# ระบบบรรยายอัตโนมัติ

# AUTOMATIC TOUR GUIDE SYSTEM


โดย

นางสาวเตชิตา พิทักษ์อัครโยธิน

นายธนัท แก้วนิมิตร

นายศักดิ์ชาย ทองลา


ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2556

# ระบบบรรยายอัตโนมัติ
# AUTOMATIC TOUR GUIDE SYSTEM


โดย

นางสาวเตชิตา พิทักษ์อัครโยธิน

นายธนัท แก้วนิมิตร

นายศักดิ์ชาย ทองลา


ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2556

# ระบบบรรยายอัตโนมัติ

# AUTOMATIC TOUR GUIDE SYSTEM


โดย

| | | |
|---|---|---|
| นางสาวเตชิตา | พิทักษ์อัครโยธิน | 53010554 |
| นายธนัท | แก้วนิมิตร | 53010670 |
| นายศักดิ์ชาย | ทองลา | 53011554 |

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร. ยุทธพงษ์ รังสรรค์เสรี


ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2556

ผ่านการตรวจรูปเล่มแล้ว

(.....)

อาจารย์ที่ปรึกษา

5/3/57

KMITL วิศวกรรมโทรคมนาคม Telecommunications Engineering

ผ่านการตรวจชิ้นงานแล้ว

(.....)

กรรมการผู้ตรวจชิ้นงาน

12/3/57

KMITL วิศวกรรมโทรคมนาคม Telecommunications Engineering

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2556

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบบรรยายอัตโนมัติ

AUTOMATIC TOUR GUIDE SYSTEM


ผู้จัดทำ

1. นางสาวเตชิตา พิทักษ์อัครโยธิน 53010554
2. นายธนัท แก้วนิมิตร 53010670
3. นายศักดิ์ชาย ทองลา 53011554


..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ดร. ยุทธพงษ์ รังสรรค์เสรี )

# กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้จะสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความช่วยเหลือและชี้แนะจากหลายท่าน ผู้จัดทำขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร. ยุทธพงษ์ รังสรรค์เสรี ที่ให้คำปรึกษาชี้แนะเป็นอย่างดีตลอดระยะเวลาในการทำโครงงานนี้ อีกทั้งยังคอยช่วยเหลือในด้านต่างๆ และขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่คอยดูแลเลี้ยงดูและส่งเสียค่าเล่าเรียน ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ ที่คอยช่วยให้คำแนะนำในการทำงาน ตลอดจนขอขอบพระคุณภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคมที่ให้โอกาสคณะผู้จัดทำได้ทำโครงงานนี้

นางสาวเตชิตา พิทักษ์อัครโยธิน
นายธนัท แก้วนิมิตร
นายศักดิ์ชาย ทองลา
ผู้จัดทำ

ระบบบรรยายอัตโนมัติ

AUTOMATIC TOUR GUIDE SYSTEM

**โดย** นางสาวเตชิตา พิทักษ์อัครโยธิน 53010554
นายธนัท แก้วนิมิตร 53010670
นายศักดิ์ชาย ทองลา 53011554

**อาจารย์ที่ปรึกษา** รศ.ดร. ยุทธพงษ์ รังสรรค์เสรี

**บทคัดย่อ**

ปริญญานิพนธ์นี้ทำการศึกษาและออกแบบระบบบรรยายอัตโนมัติ ซึ่งประกอบด้วยภาคส่งภาครับและส่วนกลาง โดยที่ภาคส่งเซนเซอร์จะตรวจจับการเปลี่ยนแปลงระดับรังสีอินฟราเรดที่แผ่ออกมาจากมนุษย์ในขณะเคลื่อนไหว เมื่อมีการตรวจจับความเคลื่อนไหว เซนเซอร์จะส่งสัญญาณพัลส์ให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ จากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งข้อมูลตำแหน่งไปยังภาครับผ่านอาร์เอฟโมดูล ที่ภาครับจะทำการประมวลผลข้อมูลตำแหน่งที่รับมาจากภาคส่งแล้วแสดงผลเป็นเสียงคำบรรยาย ในส่วนของระบบส่วนกลางจะมีเซนเซอร์ตรวจจับคนเข้าออกพร้อมเก็บค่าเวลาลงในฐานข้อมูล และมีวินโดว์แอพพลิเคชันสำหรับแสดงผลข้อมูลนั้น นอกจากนี้ยังมีระบบที่ทำให้ผู้ใช้งานสามารถกดปุ่มเรียกเจ้าหน้าที่มายังตำแหน่งของผู้ใช้งานได้

