

อุปกรณ์ตรวจจับความเคลื่อนไหวของมนุษย์และรายงานผลผ่านโทรศัพท์

Human Motion Detector and Report to Mobile Phones

โดย

ภานุพงศ์

ตันติรัตน์

ภูริเดช

โคตรพันธ์

รัตนาวลี

สามาอาพัฒน์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2556

อุปกรณ์ตรวจจับความเคลื่อนไหวของมนุษย์และรายงานผลผ่านโทรศัพท์
Human Motion Detector and Report to Mobile Phones



โดย
ภาณุพงศ์ ตันตริรัตน์
ภูริเดช โคตรพันธ์
รัตนาวลี สามาอาพัฒน์

ปฏิญานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2556

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง อุปกรณ์ตรวจจับความเคลื่อนไหวของมนุษย์และรายงานผลผ่านโทรศัพท์

HUMAN MOTION DETECTOR AND REPORT TO MOBILE PHONES

ผู้จัดทำ

- | | | |
|-------------------|-------------|----------|
| 1. นายภานุพงศ์ | ตันติรัตน์ | 53011245 |
| 2. นายภูริเดช | โคตรพันธ์ | 53011281 |
| 3. นางสาวรัตนาวลี | สามาอาพัฒน์ | 25011362 |



(ผศ.ดร.สุทธิชัย นพนาคีพงษ์)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

อุปกรณ์ตรวจจับและแจ้งเตือนสิ่งมีชีวิตภายในพื้นที่ปิด (MOTION DETECTOR AND ALARM REQUEST TO MOBILE PHONES) สำเร็จลุล่วงด้วยดีทั้งนี้ ด้วยความอนุเคราะห์ช่วยเหลือจากผู้มีพระคุณหลายท่านโดยเฉพาะท่าน ผศ.ดร.สุทธิชัย นพนาศิพงษ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทที่กรุณาให้คำแนะนำในเรื่องของเนื้อหา การดำเนินการ ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีตลอดจนอาจารย์ประจำภาควิชาโทรคมนาคมทุกๆ ท่านที่ประสาทความรู้ และให้คำแนะนำเกี่ยวกับตำราที่เกี่ยวข้องต่างๆ ตลอดจนเพื่อนๆ ที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจในการทำงานตลอดมา และทำให้โครงงานสำเร็จลุล่วงไปด้วยดีและสุดท้ายนี้ ต้องขอขอบคุณบุคคลสำคัญที่สุด คือ บิดา มารดา ที่คอยให้กำลังใจ และให้โอกาสทางการศึกษาอย่างเต็มที่ ข้าพเจ้าขอระลึกถึง และขอกราบขอบพระคุณท่านทั้งสอง ณ ที่นี้ด้วย

นายภานุพงศ์

ตันติรัตน์

นายภูริเดช

โคตรพันธ์

นางสาวรัตนาวลี

สามาอาพัฒน์

ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ตรวจจับและแจ้งเตือนสิ่งมีชีวิตภายในพื้นที่ปิด
MOTION DETECTOR AND ALARM REQUEST TO
MOBILE PHONES

โดย นายภานุพงศ์ ตันติรัตน์ 53011245
นายภูริเดช โคตรพันธ์ 53011281
นางสาวรัตนาวลี สามาอาพัฒน์ 53011362

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.สุทธิชัย นพนาศิพงษ์

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นการสร้างอุปกรณ์เพื่อตรวจจับความเคลื่อนไหวภายในพื้นที่ปิดและแจ้งเตือนโดยใช้เซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหวแบบพาสซีฟอินฟราเรดเซ็นเซอร์ มีบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์อาร์ดูโน รับค่าการตรวจจับจากเซ็นเซอร์และแจ้งเตือนโดยส่งคำสั่งให้กริ่งถูกเงินซึ่งเป็นส่วนย่อยทำงาน พร้อมทั้ง จีเอสเอ็มโมดูล ทำการส่งข้อความและสายเรียกเข้าไปยังโทรศัพท์ของผู้ใช้งานที่กำหนด และมีอุปกรณ์ควบคุมการเปิด-ปิดอุปกรณ์หลักโดย อาร์เอฟโมดูล

ABSTRACT

This project is building a device for detecting any movement in the closed area by using the passive infrared sensor. When Arduino microcontroller board receives the logic signal from sensor, the alarm will be immediately run. At the same moment, GSM Module will send instant message and dial to determined user. Besides this project is also building device for controlling main devices which are switched on and off by RF module.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	I
บทคัดย่อ	II
สารบัญ	III
สารบัญ (ต่อ)	IV
สารบัญรูป	V
สารบัญรูป (ต่อ)	VI
สารบัญรูป (ต่อ)	VII
สารบัญตาราง	VIII
บทที่ 1	
บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของปริญญาานิพนธ์	1
บทที่ 2	
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 รังสีอินฟราเรด (INFRARED RADIATION)	3
2.2 เซ็นต์เซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว (MOTION SENSOR)	4
2.3 ไพโรอิเล็กทริกเซ็นเซอร์ (PYRO ELECTRIC SENSOR)	6
2.4 คลื่นวิทยุ (RADIO FREQUENCY)	8
2.5 GSM MODULE รุ่น ET-BASE GSM SIM900	12
2.6 ARDUINO	18
2.7 TTL (TRANSISTOR-TRANSISTOR LOGIC)	20
2.8 RS232 (RECOMMENDED STANDARD 232)	21
2.9 MICROCONTROLLER PIC 16F877	20
2.10 LCD 16X2 LINE	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.11 KEYPAD	22
บทที่ 3 การออกแบบและการจัดทำปริญญาบัตร	24
3.1 การออกแบบ	24
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	35
3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง	37
บทที่ 4 ผลการทดลอง	39
4.1 วงจร PIR CIRCUIT	39
4.2 วงจร RF	42
4.3 ผลการทดลองระยะทางที่ PIR SENSOR ทำงานได้	44
4.4 ทดลองระยะทางการทำงานของวงจร RF	47
4.5 ส่วนการแจ้งเตือนแบบข้อความสั้น (SHORT MESSAGE SERVICE: SMS)	48
4.6 ส่วนการแจ้งเตือนแบบสัญญาณเสียง (ALARM)	55
4.7 ส่วนคีย์แพด (KEYPAD)	56
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	58
5.1 สรุปผล	58
5.2 ข้อเสนอแนะ	58
บรรณานุกรม	59
ภาคผนวก ก CODE-WORD	61
ภาคผนวก ข DATA SHEET	76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1	4
2.2	5
2.3	6
2.4	6
2.5	7
2.6	8
2.7	10
2.8	12
2.9	13
2.10	13
2.11	17
2.12	17
2.13	17
2.14	19
2.15	19
2.16	20
2.17	21
2.18	22
2.19	23
2.20	23
3.1	24
3.2	25
3.3	25
3.4	26
3.5	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่
 3.5 NON INVERTING COMPARATOR และ INVERTING COMPARATOR
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.6 วงจรเปรียบเทียบแรงดันที่ออกแบบ	28
3.7 วงจร RF ที่ออกแบบ	28
3.8 โพลีชาร์ตของ CODE-WORD ฝั่งส่ง	29
3.9 โพลีชาร์ตของ CODE-WORD ฝั่งรับ	30
3.10 หลักการ KEELOQ MANCHESTER TRANSMISSION FORMAT	31
3.11 การทำงานส่วนการแจ้งเตือนโดยรวม	31
3.12 วงจร KEYPAD	32
3.13 โพลีชาร์ตคำสั่งการทำงานของ PIC 16F877	33
3.14 โพลีชาร์ตคำสั่งการทำงานของ ARDUINO	34
3.15 ปุ่มปรับต่างๆ บนหน้าปัดเครื่องกำเนิดสัญญาณ	32
3.16 เครื่องจ่ายไฟ	33
3.17 ออสซิลโลสโคป	34
3.18 เครื่องวิเคราะห์สเปคตรัม	34
4.1 วงจร PIR	39
4.2 วงจรขยาย	39
4.3 สัญญาณเอาต์พุทของวงจรขยาย	40
4.4 วงจรเปรียบเทียบแรงดัน	40
4.5 สัญญาณเอาต์พุทของวงจรเปรียบเทียบแรงดันเมื่อไม่มีอินพุท	41
4.6 สัญญาณเอาต์พุทของวงจรเปรียบเทียบแรงดัน	41
4.7 บล็อกไดอะแกรม วงจร RF	42
4.8 สัญญาณเอาต์พุทเมื่อวัดสเปคตรัมวงจร RF	43
4.9 สัญญาณเอาต์พุทจาก PIC 12F509 ก่อนเข้า RF TRANSMITTER MODULE	43
4.10 ลักษณะการวาง PIR SENSOR สำหรับการทดลอง	44
4.11 เทียบแสดงสถานะ AT-COMMAND	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เก็บแสดงสถานะ AT-COMMAND ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านใด ๆ
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.12 ตัวอย่างการอ่าน PHONE BOOK และ SMS	49
4.13 การอ่าน IMIE และ FIRMWARE VERSION	50
4.14 การตรวจสอบสถานะของเครือข่ายผ่านโปรแกรม TERA TERM	51
4.15 AT-COMMAND สำหรับการส่ง SMS	51
4.16 ทดสอบ AT-COMMAND สำหรับการ CALLING	52
4.17 ทดสอบการส่งคำสั่ง AT-COMMAND สำหรับการส่ง SMS จาก ARDUINO MICROCONTROLLER BOARD	52
4.18 ทดสอบการส่งคำสั่ง AT-COMMAND สำหรับการ CALLING จาก ARDUINO MICROCONTROLLER BOARD	53
4.19 ผลจากโทรศัพท์เมื่อ GSM MODULE ได้รับคำสั่งการส่ง SMS จาก AT-COMMAND	54
4.20 ผลจากโทรศัพท์เมื่อ GSM MODULE ได้รับคำสั่งการ CALLING จาก AT-COMMAND	54
4.21 สัญญาณเอาต์พุตที่ PIR CIRCUIT เมื่อมีการตรวจจับความเคลื่อนไหวได้	55
4.22 สัญญาณที่ ARDUINO ส่ง LOGIC HIGH ไปยัง RELAY เพื่อสั่งงานให้สัญญาณเสียงทำงาน	55
4.23 (ก) จอ LCD แสดงผลให้ใส่รหัส (ENTER PASSWORD)	56
(ข) กดรหัส 9999	56
(ค) ผลลัพธ์ที่เมื่อใส่รหัสผิดแสดงบนจอ LCD	56
4.24 (ก) จอ LCD แสดงผลเมื่อใส่รหัส 1339	57
(ข) ผลลัพธ์ที่ได้เมื่อใส่รหัสถูก	57
4.25 ชิ้นงาน	57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	8
2.1	9
2.2	14
2.3	16
3.1	35
4.1	44
4.2	45
4.3	46
4.4	47
4.5	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

โลกปัจจุบันมีระบบรักษาความปลอดภัยมากมาย โดยส่วนใหญ่ต้องการระบบที่มีความแม่นยำสูงส่งผลให้ราคาสูงขึ้นตามไปด้วย สถานที่ปิดที่ต้องการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับสิ่งมีชีวิตไว้ที่บ้าน โดยระบบทางเลือกที่มีราคาถูกเพื่อช่วยในการเฝ้าระวังอีกหนึ่งช่องทางและทำให้การแจ้งเตือนส่งไปถึงเจ้าของบ้านและผู้ที่เกี่ยวข้องได้ทันที เพื่อลดปัญหาการถูกลักขโมยขณะเจ้าของบ้านไม่อยู่

อุปกรณ์ตรวจจับสิ่งมีชีวิตในปัจจุบันนั้นมีอยู่หลากหลายแบบ ซึ่งมีหลักการทำงานโดยอาศัยหลักการที่หลากหลาย และอินฟราเรดเซนเซอร์คือหนึ่งในอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการตรวจจับสิ่งมีชีวิต โดยใช้รังสีอินฟราเรด ข้อดีของอินฟราเรดเซนเซอร์คือตรวจจับการเคลื่อนไหวเฉพาะสิ่งมีชีวิตขนาดใหญ่เช่น มนุษย์ และเป็นอุปกรณ์ที่มีราคาถูก

เมื่อมีการตรวจพบสิ่งมีชีวิตเข้าไปในบริเวณที่เราได้ติดตั้งอุปกรณ์ไว้ จะมีการส่งการแจ้งเตือนไปยังเจ้าของบ้าน เจ้าของบ้านก็สามารถแจ้งให้บุคคลที่เกี่ยวข้อง หรืออยู่ใกล้ในบริเวณนั้นเข้าไปทำการตรวจสอบได้ทันเวลา และมีอุปกรณ์ทำการปิดหลักทั้งหมด

1.2 วัตถุประสงค์

- 1) ลดเวลาในการเข้าถึงพื้นที่เมื่อเกิดเหตุฉุกเฉินขึ้นโดยใช้อุปกรณ์ที่สร้างขึ้น
- 2) ศึกษาการสร้างอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวของมนุษย์
- 3) ศึกษาการเขียนโปรแกรมเพื่อใช้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุม GSM Module
- 4) ศึกษาการส่งข้อความสั้นและการโทรด้วย GSM Module ส่งโดย AT-command
- 5) ศึกษาการเขียนโปรแกรมเข้ารหัสเพื่อประยุกต์ใช้ในการ Reset ระบบ

1.3 ขอบเขตของปริญญาานิพนธ์

ออกแบบและสร้างอุปกรณ์ตรวจจับสิ่งมีชีวิตภายในพื้นที่ปิด โดยใช้เซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว พร้อมทั้งระบบแจ้งเตือนพบสิ่งมีชีวิตภายในพื้นที่ปิด โดยเมื่ออุปกรณ์สามารถเซนเซอร์ค่าสามารถตรวจจับได้ จะส่งสัญญาณให้กับส่วนควบคุมเพื่อสั่งงานให้แจ้งเตือนโดยกระดิ่งไฟฟ้าและแจ้งเตือนเหตุพบสิ่งมีชีวิตติดภายในพื้นที่ปิดให้เจ้าของพื้นที่ทราบ

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 รังสีอินฟราเรด (Infrared Radiation)

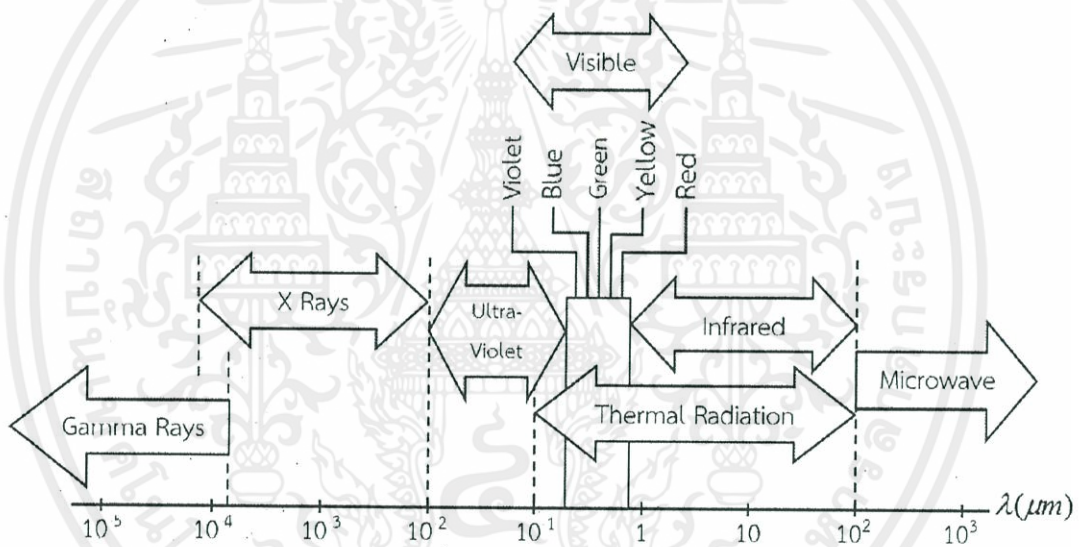
คลื่นรังสีอินฟราเรดหรือคลื่นรังสีความร้อนนั้น ถูกค้นพบโดยนักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ คือ Sir William Herschel ซึ่งได้ค้นพบ รังสีอินฟราเรดสเปกตรัม (Infrared Ray) ในปี ค.ศ. 1800 ขณะที่ เขาเซลกำลังติดตามศึกษาดวงอาทิตย์อยู่ใน กล้องดูดาวต้องมีการใช้เลนส์กรองแสง ซึ่งทำเป็นสีต่างๆ เขาเซล ต้องการทราบว่า ในเลนส์แต่ละสี จะเปลี่ยนค่าที่แสดงความร้อนของดวงอาทิตย์หรือไม่ จึงได้ประดิษฐ์อุปกรณ์การทดลองเพื่อหาคำตอบโดยการใช้ปริซึมแยกแสง แล้วให้แสงต่างๆ มาตกที่เทอร์โมมิเตอร์ ซึ่งทำที่ดำที่กะเปาะ เพื่อให้ดูดความร้อนดียิ่งขึ้น โดยได้ตั้งเทอร์โมมิเตอร์ตัวหนึ่งนอกเหนือจากแสงสีต่างๆนั้น เพื่อเป็นตัวควบคุมการทดลอง ปรากฏว่าแสงสีต่างๆ มีอุณหภูมิสูงกว่าแสงสีขาว และอุณหภูมิสูงขึ้นจากสีม่วงไปหาสีแดง เขาเซลจึงเกิดความอยากรู้อยากเห็น แล้ววัดแถบเหนือแสงสีแดงขึ้นไปที่ไม่ปรากฏมีสีอะไร ดูเหมือนแสงอาทิตย์ธรรมดาเท่านั้นเอง แต่ปรากฏว่า เทอร์โมมิเตอร์ ตัวที่อยู่นอกเหนือจากแสงสีแดงนั้น กลับวัดได้อุณหภูมิสูงกว่าทุกตัว เขาเซลจึงทำการทดลองต่อไป ก็พบว่า ส่วนของแสงที่มองไม่เห็นแต่ร้อนกว่าสีแดงนี้ มีคุณสมบัติทางกายภาพเช่นเดียวกับคลื่นแสงที่มองเห็นได้ทุกประการ เช่น การหักเห ดูดซับ ส่องผ่าน หรือไม่ผ่านตัวกลาง ฯลฯ ในตอนแรก เรียกแสงนี้ว่า Calorific Rays ต่อมารังสีที่ถูกค้นพบใหม่นี้ ได้ถูกเปลี่ยนชื่อไปเป็น "รังสีอินฟราเรด" (ขอบเขตที่ต่ำกว่าแถบสีแดงหรือรังสีใต้แดง) ที่เรารู้จักกันมาทุกวันนี้

สายตาของมนุษย์นั้นธรรมชาติได้ออกแบบให้สามารถมองเห็นคลื่นได้ในระดับหนึ่งหรือเรียกว่า "รังสีการมองเห็น (Visible Light)" โดยจะอยู่ในรูปของความสว่าง เราสามารถมองเห็นรังสีในย่านแคบๆ เท่านั้น หรือเรียกว่าย่านสเปกตรัมแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งถ้ามองด้านซ้ายของสเปกตรัมแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Spectrum) ก็จะติดกับย่านรังสีอัลตราไวโอเล็ต (Ultraviolet radiation) ซึ่งมนุษย์ไม่สามารถมองเห็นในย่านนี้และส่วนด้านขวาของสเปกตรัมแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Spectrum) ก็จะติดกับย่านรังสีอินฟราเรด (Infrared Ray) ซึ่งเราก็มองไม่เห็นเช่นกัน

รังสีอินฟราเรด (Infrared: IR) มีชื่อเรียกอีกชื่อว่า รังสีใต้แดง หรือรังสีความร้อน เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นอยู่ระหว่างคลื่นวิทยุและแสงมีความถี่ในช่วง $10^{11} - 10^{14}$ Hz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาด้านนี้ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีความถี่ในช่วงเดียวกับไมโครเวฟ มีความยาวคลื่นอยู่ระหว่างแสงสีแดงกับคลื่นวิทยุ สารทุกชนิดที่มีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง -200 องศาเซลเซียส ถึง 4,000 องศาเซลเซียส จะปล่อยรังสีอินฟราเรดออกมา คุณสมบัติเฉพาะตัวของรังสีอินฟราเรด เช่น ไม่เบี่ยงเบนในสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ที่แตกต่างกันก็คือคุณสมบัติที่ขึ้นอยู่กับความถี่ คือยิ่งความถี่สูงมากขึ้นพลังงานก็สูงขึ้นด้วย ดังนั้น ปัจจุบันมีการนำคลื่นรังสีอินฟราเรดมาใช้ประโยชน์ในการสร้างกล้องอินฟราเรดที่สามารถมองเห็นวัตถุในความมืดได้ เช่น อเมริกาสามารถใช้กล้องอินฟราเรดมองเห็นเวียดนามได้ตั้งแต่สมัยสงครามเวียดนาม และสัตว์หลายชนิดมีนัยน์ตารับรู้รังสีชนิดนี้ได้ ทำให้มองเห็นหรือล่าเหยื่อได้ในเวลากลางคืน หน่วยของความยาวคลื่นโดยปกติจะมีหน่วยเป็นไมโครเมตร รูปที่ 2.1 แสดงสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเนื่องจากอุณหภูมิของวัตถุ



รูปที่ 2.1 สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเนื่องจากอุณหภูมิของวัตถุ [6]

2.2 เซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว (Motion Sensor)

อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับตรวจจับผู้บุกรุกที่นิยมนั้น แบ่งออกเป็น 2 เทคโนโลยีหลักๆ คือ AIR Detector (Active Infrared Ray Detector) และ PIR Detector (Passive Infrared Ray Detector)

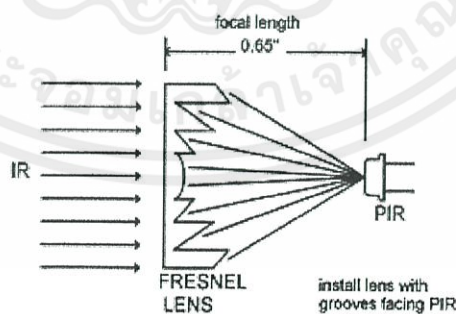
2.2.1 AIR Detector (Active Infrared Ray Detector)

AIR Detector หรือที่เรานิยมเรียกกันว่า Photo beam เป็นเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการใช้ในพื้นที่โล่ง ไม่มีการเคลื่อนไหวที่มากนัก เนื่องจากเทคโนโลยี AIR ต้องอาศัยการยิง IR ออกไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตัวอุปกรณ์ จึงทำให้สามารถใช้งานได้ค่อนข้างไกล หลักในการทำงานของ AIR คือ การยิง IR จากภาคส่ง เข้าหาภาครับ โดยภาครับจะได้รับ IR อยู่ตลอดเวลา หากมีวัตถุมาตัดผ่าน ทำให้ภาครับไม่สามารถรับค่า IR ได้ตามที่กำหนด อุปกรณ์ก็จะส่งสัญญาณแจ้งเตือนขึ้น

2.2.2 PIR Detector (Passive Infrared Ray Detector)

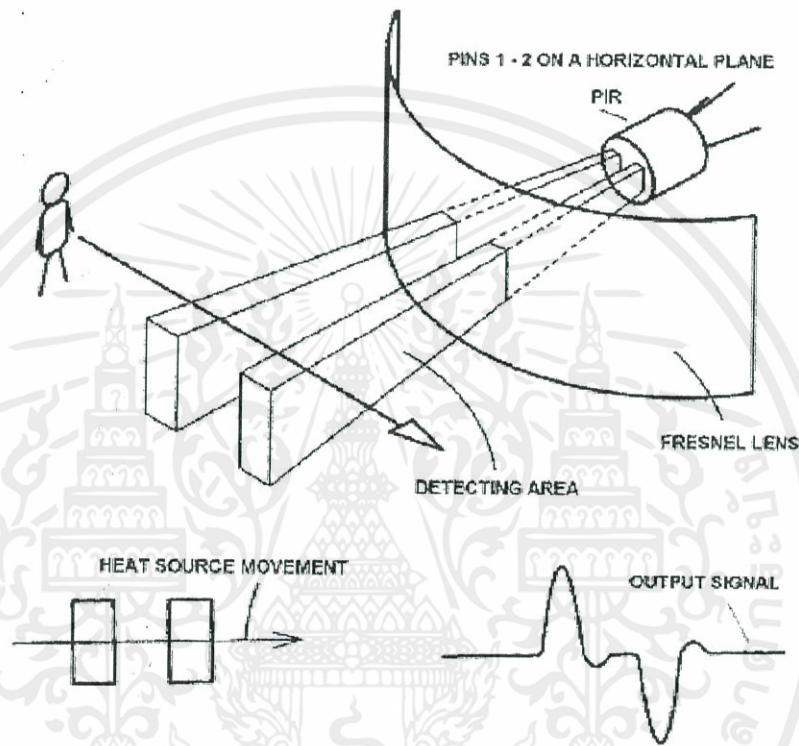
เทคโนโลยีของ PIR นั้นเหมาะสมกับการใช้งานในงานประเภทที่พวกอาศัยมากกว่าเทคโนโลยีอื่นๆ เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่สามารถใช้หลักในการออกแบบทั้งใน Hardware และ Software ในการประมวลผลได้มาก หลักการทำงานของ PIR คือ การตรวจจับความเปลี่ยนแปลงของ IR ซึ่งจากหลักการแล้ว วัตถุที่มีอุณหภูมิที่สูงกว่า -273 องศาเซลเซียส จะมีการเปล่งรังสีของ IR ออกมา คลื่นรังสีความร้อนที่แผ่กระจายออกมาจะครอบคลุมแถบความถี่ในย่านประมาณ 0.74 ไมโครเมตร ถึง 100 ไมโครเมตร ซึ่งปกติเราจะเรียกแถบความถี่ในช่วงนี้ว่า แถบอินฟราเรด (Infrared Region) ด้วยหลักการนี้เองเราจึงนำมาใช้แยกความแตกต่างระหว่างการเคลื่อนไหวของคน สัตว์ ต้นไม้ ได้ คือ เมื่อมีการแผ่รังสีของวัตถุ รังสีที่แผ่ออกมาจะมีระบบการรวบรวมแสงโดยเฟรสเนลเลนส์ (Fresnel Lens) อาจจะเป็นเลนส์ หรือกระจกต่างๆ สำหรับทำให้เกิดการแผ่รังสีมาตกกระทบบยังอุปกรณ์ที่เรียกว่าไพโร (Pyro Electric) แสดงเฟรสเนลเลนส์ได้ดังรูปที่ 2.2 และอุปกรณ์ที่เรียกว่าไพโรนี้ จะทำหน้าที่เปลี่ยนคลื่นพลังงานของอินฟราเรดมาเป็นสัญญาณทางไฟฟ้า ระบบพื้นฐานของ PIR จะตรวจจับอุณหภูมิในตัววัตถุนั้นๆ โดยจะประกอบด้วยการแผ่รังสีหรือเป้าหมายที่จะตรวจจับ ผ่านยังตัวกลาง เช่น อากาศ ซึ่งพลังงานของอินฟราเรดที่ถูกปล่อยออกมาจะถูกตัวตรวจจับ ส่วนประกอบหลักๆ ของอุปกรณ์ตรวจจับความเคลื่อนไหวมีอยู่ 3 ส่วนดังนี้ Pyro-Electric, Fresnel Lens และ Circuit Control รูปที่ 2.3 แสดงการทำงานของ PIR Sensor



รูปที่ 2.2 เฟรสเนลเลนส์ [7]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.3 แสดงการทำงานของ PIR คือในสภาวะปกติ สัญญาณที่ออกจาก PIR จะนิ่ง หมายความว่าไม่มีการเคลื่อนไหวของมนุษย์ผ่านพื้นที่การตรวจจับของ PIR แต่เมื่อมีการเคลื่อนไหวผ่านพื้นที่การตรวจจับของ PIR สัญญาณที่ออกจาก PIR จะเปลี่ยนแปลงอย่างทันทีทันใดในช่วงเวลาหนึ่ง แล้วสัญญาณจะนิ่งเมื่อเข้าสู่สภาวะปกติอีกครั้ง

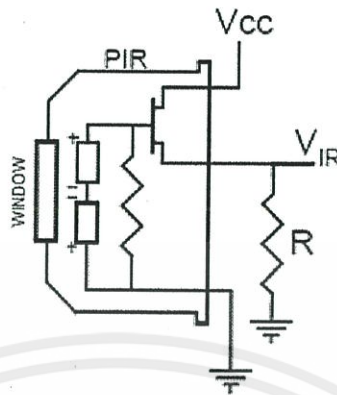


รูปที่ 2.3 การทำงานของ PIR Sensor [7]

2.3 ไพโรอิเล็กทริกเซ็นเซอร์ (Pyro Electric Sensor)

ไพโรอิเล็กทริกเซ็นเซอร์ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เปลี่ยนพลังงานจากรังสีความร้อนที่ส่งออกมาจากวัตถุให้เกิดเป็นพลังงานไฟฟ้า ส่วนมากบรรจุอยู่ในตัวถัง ซึ่งมีช่องให้แสงผ่าน (Window) ได้ ดังรูปที่ 2.4 โดยทั่วไปจะแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ ไพโรอิเล็กทริกแบบซิงเกิลอิเลเมนต์ (Single Element) และ ไพโรอิเล็กทริกแบบดิวอัลอิเลเมนต์คู่ (Dual elements)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

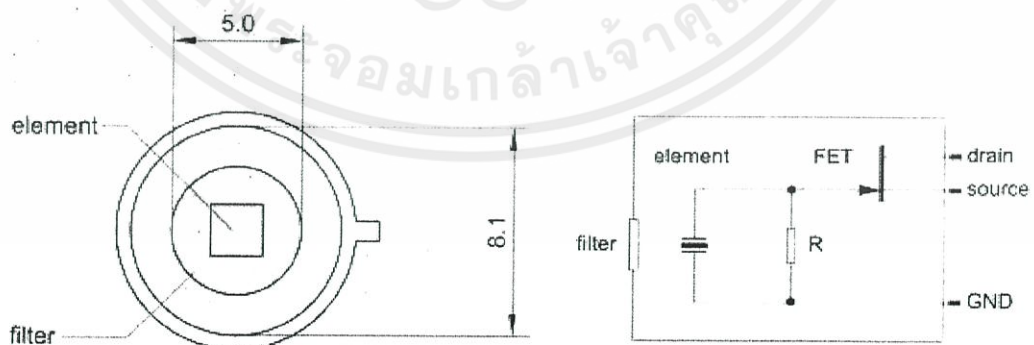


รูปที่ 2.4 ไฟโรอิเล็กทริกเซ็นเซอร์ [8]

2.3.1 ไฟโรอิเล็กทริกแบบซิงเกิลอิเลเมนต์ (Single Element)

ลักษณะของไฟโรอิเล็กทริกแบบซิงเกิลอิเลเมนต์ จะมีตัวรับรังสีอินฟราเรดที่ทำมาจากแผ่นเซรามิกที่มีชื่อว่า ลีดไซโคเนต ไตทานเต (Lead Zirconate Titanate) อยู่ 1 แผ่น โดยตั้งอยู่บริเวณกึ่งกลางของตัวรับสัญญาณอินฟราเรดดังรูปที่ 2.5

ลักษณะการตอบสนองต่อรังสีอินฟราเรดของไฟโรอิเล็กทริกชนิดนี้จะให้การตอบสนองเป็นแบบพัลส์ (Pulses) โดยขนาดของพัลส์จะขึ้นอยู่กับปริมาณความเข้มของรังสีความร้อนที่ได้รับ และยังขึ้นอยู่กับองค์ประกอบอย่างอื่น เช่น ความยาวคลื่นของรังสี ระยะทางจากแหล่งกำเนิดรังสี เป็นต้น ตัวอย่างการนำไฟโรอิเล็กทริกแบบนี้ไปใช้งานคือการนำไปทำไฟโรมิเตอร์ ลักษณะของไฟโรมิเตอร์ จะเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดอุณหภูมิโดยไม่ต้องสัมผัสกับวัตถุ โดยใช้หลักการวัดรังสีอินฟราเรดที่แผ่กระจายออกมาจากวัตถุ โดยที่ลักษณะแรงดันเอาต์พุตของไฟโรอิเล็กทริกแบบนี้จะแปรผันกับปริมาณความเข้มของรังสีอินฟราเรดที่ได้รับ

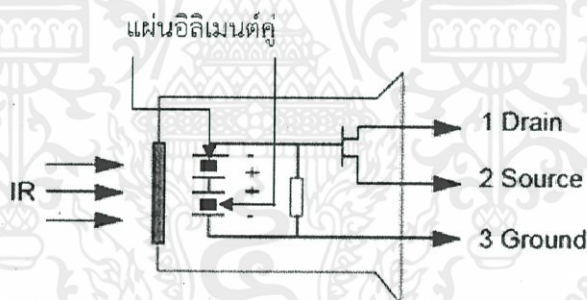


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับรูปที่ 2.5 ไฟโรอิเล็กทริกแบบ Single Element [9] ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 ไฟโรอิเล็กทริกแบบอิลิเมนต์คู่ (Dual elements)

