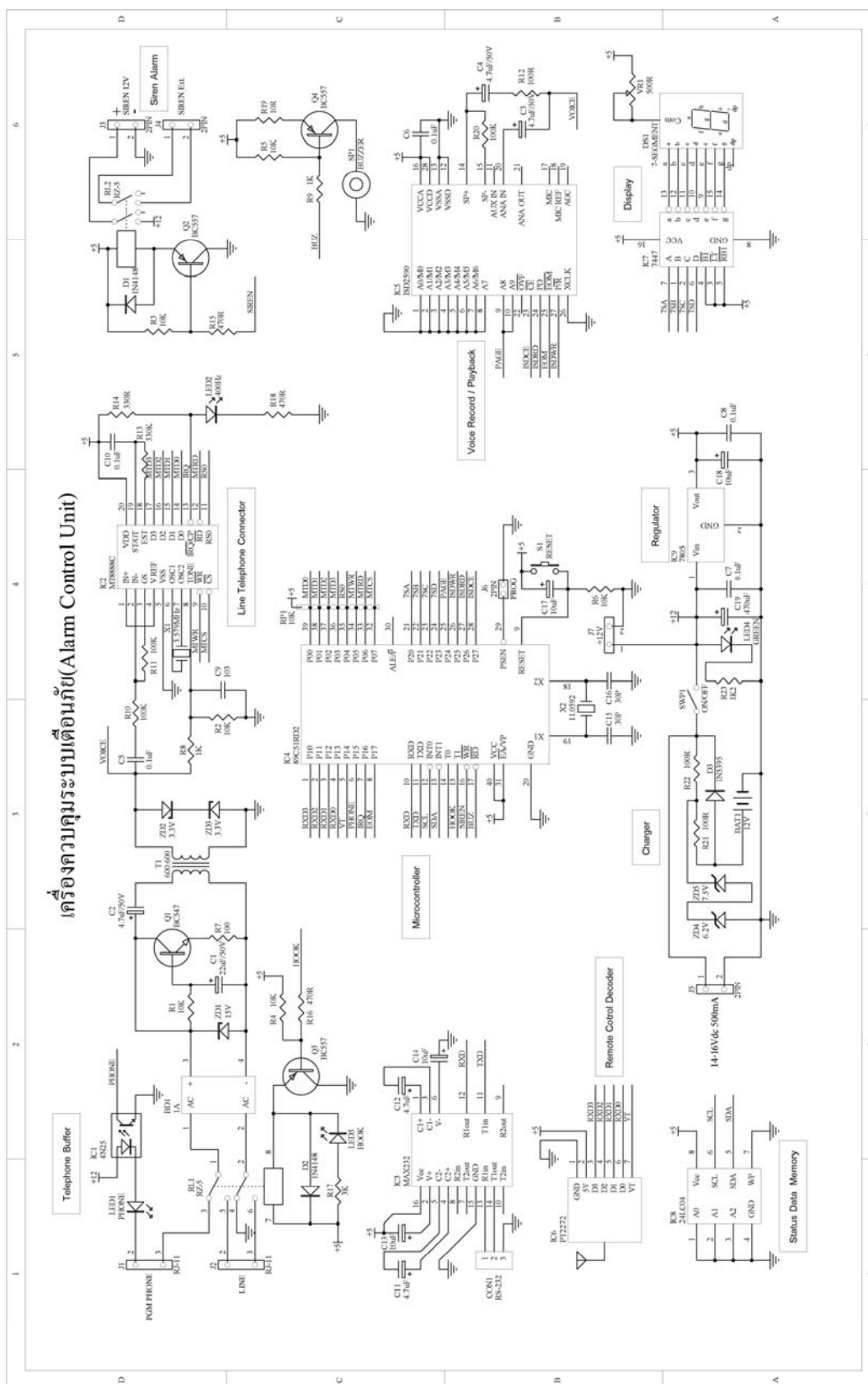
$$\begin{aligned} C &= \frac{2.9 I_{dc}}{V_{r(rms)}} \quad (\text{กำหนดให้ } V_{r(rms)} = 1 \text{ โวลต์}) \\ &= \frac{2.9 \times 1000}{1} \\ &= 2900 \quad (\text{ใช้ } 3300 \text{ ไมโครฟารัด}) \end{aligned}$$

ค่าแรงดันของตัวเก็บประจุใช้ประมาณ 2 เท่าของแรงดันสูงสุด เพราะฉะนั้นวงจรเลือกตัวเก็บประจุ ขนาด 3300 ไมโครฟารัด 25 โวลต์



ภาพประกอบ 29 วงจรเรกติไฟร์เต็มคลื่นแบบบริดจ์ใช้ตัวเก็บประจุเป็นตัวกรองแรงดัน  
ที่มา: ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. 2538 : 162





ภาพประกอบ 31 วงจรเครื่องควบคุมระบบเตือนภัย

### 3. ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบวงจรสำหรับระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

หลังจากออกแบบวงจรสำหรับระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัยเสร็จเรียบร้อยแล้ว ดำเนินการให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเพื่อหาข้อบกพร่อง และข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไข โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

#### 3.1 ผู้วิจัยสร้าง แบบประเมินระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

3.2 ติดต่อผู้เชี่ยวชาญ 2 คน เพื่อเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแบบประเมินระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย มีคุณสมบัติจบการศึกษาระดับปริญญาตรีขึ้นไป มีประสบการณ์การทำงาน / ด้านงานออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ไม่ต่ำกว่า 10 ปี ดังนี้

3.2.1 นายเกรียงไกร เมธาวีวงศ์ ระดับการศึกษาปริญญาโท ประสบการณ์การทำงาน / ด้านงานออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ 16 ปี

3.2.2 นายชาญณรงค์ รุ่งเรืองด้วยบุญ ระดับการศึกษาปริญญาตรี ประสบการณ์การทำงาน / ด้านงานออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ 16 ปี

#### 3.3 ออกหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัยเชิญผู้เชี่ยวชาญ 2 คน

3.4 นำแบบประเมินให้ผู้เชี่ยวชาญ 2 คน ตรวจสอบแบบประเมินระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย เพื่อให้คำแนะนำปรับปรุงแก้ไข แบบประเมินให้สามารถแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับคุณสมบัติของอุปกรณ์ต่างๆ และการออกแบบวงจรส่วนประกอบต่างๆ ของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย มีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด

3.5 ผู้วิจัย ทำการปรับปรุงแก้ไข แบบประเมินให้ถูกต้องเหมาะสมยิ่งขึ้นตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแบบประเมินระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

3.6 ติดต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 คน เพื่อเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบวงจรสำหรับระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย มีคุณสมบัติจบการศึกษาระดับปริญญาตรีขึ้นไป มีประสบการณ์การทำงาน / ด้านงานออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ไม่ต่ำกว่า 10 ปี ดังนี้

3.6.1 ผศ. ดร. ชีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา ระดับการศึกษาปริญญาเอก ประสบการณ์การทำงาน / ด้านงานออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ 20 ปี

3.6.2 นายวิริยะ จริยวิทยานนท์ ระดับการศึกษาปริญญาโท ประสบการณ์การทำงาน / ด้านงานออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ 12 ปี

3.6.3 นายชายเทพ รอดฮวบ ระดับการศึกษาปริญญาตรี ประสบการณ์การทำงาน / ด้านงานออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ 20 ปี

#### 3.7 ออกหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัยเชิญผู้เชี่ยวชาญ 3 คน

3.8 นำแบบประเมินให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 คนตรวจสอบวงจรสำหรับระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย เพื่อให้คำแนะนำปรับปรุงแก้ไข ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ หลังจากตรวจคุณสมบัติของอุปกรณ์ต่างๆ และการออกแบบวงจรส่วนประกอบต่างๆ ของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย มีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด

3.9 นำข้อมูลที่ได้จากแบบประเมินตรวจสอบวงจรสำหรับระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย ทำการปรับปรุงแก้ไข ขอบกพร่อง ของคุณสมบัติของอุปกรณ์ต่างๆและการออกแบบวงจรส่วนประกอบต่างๆ ของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย มีความเหมาะสมและถูกต้องมากยิ่งขึ้น

3.10 ดำเนินการสร้างชุดอุปกรณ์ระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย ตามที่ออกแบบวงจรผ่านการประเมินตรวจสอบวงจรจากผู้เชี่ยวชาญเรียบร้อยแล้ว

#### 4. วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ

##### 4.1 วัสดุ ได้แก่

|       |                                                     |              |
|-------|-----------------------------------------------------|--------------|
| 4.1.1 | แผ่นวงจรพิมพ์ที่ได้ออกแบบด้วยโปรแกรม Protel 99 SE   | จำนวน 2 แผ่น |
| 4.1.2 | ตะกั่วบัดกรีชนิดส่วนผสม ดีบุก / ตะกั่ว ขนาด 60 / 40 | จำนวน 3 เมตร |
| 4.1.3 | สายไฟอ่อน ขนาด 0.5 มิลลิเมตร                        | จำนวน 1 เมตร |
| 4.1.4 | สายไฟอ่อน ขนาด 1 มิลลิเมตร                          | จำนวน 1 เมตร |
| 4.1.5 | สายนำสัญญาณ                                         | จำนวน 1 เมตร |

##### 4.2 อุปกรณ์ ได้แก่

4.2.1 ตัวต้านทาน ประกอบด้วยตัวต้านทานขนาด 0.5 วัตต์ ค่าผิดพลาดร้อยละ 1

|                              |              |
|------------------------------|--------------|
| ค่าความต้านทาน 10 โอห์ม      | จำนวน 1 ตัว  |
| ค่าความต้านทาน 100 โอห์ม     | จำนวน 6 ตัว  |
| ค่าความต้านทาน 330 โอห์ม     | จำนวน 1 ตัว  |
| ค่าความต้านทาน 470 โอห์ม     | จำนวน 1 ตัว  |
| ค่าความต้านทาน 1 กิโลโอห์ม   | จำนวน 2 ตัว  |
| ค่าความต้านทาน 1.2 กิโลโอห์ม | จำนวน 2 ตัว  |
| ค่าความต้านทาน 2.2 กิโลโอห์ม | จำนวน 1 ตัว  |
| ค่าความต้านทาน 3 กิโลโอห์ม   | จำนวน 1 ตัว  |
| ค่าความต้านทาน 4.7 กิโลโอห์ม | จำนวน 1 ตัว  |
| ค่าความต้านทาน 6.8 กิโลโอห์ม | จำนวน 2 ตัว  |
| ค่าความต้านทาน 10 กิโลโอห์ม  | จำนวน 10 ตัว |
| ค่าความต้านทาน 100 กิโลโอห์ม | จำนวน 7 ตัว  |

4.2.2 ตัวเก็บประจุ ประกอบด้วย

|                                    |             |
|------------------------------------|-------------|
| ค่าความจุ 0.1 ไมโครฟาราด 63 โวลต์  | จำนวน 7 ตัว |
| ค่าความจุ 0.01 ไมโครฟาราด 50 โวลต์ | จำนวน 7 ตัว |
| ค่าความจุ 10 ไมโครฟาราด 16 โวลต์   | จำนวน 7 ตัว |
| ค่าความจุ 22 ไมโครฟาราด 16 โวลต์   | จำนวน 1 ตัว |
| ค่าความจุ 470 ไมโครฟาราด 25 โวลต์  | จำนวน 3 ตัว |

|       |                                               |             |
|-------|-----------------------------------------------|-------------|
|       | ค่าความจุ 4.7 ไมโครฟาราด 25 โวลต์ จำนวน 5 ตัว |             |
|       | ค่าความจุ 30 พิกโคฟาราด 100 โวลต์ จำนวน 2 ตัว |             |
| 4.2.3 | หม้อแปลง ประกอบด้วย                           |             |
|       | หม้อแปลงอิมพีแดนซ์ 600:600 โอห์ม              | จำนวน 1 ตัว |
| 4.2.4 | คอนเน็กเตอร์ ประกอบด้วย                       |             |
|       | ปลั๊กไฟกระแสตรง 3 ขา                          | จำนวน 2 ตัว |
|       | ปลั๊กที่พักสาย 2 จุด DT-126RP-2P              | จำนวน 6 ตัว |
|       | ปลั๊กที่พักสาย 3 จุด DT-126RP-3P              | จำนวน 1 ตัว |
|       | ปลั๊กโทรศัพท์ RJ-11                           | จำนวน 2 ตัว |
|       | สวิตช์เปิดปิด 3 ขา                            | จำนวน 2 ตัว |
|       | สวิตช์รีเซ็ต                                  | จำนวน 1 ตัว |
|       | คอนเน็กเตอร์ 2 ขา                             | จำนวน 1 ตัว |
|       | คอนเน็กเตอร์ 3 ขา                             | จำนวน 1 ตัว |
| 4.2.5 | ไดโอด ประกอบด้วย                              |             |
|       | ไดโอด 1N4148                                  | จำนวน 3 ตัว |
|       | ไดโอด 1N5395                                  | จำนวน 2 ตัว |
|       | บริดจ์ไดโอด 1A                                | จำนวน 1 ตัว |
| 4.2.6 | ซีเนอร์ไดโอด ประกอบด้วย                       |             |
|       | ซีเนอร์ไดโอด 6.2V                             | จำนวน 2 ตัว |
|       | ซีเนอร์ไดโอด 7.5V                             | จำนวน 2 ตัว |
|       | ซีเนอร์ไดโอด 3.3V                             | จำนวน 2 ตัว |
|       | ซีเนอร์ไดโอด 15V                              | จำนวน 1 ตัว |
| 4.2.7 | ทรานซิสเตอร์ ประกอบด้วย                       |             |
|       | ทรานซิสเตอร์ BC548                            | จำนวน 1 ตัว |
|       | ทรานซิสเตอร์ BC547                            | จำนวน 1 ตัว |
|       | ทรานซิสเตอร์ BC557                            | จำนวน 3 ตัว |
| 4.2.8 | ไอซี ประกอบด้วย                               |             |
|       | ไอซี 78L05                                    | จำนวน 1 ตัว |
|       | ไอซี 7805                                     | จำนวน 1 ตัว |
|       | ไอซี AMN14112                                 | จำนวน 1 ตัว |
|       | ไอซี MC14538B                                 | จำนวน 1 ตัว |
|       | ไอซี PT2262                                   | จำนวน 1 ตัว |
|       | ไอซี PT2272                                   | จำนวน 1 ตัว |
|       | ไอซี 4N25                                     | จำนวน 1 ตัว |

|                                         |              |
|-----------------------------------------|--------------|
| ไอซี 89C51RD2                           | จำนวน 1 ตัว  |
| ไอซี 24LC04                             | จำนวน 1 ตัว  |
| ไอซี ISD2590                            | จำนวน 1 ตัว  |
| ไอซี MAX232                             | จำนวน 1 ตัว  |
| ไอซี MT8888C                            | จำนวน 1 ตัว  |
| ไอซี 7447                               | จำนวน 1 ตัว  |
| 4.2.9 หลอดไดโอด ประกอบด้วย              |              |
| หลอดไดโอดเขียว                          | จำนวน 2 หลอด |
| หลอดไดโอดเหลือง                         | จำนวน 2 หลอด |
| หลอดไดโอดแดง                            | จำนวน 2 หลอด |
| หลอดไดโอด 7 ส่วน                        | จำนวน 1 ตัว  |
| 4.2.10 แร่ความถี่ ประกอบด้วย            |              |
| แร่ความถี่ 3.579MHz                     | จำนวน 1 ตัว  |
| แร่ความถี่ 11.0592MHz                   | จำนวน 1 ตัว  |
| 4.2.11 อุปกรณ์อื่นๆ ประกอบด้วย          |              |
| รีเลย์ RZ-12                            | จำนวน 2 ตัว  |
| บัลลิสต์ 12V                            | จำนวน 1 ตัว  |
| แบตเตอรี่ DJW 12V 0.8AH                 | จำนวน 2 ก้อน |
| 4.3 เครื่องมือ ได้แก่                   |              |
| 4.3.1 หัวแร้งไฟฟ้าชนิดแช่ ขนาด 25 วัตต์ |              |
| 4.3.2 ขาจับแผ่นวงจรพิมพ์                |              |
| 4.3.3 ที่วางหัวแร้ง                     |              |
| 4.3.4 ที่ดูดตะกั่วบัดกรี                |              |
| 4.3.5 คีมปากจับ                         |              |
| 4.3.6 คีมปากตัด                         |              |
| 4.3.7 ไขควง 1 ชุด                       |              |
| 4.3.8 ดิจิตอลมัลติมิเตอร์               |              |
| 4.3.9 ออสซิลโดสโคป                      |              |
| 4.3.10 สว่านไฟฟ้า                       |              |
| 4.3.11 ดอกสว่าน 1 ชุด                   |              |
| 4.3.12 ตะไบชุด 1 ชุด                    |              |
| 4.3.13 เลื่อย                           |              |

## 5. กำหนด ระยะเวลา และสถานที่

ระยะเวลาที่ใช้สำหรับการพัฒนาระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย ประมาณเดือนพฤศจิกายน 2546 ถึง เมษายน 2549 ใช้สถานที่ในการสร้างเครื่องพร้อมทั้งใช้เครื่องมือต่างๆ ที่ บริษัทวิทยุการบินแห่งประเทศไทย จำกัด เลขที่ 102 ซอยงามดูพลี แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพฯ 10120 โทรศัพท์ 0-2285-9236

## 6. สร้างชุดอุปกรณ์ระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย ตามที่ได้ออกแบบไว้

การสร้างวงจรระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย เพื่อการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ดำเนินการสร้างส่วนประกอบต่างๆ ของวงจรแล้วนำมาประกอบเข้าด้วยกัน ติดตั้งลงภายในตัวของเฟอร์นิเจอร์ โดยมีลำดับขั้นตอนดังนี้

6.1 จัดหาวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ

6.2 ออกแบบและสร้างแผ่นวงจรพิมพ์ โดยการออกแบบด้วยโปรแกรม Protel 99 SE ทำแผ่นวงจรพิมพ์ชนิดมีลายวงจรสองด้าน

6.3 ประกอบอุปกรณ์ ลงแผ่นวงจรพิมพ์ และบัดกรีให้เรียบร้อย ทำความสะอาด

6.4 เตรียมเฟอร์นิเจอร์สำหรับบรรจุ ทำการเจาะช่องยึดติดอุปกรณ์ตามที่ได้ออกแบบไว้

6.5 ประกอบอุปกรณ์ทั้งหมด ติดตั้งลงภายในเฟอร์นิเจอร์ที่สร้างขึ้น

6.6 เชื่อมสายไฟฟ้า เพื่อให้วงจรทำงานตามที่ได้ออกแบบอย่างถูกต้องและเที่ยงตรง

6.7 ทดสอบการทำงาน หาข้อบกพร่อง เพื่อปรับปรุง แก้ไข

## 7. ทดสอบ ปรับปรุง และแก้ไข

หลังจากที่ได้สร้างต้นแบบชุดอุปกรณ์ระบบเตือนภัยขึ้นมาแล้ว ทำการทดสอบและแก้ไขข้อบกพร่องการทำงานของชุดอุปกรณ์ระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย เพื่อให้ทำงานได้ตามข้อกำหนดก่อนที่จะส่งให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะ ซึ่งจะทดสอบวงจร ดังต่อไปนี้

7.1 ทดสอบ การทำงานของเครื่องตรวจจับระบบเตือนภัย และการทำงานของรีโมทคอนโทรล UHF เครื่องส่ง สังกาณ เปิด/ปิด ระบบเตือนภัยกับเครื่องควบคุมระบบเตือนภัยระยะทางที่รีโมทคอนโทรล UHF เครื่องรับที่สามารถทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ 1 ถึง 10 เมตร เพื่อให้สามารถฟังบีตเซอร์แสดงการทำงานของเครื่องระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัยได้อย่างชัดเจน

7.2 ทดสอบ การทำงานตัวตรวจจับการเคลื่อนไหวของสิ่งมีชีวิตในลักษณะเคลื่อนผ่านแบบเรียงลำดับกันมา ภายในบริเวณพื้นที่ที่ตัวตรวจจับครอบคลุมถึงในการค้นหาตรวจจับที่ทำให้เกิดการเซนเซอร์ได้ในระยะ 2 ถึง 8 เมตร และมีมุมการตรวจจับกว้างแนวนอน 110 องศา แนวตั้ง 93 องศา

7.3 ทดสอบ การทำงานของบีตเซอร์ติดตั้งภายใน โดยการกำหนดระยะเวลาหน่วงของเสียงเตือนภัยตามเวลาที่ต้องการตั้งแต่ 1 ถึง 15 นาที

7.4 ทดสอบ การแจ้งเหตุผ่านทางโทรศัพท์ของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัยด้วยเสียงพูด

## 8. หาสมรรถนะและลักษณะทางกายภาพ

เป็นการประเมินสมรรถนะและลักษณะทางกายภาพของชุดอุปกรณ์ระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย โดยการประเมินจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะด้าน ด้วยการใช้แบบประเมินที่สร้างขึ้น ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

8.1 ผู้วิจัยสร้าง แบบประเมินสมรรถนะและลักษณะทางกายภาพของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

8.2 ติดต่อผู้เชี่ยวชาญ 2 คน เพื่อเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแบบประเมินหาสมรรถนะและลักษณะทางกายภาพของระบบเตือนภัย มีคุณสมบัติจบการศึกษาระดับปริญญาตรีขึ้นไป มีประสบการณ์การทำงาน / ด้านงานออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ไม่ต่ำกว่า 10 ปี ดังนี้

8.2.1 นายเกรียงไกร เมธาวีวงศ์ ระดับการศึกษาปริญญาโท ประสบการณ์การทำงาน / ด้านงานออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ 16 ปี

8.2.2 นายชาญณรงค์ รุ่งเรืองด้วยบุญ ระดับการศึกษาปริญญาตรี ประสบการณ์การทำงาน / ด้านงานออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ 16 ปี

8.3 ออกหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัยเชิญผู้เชี่ยวชาญ 2 คน

8.4 นำแบบประเมินให้ผู้เชี่ยวชาญ 2 คน ตรวจสอบแบบประเมินหาสมรรถนะและลักษณะทางกายภาพของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย เพื่อให้คำแนะนำปรับปรุงแก้ไข แบบประเมินให้สามารถแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับสมรรถนะและลักษณะทางกายภาพของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย มีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด

8.5 ผู้วิจัย ทำการปรับปรุงแก้ไข แบบประเมินให้ถูกต้องเหมาะสมยิ่งขึ้นตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแบบประเมินหาสมรรถนะและลักษณะทางกายภาพของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

8.6 ส่งแบบประเมินหาสมรรถนะและลักษณะทางกายภาพของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย ให้ประธาน และกรรมการควบคุมปริญญาโท ตรวจสอบ

8.7 ติดต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 คน เพื่อเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินหาสมรรถนะและลักษณะทางกายภาพของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย มีคุณสมบัติจบการศึกษาระดับปริญญาตรีขึ้นไป มีประสบการณ์การทำงาน / ด้านงานออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ไม่ต่ำกว่า 10 ปี ดังนี้

8.7.1 นายวัชรินทร์ สุรติรางคกุล ระดับการศึกษาปริญญาตรี ประสบการณ์การทำงาน / ด้านงานออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ 20 ปี

8.7.2 นายพันทิพย์ ภูชาญ ระดับการศึกษาปริญญาโท ประสบการณ์การทำงาน / ด้านงานออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ 15 ปี

8.7.3 นายกัมปนาท เรืองรายวัน ระดับการศึกษาปริญญาโท ประสบการณ์การทำงาน / ด้านงานออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ 15 ปี

8.7.4 นายศักราช คงพันธ์ ระดับการศึกษาปริญญาตรี ประสบการณ์การทำงาน /  
 ด้านงานออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ 20 ปี

8.7.5 นายอมรวิทย์ พิณเข้ม ระดับการศึกษาปริญญาโท ประสบการณ์การทำงาน /  
 ด้านงานออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ 11 ปี

8.8 ออกหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัยเชิญผู้เชี่ยวชาญ 5 คน

8.9 นำแบบประเมินให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 คน ประเมินหาสมรรถนะและลักษณะทางกายภาพของ  
 ระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

8.10 นำข้อมูลที่ได้จากแบบประเมินหาสมรรถนะและลักษณะทางกายภาพของระบบเตือนภัย  
 ภายในที่พักอาศัย เพื่อนำผลการประเมินไปวิเคราะห์ต่อไป

8.11 แบบประเมินหาสมรรถนะและลักษณะทางกายภาพของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย  
 แบบประเมินแบ่งออกเป็น 4 ตอน ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพของผู้เชี่ยวชาญ

ตอนที่ 2 ประเมินหาสมรรถนะของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย โดยการทดลองการ  
 ทำงานของชุดอุปกรณ์ระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย ระหว่างช่วงค่าที่ต้องการวัดโดยให้คะแนน  
 มาตรฐานส่วนประเมิน 2 ระดับ ประกอบด้วย ประสิทธิภาพ 4 ด้านคือ

8.11.1 ความสามารถในการตรวจจับการเคลื่อนไหว

8.11.2 ความสามารถในการทำงานของระบบเตือนภัยที่ปรับระยะติดตั้งระหว่าง  
 เครื่องตรวจจับกับเครื่องควบคุม

8.11.3 ความสามารถกำหนดระยะเวลาหน่วงของเสียงเตือนภัย

8.11.4 ความสามารถในการแจ้งเหตุผ่านทางโทรศัพท์

ตอนที่ 3 ความคิดเห็น แบบมาตราส่วนประมาณค่า (RATING SCALE) โดยกำหนดค่า  
 คะแนน เป็น 5 ระดับ คือ

คะแนนระดับ 5 หมายถึง ผลการประเมินในระดับดีมาก

คะแนนระดับ 4 หมายถึง ผลการประเมินในระดับดี

คะแนนระดับ 3 หมายถึง ผลการประเมินในระดับพอใช้

คะแนนระดับ 2 หมายถึง ผลการประเมินในระดับต้องปรับปรุง

คะแนนระดับ 1 หมายถึง ผลการประเมินในระดับใช้ไม่ได้

8.12 การประเมินลักษณะทางกายภาพของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัยประกอบด้วย  
 คุณลักษณะสมบัติ 4 ด้านคือ

8.12.1 การติดตั้งอุปกรณ์ระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

8.12.2 การใช้งานระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

8.12.3 การพรังตาระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

8.12.4 การบำรุงรักษาระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

ตอนที่ 4 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเป็นคำถามชนิดปลายเปิด ให้ผู้ตอบแบบประเมินแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่างๆ เกี่ยวกับสมรรถนะและลักษณะทางกายภาพของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

## 9. การวิเคราะห์ข้อมูล

9.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาสมรรถนะกับค่าเกณฑ์ต่าง ๆ ตามคุณสมบัติทางเทคนิคของอุปกรณ์ตัวตรวจจับและลักษณะทางกายภาพกับการจัดวางอุปกรณ์ลงในเครื่อง การต่อเชื่อมอุปกรณ์ ประกอบด้วยคุณลักษณะสมบัติ 8 ด้านคือ

9.1.1 ความสามารถในการตรวจจับการเคลื่อนไหว

9.1.2 ความสามารถในการทำงานของระบบเตือนภัยที่ปรับระยะติดตั้งระหว่างเครื่องตรวจจับกับเครื่องควบคุม

9.1.3 ความสามารถกำหนดระยะเวลาหน่วงของเสียงเตือนภัย

9.1.4 ความสามารถในการแจ้งเหตุผ่านทางโทรศัพท์

9.1.5 การติดตั้งอุปกรณ์ระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

9.1.6 การใช้งานระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

9.1.7 การพรังตาระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

9.1.8 การบำรุงรักษาระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

## 9.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

9.2.3 ค่าเฉลี่ย (Arithmetic mean) ใช้สูตร(บุญชม ศรีสะอาด.2453:102)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

กำหนดให้  $\bar{X}$  แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum X$  แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม

$N$  แทน จำนวนคะแนนในกลุ่ม

9.2.2 ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ใช้สูตร(บุญชม ศรีสะอาด.2543:103)

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{N - 1}}$$

กำหนดให้  $S$  แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$X$  แทน คะแนนแต่ละตัว

$\bar{X}$  แทน ค่าเฉลี่ย

$N$  แทน จำนวนคะแนนในกลุ่ม

$\sum$  แทน ผลรวม

### 9.2.3 หาค่า t – test โดยใช้สูตร (ชูศรี วงศ์รัตน์.2544: 146)

$$t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

|          |            |     |                      |
|----------|------------|-----|----------------------|
| โดยมี    | df = n - 1 |     |                      |
| กำหนดให้ | $\bar{X}$  | แทน | ค่าเฉลี่ย            |
|          | $\mu_0$    | แทน | ค่าคงที่ค่าหนึ่ง     |
|          | S          | แทน | ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน |
|          | n          | แทน | จำนวนคะแนนในกลุ่ม    |

### 9.3 กำหนดเกณฑ์ในการแปลความหมายข้อมูล เป็นค่าเฉลี่ยต่างๆ ดังต่อไปนี้

| คะแนนเฉลี่ย | หมายถึง      |
|-------------|--------------|
| 4.51 – 5.00 | ดีมาก        |
| 3.51 – 4.50 | ดี           |
| 2.51 – 3.50 | พอใช้        |
| 1.51 – 2.50 | ต้องปรับปรุง |
| 1.00 – 1.50 | ใช้ไม่ได้    |

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

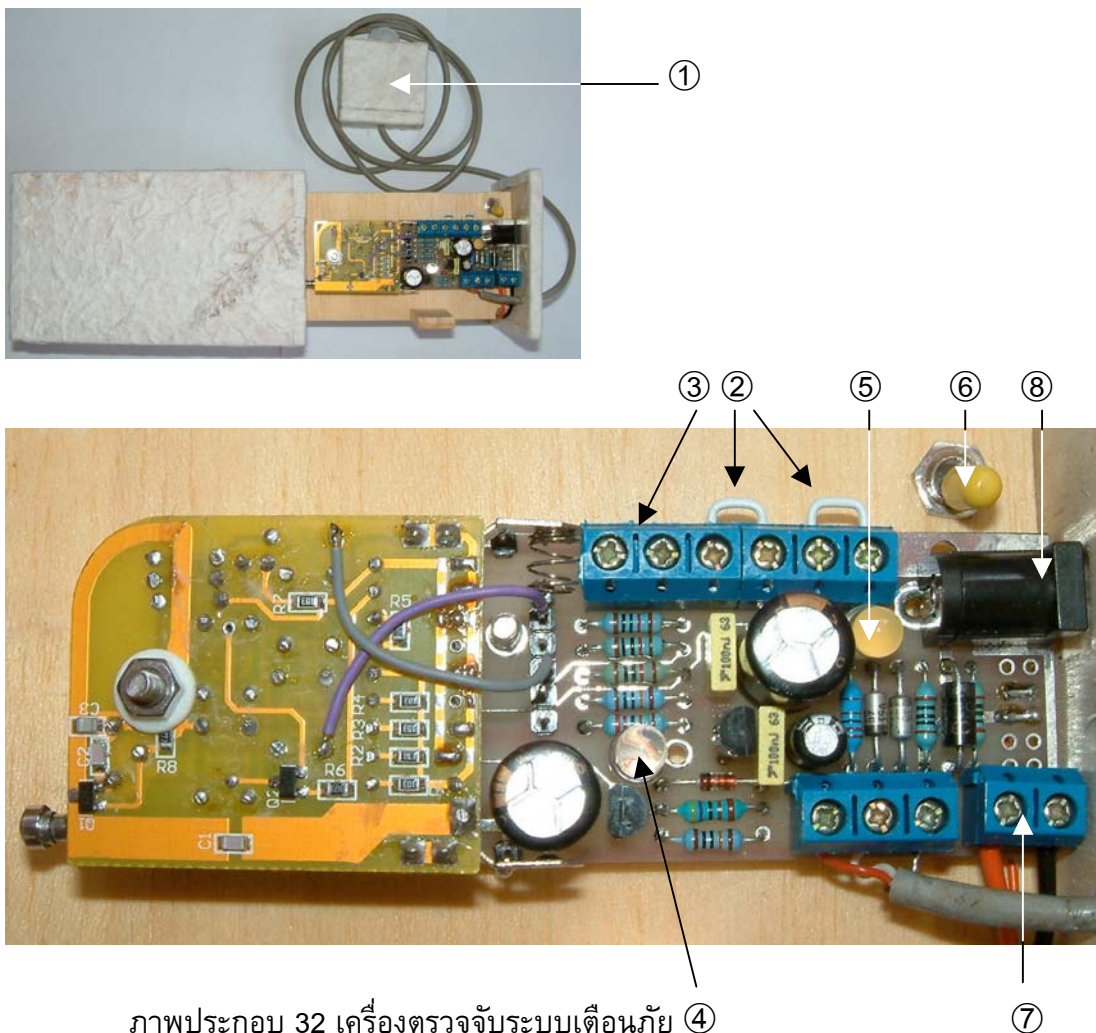
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดสอบของชุดอุปกรณ์ระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย นำเสนอตามลำดับดังนี้

#### 1. ผลการพัฒนาระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

การพัฒนาระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย ที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้นแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ เครื่องตรวจจับระบบเตือนภัย กับ เครื่องควบคุมระบบเตือนภัย โดยมีรายละเอียดอุปกรณ์ ดังนี้

##### 1.1 เครื่องตรวจจับระบบเตือนภัย (Alarm Sensor Unit)

เครื่องตรวจจับที่ใช้ตัวตรวจจับการเคลื่อนไหวแบบพาสซีฟอินฟราเรด จะทำการตรวจจับค่าอุณหภูมิของรังสีอินฟราเรดที่แตกต่างกันเมื่อมีการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต และส่งข้อมูลทางรีโมทคอนโทรล



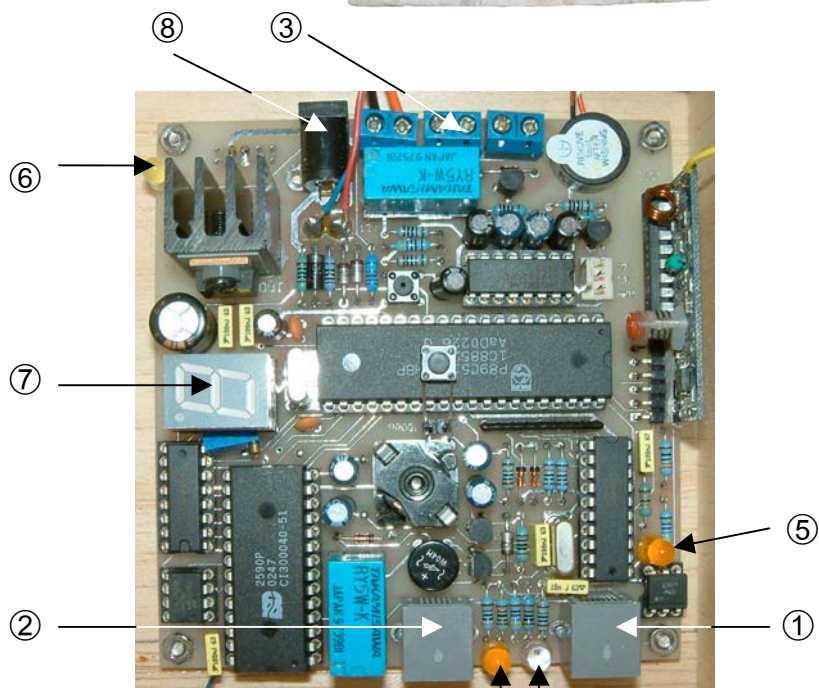
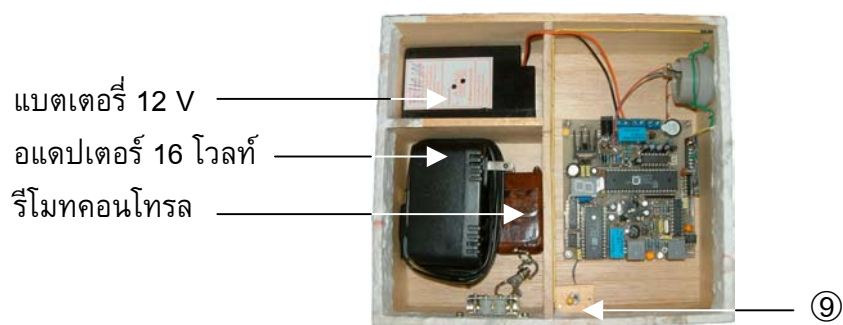
ภาพประกอบ 32 เครื่องตรวจจับระบบเตือนภัย ④

ส่วนประกอบของเครื่องตรวจจับระบบเตือนภัย

- ① ตัวตรวจจับการเคลื่อนไหว ต่อกับลูปที่ 1
- ② ขั้วต่อลูปที่ 2 และ 3 ทำงานแบบปกติปิด(N.C)
- ③ ขั้วต่อลูปที่ 4 ทำงานแบบปกติเปิด (N.O)
- ④ หลอดไดโอดเปล่งแสงสีแดง แสดงว่าตัวตรวจจับเกิดการเซนเซอร์
- ⑤ หลอดไดโอดเปล่งแสงสีเขียว แสดงการจ่ายแรงดัน 12 โวลต์ ให้กับวงจร
- ⑥ สวิตช์สำหรับเปิด / ปิด จ่ายแรงดัน 12 โวลต์ ให้กับวงจร
- ⑦ ขั้วต่อแบตเตอรี่ 12 V
- ⑧ ปลั๊กไฟแรงดันตรง 14 – 16 โวลต์

## 1.2 เครื่องควบคุมระบบเตือนภัย (Alarm Control Unit)

เครื่องควบคุมใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-1 ทำหน้าที่คอยตรวจรับข้อมูลจากรีโมทคอนโทรล ทำงานแจ้งเหตุผ่านทางโทรศัพท์และหน่วงเวลาเสียงเตือนภัย ตามโปรแกรมที่บรรจุไว้



ภาพประกอบ 33 เครื่องควบคุมระบบเตือนภัย ⑤ ④

ส่วนประกอบของเครื่องควบคุมระบบเตือนภัย

- ① ปลั๊กโทรศัพท์ สำหรับตั้งโปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบเริ่มต้น
- ② ปลั๊กโทรศัพท์ สำหรับโทรศัพท์แจ้งเหตุ
- ③ ขั้วต่อไซเรนจากภายนอก
- ④ หลอดไดโอดเปล่งแสงสีแดง แสดงว่าตั้งโปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบเริ่มต้น
- ⑤ หลอดไดโอดเปล่งแสงสีส้ม 2 หลอด แสดงการโทรศัพท์แจ้งเหตุ
- ⑥ หลอดไดโอดเปล่งแสงสีเขียว แสดงการจ่ายแรงดัน 12 โวลต์ ให้กับวงจร
- ⑦ หลอดไดโอดเซเวนเซ็กเมนต์ แสดงระบบการทำงานต่างๆ
- ⑧ ปลั๊กไฟแรงดันตรง 14 – 16 โวลต์
- ⑨ สวิตช์สำหรับเปิด / ปิด จ่ายแรงดัน 12 โวลต์ ให้กับวงจร

## 2. หาสมรรถนะและลักษณะทางกายภาพของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

### 2.1 ผลการหาสมรรถนะของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

การหาสมรรถนะโดยการทดลองการทำงานของชุดอุปกรณ์ระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ระหว่างช่วงค่าที่ต้องการวัดโดยให้คะแนนมาตราส่วนประเมิน 2 ระดับ ประกอบด้วย สมรรถนะ 4 ด้านคือ

2.1.1 ความสามารถในการตรวจจับการเคลื่อนไหว แนวนอน, แนวตั้ง

2.1.2 ความสามารถในการทำงานของระบบเตือนภัยที่ปรับระยะติดตั้งระหว่างเครื่องตรวจจับกับเครื่องควบคุม

2.1.3 ความสามารถกำหนดระยะเวลาหน่วงของเสียงเตือนภัย

2.1.4 ความสามารถในการแจ้งเหตุผ่านทางโทรศัพท์

สรุปผลที่ได้จากการทดลองหาสมรรถนะมีดังนี้

ตาราง 6 แสดงผลความสามารถในการการตรวจจับการเคลื่อนไหว มุมแนวนอน 110 องศา (ด้านละ 55 องศา) ผิดพลาดไม่เกิน  $\pm 10$  องศา ทำเครื่องหมาย  $\checkmark$  (ถูก) เมื่อผ่าน และทำเครื่องหมาย X (ผิด) เมื่อไม่ผ่าน

| ความสามารถในการตรวจจับการเคลื่อนไหว มุมแนวนอน 110 องศา (ด้านละ 55 องศา)<br>ผิดพลาดไม่เกิน $\pm 10$ องศา (หันหน้าเข้าหาตัวตรวจจับ) |                    |              |              |              |              |              |                   |              |              |              |              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| ระยะห่าง(เมตร)                                                                                                                    | ด้านซ้ายมือ (องศา) |              |              |              |              | กึ่งกลาง     | ด้านขวามือ (องศา) |              |              |              |              |
|                                                                                                                                   | 65                 | 60           | 55           | 50           | 45           | 0 องศา       | 45                | 50           | 55           | 60           | 65           |
| 1                                                                                                                                 | $\checkmark$       | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$      | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ |
| 2                                                                                                                                 | $\checkmark$       | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$      | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ |
| 3                                                                                                                                 | $\checkmark$       | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$      | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ |
| 4                                                                                                                                 | $\checkmark$       | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$      | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ |
| 5                                                                                                                                 | $\checkmark$       | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$      | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ |
| 6                                                                                                                                 | X                  | X            | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$      | $\checkmark$ | $\checkmark$ | X            | X            |
| 7                                                                                                                                 | X                  | X            | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$      | $\checkmark$ | $\checkmark$ | X            | X            |
| 8                                                                                                                                 | X                  | X            | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$      | $\checkmark$ | $\checkmark$ | X            | X            |
| 9                                                                                                                                 | X                  | X            | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$      | $\checkmark$ | $\checkmark$ | X            | X            |
| 10                                                                                                                                | X                  | X            | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$      | $\checkmark$ | $\checkmark$ | X            | X            |
| 11                                                                                                                                | X                  | X            | X            | X            | X            | X            | X                 | X            | X            | X            | X            |
| 12                                                                                                                                | X                  | X            | X            | X            | X            | X            | X                 | X            | X            | X            | X            |

จากตาราง 6 แสดงว่าความสามารถในการตรวจจับการเคลื่อนไหว มุมแนวนอน 110 องศา ในระยะห่าง 1 – 5 เมตร ทดสอบผ่าน ระบบสามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวได้ครอบคลุมทุกองศา 45,50,55,60,65 ทั้งด้านซ้ายมือ ด้านขวามือ และกึ่งกลาง ระยะห่าง 5 – 10 เมตร ทดสอบผ่าน ระบบสามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวได้ที่องศา 45,50,55 ทั้งด้านซ้ายมือ ด้านขวามือ กึ่งกลาง และทดสอบไม่ผ่าน ระบบไม่สามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวที่องศา 60,65 ทั้งด้านซ้ายมือ ด้านขวามือ และกึ่งกลาง ระยะห่าง 10 – 12 เมตร ทดสอบไม่ผ่าน ระบบไม่สามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวทุกองศา 45,50,55,60,65 ทั้งด้านซ้ายมือ ด้านขวามือ และกึ่งกลาง ผ่านเกณฑ์สมรรถนะของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย ที่ระยะห่าง 2 – 8 เมตร และมีมุมการตรวจจับกว้างแนวนอน 110 องศา