ABSTRACT

This project proposes and constructs automatic tour guide system. It composes of transmitter, receiver and central system. At transmitter, sensor detects the change in the infrared radiation emitted from a human movement. After that it sends pulse wave to microcontroller. The pulse wave is processed and inverted location address by microcontroller. RF module sends the location address to receiver. At receiver, the location address is processed and then description sound displays. For the central system, there is a sensor performing detection of incoming and outgoing attendees together with recording their incoming or outgoing time. There is also an application to present the data. Furthermore, there is a system which allows the attendees to call for the staff to come to their position.

# สารบัญ


| | | หน้า |
|---|---|---|
| กิตติกรรมประกาศ | | I |
| บทคัดย่อ | | II |
| สารบัญ | | III |
| สารบัญรูป | | VII |
| สารบัญตาราง | | xI |
| **บทที่ 1** | **บทนำ** | 1 |
| | 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา | 1 |
| | 1.2 วัตถุประสงค์ | 1 |
| | 1.3 ขอบเขตของโครงงาน | 2 |
| **บทที่ 2** | **ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง** | 3 |
| | 2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ | 3 |
| | 2.1.1 ความหมายของไมโครคอนโทรลเลอร์ | 3 |
| | 2.1.2 โครงสร้างโดยทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์ | 3 |
| | 2.1.3 การจัดหน่วยความจำ | 5 |
| | 2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR | 6 |
| | 2.2.1 โครงสร้าง AVR - ATMEGA328 | 7 |
| | 2.2.2 การอินเตอร์รัพท์ | 8 |
| | 2.2.2.1 ประเภทของการอินเตอร์รัพท์ | 8 |
| | 2.2.2.2 หลักการทำงานของอินเตอร์รัพท์ | 9 |
| | 2.2.3 การติดต่อแบบ SPI (Serial Peripheral Interface) | 10 |
| | 2.2.4 UART | 11 |
| | 2.3 อินฟราเรดเซนเซอร์ | 12 |
| | 2.3.1 เซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว | 13 |
| | 2.3.2 แอกทีพอินฟราเรดเซนเซอร์ | 15 |

# สารบัญ (ต่อ)


| | | หน้า |
|---|---|---|
| | 2.4 ออสซิลเลเตอร์ | 15 |
| | 2.5 ระบบจัดการฐานข้อมูล | 18 |
| | 2.5.1 ความหมายของระบบจัดการฐานข้อมูล | 18 |
| | 2.5.2 ภาษาที่ใช้กับฐานข้อมูล | 20 |
| | 2.5.2.1 ภาษาสำหรับกำหนดโครงสร้างหรือนิยามข้อมูล(DDL) | 20 |
| | 2.5.2.2 ภาษาสำหรับการใช้ข้อมูล (DML) | 20 |
| | 2.5.3 ประเภทแบบจำลองระบบฐานข้อมูล | 21 |
| | 2.5.4 MySQL | 21 |
| | 2.5.4.1 สถาปัตยกรรมของ MySQL | 22 |
| | 2.5.4.2 ประเภทข้อมูลและตารางข้อมูลใน MySQL | 23 |
| | 2.5.4.3 คำสั่งต่างๆ ใน MySQL | 27 |
| **บทที่ 3** | **การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์** | 28 |
| | 3.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ | 32 |
| | 3.1.1 การออกแบบ | 32 |
| | 3.1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง | 33 |
| | 3.1.3 การจัดเก็บผลการทดลอง | 33 |
| | 3.2 โมดูล nRF24l01+ | 40 |
| | 3.2.1 การออกแบบ | 44 |
| | 3.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง | 47 |
| | 3.2.3 การจัดเก็บผลการทดลอง | 47 |
| | 3.3 ระบบส่วนกลาง | 47 |
| | 3.3.1 การออกแบบ | 47 |
| | 3.4 เซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว | 49 |
| | 3.4.1 การออกแบบ | 50 |
| | 3.4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง | 50 |