ลักษณะของไฟโรอิเล็กทริกแบบอิลิเมนต์คู่ จะคล้ายกับแบบซึ่งเกิดอิลิเมนต์ จะแตกต่างกันตรงที่จำนวนของอิลิเมนต์ ที่เป็นตัวตรวจจับรังสีอินฟราเรด ในแบบอิลิเมนต์คู่จะมีอิลิเมนต์อยู่ 2 แผ่นดังรูปที่ 2.6

สำหรับการตอบสนองต่อรังสีอินฟราเรด อิลิเมนต์ทั้งสองมีการต่ออนุกรมกันอยู่แต่ต่อกลับข้ามกัน ซึ่งจากลักษณะสมบัติของผลึกชนิดนี้ เมื่อมันถูกทำให้ร้อนจะเกิดการประจุไฟฟ้าที่ผิวของทั้งสองด้านที่อยู่ตรงข้ามกัน ดังนั้นเมื่อมีสัญญาณใดๆ มาตกกระทบตัวมันเข้าอย่างต่อเนื่อง จะเป็นที่สัญญาณลบและบวกถูกผลิตขึ้น ซึ่งสัญญาณที่ถูกผลิตขึ้นนี้จะเกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นช่วงกว้างมากจากยอดถึงยอดของสัญญาณ แต่เนื่องจากผลึกทั้งสองต่อกลับข้ามกันอยู่ จึงทำให้ผลรวมของทั้งสองสัญญาณหักล้างกันหมดไป ลักษณะดังกล่าวนับเป็นผลดีอย่างมาก ในอันที่จะป้องกันการทำงานในสภาวะที่เราไม่ต้องการ และจะให้เอาท์พุทออกมาเป็นพัลส์ โดยที่เอาท์พุทจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่ออิลิเมนต์ทั้ง 2 ของไฟโรอิเล็กทริกได้รับรังสีอินฟราเรดในเวลาที่แตกต่างกัน โดยมีการผันผวนอย่างรวดเร็วของอินฟราเรด ตัวอย่างการนำไปใช้งานได้แก่การใช้งานเป็นการตรวจจับความเคลื่อนไหว (Motion detector) ด้วยหลักการ PIR



รูปที่ 2.6 ไฟโรอิเล็กทริกแบบ Dual Elements [8]

2.4 คลื่นวิทยุ (Radio Frequency)

เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่สูง หมายถึง ช่วงสเปกตรัมแม่เหล็กไฟฟ้า หรือย่านความถี่แม่เหล็กไฟฟ้านั้นเอง ซึ่งคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้านั้นสามารถถูกสร้างออกมา โดยการจ่ายกระแสไฟฟ้าสลับให้แก่สายอากาศ ซึ่งมีคุณสมบัติกระจายไปได้เป็นระยะทางไกล ด้วยความเร็วเท่ากับแสงคือ 300 ล้านเมตรต่อวินาที เครื่องส่งวิทยุจะทำหน้าที่สร้างคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่สูงหรือคลื่นวิทยุ (RF) ผสมกับคลื่นเสียง (Audio Frequency: AF) แล้วส่งกระจายออกไป ลำพังคลื่นเสียงซึ่งมีความถี่ต่ำไม่สามารถส่งไปไกลๆ ได้ ต้องอาศัยคลื่นวิทยุเป็นพาหะจึงเรียกคลื่นวิทยุว่า คลื่น-

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พาหะ (Carrier Wave) เครื่องรับวิทยุ จะทำหน้าที่รับคลื่นวิทยุและแยกคลื่นเสียงออกจากคลื่นวิทยุให้รับฟังเป็นเสียงปกติได้

ความถี่ของคลื่น หมายถึง จำนวนรอบของการเปลี่ยนแปลงของคลื่น ในเวลา 1 นาที คลื่นเสียงมีความถี่ช่วงที่หูของคนรับฟังได้ คือ ตั้งแต่ 20 Hz ถึง 20 KHz (1 KHz =1,000 Hz) ส่วนคลื่นวิทยุเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่สูง อาจมีตั้งแต่ 3 KHz ไปจนถึง 300 GHz คลื่นวิทยุแต่ละช่วงความถี่จะถูกกำหนดให้ใช้งานด้านต่างๆ ตามความเหมาะสม ความถี่วิทยุถูกแบ่งออกเป็นหลายย่านดังแสดงในตารางที่ 2.1

การเรียกขนาดของความถี่ บางครั้งอาจเรียกตามความยาวคลื่น ซึ่งหาได้จากความเร็วคลื่นหารด้วยความถี่ เช่น คลื่นวิทยุ FM ความถี่ 100 MHz ความยาวคลื่นจึงเท่ากับ 3 เมตร การทราบขนาดความยาวคลื่นมีประโยชน์สำหรับการเลือกรับคลื่นวิทยุต่างๆ เนื่องจากบางครั้งจะเรียกคลื่นวิทยุตามความยาวคลื่น นอกจากนี้ยังมีประโยชน์สำหรับการเลือกใช้นขนาดแผงสายอากาศที่เหมาะสม ซึ่งโดยทั่วไป แผงสายอากาศจะใช้นขนาดประมาณ 1 ใน 4 ของความยาวคลื่น

ตารางที่ 2.1 สเปกตรัมของความถี่วิทยุ [10]

ชื่อย่านความถี่	IUT ย่านที่	ความถี่, ความยาวคลื่น	ตัวอย่างการใช้งาน
		< 3 Hz > 10 ⁵ km	
ELF (Extremely Low Frequency)	1	3-30 Hz 10 ⁵ -10 ⁴ km	การสื่อสารกับเรือดำน้ำ
SLF (Super Low Frequency)	2	30-300 Hz 10 ⁴ -10 ³ km	การสื่อสารกับเรือดำน้ำ
ULF (Ultra Low Frequency)	3	300-3000 Hz 1000-100 km	การสื่อสารในเหมือง
VLF (Very Low Frequency)	4	3-30 kHz 100-10 km	การสื่อสารใต้น้ำ, avalanche beacons, ระบบติดตามอัตราการเต้นของหัวใจแบบไร้สาย, ธรณีฟิสิกส์ (geophysics)
LF (Low Frequency)	5	30-300 kHz 10-1 km	วิทยุนำร่อง, สัญญาณเวลา, ออกอากาศวิทยุ AM คลื่นยาวนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

เอกสารนี้เป็นไว้สำหรับการใช้ศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต หากมีข้อผิดพลาดประการใดขออภัยเป็นอย่างสูง

ตารางที่ 2.1 สเปกตรัมของความถี่วิทยุ (ต่อ) [10]

ชื่อย่านความถี่	IUT ย่านที่	ความถี่, ความยาวคลื่น	ตัวอย่างการใช้งาน
MF (Medium Frequency)	6	300–3000 kHz 1 km–100 m	ส่งกระจายเสียงวิทยุ AM คลื่นความยาวกลาง
HF (High Frequency)	7	3–30 MHz 100 m–10 m	วิทยุคลื่นสั้น, วิทยุสมัครเล่น, และการสื่อสารทางการบินที่ระยะข้ามเส้นขอบฟ้า
VHF (Very High Frequency)	8	30–300 MHz 10 m–1 m	กระจายเสียงวิทยุ FM, ส่งสัญญาณออกอากาศโทรทัศน์ (บังคับได้ตั้งแต่ช่อง 1 ถึง 12 หรือบางกรณีส่งได้ถึงช่อง 13) และการสื่อสารแบบแนวตรงไม่โดนบดบัง (line-of-sight) จากพื้นสู่อากาศ และ จากอากาศสู่อากาศ, วิทยุสมัครเล่น
UHF (Ultra High Frequency)	9	300–3000 MHz 1 m–100 mm	ส่งสัญญาณออกอากาศโทรทัศน์ (บังคับได้ตั้งแต่ช่อง 13 ถึงช่อง 84), โทรศัพท์มือถือ, Tablet PC, Laptop Computer, Wireless LAN, Bluetooth, วิทยุสองทาง เช่น วิทยุ FRS และวิทยุ GMRS
SHF (Super High Frequency)	10	3–30 GHz 100 mm–10 mm	อุปกรณ์ไมโครเวฟ, Wireless LAN, เรดาร์สมัยใหม่
EHF (Extremely High Frequency)	11	30 – 300 GHz 10 mm–1 mm	ดาราศาสตร์วิทยุ, high –speed microwave radio relay
Sub Millimeter Wave		> 300 GHz > 1 mm	

ที่ย่านความถี่สูงกว่า 300 GHz ชั้นบรรยากาศของโลกจะดูดซับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แผ่กระจายออกได้มาก ทำให้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าไม่สามารถแผ่กระจายออกไปได้ ซึ่งคลื่นแม่เหล็กไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรนำไปใช้

ย่านที่สูงกว่า 300 GHz นี้จะไม่สามารถแผ่กระจายผ่านชั้นบรรยากาศได้ จนถึงย่านความถี่ช่วงอินฟราเรด และ ย่านความถี่แสง

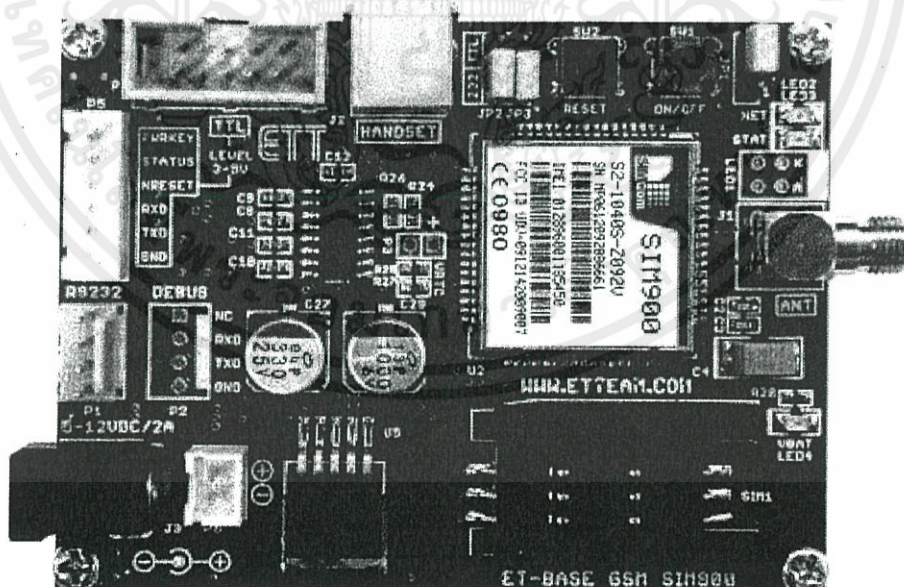
ย่าน ELF SLF ULF และ VLF จะคาบเกี่ยวกับย่านความถี่เสียงซึ่งประมาณ 20-20,000 Hz แต่เสียงนั้นเป็นคลื่นกลจากแรงดันอากาศ ไม่ได้เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

ย่าน SHF และ EHF บางครั้งก็ไม่นับเป็นย่านความถี่วิทยุ แต่เรียกเป็นย่านความถี่ไมโครเวฟ อีกจุดหนึ่งที่น่าสังเกตคือ วัตถุทุกชนิดนั้นจะมีความถี่วิทยุของตัวเองไม่ว่าจะมีขนาดเล็กเท่าใดก็ตาม

สำหรับการส่งสัญญาณโทรทัศนภาคพื้นดินในระบบ VHF และ UHF ถ้าออกอากาศในระบบอนาล็อก จะส่งสัญญาณในลักษณะคู่ขนานได้ และในอนาคต เมื่อโทรทัศนภาคพื้นดิน ยุติการส่งแบบอนาล็อก เพื่อเปลี่ยนแปลงเป็นดิจิทัล ระบบ VHF จะไม่สามารถออกอากาศหรือส่งระบบต่อไปได้ คงจะต้องถูกบังคับให้ส่งโทรทัศนดิจิทัลภาคพื้นดินในระบบ UHF เพียงระบบเดียวเท่านั้น

2.5 GSM Module รุ่น ET-BASE GSM SIM900

ET-BASE GSM SIM900 เป็นชุดเรียนรู้และพัฒนาาระบบการสื่อสารไร้สาย โดยใช้โมดูล GSM/GPRS รุ่น SIM900 ของบริษัท SIMCom เป็นอุปกรณ์หลัก ซึ่ง SIM900 เป็นโมดูลสื่อสารระบบ GSM/GPRS ขนาดเล็ก รองรับระบบสื่อสาร GSM ความถี่ 850/900/1800/1900MHz



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ รูปที่ 2.7 GSM Module รุ่น ET-BASE GSM SIM900 [11] ใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยสั่งงานผ่านทาง พอร์ตสื่อสารอนุกรม RS232 ด้วยชุดคำสั่ง AT-Command สามารถประยุกต์ใช้งานได้มากมายหลาย รูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นการรับส่งสัญญาณแบบ Voice, SMS, Data, FAX และยังรวมถึงการสื่อสารด้วย Protocol TCP/IP ด้วย ซึ่งตามปกติแล้ว ถึงแม้ว่าโมดูล SIM900 จะมีวงจร และ Firmware บรรจุไว้ภายใน ตัวเป็นที่เรียบร้อยแล้วก็ยังไม่สามารถนำไปใช้งานได้โดยตรงทันที เนื่องจากในการใช้งานจริงนั้น ผู้ใช้งาน เองจำเป็นต้อง ออกแบบวงจรรอบนอกที่จำเป็นมาเชื่อมต่อกับขาสัญญาณของตัวโมดูลอีกในบางส่วน ไม่ว่าจะเป็น วงจรภาค Power Supply, วงจรเชื่อมต่อกับ SIM Card รวมไปถึงวงจร Line Driver ของ RS232 เป็นต้น ซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 2.7

2.5.1 คุณสมบัติของบอร์ด ET-BASE GSM SIM900

มีสวิตช์แบบ Push-Button สำหรับใช้สั่ง เปิด-ปิด รวมถึงสวิตช์แบบ Push-Button สำหรับใช้สั่ง RESET การทำงานของโมดูลภายในบอร์ด มี Socket SIM รองรับ SIM Card พร้อม วงจร ESD ป้องกัน SIM เสียหาย

มีวงจร Regulate แยกอิสระ จำนวน 2 ชุด คือ วงจร Regulate ขนาด 4.2V / 3A สำหรับจ่ายให้กับโมดูล SIM900 ได้อย่างเพียงพอ สามารถใช้กับ SIM ของระบบ GSM900MHZ แบบ 2 Watt ได้อย่างไม่เกิดปัญหา และ วงจร Regulate ขนาด 2.8V / 150mA สำหรับจ่ายให้กับ วงจรแปลงระดับสัญญาณลอจิก สามารถใช้กับแหล่งจ่ายภายนอก Adapter ตั้งแต่ 5-12 VDC

มีวงจร Line Driver สำหรับแปลงระดับสัญญาณลอจิกจากโมดูล SIM900 ให้เป็น RS232 (1200 bps-115200 bps) สำหรับพอร์ตที่ใช้ในการสื่อสารสำหรับสั่งงานโมดูล

มีวงจรแปลงระดับสัญญาณลอจิก TTL ระดับแรงดัน 3V-5V ทำให้สามารถเชื่อมต่อกับ ไมโครคอนโทรลเลอร์ได้โดยตรงโดยไม่ต้องผ่านวงจร Line Driver RS232

มี LED แสดงสถานะพร้อมในบอร์ด สำหรับแสดงสถานะของแหล่งจ่ายไฟ สถานะพร้อมทำงานของ โมดูล สถานะในการเชื่อมต่อกับ Network และ สถานะ Power-ON/Power-OFF ของโมดูล

มีขั้วสำหรับเชื่อมต่อกับ Handset (ชุดปากพูด และหูฟัง ของโทรศัพท์บ้าน) โดยใช้ ขั้วต่อแบบ RJ11 มาตรฐาน พร้อมวงจร Voice Filter สามารถนำชุด Handset ของโทรศัพท์บ้าน ต่อเข้ากับบอร์ดทาง ขั้วต่อแบบ RJ11 สำหรับใช้พูดคุย โทรออก และ รับสายได้โดยสะดวก

2.5.2 คุณสมบัติเบื้องต้นของโมดูล SIM900

รองรับความถี่ GSM/GPRS 850/900/1800/1900MHz รองรับ GPRS Multi-Slot Class10 และ GPRS Mobile Station Class B

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าพระยาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

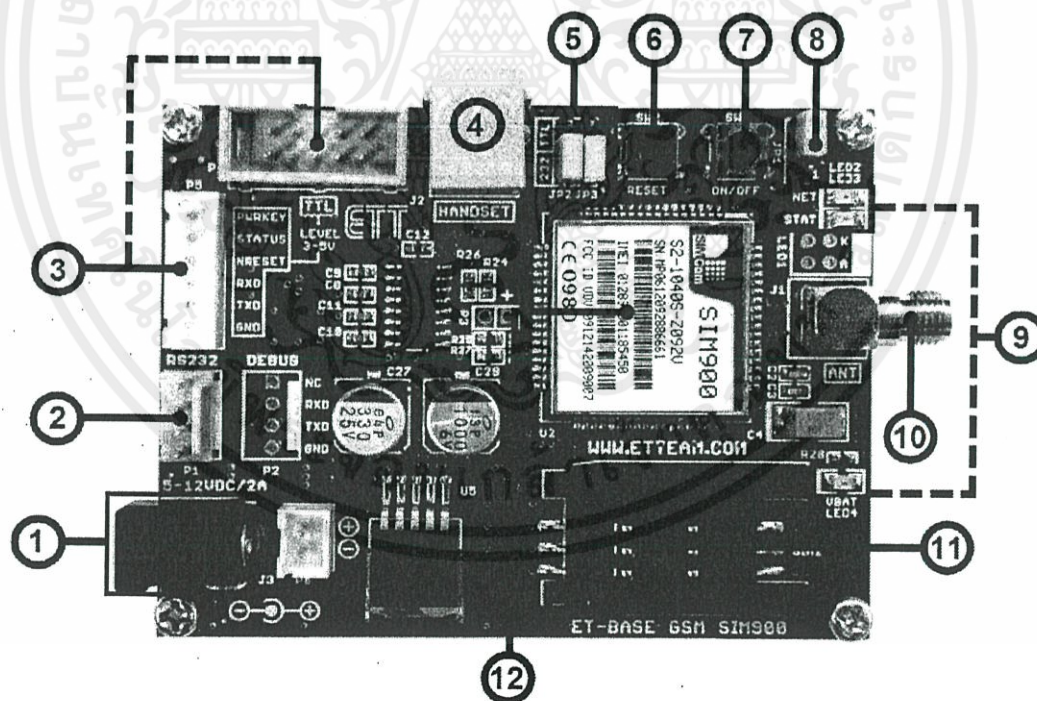
รองรับมาตรฐานคำสั่ง AT Command (GSM 07.07 / 07.05 และคำสั่งเพิ่มเติมจาก SIMCOM) นอกจากนี้ยังรองรับ SIM Applications Toolkit ทำงานที่ย่านแรงดัน 3.2V ถึง 4.8V และรองรับการเชื่อมต่อภายนอก ใช้ได้กับ SIM card 1.8V และ 3V มีวงจร Analog Audio (MIC & Speaker)

2.5.3 ส่วนประกอบของบอร์ด ET-BASE GSM SIM900

รูปที่ 2.8 แสดงส่วนประกอบของบอร์ด ET-BASE GSM SIM900 ประกอบด้วย 12 ส่วน ดังนี้

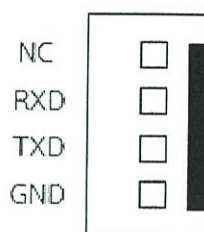
หมายเลข 1 เป็นขั้วต่อไฟเลี้ยงเข้าบอร์ดโดยมีให้เลือกต่อ 2 แบบ คือ แบบ DC JACK ซึ่งขั้วด้านนอกเป็นไฟบวก ด้านในเป็นลบ และ ขั้วต่อแบบ JST โดยแรงดันไฟเลี้ยงที่จ่ายให้บอร์ดสามารถใช้ได้ตั้งแต่ 5-12 VDC กระแสอย่างน้อย 2 A

หมายเลข 2 เป็นขั้วต่อสัญญาณ RS232 แบบ 4 PINS (มาตรฐานอีทีที) สำหรับเชื่อมต่อกับ อุปกรณ์ที่ใช้การรับส่งข้อมูลด้วย RS232 เช่น คอมพิวเตอร์หรือบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ต่างๆ ที่ต่อผ่านวงจร Line Driver RS232 โดยการจัดตำแหน่งขาสัญญาณแสดงดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.8 ส่วนประกอบของบอร์ด ET-BASE GSM SIM900 [11]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 การจัดตำแหน่งขาของขั้วต่อสัญญาณระดับ RS232

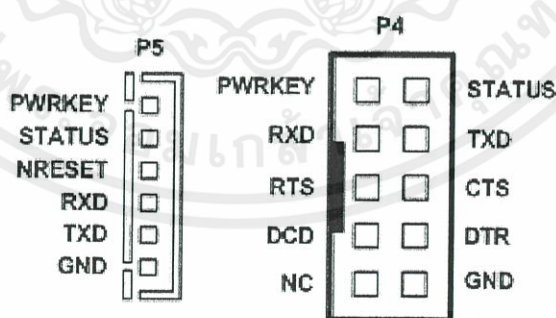
หมายเลข 3 เป็นขั้วต่อสัญญาณระดับ TTL 3-5 V สำหรับเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ โดยตรงโดยไม่ต้องผ่านวงจร Line Driver RS232 โดยการจัดตำแหน่งขาสัญญาณแสดงดังรูปที่ 2.10 และตารางที่ 2.2 แสดงรายละเอียดการทำงานของแต่ละขา

หมายเลข 4 เป็นขั้วต่อ RJ11 สำหรับใช้เชื่อมต่อกับชุด Handset ในกรณีที่ต้องการใช้งานโมดูล SIM900 เพื่อโทรออกและรับสาย โดยสามารถเชื่อมต่อกับ Handset มาตรฐานได้ทั่วไป

หมายเลข 5 เป็นจัมเปอร์เลือกว่าจะต่อขาสัญญาณ RXD, TXD ของโมดูลผ่านวงจร Line Driver RS232 หรือไม่ ถ้าผู้ใช้ต้องการเชื่อมต่อผ่านขั้ว RS232 ก็ให้เลือกจัมเปอร์ JP2 และ JP3 ไปที่ตำแหน่ง 232 แต่ถ้าต้องการเชื่อมต่อทางขั้ว TTL P4, P5 ก็ให้เลือกจัมเปอร์ JP2 และ JP3 ไปที่ตำแหน่ง TTL

หมายเลข 6 เป็น Switch Push-Button สำหรับใช้รีเซ็ตการทำงานของตัวโมดูล

หมายเลข 7 เป็น Switch Push-Button สำหรับใช้ Power-ON และ Power-OFF ตัวโมดูล



TTL LEVEL 3-5V

รูปที่ 2.10 การจัดตำแหน่งขาของขั้วต่อสัญญาณระดับ TTL 3-5 V [11]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 รายละเอียดการทำงานของแต่ละขาของขั้วต่อสัญญาณระดับ TTL 3-5 V [11]

ชื่อขาสัญญาณ	ทิศทาง	รายละเอียด
PWRKEY	INPUT	ใช้ควบคุมการเปิด-ปิดโมดูล SIM900 โดยจะทำงานที่ลอจิก 1
STATUS	OUTPUT	ใช้บอกสถานะว่าโมดูล SIM900 เปิดการทำงานอยู่ ถ้าเป็นลอจิก 1 แสดงว่าโมดูลเปิดอยู่ ถ้าเป็นลอจิก 0 แสดงว่าโมดูลปิดอยู่หรืออยู่ในสภาวะ Power down
NRESET	INPUT	ใช้สำหรับรีเซ็ตการทำงานของโมดูล SIM900 โดยจะทำงานที่ลอจิก 1
RXD	INPUT	Received data
TXD	OUTPUT	Transmit data
RTS	INPUT	Request to send
CTS	OUTPUT	Clear to send
DCD	OUTPUT	Data carrier detect
DTR	INPUT	Data terminal ready
NC	-	ขาว่างไม่ได้ใช้งาน
GND		กราวด์

หมายเลข 8 เป็นจัมเปอร์สำหรับเปิดการทำงานของโมดูล SIM900 แบบอัตโนมัติทันทีเมื่อจ่าย ไฟเลี้ยงเข้าบอร์ดโดยให้เลือกไปที่ตำแหน่ง AT แต่ถ้าต้องการควบคุมการเปิดปิดโดยสวิตช์ ON/OFF หรือทางขา PWRKEY ก็ให้เลือกจัมเปอร์ไปที่ตำแหน่งขา 1-2

หมายเลข 9 เป็น LED แสดงสถานะการทำงานของบอร์ด

หมายเลข 10 เป็น คอนเน็กเตอร์เสาอากาศ GSM ย่านความถี่ 850/900/1800/1900MHz

หมายเลข 11 เป็น Socket สำหรับติดตั้ง SIM Card ให้กับโมดูล

หมายเลข 12 โมดูล SIM900

2.5.4 การติดต่อสื่อสารกับโมดูล SIM900

การติดต่อสื่อสารกับโมดูล SIM900 ของบอร์ด ET-BASE GSM SIM900 นั้นสามารถทำได้ 2 แบบคือ เชื่อมต่อผ่านพอร์ตสื่อสารอนุกรม RS232 โดยใช้ขั้วต่อแบบ 4 PIN จัดเรียง

เอกสารนี้เป็นสัญญาณตามมาตรฐานของ บริษัท ETT ซึ่งสามารถนำไปเชื่อมต่อกับสัญญาณ RS232 มาตรฐาน
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เช่น คอมพิวเตอร์ RS232 (Com Port) หรือ บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ของบริษัท ETT ที่มีหัว RS232 แบบ 4 PIN ได้ทันที นอกจากนี้ บอร์ด ET-BASE GSM SIM900 ยังได้เตรียมหัวต่อสัญญาณอนุกรมระดับสัญญาณ TTL 3-5V (P4 หรือ P5) สำหรับเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์โดยตรง โดยไม่ต้องมีวงจรแปลงระดับสัญญาณเป็น RS232 โดยสัญญาณการเชื่อมต่ออนุกรมของโมดูล SIM900 จะมีดังนี้

DCD (Data Carrier Detect) ของโมดูล SIM900 ซึ่งเป็นเอาต์พุตจาก SIM900 ซึ่งตามปกติจะต่อ เข้ากับ DCD Input ของอุปกรณ์ด้าน Host

TXD (Transmit Data) ของโมดูล SIM900 ซึ่งเป็นเอาต์พุตจาก SIM900 ซึ่งตามปกติจะต่อเข้ากับ RXD (Receive Data) ของอุปกรณ์ด้าน Host

RXD (Receive Data) ของโมดูล SIM900 ซึ่งเป็น อินพุตของ SIM900 ซึ่งตามปกติจะต่อเข้ากับ TXD (Transmit Data) จากอุปกรณ์ด้าน Host

DTR (Data Terminal Ready) ของโมดูล SIM900 ซึ่งเป็นอินพุต ของ SIM900 ซึ่งตามปกติจะต่อ เข้ากับ DTR จากอุปกรณ์ด้าน Host

RTS (Request To Send) ของโมดูล SIM900 ซึ่งเป็นอินพุตของ SIM900 ซึ่งตามปกติจะต่อเข้า กับ RTS ของอุปกรณ์ด้าน Host

CTS (Clear To Send) ของโมดูล SIM900 ซึ่งเป็นเอาต์พุตจาก SIM900 ซึ่งตามปกติจะต่อเข้ากับ CTS ของอุปกรณ์ด้าน Host

RI (Ring Indicator) ของโมดูล SIM900 ซึ่งเป็นเอาต์พุตจาก SIM900 ซึ่งตามปกติจะต่อเข้ากับ RI ของอุปกรณ์ด้าน Host

GND ของโมดูล SIM900 ต้องต่อเข้ากับ GND ของอุปกรณ์ด้าน Host

2.5.5 ตัวอย่างการใช้งาน AT Command เพื่อสั่งงานโมดูล SIM900

โมดูล GSM/GPRS รุ่น SIM900 ถูกออกแบบให้ทำหน้าที่เหมือน Modem โดยจะใช้การติดต่อ สั่งงานและสื่อสารกับโมดูลผ่านทางพอร์ตสื่อสาร RS232 รองรับ Baudrate ตั้งแต่ 1200-115200 bps โดยใช้ชุดคำสั่งแบบ AT-Command ซึ่งจะมีรูปแบบการใช้งานเหมือนกับ Modem มาตรฐานทุกๆ ไป เพียงแต่จะมีการเพิ่มเติม Option และคำสั่งพิเศษอื่นๆ เพิ่มเติมขึ้นมาอีก เพื่อให้เหมาะสมและสอดคล้องกับความสามารถในการทำงานของโมดูลได้อย่างครบถ้วน

สำหรับรายละเอียดการใช้คำสั่ง AT-Command ที่จะใช้สำหรับติดต่อสั่งงานโมดูล SIM900 ไม่ว่าจะเป็น รูปแบบคำสั่ง และ หน้าทีการทำงานของแต่ละคำสั่งโดย รูปแบบของคำสั่งต่างๆ ที่เป็น AT-Command นั้นจะเริ่มต้นคำสั่งด้วยรหัส ASCII ของตัวอักษร 2 ตัว คือ "A"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำ ไปใช้
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ “T” ซึ่งจะใช้ตัวอักษรแบบพิมพ์เล็กหรือพิมพ์ใหญ่ก็ได้ จากนั้นก็จะตามด้วยรหัสคำสั่ง และ Option ต่างๆ ของคำสั่ง (ถ้ามี) โดยทุกๆ คำสั่งจะต้องจบด้วยรหัส Enter หรือ ODH (13) เสมอ เช่น คำสั่ง รีเซ็ท จะใช้รูปแบบคำสั่งเป็น “ATZ” หรือ “atz” ก็สามารถใช้งานได้ถูกต้องเหมือนกัน โดย รูปแบบคำสั่งทั้งหมดจะแบ่งออกเป็น 4 แบบด้วยกันดังแสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 รูปแบบการใช้งาน AT-Command (เมื่อ <x> คือ รหัสคำสั่ง) [11]

การใช้งาน	รูปแบบคำสั่ง	รายละเอียด
ทดสอบคำสั่ง	AT+<x>=?	ใช้สำหรับสั่งอ่านค่ารูปแบบและพารามิเตอร์ต่างๆ ของคำสั่ง โดยถ้าคำสั่งนั้นมีอยู่จริง โมดูลจะตอบรับด้วยการพิมพ์ค่าของพารามิเตอร์ต่างๆ ของคำสั่งที่มีอยู่ทั้งหมดให้ทราบ
อ่านค่าพารามิเตอร์	AT+<x>?	ใช้สำหรับสั่งอ่านค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดไว้แล้วของคำสั่งนั้นๆ โดยโมดูลจะตอบรับด้วยการพิมพ์ค่าพารามิเตอร์ปัจจุบันที่กำหนดไว้แล้วให้ทราบ
กำหนดค่าการทำงาน	AT+<x>=<...>	ใช้สำหรับสั่งเขียนหรือกำหนดค่าพารามิเตอร์ให้กับคำสั่ง เช่น การกำหนดค่า Baudrate
สั่งให้ทำงาน	AT+<x>	ใช้สำหรับสั่งงานให้โมดูลปฏิบัติตามคำสั่งที่ต้องการเช่น การสั่งรีเซ็ท (ATZ)

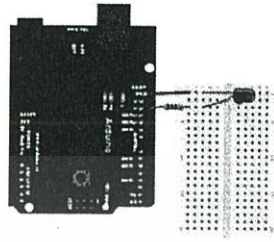
2.6 Arduino

Arduino เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source คือ มีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้าน Hardware และ Software ตัวบอร์ดถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นใช้งาน ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลงเพิ่มเติม พัฒนาต่อยอด ทั้งตัวบอร์ดหรือโปรแกรมต่อได้อีกด้วย

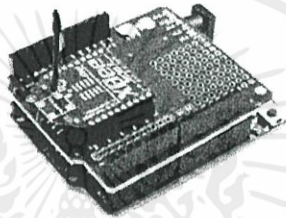
ความง่ายของบอร์ด Arduino ในการต่ออุปกรณ์เสริมต่างๆ คือ ผู้ใช้งานสามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์จากภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขาอินพุตของบอร์ด ดังรูปที่ 2.11 หรือเพื่อความสะดวก สามารถเลือกต่อกับบอร์ดเสริม (Shield) ประเภทต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 2.12 เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

XBee Shield, Music Shield, Relay Shield, Wireless Shield, GPRS Shield เป็นต้น มาเสียบกับบอร์ดบนบอร์ด Arduino แล้วเขียนโปรแกรมพัฒนาต่อได้เลย