ตาราง 7 แสดงผลความสามารถในการตรวจจับการเคลื่อนไหว มุมแนวตั้ง 93 องศา (ด้านละ 46.5 องศา) ผิดพลาดไม่เกิน  $\pm 10$  องศา ทำเครื่องหมาย  $\checkmark$  (ถูก) เมื่อผ่าน และทำเครื่องหมาย X (ผิด) เมื่อไม่ผ่าน

| ความสามารถในการตรวจจับการเคลื่อนไหว มุมแนวตั้ง 93 องศา (ด้านละ 46.5 องศา)<br>ผิดพลาดไม่เกิน $\pm 10$ องศา (หันหน้าเข้าหาตัวตรวจจับ) |               |              |              |              |              |              |                 |              |              |              |              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| ระยะห่าง(เมตร)                                                                                                                      | ด้านบน (องศา) |              |              |              |              | กึ่งกลาง     | ด้านล่าง (องศา) |              |              |              |              |
|                                                                                                                                     | 56            | 51           | 46           | 41           | 36           | 0 องศา       | 36              | 41           | 46           | 51           | 56           |
| 1                                                                                                                                   | $\checkmark$  | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$    | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ |
| 2                                                                                                                                   | $\checkmark$  | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$    | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ |
| 3                                                                                                                                   | $\checkmark$  | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$    | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ |
| 4                                                                                                                                   | $\checkmark$  | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$    | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ |
| 5                                                                                                                                   | $\checkmark$  | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$    | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ |
| 6                                                                                                                                   | X             | X            | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$    | $\checkmark$ | $\checkmark$ | X            | X            |
| 7                                                                                                                                   | X             | X            | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$    | $\checkmark$ | $\checkmark$ | X            | X            |
| 8                                                                                                                                   | X             | X            | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$    | $\checkmark$ | $\checkmark$ | X            | X            |
| 9                                                                                                                                   | X             | X            | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$    | $\checkmark$ | $\checkmark$ | X            | X            |
| 10                                                                                                                                  | X             | X            | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$ | $\checkmark$    | $\checkmark$ | $\checkmark$ | X            | X            |
| 11                                                                                                                                  | X             | X            | X            | X            | X            | X            | X               | X            | X            | X            | X            |
| 12                                                                                                                                  | X             | X            | X            | X            | X            | X            | X               | X            | X            | X            | X            |

จากตาราง 7 แสดงว่าความสามารถในการตรวจจับการเคลื่อนไหว มุมแนวตั้ง 93 องศา ในระยะห่าง 1 – 5 เมตร ทดสอบผ่าน ระบบสามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวได้ครอบคลุมทุกองศา 36,41,46,51,56 ทั้งด้านบน ด้านล่าง และกึ่งกลาง ระยะห่าง 5 - 10 เมตร ทดสอบผ่าน ระบบสามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวได้ที่องศา 36,41,46 ทั้งด้านบน ด้านล่าง กึ่งกลาง และทดสอบไม่ผ่าน ระบบไม่สามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวที่องศา 51,56 ทั้งด้านบน ด้านล่าง และกึ่งกลาง ระยะห่าง 10 – 12 เมตร ทดสอบไม่ผ่าน ระบบไม่สามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวทุกองศา 36,41,46,51,56 ทั้งด้านบน ด้านล่าง และกึ่งกลาง ผ่านเกณฑ์สมรรถนะของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย ที่ระยะห่าง 2 – 8 เมตร และมีมุมการตรวจจับกว้างแนวตั้ง 93 องศา

ตาราง 8 แสดงผลความสามารถในการทำงานของระบบเตือนภัยที่ปรับระยะติดตั้งระหว่างเครื่องตรวจจับกับเครื่องควบคุม ทำเครื่องหมาย ✓ (ถูก) เมื่อผ่าน และทำเครื่องหมาย X (ผิด) เมื่อไม่ผ่าน

| ความสามารถในการทำงานของระบบเตือนภัยที่ปรับระยะติดตั้งระหว่างเครื่องตรวจจับกับเครื่องควบคุม |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|
| ระยะห่าง(เมตร)                                                                             | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| ผลการทดสอบ                                                                                 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓  | ✓  | ✓  | ✓  | ✓  | ✓  |

จากตาราง 8 แสดงว่าความสามารถในการทำงานของระบบเตือนภัยที่ปรับระยะติดตั้งระหว่างเครื่องตรวจจับกับเครื่องควบคุมได้ทุกระยะห่าง 1 – 15 เมตร ทดสอบผ่าน ผ่านเกณฑ์สมรรถนะของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย ที่ระยะห่าง 1 – 10 เมตร

ตาราง 9 แสดงผลความสามารถกำหนดระยะเวลาหน่วงของเสียงเตือนภัย ทำเครื่องหมาย ✓ (ถูก) เมื่อผ่าน และทำเครื่องหมาย X (ผิด) เมื่อไม่ผ่าน

| ความสามารถกำหนดระยะเวลาหน่วงของเสียงเตือนภัย |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
|----------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|
| ระยะเวลา(นาที)                               | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| ผลการทดสอบ                                   | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓  | ✓  | ✓  | ✓  | ✓  | ✓  |

จากตาราง 9 แสดงว่าความสามารถกำหนดระยะเวลาหน่วงของเสียงเตือนภัยทุกระยะเวลา 1 – 15 นาที ทดสอบผ่าน ผ่านเกณฑ์สมรรถนะของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย ที่ระยะเวลา 1 – 15 นาที

ตาราง 10 แสดงผลความสามารถในการแจ้งเหตุผ่านทางโทรศัพท์ของระบบเตือนภัยในที่พักอาศัย ทำเครื่องหมาย ✓ (ถูก) เมื่อผ่าน และทำเครื่องหมาย X (ผิด) เมื่อไม่ผ่าน

| ความสามารถในการแจ้งเหตุผ่านทางโทรศัพท์ของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |
|-----------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|
| ผลการทดสอบความสามารถในการแจ้งเหตุผ่านทางโทรศัพท์เมื่อมีผู้บุกรุก      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | ✓ |

จากตาราง 10 แสดงว่าความสามารถในการแจ้งเหตุผ่านทางโทรศัพท์ของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย ทดสอบผ่าน ผ่านเกณฑ์สมรรถนะของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

ผลการวิเคราะห์จากตารางที่ 6 – 10 ชุดอุปกรณ์ระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย มีความสามารถในการตรวจจับการเคลื่อนไหว มุมแนวนอน 110 องศา และมุมแนวตั้ง 93 องศา ในระยะ 1 – 10 เมตร นอกจากนี้ยังสามารถตรวจจับการเคลื่อนไหว มุมแนวนอนที่ 120 องศา(ด้านละ 60 องศา), 130 องศา(ด้านละ 65 องศา) และแนวตั้ง 102 องศา(ด้านละ 51 องศา), 112 องศา(ด้านละ 56 องศา) ในระยะ 1 – 5 เมตรได้อีกด้วย เนื่องจากระยะทางยิ่งใกล้ค่าอุณหภูมิของรังสีอินฟราเรดของสิ่งมีชีวิตมีความเข้มข้นขึ้นตาม ทำให้ PIR 4 อิลีเมนต์ภายในตัวตรวจจับสามารถตรวจจับได้อย่างเที่ยงตรงและไวขึ้น เป็นข้อดีในการตรวจจับผู้บุกรุกในระยะใกล้ ข้อเสียทำให้เกิดการรบกวนหรือเกิดการผิดพลาดขึ้นได้ ถ้านำตัวตรวจจับไปติดตั้งในสถานที่ที่มีสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นๆ เช่นสุนัข แมว นก หนู กระรอก เป็นต้น และสามารถปรับระยะติดตั้งระหว่างเครื่องตรวจจับกับเครื่องควบคุมได้ทุกระยะ 1 – 15 เมตร เนื่องจากสามารถติดตั้งระยะไกลขึ้น เป็นข้อดีที่จะติดตั้งเครื่องตรวจจับที่ห้องรับแขกแต่ติดตั้งเครื่องควบคุมที่ห้องนอนทำให้เสียงเตือนภัยไปดังที่ห้องนอนแทน ทำให้ผู้บุกรุกเข้าไปทำลายหรือปิดระบบเตือนภัยได้ยากขึ้น ข้อเสียต้องติดตั้งระบบเตือนภัย 2 ชุด ชุดแรกเครื่องตรวจจับติดตั้งที่ห้องรับแขก เครื่องควบคุมติดตั้งที่ห้องนอน ชุดที่สองเครื่องตรวจจับติดตั้งที่ห้องนอน เครื่องควบคุมติดตั้งที่ห้องรับแขก เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบเตือนภัย มีความสามารถกำหนดระยะเวลาหน่วงของเสียงเตือนภัยทุกระยะ 1 – 15 นาที และแจ้งเหตุผ่านทางโทรศัพท์เมื่อมีผู้บุกรุก สอดคล้องกับสมมุติฐานการวิจัยคือ ความสามารถในการตรวจจับการเคลื่อนไหวของสิ่งมีชีวิตในลักษณะเคลื่อนผ่านแบบเรียงลำดับกันมา ในการค้นหาตรวจจับที่ทำให้เกิดการเซนเซอร์ได้ระยะประมาณ 2 ถึง 8 เมตร และมีมุมการตรวจจับกว้างแนวนอน 110 องศา แนวตั้ง 93 องศา ผิดพลาดไม่เกิน  $\pm 10$  องศา ครอบคลุมที่พักอาศัย ความสามารถในการทำงานของระบบเตือนภัยที่ปรับระยะติดตั้งระหว่างเครื่องตรวจจับกับเครื่องควบคุมที่ระยะห่าง 1 ถึง 10 เมตร ความสามารถกำหนดระยะเวลาหน่วงของเสียงเตือนภัยที่ระยะเวลา 1 ถึง 15 นาที ความสามารถในการแจ้งเหตุผ่านทางโทรศัพท์ของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

## 2.2 ผลการหาลักษณะทางกายภาพของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

การประเมินความคิดเห็นลักษณะทางกายภาพของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ประกอบด้วยคุณลักษณะสมบัติ 4 ด้านคือ

2.2.1 การติดตั้งอุปกรณ์ระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

2.2.2 การใช้งานระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

2.2.3 การพรางตาของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

2.2.4 การบำรุงรักษาระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

สรุปผลที่ได้จากการประเมินความคิดเห็นลักษณะทางกายภาพมีดังนี้

ตาราง 11 แสดงผลความคิดเห็นลักษณะการติดตั้งอุปกรณ์ระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

| การติดตั้งอุปกรณ์ระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย                | $\bar{X}$ | SD   | แปลความ |
|--------------------------------------------------------------|-----------|------|---------|
| 1. ระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัยติดตั้งได้สะดวก               | 4.00      | 0.71 | ดี      |
| 2. การเคลื่อนย้ายเครื่องระบบเตือนภัย มีความสะดวก             | 4.20      | 0.45 | ดี      |
| 3. การถอดและประกอบเครื่อง ผู้ใช้สามารถทำได้ด้วยตนเอง         | 4.00      | 0.71 | ดี      |
| 4. สามารถนำอุปกรณ์เตือนภัยต่างๆ มาเพิ่มเติมตามต้องการ        | 3.60      | 0.55 | ดี      |
| 5. สามารถนำไปติดตั้งกับอุปกรณ์ตกแต่งภายในที่พักอาศัยได้สะดวก | 3.80      | 0.45 | ดี      |
| เฉลี่ยด้านการติดตั้งอุปกรณ์ระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย      | 3.92      | 0.36 | ดี      |

$\alpha = 0.05$ , C.V = 4, t – test = -0.492, Sig = 0.648

จากตาราง 11 แสดงว่าความคิดเห็นลักษณะการติดตั้งอุปกรณ์ระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย อยู่ในระดับดี คือมีค่า ( $\bar{X} = 3.92$ , SD = 0.36) เมื่อทดสอบกับเกณฑ์คะแนน 4 พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ จึงสามารถสรุปได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับดี โดยประเด็นที่มีคะแนนสูงสุด ได้แก่ การเคลื่อนย้ายเครื่องระบบเตือนภัย มีความสะดวก ( $\bar{X} = 4.20$ ) และต่ำสุด ได้แก่ ความสามารถนำอุปกรณ์เตือนภัยต่างๆ มาเพิ่มเติมตามต้องการ ( $\bar{X} = 3.60$ )

ผลการวิเคราะห์จากตาราง 11 แสดงว่าความคิดเห็นลักษณะการติดตั้งอุปกรณ์ระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย อยู่ในระดับดี ระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัยติดตั้งได้สะดวก การเคลื่อนย้ายเครื่องระบบเตือนภัย มีความสะดวก และการถอดและประกอบเครื่อง ผู้ใช้สามารถทำได้ด้วยตนเอง สอดคล้องกับสมมติฐานของการวิจัย

ตาราง 12 แสดงผลความคิดเห็นลักษณะการใช้งานระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

| การใช้งานระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย                               | $\bar{X}$ | SD   | แปลความ |
|---------------------------------------------------------------------|-----------|------|---------|
| 1. ขนาดและรูปร่างมีความเหมาะสมกับระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย       | 3.40      | 0.55 | พอใช้   |
| 2. ความสะดวกในการใช้งานของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย              | 4.20      | 0.84 | ดี      |
| 3. ความปลอดภัยในขณะการใช้งานของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย         | 4.00      | 0.71 | ดี      |
| 4. ผู้ใช้สามารถควบคุมการทำงานระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัยได้ถูกต้อง | 4.20      | 0.45 | ดี      |
| เฉลี่ยด้านการใช้งานระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย                     | 3.95      | 0.51 | ดี      |

$\alpha = 0.05$ , C.V = 4, t – test = -0.218, Sig = 0.838

จากตาราง 12 แสดงว่าความคิดเห็นลักษณะการใช้งานระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย อยู่ในระดับดี คือมีค่า ( $\bar{X} = 3.95$ ,  $SD = 0.51$ ) เมื่อทดสอบกับเกณฑ์คะแนน 4 พบว่ามีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ จึงสามารถสรุปได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับดี โดยประเด็นที่มีคะแนนสูงสุด ได้แก่ ความสะดวกในการใช้งานของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย กับผู้ใช้สามารถควบคุมการทำงานระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัยได้ถูกต้อง ( $\bar{X} = 4.20$ ) และต่ำสุด ได้แก่ ขนาดและรูปร่างมีความเหมาะสมกับระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย ( $\bar{X} = 3.40$ )

ผลการวิเคราะห์จากตาราง 12 แสดงว่าความคิดเห็นลักษณะการใช้งานระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย โดยรวมอยู่ในระดับดี ผู้ใช้มีความสะดวกในการใช้งานของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย มีความปลอดภัยในขณะการใช้งานของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย และผู้ใช้สามารถควบคุมการทำงานระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัยได้ถูกต้อง สอดคล้องกับสมมุติฐานของการวิจัย ตาราง 13 แสดงผลความคิดเห็นลักษณะการพรางตาระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

| การพรางตาระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย     | $\bar{X}$ | SD   | แปลความ |
|-------------------------------------------|-----------|------|---------|
| มีความกลมกลืน เมื่อใช้งานภายในที่พักอาศัย | 3.80      | 0.45 | ดี      |

$\alpha = 0.05$ , C.V = 4, t – test = -1.000, Sig = 0.374

จากตาราง 13 แสดงว่าความคิดเห็นลักษณะการพรางตาระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย อยู่ในระดับดี คือมีค่า ( $\bar{X} = 3.80$ ,  $SD = 0.45$ ) เมื่อทดสอบกับเกณฑ์คะแนน 4 พบว่ามีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ จึงสามารถสรุปได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับดี

ผลการวิเคราะห์จากตาราง 13 แสดงว่าการพรางตาระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย อยู่ในระดับดี มีความกลมกลืน เมื่อใช้งานภายในที่พักอาศัย สอดคล้องกับสมมุติฐานของการวิจัย ตาราง 14 แสดงผลความคิดเห็นลักษณะการบำรุงรักษาระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

| การบำรุงรักษาระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย                            | $\bar{X}$ | SD   | แปลความ |
|----------------------------------------------------------------------|-----------|------|---------|
| 1. สามารถถอดประกอบชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องได้สะดวก                   | 4.20      | 0.84 | ดี      |
| 2. สามารถตรวจสอบแก้ไข ข้อเสียจากการใช้งานได้สะดวก                    | 3.20      | 0.45 | พอใช้   |
| 3. ระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัยสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงต่ำ | 4.00      | 0.71 | ดี      |
| 4. วัสดุและอุปกรณ์ที่เกิดชำรุดสามารถเปลี่ยนหรือซ่อมแซมได้สะดวก       | 3.80      | 0.45 | ดี      |
| 5. ระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัยแบตเตอรี่ใช้งานสามารถหาซื้อได้สะดวก   | 3.80      | 1.10 | ดี      |
| เฉลี่ยด้านการบำรุงรักษาระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย                  | 3.80      | 0.60 | ดี      |

$\alpha = 0.05$ , C.V = 4, t – test = -0.745, Sig = 0.497

จากตาราง 14 แสดงว่าความคิดเห็นลักษณะการบำรุงรักษาระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย อยู่ในระดับดี คือมีค่า ( $\bar{X} = 3.80$ ,  $SD = 0.60$ ) เมื่อทดสอบกับเกณฑ์คะแนน 4 พบว่ามีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ จึงสามารถสรุปได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับดี โดยประเด็นที่มีคะแนนสูงสุด ได้แก่ สามารถถอดประกอบชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องได้สะดวก ( $\bar{X} = 4.20$ ) และต่ำสุด ได้แก่ สามารถตรวจสอบแก้ไข ข้อเสียจากการใช้งานได้สะดวก ( $\bar{X} = 3.20$ )

ผลการวิเคราะห์จากตาราง 14 แสดงว่าความคิดเห็นลักษณะการบำรุงรักษาระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย โดยรวมอยู่ในระดับดี ผู้ใช้สามารถถอดประกอบชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องได้สะดวก ระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัยสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงต่ำ วัสดุและอุปกรณ์ที่เกิดชำรุดสามารถเปลี่ยนหรือซ่อมแซมได้สะดวก ระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัยแบตเตอรี่ใช้งานสามารถหาซื้อได้สะดวก สอดคล้องกับสมมุติฐานของการวิจัย

ตาราง 15 แสดงผลการประเมินลักษณะทางกายภาพของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

| คุณลักษณะสมบัติ                                   | $\bar{X}$ | SD   | t      | Sig   |
|---------------------------------------------------|-----------|------|--------|-------|
| 1. การติดตั้งอุปกรณ์ระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย  | 3.92      | 0.36 | -0.492 | 0.648 |
| 2. การใช้งานระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย          | 3.95      | 0.51 | -0.218 | 0.838 |
| 3. การพรางตากระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย         | 3.80      | 0.45 | -1.000 | 0.374 |
| 4. การบำรุงรักษาระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย      | 3.80      | 0.60 | -0.745 | 0.497 |
| เฉลี่ยรวมทางกายภาพของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย | 3.88      | 0.43 | -0.633 | 0.561 |

$\alpha = 0.05$ , C.V = 4, t – test = -0.633, Sig = 0.561

จากตาราง 15 เมื่อทดสอบสมมุติฐาน ทางกายภาพโดยรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ดี คือมีค่า ( $\bar{X} = 3.88$ ,  $SD = 0.43$ )

ตาราง 16 ความถี่ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ในการปรับปรุงชุดอุปกรณ์ระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

| ลำดับ | ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ                                                                                                                                                                                                                                                                  | ความถี่ |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 1     | ด้านลักษณะการติดตั้ง ควรปรับปรุงขนาดของกล่องให้มีขนาดเล็กกว่าเดิม เพิ่มรูปแบบการติดตั้งให้หลากหลายลักษณะ เช่น แขนวน ผัง หรือซ่อนอยู่ภายในเฟอร์นิเจอร์ประจำห้องของบ้าน จะดูกลมกลืน และอุปกรณ์เครื่องตรวจจับระบบเตือนภัย ควรปรับปรุงให้ใช้แหล่งจ่ายไฟจากแบตเตอรี่อย่างเดียว ซึ่งจะทำให้การติดตั้งสะดวกขึ้น | 4       |
| 2     | ด้านลักษณะการใช้งานควรเพิ่มเติม การตั้งช่วงเวลาทำงาน บันทึกข้อมูลไว้ตรวจสอบภายหลัง และระบบเตือนภัยทำงานอยู่ในขณะที่ผู้ใช้งานอาศัยอยู่ภายในบ้านห้องพัก                                                                                                                                                    | 3       |

ตาราง 16 (ต่อ)

| ลำดับ | ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ                                                                                                                                                                 | ความถี่ |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 3     | ด้านการพรางตาให้กลมกลืนกับเครื่องใช้ภายในที่พักอาศัย ก็นับเป็นข้อดีที่ช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นในการติดตั้ง แต่ขณะเดียวกันต้องคำนึงถึงความแข็งแรง ทนทาน ตลอดจนความสะดวกในการติดตั้งและซ่อมบำรุง             | 1       |
| 4     | ด้านการบำรุงรักษา ควรมีที่แสดงสถานะว่าการทำงานของแบตเตอรี่ยังอยู่ในสภาพดีหรือหมดอายุ ทำให้ผู้ใช้มีความมั่นใจในระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัยตลอดการใช้งาน แบตเตอรี่ที่ใช้ควรหาซื้อได้ง่ายตามร้านค้าทั่วไป | 4       |
| 5     | อื่นๆ การเพิ่มเติมตัวตรวจจับชนิดต่างๆ หลายๆ ตัว ทำให้ยากในการตรวจสอบว่าตัวตรวจจับตัวใดทำงานปกติหรือไม่ อาจทำให้ระบบเตือนภัยผิดพลาดจนลดความน่าเชื่อถือ                                                   | 2       |

ผลการวิเคราะห์จากตาราง 16 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญโดยรวม ด้านลักษณะการติดตั้ง เสนอให้ปรับปรุงขนาดให้เล็กกว่านี้และใช้แบตเตอรี่เพียงอย่างเดียว เพิ่มรูปแบบการติดตั้งให้หลากหลาย ด้านลักษณะการใช้งาน เสนอให้เพิ่มเติมโหมดการทำงานต่างๆ ให้มากขึ้น ด้านการพรางตา เสนอเพิ่มความแข็งแรง ทนทาน ตลอดจนความสะดวกในการติดตั้งและซ่อมบำรุง ด้านการบำรุงรักษา เสนอให้เพิ่มที่แสดงสถานะว่าการทำงานของแบตเตอรี่ยังอยู่ในสภาพดีหรือหมดอายุ แบตเตอรี่ที่ใช้ควรหาซื้อได้ง่ายตามร้านค้าทั่วไป

## บทที่ 5

### สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเพื่อพัฒนาระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย เพื่อทดสอบหาสมรรถนะและลักษณะทางกายภาพของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 คน เป็นผู้ประเมินมีรายละเอียดดังนี้

#### สรุปผลของการวิจัย

ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบเตือนภัยภายในที่พัก ทดลองการทำงานหาสมรรถนะและลักษณะทางกายภาพของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย นำผลการทดสอบมานำเสนอเป็นข้อเพื่อให้สอดคล้องกับความมุ่งหมายของการวิจัย สรุปได้ดังนี้

1. การพัฒนาระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย สามารถวางปะปนกับเครื่องตกแต่งห้องต่างๆ เป็นการพรางตาไปในตัว มีความยืดหยุ่น สะดวกในการใช้งานในการเคลื่อนย้ายและติดตั้งสามารถกำหนดไซเรนให้ดังต่อเนื่องหรือตั้งเวลาให้ดังได้ตามต้องการ เพื่อไม่ให้เสียงกริ่งสัญญาณดังนานเกินเหตุจนเป็นเสียงรบกวนเพื่อนบ้าน และมีการโทรศัพท์แจ้งเหตุด้วยเสียงพูด

2. ผลที่ได้จากการทดสอบหาสมรรถนะและลักษณะทางกายภาพของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย สรุปได้ดังนี้

- 2.1 การทดสอบหาสมรรถนะของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย มีความสามารถในการตรวจจับการเคลื่อนไหว มุมแนวนอน 110 องศา และมุมแนวตั้ง 93 ในระยะ 1 – 10 เมตร ความสามารถในการทำงานของชุดอุปกรณ์ระบบเตือนภัยที่ปรับระยะติดตั้งระหว่างเครื่องตรวจจับกับเครื่องควบคุมได้ทุกระยะ 1 – 15 เมตร ความสามารถกำหนดระยะเวลาหน่วงของเสียงเตือนภัยทุกระยะ 1 – 15 นาที และแจ้งเหตุผ่านทางโทรศัพท์เมื่อมีผู้บุกรุก ผ่านเกณฑ์สมรรถนะของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

- 2.2 ลักษณะทางกายภาพของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย ลักษณะการติดตั้งอุปกรณ์ระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย อยู่ในระดับดี การใช้งานระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย อยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณาในรายละเอียด ขนาดและรูปร่างมีความเหมาะสมกับระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย อยู่ในระดับพอใช้ ทำให้มีการปรับปรุงแก้ไข ให้ขนาดและรูปร่างมีความเหมาะสมต่อไป การพรางตาของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย อยู่ในระดับดี การบำรุงรักษาระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย เมื่อพิจารณาในรายละเอียด สามารถตรวจสอบแก้ไข ข้อเสียจากการใช้งานได้สะดวก อยู่ในระดับพอใช้ ทำให้มีการปรับปรุงแก้ไข ให้สามารถตรวจสอบแก้ไข ข้อเสียจากการใช้งานได้สะดวกต่อไป

## อภิปรายผล

การพัฒนากระบวนเตียนกัยภายในที่พัทกาศัย จากสมมติฐานของการวิจัยที่ได้ตั้งไว้คือ การพัฒนากระบวนเตียนกัยภายในที่พัทกาศัย มีสมรรถนะในการตรวจจับครอบคุมภายในที่พัทกาศัย มีลักษณะทางกายภาพ การติดตั้งระบบเตียนกัย การใช้งานระบบเตียนกัย การพรางตาระบบเตียนกัย และการบำรุงรักษาระบบเตียนกัย อยู่ในเกณฑ์ดี สามารถอภิปรายผลมีรายละเอียดดังนี้

1. การพัฒนากระบวนเตียนกัยภายในที่พัทกาศัย ซึ่งมีอุปกรณการทำงานของระบบเตียนกัยที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้นแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนเครื่องตรวจจับที่ใช้ตัวตรวจจับการเคลื่อนไหวแบบพาสซีฟอินฟราเรด จะทำการตรวจจับค่าอุณหภูมิของรังสีอินฟราเรดที่แตกต่างกันเมื่อมีการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต และส่งข้อมูลทางรีโมทคอนโทรล ส่วนเครื่องควบคุมใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-1 ทำหน้าที่คอยตรวจจับข้อมูลจากรีโมทคอนโทรล ทำงานแจ้งเหตุผ่านทางโทรศัพท์และหน่วยเวลาเสียงเตียนกัย ตามโปรแกรมที่บรรจุไว้ ทำให้ระบบเตียนกัยภายในที่พัทกาศัยดัดแปลงได้ง่าย วางปะปนกับเครื่องตกแต่งห้องต่างๆ เป็นการพรางตา เครื่องตรวจจับสามารถเพิ่มเติมได้สะดวก ซึ่งสอดคล้องกับบทความของ ประสิทธิ์ สุทธิปริญญาพันธ์ (2537: 20) ข้อดีของระบบแยกส่วนกับแบบอยู่ภายในตัวเอง เช่นดัดแปลงได้ง่าย สามารถนำไปใช้กับบ้านประเภทต่างๆ ได้, สามารถขยายหรือเพิ่มเติมได้สะดวก ไม่ว่าจะเป็นอุปกรณ์ตรวจจับ อุปกรณ์เสียงเตียนกัย ซึ่งสามารถติดตั้งได้ทันที, ติดตั้งได้ง่าย โดยติดตั้งตำแหน่งหนึ่งในห้องแล้วเสียบปลั๊กก็จะทำให้พร้อมที่จะทำงานแล้ว, เคลื่อนย้ายโดยง่าย เนื่องจากไม่ได้ถูกติดตั้งอย่างถาวร ทำให้สามารถเคลื่อนย้ายไปยังห้องต่างๆ ได้

2. สมรรถนะและลักษณะทางกายภาพของระบบเตียนกัยภายในที่พัทกาศัย สามารถอภิปรายได้ดังนี้

2.1 การทดสอบหาสมรรถนะของระบบเตียนกัยภายในที่พัทกาศัย มีความสามารถในการตรวจจับการเคลื่อนไหว มุมแนวนอน 110 องศา และมุมแนวตั้ง 93 ในระยะ 1 – 10 เมตร ซึ่งสอดคล้องกับคุณสมบัติทางเทคนิคของตัวตรวจจับการเคลื่อนไหวแบบพาสซีฟอินฟราเรด ของ เสกสิทธิ์ คำชมภู. (2544: 215) “AMN1XXXX อุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวแบบพาสซีฟอินฟราเรด” ความสามารถในการทำงานของชุดอุปกรณ์ระบบเตียนกัยที่ปรับระยะติดตั้งระหว่างเครื่องตรวจจับกับเครื่องควบคุมได้ทุกระยะ 1 – 15 เมตร ใช้การควบคุมผ่านตัวกลางที่เป็นคลื่นความถี่วิทยุ UHF เป็นตัวรับ - ส่งใช้ความถี่ 315 เมกะเฮิร์ตซ์ สอดคล้องกับโครงงาน รีโมทคอนโทรลรถเอนกประสงค์ 2 ช่อง ของ ประยุทธ์ ชีวัน (2547: 46 – 52) ที่รับ - ส่งด้วยคลื่นวิทยุในย่านความถี่ UHF ความถี่ที่ใช้ส่งนี้จะอยู่ในช่วง 300 – 375 เมกะเฮิร์ตซ์ ส่วนความสามารถกำหนดเวลาหน่วยของเสียงเตียนกัยทุกระยะ 1 – 15 นาที เป็นการไม่ให้เสียงไซเรนดังนานเกินเหตุจนเป็นเสียงรบกวนเพื่อนบ้าน สอดคล้องกับงานวิจัย ปาริฉัตร คำเหล็ก (2544) ที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุม ปรับ/แต่งเวลา เป็นชั่วโมงและนาที ได้ตามความเหมาะสม ไม่เกิน 24 ชั่วโมง ในการออกแบบและสร้างชุดอิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติควบคุมอุณหภูมิ การเผาผลิติดังนี้เครื่องปั้นดินเผา และการแจ้งเหตุผ่านทางโทรศัพท์เมื่อมีผู้บุกรุก เป็นการทำงานของไอซี 2 ตัว ตัวแรกเป็นไอซี

ประเภทโมโนลิธิค DTMF ทำหน้าที่กำเนิดสัญญาณ DTMF แทนการกดแป้นคีย์ของเครื่องโทรศัพท์มาตรฐาน ไอซีตัวที่สอง เป็นไอซีประเภทบันทึกเสียงและเล่นกลับในตัวเดียวกัน ที่มีประสิทธิภาพให้เสียงได้เหมือนต้นกำเนิดเสียง ที่มีระยะเวลาในการบันทึกและเล่นกลับ 90 วินาที สอดคล้องกับงานวิจัยของ ภูษย์ชัย นิลโฉม (2538) ที่ไมโครคอนโทรลเลอร์กดเบอร์โทร และส่งข่าวสาร ให้อัตโนมัติในงานปริญญานิพนธ์ ระบบการแจ้งข่าวสารเฉพาะเรื่องโดยอัตโนมัติผ่านเครื่องโทรศัพท์

2.2 ลักษณะทางกายภาพของระบบเตือนภัย การติดตั้งอุปกรณ์ระบบเตือนภัย การใช้งานระบบเตือนภัย การพรังตาระบบเตือนภัย การบำรุงรักษาระบบเตือนภัย โดยรวมอยู่ในระดับดี ส่วนที่ต้องนำไปปรับปรุงแก้ไข ให้ดีขึ้น ก็มีเรื่องของขนาดและรูปร่าง ที่มีขนาดใหญ่และหนา เนื่องจากที่ตัวเครื่องควบคุมที่ออกแบบให้สามารถเก็บแบตเตอรี่ได้ 2 ก้อน ถ้าระยะเวลาการสำรองไฟไม่เพียงพอ เก็บแบตเตอรี่ 16 โวลท์ 1 ตัว สายโทรศัพท์ 1 เส้น และรีโมทคอนโทรล อีก 2 ตัว กรณีเคลื่อนย้ายไปติดตั้งที่พักอาศัยที่อื่นๆไกล ส่วนเรื่องความสามารถตรวจสอบแก้ไข ข้อเสียจากการใช้งานได้สะดวก ต้องปรับปรุงเนื่องจากการตรวจสอบเบื้องต้นเป็นการตรวจสอบการทำงานของเครื่องตรวจจับการเคลื่อนไหว เป็นการตรวจจับก่อนใช้งานจริง( Alarm Test) เพื่อดูว่าควบคุมพื้นที่ที่พักอาศัยหรือบริเวณที่ๆต้องการตรวจจับเพียงอย่างเดียว ส่วนการตรวจสอบแก้ไข ข้อเสียกรณีอื่นๆ ดูจากคู่มือการใช้งาน ในหัวข้อ การแก้ไขปัญหาในกรณีต่างๆ

## ข้อเสนอแนะ

### ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. ควรปรับปรุงขนาดของชุดอุปกรณ์ระบบเตือนภัยในที่พักอาศัย
2. ควรปรับปรุงรูปแบบการติดตั้งให้หลากหลายลักษณะ แขนง ผัง ซ่อน
3. ควรปรับปรุงให้ใช้แหล่งจ่ายไฟจากแบตเตอรี่เพียงอย่างเดียว
4. ควรเพิ่มเติมโหมดการทำงานต่างๆ ให้มากขึ้น เช่น ตั้งช่วงเวลาทำงาน
5. ควรปรับปรุงกล่องให้มีความแข็งแรง ทนทาน สะดวกในการติดตั้งและซ่อมบำรุง
6. ควรมีที่แสดงสถานะว่าการทำงานของแบตเตอรี่ยังอยู่ในสภาพดีหรือหมดอายุ

### ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่กินไฟน้อย เพื่อจะได้ปรับปรุงเครื่องตรวจจับให้มีขนาดเล็ก ใช้แหล่งจ่ายไฟจากแบตเตอรี่เพียงอย่างเดียว และมีอายุการใช้งานยาวนานมากขึ้น
2. ควรพัฒนาอุปกรณ์เพื่อฟังเสียงพูดของผู้บุกรุก ให้ส่งเสียงพูดผ่านระบบโทรศัพท์และบันทึกเก็บไว้เป็นหลักฐาน
3. ควรพัฒนาอุปกรณ์เพื่อถ่ายรูปภาพ ให้ส่งรูปภาพผ่านระบบโทรศัพท์และบันทึกเก็บไว้เป็นหลักฐาน
4. ควรพัฒนาอุปกรณ์ที่สามารถแจ้งเหตุผ่านได้ทั้งโทรบ้าน และโทรศัพท์เคลื่อนที่

**บรรณานุกรม**

## บรรณานุกรม

- จิรศักดิ์ นุชนงค์; และคนอื่นๆ. (2541). *วิทยุแพกเกจควบคุมโดยไม่โครคอนโทรลเลอร์สำหรับวิทยุสมัครเล่น*. ปรินซ์นิพนธ์ คอ.บ. (วิศวกรรมโทรคม). กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. ถ่ายเอกสาร.
- ฉลาด ศรีสวัสดิ์; จรุง ชุมณี; และ นิพนธ์ สุวิทยาภรณ์. (2540). *เครื่องตัดวงจรกระแสเกินและแรงดันตกด้วยไมโครโปรเซสเซอร์*. โครงการงาน อส.บ. (วิศวกรรมไฟฟ้า). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. (2538). *คู่มืออิเล็กทรอนิกส์*. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- ภิรมย์ชัย นิลโนล. (2538). *ระบบการแจ้งข่าวสารเฉพาะเรื่องโดยอัตโนมัติผ่านเครื่องโทรศัพท์*. ปรินซ์นิพนธ์ วศ.บ (วิศวกรรมโทรคมนาคม). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร. ถ่ายเอกสาร.
- ดวงฤดี อิ่มสินสกุล; และคนอื่นๆ. (2539). *รถคนพิการควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์*. ปรินซ์นิพนธ์ คอ.บ. (อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์). กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. ถ่ายเอกสาร.
- เทอดศักดิ์ แก้วสิงค์; และคนอื่นๆ. (2541). *เซลล์แสงอาทิตย์ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์*. ปรินซ์นิพนธ์ คอ.บ. (วิศวกรรมโทรคม). กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. ถ่ายเอกสาร.
- ธวัชชัย งามคงเมือง; และคนอื่นๆ. (2539). *เครื่องตรวจสอบอุณหภูมิคนไข้อัตโนมัติ*. ปรินซ์นิพนธ์ คอ.บ. (วิศวกรรมโทรคม). กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. ถ่ายเอกสาร.
- ธานินทร์ โพธิ์อำไพ; และคนอื่นๆ. (2541). *โปรแกรมจำลองการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51*. ปรินซ์นิพนธ์ คอ.บ. (อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์). กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. ถ่ายเอกสาร.
- นัยนา วาณิชยาพงศ์; และคนอื่นๆ. (2537). *ตัวควบคุมลำดับโดยใช้ MCS-51*. ปรินซ์นิพนธ์ คอ.บ. (อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์). กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. ถ่ายเอกสาร.
- บรรพต ชัยชนะ; และคนอื่นๆ. (2536). *เครื่องสั่งงานและเตือนภัยทางโทรศัพท์*. ปรินซ์นิพนธ์ คอ.บ (เทคโนโลยีโทรคมนาคม). กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. ถ่ายเอกสาร.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2543). *การวิจัยเบื้องต้น*. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- ประยุทธ์ ชิววัน. (2547, กรกฎาคม-สิงหาคม). *รีโมตคอนโทรลรถแข่งประสมค์ 2 ช่อง*. *เซมิคอนดักเตอร์ อิเล็กทรอนิกส์*. (143): 46-52.

- ประสิทธิ์ สุทธิปริญญาพันธ์. (2537). พื้นฐานการรักษาความปลอดภัยภายในบ้าน ตอนที่1.  
คอมพิวเตอร์ อิเล็กทรอนิกส์ เวิลด์. (146): 19-27.
- ปรเมษฐ์ ประณยานันท์; และปิยพงศ์ เผ่าวนิช. (2536). คู่มือและการประยุกต์ใช้งาน ไมโคร  
คอนโทรลเลอร์ MC51. กรุงเทพฯ ฯ : เอช.เอ็น. กรุป.
- ปาริฉัตร คำเหล็ก. (2544). การออกแบบและสร้างชุดอิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติควบคุมอุณหภูมิการ  
เผาผลาญภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (อุตสาหกรรมศึกษา). กรุงเทพฯ :  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ประชัย เปี่ยมสมบูรณ์. (2526). การควบคุมอาชญากรรมจากสภาพแวดล้อม : หลักทฤษฎีและ  
มาตรการ. กรุงเทพฯ ฯ : O.S.PRINTING HOUSE.
- ฤทธิ์ ธีระโกเมน. (2543). มาสร้างข่ายกันขโมยกันเถอะ. รวมโครงการอิเล็กทรอนิกส์.  
เล่ม 2 : 85-96.
- วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล; และชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. (2545). ปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์  
MC-51 ฉบับ Philips's P89C511RD2. กรุงเทพฯ ฯ : อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์.
- เศกสิทธิ์ คำชมภู. (2538, กรกฎาคม). ไอซีตัวเดียวบันทึกเสียงได้ยาวสุด ๆ ตระกูล ISD2500.  
เซมิคอนดักเตอร์ อิเล็กทรอนิกส์. (150): 84-89.
- (2544, เมษายน). MT8888C อธิเกเรตทรานส์ซีฟเวอร์ ไมโครฯ อินเตอร์เฟส.  
เซมิคอนดักเตอร์ อิเล็กทรอนิกส์. (221): 186-194.
- (2544, สิงหาคม). AMN1XXXX อุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวแบบพาสซีฟอินฟราเรด.  
เซมิคอนดักเตอร์ อิเล็กทรอนิกส์. (225): 213-219.
- สิริ แซ่เฮ้ง; และคนอื่นๆ. (2534). โทรศัพท์เตือนภัยอัตโนมัติโดยใช้ EPROM เก็บเสียง.  
วิทยานิพนธ์ คอ.บ (อิเล็กทรอนิกส์). กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า-  
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง. ถ่ายเอกสาร.
- ไสว มงคลเกษม. (2524). หลักการออกแบบเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- อัมพร ชันกำแพง. (2541). การออกแบบวงจรรวมสำหรับการอินเตอร์เฟสไมโครโปรเซสเซอร์ใน  
ระบบตู้สาขาโทรศัพท์อัตโนมัติดิจิทัลขนาดใหญ่. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมไฟฟ้า).  
กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

- 24LC04B/08B. *4K/8K 2.5  $I^2C$ <sup>TM</sup> Serial EEPROMs*. Retrieved June 10 2004, from [www.microchip.com](http://www.microchip.com)
- AMN1xxxx. *Motion Sensor (Passive Infrared Type)*. Retrieved June 10 2004, from [www.silaresearch.com](http://www.silaresearch.com)
- ISD2560/75/90/120 Products. *Single-Chip Voice Record/Playback Devices 60-, 75-, 90-, and 120-Second Durations*. Retrieved June 10 2004, from [www.isd.com](http://www.isd.com)
- MT8888C. *Intergrated DTMF Transceiver with Intel Micro Interface*. Retrieved June 10 2004, from [www.mitelsemi.com](http://www.mitelsemi.com)
- PT2262. (1999). *Princeton Technology Corp.* Retrieved June 10 2004, from [www.princeton.com.tw](http://www.princeton.com.tw)
- PT2272. (1999). *Princeton Technology Corp.* Retrieved June 10 2004, from [www.princeton.com.tw](http://www.princeton.com.tw)

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก  
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

## รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบประเมินระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย กับตรวจสอบประเมินหาสมรรถนะและลักษณะทางกายภาพของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

1.1 นายเกรียงไกร เมธาวีวงศ์                      ผู้เชี่ยวชาญด้าน ตรวจสอบประเมิน  
ประสบการณ์ในการทำงาน 16 ปี  
ตำแหน่ง ผู้จัดการงานวิศวกรรม  
สถานที่ทำงาน กองการผลิต  
บริษัท วิทย์การบินแห่งประเทศไทย จำกัด

1.2 นายชาญณรงค์ รุ่งเรืองด้วยบุญ                      ผู้เชี่ยวชาญด้าน วงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์  
ประสบการณ์ในการทำงาน 16 ปี  
ตำแหน่ง ผู้จัดการงานวิศวกรรม  
สถานที่ทำงาน กองการผลิต  
บริษัท วิทย์การบินแห่งประเทศไทย จำกัด

2. รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบวงจรสำหรับระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

2.1 ผศ. ดร. ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา                      ผู้เชี่ยวชาญด้าน วงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์  
ประสบการณ์ในการทำงาน 20 ปี  
ตำแหน่ง ประธานหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต  
มหาวิทยาลัย  
สถานที่ทำงาน ครุศาสตรบัณฑิต  
สาขา วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาด  
กระบัง

2.2 นายวิริยะ จริยวิทยานนท์                      ผู้เชี่ยวชาญด้าน วงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์  
ประสบการณ์ในการทำงาน 12 ปี  
ตำแหน่ง ผู้จัดการงานวิศวกรรม  
สถานที่ทำงาน กองการผลิต  
บริษัท วิทย์การบินแห่งประเทศไทย จำกัด

### 2.3 นายชายเทพ รอดฮวบ

ผู้เชี่ยวชาญด้าน วงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์  
ประสบการณ์ในการทำงาน 16 ปี  
ตำแหน่ง วิศวกรระบบอาวุโส  
สถานที่ทำงาน กองการผลิต  
บริษัท วิद्यุการบิณแห่งประเทศไทย จำกัด

## 3. รายชื่อผู้เชี่ยวชาญประเมินหาสมรรถนะและลักษณะทางกายภาพของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

### 3.1 นายวัชรินทร์ สุทธิรางคกุล

ผู้เชี่ยวชาญด้าน วงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์  
ประสบการณ์ในการทำงาน 20 ปี  
ตำแหน่ง ผู้จัดการงานวิศวกรรม  
สถานที่ทำงาน กองการผลิต  
บริษัท วิद्यุการบิณแห่งประเทศไทย จำกัด

### 3.2 นายพันทิพย์ ภูชาญ

ผู้เชี่ยวชาญด้าน วงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์  
ประสบการณ์ในการทำงาน 15 ปี  
ตำแหน่ง วิศวกรบริหารระบบ  
สถานที่ทำงาน กองการผลิต  
บริษัท วิद्यุการบิณแห่งประเทศไทย จำกัด

### 3.3 นายกัมปนาท เรืองรายวัน

ผู้เชี่ยวชาญด้าน วงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์  
ประสบการณ์ในการทำงาน 15 ปี  
ตำแหน่ง ผู้จัดการงานวิศวกรรม  
สถานที่ทำงาน กองการผลิต  
บริษัท วิद्यุการบิณแห่งประเทศไทย จำกัด