# สารบัญ (ต่อ)


| | | หน้า |
|---|---|---|
| | 3.4.3 การจัดเก็บผลการทดลอง | 51 |
| | 3.4.3.1 การจัดเก็บผลการทดลองของวงจรเซนเซอร์ | 51 |
| | 3.4.3.2 การจัดเก็บผลกำลังขยายของวงจรเซนเซอร์ | 51 |
| | 3.5 วงจรกำเนิดสัญญาณรูปสี่เหลี่ยมความถี่ 38 kHz | 52 |
| | 3.5.1 การออกแบบ | 52 |
| | 3.5.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง | 53 |
| | 3.5.3 การจัดเก็บผลการทดลอง | 53 |
| | 3.6 แอกทีพอินฟราเรดเซนเซอร์ | 53 |
| | 3.6.1 การออกแบบ | 54 |
| | 3.6.1.1 วงจรแอกทีพอินฟราเรดเซนเซอร์ (ด้านส่ง) | 54 |
| | 3.6.1.2 วงจรอินฟราเรดเซนเซอร์ (ด้านรับ) | 54 |
| | 3.6.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง | 55 |
| | 3.6.3 การจัดเก็บผลการทดลอง | 55 |
| | 3.7 MP3 module | 56 |
| | 3.7.1 การออกแบบ | 56 |
| | 3.7.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง | 56 |
| | 3.7.3 การจัดเก็บผลการทดลอง | 56 |
| **บทที่ 4** | **ผลการทดลอง** | 57 |
| | 4.1 ผลการทดสอบไมโครคอนโทรลเลอร์ | 57 |
| | 4.2 ผลการทดสอบโมดูล nRF24l01+ | 57 |
| | 4.2.1 ฝั่งส่ง | 57 |
| | 4.2.2 ฝั่งรับ | 59 |
| | 4.3 ผลการทดสอบระบบส่วนกลาง | 63 |
| | 4.4 ผลการทดสอบวงจรเซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว | 64 |
| | 4.4.1 ผลการทดสอบกำลังขยายภาคที่ 1 ของวงจรเซนเซอร์ | 64 |

# สารบัญ (ต่อ)


| | | หน้า |
|---|---|---|
| | 4.4.2 ผลการทดลองกำลังขยายภาคที่ 2 ของวงจรเซนเซอร์ | 66 |
| | 4.4.3 ผลการทดสอบวงจรเซนเซอร์ | 68 |
| | 4.5 ผลการทดสอบวงจรกำเนิดสัญญาณรูปสี่เหลี่ยมความถี่ 38 kHz | 71 |
| | 4.6 ผลการทดสอบวงจรแอกทีพอินฟราเรดเซนเซอร์ | 71 |
| | 4.7 ผลการทดสอบ Audio module | 72 |
| **บทที่ 5** | **สรุปผลและข้อเสนอแนะ** | 74 |
| | 5.1 สรุปผล | 74 |
| | 5.2 ข้อเสนอแนะ | 74 |
| **บรรณานุกรม** | | 75 |
| **ภาคผนวก** | | 76 |