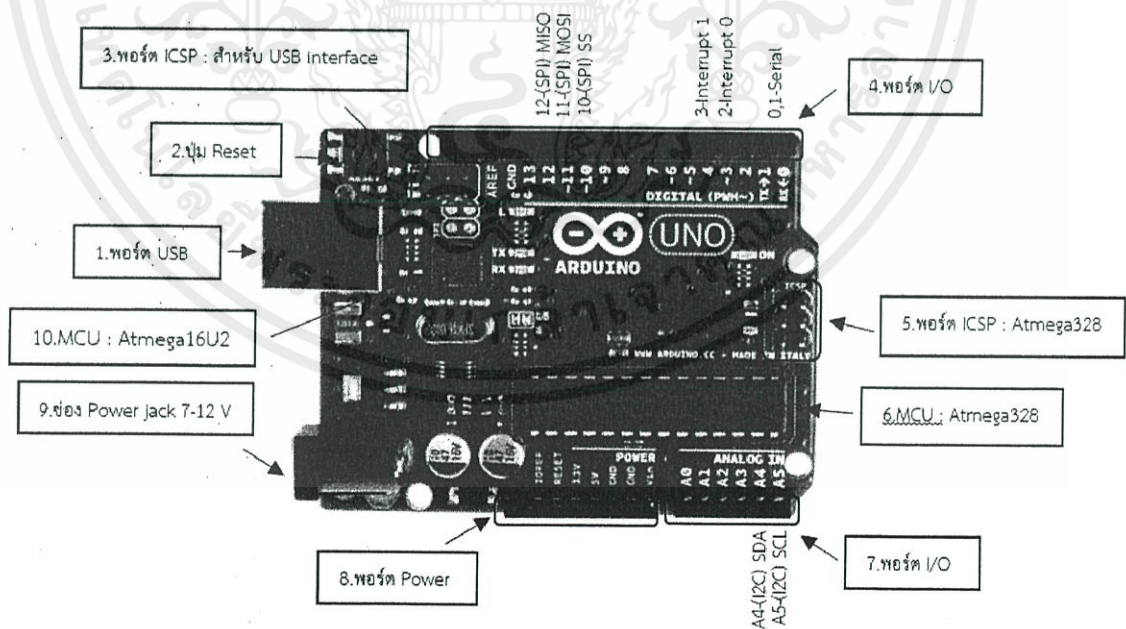
รูปที่ 2.11 บอร์ด Arduino ต่อกับ LED [12]



รูปที่ 2.12 บอร์ด Arduino ต่อกับบอร์ด XBee Shield [12]

2.6.1 Layout & Pinout Arduino Board (Model: Arduino UNO R3)

รูปที่ 2.13 แสดงส่วนประกอบของ Arduino Board รุ่น UNO R3 มีส่วนประกอบสำคัญ 10 ส่วน ดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวน รูปที่ 2.13 ส่วนประกอบของ Arduino Board รุ่น UNO R3 [12] ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1.1 USB Port: ใช้สำหรับต่อกับ Computer เพื่อ Upload โปรแกรม เข้า MCU และจ่ายไฟให้กับบอร์ด

2.6.1.2 Reset Button: เป็นปุ่ม Reset ใช้กดเมื่อต้องการให้ MCU เริ่ม การทำงานใหม่

2.6.1.3 ICSP Port ของ 16U2: เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Visual Com Port บน Atmega16U2

2.6.1.4 I/O Port: Digital I/O ตั้งแต่ขา D0 ถึง D13 นอกจากนี้บาง Pin จะทำหน้าที่อื่นๆ เพิ่มเติมด้วย เช่น Pin 0,1 เป็นขา Tx,Rx Serial, Pin 3,5,6,9,10 และ 11 เป็นขา PWM

2.6.1.5 ICSP Port: Atmega328 เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Bootloader

2.6.1.6 MCU: Atmega328 เป็น MCU ที่ใช้บนบอร์ด Arduino

2.6.1.7 I/O Port: นอกจากจะเป็น Digital I/O แล้วยังเปลี่ยนเป็นช่องรับ สัญญาณ Analog ตั้งแต่ขา A0-A5

2.6.1.8 Power Port: ไฟเลี้ยงของบอร์ดเมื่อต้องการจ่ายไฟให้กับวงจร ภายนอก ประกอบด้วยขาไฟเลี้ยง +3.3 V, +5 V, GND, V_{in}

2.6.1.9 Power Jack: รับไฟจาก Adapter โดยที่แรงดันอยู่ระหว่าง 7-12V

2.6.1.10 MCU ของ Atmega16U2: เป็น MCU ที่ทำหน้าที่เป็น USB to Serial โดย Atmega328 จะติดต่อกับ Computer ผ่าน Atmega16U2

2.6.2 จุดเด่นของบอร์ด Arduino

2.6.2.1 ง่ายต่อการพัฒนา มีรูปแบบคำสั่งพื้นฐาน ไม่ซับซ้อน เหมาะสำหรับผู้เริ่มต้น

2.6.2.2 มี Community กลุ่มคนที่ร่วมกันพัฒนาที่แข็งแรง

2.7.2.3 Open Hardware ทำให้ผู้ใช้สามารถนำบอร์ดไปต่อยอดใช้งานได้หลายด้าน

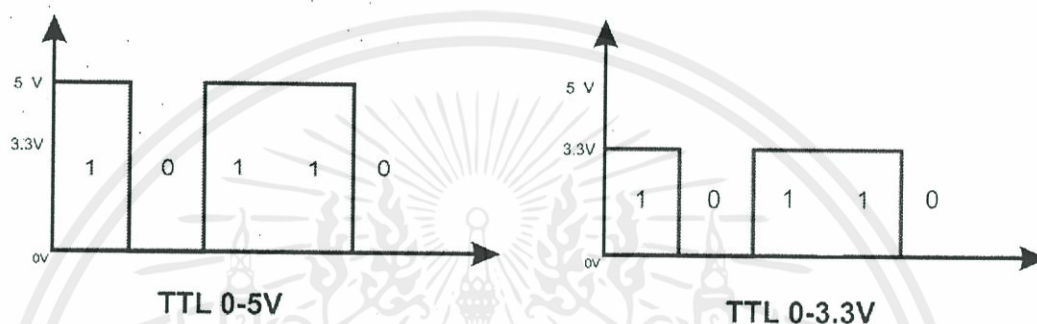
2.6.2.4 ราคาไม่แพง

2.6.2.5 Cross Platform สามารถพัฒนาโปรแกรมบน OS ใดก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 TTL (Transistor-Transistor Logic)

TTL เป็นระดับแรงดันที่ถูกกำหนดขึ้นในยุคแรกๆ เพื่อใช้ระหว่าง Transistor กับ Transistor ภายในวงจรรวม (Integral Circuit: IC) ดังนั้น TTL จะใช้ระดับแรงดันอยู่ที่ 0-5 V แต่ในปัจจุบันมีอุปกรณ์หลายเบอร์ที่ทำงานในช่วง 0-3.3 V (เรียกแรงดันระดับนี้ว่า LVTTTL) ซึ่งผู้ใช้ควรตรวจสอบจาก Datasheet ของอุปกรณ์ที่ใช้เสียก่อนว่าเป็นระดับแรงดันแบบใด เพราะหากใช้ผิดประเภทจะทำให้อุปกรณ์เสียหาย โดยรูปที่ 2.14 แสดงระดับแรงดันที่ใช้กับ TTL



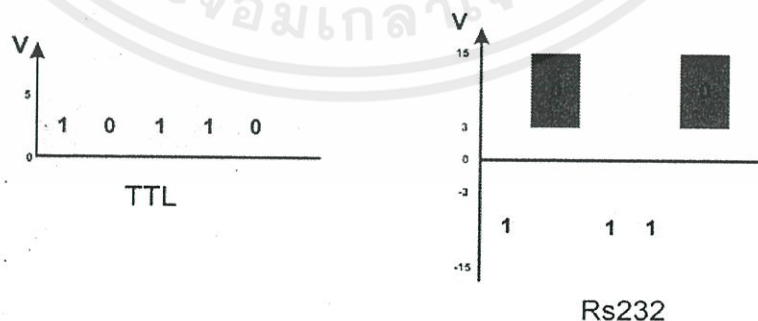
รูปที่ 2.14 ระดับแรงดันที่ใช้งานสำหรับ TTL [13]

2.8 RS232 (Recommended Standard 232)

RS232 คือ มาตรฐานการเชื่อมต่อข้อมูลแบบ Serial ใช้เพื่อเพิ่มระยะทางในการส่งข้อมูลแบบ Serial ให้สามารถส่งได้ระยะทางที่มากขึ้น โดยมีการเปลี่ยนระดับแรงดันของ Logic จากเดิมที่จะอยู่ในช่วง 0-5 V หรือ 0-3.3 V เป็นช่วง -15 ถึง 15 V โดยมีรายละเอียดดังนี้

Logic 0 ของ RS232 จะอยู่ในช่วง 3 ถึง 15 V

Logic 1 ของ RS232 จะอยู่ในช่วง -3 ถึง -15 V

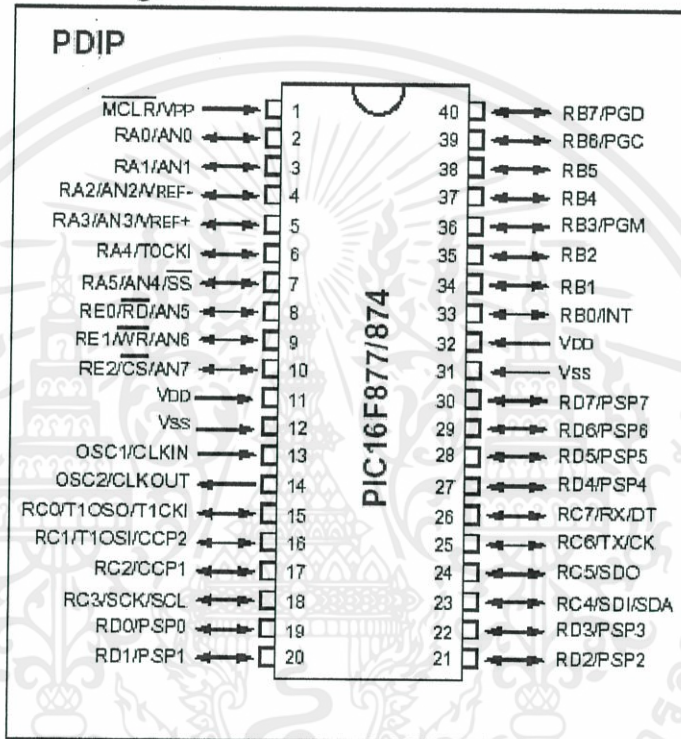


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ โดยบริษัท ทรานซิสเตอร์ จำกัด ขอสงวนสิทธิ์ในเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.15 ระดับแรงดันที่ใช้งานสำหรับ TTL เทียบกับ RS232 จะเห็นว่าทั้ง TTL และ RS232 ส่ง Data เหมือนกัน แต่ระดับแรงดันที่ใช้ต่างกัน หากอุปกรณ์เป็น TTL แล้วไปต่อกับ RS232 ก็จะทำให้เกิดความเสียหายตามมาได้

2.9 Microcontroller PIC 16F877

Pin Diagram



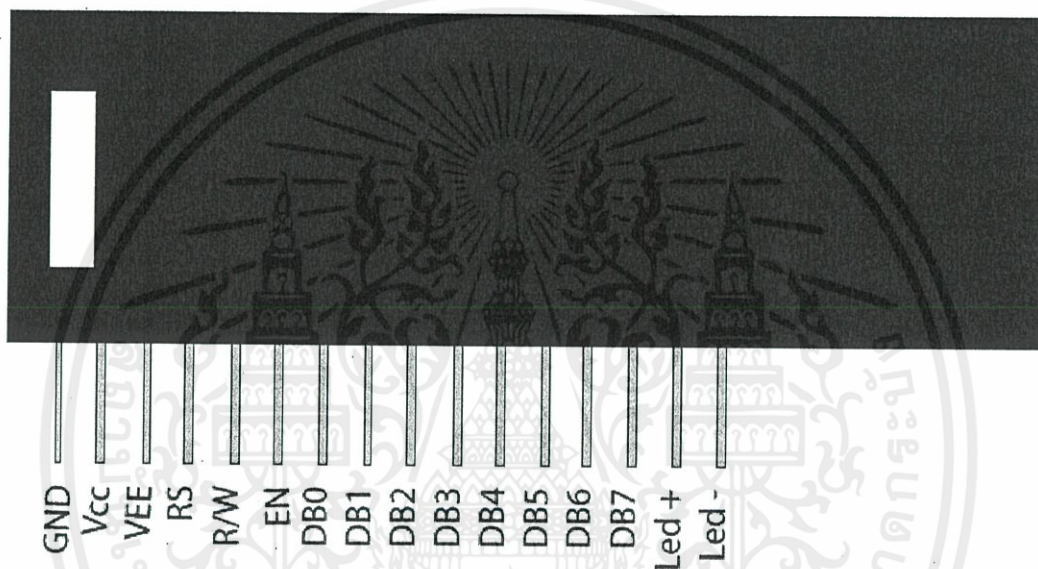
รูปที่ 2.16 ตัวถังของ CPU PIC 16F877 และการจัดวางตำแหน่งขาสัญญาณต่างๆ [14]

จากรูปที่ 2.16 แสดงขาสัญญาณของ PIC เบอร์ 16F877 นี้จะมีทั้งหมด 40 ขา ประกอบไปด้วยขาที่ทำหน้าที่ต่างๆ โดยจะมีขาสัญญาณ I/O Ports ทั้งหมดจำนวน 33 ขา โดยสามารถนำไปใช้ป็น อินพุต/เอาต์พุต ได้ทั้งหมดทุกขา ยกเว้นขา RA4 ซึ่งโครงสร้างภายในเป็นแบบ Open Drain ดังนั้นหากต้องการนำไปใช้ป็นขาสัญญาณเอาต์พุต จะต้องต่อตัวต้านทานพูลอัพ (Pull-up) ไว้ด้วย ส่วนขาที่เหลือ สามารถใช้งานได้ตามปกติ นอกจากขาสัญญาณ I/O แล้ว ยังประกอบไปด้วยขาสัญญาณอื่นๆ อีก คือ ขาไฟเลี้ยง, กราวด์, ขารีเซ็ต และขาออสซิลเลเตอร์ ซึ่งสามารถสรุปหน้าที่การทำงานของขาสัญญาณในแต่ละขาได้ดังตารางในภาคผนวก ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 LCD 16x2 Line

LCD (Liquid Crystal Display) แสดงดังรูปที่ 2.17 เป็นจอแสดงผลโมดูลอิเล็กทรอนิกส์ มีความหลากหลายของการใช้งาน จอ LCD 16x2 เป็นโมดูลพื้นฐาน และมีการใช้อย่างแพร่หลายในวงจรและอุปกรณ์ต่างๆ โมดูลเหล่านี้เป็นที่นิยมมากกว่า Seven Segments และ Multi Segments LEDs อื่นๆ เนื่องจาก ประหยัดกว่า โปรแกรมได้ง่าย ไม่มีข้อจำกัดในการแสดงตัวอักษรพิเศษ หรือแม้กระทั่ง การกำหนด Characters โดยผู้ใช้งาน



รูปที่ 2.17 LCD 16x2 [15]

LCD 16x2 สามารถแสดงผลได้ 2 บรรทัด โดยจะแสดงผล 16 ตัวอักษรต่อบรรทัด แต่ละตัวอักษรจะแสดงใน เมทริกซ์ 5x7 พิกเซล มีสองรีจิสเตอร์ คือ รีจิสเตอร์คำสั่ง และ รีจิสเตอร์ข้อมูล

รีจิสเตอร์คำสั่งจะเก็บคำสั่งต่างๆ ที่สั่ง LCD ซึ่งคำสั่งที่เก็บไว้นั้นจะเป็นคำสั่งเริ่มต้นในการกำหนดการทำงานของ LCD เช่น การล้างหน้าจอ (Clearing its Screen), ตั้งค่าตำแหน่งเคอร์เซอร์ (Setting the Cursor) และ ควบคุมการแสดงผล เป็นต้น ส่วนรีจิสเตอร์ข้อมูลจะเก็บข้อมูลต่างๆ ที่จะแสดงผลบน LCD ซึ่งข้อมูลจะเป็นตัวอักษรแบบ ASCII โดย Function การทำงานแต่ละขาของ LCD 16x2 แสดงได้ดังตารางที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 Function การทำงานแต่ละขาของ LCD 16x2 [15]

Pin No.	Function	Name
1	Ground (0V)	Ground
2	Supply voltage; 5V (4.7V – 5.3V)	Vcc
3	ปรับความเข้มของการแสดงผล	VEE
4	Logic Low เมื่อต้องการติดต่อรีจิสเตอร์คำสั่ง Logic High เมื่อต้องการติดต่อกับรีจิสเตอร์ข้อมูล	Register Select
5	Logic Low เมื่อต้องการเขียนข้อมูลไปยังรีจิสเตอร์ Logic High เมื่อต้องการอ่านข้อมูลจากรีจิสเตอร์	Read/Write
6	ส่งข้อมูลไปยังขาเมื่อได้พัลส์เปลี่ยนจาก High เป็น Low	
7-14	8-bit data pins	DB0-DB7
15	Backlight Vcc (5V)	Led+
16	Backlight Ground (0V)	Led-

2.11 Keypad

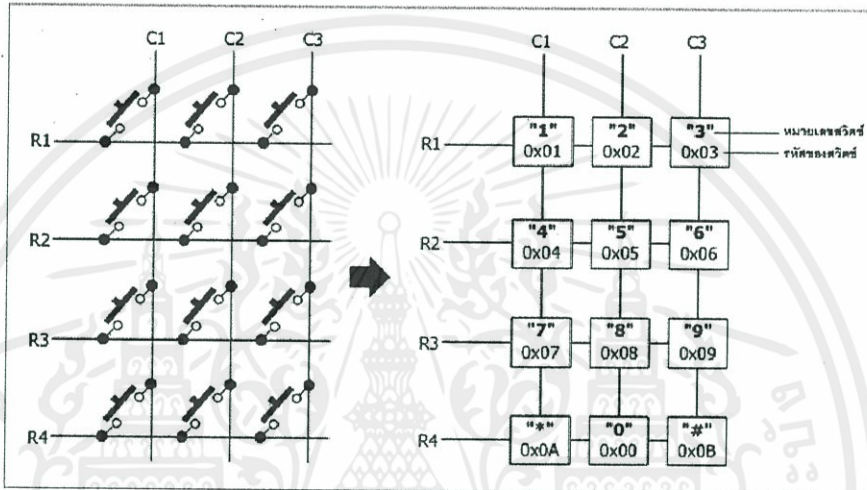


รูปที่ 2.18 คีย์แพดขนาด 4x3 [16]

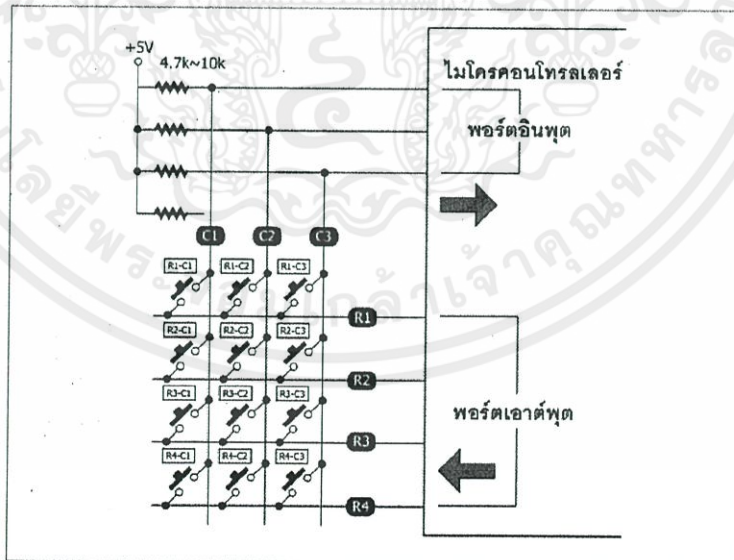
สวิตช์เมตริกซ์ (Matrix switch) หรือคีย์แพด (Keypad) แสดงดังรูปที่ 2.18 ถูกนำมาใช้เป็นอุปกรณ์ในการป้อนข้อมูลให้กับงานทางด้านไมโครคอนโทรลเลอร์ นอกเหนือจากสวิตช์เอกสารนี้เป็นกดติดปล่อยดับแบบธรรมดา (Push button switch) โดยเฉพาะกับงานที่ต้องมีการป้อนข้อมูลทั้งไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอักษรและตัวเลข และมีสวิตช์จำนวนมากแล้ว สวิตช์เมตริกซ์จะเป็นตัวที่ถูกเลือกใช้งานเสมอ สวิตช์ในรูปแบบเมตริกซ์ที่เห็นได้ในชีวิตประจำวัน เช่น คีย์กดตัวเลขของระบบโทรศัพท์ เป็นต้น

การต่อใช้งานสวิตช์แบบเมตริกซ์เป็นการนำสวิตช์ธรรมดาต่อกันในแบบเมตริกซ์ คือ ขาด้านหนึ่งจะต่อในแนวหลัก (Column) และขาด้านหนึ่งจะต่ออยู่ในแนวแถว (Row) แสดงดังรูปที่ 2.19 โดยเชื่อมต่อคีย์แพดกับไมโครคอนโทรลเลอร์ดังรูปที่ 2.20



รูปที่ 2.19 การกำหนดค่ารหัสคีย์แพดขนาด 4x3 [17]



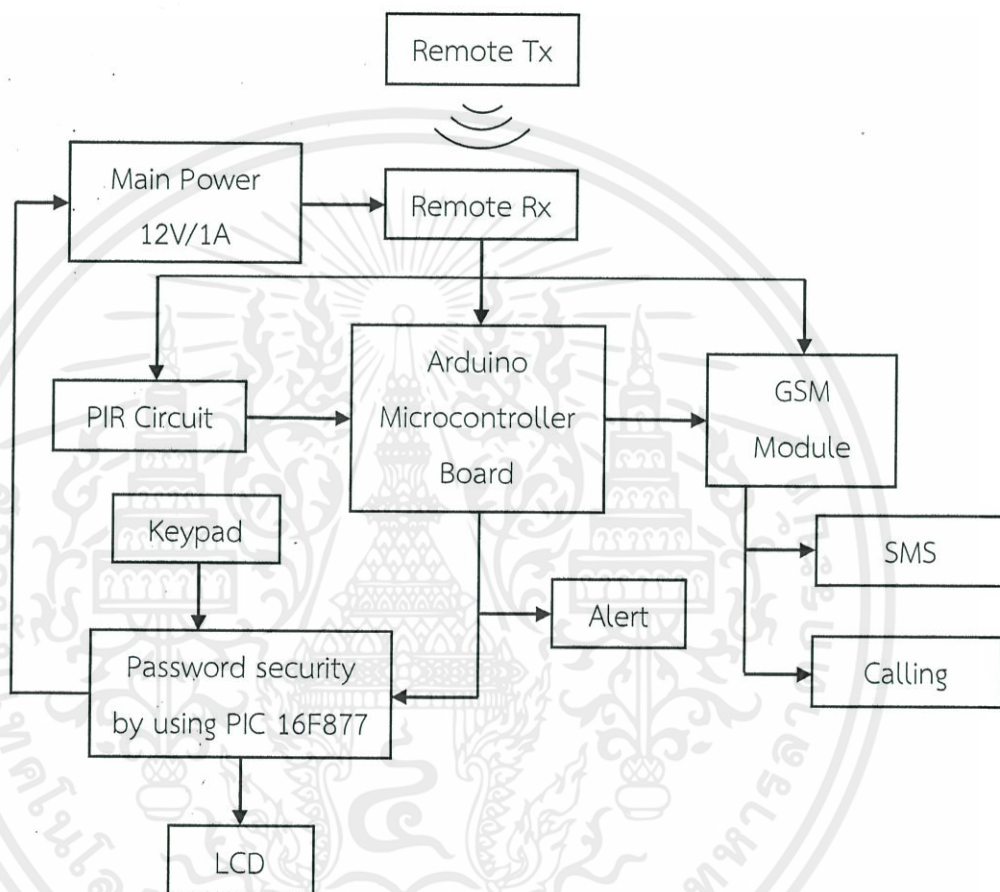
รูปที่ 2.20 การเชื่อมต่อคีย์แพดขนาด 4x3 กับไมโครคอนโทรลเลอร์ [17]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและการจัดทำปริญญาานิพนธ์

3.1 การออกแบบ



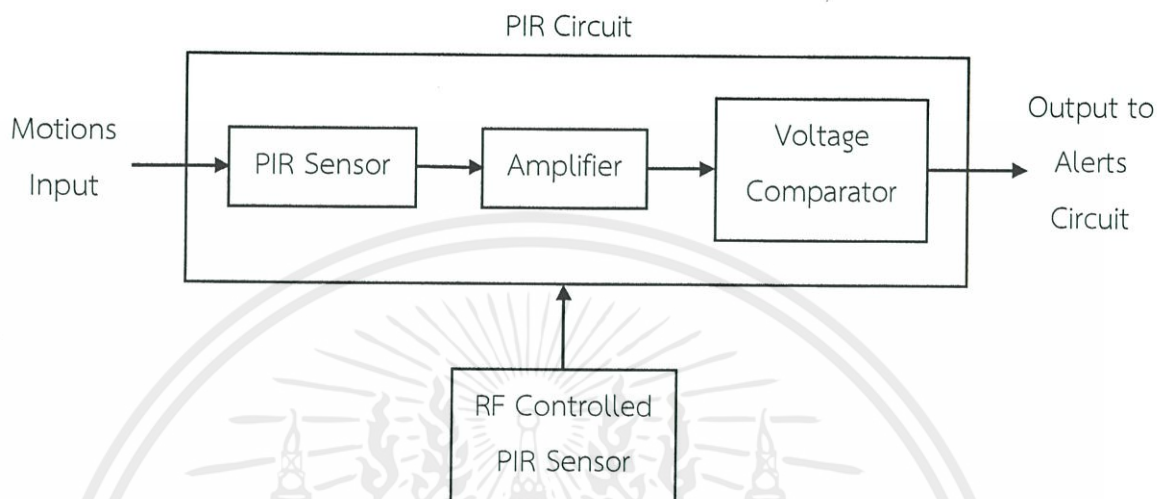
รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมของโครงการ

จากรูปที่ 3.1 แสดง บล็อกไดอะแกรมโดยรวมของวงจรตลอดปีการศึกษา ซึ่งแบ่งการทำงานเป็น 2 ภาคการศึกษา ดังรูปที่ 3.2 และ รูปที่ 3.3

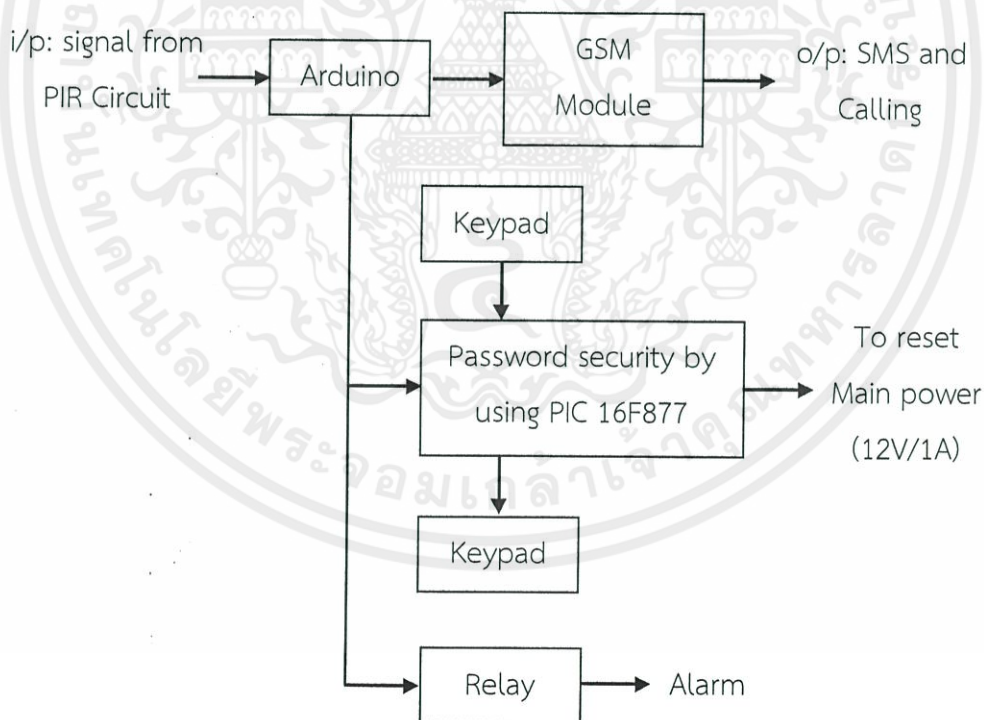
รูปที่ 3.2 แสดง บล็อกไดอะแกรมของวงจรสำหรับภาคการศึกษาที่ 1 จะเห็นว่า มีวงจรที่เกี่ยวข้อง 3 วงจร คือ วงจรขยายสัญญาณ (Amplifier) วงจรเปรียบเทียบแรงดัน (Voltage Comparator) และวงจร RF ส่วนรูปที่ 3.3 แสดง บล็อกไดอะแกรม วงจรสำหรับภาคการศึกษาที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนการแจ้งเตือนแบบข้อความสั้น (Short Message Service: SMS) ส่วนการแจ้งเตือนแบบสัญญาณเสียง (Alarm) และส่วนคีย์แพด (Keypad)



รูปที่ 3.2 บล็อกไดอะแกรมของวงจรสำหรับภาคการศึกษาที่ 1



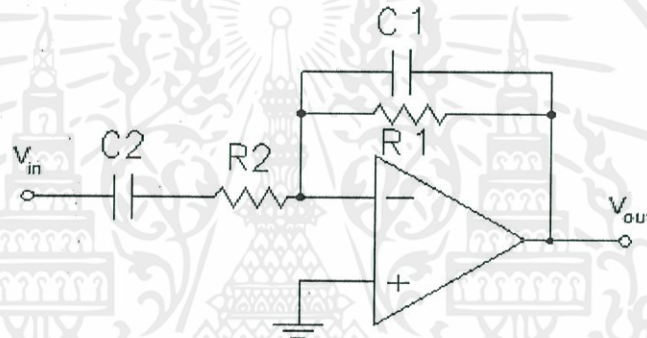
รูปที่ 3.3 บล็อกไดอะแกรมของวงจรสำหรับภาคการศึกษาที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1 การออกแบบวงจรขยายสัญญาณ (Amplifier)

เนื่องจากสัญญาณเอาต์พุตของเซ็นเซอร์เป็นสัญญาณพัลส์ที่มีการเปลี่ยนแปลงช้ามาก ดังนั้นวงจรขยายสัญญาณที่ใช้จึงต้องเป็นวงจรขยายสัญญาณเฉพาะไฟสลับ ในช่วงของความถี่ที่เหมาะสม ทำการออกแบบวงจรได้ดังรูปที่ 3.4

วงจรกรองความถี่เป็นช่วง ซึ่งสามารถพิจารณาความถี่ตัดต่ำ ($\omega_L \ll 1/R_2C_2$) และความถี่ตัดสูง ($\omega_H \gg 1/R_1C_1$) สัญญาณถูกขยายด้วยอัตรา ($-R_1/R_2$) จากการคำนวณคือ 50 เท่า แบบกลับเฟส สัญญาณจากเซ็นเซอร์เป็นสัญญาณพัลส์ที่มีการเปลี่ยนแปลงช้ามาก โดยสัญญาณพัลส์ที่เกิดจะเปลี่ยนแปลงตามความถี่ของสิ่งมีชีวิต ออกแบบให้มีพัลส์เกิดในช่วงเวลาตั้งแต่ 0.5 วินาที (ความถี่ 2 Hz) ขึ้นไป ไม่เกิน 1 วินาที (ความถี่ 1 Hz) จากสมการ