### 3.4 นายศักราช คงพันธ์

ผู้เชี่ยวชาญด้าน วงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์  
ประสบการณ์ในการทำงาน 20 ปี  
ตำแหน่ง วิศวกรระบบอาวุโส  
สถานที่ทำงาน กองการผลิต  
บริษัท วิद्यุการบิณแห่งประเทศไทย จำกัด

### 3.5 นายอมรวิทย์ พิณเข้ม

ผู้เชี่ยวชาญด้าน วงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์  
ประสบการณ์ในการทำงาน 11 ปี  
ตำแหน่ง วิศวกรระบบอาวุโส  
สถานที่ทำงาน กองการผลิต  
บริษัท วิทย์การบินแห่งประเทศไทย จำกัด

ภาคผนวก ข  
จดหมายขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

ที่ ศธ 0519.12/๕๕๓๗



บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ  
สุโขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๑๕ กรกฎาคม 2548

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน อธิการบดีสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถาม

เนื่องด้วย นายอภิไชย สงวนรัชฎ์ นิติระดับปริญญาโท สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย” โดยมี อาจารย์ไพรัช วงศ์ขุทไกร และ อาจารย์โอภาส สุขหวาน เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นายอภิไชย สงวนรัชฎ์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เพ็ญศิริ จิระเดชากุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ปฏิบัติราชการแทนอธิการบดี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5731

หมายเหตุ : ต้องการสอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อนิติ โทรศัพท 02-2859236 มือถือ 01-7793710

ตรวจแล้ว  
ทนาย ห.ม.  
๒๘ ก.ค. ๔๘

ที่ ศธ 0519.12/5538



บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ  
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๑๗ กรกฎาคม 2548

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการกองการผลิต บริษัท วิฑูการบินแห่งประเทศไทย จำกัด

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมิน

อนบ.๓.  
อ.๓  
๑๔/๔

เนื่องด้วย นายอภิไชย สงวนรัชต์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย” โดยมี อาจารย์ไพรัช วงศ์ยุทธไกร และ อาจารย์โอภาส สุขหวาน เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ นายวิริยะ จริยวิทยานนท์ ผู้จัดการงานวิศวกรรม นายชายเทพ รอดฮวบ วิศวกรระบบอาวุโส เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย นายเกรียงไกร เมธาวีวงศ์ ผู้จัดการงานวิศวกรรม นายชาญณรงค์ รุ่งเรืองด้วยบุญ ผู้จัดการงานวิศวกรรม นายวัชรินทร์ สุรติรางกุล ผู้จัดการงานวิศวกรรม นายพันทิพย์ ภูชาญ วิศวกรบริหารระบบ นายกัมปนาท เรืองรายวัน ผู้จัดการงานวิศวกรรม นายศักราช คงพันธุ์ วิศวกรระบบอาวุโส และ นายอมรวิทย์ พิณแฉ่ม วิศวกรระบบอาวุโส เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจประเมินระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นายอภิไชย สงวนรัชต์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เพ็ญศิริ จีระเชชากุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5731

หมายเหตุ : ต้องการสอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 02-2859236 มือถือ 01-7793710

ภาคผนวก ค  
แบบประเมิน  
ระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย  
และ  
การพัฒนาระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

## แบบประเมิน ระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

แบบประเมินชุดนี้ เป็นแบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับคุณสมบัติของอุปกรณ์ต่างๆ และการออกแบบวงจรส่วนประกอบต่างๆ ของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

**คำชี้แจง** แบบประเมินชุดนี้แบ่งออกเป็น 3 ตอน

**ตอนที่ 1** ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพของผู้เชี่ยวชาญ ประกอบด้วยคำถามจำนวน 5 ข้อ

**ตอนที่ 2** ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับคุณสมบัติของอุปกรณ์ต่างๆ และการออกแบบวงจรส่วนประกอบต่างๆ ของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย จำนวน 18 ข้อ ประกอบด้วย

1. เครื่องตรวจจับระบบเตือนภัย (Alarm Sensor Unit)
2. เครื่องควบคุมระบบเตือนภัย (Alarm Control Unit)

**ตอนที่ 3** ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

วัตถุประสงค์ของการประเมิน

แบบประเมินชุดนี้สร้างขึ้นเพื่อเป็นเครื่องมือในการวิจัย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับคุณสมบัติของอุปกรณ์ต่างๆ และการออกแบบวงจรส่วนประกอบต่างๆ ของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย มีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด

**ตอนที่ 1** ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพของผู้เชี่ยวชาญ

กรุณาทำเครื่องหมาย ☒ ลงในกรอบ ☐ หน้าข้อความที่ตรงกับความเป็นจริง และ / หรือเติมคำหรือข้อความ ลงในช่องว่างที่กำหนดให้

1. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง
2. อายุ .....ปี
3. ระดับการศึกษา
  - ☐ ต่ำกว่าปริญญาตรี
  - ☐ ปริญญาตรีหรือเทียบเท่า
  - ☐ ปริญญาโทหรือเทียบเท่า
  - ☐ อื่นๆ (โปรดระบุ)

.....

4. ประสบการณ์การทำงาน / ตำแหน่งออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ .....ปี

## 5. ตำแหน่งและหน้าที่ในหน่วยงาน

.....

.....

.....

.....

**ตอนที่ 2** ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับคุณสมบัติของอุปกรณ์ต่างๆ และการออกแบบวงจรส่วนประกอบต่างๆ ของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

ข้อเสนอแนะในการออกแบบประเมิน

1. แบบประเมินตอนที่ 2 นี้ มีทั้งหมด 18 ข้อ
2. กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ (ถูก) ลงในช่องมาตราส่วนประเมิน 2 ระดับ ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ หลังจากตรวจสอบคุณสมบัติของอุปกรณ์ต่างๆ และการออกแบบวงจรส่วนประกอบต่างๆ ของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

### 1. เครื่องตรวจจับระบบเตือนภัย (Alarm Sensor Unit)

| ลำดับ | รายละเอียดการประเมิน                                                                                 | ระดับการประเมิน |            | หมายเหตุ                         |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------|----------------------------------|
|       |                                                                                                      | เหมาะสม         | ไม่เหมาะสม |                                  |
| 1     | MP Motion Sensor ใช้เบอร์ AMN14112 เป็นตัวตรวจจับการเคลื่อนไหวระยะทาง 1 เซนติเมตร ถึง 10 เมตร        |                 |            | .....<br>.....<br>.....<br>..... |
| 2     | Invertor ใช้ทรานซิสเตอร์เบอร์ BC548 ทำหน้าที่รวมสัญญาณจาก MP Motion Sensor                           |                 |            | .....<br>.....<br>.....<br>..... |
| 3     | Magnetic Switch ใช้แบบลอยติดตามประตู หน้าต่าง สามารถใช้ทั้งชนิดปกติเปิด (N.O.) และชนิดปกติปิด (N.C.) |                 |            | .....<br>.....<br>.....<br>..... |
| 4     | Monostable ใช้ MC14538B ที่สามารถหน่วงเวลา 10uS – 10s ด้วยค่า Cx กับค่า Rx                           |                 |            | .....<br>.....<br>.....<br>..... |

### 1. เครื่องตรวจจับระบบเตือนภัย (Alarm Sensor Unit) (ต่อ)

| ลำดับ | รายละเอียดการประเมิน                                                                           | ระดับการประเมิน |            | หมายเหตุ                         |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------|----------------------------------|
|       |                                                                                                | เหมาะสม         | ไม่เหมาะสม |                                  |
| 5     | Remote Control Encoder ใช้เบอร์ PT2262 ส่งข้อมูลแบบคลื่นวิทยุย่าน UHF                          |                 |            | .....<br>.....<br>.....<br>..... |
| 6     | Regulator ใช้เบอร์ LM7805 ทำหน้าที่รักษาระดับแรงดัน +5V คงที่                                  |                 |            | .....<br>.....<br>.....<br>..... |
| 7     | Charger ใช้ Zener Diode 6.2V กับ 7.5V ทำหน้าที่รักษาการชาร์จประจุไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่สำรอง 12V |                 |            | .....<br>.....<br>.....<br>..... |
| 8     | Alarm Sensor Unit มีส่วนประกอบและหน้าที่การทำงานครบถ้วนสมบูรณ์                                 |                 |            | .....<br>.....<br>.....<br>..... |

### 2. เครื่องควบคุมระบบเตือนภัย (Alarm Control Unit)

| ลำดับ | รายละเอียดการประเมิน                                                       | ระดับการประเมิน |            | หมายเหตุ                         |
|-------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------|----------------------------------|
|       |                                                                            | เหมาะสม         | ไม่เหมาะสม |                                  |
| 1     | Microcontroller ใช้เบอร์ 89C51RD2 ทำหน้าที่หน่วยประมวลผลระบบ               |                 |            | .....<br>.....<br>.....<br>..... |
| 2     | Telephone Buffer ใช้ Optoisolator Transistor output เบอร์ 4N25 เป็น Buffer |                 |            | .....<br>.....<br>.....<br>..... |

## 2. เครื่องควบคุมระบบเตือนภัย (Alarm Control Unit) (ต่อ)

| ลำดับ | รายละเอียดการประเมิน                                                                           | ระดับการประเมิน |            | หมายเหตุ                         |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------|----------------------------------|
|       |                                                                                                | เหมาะสม         | ไม่เหมาะสม |                                  |
| 3     | Remote Control Decoder ใช้เบอร์ PT2272 รับข้อมูลแบบคลื่นวิทยุย่าน UHF                          |                 |            | .....<br>.....<br>.....<br>..... |
| 4     | Display ใช้เบอร์ 7447 ทำการ BCD To Seven Segment Decoder                                       |                 |            | .....<br>.....<br>.....<br>..... |
| 5     | Voice Record / Playback ใช้เบอร์ ISD2590 ทำหน้าที่บันทึกและเล่นกลับ ข้อความแจ้งเตือนเหตุ       |                 |            | .....<br>.....<br>.....<br>..... |
| 6     | Siren Alarm ใช้ทรานซิสเตอร์เบอร์ BC557 กับ Relay RZ-12 เปิด / ปิด Siren 12 Volt                |                 |            | .....<br>.....<br>.....<br>..... |
| 7     | Line Telephone Connector ใช้เบอร์ MT8888C ทำหน้าที่ส่งสัญญาณ DTMF                              |                 |            | .....<br>.....<br>.....<br>..... |
| 8     | Status Data Memory ใช้เบอร์ 24LC04 เก็บข้อมูลสถานะต่างๆ และเบอร์โทรศัพท์แจ้งเตือนเหตุ          |                 |            | .....<br>.....<br>.....<br>..... |
| 9     | Charger ใช้ Zener Diode 6.2V กับ 7.5V ทำหน้าที่รักษาการชาร์จประจุไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่สำรอง 12V |                 |            | .....<br>.....<br>.....<br>..... |

## 2. เครื่องควบคุมระบบเตือนภัย (Alarm Control Unit) (ต่อ)

| ลำดับ | รายละเอียดการประเมิน                                            | ระดับการประเมิน |            | หมายเหตุ                         |
|-------|-----------------------------------------------------------------|-----------------|------------|----------------------------------|
|       |                                                                 | เหมาะสม         | ไม่เหมาะสม |                                  |
| 10    | Alarm Control Unit มีส่วนประกอบและหน้าที่การทำงานครบถ้วนสมบูรณ์ |                 |            | .....<br>.....<br>.....<br>..... |

### ตอนที่ 3 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

#### 3.1 เครื่องตรวจจับระบบเตือนภัย (Alarm Sensor Unit)

.....

.....

.....

.....

.....

#### 3.2 เครื่องควบคุมระบบเตือนภัย (Alarm Control Unit)

.....

.....

.....

.....

.....

#### 3.3 อื่นๆ.....

.....

.....

.....

.....

.....

ผู้เชี่ยวชาญ .....

(.....)

ตำแหน่ง .....

ประเมินเมื่อวันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. ....

## แบบประเมิน

### การพัฒนาระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

แบบประเมินชุดนี้ เป็นแบบประเมินโดยการทดลองการทำงานของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัยและสำรวจความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

**คำชี้แจง** แบบประเมินชุดนี้แบ่งออกเป็น 4 ตอน

**ตอนที่ 1** ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพของผู้เชี่ยวชาญ ประกอบด้วยคำถามจำนวน 5 ข้อ

**ตอนที่ 2** ประเมินหาสมรรถนะของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย โดยการทดลองการทำงานของชุดอุปกรณ์ระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย จำนวน 5 ข้อ ประกอบด้วย สมรรถนะ 4 ด้าน คือ

2.1 ความสามารถในการตรวจจับการเคลื่อนไหว

2.2 ความสามารถในการทำงานของระบบเตือนภัยที่ปรับระยะติดตั้งระหว่างเครื่อง

ตรวจจับกับเครื่องควบคุม

2.3 ความสามารถกำหนดระยะเวลาหน่วงของเสียงเตือนภัย

2.4 ความสามารถในการแจ้งเหตุผ่านทางโทรศัพท์

**ตอนที่ 3** ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย จำนวน 15 ข้อ ประกอบด้วย คุณลักษณะสมบัติ 4 ด้านคือ

3.1 การติดตั้งอุปกรณ์ระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

3.2 การใช้งานระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

3.3 การพรังตาระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

3.4 การบำรุงรักษาระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

**ตอนที่ 4** ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

**วัตถุประสงค์ของการประเมิน**

แบบประเมินชุดนี้สร้างขึ้นเพื่อเป็นเครื่องมือในการวิจัย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินโดยการทดลองการทำงานของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัยและสำรวจความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย สร้างความน่าเชื่อถือ





| 2.5 ความสามารถในการทำงานของระบบเตือนภัยที่ปรับระยะติดตั้งระหว่างเครื่องตรวจจับกับเครื่องควบคุม |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|
| ระยะห่าง(เมตร)                                                                                 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| ผลการทดสอบ                                                                                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |

| 2.6 ความสามารถกำหนดระยะเวลาหน่วงของเสียงเตือนภัย |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
|--------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|
| ระยะเวลา(นาที)                                   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| ผลการทดสอบ                                       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |

| 2.7 ความสามารถในการแจ้งเหตุผ่านทางโทรศัพท์ของระบบเตือนภัยในที่พักอาศัย |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| ผลการทดสอบความสามารถในการแจ้งเหตุผ่านทางโทรศัพท์เมื่อมีผู้บุกรุก       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**ตอนที่ 3** ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับลักษณะทางกายของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

#### ข้อแนะนำในการตอบแบบประเมิน

3.1 แบบประเมินตอนที่ 3 นี้ มีทั้งหมด 15 ข้อ

3.2 กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ (ถูก) ลงในช่องมาตราส่วนประเมิน 5 ระดับ ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย โดยกำหนดค่าคะแนนเป็น 5 ระดับ คือ

คะแนนระดับ 5 หมายถึง ผลการประเมินในระดับดีมาก

คะแนนระดับ 4 หมายถึง ผลการประเมินในระดับดี

คะแนนระดับ 3 หมายถึง ผลการประเมินในระดับพอใช้

คะแนนระดับ 2 หมายถึง ผลการประเมินในระดับต้องปรับปรุง

คะแนนระดับ 1 หมายถึง ผลการประเมินในระดับใช้ไม่ได้

แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญลักษณะทางกายภาพของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

| ลำดับ | รายละเอียดการประเมิน                                                             | ระดับการประเมิน |    |       |              |           |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----|-------|--------------|-----------|
|       |                                                                                  | ดีมาก           | ดี | พอใช้ | ต้องปรับปรุง | ใช้ไม่ได้ |
|       | <b>ความคิดเห็นด้านความเหมาะสมในการติดตั้งอุปกรณ์ระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย</b> |                 |    |       |              |           |
| 1     | ระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัยติดตั้งได้สะดวก                                      |                 |    |       |              |           |
| 2     | การเคลื่อนย้ายเครื่องระบบเตือนภัย มีความสะดวก                                    |                 |    |       |              |           |
| 3     | การถอดและประกอบเครื่อง ผู้ใช้สามารถทำได้ด้วยตนเอง                                |                 |    |       |              |           |
| 4     | สามารถนำอุปกรณ์เตือนภัยต่างๆ มาเพิ่มเติมตามต้องการ                               |                 |    |       |              |           |
| 5     | สามารถนำไปติดตั้งกับอุปกรณ์ตกแต่งภายในที่พักอาศัยได้สะดวก                        |                 |    |       |              |           |
|       | <b>ความคิดเห็นด้านความเหมาะสมในการใช้งานระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย</b>         |                 |    |       |              |           |
| 6     | ขนาดและรูปร่างมีความเหมาะสมกับระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย                       |                 |    |       |              |           |
| 7     | ความสะดวกในการใช้งานของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย                              |                 |    |       |              |           |
| 8     | ความปลอดภัยในขณะการใช้งานของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย                         |                 |    |       |              |           |
| 9     | ผู้ใช้งานสามารถควบคุมการทำงานของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัยได้ถูกต้อง           |                 |    |       |              |           |
|       | <b>ความคิดเห็นด้านความเหมาะสมในการพรังการระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย</b>        |                 |    |       |              |           |
| 10    | มีความกลมกลืน เมื่อใช้งานภายในที่พักอาศัย                                        |                 |    |       |              |           |

| ลำดับ | รายละเอียดการประเมิน                                                  | ระดับการประเมิน |    |       |              |           |
|-------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------|----|-------|--------------|-----------|
|       |                                                                       | ดีมาก           | ดี | พอใช้ | ต้องปรับปรุง | ใช้ไม่ได้ |
|       | ความคิดเห็นด้านความเหมาะสมในการบำรุงรักษาระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย |                 |    |       |              |           |
| 11    | สามารถถอดประกอบชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องได้สะดวก                       |                 |    |       |              |           |
| 12    | สามารถตรวจสอบแก้ไข ข้อเสียจากการใช้งานได้สะดวก                        |                 |    |       |              |           |
| 13    | ระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัยสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงต่ำ     |                 |    |       |              |           |
| 14    | วัสดุและอุปกรณ์ที่เกิดชำรุดสามารถเปลี่ยนหรือซ่อมแซมได้สะดวก           |                 |    |       |              |           |
| 15    | ระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัยแบตเตอรี่ใช้งานสามารถหาซื้อได้สะดวก       |                 |    |       |              |           |

#### ตอนที่ 4 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

##### 4.1 ด้านลักษณะการติดตั้ง

.....

.....

.....

.....

.....

##### 4.2 ด้านลักษณะการใช้งาน

.....

.....

.....

.....

.....

#### 4.3 ด้านการพรางตา

.....

.....

.....

.....

.....

#### 4.4 ด้านการบำรุงรักษา

.....

.....

.....

.....

.....

#### 4.5 อื่นๆ.....

.....

.....

.....

.....

.....

ผู้เชี่ยวชาญ .....

(.....)

ตำแหน่ง .....

ประเมินเมื่อวันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. ....

ภาคผนวก ง  
คู่มือการใช้งานระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

คู่มือ  
การใช้งานระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

## คำนำ

การใช้งานระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย โดยมีหลักการทำงานพื้นฐานเหมือนกันทุกแบบ จะถูกแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ อุปกรณ์ตรวจจับ หน่วยควบคุม อุปกรณ์เตือนภัย บางระบบเตือนภัย จะนำทั้ง 3 ส่วนมารวมอยู่ในกล่องเดียวกัน หรือแยกส่วน ทำให้มีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันไป มีองค์ประกอบมากมายเพื่อหารูปแบบและความซับซ้อนของระบบเตือนภัย

ดังนั้น ผู้วิจัยหวังว่าคู่มือการใช้งานระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย จะช่วยทำให้ผู้ใช้งานได้ใช้งานอย่างเต็มประสิทธิภาพและตรงตามความต้องการ

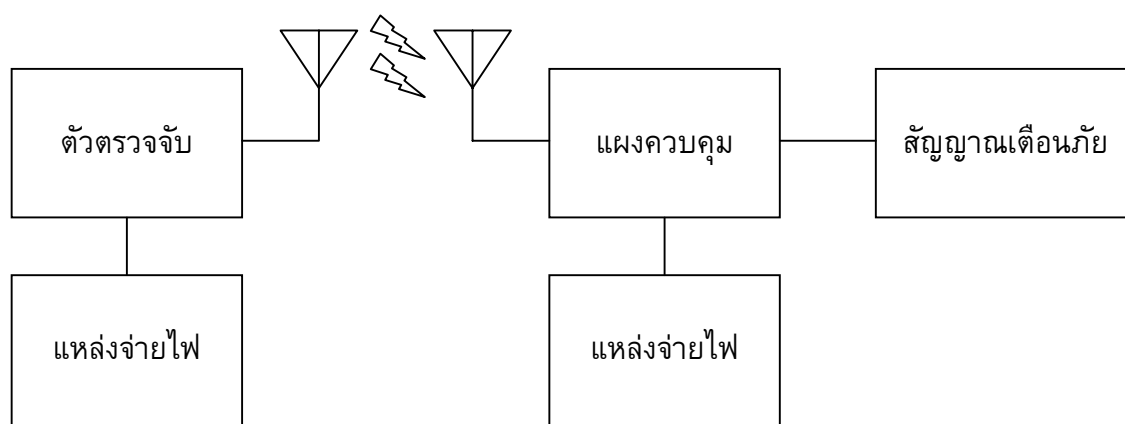
อภิไชย สงวนรัมย์

## สารบัญ

| ลำดับที่                                                     | หน้า |
|--------------------------------------------------------------|------|
| 1. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย     | 99   |
| 2. ส่วนประกอบที่สำคัญของการพัฒนาระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย | 100  |
| 2.1 เครื่องตรวจจับระบบเตือนภัย (Alarm Sensor Unit)           | 100  |
| 2.2 เครื่องควบคุมระบบเตือนภัย (Alarm Control Unit)           | 101  |
| 3. วิธีการติดตั้งและการใช้งาน                                | 102  |
| 4. วิธีตั้งโปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบเริ่มต้น              | 103  |
| 5. วิธีบำรุงรักษาระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย                | 104  |