รูปที่ 3.4 วงจรขยายแรงดันที่ออกแบบ

$$f_L = \frac{1}{2\pi R_2 C_2} \quad (3.1)$$

$$f_H = \frac{1}{2\pi R_1 C_1} \quad (3.2)$$

จากสมการที่ 3.1 กับ 3.2 ทำการออกแบบได้ดังนี้

$$R_1 = 500 \text{ K}\Omega$$

$$R_2 = 10 \text{ K}\Omega$$

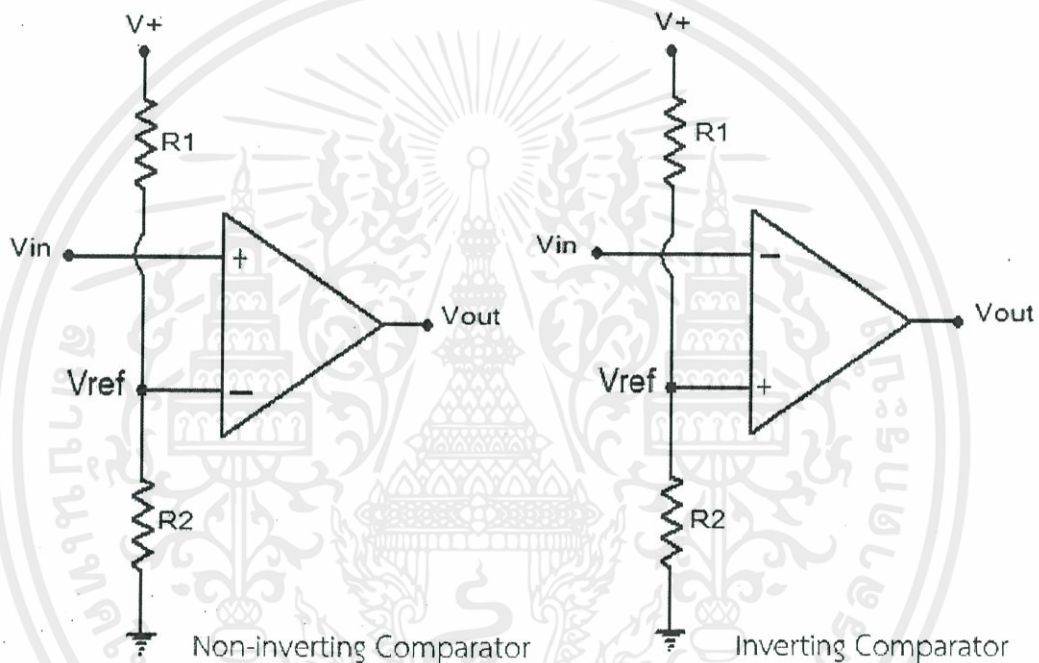
$$C_1 = 0.1 \text{ }\mu\text{F}$$

$$\text{และ } C_2 = 10 \text{ }\mu\text{F}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งได้อัตราขยาย 50 เท่าแบบกลับเฟส ยานเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรนำไปใช้

3.1.2 การออกแบบวงจรเปรียบเทียบแรงดัน (Voltage Comparator)

หลังจากได้สัญญาณจากวงจรขยายกรองความถี่เป็นช่วง สัญญาณที่เป็นพัลส์ขนาดไม่เกินไฟเลี้ยง ($V_+ = 5\text{ V}$) คือ 5 โวลต์ นำมาทำการเปรียบเทียบแรงดันโดยมี V_{ref} เป็นแรงดันที่ใช้เปรียบเทียบ กรณีการเกิดของสัญญาณพัลส์จากเซ็นเซอร์ มีการสวิงของสัญญาณทั้งด้านบวกและลบ กรณีสวิงด้านบวก Non inverting comparator กำหนดให้มี $V_{ref}(+) = 2.72\text{ V}$ ถ้ามีสัญญาณ $V_{in} > V_{ref}$ ผลคือ $V_{out} = V_+$ เช่นเดียวกันในทางด้านลบมีการต่อแบบ Inverting comparator กำหนดให้มี $V_{ref}(-) = 2.27\text{ V}$ ถ้าสัญญาณ $V_{in} < V_{ref}$ ผลคือ $V_{out} = V_+$ แสดงในรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 Non Inverting Comparator และ Inverting Comparator

การออกแบบวงจรเปรียบเทียบแรงดันได้ดังรูปที่ 3.6 นำวงเปรียบเทียบแรงดันแบบ Non Inverting Comparator และแบบ Inverting Comparator มาต่อโดยมีอินพุตตัวเดียวกัน

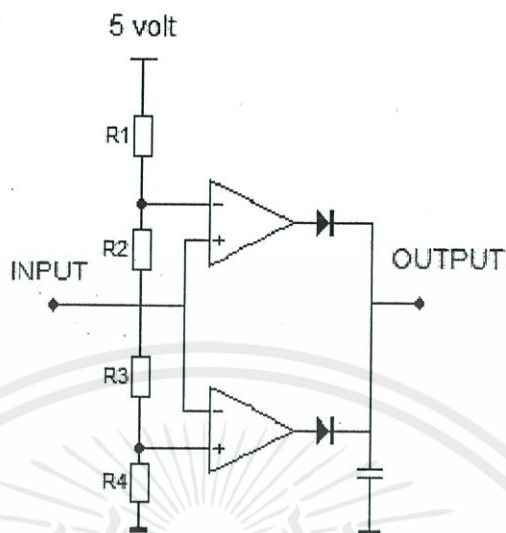
$$R_1 = 10\text{ K}\Omega$$

$$R_2 = 1\text{ K}\Omega$$

$$R_3 = 1\text{ K}\Omega$$

$$R_4 = 10\text{ K}\Omega$$

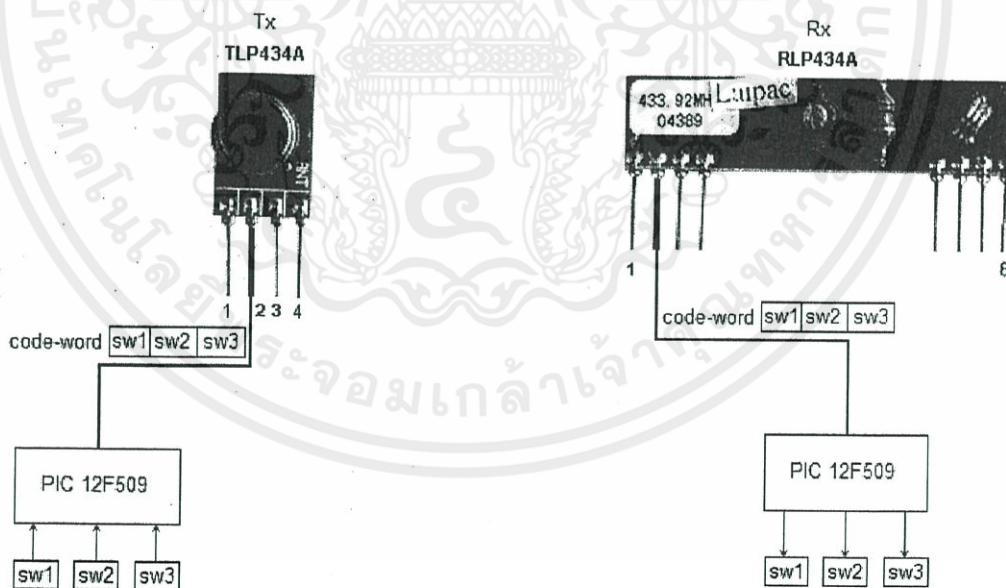
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 วงจรเปรียบเทียบแรงดันที่ออกแบบ

3.1.3 วงจร RF

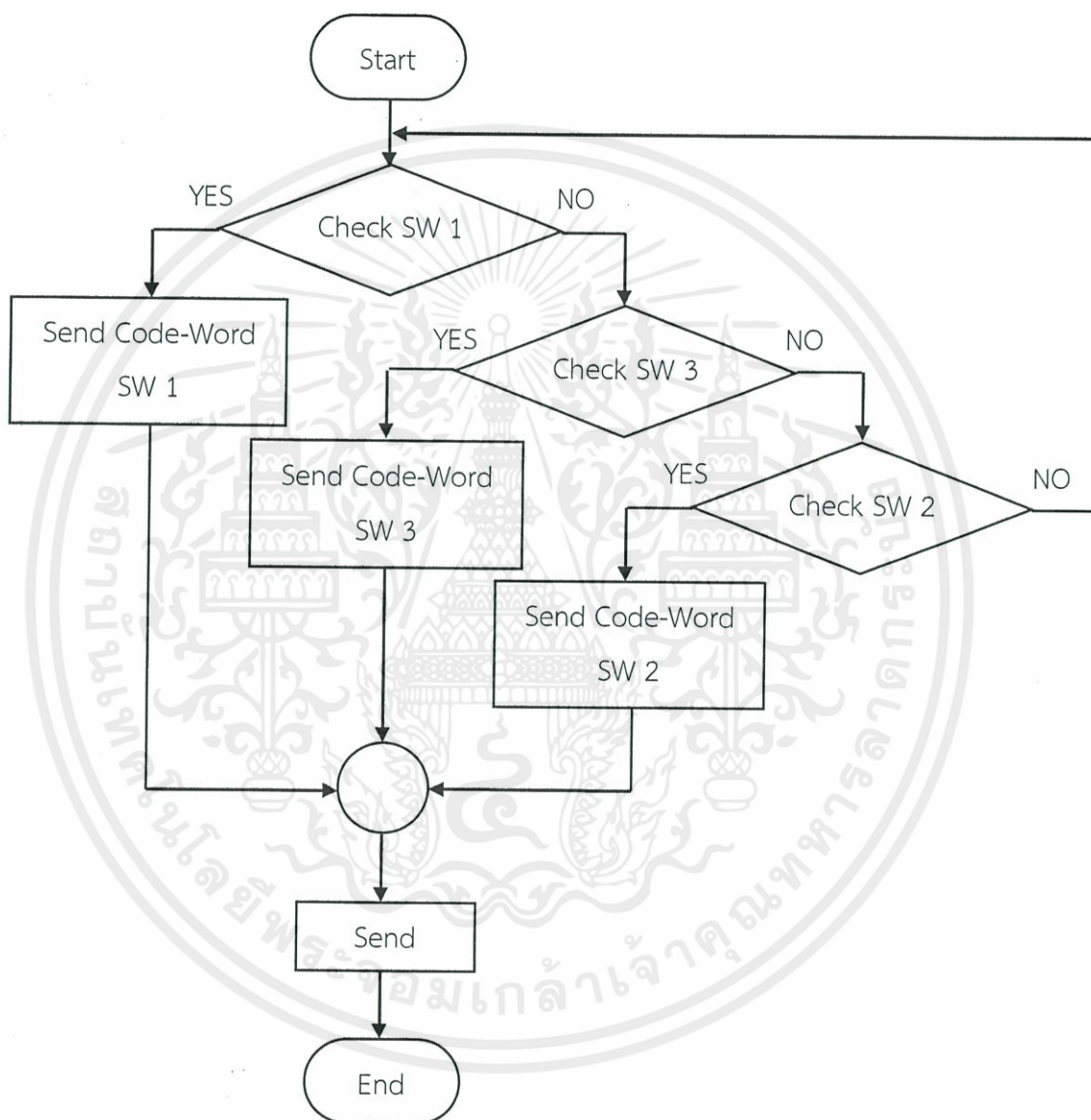
ออกแบบ Code Word ที่ใช้ในการสื่อสารของโมดูลทั้งสอง โดยออกแบบเป็น 3 ช่องควบคุม ได้ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 วงจร RF ที่ออกแบบ [18]

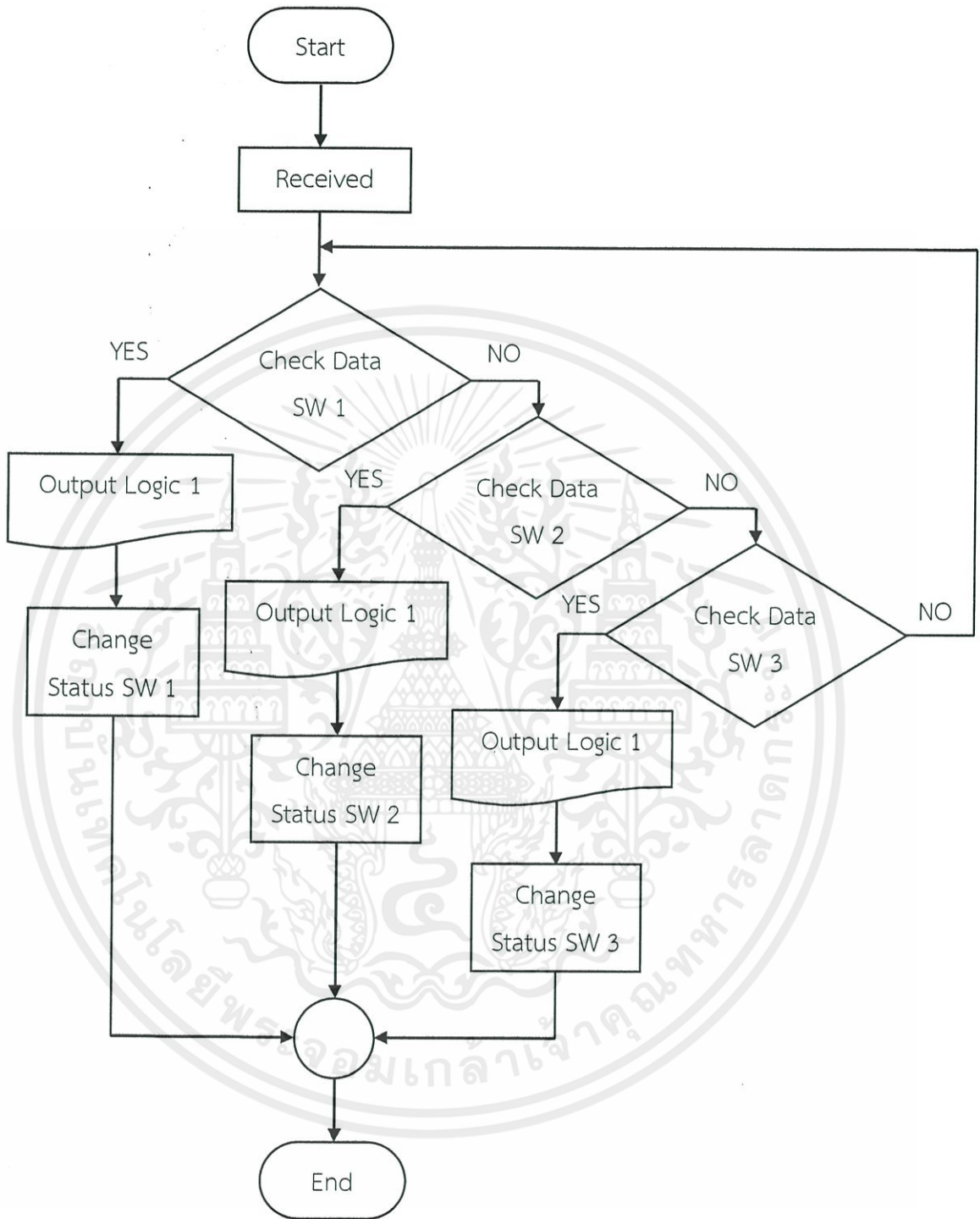
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่ง Code-Word ที่ใช้ในการสื่อสารของโมดูลฝั่งส่งแสดงโพล์วชาร์ต ได้ดังรูปที่ 3.8 และ Code-Word ที่ใช้ในการสื่อสารของโมดูลฝั่งรับแสดงโพล์วชาร์ต ได้ดังรูปที่ 3.9 โดยใช้หลักการ KEELoq Manchester Transmission Format ดังรูปที่ 3.10



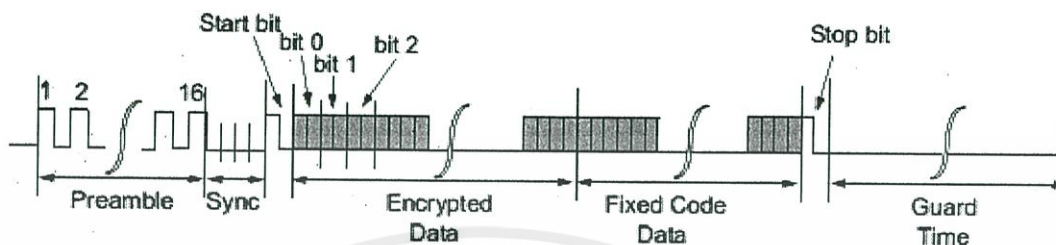
รูปที่ 3.8 โพล์วชาร์ตของ Code-Word ฝั่งส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



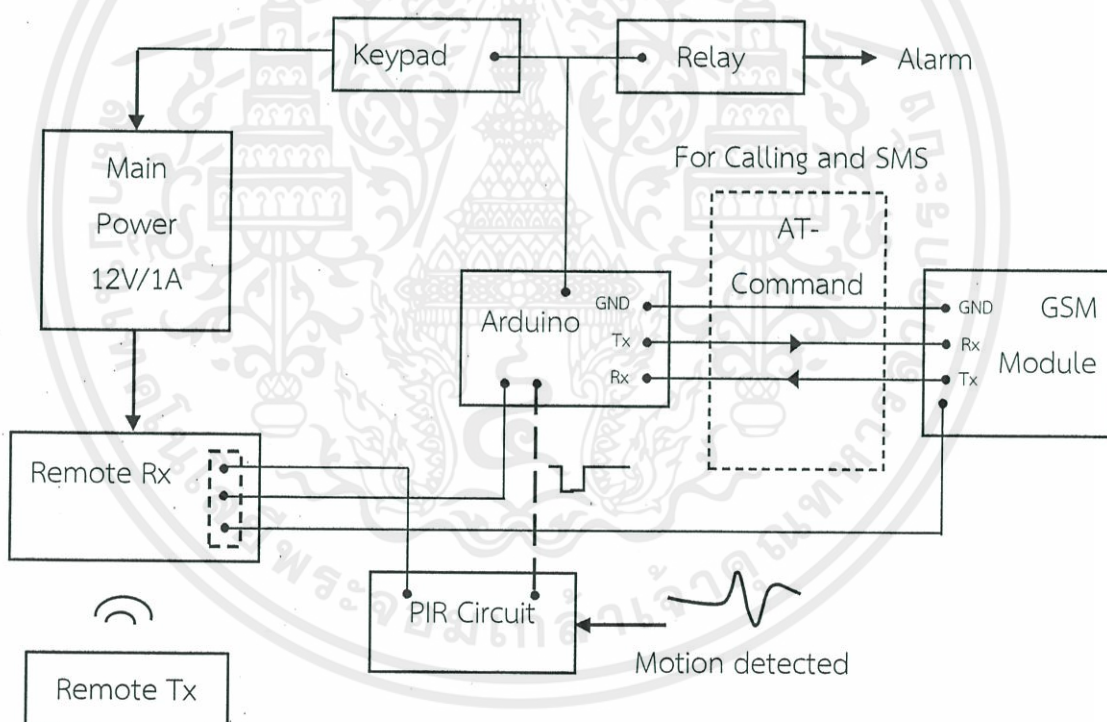
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับรูปที่ 3.9 โฟลว์ชาร์ตของ Code-Word ฝั่งรับ นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MANCHESTER TRANSMISSION FORMAT



รูปที่ 3.10 หลักการ KEELoq Manchester Transmission Format [19]

3.1.4 ส่วนการแจ้งเตือนแบบข้อความสั้น (Short Message Service: SMS)



รูปที่ 3.11 การทำงานส่วนการแจ้งเตือนโดยรวม

รูปที่ 3.11 แสดงการทำงานของการทำงานของการแจ้งเตือนโดยรวม สำหรับการแจ้งเตือน SMS นั้น

มีลักษณะการทำงานดังนี้ คือ เมื่อ PIR Circuit อยู่ในสภาวะปกติกำหนดให้ส่ง Logic High ไปยังขา RxD ของ Arduino และเมื่อ PIR Circuit ตรวจจับการเคลื่อนไหวแล้วจะส่ง Logic Low ไปยังขา RxD ของ Arduino ซึ่ง Arduino จะทำการส่งข้อความแจ้งเตือนไปยัง GSM Module และ GSM Module จะทำการส่งข้อความแจ้งเตือนไปยัง Remote Tx

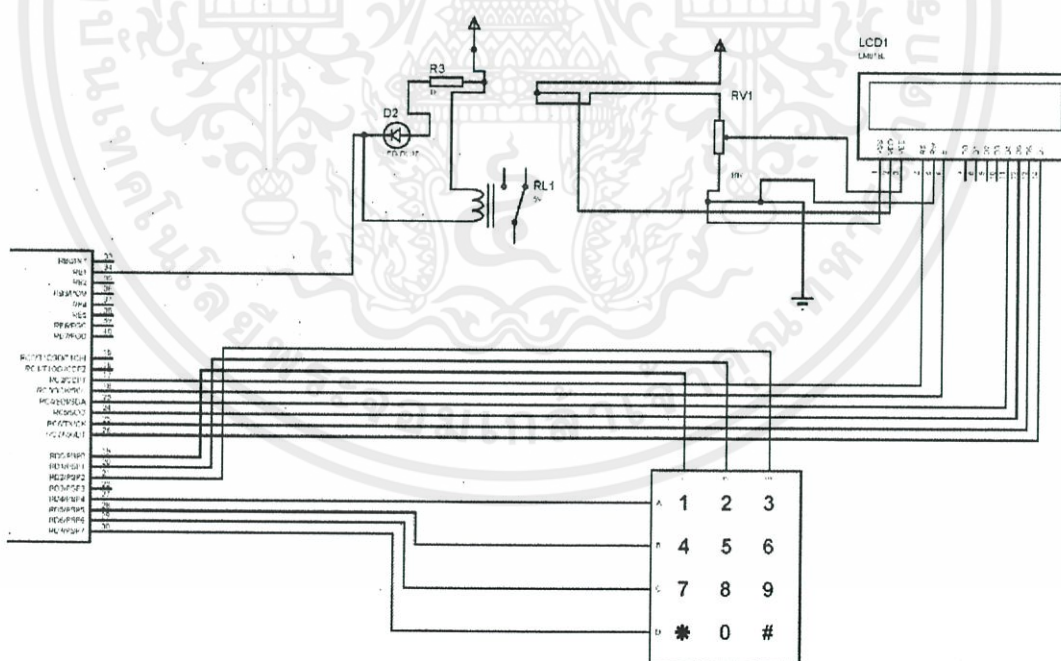
อินพุตของ Arduino ตลอดเวลา ถ้า PIR Circuit สามารถตรวจจับความเคลื่อนไหวได้ก็จะเปลี่ยนเป็น Logic Low ที่ส่งไปยังขาอินพุตของ Arduino แล้วจะส่งคำสั่งให้ GSM โมดูลผ่าน AT-Command ในการส่งข้อความและการโทร

3.1.5 ส่วนการแจ้งเตือนแบบสัญญาณเสียง (Alarm)

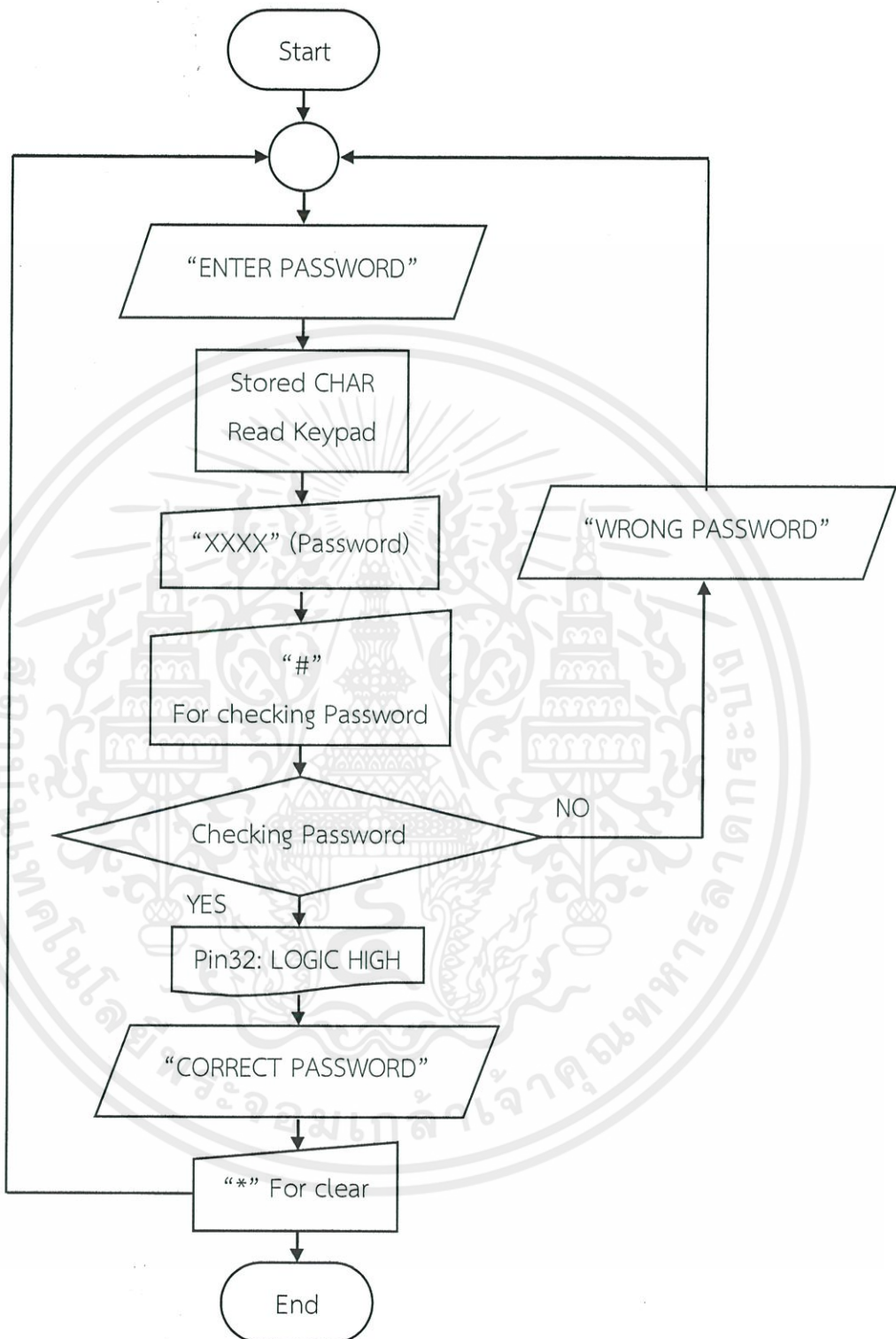
จากรูปที่ 3.11 แสดงการทำงานของการทำงานของการแจ้งเตือนโดยรวม สำหรับการแจ้งเตือน Alarm นั้นมีลักษณะการทำงานดังนี้ คือ เมื่อ PIR Circuit อยู่ในสภาวะปกติกำหนดให้ส่ง Logic High ไปยังขาอินพุตของ Arduino ตลอดเวลา ถ้า PIR Circuit สามารถตรวจจับความเคลื่อนไหวได้ก็จะเปลี่ยนเป็น Logic Low ที่ส่งไปยังขาอินพุตของ Arduino จากนั้นจะสั่งให้ LED ที่วงจร Arduino ดับ แล้วส่ง Logic High ไปยัง Relay เพื่อทำให้เกิดการส่งสัญญาณเสียง (Alarm) โดยโพลีชาร์ต การทำงานของคำสั่ง Arduino แสดงได้ดังรูปที่ 3.14

3.1.6 ส่วนคีย์แพด (Keypad)

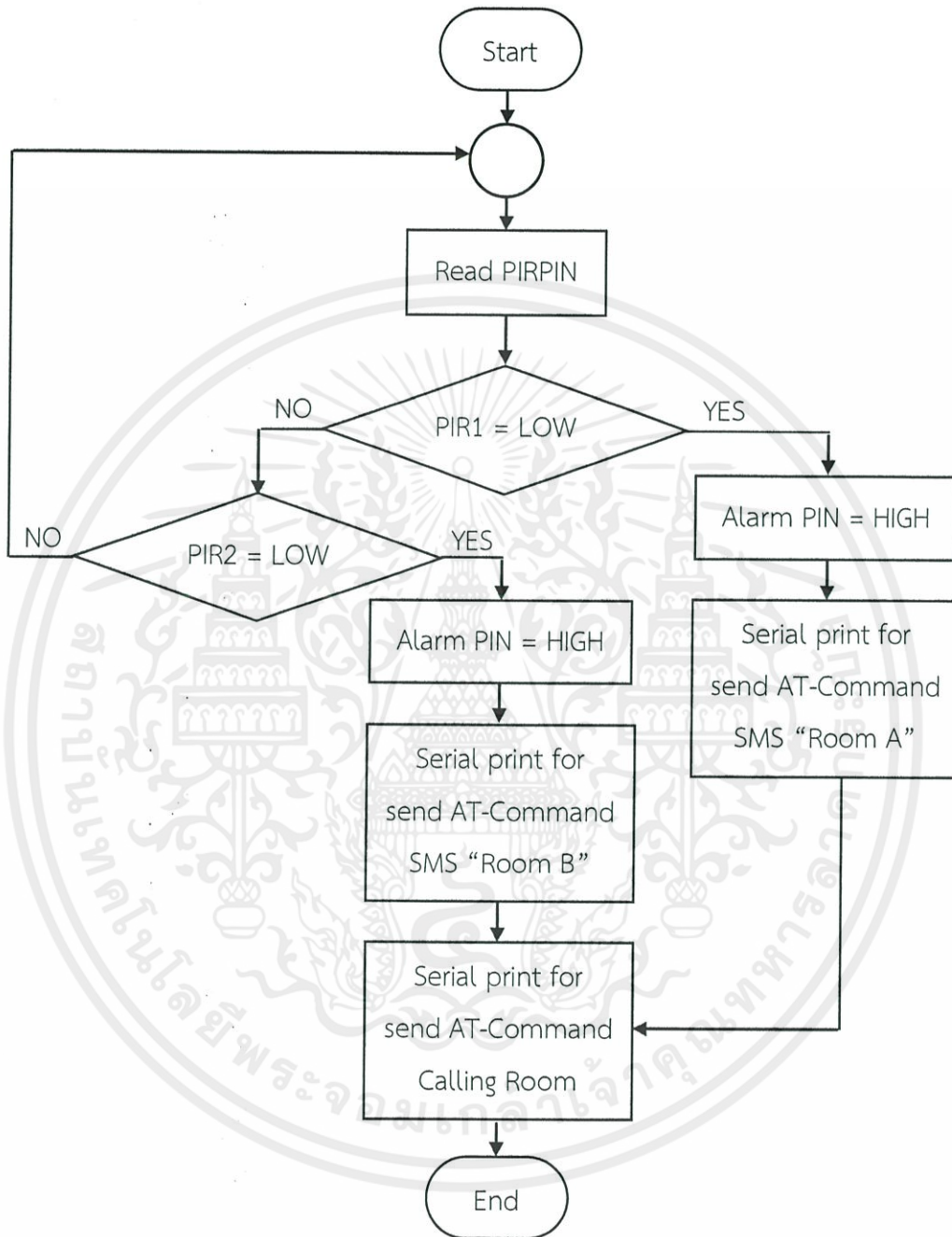
เป็นวงจรสำหรับหยุดสัญญาณเตือนด้วยเสียง (Alarm) ในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการหยุดสัญญาณเตือนด้วยเสียงเอง วงจรใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ PIC 16F877 ในการควบคุมการทำงาน ต่อกับคีย์แพด (Keypad) ขนาด 4x3 และ LCD 16x2 Line ดังแสดงในรูปที่ 3.12



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานรูปที่ 3.12 วงจร Keypad อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สําหรับรูปที่ 3.13 โฟลว์ชาร์ตคำสั่งการทำงานของ PIC 16F877 ใช้อัปเดตข้อมูลด้านการใช้
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



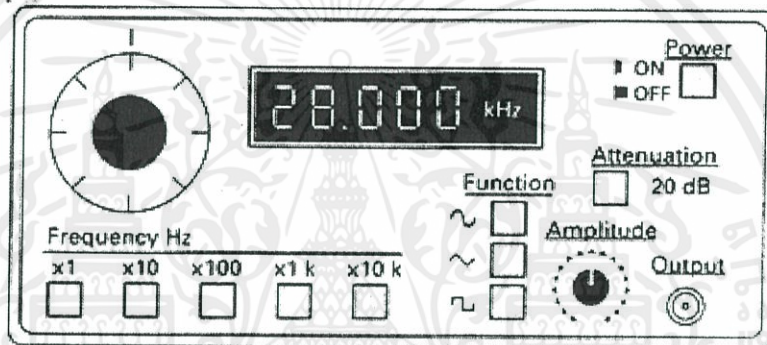
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับรูปที่ 3.14 โฟล์วชาร์ตคำสั่งการทำงานของ Arduino ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1 ฟังก์ชันเจนเนอเรเตอร์ (Function Generator)

เครื่องกำเนิดสัญญาณหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าฟังก์ชันเจนเนอเรเตอร์ (Function Generator) เป็นเครื่องกำเนิดที่สามารถผลิตสัญญาณออกมาได้หลายรูปแบบให้เลือก ตามลักษณะการใช้งาน ยกตัวอย่าง เช่น สัญญาณรูปคลื่นไซน์ (Sine Wave) สัญญาณรูปคลื่นสี่เหลี่ยม (Square Wave)

ซึ่งฟังก์ชันเจนเนอเรเตอร์เป็นเครื่องกำเนิด สัญญาณที่มีการใช้งานอย่างกว้างขวาง สามารถผลิตรูปคลื่นของสัญญาณได้สูง การใช้งานจะมีปุ่มปรับลักษณะต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.15 และตาราง 3.1 แสดงหน้าที่การใช้งานของปุ่มปรับต่างๆ



รูปที่ 3.15 ปุ่มปรับต่างๆ บนหน้าปัดเครื่องกำเนิดสัญญาณ [20]

ตารางที่ 3.1 หน้าที่การใช้งานของปุ่มปรับต่างๆ

ชื่อปุ่ม	หน้าที่
1. Power On/Off	1. เปิด/ปิดเครื่อง
2. Frequency Hz	2. ปุ่มตั้งความถี่
3. Function	3. สวิตช์เลือกสัญญาณ
4. Attenuation	4. ลดทอนสัญญาณ
5. Amplitude	5. ปรับความแรงของสัญญาณ
6. Out Put	6. ขั้วต่อสัญญาณออกไปใช้
7. x1, x10, x100, x1k, x10k	7. สวิตช์เลือกย่านความถี่ต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 เครื่องจ่ายไฟ (Power Supply)

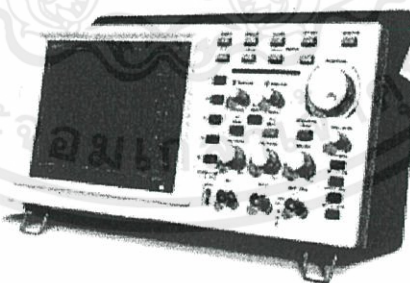
แหล่งจ่ายไฟหรือที่มักจะเรียกทับศัพท์ว่าเพาเวอร์ซัพพลายแสดงได้ดังรูปที่ 3.16 เป็นส่วนประกอบที่สำคัญส่วนหนึ่งทำหน้าที่แปลงสัญญาณ ไฟฟ้ากระแสสลับจากแหล่งกำเนิดให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรงด้วยความต่างศักย์ที่เหมาะสมก่อนนำไปใช้งานต่อไป



รูปที่ 3.16 เครื่องจ่ายไฟ [20]

3.2.3 ออสซิลโลสโคป (Oscilloscope)

ออสซิลโลสโคปเป็นเครื่องมือวัดซึ่งจะทำให้เราเห็นรูปร่างของสัญญาณไฟฟ้าโดยแสดงเป็นกราฟของแรงดันบนแกนเวลาที่จอภาพ เหมือนกับเป็นโวลท์มิเตอร์ที่มีฟังก์ชันพิเศษแสดงค่าแรงดันที่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลา สามารถวัด ค่าแรงดันกับเวลาจากจอได้ แสดงได้ดังรูปที่ 3.17

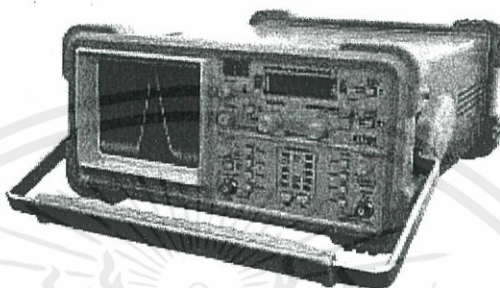


รูปที่ 3.17 ออสซิลโลสโคป [20]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 เครื่องวิเคราะห์สเปกตรัม (Spectrum Analyzer)

เป็นเครื่องมือที่ใช้เพื่อตรวจสอบองค์ประกอบทางสเปกตรัมของคลื่นไฟฟ้า, คลื่นเสียงหรือคลื่นแสง ซึ่งมักจะวัดค่ากำลังของสเปกตรัม (power spectrum) แสดงได้ดังรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.18 เครื่องวิเคราะห์สเปกตรัม [21]

3.2.5 ตลับเมตร

คือเครื่องมือวัดชนิดหนึ่งที่มีสายวัดเก็บอยู่ในตลับอย่างมิดชิด ทำให้สะดวกในการนำติดตัวไปใช้งานได้ตลอดเวลา ตลับเมตรใช้ในการวัดหาระยะหรือตรวจสอบขนาดของวัสดุ ชิ้นงาน ฯลฯ เนื่องจากตรงสายหัววัดของตลับเมตรมีขอเกี่ยว ซึ่งใช้เป็นที่เกาะยึดกับขอบของชิ้นงานที่ต้องการวัด ทำให้การดึงสายวัดออกจากตลับเพื่อใช้ในการวัดระยะหรือตรวจสอบขนาดของวัสดุหรือชิ้นงานได้สะดวก

3.2.6 เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer)

คือเครื่องมือสำหรับวัดระดับความร้อน เมื่อได้รับความร้อน และหดตัวเมื่อคายความร้อน ของเหลวที่ใช้บรรจุในกระเปาะแก้วของเทอร์โมมิเตอร์ คือปรอทหรือแอลกอฮอล์ที่ผสมกับสีแดง เมื่อแอลกอฮอล์หรือปรอทได้รับความร้อน จะขยายตัวขึ้นไปตามหลอดแก้วเล็กๆ เหนือกระเปาะแก้ว และจะหดตัวลงไปอยู่ในกระเปาะตามเดิมถ้าอุณหภูมิลดลง

3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง

3.3.1 ปีการศึกษาที่ 1

การจัดเก็บผลการทดลองทำได้โดย แบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกวัดสัญญาณเอาต์พุตจากทุกวงจร ประกอบด้วย วงจรขยายสัญญาณ (Amplifier) วงจรเปรียบเทียบแรงดัน (Voltage

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นับผูกพันในเชิงธุรกิจจนกว่าจะมีการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Comparator) และวงจร RF ส่วนที่สองคือการทดสอบระยะทางที่ PIR Sensor สามารถตรวจจับได้ เมื่อมีการเคลื่อนไหวเกิดขึ้น ในส่วนนี้จะเก็บข้อมูลสองแบบคือ เมื่อ ใสเฟสเนลเลนส์ และ ไม่ใสเฟสเนลเลนส์

ทำการทดลองโดยวาง PIR Sensor ในแนวตั้ง แล้วให้ผู้ทดสอบ 3 คน เดินผ่านเพื่อให้ PIR Sensor ตรวจจับการเคลื่อนไหว เริ่มต้นที่ระยะห่างจาก PIR Sensor 25 เซนติเมตร เดินผ่าน 10 ครั้งต่อ 1 ระยะทาง ต่อมาเพิ่มระยะครั้งละ 25 เซนติเมตร ถ้า PIR Sensor ทำการตรวจจับการเคลื่อนไหวได้ LED ในวงจรจะเปล่งแสง ในทางกลับกัน ถ้า PIR Sensor ไม่สามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวได้ LED ในวงจรจะไม่เปล่งแสงออกมา จากนั้นเปลี่ยนลักษณะการวาง PIR Sensor ให้อยู่ในแนวนอน ทำการทดลองแบบเดิมอีกครั้ง

ทำการทดลองในห้องปิดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ผู้ทดสอบที่ 1 เพศชาย น้ำหนัก 57 กิโลกรัม ส่วนสูง 168 เซนติเมตร, ผู้ทดสอบที่ 2 เพศชาย น้ำหนัก 82 กิโลกรัม ส่วนสูง 185 เซนติเมตร และ ผู้ทดสอบที่ 3 เพศหญิง น้ำหนัก 51 กิโลกรัม ส่วนสูง 165 เซนติเมตร

3.3.2 ปีการศึกษาที่ 2

การจัดเก็บผลการทดลองทำได้โดยแบ่งเป็น 3 ส่วน โดยส่วนแรกทดสอบการส่งสัญญาณเสียง ส่วนที่สองทดสอบการเข้ารหัสโดยคีย์แพดเพื่อหยุดสัญญาณเสียง และส่วนที่สามทดสอบการทำงานของการทำงานของการแจ้งเตือน SMS ซึ่งทำการทดลองใน 3 ส่วนย่อย คือ

3.3.2.1 อ่านข้อมูลของ SIM

ใช้โปรแกรม Hilo Starter development อ่านข้อมูลของ SIM เช่น การอ่าน Phone Book และ SMS การอ่าน IMIE และ Firmware Version

3.3.2.2 ทดสอบ AT-Command

ทดสอบการทำงานของ GSM โมดูล โดยการส่ง AT-Command พอร์ต RS232 ผ่านโปรแกรม Tera Term คือ การตรวจสอบสถานะเครือข่าย, AT-Command สำหรับการ Calling, AT-Command สำหรับการส่ง SMS, ทดสอบเมื่อ GSM โมดูล ได้รับคำสั่งจาก AT-Command และ ทดสอบการส่งคำสั่ง AT-Command จาก Arduino Microcontroller Board

3.3.2.3 ทดสอบการส่ง SMS และ Calling

ทำการส่งคำสั่ง AT-Command สำหรับการส่ง SMS และ Calling จาก Arduino Microcontroller Board แล้วเก็บผลที่โทรศัพท์ปลายทาง

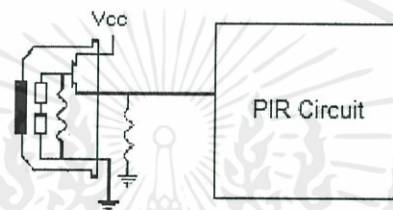
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 วงจร PIR Circuit

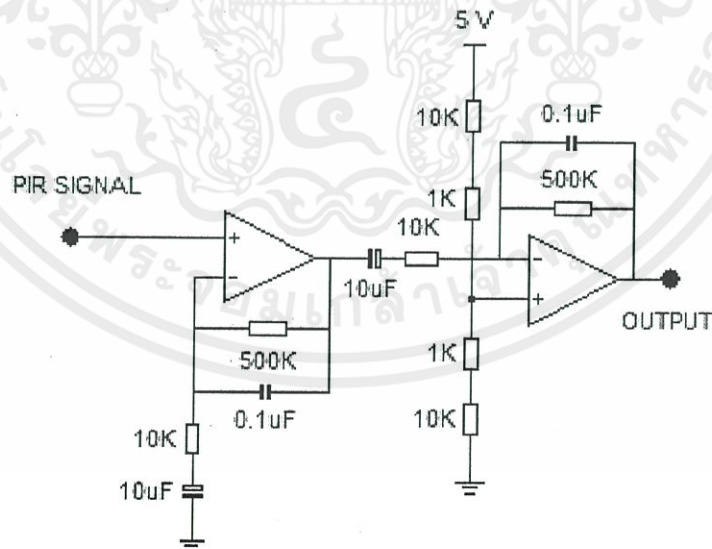
วัตต์สัญญาณเอาต์พุตของวงจร PIR แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ วงจรขยาย และ วงจรเปรียบเทียบแรงดัน (Voltage Comparator) โดยรูปที่ 4.1 แสดงวงจร PIR



รูปที่ 4.1 วงจร PIR

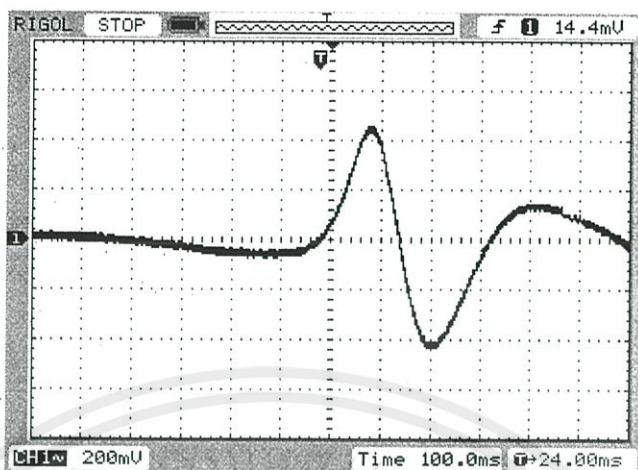
4.1.1 วงจรขยาย

สัญญาณจาก PIR ผ่านวงจรขยาย แสดงได้ดังรูปที่ 4.2 โดยอินพุตคือสัญญาณจาก PIR เมื่อสามารถตรวจจับสัญญาณได้ วัตต์สัญญาณเอาต์พุตจะได้สัญญาณดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.2 วงจรขยาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

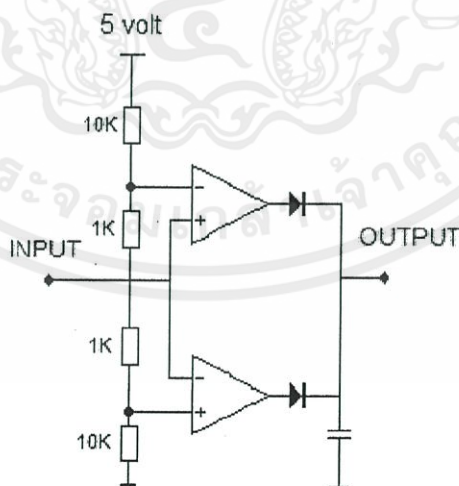


รูปที่ 4.3 สัญญาณเอาต์พุตวงจรถยาย

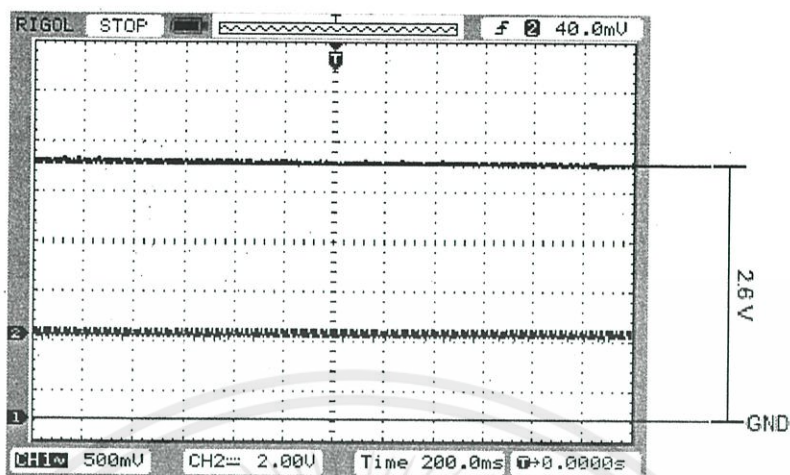
จากรูปที่ 4.3 จะเห็นว่าสัญญาณเอาต์พุตที่วัดได้มีลักษณะเป็นพัลส์ที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วเพียงช่วงเวลาหนึ่งๆ และสัญญาณเอาต์พุตนี้จะถูกขยายแรงดัน 50 เท่า

4.1.2 วงจรเปรียบเทียบแรงดัน (Voltage Comparator)

วงจรเปรียบเทียบแรงดันแสดงในรูปที่ 4.4 เป็นการนำสัญญาณเอาต์พุตจากวงจรถยายมาเปรียบเทียบให้อยู่ในรูปไบนารี

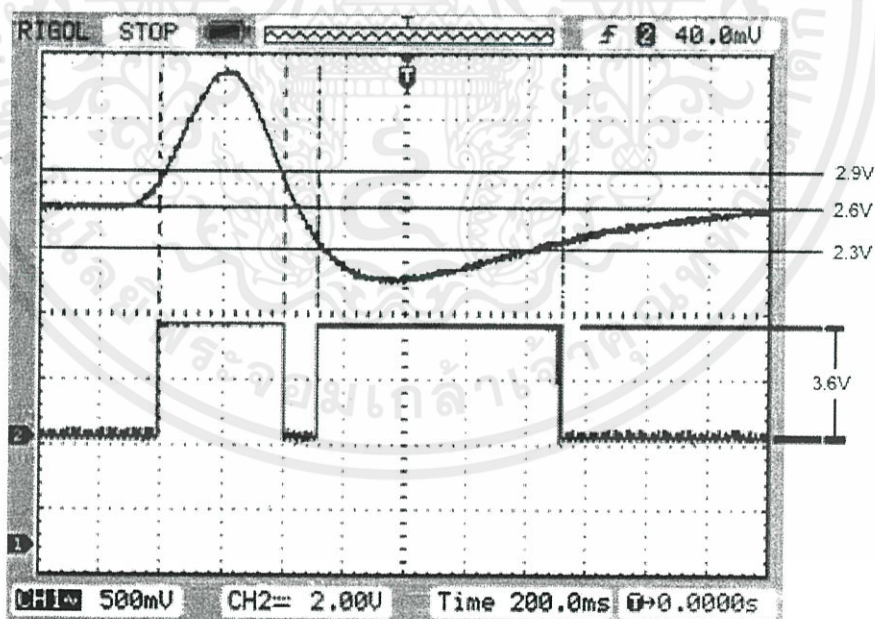


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้รูปที่ 4.4 วงจรเปรียบเทียบแรงดัน ภาควิชาเทคโนโลยีการไฟฟ้า ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 สัญญาณเอาต์พุตของวงจรเปรียบเทียบแรงดันเมื่อไม่มีอินพุต

รูปที่ 4.5 แสดงสัญญาณเอาต์พุตของวงจรเปรียบเทียบแรงดันก่อนมีสัญญาณอินพุต (สัญญาณเอาต์พุตจากวงจรขยายสัญญาณ) เข้ามา โดย CH1 แสดงสัญญาณอินพุต CH2 แสดงสัญญาณเอาต์พุตของวงจร จะเห็นว่ามี DC Offset 2.6 V หมายความว่าไม่มีการตรวจจับได้



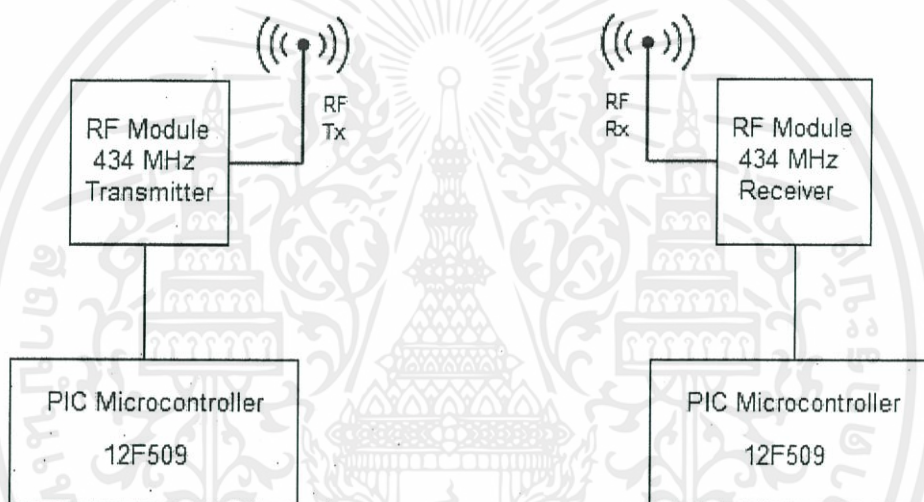
รูปที่ 4.6 สัญญาณเอาต์พุตวงจรเปรียบเทียบแรงดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น. อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.6 แสดงเอาต์พุตของวงจรเปรียบเทียบแรงดัน โดย CH1 แสดงสัญญาณอินพุต คือสัญญาณที่ PIR สามารถตรวจจับความเคลื่อนไหวได้แล้วนำสัญญาณนั้นผ่านวงจรขยายแรงดัน CH2 คือสัญญาณเอาต์พุตจากวงจรเปรียบเทียบแรงดัน ถ้าสัญญาณอินพุตสูงกว่า $+V_{ref}$ (2.72 V) หรือต่ำกว่า $-V_{ref}$ (-2.72 V) สัญญาณเอาต์พุตจะมีการเปลี่ยนระดับแรงดันจาก 0 V เป็น 3.6 V ทันที

4.2 วงจร RF

วงจร RF ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของ PIR Circuit คือ ควบคุมการ เปิด-ปิด โดยใช้ RF Module รูปที่ 4.7 แสดง บล็อกไดอะแกรม ของวงจร RF

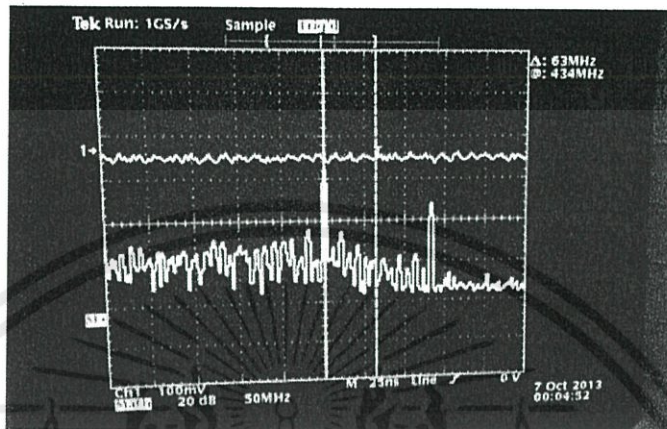


รูปที่ 4.7 บล็อกไดอะแกรม วงจร RF

ทำการวัดสัญญาณเอาต์พุตใน 2 ลักษณะดังรูปที่ 4.8 และ 4.9 โดยรูปที่ 4.8 แสดงสเปกตรัมของสัญญาณเอาต์พุตของวงจร RF ซึ่งวัดจากสายอากาศของฝั่ง Tx ที่ตำแหน่งเส้นทึบ (กึ่งกลางตาราง) แสดง signal strength ที่สูงสุดบนความถี่ 434 MHz และรูปที่ 4.9 แสดงสัญญาณเอาต์พุตที่วัดจาก 1 ช่องสัญญาณควบคุมของ RF Module (ออกแบบเป็น 3 ช่องควบคุม)

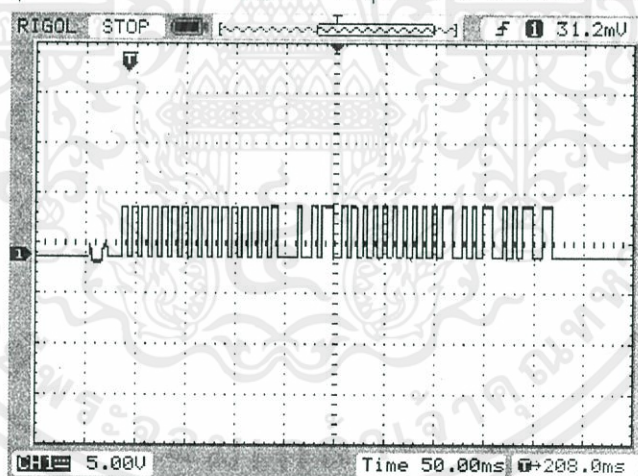
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สเปกตรัมสัญญาณเอาต์พุตของวงจร RF ซึ่งวัดจาก antenna ของฝั่ง Tx ที่ตำแหน่งเส้นทึบ (กึ่งกลางตาราง) แสดง signal strength ที่สูงสุดบนความถี่ 434 MHz แสดงได้ดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 สัญญาณเอาต์พุตเมื่อวัดสเปกตรัมวงจร RF

สัญญาณเอาต์พุตที่วัดจาก 1 ช่องสัญญาณควบคุมของ RF Module แสดงได้ดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 สัญญาณเอาต์พุตจาก PIC 12F509 ก่อนเข้า RF Transmitter module

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการทดลองระยะทางที่ PIR Sensor ทำงานได้

4.3.1 การทดลองโดย PIR Sensor ไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 4.10 ลักษณะการวาง PIR Sensor สำหรับการทดลอง

เมื่อทำการทดลองโดยวาง PIR Sensor ในแนวตั้ง แล้วให้ผู้ทดสอบ 3 คน เดินผ่าน เพื่อให้ PIR Sensor ตรวจจับการเคลื่อนไหว เริ่มต้นที่ระยะห่างจาก PIR Sensor 25 เซนติเมตร เดินผ่าน 10 ครั้งต่อ 1 ระยะทาง ต่อมาเพิ่มระยะครั้งละ 25 เซนติเมตร ถ้า PIR Sensor ทำการตรวจจับการเคลื่อนไหวได้ LED ในวงจรจะเปล่งแสง ในทางกลับกัน ถ้า PIR Sensor ไม่สามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวได้ LED ในวงจรจะไม่เปล่งแสงออกมา จากนั้นเปลี่ยนลักษณะการวาง PIR Sensor ให้อยู่ในแนวนอน ดังรูปที่ 4.10 ทำการทดลองแบบเดิมอีกครั้ง ผลการทดลองแสดงได้ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองการตรวจจับการเคลื่อนไหวของ PIR Sensor

ระยะห่าง จาก PIR Sensor (cm)	วาง PIR Sensor แนวตั้ง			วาง PIR Sensor แนวนอน		
	ผู้ทดสอบ ที่ 1	ผู้ทดสอบ ที่ 2	ผู้ทดสอบ ที่ 3	ผู้ทดสอบ ที่ 1	ผู้ทดสอบ ที่ 2	ผู้ทดสอบ ที่ 3
25	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10
50	4/10	7/10	4/10	10/10	10/10	10/10
75	-	6/10	-	10/10	10/10	10/10
100	-	-	-	6/10	10/10	6/10
125	-	-	-	8/10	-	-

จากตารางที่ 4.1 ผลการทดลอง PIR sensor สามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวได้ดีที่ระยะ 25 – 50 เมตร และสามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวได้บ้างไม่ได้บ้างที่ระยะ 75 – 125 เซนติเมตร

ทำการทดลองในห้องปิดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ผู้ทดสอบที่ 1 เพศชาย น้ำหนัก 57 กิโลกรัม ส่วนสูง 168 เซนติเมตร, ผู้ทดสอบที่ 2 เพศชาย น้ำหนัก 82 กิโลกรัม ส่วนสูง 185 เซนติเมตร และ ผู้ทดสอบที่ 3 เพศหญิง น้ำหนัก 51 กิโลกรัม ส่วนสูง 165 เซนติเมตร หรือคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ได้ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 เปอร์เซ็นต์การตรวจจับความเคลื่อนไหวของ PIR Sensor

ระยะห่างจาก PIR Sensor (cm)	เปอร์เซ็นต์การตรวจจับความเคลื่อนไหว	
	วาง PIR Sensor แนวตั้ง	วาง PIR Sensor แนวนอน
25	100 %	100 %
50	50 %	100 %
75	20 %	100 %
100	0 %	73.33 %
125	0 %	26.67 %

จากตารางที่ 4.2 ผลการทดลองของ PIR sensor ที่วางในแนวนอนและแนวตั้ง ให้ผลการทดลองที่ต่างกัน โดยการวางในแนวนอนสามารถตรวจจับได้ระยะไกลกว่าการวางในแนวตั้ง

4.3.2 ทดลองโดย PIR Sensor ใส่เฟรสนเลนส์

ทำการทดลองซ้ำอีกครั้งเมื่อใส่ เฟรสนเลนส์ จะได้ผลการทดลองแสดงได้ดังตารางที่ 4.3 และเปอร์เซ็นต์การตรวจจับความเคลื่อนไหวของ PIR Sensor ดังตารางที่ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองการตรวจจับความเคลื่อนไหวของ PIR Sensor เมื่อใส่เฟรสเนลเลนส์

ระยะห่างจาก PIR Sensor (cm)	วาง PIR Sensor แนวตั้ง			วาง PIR Sensor แนวนอน		
	ผู้ ทดสอบ ที่ 1	ผู้ ทดสอบ ที่ 2	ผู้ ทดสอบ ที่ 3	ผู้ ทดสอบ ที่ 1	ผู้ ทดสอบ ที่ 2	ผู้ ทดสอบ ที่ 3
25	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10
50	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10
75	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10
100	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10
125	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10
150	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10
175	9/10	10/10	8/10	10/10	10/10	10/10
200	7/10	10/10	6/10	10/10	10/10	10/10
225	6/10	7/10	4/10	10/10	10/10	10/10
250	3/10	5/10	2/10	10/10	10/10	10/10
275	-	4/10	-	10/10	10/10	10/10
300	-	3/10	-	10/10	10/10	10/10

จากตารางที่ 4.3 แสดงให้เห็นถึงระยะในการตรวจจับการเคลื่อนไหวของ PIR sensor เมื่อใส่เฟรสเนลเลนส์และทำการทดลองโดยวางในแนวตั้งและแนวนอน ผลที่ได้คือ แนวนอนสามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวได้ระยะที่ไกลกว่าในแนวตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 เปอร์เซ็นต์การตรวจจับความเคลื่อนไหวของ PIR Sensor เมื่อใส่เฟรสเนลเลนส์

ระยะห่างจาก PIR Sensor (cm)	เปอร์เซ็นต์การตรวจจับความเคลื่อนไหว	
	วาง PIR Sensor แนวตั้ง	วาง PIR Sensor แนวนอน
25	100 %	100 %
50	100 %	100 %
75	100 %	100 %
100	100 %	100 %
125	100 %	100 %
150	100 %	100 %
175	90 %	100 %
200	76.67 %	100 %
225	56.67 %	100 %
250	33.33 %	100 %
275	13.33 %	100 %
300	10 %	100 %
325	0 %	80 %
350	0 %	20 %
375	0 %	0 %

จากตารางที่ 4.4 แสดงให้เห็นถึงระยะในการตรวจจับของ PIR sensor ที่ใส่เฟรสเนลเลนส์สามารถตรวจจับได้ไกลกว่า PIR sensor ที่ไม่ใส่ Lens โดยได้ระยะสูงสุดถึง 3.5 เมตร

4.4 การทดลองระยะทางการทำงานของวงจร RF

ทำการทดลองโดย กตสวิษฐ์ควบคุมการทำงานในระยะทางต่างๆ เริ่มต้นที่ระยะห่างระหว่าง Rx และ Tx เป็น 3 เมตร แล้วเพิ่มระยะห่างทีละ 1 เมตร ไปจนถึงระยะห่าง 20 เมตร แบบ LOS (Line-of-Sight) จะได้เปอร์เซ็นต์ในการรับ-ส่ง ดังตารางที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 เปอร์เซ็นต์การรับ-ส่งของวงจร RF

ระยะทาง (เมตร)	เปอร์เซ็นต์การรับ-ส่ง
3	100 %
4	100 %
5	100 %
6	90 %
7	70 %
8	90 %
9	90 %
10	80 %
15	60 %
20	20 %

จากตารางที่ 4.5 แสดงให้เห็นถึงระยะในการรับ-ส่งสัญญาณของวงจร RF ในช่วงระยะตั้งแต่ 6 - 20 เมตร ความสามารถในการรับ-ส่งสัญญาณจะลดลงตามลำดับ

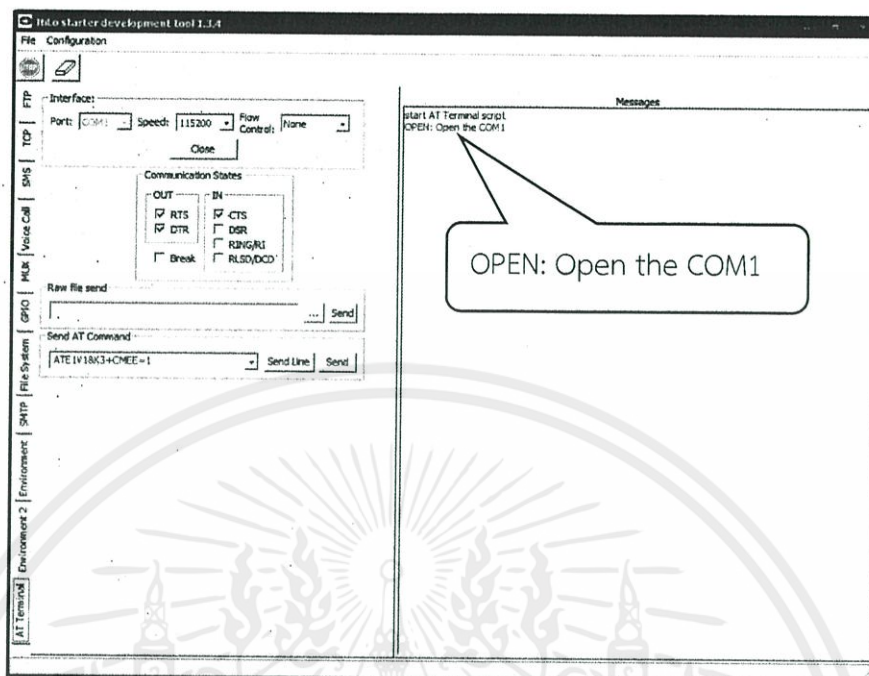
4.5 ส่วนการแจ้งเตือนแบบข้อความสั้น (Short Message Service: SMS)

ทำการทดลองโดยทดสอบการเชื่อมต่อ GSM Module รุ่น ET-BASE GSM SIM900 สนับสนุนเครือข่าย GSM โดยได้ทำการศึกษาคุณสมบัติ และการทำงานของตัว Module ด้วยโปรแกรม Tera Term และผ่านพอร์ต RS232