## 1. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

โดยทั่วไประบบเตือนภัย มีหลักการทำงานพื้นฐานเหมือนกันทุกแบบจะถูกแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ อุปกรณ์ตรวจจับ หน่วยควบคุม อุปกรณ์เตือนภัย ส่วนการพัฒนาระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัยนี้ ได้ออกแบบและสร้างแบบแยกส่วน ดูปล็อกไดอะแกรม การทำงานของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย เพื่อสร้างความเข้าใจมากขึ้น



ภาพประกอบ 34 บล็อกไดอะแกรม การทำงานของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

ระบบแยกส่วนของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย มีส่วน 2 ส่วนใหญ่ดังนี้ คือ

### 1.1 เครื่องตรวจจับระบบเตือนภัย (Alarm Sensor Unit)

ทำหน้าที่ในการตรวจจับเหตุการณ์ต่างๆ ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ตรวจจับที่นำมาใช้ว่ามีคุณสมบัติรูปแบบใด ไม่ว่าจะเป็นอุปกรณ์ตรวจจับรูปแบบไหนก็ถูกออกแบบมาทำงานเสมือนเป็นสวิทช์ธรรมดา มีอยู่ 2 แบบคือ แบบปกติเปิด (N.O) หรือแบบปกติปิด(N.C) ในส่วนของการพัฒนาระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย ใช้อุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวเป็นตัวหลักในรูปที่ 1 ทำงานแบบปกติเปิด (N.O) รูปที่ 2 ทำงานแบบปกติปิด(N.C) ทั้งรูปที่1 กับ 2 ใช้ทำหน้าที่เตือนภัยกรณีมีผู้บุกรุก รูปที่ 3 ทำงานแบบปกติปิด(N.C) และรูปที่ 4 ทำงานแบบปกติเปิด (N.O) ใช้ทำหน้าที่เตือนภัยกรณีเกิดไฟไหม้

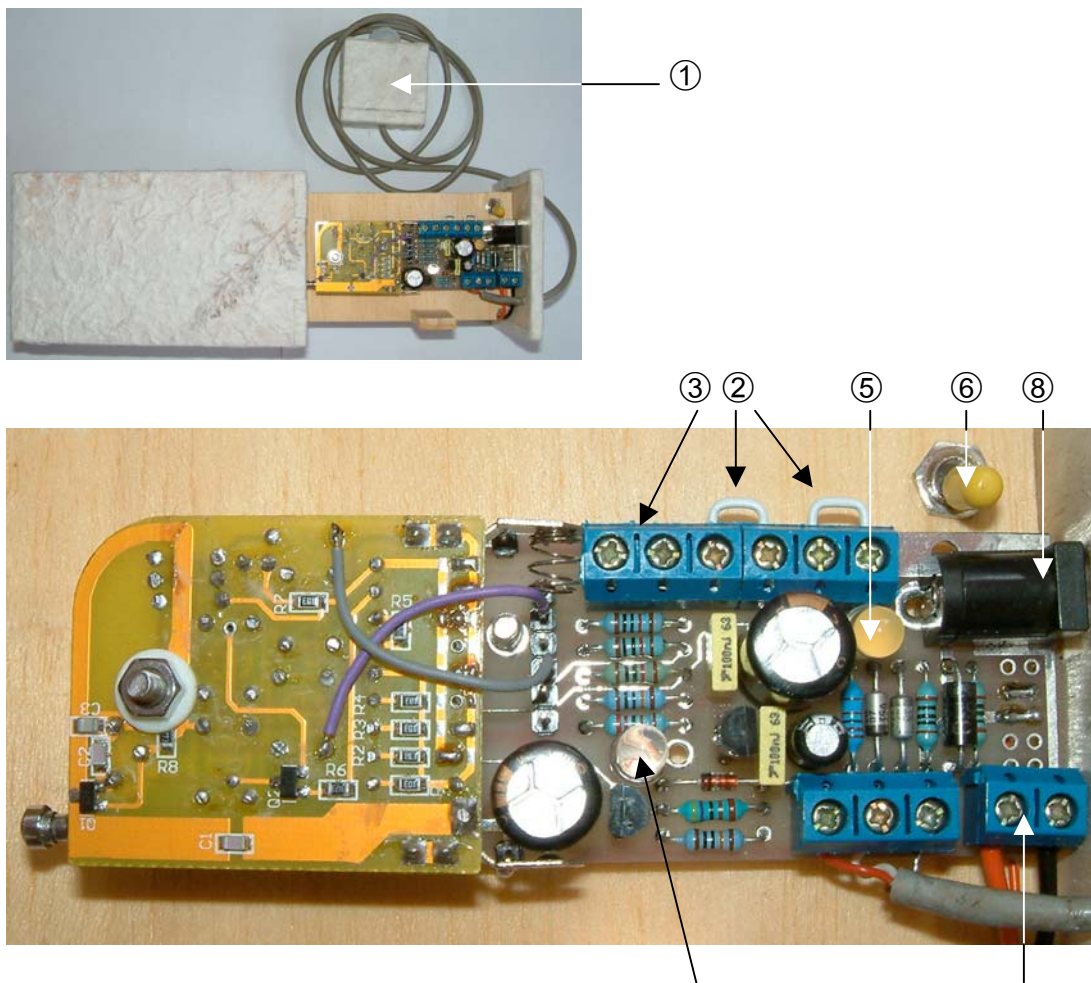
### 1.2 เครื่องควบคุมระบบเตือนภัย (Alarm Control Unit)

ทำหน้าที่ควบคุมสถานะต่างๆของอุปกรณ์ตรวจจับและอุปกรณ์สัญญาณเตือนภัย เมื่อตรวจพบเหตุการณ์ผิดปกติ ให้ลำดับความสำคัญก่อนหลังเมื่อสัญญาณได้รับมามากกว่า 1 รูป ให้รูปที่ใช้สำหรับอุปกรณ์ตรวจจับไฟไหม้หรือควันไฟ เป็นรูปแรกเสมอ แต่ละรูปมีการตอบสนองทันทีหรือแบบหน่วงเวลา จะทำให้อุปกรณ์เสียงเตือนภัยทำงาน แต่ทุกรูปจะถูกยกเลิกเสียงเตือนภัยหลักจากทำงาน 00 ถึง 15 นาที

## 2. ส่วนประกอบที่สำคัญของการพัฒนาระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

การพัฒนาระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย ใช้ระบบแยกส่วน ประกอบด้วย ดังนี้

### 2.1 เครื่องตรวจจับระบบเตือนภัย (Alarm Sensor Unit)

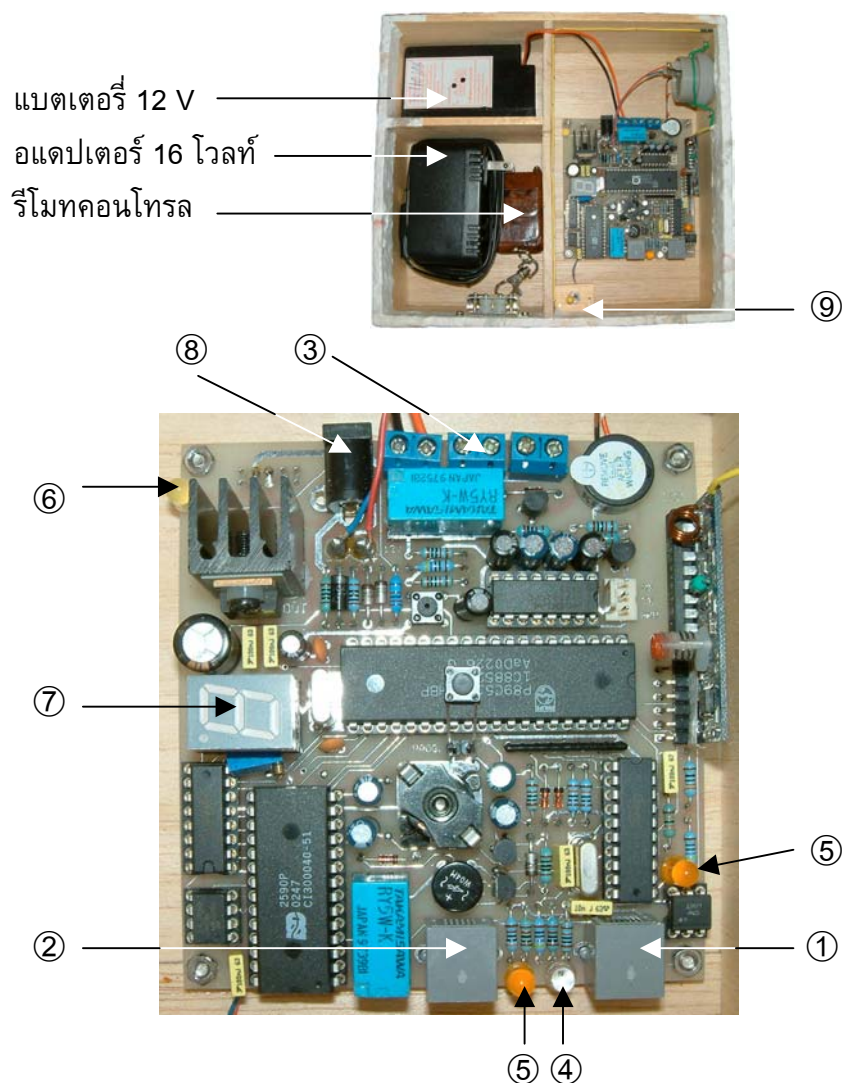


ภาพประกอบ 35 เครื่องตรวจจับระบบเตือนภัย ④

ส่วนประกอบของเครื่องตรวจจับระบบเตือนภัย

- ① ตัวตรวจจับการเคลื่อนไหว ต่อกับลูปที่ 1
- ② ขั้วต่อลูปที่ 2 และ 3 ทำงานแบบปกติปิด(N.C)
- ③ ขั้วต่อลูปที่ 4 ทำงานแบบปกติเปิด (N.O)
- ④ หลอดไดโอดเปล่งแสงสีแดง แสดงว่าตัวตรวจจับเกิดการเซนเซอร์
- ⑤ หลอดไดโอดเปล่งแสงสีเขียว แสดงการจ่ายแรงดัน 12 โวลต์ ให้กับวงจร
- ⑥ สวิตช์สำหรับเปิด / ปิด จ่ายแรงดัน 12 โวลต์ ให้กับวงจร
- ⑦ ขั้วต่อแบตเตอรี่ 12 V
- ⑧ ปลั๊กไฟแรงดันตรง 14 – 16 โวลต์

## 2. เครื่องควบคุมระบบเตือนภัย (Alarm Control Unit)



ภาพประกอบ 36 เครื่องควบคุมระบบเตือนภัย

ส่วนประกอบของเครื่องควบคุมระบบเตือนภัย

- ① ปลั๊กโทรศัพท์ สำหรับตั้งโปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบเริ่มต้น
- ② ปลั๊กโทรศัพท์ สำหรับโทรศัพท์แจ้งเหตุ
- ③ ขั้วต่อไซเรนจากภายนอก
- ④ หลอดไดโอดเปล่งแสงสีแดง แสดงว่าตั้งโปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบเริ่มต้น
- ⑤ หลอดไดโอดเปล่งแสงสีส้ม 2 หลอด แสดงการโทรศัพท์แจ้งเหตุ
- ⑥ หลอดไดโอดเปล่งแสงสีเขียว แสดงการจ่ายแรงดัน 12 โวลท์ ให้กับวงจร
- ⑦ หลอดไดโอดเซเวนเซกเมนต์ แสดงระบบการทำงานต่างๆ
- ⑧ ปลั๊กไฟแรงดันตรง 14 – 16 โวลท์
- ⑨ สวิตช์สำหรับเปิด / ปิด จ่ายแรงดัน 12 โวลท์ ให้กับวงจร

### 3. วิธีการติดตั้งและการใช้งาน

การติดตั้งระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัยให้ถูกต้องสมบูรณ์และใช้งานได้ดี มีความน่าเชื่อถือ ผู้ใช้ควรปฏิบัติตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

#### 3.1 เครื่องตรวจจับระบบเตือนภัย (Alarm Sensor Unit)

##### 3.1.1 การติดตั้งตัวตรวจจับการเคลื่อนไหว การใช้ที่ได้ผลดีที่สุดคือติดตั้ง

อุปกรณ์นี้ที่ระดับความสูงอย่างน้อย 5 ฟุตจากพื้น ที่ผนังหรือไว้ที่มุมห้อง ซึ่งจะทำให้ครอบคลุมพื้นที่ภายในที่พักอาศัยได้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ โดยสามารถตรวจจับได้ถึงประตูห้อง เครื่องเสียง โทรทัศน์ และสิ่งของอื่นๆ ที่จะดึงดูดต่อผู้บุกรุก ต่อไปให้ต่อสายสัญญาณจากกล่องตัวตรวจจับไปที่เครื่องตรวจจับระบบเตือนภัย มีสาย 3 เส้น คือ สายสีแดงต่อเข้ากับที่สีแดงหรือ +5VP สายสีขาวต่อที่สีขาวหรือ I/P สายถักชีลด์ต่อที่ GND

ข้อควรหลีกเลี่ยง ไม่ควรมีสัตว์เลี้ยงภายในที่พักอาศัย เพื่อป้องกันความผิดพลาด และไม่ควรถอดสายสัญญาณจากกล่องตัวตรวจจับผิดจะทำให้ตัวตรวจจับการเคลื่อนไหวเสียหายทันที

##### 3.1.2 การติดตั้งตัวตรวจจับรูปแบบอื่นๆ ที่จะต่อกับลูปที่ 2 ทำงานแบบปกติปิด

(N.C) ใช้ทำหน้าที่เตือนภัยกรณีมีผู้บุกรุก เช่น สวิตช์แม่เหล็ก ใช้ติดไว้ที่บานประตู บานหน้าต่าง โดยมากจะติดแม่เหล็กบนส่วนที่เคลื่อนที่ของประตูหรือหน้าต่าง ส่วนที่เป็นสวิตช์จะติดบนเสาข้างประตูหรือธรณีประตู และกรอบหน้าต่างซึ่งติดอยู่กับที่ เป็นต้น ส่วนลูปที่ 3 ทำงานแบบปกติปิด (N.C) และลูปที่ 4 ทำงานแบบปกติเปิด (N.O) ใช้ทำหน้าที่เตือนภัยกรณีเกิดไฟไหม้ จะใช้กับตัวตรวจจับควันหรือตัวตรวจจับความร้อน เท่านั้น

ข้อแนะนำ ลูปใดทำงานแบบปกติปิด(N.C) ไม่ต้องการใช้ จะต้องต่อวงจรโดยใช้สายไฟจัม มิฉะนั้นระบบเตือนภัยจะทำงาน ส่วนลูปใดทำงานแบบปกติเปิด(N.O) ไม่ต้องการใช้งานสามารถละทิ้งได้

#### 3.2 เครื่องควบคุมระบบเตือนภัย (Alarm Control Unit)

3.2.1 การต่อสายโทรศัพท์ขององค์กรฯ ให้เสียบปลั๊กสายโทรศัพท์ที่ช่องเสียบปลั๊กที่พิมพ์คำว่า LINE ใช้งานกรณีมีผู้บุกรุกหรือเกิดไฟไหม้ ให้หมุนโทรศัพท์แจ้งเหตุด้วยเสียงพูด

ข้อแนะนำ ควรเสียบปลั๊กสายโทรศัพท์ให้ถูกช่องเสียบปลั๊กโทรศัพท์ เนื่องจากบนเครื่องควบคุมมีช่องเสียบปลั๊กโทรศัพท์ 2 ช่อง

3.2.2 การต่อเครื่องโทรศัพท์ สำหรับตั้งระบบการทำงานเริ่มต้น ให้เสียบปลั๊กสายโทรศัพท์ที่ช่องเสียบปลั๊กที่พิมพ์คำว่า PGM PHONE แล้วหลอดไดโอดเปล่งแสงสีแดงสว่างแสดงว่าเครื่องควบคุมระบบเตือนภัยพร้อมตั้งโปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบเริ่มต้น ดูรายละเอียดการตั้งโปรแกรมการทำงานในหัวข้อถัดไป

หมายเหตุ สายที่ต่อกับโทรศัพท์ไม่ได้ต่อกับคู่สายขององค์กรฯ แต่อย่างใดเลย

3.2.3 การต่อไซเรนจากภายนอก ให้ติดตั้งไซเรนได้ทั้งภายใน และภายนอกตัวอาคารที่พักอาศัย โดยเดินสายไฟจากไซเรนเชื่อมเข้ากับขั้วต่อไซเรนจากภายนอก ซึ่งสามารถกับใช้ไฟสลับ 220 โวลท์ ได้หรือจะต่อใช้ไฟตรง 12 โวลท์ที่ตัวเครื่องควบคุมระบบเตือนภัยโดยตรงก็ได้

ข้อแนะนำ สามารถนำหลอดไฟกะพริบต่อแทนไซเรนได้ และต้องแน่ใจว่าการเดินสายไฟได้ถูกซ่อนอย่างมิดชิดหรือยากต่อการเข้าไปถึง

### 3.3 แหล่งจ่ายไฟของการพัฒนาระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

ได้ใช้แบตเตอรี่ 16 โวลท์ เป็นแหล่งจ่ายไฟให้กับระบบเตือนภัย ถ้าเกิดกรณีไฟฟาดับหรือถูกตัดสายไฟฟ้า จึงต้องมีแบตเตอรี่สำรอง ทั้ง 2 เครื่อง เครื่องตรวจจบบระบบเตือนภัยกินกระแสไฟประมาณ 20 มิลลิแอมป์ ซึ่งน้อยมากจึงใช้แบตเตอรี่ 12 โวลท์ ขนาด 0.8 Ah ก็พอเพียงสามารถสำรองจ่ายนานประมาณ 40 ชั่วโมง ส่วนเครื่องควบคุมระบบเตือนภัยกินกระแสไฟประมาณ 100 มิลลิแอมป์ ใช้แบตเตอรี่ 12 โวลท์ ขนาด 0.8 Ah สามารถสำรองจ่ายนานมากกว่า 3 ชั่วโมง

ข้อแนะนำ ขนาดของแบตเตอรี่สำรองที่จะเลือกใช้ ให้พิจารณาอัตราของการจ่ายกระแสไฟฟ้าจะขึ้นอยู่กับการทำงานของไซเรน แต่โดยทั่วไปแล้วจะมีค่า 1-3 ชั่วโมง สำหรับระบบการป้องกันไฟฟ้าเพื่อสำรอง

## 4. วิธีตั้งโปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบเริ่มต้น

เริ่มแรกก่อนเปิดแหล่งจ่ายไฟ ที่ช่องปลั๊กโทรศัพท์ PGM PHONE สำหรับตั้งโปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบเริ่มต้น ให้เสียบสายโทรศัพท์พร้อมเครื่องโทรศัพท์พร้อมกับยกหูฟังรอ จากนั้นเปิดแหล่งจ่ายไฟเข้าวงจร หลอดไดโอดเปล่งแสงสีแดง แสดงว่าเข้าสู่การตั้งโปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบเริ่มต้น ให้รอจนกว่าจะได้ยินเสียงบี๊ปพร้อมกับแสดงอักษร t ขึ้นตอนต่อไปมีดังนี้

- 4.1 กดปุ่มเลข 14 เพื่อตั้งเวลาหน่วงสำหรับการตรวจจับ(เวลาออกจากบ้าน) 00 – 15 นาที
- 4.2 กดปุ่มเลข 15 เพื่อตั้งเวลาหน่วงสำหรับการเตือนภัย(เวลาเข้าในบ้าน) 00 – 15 นาที
- 4.3 กดปุ่มเลข 16 เพื่อตั้งเวลาหน่วงสำหรับเสียงเตือนภัยดังกึกก่า 00 – 15 นาที
- 4.4 กดปุ่มเลข 17 เพื่อตั้งหมายเลขโทรศัพท์
- 4.5 กดปุ่มเลข 18 เพื่อบันทึกข้อความแจ้งเหตุ กดปุ่มเลข 8 เพื่อหยุดบันทึกข้อความ
- 4.6 กดปุ่มเลข 19 เพื่อบันทึกข้อมูลที่ตั้งค่าทั้งหมด
- 4.7 กดปุ่มเลข 24 เพื่อแสดงค่าเวลาหน่วงสำหรับการตรวจจับ(เวลาออกจากบ้าน) กี่นาที ที่ตั้งค่าไว้
- 4.8 กดปุ่มเลข 25 เพื่อแสดงค่าเวลาหน่วงสำหรับการเตือนภัย(เวลาเข้าในบ้าน) กี่นาที ที่ตั้งค่าไว้
- 4.9 กดปุ่มเลข 26 เพื่อแสดงค่าเวลาหน่วงสำหรับเสียงเตือนภัยดังกึกก่า ที่ตั้งค่าไว้
- 4.10 กดปุ่มเลข 27 เพื่อแสดงหมายเลขโทรศัพท์ ที่ตั้งเบอร์ไว้
- 4.11 กดปุ่มเลข 28 เพื่อฟังข้อความแจ้งเหตุ กดปุ่มเลข 8 เพื่อหยุดฟังข้อความ
- 4.12 กดปุ่มเลข 29 เพื่อนำข้อมูลที่บันทึก มาเป็นค่าตั้งสถานะเริ่มต้นการทำงาน

4.13 กดปุ่มเลข 33 เพื่อตั้งค่าโหมดการทำงาน เวลาหนึ่งสำหรับการตรวจจับ กดปุ่มเลข 0 เพื่อไม่ทำงานเวลาหนึ่ง กดปุ่มเลข 1 เพื่อทำงานเวลาหนึ่ง

4.14 กดปุ่มเลข # เพื่อเริ่มต้นการทำงานของระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

## 5. วิธีบำรุงรักษาระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

โดยปกติระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัยมีส่วนประกอบของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ อาจจะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้ในขณะใช้งาน ดังนั้นการใช้งานจึงจำเป็นต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ กล่าวคือ

5.1 ไม่ควรให้อยู่ใกล้แหล่งความร้อนสูง หรืออยู่กลางแจ้งนานๆ

6. อย่าให้เครื่องถูกน้ำหรืออยู่ในที่เปียกชื้น

7. ไม่ควรทำเครื่องตกหรือกระแทกอย่างรุนแรง

8. ควรตรวจสอบแบตเตอรี่ประจำ ถ้าไม่อยู่ในสภาพใช้งานให้ทำการเปลี่ยน

9. กรณีไม่ได้ใช้งานเป็นเวลานานๆ หรือต้องการเก็บเครื่องไว้ ให้นำเครื่องออกมาประจุ

(ชาร์จ)ไฟให้กับแบตเตอรี่ทุก 3 เดือน เพื่อป้องกันไม่ให้แบตเตอรี่เสื่อม โดยการเสียบแบตเตอรี่ 16 โวลท์ เข้ากับเครื่อง ไม่ต้องเปิดสวิตช์ ทิ้งไว้นาน 8 ชั่วโมง