4.5.1 การทดลองการอ่านข้อมูลจาก SIM

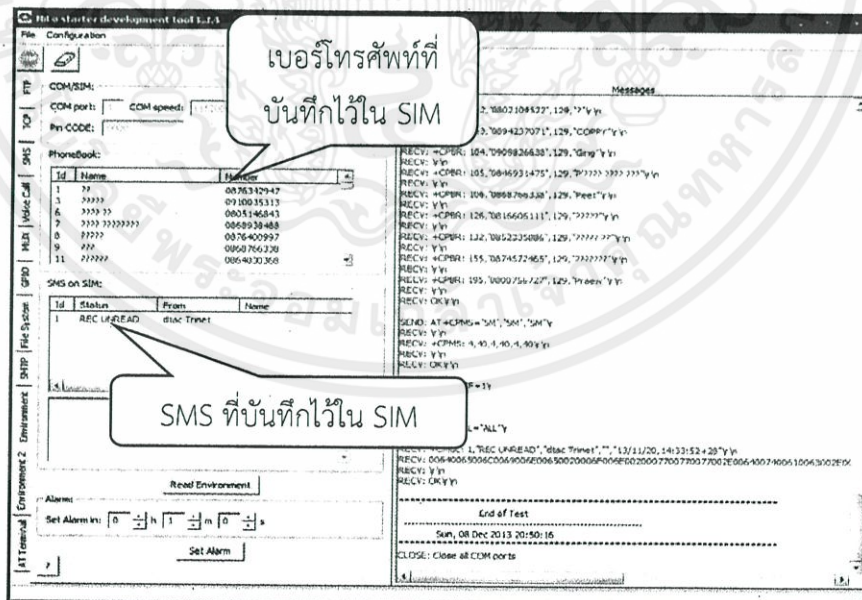
ทดลองการอ่านข้อมูลของ SIM ด้วยโปรแกรม Hilo Starter development ในแท้ป Environment โดยทดสอบสถานะของ AT-Command ดังรูปที่ 4.11 แสดง Com Port ที่เลือกใช้คือ Com Port 1 ส่วนข้อมูลของ SIM ที่ทำการทดสอบเช่น การอ่าน Phone Book และ SMS ดังรูปที่ 4.12 และการอ่าน IMIE และ Firmware Version ดังรูปที่ 4.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 แท็บแสดงสถานะ AT-Command

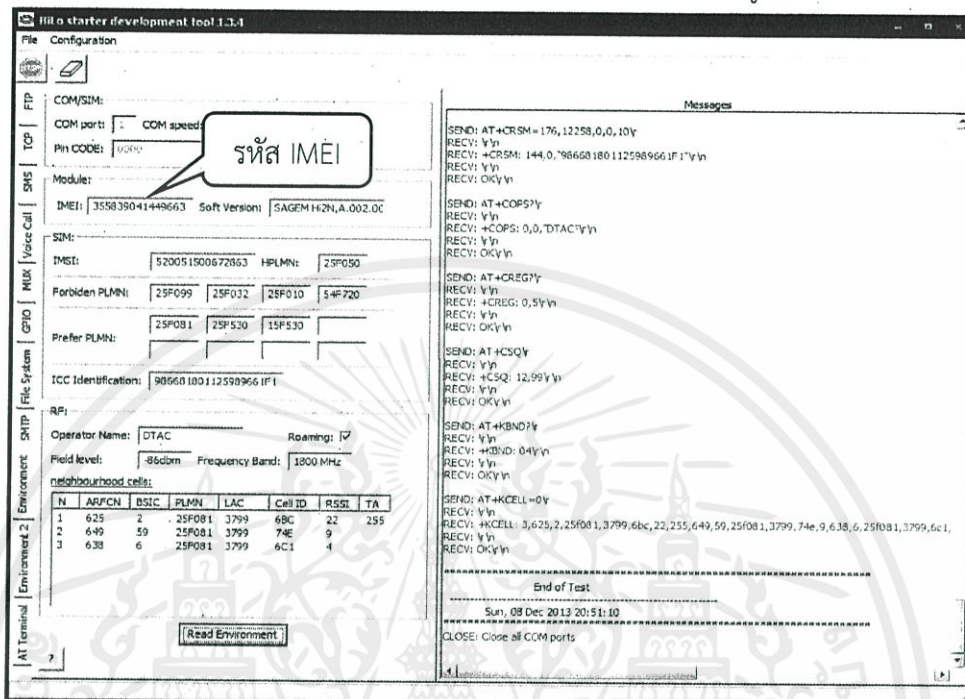
หน้าต่างซึ่งแสดงข้อมูลที่อ่านได้จากซิมการ์ด ซึ่งประกอบไปด้วยเบอร์โทรและ SMS ที่ถูกบันทึกไว้ใน SIM แสดงได้ดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 ตัวอย่างการอ่าน Phone Book และ SMS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบริการเชิงพาณิชย์เท่านั้น ซึ่งผู้ใช้ควรไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าตาซึ่งแสดงการอ่านรหัส IMEI และ Firmware Version ของ Module อ่านพารามิเตอร์ของ SIM และพารามิเตอร์ของ Ratio ในขณะนั้น แสดงได้ดังรูปที่ 4.13

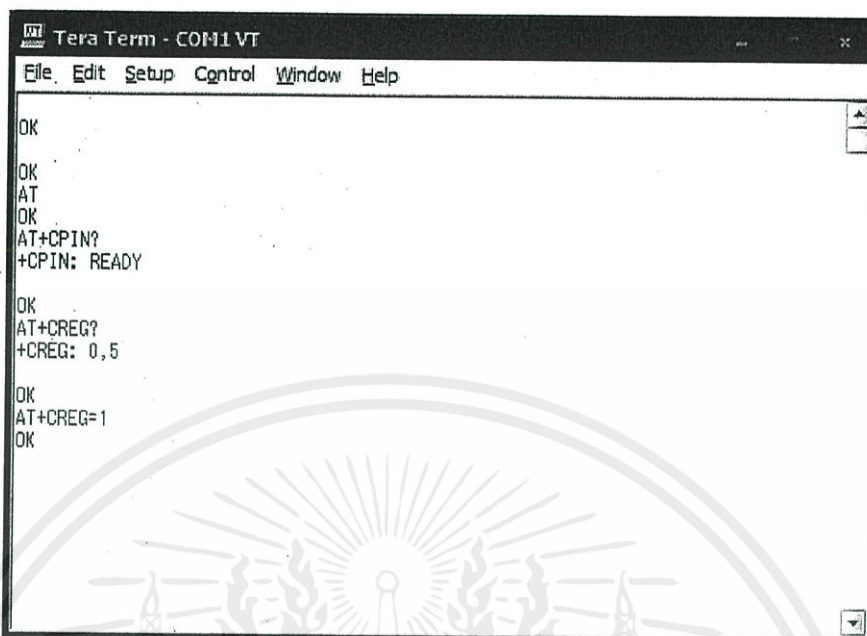


รูปที่ 4.13 การอ่าน IMEI และ Firmware Version

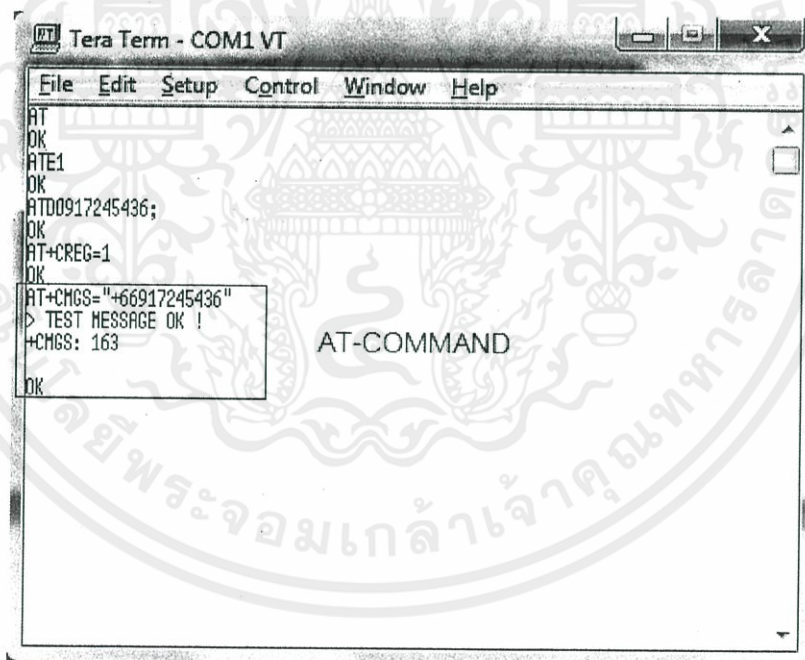
4.5.2 การทดสอบ AT-Command

ทดสอบการทำงานของ GSM Module โดยการส่ง AT-Command พอร์ต RS232 ผ่านโปรแกรม Tera Term โดยเก็บผลการทดสอบของการตรวจสอบสถานะเครือข่ายดังรูปที่ 4.14, ทดสอบ AT-Command สำหรับการส่ง SMS ดังรูปที่ 4.15 และ ทดสอบ AT-Command สำหรับการ Calling ดังรูปที่ 4.16

หน้าตาโปรแกรมผลการทดสอบการตรวจสอบสถานะของเครือข่าย และผลที่ได้คือเครือข่ายของ SIM พร้อมทำงาน แสดงดังรูปที่ 4.14

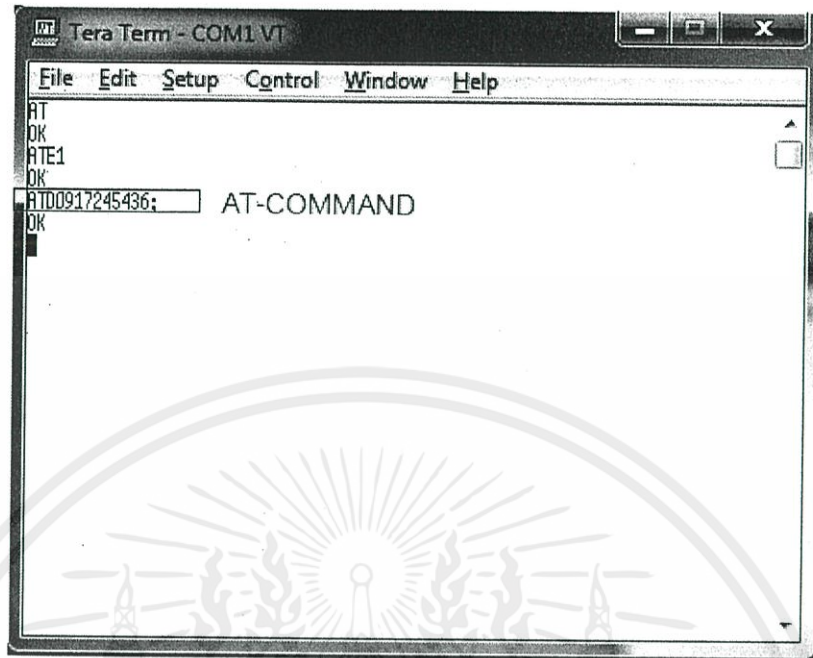


รูปที่ 4.14 การตรวจสอบสถานะของเครื่องผ่านโปรแกรม Tera Term



รูปที่ 4.15 AT-Command สำหรับการส่ง SMS

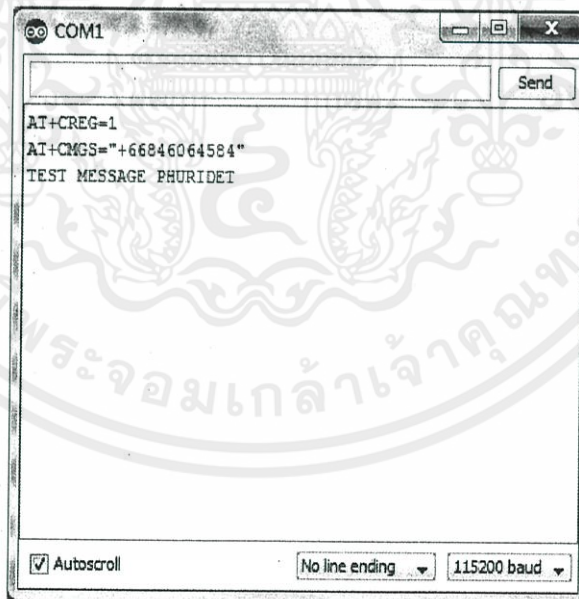
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.16 ผลการทดสอบ AT-Command สำหรับการ Calling

AT-Command สำหรับการส่ง SMS จาก Arduino Microcontroller Board แสดง

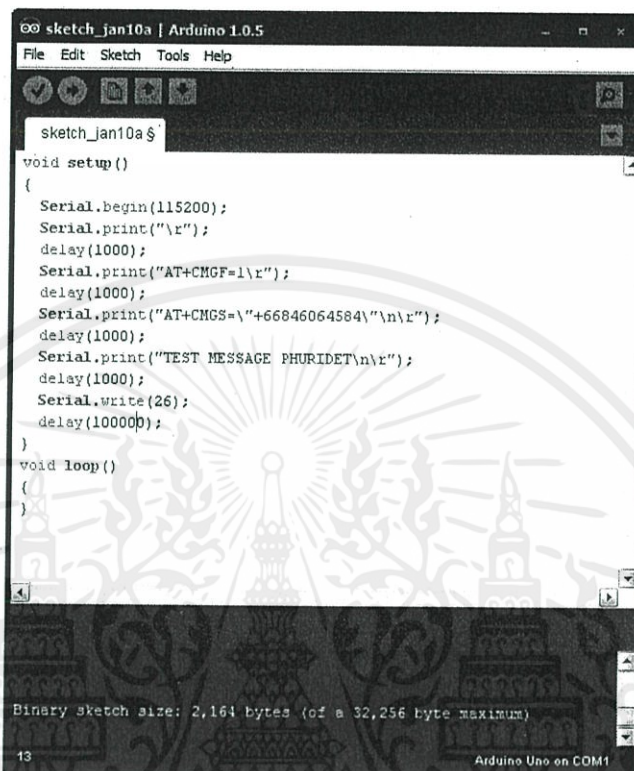
ได้ดังรูป 4.17



รูปที่ 4.17 ผลการทดสอบการส่งคำสั่ง AT-Command สำหรับการส่ง SMS จาก Arduino Microcontroller Board

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AT-Command สำหรับการ Calling จาก Arduino Microcontroller Board แสดง
ได้ดังรูป 4.18



```

sketch_jan10a $
void setup()
{
  Serial.begin(115200);
  Serial.print("\r");
  delay(1000);
  Serial.print("AT+CMGF=1\r");
  delay(1000);
  Serial.print("AT+CMGS="+66846064584+"\r");
  delay(1000);
  Serial.print("TEST MESSAGE PHURIDET\r");
  delay(1000);
  Serial.write(26);
  delay(10000);
}
void loop()
{
}
Binary sketch size: 2,164 bytes (of a 32,256 byte maximum)
13 Arduino Uno on COM1

```

รูปที่ 4.18 ผลการทดสอบการส่งคำสั่ง AT-Command สำหรับการ Calling จาก Arduino
Microcontroller Board

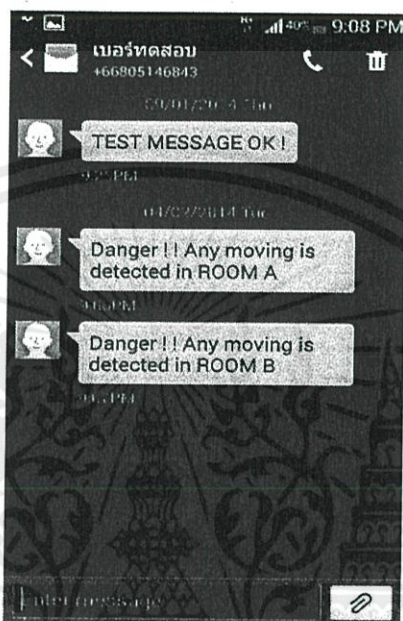
จากรูปที่ 4.17 แสดงการทดสอบการส่งคำสั่ง AT-Command สำหรับการส่ง SMS
จาก Arduino Microcontroller Board ส่วนรูปที่ 4.18 แสดงการทดสอบการส่งคำสั่ง AT-
Command สำหรับการ Calling จาก Arduino Microcontroller Board

4.5.3 ทดสอบการส่ง SMS และ Calling

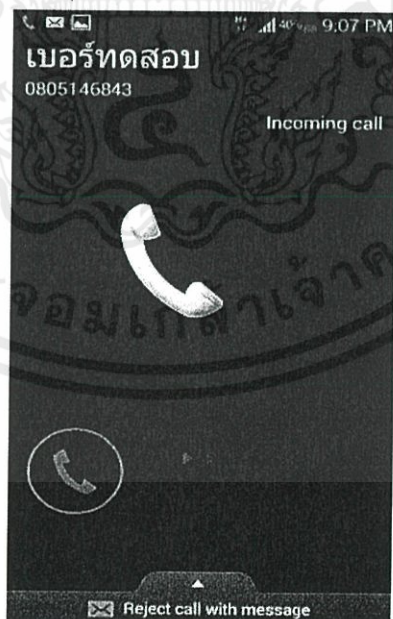
ทดลองการใช้งานโดยการทดสอบในส่วนของการโทรออก และส่ง SMS แล้วเก็บผล
การทดลองที่ได้ดังรูปที่ 4.19 ผลจากโทรศัพท์เมื่อ GSM Module ได้รับคำสั่งการ Calling จาก AT-
Command และรูปที่ 4.20 แสดงผลจากโทรศัพท์เมื่อ GSM Module ได้รับคำสั่งการส่ง SMS จาก
AT-Command

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SMS ที่เข้าหมายเลขโทรศัพท์ที่กำหนดไว้ เมื่อตรวจจับความเคลื่อนไหวได้ แสดงดังรูป 4.19 และ Calling ที่เข้าหมายเลขโทรศัพท์ที่กำหนดไว้ เมื่อตรวจจับความเคลื่อนไหวได้ แสดงดังรูป 4.20



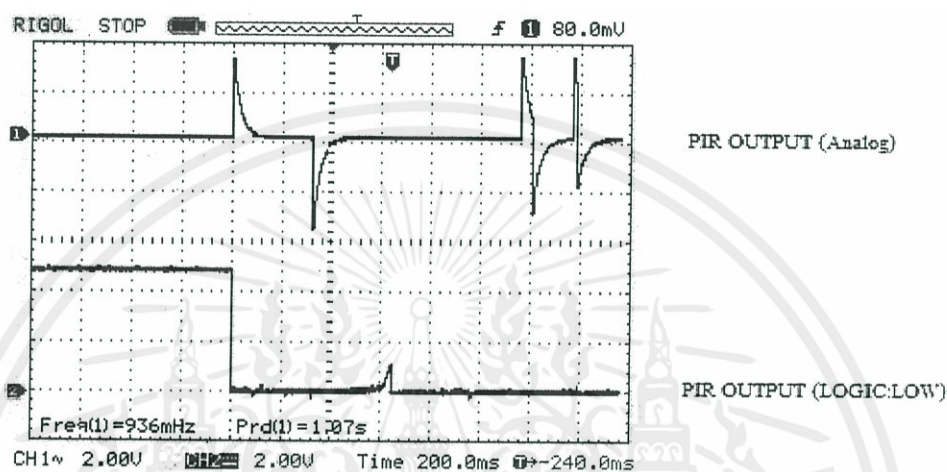
รูปที่ 4.19 ผลจากโทรศัพท์เมื่อ GSM Module ได้รับคำสั่งการส่ง SMS จาก AT-Command



เอกสารนี้เป็นรูปที่ 4.20 ผลจากโทรศัพท์เมื่อ GSM Module ได้รับคำสั่งการ Calling จาก AT-Command ในการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 ส่วนการแจ้งเตือนแบบสัญญาณเสียง (Alarm)

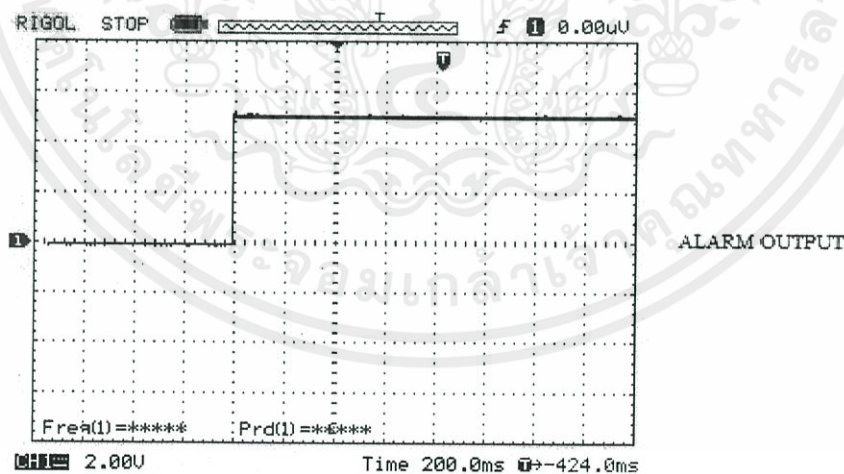
ทำการเก็บผลการทดลองโดยวัดสัญญาณเอาต์พุตที่ออกจาก PIR Circuit เมื่อ PIR sensor สามารถตรวจจับความเคลื่อนไหวได้ สัญญาณที่ส่งออกมาคือ logic low แสดงได้ดังรูปที่ 4.21



รูปที่ 4.21 สัญญาณเอาต์พุตที่ PIR Circuit เมื่อมีการตรวจจับความเคลื่อนไหวได้

สัญญาณที่ส่งไปยัง Relay เพื่อสั่งงานให้อัดทำงาน คือ logic high แสดงได้ดังรูปที่

4.22



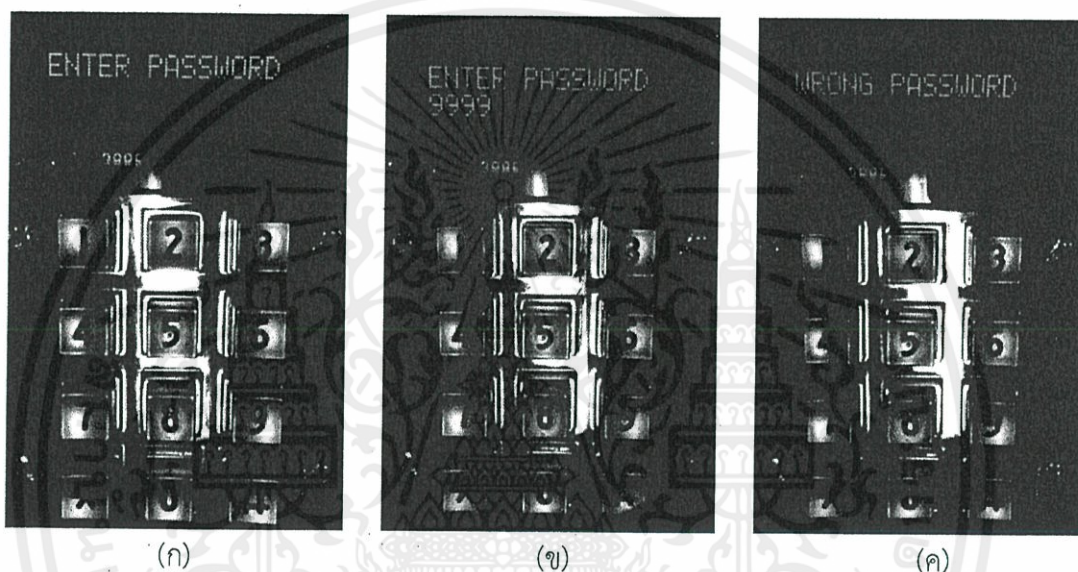
รูปที่ 4.22 สัญญาณที่ Arduino ส่ง logic high ไปยัง Relay เพื่อสั่งงานให้สัญญาณเสียงทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 ส่วนคีย์แพด (Keypad)

เมื่อมีการตรวจจับความเคลื่อนไหวได้แล้ว จอ LCD จะแสดงดังรูปที่ 4.23 (ก) เพื่อให้ใส่รหัสในการ ปิด Main Power เพื่อหยุดสัญญาณเสียงจากกระดิ่งอิเล็กทรอนิกส์

ทำการทดลองโดยทดสอบการเข้ารหัส 4 หลัก แล้วทดสอบด้วยรหัสที่ผิดในที่นี่ทดสอบโดยรหัส 9999 ดังแสดงดังรูปที่ 4.23 (ข) และผลลัพธ์ที่เมื่อใส่รหัสผิดแสดงบนจอ LCD ดังรูปที่ 4.23 (ค) ผลเมื่อใส่รหัสผิดคือเสียงยังไม่หยุด



(ก)

(ข)

(ค)

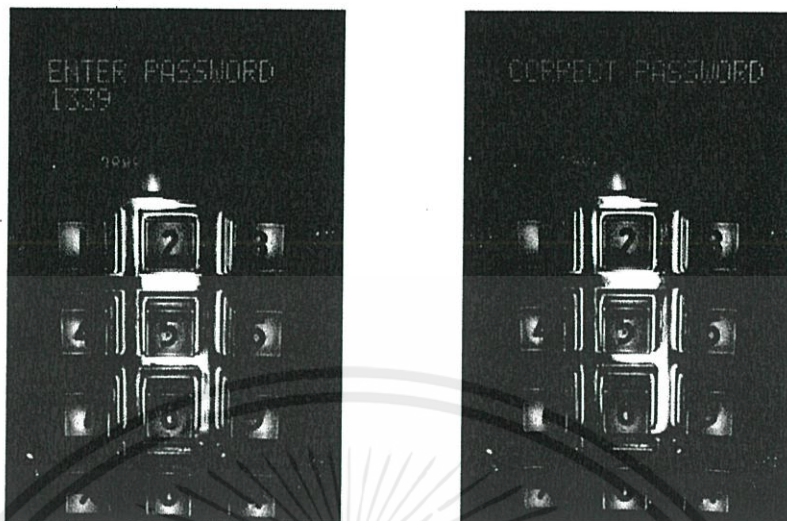
รูปที่ 4.23 (ก) จอ LCD แสดงผลให้ใส่รหัส (ENTER PASSWORD)

(ข) กรหัส 9999

(ค) ผลลัพธ์ที่เมื่อใส่รหัสผิดแสดงบนจอ LCD

จากนั้นทดสอบด้วยรหัสตามที่ได้ตั้งไว้ ซึ่งรหัสที่ถูกต้องคือ 1339 ดังรูปที่ 4.24 (ก) ผลลัพธ์ที่แสดงบนจอ LCD แสดงดังรูปที่ 4.24 (ข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



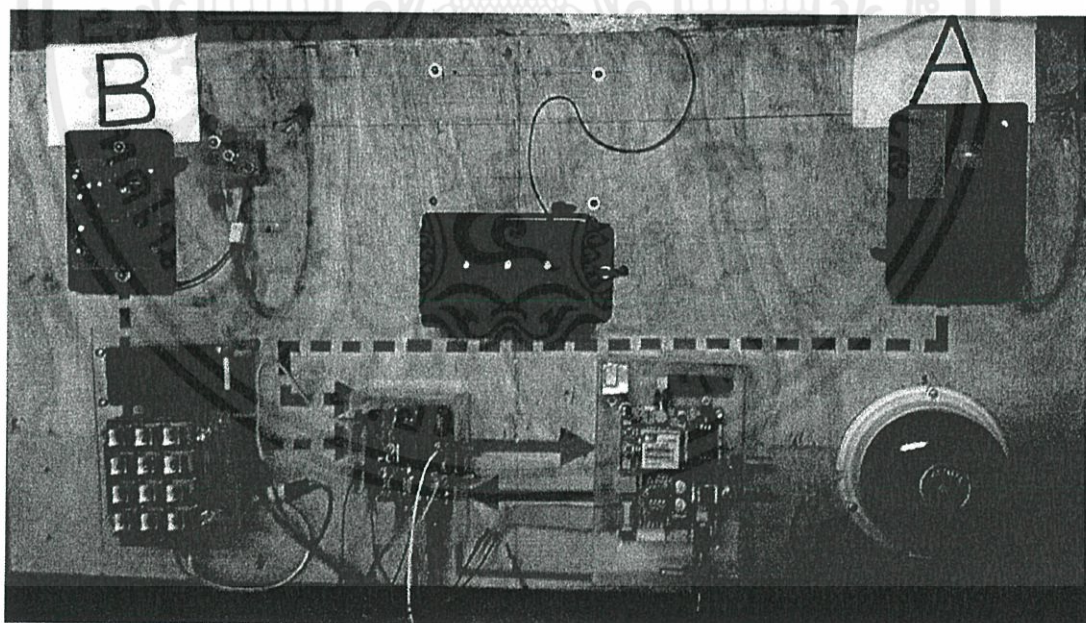
(ก)

(ข)

รูปที่ 4.24 (ก) จอ LCD แสดงผลเมื่อใส่รหัส 1339

(ข) ผลลัพธ์ที่ได้เมื่อใส่รหัสถูก

ในรูปที่ 2.5 แสดงชิ้นงานรวมของปริณญาณิพนธ์นี้



รูปที่ 4.25 ชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

ในสภาวะปกติส่วนของวงจรตรวจจับความเคลื่อนไหวจะส่ง logic high ไปยัง Arduino microcontroller board ตลอดเวลาที่เปิดการใช้งาน เมื่อเซ็นเซอร์สามารถตรวจจับความเคลื่อนไหวขณะมีคนเดินผ่านภายในบริเวณรัศมีการทำงานของเซ็นเซอร์ จะส่งสัญญาณที่ตรวจจับได้ซึ่งเป็น logic low ไปยัง Arduino microcontroller board ซึ่งส่วนของ Arduino microcontroller board สามารถส่งคำสั่งให้กระดิ่งไฟฟ้าทำงานและทำการส่ง AT-Command เพื่อสั่งให้ GSM Module ส่งข้อความและโทรไปยังหมายเลขโทรศัพท์ที่กำหนดไว้ หลังจากได้รับสัญญาณการตรวจจับของเซ็นเซอร์ ในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการหยุดเสียงกระดิ่งไฟฟ้าก็จะมีคีย์แพด เพื่อใส่รหัสในการหยุดเสียง ป้องกันผู้บุกรุกหยุดเสียงกระดิ่งไฟฟ้าเองด้วยการกำหนดรหัสไว้ และส่วนของสวิตซ์ซึ่งใช้ RF Module สามารถใช้ในการเปิด-ปิด เซ็นเซอร์, Arduino microcontroller board และ GSM Module ได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการทดลองที่ได้จาก ส่วนไฟโรอิเล็กทรอนิกส์เซ็นเซอร์ (ส่วนที่ใช้ตรวจจับการเคลื่อนไหว) ส่วนของรีโมท (ส่วนที่ใช้ควบคุมการเปิด-ปิดการทำงาน) GSM Module และ Arduino microcontroller board สามารถเพิ่มจำนวนเซ็นเซอร์การตรวจจับความเคลื่อนไหวได้ ในพื้นที่ที่มีบริเวณกว้างเพราะจะทำให้การตรวจจับความเคลื่อนไหวมีความแม่นยำและมีประสิทธิภาพมากขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถเพิ่มจำนวนหมายเลขโทรศัพท์ของผู้ต้องการรับการแจ้งเตือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- [1] Soloman, Sabrie. *SENSORS Handbook*. North Market Street Graphics :P.R. Donnelley & Sons Company, 1998
- [2] Lang, S.B. *SOURCEBOOK OF PYROELECTRICITY*. Gordon and Breach, 1974
- [3] วิโรจน์ อัครรังสี, ชัชวาทย์ เต็มฤทธิรงค์, กรชูลี ใช้สฤติย์. *การใช้งานออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี*. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด, 2536
- [4] เอกชัย มะการ. *เรียนรู้ เข้าใจ ใช้งาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ด้วย Arduino*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : บริษัท อีทีที จำกัด, 2552
- [5] ประภาพร ช่างไม้. *คู่มือเขียนโปรแกรมภาษา C ฉบับผู้เริ่มต้น*. พิมพ์ครั้งที่ 1. นนทบุรี : บริษัท ไอทีซีอินโฟ ดิสทริบิวเตอร์ เซ็นเตอร์ จำกัด, 2552
- [6] “คุณรู้หรือไม่ “รังสีอินฟราเรด” คืออะไร?”
<http://thailandthermography.igetweb.com/articles/155648/คุณรู้หรือไม่--รังสีอินฟราเรด--คืออะไร-.html>
- [7] Emin Birey Soyer. “*Pyroelectric Infrared (PIR) Sensor Based Event Detection*.” the degree of Master of Science, submitted to the department of Electrical and Electronics Engineering, the Institute of Engineering and Sciences of Bilkent University, 2009
- [8] Glolab Coparation. “Focusing Devices for Pyroelectric Infrared sensors.”
<http://www.glolab.com/focusdevices/focus.html>
- [9] “PIR Motion Sensor Module:DYP-ME003”
http://www.elec Freaks.com/wiki/index.php?title=PIR_Motion_Sensor_Module:DYP-ME003
- [10] วิกีพีเดีย สารานุกรมเสรี. “*ความถี่วิทยุ*.” <http://th.wikipedia.org/wiki/ความถี่วิทยุ>
- [11] บริษัท อีทีที จำกัด. “คู่มือการใช้งาน ET-BASE GSM SIM900.”
http://ett.co.th/prod2013/et-base%20gsm%20sim900/ET-BASE%20GSM%20SIM900_Manual_Th.pdf