ภาคผนวก จ  
โปรแกรมระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

```

#include<reg51.h>
#include<i2c.h>
#include<stdio.h>
#include<intrins.h>
#define m24lc04_ID 0xA0

sbit    RSO          =    P0^4;
sbit    MTWR         =    P0^5;
sbit    MTRD         =    P0^6;
sbit    MTCS         =    P0^7;
sbit    VT           =    P1^4; // VT Rx
sbit    PGM          =    P1^5; // PGM phone
sbit    IRQ          =    P1^6;
sbit    EOM          =    P1^7; //EOM
sbit    HOOK         =    P3^5;
sbit    SIREN        =    P3^6;
sbit    BUZZER       =    P3^7; // buzzer
bit     err          =    0;

unsigned char off_delaysysdata=0xF0;
unsigned long counter=0;
unsigned char sirensys=0;
unsigned char alarmtime=0xF0;
unsigned char timedelayout=0xF0;
unsigned char timedelayin=0xF0;
unsigned char timedelayalarm=0xF0;
unsigned char dtmf;
unsigned char onoff_delaydata=0xF0;
unsigned char delayoutdata[2] = {0xF1,0xF5};
unsigned char delayindata[2] = {0xF1,0xF5};
unsigned char delayalarmdata[2] = {0xF1,0xF5};
unsigned char tel_NOdata[9] = {0xF0,0xF1,0xF2,0xF3,0xF4,0xF5,0xF6,0xF7,0xF8};
unsigned char addr_wr = 0;
unsigned char addr_rd = 0;

void second(void)
{
    unsigned char sec;

```

```

    sec=1;
    TMOD=0x02;
    TH0=0x00;
    TF0=0;
    TR0=1;
    while(sec)
    {
        if(TF0)
        {
            TF0=0;
            counter++;
            if(counter>=3601)
            {
                counter=0;
                sec--;
            }
        }
    }
}

void time_sec(unsigned int sec)
{
    while(sec)
    {
        second();
        sec--;
    }
}

void dmsec(unsigned int count)
{
    unsigned int i;
    while(count)
    {
        i=4000; while (i>0) i--;
        count--;
    }
}

void delay(unsigned int count)
{

```

```

        unsigned int i;
        while(count)
        {
            i = 200; while (i>0) i--;
            count--;
        }
    }
    void buz(void)
    {
        BUZZER=0;
        dmsec(5);
        BUZZER=1;
    }
    void buz1(void)
    {
        BUZZER=0;
        time_sec(1);
        BUZZER=1;
    }
    unsigned char rdreg(void)
    {
        unsigned char dtmf;
        P0 |= 0xFF;
        RSO = 1;
        MTCS = 0;
        delay(1);
        MTRD = 0;
        delay(1);
        dtmf = P0;
        dtmf = dtmf & 0x0F;
        RSO = 0;
        MTWR = 1;
        MTRD = 1;
        MTCS = 1;
        return (dtmf);
    }
    void wrreg(unsigned char dtmf)
    {

```

```

        P0 = dtmf | 0xF0;
        dmsec(30);
        RSO = 1;
        MTCS = 0;
        delay(1);
        MTWR = 0;
        delay(1);
        RSO = 0;
        MTWR = 1;
        MTRD = 1;
        MTCS = 1;
        dmsec(50);
    }
void wrdata(unsigned char dtmf)
{
    P0 = dtmf | 0xF0;
    dmsec(30);
    RSO = 0;
    MTCS = 0;
    delay(1);
    MTWR = 0;
    delay(1);
    RSO = 0;
    MTWR = 1;
    MTRD = 1;
    MTCS = 1;
    dmsec(50);
}
unsigned char rddata(void)
{
    unsigned char dtmf;
    RSO = 0;
    MTWR = 1;
    MTRD = 1;
    MTCS = 0;
    delay(1);
    MTRD = 0;
    delay(1);

```

```

    dtmf = P0;
    dtmf = dtmf & 0x0F;
    RSO = 0;
    MTWR = 1;
    MTRD = 1;
    MTCS = 1;
    return(dtmf);
}

void dtmfout(void)
{
    unsigned char i,dtmf,x;
    for(i=0;i<=8;i++)
    {
        dtmf = tel_NOdata[i];
        P2=dtmf;
        if(dtmf==0xF0)
        {
            dtmf=0xFA;
        }
        wrdata(dtmf);
        rdreg();
        if(VT==1)
        {
            x=P1;
            x=x & 0x0F;
            switch(x)
            {
                case 0x04 : sirensys=0;
                    i = 9;
                    break;
            }
        }
    }
    P2 = 0xFE;
}

void voice_play(void)
{
    if(EOM==1)

```

```

    {
        P2=0xAF;
        P2=0x2F;
    }
    if(EOM==0)
    {
        P2=0xFF;
    }
}

void off_alarm(void)
{
    unsigned char x;
    if(VT==1)
    {
        x=P1;
        x=x & 0x0F;
        switch(x)
        {
            case 0x04 : sirensys=0;
            SIREN=1;
            alarmtime=0;
            break;
        }
    }
}

void siren_police(void)
{
    alarmtime=timedelayalarm & 0x0F;
    TMOD=0x02;
    TH0=0x00;
    TF0=0;
    TR0=1;
    while(alarmtime)
    {
        if(TF0)
        {
            TF0=0;
            counter++;
        }
    }
}

```

```

        off_alarm();
        voice_play();
        if(counter>=215040)
        {
            counter=0;
            alarmtime--;
            SIREN=~SIREN;
        }
    }
}
SIREN=1;
P2=0xFE;
buz();
}
void siren_fire(void)
{
    SIREN=0;
    alarmtime=timedelayalarm & 0x0F;
    TMOD=0x02;
    TH0=0x00;
    TF0=0;
    TR0=1;
    while(alarmtime)
    {
        if(TF0)
        {
            TF0=0;
            counter++;
            off_alarm();
            voice_play();
            if(counter>=215040)
            {
                counter=0;
                alarmtime--;
            }
        }
    }
}
SIREN=1;

```

```

        P2=0xFE;
        buz();
    }
    void on_sys(void)
    {
        buz1();
        sirensys=1;
    }
    void off_sys(void)
    {
        buz1();
        sirensys=0;
    }
    void off_delaysys(void)
    {
        if(onoff_delaydata==0xF1)
        {
            unsigned char x;
            sirensys=1;
            alarmtime=timedelayin & 0x0F;
            TMOD=0x02;
            TH0=0x00;
            TF0=0;
            TR0=1;
            while(alarmtime)
            {
                if(TF0)
                {
                    TF0=0;
                    counter++;
                    if(counter>=215040)
                    {
                        counter=0;
                        alarmtime--;
                        P2 = alarmtime | 0xF0;
                    }
                }
                if(VT==1)
                {

```

```

        x=P1;
        x=x & 0x0F;
        switch(x)
        {
            case 0x04 : sirensys=0;
                        alarmtime=0;
                        off_delaysysdata=0xF1;
                        break;
        }
    }
}
}
P2=0xFE;
}
}
void on_police(void)
{
    if(sirensys==0)
    {
        buz1();
    }
    if(sirensys==1)
    {
        off_delaysys();
        if(off_delaysysdata==0xF0)
        {
            SIREN=0;
            HOOK=0;
            dtmfout();
            siren_police();
            HOOK=1;
        }
    }
    off_delaysysdata=0xF0;
}
void on_fire(void)
{
    if(sirensys==0)

```

```

    {
        buz1();
    }
    if(sirensys==1)
    {
        off_delaysys();
        if(off_delaysysdata==0xF0)
        {
            SIREN=0;
            HOOK=0;
            dtmfout();
            siren_fire();
            HOOK=1;
        }
    }
    off_delaysysdata=0xF0;
}

void check_rx(void)
{
    unsigned char x;
    if(VT==1)
    {
        x=P1;
        x=x & 0x0F;
        switch(x)
        {
            case 0x01 : on_sys(); // on siren
                        break;
            case 0x02 : on_police(); //on police
                        break;
            case 0x04 : off_sys(); // off siren
                        break;
            case 0x08 : on_fire(); // on fire
                        break;
        }
    }
}

```

```

void playtel_NO(void)
{
    unsigned char k;
    for(k=0;k<=8;k++)
    {
        P2 = tel_NOdata[k];
        dmsec(20);
        buz();
    }
}

void playdelayalarm(void)
{
    P2 = delayalarmdata[0];
    dmsec(20);
    buz();
    P2 = delayalarmdata[1];
    dmsec(20);
    buz();
}

void playdelayin(void)
{
    P2 = delayindata[0];
    dmsec(20);
    buz();
    P2 = delayindata[1];
    dmsec(20);
    buz();
}

void playdelayout(void)
{
    P2 = delayoutdata[0];
    dmsec(20);
    buz();
    P2 = delayoutdata[1];
    dmsec(20);
    buz();
}

void playstop(void)

```

```

{
    unsigned char y=1,z;
    P2 = 0xAF;
    dmsec(10);
    P2 = 0x2F;
    while(y)
    {
        if(EOM==0)
        {
            P2 = 0x6F;
            y=0;
        }
        if(IRQ==0)
        {
            rdreg();
            dtmf = rddata() | 0xF0;
            P2 = dtmf;
            z = dtmf & 0x0F;
            if(z==8)
            {
                P2 = 0x6F;
                y=0;
            }
        }
    }
}

unsigned char m24lc04_rd()
{
    unsigned char dat = 0;
    unsigned char addr_h,addr_l;
    err = 0;
    addr_h = m24lc04_ID;
    addr_l = addr_rd;
    delay(100);
    i2c_start();
    if(i2c_wrdta(addr_h))
    {
        i2c_stop();
    }
}

```

```

        err = 1;
        buz();
    }
    i2c_wrddata(addr_l);
    i2c_start();
    i2c_wrddata(addr_h+1);
    dat = i2c_rddata();
    i2c_NACK();
    i2c_stop();
    return(dat);
}

void data_onoff_rd(void)
{
    addr_rd = 0x10;// addr_A
    onoff_delaydata = m24lc04_rd();
}

void data_out_rd(void)
{
    unsigned char addr_B = 0x20;
    unsigned char h;
    for(h=0;h<=1;h++)
    {
        addr_rd = addr_B+h;
        delayoutdata[h] = m24lc04_rd();
    }
}

void data_in_rd(void)
{
    unsigned char addr_C = 0x30;
    unsigned char h;
    for(h=0;h<=1;h++)
    {
        addr_rd = addr_C+h;
        delayindata[h] = m24lc04_rd();
    }
}

void data_alarm_rd(void)
{

```

```

    unsigned char addr_D = 0x40;
    unsigned char h;
    for(h=0;h<=1;h++)
    {
        addr_rd = addr_D+h;
        delayalarmdata[h] = m24lc04_rd();
    }
}

void data_tel_rd(void)
{
    unsigned char addr_E = 0x50;
    unsigned char h;
    for(h=0;h<=8;h++)
    {
        addr_rd = addr_E+h;
        tel_NOdata[h] = m24lc04_rd();
    }
}

void status_rd(void)
{
    data_onoff_rd();
    data_out_rd();
    data_in_rd();
    data_alarm_rd();
    data_tel_rd();
    buz();
}

void key2(void)
{
    unsigned char i=1,x;
    while(i)
    {
        if(IRQ==0)
        {
            buz();
            rdreg();
            dtmf = rddata() | 0xF0;
            P2 = dtmf;

```

```

        x = dtmf;
        switch(x)
        {
            case 0xF4 : playdelayout();
                        i = 0;
                        break;
            case 0xF5 : playdelayin();
                        i = 0;
                        break;
            case 0xF6 : playdelayalarm();
                        i = 0;
                        break;
            case 0xF7 : playtel_NO();
                        i = 0;
                        break;
            case 0xF8 : playstop();
                        i = 0;
                        break;
            case 0xF9 : status_rd();
                        i = 0;
                        break;
            default : P2 = 0xF0;
                     break;
        }
    }
}

void delayout(void)
{
    unsigned char m=1,n=0,r=1;
    while(m)
    {
        P2 = delayoutdata[n];
        if(IRQ==0)
        {
            rdreg();
            dtmf = rddata() | 0xF0;
            if(dtmf==0xFA)

```

```

{
    dtmf=0xF0;
    delayoutdata[n] = dtmf;
    n++;
    P2 = delayoutdata[n];
    while(r)
    {
        if(IRQ==0)
        {
            rdreg();
            dtmf = rddata() | 0xF0;
            if(dtmf==0xFA)
            {
                dtmf=0xF0;
            }
            if((dtmf>=0xF1 && dtmf<=0xF9) || dtmf==0xF0)
            {
                delayoutdata[n]= dtmf;
                r=0;
                m=0;
            }
        }
    }
}

if(dtmf==0xF1)
{
    delayoutdata[n]=dtmf;
    n++;
    P2 = delayoutdata[n];
    while(r)
    {
        if(IRQ==0)
        {
            rdreg();
            dtmf = rddata() | 0xF0;
            if(dtmf==0xFA)
            {
                dtmf=0xF0;
            }
        }
    }
}

```





```

{
    unsigned char m=1,n=0,r=1;
    while(m)
    {
        P2 = delayalarmdata[n];
        if(IRQ==0)
        {
            rdreg();
            dtmf = rddata() | 0xF0;
            if(dtmf==0xFA)
            {
                dtmf=0xF0;
                delayalarmdata[n] = dtmf;
                n++;
                P2 = delayalarmdata[n];
                while(r)
                {
                    if(IRQ==0)
                    {
                        rdreg();
                        dtmf = rddata() | 0xF0;
                        if(dtmf==0xFA)
                        {
                            dtmf=0xF0;
                        }
                        if((dtmf>=0xF1 && dtmf<=0xF9) || dtmf==0xF0)
                        {
                            delayalarmdata[n]= dtmf;
                            r=0;
                            m=0;
                        }
                    }
                }
            }
        }
        if(dtmf==0xF1)
        {
            delayalarmdata[n]=dtmf;
            n++;

```

```

        P2 = delayalarmdata[n];
        while(r)
        {
            if(IRQ==0)
            {
                rdreg();
                dtmf = rddata() | 0xF0;
                if(dtmf==0xFA)
                {
                    dtmf=0xF0;
                }
                if((dtmf>=0xF1 && dtmf<=0xF5) || dtmf==0xF0)
                {
                    delayalarmdata[n]=dtmf;
                    r=0;
                    m=0;
                }
            }
        }
    }
}

void tel_NO(void)
{
    unsigned char i,j;
    for(i=0;i<=8;i++)
    {
        j=1;
        while(j)
        {
            P2 = tel_NOdata[i];
            if(IRQ==0)
            {
                rdreg();
                dtmf = rddata() | 0xF0;
                if(dtmf==0xFA)
                {

```

```

        dtmf=0xF0;
    }
    if((dtmf>=0xF1 && dtmf<=0xF9) || dtmf==0xF0)
    {
        tel_NOdata[i] = dtmf;
        j = 0;
    }
    buz();
}
}
}
}
void recordstop(void)
{
    unsigned char y=1,z;
    P2 = 0x8F;
    dmsec(10);
    P2 = 0x0F;
    while(y)
    {
        if(IRQ==0)
        {
            rdreg();
            dtmf = rddata() | 0xF0;
            P2 = dtmf;
            z = dtmf & 0x0F;
            if(z==8)
            {
                P2 = 0x4F;
                y=0;
            }
        }
    }
}
void m24lc04_wr(unsigned char dat)
{
    unsigned char addr_h,addr_l;
    err = 0;

```

```

    addr_h = m24lc04_ID;
    addr_l = addr_wr;
    i2c_start();
    if(i2c_wrddata(addr_h))
    {
        i2c_stop();
        err = 1;
        buz();
    }
    i2c_wrddata(addr_l);
    i2c_wrddata(dat);
    i2c_stop();
}

void data_onoff_wr(void)
{
    unsigned char dat_A = 0;
    addr_wr = 0x10;// addr_A
    dat_A = onoff_delaydata;
    delay(100);
    m24lc04_wr(dat_A);
}

void data_out_wr(void)
{
    unsigned char addr_B = 0x20;
    unsigned char h,dat_B = 0;
    for(h=0;h<=1;h++)
    {
        addr_wr = addr_B+h;
        dat_B = delayoutdata[h];
        delay(100);
        m24lc04_wr(dat_B);
    }
}

void data_in_wr(void)
{
    unsigned char addr_C = 0x30;
    unsigned char h,dat_C = 0;
    for(h=0;h<=1;h++)

```

```

        {
            addr_wr = addr_C+h;
            dat_C = delayindata[h];
            delay(100);
            m24lc04_wr(dat_C);
        }
    }

void data_alarm_wr(void)
{
    unsigned char addr_D = 0x40;
    unsigned char h,dat_D = 0;
    for(h=0;h<=1;h++)
    {
        addr_wr = addr_D+h;
        dat_D = delayalarmdata[h];
        delay(100);
        m24lc04_wr(dat_D);
    }
}

void data_tel_wr(void)
{
    unsigned char addr_E = 0x50;
    unsigned char h,dat_E = 0;
    for(h=0;h<=8;h++)
    {
        addr_wr = addr_E+h;
        dat_E = tel_NOdata[h];
        delay(100);
        m24lc04_wr(dat_E);
    }
}

void status_wr(void)
{
    data_onoff_wr();
    data_out_wr();
    data_in_wr();
    data_alarm_wr();
    data_tel_wr();
}

```

```

        buz();
    }

void key1(void)
{
    unsigned char i=1,x;
    while(i)
    {
        if(IRQ==0)
        {
            buz();
            rdreg();
            dtmf = rddata() | 0xF0;
            P2 = dtmf;
            dmsec(10);
            x = dtmf;
            switch(x)
            {
                case 0xF4 : delayout();
                                i = 0;
                                break;

                case 0xF5 : delayin();
                                i = 0;
                                break;

                case 0xF6 : delayalarm();
                                i = 0;
                                break;

                case 0xF7 : tel_NO();
                                i = 0;
                                break;

                case 0xF8 : recordstop();
                                i = 0;
                                break;

                case 0xF9 : status_wr();
                                i = 0;
                                break;

                default : buz();
                                P2 = 0xF0;
            }
        }
    }
}

```

```

break;
    }
    }
}

void delayonoff(void)
{
    unsigned char m=1,n=0,r=1;
    while(m)
    {
        P2 = onoff_delaydata;
        if(IRQ==0)
        {
            rdreg();
            dtmf = rddata() | 0xF0;
            if(dtmf==0xFA)
            {
                dtmf=0xF0;
                onoff_delaydata = dtmf;
                m=0;
            }
            if(dtmf==0xF1)
            {
                onoff_delaydata = dtmf;
                m=0;
            }
        }
    }
}

void key3(void)
{
    unsigned char i=1,x;
    while(i)
    {
        if(IRQ==0)
        {
            buz();
            rdreg();

```

```

        dtmf = rddata() | 0xF0;
        P2 = dtmf;
        x = dtmf & 0x0F;
        switch(x)
        {
            case 0x03 : delayonoff();
                                i = 0;
                                break;
            default : P2 = 0xF0;
                                break;
        }
    }
}

void dtmfin(void)
{
    unsigned char i=1,x;
    while(i)
    {
        if(IRQ==0)
        {
            buz();
            rdreg();
            dtmf = rddata() | 0xF0;
            P2 = dtmf;
            x = dtmf;
            switch(x)
            {
                case 0xF1 : key1();
                                P2 = 0xFE;
                                break;

                case 0xF2 : key2();
                                P2 = 0xFE;
                                break;

                case 0xF3 : key3();
                                P2 = 0xFE;
                                break;

                case 0xFC : i = 0;
            }
        }
    }
}

```

```

                                break;

                                default : buz();

                                P2 = 0xFE;
                                break;
                                }
                                }
                                }
}

void initmt8888(void)
{
    rdreg();
    wrreg(0x00);
    wrreg(0x00);
    wrreg(0x08);
    wrreg(0x00);
    rdreg();
    wrreg(0x0D);
    wrreg(0x00);
}

void pgmphone(void)
{
    if(PGM==0)
    {
        dtmfin();
    }
}

void on_delaysys(void)
{
    unsigned char x;
    sirensys=1;
    alarmtime=timedelayout & 0x0F;
    TMOD=0x02;
    TH0=0x00;
    TF0=0;
    TR0=1;
    while(alarmtime)
    {
        if(TF0)

```

```

        {
            TF0=0;
            counter++;
            if(counter>=215040)
            {
                counter=0;
                alarmtime--;
                P2 = alarmtime | 0xF0;
                buz();
            }
            if(VT==1)
            {
                x=P1;
                x=x & 0x0F;
                switch(x)
                {
                    case 0x04 : sirensys=0;
                    alarmtime=0xF0;
                    break;
                }
            }
        }
    }
    P2=0xFE;
}

void onoff_delay(void)
{
    if(onoff_delaydata==0xF0)
    {
        off_sys();
    }
    if(onoff_delaydata==0xF1)
    {
        on_delaysys();
    }
}

```

```

void setupsys(void)
{
    unsigned char m,n;
    m=delayoutdata[0];
    if(m==0xF1)
    {
        m=0xFA;
    }
    n=delayoutdata[1];
    timedelayout=m+n;

    m=delayindata[0];
    if(m==0xF1)
    {
        m=0xFA;
    }
    n=delayindata[1];
    timedelayin=m+n;

    m=delayalarmdata[0];
    if(m==0xF1)
    {
        m=0xFA;
    }
    n=delayalarmdata[1];
    timedelayalarm=m+n;
}

void main(void)
{
    buz();
    initmt8888();
    pgmphone();
    status_rd();
    setupsys();
    onoff_delay();
    P2=0xFE;
    buz();
    while(1)

```

```

    {
        check_rx();
    }
}

```

\*\*\*\*\* เขียนโปรแกรมด้านล่าง แล้วบันทึกเป็นชื่อ i2c.h ให้นำไปเก็บที่ C:\Keil\C51\INC \*\*\*\*\*

```
#include<intrins.h>
```

```
sbit SDA = P3^3;
```

```
sbit SCL = P3^2;
```

```
/* function */
```

```
void i2c_delay(void)
```

```

{
    unsigned char i;
    for(i=0;i<20;i++)
        _nop_();
}

```

```
void i2c_clk(void)
```

```

{
    i2c_delay();
    SCL = 1;
    i2c_delay();
    SCL = 0;
}

```

```
void i2c_start(void)
```

```

{
    if(SCL)
        SCL = 0;
    SDA = 1;
    SCL = 1;
    i2c_delay();
    SDA = 0;
    i2c_delay();
    SCL = 0;
}

```

```
void i2c_stop(void)
```

```

{
    if(SCL)

```

```

        SCL = 0;
        SDA = 0;
        i2c_delay();
        SCL = 1;
        i2c_delay();
        SDA = 1;
    }
    void i2c_NACK(void)
    {
        SDA = 1;
        i2c_delay();
        i2c_clk();
        SCL = 1;
    }
    bit i2c_wrddata(unsigned char dat)
    {
        bit data_bit;
        unsigned char i;
        for(i=0;i<8;i++)
        {
            data_bit = dat & 0x80;
            SDA = data_bit;
            i2c_clk();
            dat = dat<<1;
        }
        SDA = 1;
        i2c_delay();
        SCL = 1;
        i2c_delay();
        data_bit = SDA;
        SCL = 0;
        i2c_delay();
        return(data_bit);
    }
    unsigned char i2c_rddata(void)
    {
        bit rd_bit;
        unsigned char i,dat;

```

```
    dat = 0x00;
    for(i=0;i<8;i++)
    {
        i2c_delay();
        SCL = 1;
        i2c_delay();
        rd_bit =SDA;
        dat = dat<<1;
        dat = dat | rd_bit;
        SCL = 0;
    }
    SDA = 1;
    i2c_delay();
    i2c_delay();
    SCL = 1;
    return(dat);
}
```

**ภาคผนวก จ**  
**การทดลองระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย**



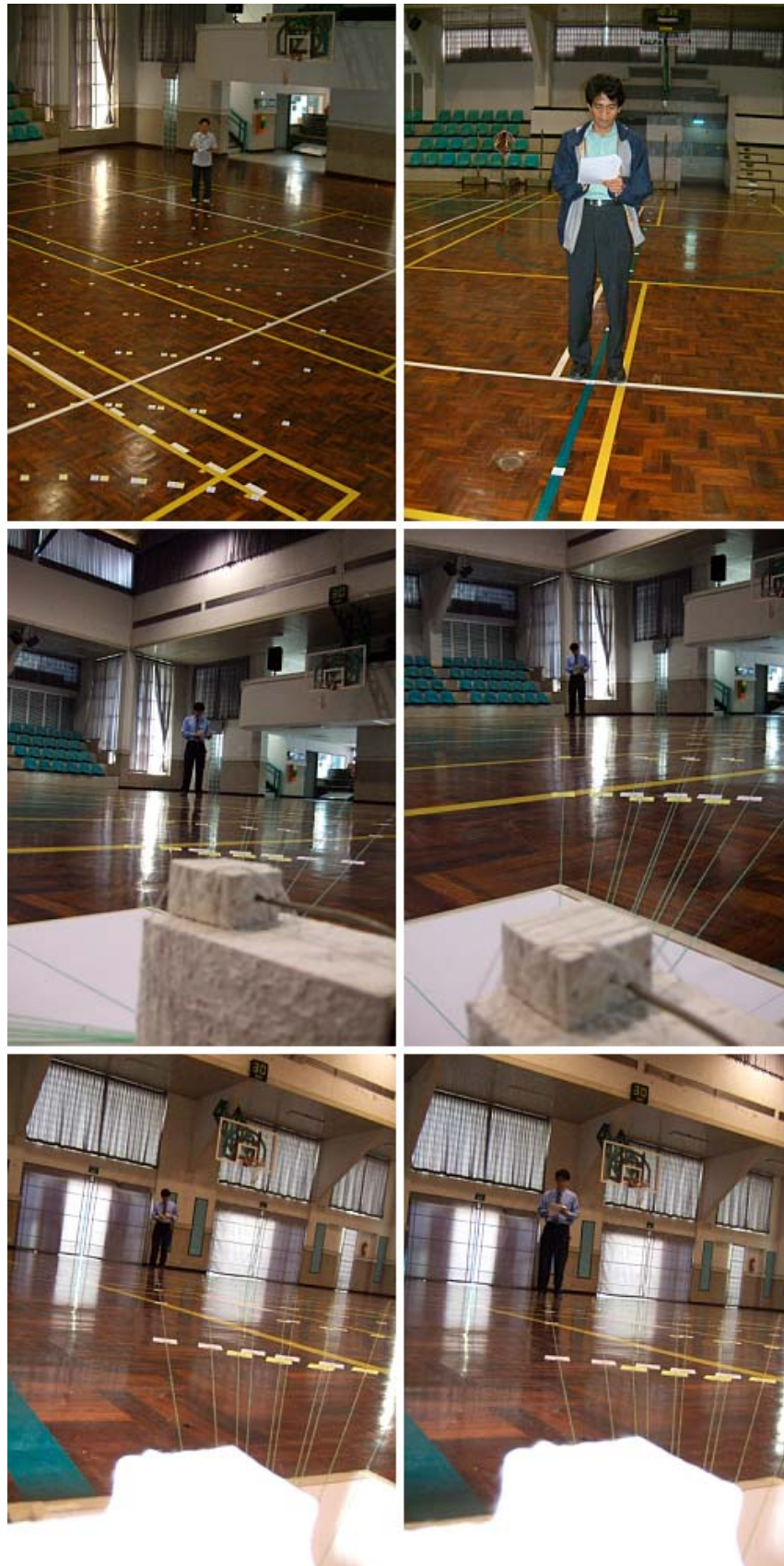
ภาพประกอบ 37 การทดลองระบบเดือนกัณฑ์ภายในที่พักอาศัย ชุดที่ 1



ภาพประกอบ 38 การทดลองระบบเตือนภัยภายในที่พักรอผู้โดยสาร ชุดที่ 2



ภาพประกอบ 39 การทดลองระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย ชุดที่ 3



ภาพประกอบ 40 การทดลองระบบเดือนก๊วยภายในที่พักออาศัย ชุดที่ 4



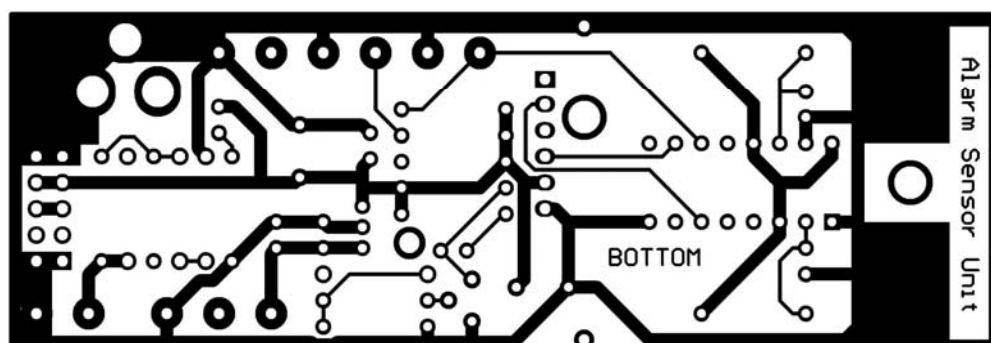
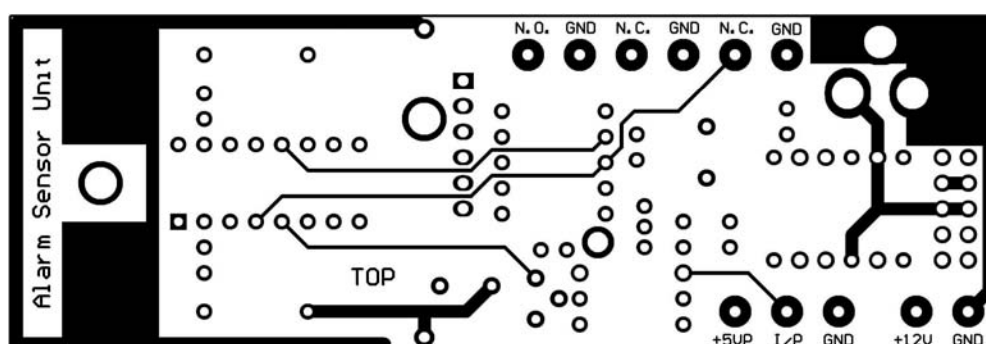
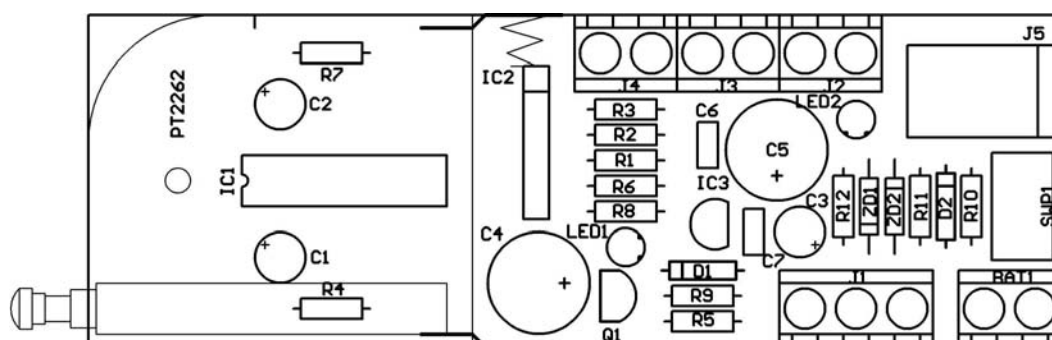
ภาพประกอบ 41 การทดลองระบบเตือนภัยภายในที่พักรอตั๋ย ชุดที่ 5



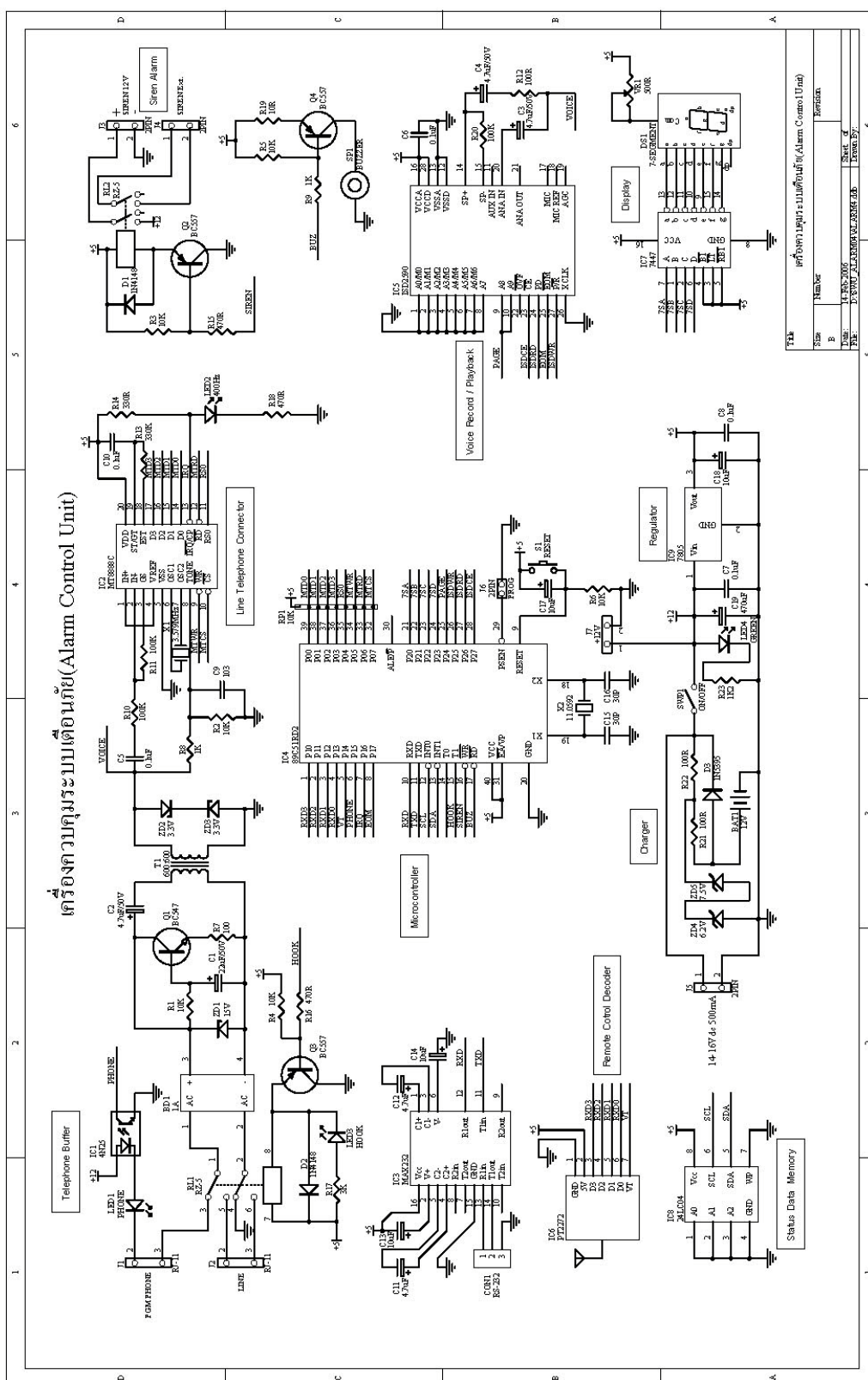
ภาพประกอบ 42 การทดลองระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย ชุดที่ 6

ภาคผนวก ช  
วงจรระบบเตือนภัยภายในที่พักอาศัย

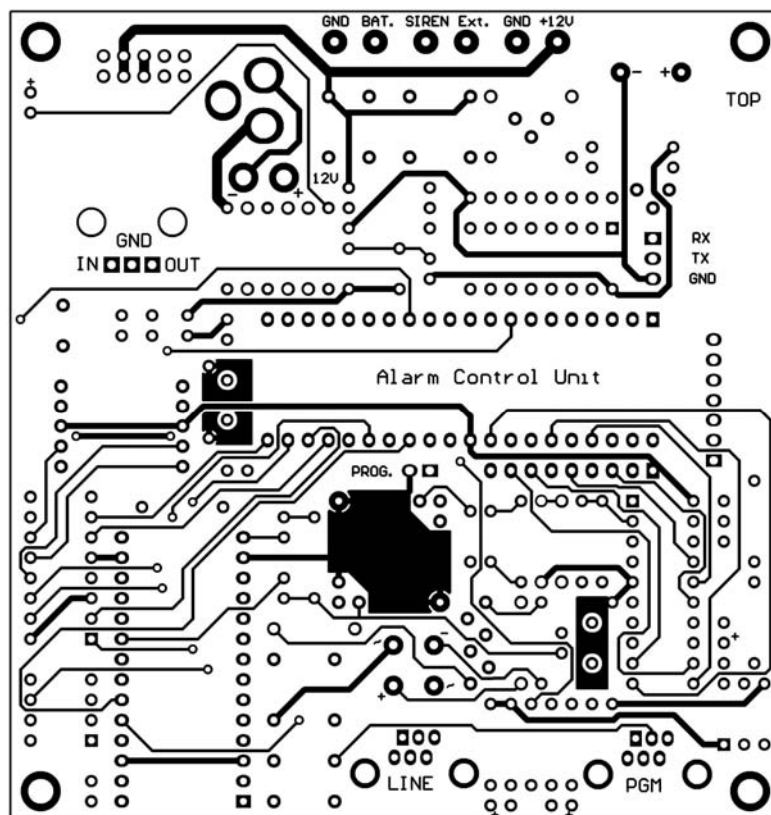
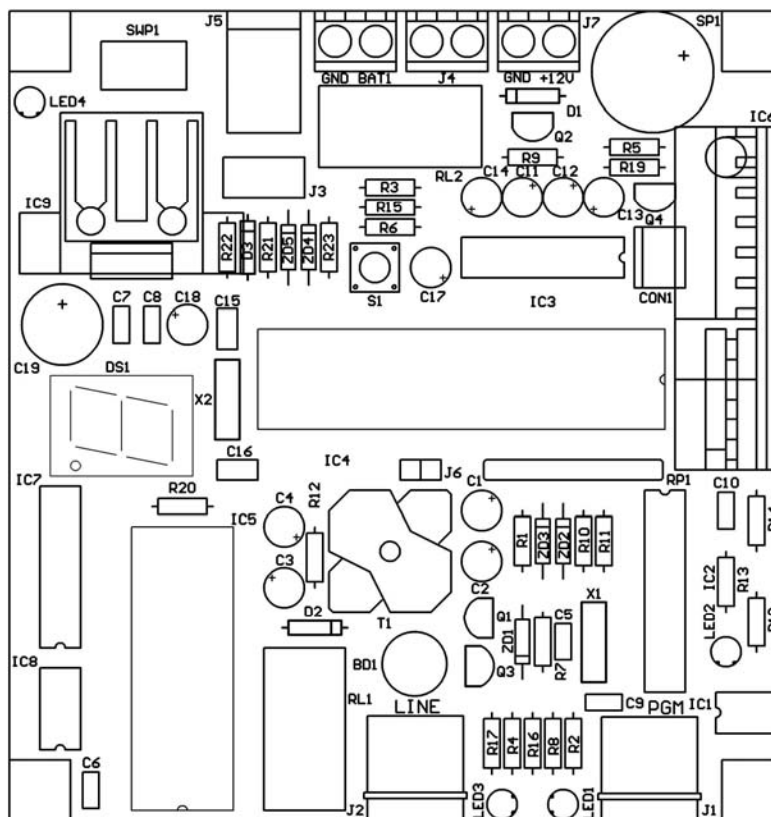




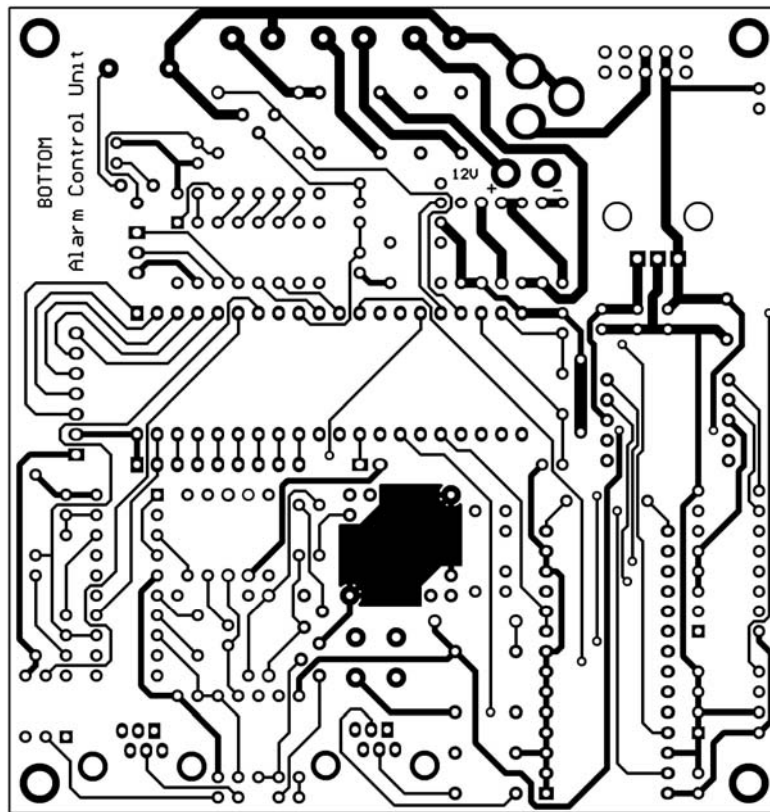
ภาพประกอบ 44 แผงวงจรพิมพ์วงจรเครื่องตรวจจับระบบเตือนภัย



ภาพประกอบ 45 วงจรเครื่องควบคุมระบบเตือนภัย



ภาพประกอบ 46 แผงวงจรพิมพ์เครื่องควบคุมระบบเตือนภัย ชุดที่ 1



ภาพประกอบ 47 แผ่วงจรพิมพ์เครื่องควบคุมระบบเตือนภัย ชุดที่ 2

ประวัติย่อผู้วิจัย

## ประวัติย่อผู้วิจัย

|                                |                                                                                                                                   |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ชื่อ ชื่อสกุล                  | นายอภิไชย สงวนราษฎร์                                                                                                              |
| วันเดือนปีเกิด                 | วันที่ 04 ตุลาคม พ.ศ. 2511                                                                                                        |
| สถานที่เกิด                    | อำเภอเมือง จังหวัดตาก                                                                                                             |
| สถานที่อยู่ปัจจุบัน            | 99/1159 หมู่6 ซอยที่ดินทอง4 หมู่บ้านทรัพย์ดินทอง<br>ถนนเทพารักษ์ ตำบลบางเมือง อำเภอเมือง<br>สมุทรปราการ 10270<br>โทร. 0-2754-8242 |
| ตำแหน่งหน้าที่การงานในปัจจุบัน | วิศวกรระบบอาวุโส                                                                                                                  |
| สถานที่ทำงานปัจจุบัน           | บริษัท วิทย์การบินแห่งประเทศไทย จำกัด<br>102 ซอยงามดูพลี แขวงทุ่งมหาเมฆ<br>เขตสาทร กรุงเทพมหานคร 10120<br>โทร. 0-2285-9236        |
| ประวัติการศึกษา                |                                                                                                                                   |
| พ.ศ. 2527                      | มัธยมศึกษาปีที่ 3<br>โรงเรียนอตุตรดิตถ์ จังหวัดอุตรดิตถ์                                                                          |
| พ.ศ. 2530                      | ประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช.) สาขาอิเล็กทรอนิกส์<br>โรงเรียนเทคนิควิทยา จังหวัดกรุงเทพฯ                                              |
| พ.ศ. 2532                      | ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง(ปวส.) สาขาอิเล็กทรอนิกส์<br>โรงเรียนเทคนิควิทยา จังหวัดกรุงเทพฯ                                       |
| พ.ศ. 2538                      | อส.บ. (คอมพิวเตอร์) คณะวิศวกรรมศาสตร์<br>มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร จังหวัดกรุงเทพฯ                                               |
| พ.ศ. 2549                      | กศ.ม. (อุตสาหกรรมศึกษา) คณะศึกษาศาสตร์<br>มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร                                                   |