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- [12] บริษัท วินัส ซัพพลาย จำกัด. “บทความ Arduino [ตอนที่ 1 เพื่อนใหม่ที่ชื่อ Arduino].”
<http://www.thaieasyelec.com/basic-electronics/บทความ-Arduino-ตอนที่1-แนะนำเพื่อนใหม่ที่ชื่อ-Arduino.html>
- [13] บริษัท วินัส ซัพพลาย จำกัด. “UART / TTL / RS232 / MAX232 / MAX3232 คืออะไร.”
<http://www.thaieasyelec.com/electronics-in-chapter/UART-TTL-RS232-MAX232-MAX3232.html>
- [14] บริษัท อีทีที จำกัด. “คู่มือเรียนรู้และเข้าใจสถาปัตยกรรมไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877.”
<http://ett.co.th/product/21C05.html>
- [15] EngineersGarage. “LCD”
<http://www.engineersgarage.com/electronic-components/16x2-lcd-module-datasheet>
- [16] “KEYPADS.” <https://www.futurlec.com/Keypads.shtml>
- [17] “การติดต่อสวิตช์เมทริกซ์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F887.”
http://www.inex.co.th/store/PIC16F887-19_Keypad4x3.pdf
- [18] “Transmitter and Receiver at 315, 418, 433.92 (434) Mhz SAW Resonator ASK Modulation.” http://www.laipac.com/easy_434a_eng.htm
- [19] Microchip Technology Inc. “KEELOQ® Manchester Encoding Receive Routines”
<http://ww1.microchip.com/downloads/en/AppNotes/91045a.pdf>
- [20] “B&K Precision.” <http://www.directindustry.com/prod/b-k-precision/arbitrary-waveform-function-generators-18583-346232.html>
- [21] “Spectrum Analyzer (AT5011+).”
<http://www.made-in-china.com/showroom/attenelectronics/product-detailNbemuydFSnDo/China-Spectrum-Analyzer-AT5011-.html>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ก
Cord-Word

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Code-Word ที่ใช้กับ RF Module ฟังส่ง

```

#include<pic.h>
#include"delay.h"

__CONFIG(XT&MCLRDIS&WDTDIS);

#define Header 0x20

#define sw1 GP0
#define sw2 GP3
#define sw3 GP1
#define TX GP2

void send_data(unsigned char *data);

void checkSW1(void);
void checkSW2(void);
void checkSW3(void);

unsigned char buff[3];

void main()
{
    TX=0;
    TRIS=0B00001011;
    OPTION=0x00; // pull-up GP0,GP1,GP3, timer0 not use

    if (GPWUF)
    {
        if (!sw1) checkSW1();
        if (!sw3) checkSW3(); // first check sw3 then sw2(hardware limited)
    }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

if (!sw3) checkSW3(); // first check sw3 then sw2(hardware limited)

```

    if (!sw2) checkSW2();
    GPWUF=0;
}
while(1){SLEEP();}
}

```

```

void send_data(unsigned char *data)
{
    unsigned char i,j;

    for (i=0;i<16;i++) // send preamble 16 times
    {
        TX=1;
        DelayBigUs(4890); // 5 mS
        TX=0;
        DelayBigUs(4890); // 5 mS
    }
    DelayBigUs(14738); // Delay 15000 uS // syn bit

    //-----
    TX=1; // start bit
    DelayBigUs(4890); // 5 mS
    TX=0;
    DelayBigUs(4890); // 5 mS
    //-----

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
for (j=0;j<3;j++)

```

{
  for(i=0;i<8;i++)
  {
    if ((data[j] & 0x80) == 0x80)
    {
      TX=1;
      DelayBigUs(4890); // 5 mS
      TX=0;
      DelayBigUs(4890); // 5 mS
    }
    else
    {
      TX=0;
      DelayBigUs(4890); // 5 mS
      TX=1;
      DelayBigUs(4890); // 5 mS
    }
    data[j]=data[j]<<1;
  }
  //----- send stop bit -----
  TX=1;
  DelayBigUs(4890); // 5 mS
  TX=0;
  DelayBigUs(4890); // 5 mS
}
}

```

```
void checkSW1()
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารหลวงสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DelayMs(15);
```

```

if (!sw1)
{
    buff[0]=Header;
    buff[1]=0x01; // channel 1
    buff[2]=buff[0] ^ buff[1];
    send_data(buff);
    while(!sw1);
    DelayMs(15);
}
}

```

```

void checkSW2()
{
    DelayMs(15);
    if (!sw2)
    {
        buff[0]=Header;
        buff[1]=0x02; // channel 2
        buff[2]=buff[0] ^ buff[1];
        send_data(buff);
        while(!sw2);
        DelayMs(15);
    }
}

```

```

void checkSW3()
{
    DelayMs(15);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    buff[0]=Header;

```

```

buff[1]=0x03; // channel 3
buff[2]=buff[0] ^ buff[1];
send_data(buff);
while(!sw3);
DelayMs(15);
}
}

```

Code-Word ที่ใช้กับ RF Module ฟังรับ

```

#include<pic.h>
#include"delay.h"

__CONFIG(XT&MCLRDIS&WDTDIS);

#define Header 0x20
#define RX GP3
#define out1 GP0
#define out2 GP1
#define out3 GP2

unsigned char RXREG[3];

bit get_data(unsigned char *buff);

```

```
bit rx_bit;
```

```
void main()
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DelayBigUs(2430);
```

```

GPIO=0x00;
TRIS=0B00001000;
OPTION=0x03;

while(1)
{
    while(get_data(RXREG));
    if (RXREG[2]==(RXREG[0] ^ RXREG[1]))
    {
        if (RXREG[0]==Header)
        {
            RXREG[1]=RXREG[1] & 0x03;
            if (RXREG[1]==0x01) out1=!out1;
            if (RXREG[1]==0x02) out2=!out2;
            if (RXREG[1]==0x03) out3=!out3;
        }
    }
    DelayMs(50);
}
}

```

```

bit get_data(unsigned char *buff)
{
    unsigned char i,j,T0,count;

```

```

    i=16;

```

```

    count=0;

```

```

    OPTION=0x04; // pre scaler = 32 for counting long time

```

```

    while(--i) // wait preamble

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบริการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

{
  NOP();
  NOP();
  NOP();
  while(RX);
  TMR0=0;
  NOP();
  NOP();
  NOP();
  while(!RX);
  T0=TMR0;
  if (T0==0xFF) return 1; // error
  if ((T0>=146) && (T0<=166)) // 4672-5312 uS it OK.
  {
    count++;
    if ((count>=5)|| (i==0)) break;
  }
}

if (i==0) return 1; // error

OPTION=0x06; // prescaler = 128
T0=0;
while (!(T0>=146) && (T0<=166)) // 18688 - 21248 uS it OK. syn bit
{
  NOP();
  NOP();
  NOP();
  while(RX); // wait syn
  TMR0=0;
  NOP();
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สงวนไว้สำหรับครู ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

NOP();
NOP();
NOP();
while(!RX);
T0=TMR0;
}

while(RX); //wait start bit go low
DelayBigUs(7355); // delay 7500 uS before sampling

for (j=0;j<3;j++)
{
i=8;
buff[j]=0;
while(i--)
{
buff[j]=buff[j]<<1;
rx_bit=RX; // sampling
buff[j]=buff[j] | rx_bit;

if (rx_bit==0)
while(!RX);
else
while(RX);
DelayBigUs(7355); // delay 7500 uS before sampling

}
}
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 if (rx_bit==0)
 ไม่ว่าจะผิดใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
 if (!RX) return 1; // error (no stop bit found)

```

else
    if (!IRX) return 1; // error (no stop bit found)

    /*buff=TEMP[0];
return 0;
}

```

Code-Word สำหรับ Arduino Microcontroller Board

```

int alarm = 12 ;
int pirPin1 = 2 ;
int pirPin2 = 4 ;
int ledPin = 13 ;
char phone_number[] = "+66917245436";
void setup()
{
    Serial.begin(115200);
    pinMode(pirPin1, INPUT);
    pinMode(pirPin2, INPUT);
    pinMode(ledPin, OUTPUT);
    pinMode(alarm, OUTPUT);
    digitalWrite(pirPin1, HIGH);
    digitalWrite(pirPin2, HIGH);
    delay(20000);
    digitalWrite(ledPin, HIGH);
    digitalWrite(alarm, LOW);

}

```

```

void loop()

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 { ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

if ( digitalRead (pirPin1) == LOW )
{
    digitalWrite(ledPin, LOW);
    digitalWrite(alarm, HIGH);

    Serial.print("AT+CMGF=1\r");
    CheckOK();

    Serial.print("AT+CSMP=17,167,0,0\r");
    CheckOK();

    Serial.print("AT+CSCS=\"GSM\"\r");
    CheckOK();

    Serial.print("AT+CMGS=\"");
    Serial.print(phone_number);
    Serial.print("\r");

    CheckReady();
    Serial.print("Danger !! Any moving is detected in ROOM A");
    delay(100);
    Serial.write(0x1A);
    delay(20000);           // wait 20 sec.
    Serial.print("ATD");   // Call to your phone number

    Serial.print(phone_number);
    Serial.print(";r");
    delay(30000);
    Serial.print("ATH\r"); // End call
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

else if (digitalRead (pirPin2) == LOW)
{
    digitalWrite(ledPin, LOW);
    digitalWrite(alarm, HIGH);

    Serial.print("AT+CMGF=1\r");
    CheckOK();

    Serial.print("AT+CSMP=17,167,0,0\r");
    CheckOK();

    Serial.print("AT+CSCS=\"GSM\"\r");
    CheckOK();

    Serial.print("AT+CMGS=\"");
    Serial.print(phone_number);
    Serial.print("\r");

    CheckReady();
    Serial.print("Danger !! Any moving is detected in ROOM B");
    delay(100);
    Serial.write(0x1A);
    delay(20000); // wait 20 sec.
    Serial.print("ATD"); // Call to your phone number

    Serial.print(phone_number);
    Serial.print(";");
    delay(30000);
    Serial.print("ATH\r"); // End call
}
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

void CheckOK()
{
    while(Serial.read()!='K');    // Check "OK"
    delay(100);
}

```

```

void CheckReady()
{
    while(Serial.read()!='>');    // Check ">"
    delay(100);
}

```

Code-Word สำหรับ PIC 16F877

```

void main()
{
    unsigned char password[]={1,3,3,9};
    unsigned char input[4];
    unsigned char keypad[]={0,1,2,3,0,
                             4,5,6,0,
                             7,8,9,0,
                             0,0,0,0,0};

```

```

    unsigned int sp,i;

```

```

    TRISC=0;

```

```

    TRISB=0;

```

```

    TRISD=0xFF;

```

```

    Lcd_Init(&PORTC);

```

```

    PORTB=0;

```

```

    Keypad_Init(&PORTD);

```

```

    Lcd_Cmd(LCD_CURSOR_OFF);

```

```

    RETURN:Lcd_Cmd(LCD_CLEAR);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีผิดลิขสิทธิ์และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

PORTB.F1=0;
Lcd_out(1,1,"ENTER PASSWORD");
for(i=0;j<4;i++)
{
while(!Keypad_Read());
if(Keypad_Read()==13)
{
goto RETURN;
}
sp=Keypad_Read();
input[i]=keypad[sp];
Lcd_Chr(2,i+1,input[i]+48);
while(Keypad_Read());
}
while(Keypad_Read()!=15);
if(input[0]==password[0]&&input[1]==password[1]&&input[2]==password[2]&&input[3]=
=password[3])
{
Lcd_Cmd(LCD_CLEAR);
Lcd_out(1,1,"CORRECT PASSWORD");

}
else
{
Lcd_Cmd(LCD_CLEAR);
Lcd_Out(1,1,"WRONG PASSWORD");
delay_ms(1000);
goto RETURN;
}
if(Keypad_Read()!=13);
{

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีเหตุขัดแย้งเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
goto RETURN;  
}  
  
}  
  
}
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pyroelectric Infrared Radial Sensor



Model:D203S

PIR SENSOR CO., LTD

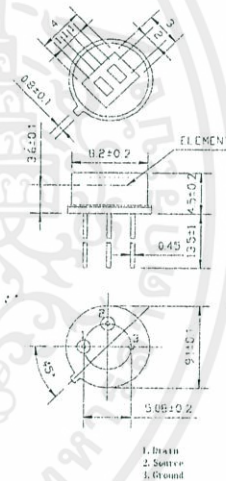
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

General-Purpose Dual Element Pyroelectric Infrared Radial Sensor

The pyroelectric infrared sensor detects infrared radiation on the basis of the characteristics that the polarization of pyroelectric material changes with temperature. Dual compensated sensing elements are applied to suppress the interference resulting from temperature variation. As a result, the operating stability of the sensor is greatly improved. Our products can be used in many applications. Such as in security systems, burglar alarms, visitor acknowledgement, light switch control and intellectualized toy, etc.

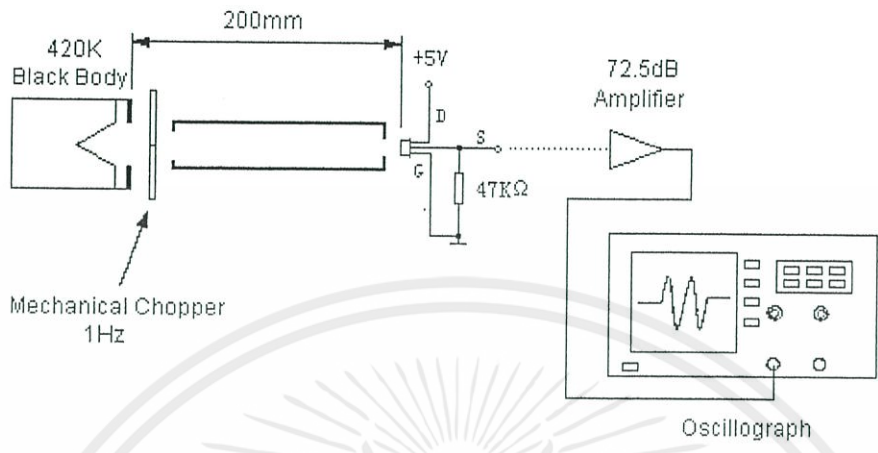
Standard Specifications and Dimensions

Recommended Model	D203S
Encapsulation Type	TO-5
IR Receiving Electrode	2×1mm, 2 elements
Window Size	4×3mm
Spectral Response	5-14μm
Transmittance	≥75%
Signal Output [Vp-p]	≥3500mV
Sensitivity	≥3300V/W
Detectivity (D*)	≥1.4 × 10 ⁸ cmHz ^{1/2} /W
Noise[Vp-p]	<70mV
Output Balance	<10%
Offset Voltage	0.3-1.2V
Supply Voltage	3-15V
Operating Temp.	-30-70°C
Storage Temp.	-40-80°C
Field of View Equivalent Circuit	
Equivalent Circuit	



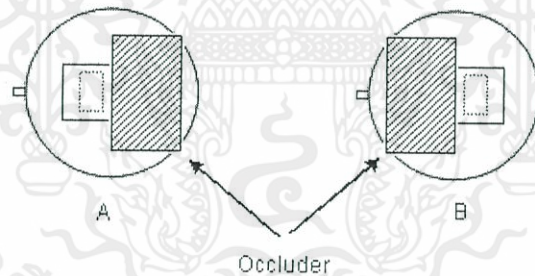
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Test Method



Test conditions

- ◆ Ambient temperature 25°C
- ◆ Black-body temperature 420K(147°C)
- ◆ Modulating frequency 1 Hz, 0.3-3.5Hz Δf,
- ◆ 72.5 dB Amplifier



The sensitivity balance of dual element sensor is calculated through testing the sensitivity (single signal output voltage) of each element and using the following formula:

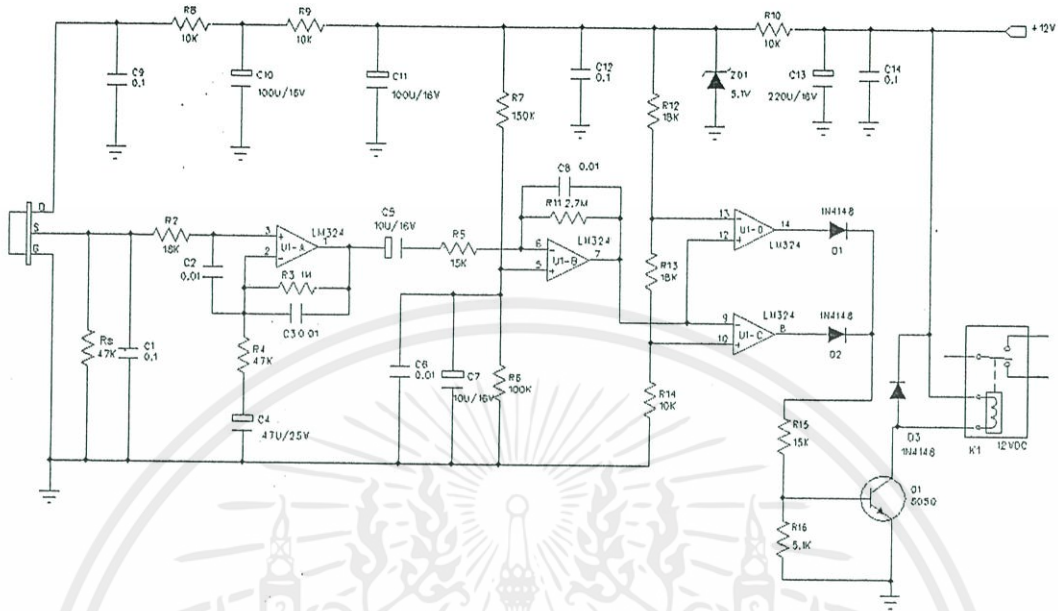
$$\text{Balance} = |V_A - V_B| / (V_A + V_B) \times 100\%$$

V_A = Sensitivity of side A (mVp-p)

V_B = Sensitivity of side B (mVp-p)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

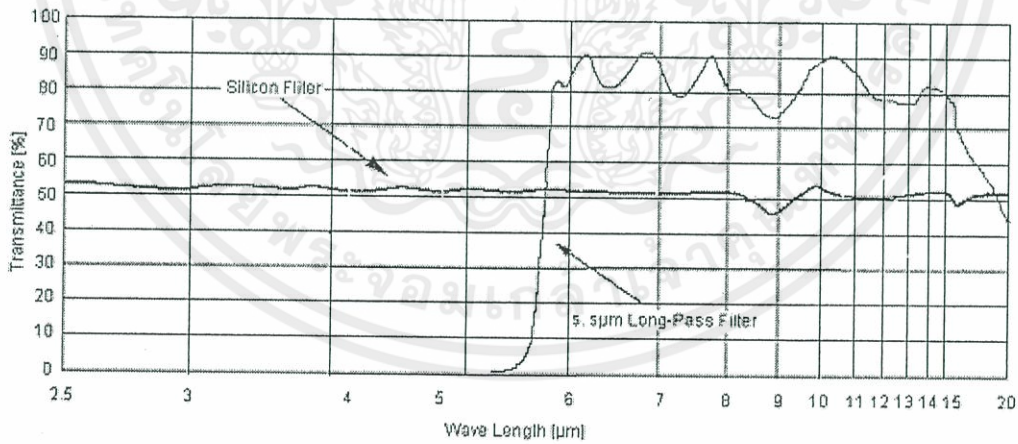
Typical Application



Notice:

- U1A-D:LM324
- Vdd:12V DC
- Rs=47KΩ @ on an offset voltage

Spectral Response of Window Materials



Notice:

The above curve is the typical figure of 5.5 μ m pass IR filter, the curve is the average value of IR transmittance, the window's substrate is vacuum-coated with semiconductor material.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LM124-N/LM224-N/LM324-N/LM2902-N Low Power Quad Operational Amplifiers

Check for Samples: LM124-N, LM224-N, LM2902-N, LM324-N

FEATURES

- Internally Frequency Compensated for Unity Gain
- Large DC Voltage Gain 100 dB
- Wide Bandwidth (Unity Gain) 1 MHz (Temperature Compensated)
- Wide Power Supply Range:
 - Single Supply 3V to 32V
 - or Dual Supplies $\pm 1.5V$ to $\pm 16V$
- Very Low Supply Current Drain (700 μA)—Essentially Independent of Supply Voltage
- Low Input Biasing Current 45 nA (Temperature Compensated)
- Low Input Offset Voltage 2 mV
 - and Offset Current: 5 nA
- Input Common-Mode Voltage Range Includes Ground
- Differential Input Voltage Range Equal to the Power Supply Voltage
- Large Output Voltage Swing 0V to $V^+ - 1.5V$

UNIQUE CHARACTERISTICS

- In the Linear Mode the Input Common-Mode Voltage Range Includes Ground and the Output Voltage can also Swing to Ground, Even Though Operated from Only a Single Power Supply Voltage
- The Unity Gain Cross Frequency is Temperature Compensated
- The Input Bias Current is also Temperature Compensated

ADVANTAGES

- Eliminates Need for Dual Supplies
- Four Internally Compensated Op Amps in a Single Package
- Allows Directly Sensing Near GND and V_{OUT} also Goes to GND
- Compatible with All Forms of Logic
- Power Drain Suitable for Battery Operation

DESCRIPTION

The LM124-N series consists of four independent, high gain, internally frequency compensated operational amplifiers which were designed specifically to operate from a single power supply over a wide range of voltages. Operation from split power supplies is also possible and the low power supply current drain is independent of the magnitude of the power supply voltage.

Application areas include transducer amplifiers, DC gain blocks and all the conventional op amp circuits which now can be more easily implemented in single power supply systems. For example, the LM124-N series can be directly operated off of the standard +5V power supply voltage which is used in digital systems and will easily provide the required interface electronics without requiring the additional $\pm 15V$ power supplies.



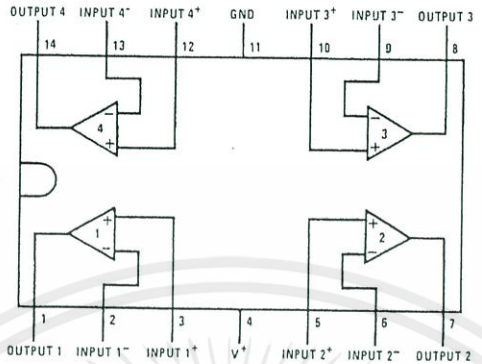
Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.

All trademarks are the property of their respective owners.

PRODUCTION DATA information is current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of the Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

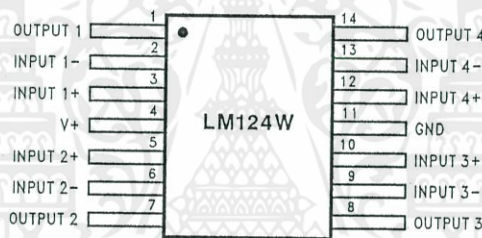
Copyright © 2004, Texas Instruments Incorporated

Connection Diagrams



Note 1: LM124A available per JM38510/11006
 Note 2: LM124-N available per JM38510/11005
 Note 3: See STD Mil DWG 5962R99504 for Radiation Tolerant Device

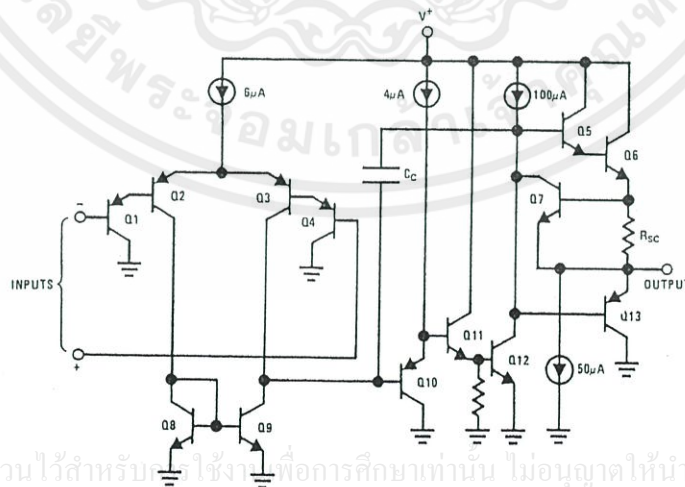
Figure 1. Dual-In-Line Package - Top View
 See Package Number J0014A D0014A or NFF0014A



Note 3: See STD Mil DWG 5962R99504 for Radiation Tolerant Device

Figure 2. See Package Number NAD0014B
 See Package Number NAC0014A

Schematic Diagram
 (Each Amplifier)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



These devices have limited built-in ESD protection. The leads should be shorted together or the device placed in conductive foam during storage or handling to prevent electrostatic damage to the MOS gates.

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS⁽¹⁾⁽²⁾

		LM124-N/LM224-N/LM324-N LM124A/LM224A/LM324A	LM2902-N
Supply Voltage, V*		32V	26V
Differential Input Voltage		32V	26V
Input Voltage		-0.3V to +32V	-0.3V to +26V
Input Current (V _{IN} < -0.3V) ⁽³⁾		50 mA	50 mA
Power Dissipation ⁽⁴⁾	PDIP	1130 mW	1130 mW
	CDIP	1260 mW	1260 mW
	SOIC Package	800 mW	800 mW
Output Short-Circuit to GND (One Amplifier) ⁽⁵⁾			
V* ≤ 15V and T _A = 25°C		Continuous	Continuous
Operating Temperature Range			-40°C to +85°C
LM324-N/LM324A		0°C to +70°C	
LM224-N/LM224A		-25°C to +85°C	
LM124-N/LM124A		-55°C to +125°C	
Storage Temperature Range		-65°C to +150°C	-65°C to +150°C
Lead Temperature (Soldering, 10 seconds)		260°C	260°C
Soldering Information	Dual-In-Line Package	Soldering (10 seconds)	260°C
	Small Outline Package	Vapor Phase (60 seconds)	215°C
		Infrared (15 seconds)	220°C
ESD Tolerance ⁽⁶⁾		250V	250V

- (1) Refer to RETS124AX for LM124A military specifications and refer to RETS124X for LM124-N military specifications.
- (2) If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the Texas Instruments Sales Office/
- (3) This input current will only exist when the voltage at any of the input leads is driven negative. It is due to the collector-base junction of the input PNP transistors becoming forward biased and thereby acting as input diode clamps. In addition to this diode action, there is also lateral NPN parasitic transistor action on the IC chip. This transistor action can cause the output voltages of the op amps to go to the V* voltage level (or to ground for a large overdrive) for the time duration that an input is driven negative. This is not destructive and normal output states will re-establish when the input voltage, which was negative, again returns to a value greater than -0.3V (at 25°C).
- (4) For operating at high temperatures, the LM324-N/LM324A/LM2902-N must be derated based on a +125°C maximum junction temperature and a thermal resistance of 88°C/W which applies for the device soldered in a printed circuit board, operating in a still air ambient. The LM224-N/LM224A and LM124-N/LM124A can be derated based on a +150°C maximum junction temperature. The dissipation is the total of all four amplifiers—use external resistors, where possible, to allow the amplifier to saturate or to reduce the power which is dissipated in the integrated circuit.
- (5) Short circuits from the output to V* can cause excessive heating and eventual destruction. When considering short circuits to ground, the maximum output current is approximately 40 mA independent of the magnitude of V*. At values of supply voltage in excess of +15V, continuous short-circuits can exceed the power dissipation ratings and cause eventual destruction. Destructive dissipation can result from simultaneous shorts on all amplifiers.
- (6) Human body model, 1.5 kΩ in series with 100 pF.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

หากมีข้อผิดพลาดใดๆ กรุณาแจ้งให้เราทราบโดยเร็วที่สุด และขอขอบคุณสำหรับความคิดเห็นที่ส่งมา

KEELOQ[®] Manchester Encoding Receive Routines

*Authors: Lucio Di Jasio
Microchip Technology Inc.*

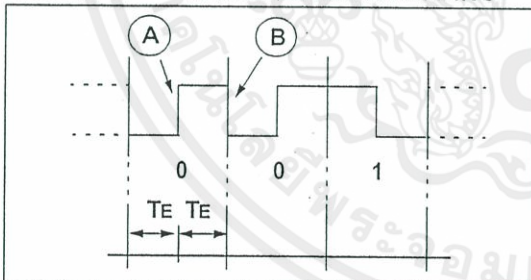
OVERVIEW

All KEELOQ Encoders use a common code word format. They all pack the bits of information in the same number and position in the transmission sequence. While all the encoders offer a basic Pulse Width Modulation (PWM) method to produce a signal that is suitable for radio transmission, many Advanced KEELOQ Encoders (HCS360 and higher) offer alternative methods. One such alternative method is Manchester encoding. This Technical Brief shows PICmicro[®] microcontrollers (MCUs) assembly routines to receive Manchester encoded transmissions.

MANCHESTER ENCODING

In Manchester Encoding, as in PWM, clock and data are encoded in a single synchronous bit stream. In this stream, each bit is represented by a transition. If the bit is a '0', the transition is from low to high. If the bit is a '1', the transition is from high to low (see Figure 1).

FIGURE 1: MANCHESTER ENCODING



In a typical data stream, there will always be a transition at the center of a bit (A), while at the beginning of a bit there will be a transition depending only on the value of the previous bit (B). The encoding may be alternatively viewed as a phase encoding where each bit is encoded by a positive 90 degree phase transition, or a negative 90 degree phase transition. Manchester code is therefore sometimes known as a bi-phase code.

A Manchester encoded signal contains frequent level transitions which allow the receiver to extract the clock signal easily and reliably. The penalty for introducing frequent transitions, is that the Manchester coded signal consumes more bandwidth than the original signal (sequence of logic ones and zeros or NRZ) but it still compares well with the bandwidth requirements of other encoding systems, such as PWM.

A MANCHESTER RECEIVER

The role of a Manchester receiver is that of separating the clock information from the transmission stream in order to properly extract the data. This can be done in hardware by means of a Digital Phase Locked Loop (DPLL) circuit or by means of software techniques, as we will show in the following sections.

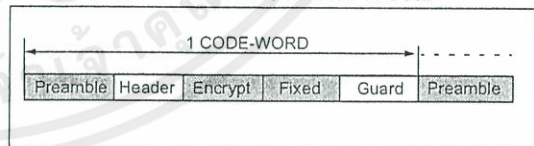
Many different approaches to the problem are possible. This Technical Brief has the sole purpose of offering the reader a starting point for the creation of an interrupt-based Manchester receiver/decoder suitable for use with KEELOQ Encoders.

KEELOQ MANCHESTER FORMAT

When operating in the Manchester mode, Advanced KEELOQ Encoders build the code-word with a common specific sequence. The elementary period (TE) will be used in the following as the measurement unit. TE will vary from 100 μs to 800 μs according to the selected baud-rate.

As shown in Figure 2, the code-word is composed of:

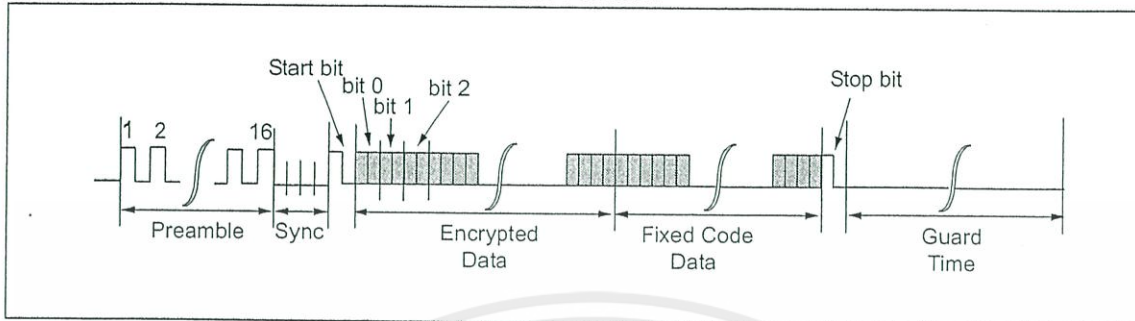
FIGURE 2: KEELOQ CODE-WORD



- Preamble, consisting of 32 transitions (32xTE)
- Synchronization Header, a pause low of 4xTE duration
- Start bit, consisting of logic 1-bit encoding (2xTE)
- Packet of 65+ bits, the actual data bits (N x 2xTE)
- Stop bit, consisting of a logic 1-bit (2xTE)
- Guard Time, a pause before the whole code word is repeated again (length can vary with encoder models).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FIGURE 3: MANCHESTER TRANSMISSION FORMAT



INTERRUPT RECEIVE TECHNIQUES

Interrupts are available on all Microchip 14-bit and 16-bit core PICmicro microcontrollers. Interrupts can be used to implement an efficient receiver for KEELOQ[®] Manchester Encoded transmissions.

The example routine presented in Appendix A is based on a simple principle. Timer0 is used to generate a constant period interrupt multiple of the desired baud rate TE. The multiplying (oversampling) factor RF_OVERS is a user configurable parameter. The value of the parameter (typically in the range of 4 to 8) should be selected as high as possible with the understanding that the higher values will provide more accuracy and flexibility, while causing the interrupt routine to use a larger portion of the CPU processing power.

While the sampling techniques employed in polling and interrupt receivers do not differ much, the whole architecture of a KEELOQ receiver/decoder contains certain advantages and disadvantages. Interrupt-driven receive routines work in the background, while the user main code executes, just as a hardware peripheral would. The only interface between the interrupt service routine and the main program are the buffer that holds the received data (Buffer) and the flag that signals the completion of the receiving process (RF_FULL). A significant advantage is that the code is cleaner and is theoretically easier to maintain.

The main disadvantage of interrupt receiving routines is reduced flexibility. The interrupt mechanism is actually stealing processing power from the CPU, and resources from the microcontroller (Timer0). Therefore, the routine length and complexity must be reduced to a minimum.

Sharing resources with the interrupt routine is possible, but requires some attention. For example, the main program is not allowed to write/reset Timer0. However, it is possible to make an effective use of it and the interrupt timing itself to derive multiple software timers for use in the main loop. Enabling other interrupt sources, adding latency to the receiver interrupt servicing, might cause the receiver sampling point to be misplaced and is therefore to be considered very carefully. No timing

can be achieved in the Main Loop by means of simple counters (loops) since the interrupt mechanism will interfere slightly randomizing the loops duration.

These recommendations are common to all the applications that make use of interrupts.

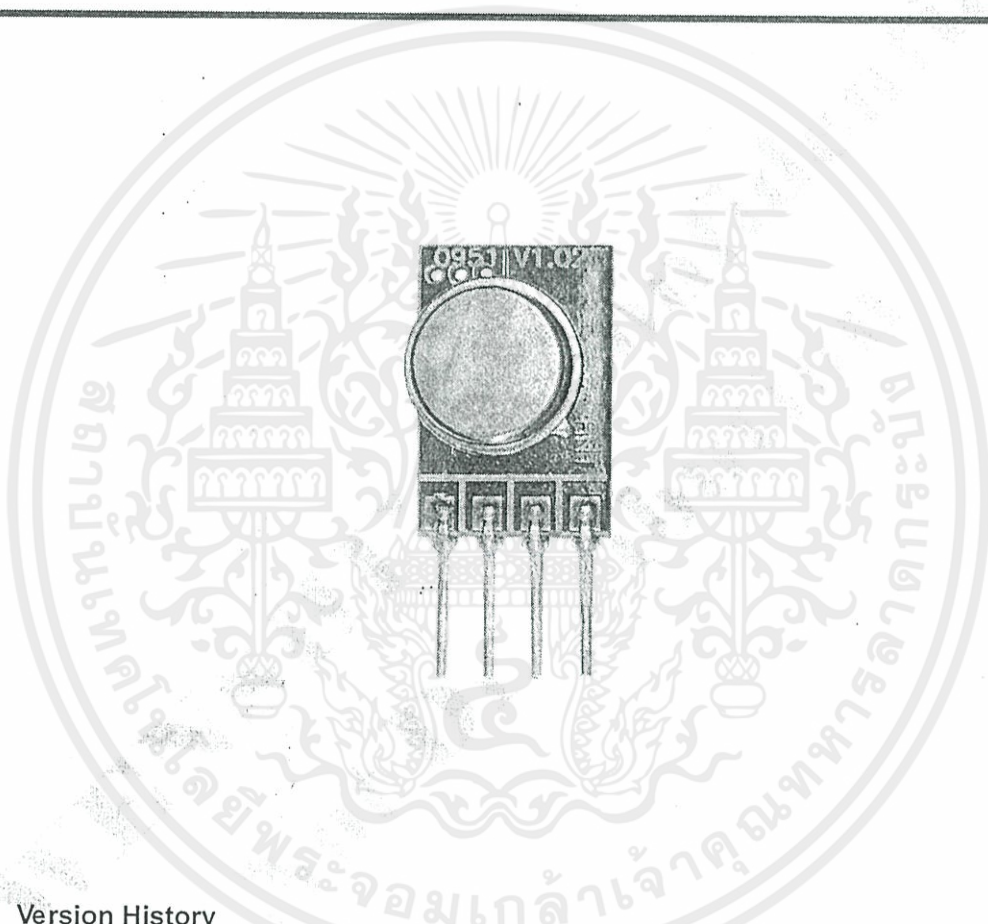
CODE DESCRIPTION

The Interrupt Service Routine (ISR) samples the radio receiver digital output and looks for transitions. The ISR operates as a simple state machine capable of four states (see Figure 4).

The sampling rate is determined by the continuous reloading of Timer0 (with TIMER_VALUE). It provides a fixed time base to schedule the execution of one of the state routines according to the value of the variable RF State. Each of these state routines is responsible for the advancement of the process to a previous or subsequent state according to a set of rules that determine the actual receiver working mechanism. Each state routine is responsible for loading a skip counter (RFSkip) with a value of one, to make the execution flow continuous. The skip counter may be loaded with a value larger than one to add a delay and postpone the execution of the next (same) state routine by a multiple of the interrupt timer period, when required.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

 Wireless Hi Power Transmitter Module (RF ASK)



Version History

Version	Date	Changes
V1.01	Mar. 01, 2002	1 st . Edition
V1.02	Jul. 05, 2008	2 nd . Edition
V1.03	Oct. 20, 2010	3 rd . Edition

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<http://www.wenshing.com.tw> ; <http://www.rf.net.tw>

TWS-BS Series Datasheet P.1

Model : TWS-BS-3

- Frequency Range: 433.92MHz
- Modulate Mode: ASK
- Circuit Shape: SAW
- Data Rate: 8Kbps
- Supply Voltage: 1.5~12V
- Output Power : 14dBm
- Working temperature: -20~+85°C
- Solder temperature: 230°C(10 seconds).
- High sensitivity is designed.

Application

● Wireless Data Transmission	● Wireless Game Pad
● Remote Control	● Wireless Toys
● Car Key	● Home Automation
● AMR- Automatic Meter Reading	● Remote Keyless Entry

Absolute Maximum Rating

Rating	Value	Unit
Power Supply and All Input/ Output Pins	-0.3~+12.0	V
Non-Operating Case Temperature	-20~+85	°C
Soldering Temperature(10 seconds)	230	°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<http://www.wenshing.com.tw> ; <http://www.rf.net.tw>

TWS-BS Series Datasheet P.2

Electrical Characteristic

Characteristic	Min	Type	Max	Unit
Operating Frequency ($\pm 250\text{KHz}$)	433.67	433.92	434.17	MHz
Data Rate			8	Kbps
Current Consumption			8	mA
Output Power			32	mW
Operating Voltage	3		12	Vdc
Operating Ambient Temperature	-20		+85	$^{\circ}\text{C}$

Pin Assignment

Pin	Function
1	GND
2	Data in
3	Vcc
4	ANT



1 2 3 4

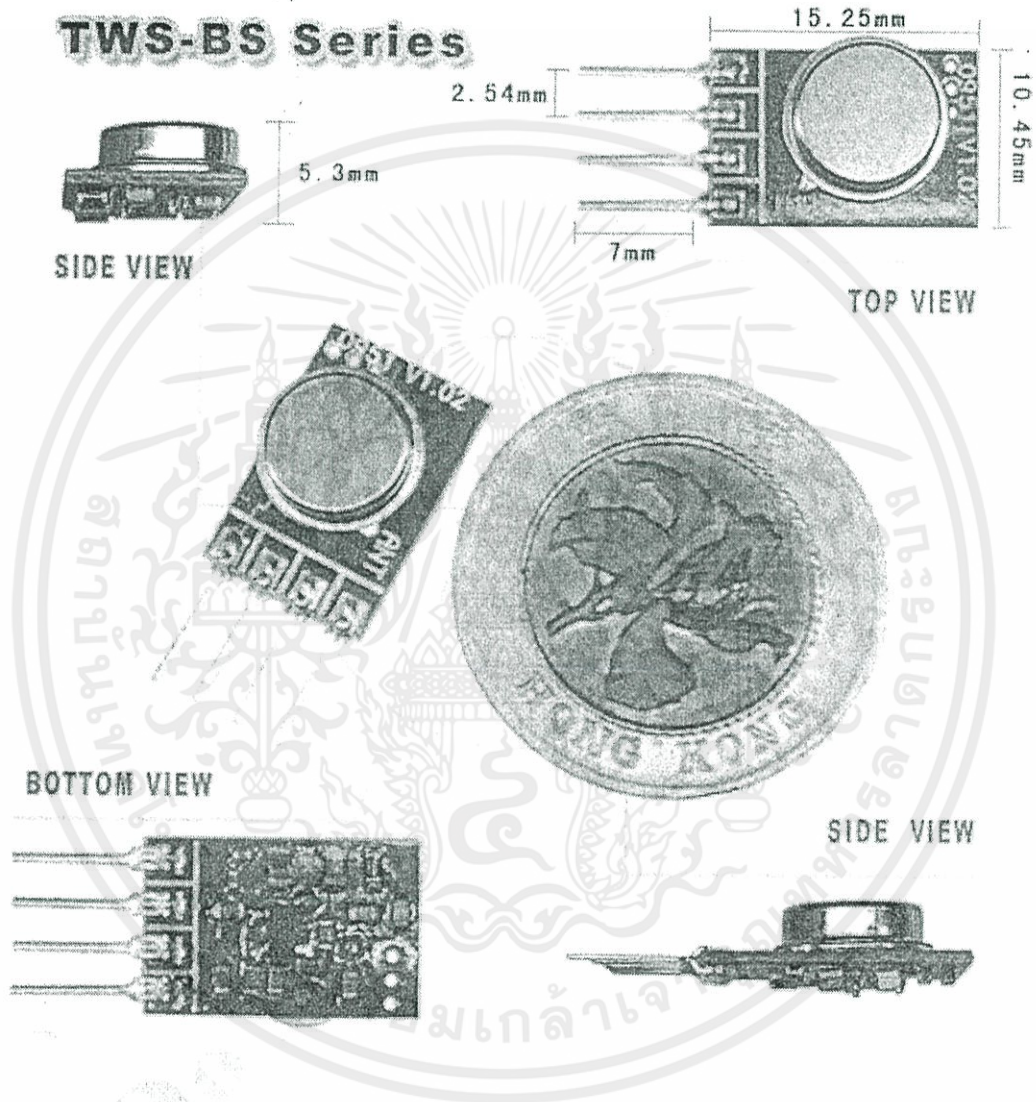
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆก็ตาม ผู้อื่นมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<http://www.wenshing.com.tw> ; <http://www.rf.net.tw>

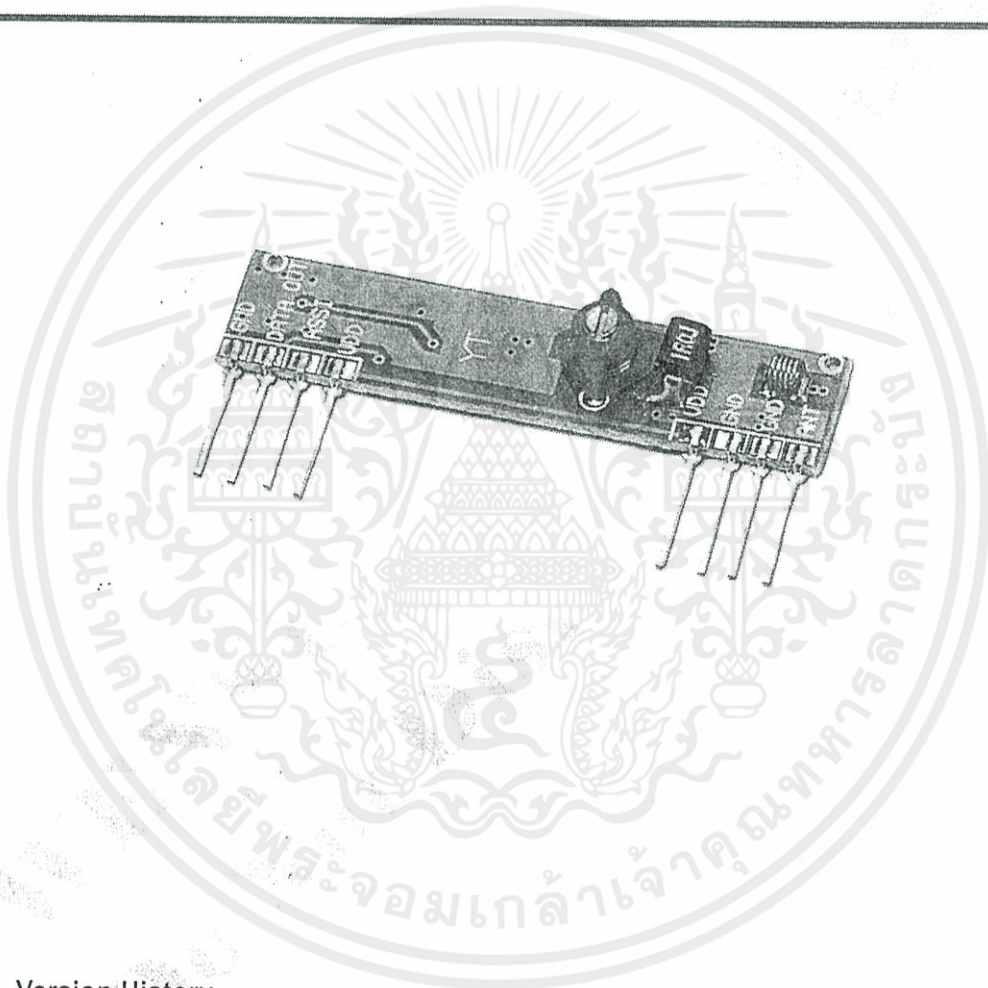
TWS-BS Series Datasheet P.3

Size



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
<http://www.wenshing.com.tw> ; <http://www.rf.net.tw>

 Wireless Hi Sensitivity Receiver Module (RF ASK)



Version History

Version	Date	Changes
V1.01	Mar.7, 2004	1 st . Edition
V1.02	Jul.2,2008	2 nd . Edition

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<http://www.wenshing.com.tw> ; <http://www.rf.net.tw>

RWS-374 Datasheet P.1

Model: RWS-374-3

- Frequency Range: 315MHz
- Modulate Mode: ASK
- Circuit Shape: LC
- Data Rate: 4800 bps
- Selectivity: -108 dBm
- Channel Spacing: ± 500 KHz
- Supply Voltage: 5V
- High sensitivity passive design
- Simple to apply with low external count

Electrical Characteristic

Characteristic	Sym	Min	Type	Max	Unit
Operating Radio Frequency	FC	314.500	315.000	315.500	MHz
Sensitivity	Pref.	-106	-108	-110	dBm
Channel Width		-500		+ 500	KHz
Noise Equivalent BW	NEB		5	4	
Baseband Data Rate				3	KB/S
Receiver Turn On Time				3	ms

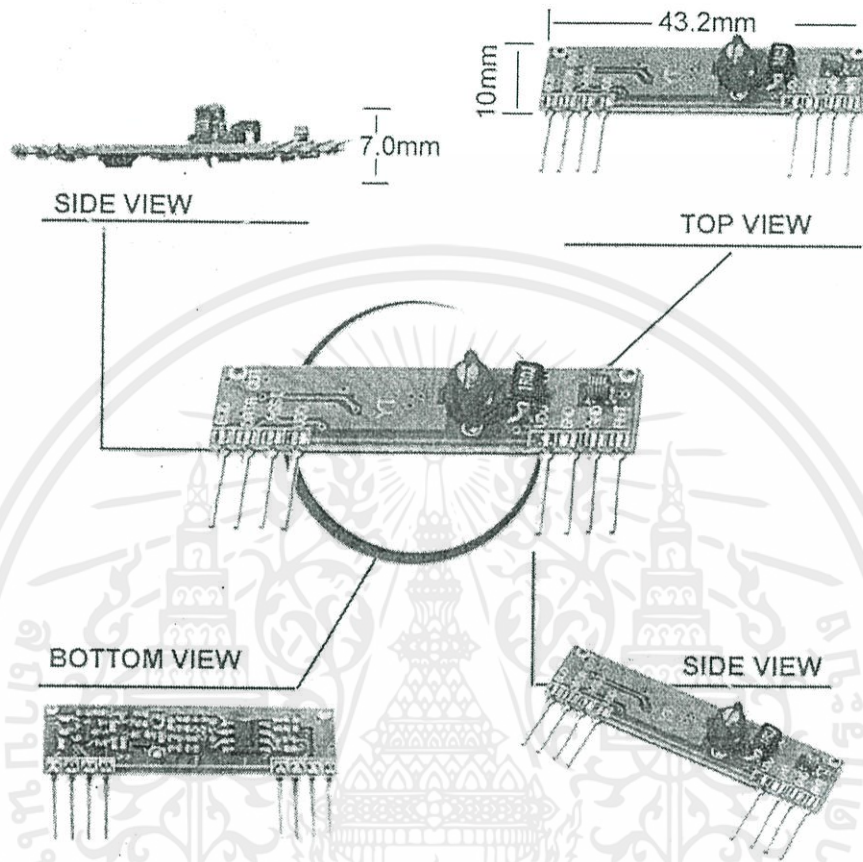
DC Characteristic

Symbol	Parameter	Condition	Min	Type	Max	Unit
Vcc	Operating Supply Voltage		4.9	5	5.1	
I Tot	Operating Supply Voltage			4.5		
V Data	Data Out	1 Data=+200uA (High)	Vcc -0.5	Vcc		V
		1 Data=-10uA (Low)			0.3	V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า

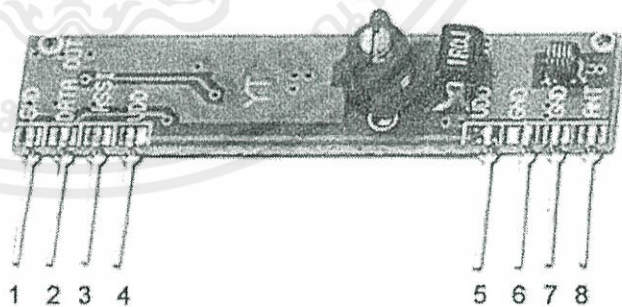
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกหนึ่งท่านมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
<http://www.wenshing.com.tw> ; <http://www.rf.net.tw>

Size



Pin Assignment

Pin	Function
1	GND
2	Digital Output
3	Linear Out
4	VCC
5	VCC
6	GND
7	GND
8	ANT(About 13cm)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<http://www.wenshing.com.tw>; <http://www.rf.net.tw>

RWS-374 Datasheet P.3



MICROCHIP

PIC12F508/509/16F505

8/14-Pin, 8-Bit Flash Microcontrollers

Devices Included In This Data Sheet:

- PIC12F508
- PIC12F509
- PIC16F505

High-Performance RISC CPU:

- Only 33 Single-Word Instructions to Learn
- All Single-Cycle Instructions Except for Program Branches, which are Two-Cycle
- 12-Bit Wide Instructions
- 2-Level Deep Hardware Stack
- Direct, Indirect and Relative Addressing modes for Data and Instructions
- 8-Bit Wide Data Path
- 8 Special Function Hardware Registers
- Operating Speed:
 - DC – 20 MHz clock input (PIC16F505 only)
 - DC – 200 ns instruction cycle (PIC16F505 only)
 - DC – 4 MHz clock input
 - DC – 1000 ns instruction cycle

Special Microcontroller Features:

- 4 MHz Precision Internal Oscillator:
 - Factory calibrated to $\pm 1\%$
- In-Circuit Serial Programming™ (ICSP™)
- In-Circuit Debugging (ICD) Support
- Power-On Reset (POR)
- Device Reset Timer (DRT)
- Watchdog Timer (WDT) with Dedicated On-Chip RC Oscillator for Reliable Operation
- Programmable Code Protection
- Multiplexed MCLR Input Pin
- Internal Weak Pull-Ups on I/O Pins
- Power-Saving Sleep mode
- Wake-Wp from Sleep on Pin Change
- Selectable Oscillator Options:
 - INTRC: 4 MHz precision Internal oscillator
 - EXTRC: External low-cost RC oscillator
 - XT: Standard crystal/resonator
 - HS: High-speed crystal/resonator (PIC16F505 only)
 - LP: Power-saving, low-frequency crystal
 - EC: High-speed external clock input (PIC16F505 only)

Low-Power Features/CMOS Technology:

- Operating Current:
 - < 175 μ A @ 2V, 4 MHz, typical
- Standby Current:
 - 100 nA @ 2V, typical
- Low-Power, High-Speed Flash Technology:
 - 100,000 Flash endurance
 - > 40 year retention
- Fully Static Design
- Wide Operating Voltage Range: 2.0V to 5.5V
- Wide Temperature Range:
 - Industrial: -40°C to +85°C
 - Extended: -40°C to +125°C

Peripheral Features (PIC12F508/509):

- 6 I/O Pins:
 - 5 I/O pins with individual direction control
 - 1 input only pin
 - High current sink/source for direct LED drive
 - Wake-on-change
 - Weak pull-ups
- 8-Bit Real-Time Clock/Counter (TMR0) with 8-Bit Programmable Prescaler

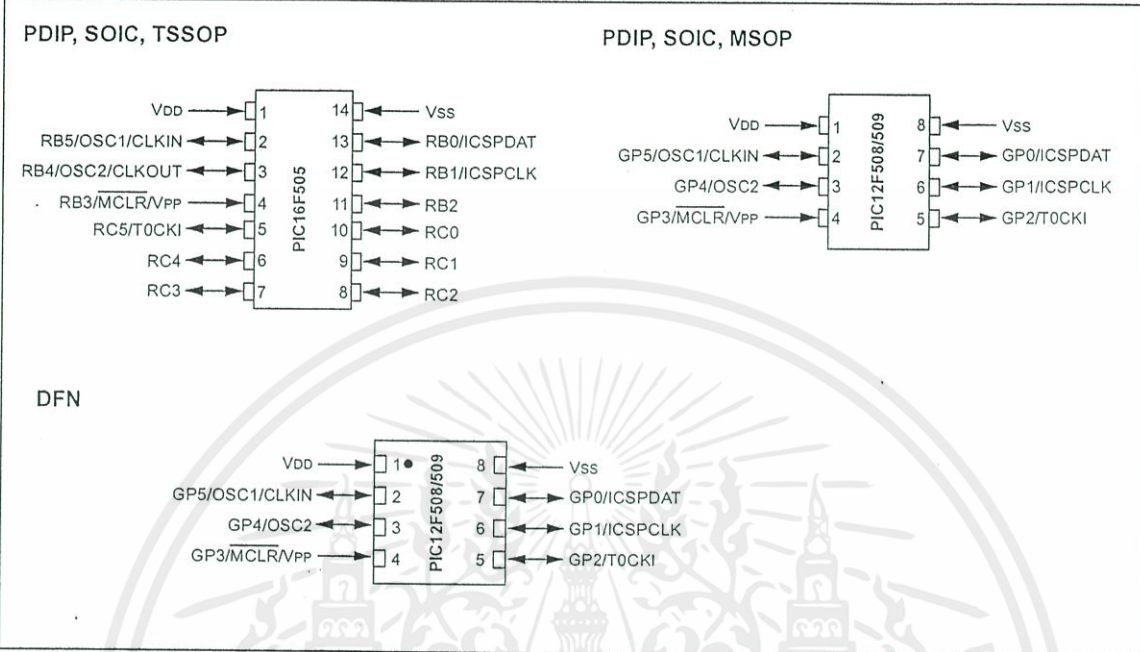
Peripheral Features (PIC16F505):

- 12 I/O Pins:
 - 11 I/O pins with individual direction control
 - 1 input only pin
 - High current sink/source for direct LED drive
 - Wake-on-change
 - Weak pull-ups
- 8-Bit Real-Time Clock/Counter (TMR0) with 8-Bit Programmable Prescaler

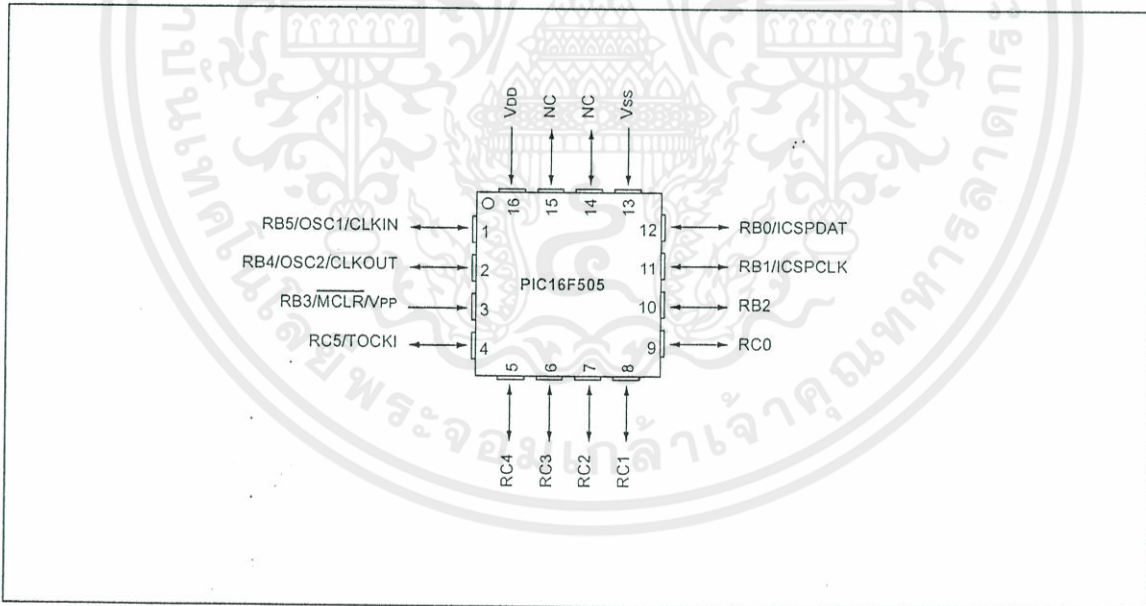
เอกสารนี้เป็นเอกสารของบริษัทไมโครชิพที่จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยามให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PIC12F508/509/16F505

Pin Diagrams



PIC16F505 16-Pin Diagram (QFN)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PIC12F508/509/16F505

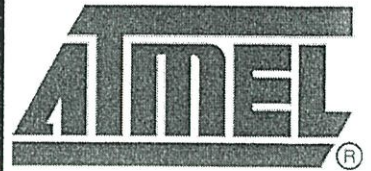
Device	Program Memory	Data Memory	I/O	Timers 8-bit
	Flash (words)	SRAM (bytes)		
PIC12F508	512	25	6	1
PIC12F509	1024	41	6	1
PIC16F505	1024	72	12	1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Features

- High Performance, Low Power AVR[®] 8-Bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
 - 131 Powerful Instructions – Most Single Clock Cycle Execution
 - 32 x 8 General Purpose Working Registers
 - Fully Static Operation
 - Up to 20 MIPS Throughput at 20 MHz
 - On-chip 2-cycle Multiplier
- High Endurance Non-volatile Memory Segments
 - 4/8/16/32K Bytes of In-System Self-Programmable Flash program memory (ATmega48PA/88PA/168PA/328P)
 - 256/512/512/1K Bytes EEPROM (ATmega48PA/88PA/168PA/328P)
 - 512/1K/1K/2K Bytes Internal SRAM (ATmega48PA/88PA/168PA/328P)
 - Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/100,000 EEPROM
 - Data retention: 20 years at 85°C/100 years at 25°C⁽¹⁾
 - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
In-System Programming by On-chip Boot Program
True Read-While-Write Operation
 - Programming Lock for Software Security
- Peripheral Features
 - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescaler and Compare Mode
 - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
 - Real Time Counter with Separate Oscillator
 - Six PWM Channels
 - 8-channel 10-bit ADC in TQFP and QFN/MLF package
Temperature Measurement
 - 6-channel 10-bit ADC in PDIP Package
Temperature Measurement
 - Programmable Serial USART
 - Master/Slave SPI Serial Interface
 - Byte-oriented 2-wire Serial Interface (Philips I²C compatible)
 - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
 - On-chip Analog Comparator
 - Interrupt and Wake-up on Pin Change
- Special Microcontroller Features
 - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
 - Internal Calibrated Oscillator
 - External and Internal Interrupt Sources
 - Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby, and Extended Standby
- I/O and Packages
 - 23 Programmable I/O Lines
 - 28-pin PDIP, 32-lead TQFP, 28-pad QFN/MLF and 32-pad QFN/MLF
- Operating Voltage:
 - 1.8 - 5.5V for ATmega48PA/88PA/168PA/328P
- Temperature Range:
 - -40°C to 85°C
- Speed Grade:
 - 0 - 20 MHz @ 1.8 - 5.5V
- Low Power Consumption at 1 MHz, 1.8V, 25°C for ATmega48PA/88PA/168PA/328P:
 - Active Mode: 0.2 mA
 - Power-down Mode: 0.1 µA
 - Power-save Mode: 0.75 µA (Including 32 kHz RTC)



8-bit AVR[®]
Microcontroller
with 4/8/16/32K
Bytes In-System
Programmable
Flash

ATmega48PA
ATmega88PA
ATmega168PA
ATmega328P

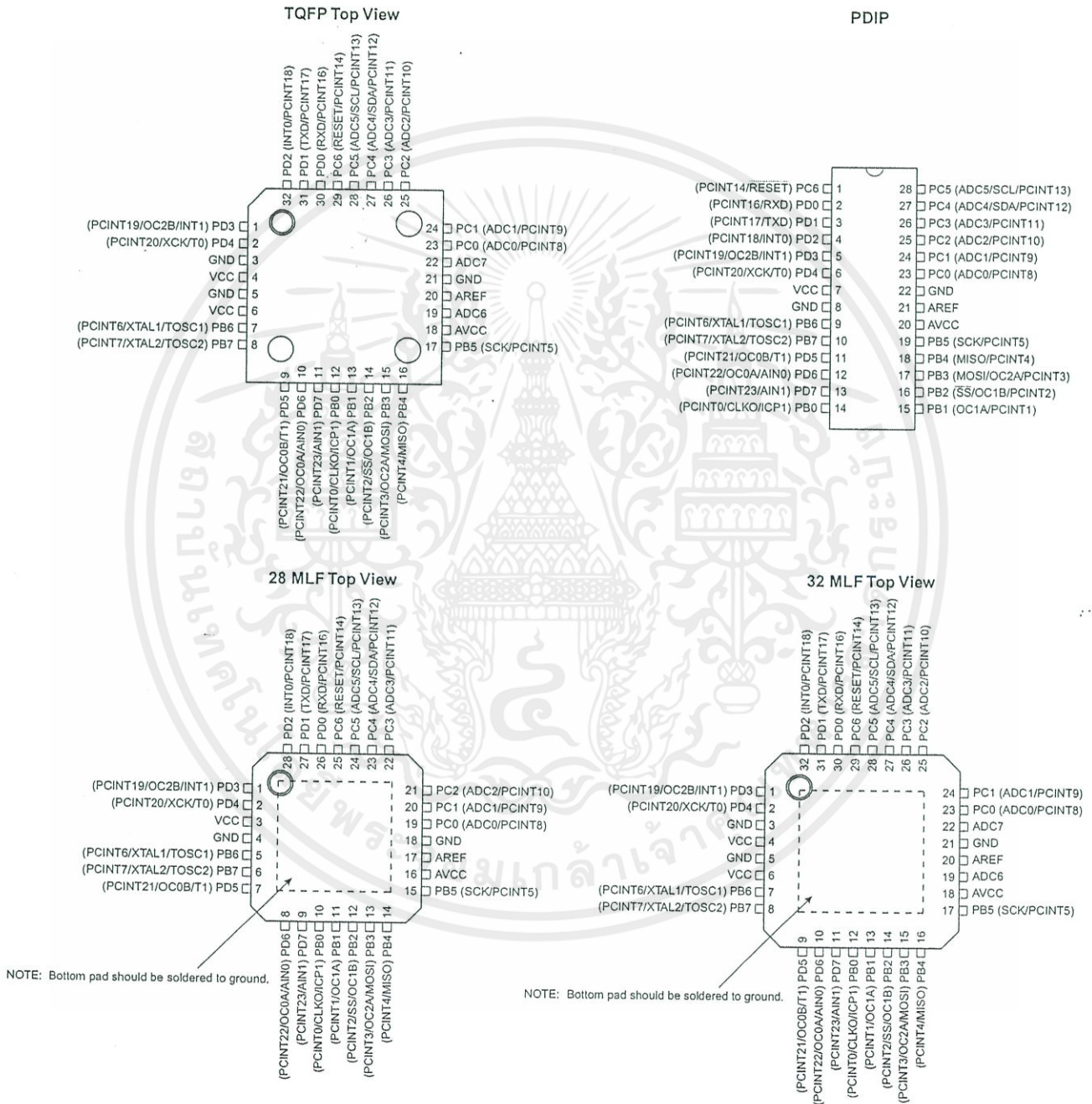
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์อื่นใด (Rev. 8161D-AVR-10/09)

ไม่ว่ากรณีใดๆก็ตาม อีกร่างพิมพ์มีให้ดัดแปลงเนื้อหาอย่างอิสระถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



1. Pin Configurations

Figure 1-1. Pinout ATmega48PA/88PA/168PA/328P



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาดังกล่าวข้างต้นหรือแจ้งถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้