# สารบัญรูป


| รูปที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 2.1 | โครงสร้างโดยทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์ | 4 |
| 2.2 | โครงสร้าง AVR - ATMEGA328 | 7 |
| 2.3 | การต่ออุปกรณ์ของระบบบัส SPI | 10 |
| 2.4 | การทำงานของ PIR sensor | 14 |
| 2.5 | แสดงลักษณะรูปคลื่นชนิดต่างๆ ที่สามารถผลิตขึ้นมาจากวงจร | 16 |
| 2.6 | แสดงวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาโดยใช้ไอซี 555 | 17 |
| 2.7 | แสดงโครงสร้างของระบบจัดการฐานข้อมูลและระบบปฏิบัติการ | 19 |
| 3.1 | ภาพรวมของโครงงาน | 29 |
| 3.2 | บล็อกไดอะแกรมภาคส่ง | 29 |
| 3.3 | บล็อกไดอะแกรมภาครับ | 30 |
| 3.4 | บล็อกไดอะแกรมระบบส่วนกลาง | 30 |
| 3.5 | วงจรภาคส่ง | 31 |
| 3.6 | วงจรภาครับ | 31 |
| 3.7 | วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ | 32 |
| 3.8 | ตั้งค่าโปรแกรมเพื่อระบุรุ่นของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ | 34 |
| 3.9 | ตรวจสอบพอร์ทที่ใช้ติดต่อกับคอมพิวเตอร์ | 35 |
| 3.10 | เปิดโปรแกรมไฟกระพริบเพื่อทดสอบบอร์ด | 36 |
| 3.11 | ตรวจสอบ software ว่าสามารถใช้งานได้ | 37 |
| 3.12 | ส่งคำสั่งไปยังบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ | 38 |
| 3.13 | แสดงการ Upload เสร็จสมบูรณ์ | 39 |
| 3.14 | วงจรโมดูล nRF24l01+ | 40 |
| 3.15 | บล็อกไดอะแกรมของโมดูลรับส่งสัญญาณวิทยุ | 41 |
| 3.16 | Enhanced ShockBurst แพ็กเกต | 42 |
| 3.17 | Packet Control Field | 42 |
| 3.18 | Flowchart การทำงานของภาคส่ง | 44 |

# สารบัญรูป (ต่อ)


| รูปที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 3.19 | Flowchart การทำงานของภาครับ | 46 |
| 3.20 | Flowchart การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ส่วนกลาง | 48 |
| 3.21 | Flowchart ของวินโดว์แอพพลิเคชัน (Window Application) | 49 |
| 3.22 | แสดงหลักการทำงานของเซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว | 49 |
| 3.23 | วงจรเซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว | 50 |
| 3.24 | วงจรกำเนิดสัญญาณรูปสี่เหลี่ยม | 52 |
| 3.25 | บล็อกไดอะแกรมของระบบอินฟราเรดเซนเซอร์ | 53 |
| 3.26 | วงจรแอคทีพอินฟราเรดเซนเซอร์ (ด้านส่ง) | 54 |
| 3.27 | วงจรอินฟราเรดเซนเซอร์ (ด้านรับ) | 55 |
| 3.28 | บล็อกไดอะแกรมของไอซี VS1003b | 56 |
| 4.1 | สัญญาณพัลส์ที่วัดได้จากขา 13 ที่ต่อกับ LED ในขณะไฟกระพริบ | 57 |
| 4.2 | CH1 แพ็กเกตที่ส่งจากไมโครคอนโทรเลอร์<br>CH2 สัญญาณนาฬิกา | 58 |
| 4.3 | สเปกตรัมของโมดูล nRF24l01+ ทำงานที่ความถี่ 2.464 GHz กำลัง -0.14 DBm | 58 |
| 4.4 | สเปกตรัมของโมดูล nRF24l01+ ทำงานที่ความถี่ 2.464 GHz CNR เท่ากับ 77.80 dB | 59 |
| 4.5 | CH1 แพ็กเกตที่รับจากโมดูล nRF24l01+<br>CH2 สัญญาณนาฬิกา | 60 |
| 4.6 | สเปกตรัมของโมดูล nRF24l01+ ฝั่งรับ กำลังที่รับได้ -58.09 dBm แบนด์วิดธ์ที่ -3dB กว้าง 1 MHz วัดที่ระยะ 70 เมตร เป็นระยะมากที่สุดเท่าที่เครื่องรับสามารถรับข้อมูลได้ | 60 |
| 4.7 | สเปกตรัมของโมดูล nRF24l01+ ทำงานที่ความถี่ 2.464 วัดที่ระยะ 70 เมตร เป็นระยะมากที่สุดเท่าที่เครื่องรับสามารถรับข้อมูลได้ CNR เท่ากับ 21.11 dB วัดที่อุณหภูมิ 29 องศาเซลเซียส | 61 |

# สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า


| รูปที่ | | |
|---|---|---|
| 4.8 | หน้าจอแสดงผลเลือกภาษาและเมื่อผู้ใช้อยู่จุดต่าง ๆ | 62 |
| 4.9 | วินโดว์แอปพลิเคชันระบบบรรยายอัตโนมัติ | 63 |
| 4.10 | ตารางบันทึกเวลาคนเข้าที่ถูกเก็บในฐานข้อมูล | 63 |
| 4.11 | ตารางบันทึกเวลาคนออกที่ถูกเก็บในฐานข้อมูล | 64 |
| 4.12 | กราฟผลตอบสนองทางความถี่ของส่วนขยายของวงจรเซนเซอร์ภาคที่ 1 | 65 |
| 4.13 | Channel 1 : วัดสัญญาณรูปไซน์ที่ป้อนเข้าที่ขา 10 ของ LM324 | 65 |
| | Channel 2 : วัดสัญญาณเอาท์พุตที่ขา 8 ของ LM324 | 66 |
| 4.14 | กราฟผลตอบสนองทางความถี่ของส่วนขยายของวงจรเซนเซอร์ภาคที่ 2 | 67 |
| 4.15 | Channel 1 : วัดสัญญาณรูปไซน์ที่ป้อนเข้าที่ขา 10 ของ LM324 | 68 |
| | Channel 2 : วัดสัญญาณเอาท์พุตที่ขา 7 ของ LM324 | |
| 4.16 | วัดสัญญาณหลังจากผ่านส่วนขยายทั้งสองภาค โดยวัดที่ขา 7 ของ LM324 ในวงจรเซนเซอร์ | 68 |
| 4.17 | Channel 1 : วัดสัญญาณหลังจากผ่าน comparator ที่ขา 1 ของ LM324 | 69 |
| | Channel 2 : วัดสัญญาณหลังจากผ่าน comparator ที่ขา 14 ของ LM324 | |
| 4.18 | Channel 1 : วัดสัญญาณหลังจากผ่าน comparator ที่ขา 1 ของ LM324 | 69 |
| | Channel 2 : วัดสัญญาณหลังจากผ่านไดโอด (D3 และ D4) ที่จุด O | |
| 4.19 | Channel 1 : วัดสัญญาณหลังจากผ่าน comparator ที่ขา 14 ของ LM324 | 70 |
| | Channel 2 : วัดสัญญาณหลังจากผ่านไดโอด (D3 และ D4) ที่จุด O | |
| 4.20 | Channel 1 : วัดสัญญาณเอาท์พุตของวงจรเซนเซอร์ | 70 |
| | Channel 2 : วัดสัญญาณหลังจากผ่านไดโอด (D3 และ D4) ที่จุด O | |

# สารบัญรูป (ต่อ)


| รูปที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 4.21 | วัดสัญญาณเอาท์พุตของวงจรกำเนิดสัญญาณรูปสี่เหลี่ยมความถี่ 38 kHz ที่ขา 3 ของไอซี 555 | 71 |
| 4.22 | Channel 1 : วัดสัญญาณที่ขาคอลเลคเตอร์ในวงจรรูปที่ 3.26 ในขณะที่ป้อนสัญญาณรูปสี่เหลี่ยมความถี่ 1 Hz เข้าที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์<br>Channel 2 : วัดสัญญาณที่ขา 1 (ขาเอาท์พุต) ของโมดูลอินฟราเรดฝั่งรับตัวที่หนึ่ง | 71 |
| 4.23 | Channel 1 : วัดสัญญาณที่ขา 1 (ขาเอาท์พุต) ของโมดูลอินฟราเรดฝั่งรับตัวที่หนึ่ง<br>Channel 2 : วัดสัญญาณที่ขา 1 (ขาเอาท์พุต) ของโมดูลอินฟราเรดฝั่งรับตัวที่สอง ในขณะที่ห่างจากโมดูลตัวที่หนึ่ง 10 cm | 72 |
| 4.24 | เพลงที่ถูกเล่นโดย audio module ซึ่งถูกควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ | 72 |
| 4.25 | เสียงเทสโทนความถี่ 1kHz ที่เล่นโดย Audio module ที่ถูกควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ | 73 |

# สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

2.1 แสดงคำสั่งต่างๆใน MySQL 27

4.1 ผลการทดสอบกำลังขยายภาคที่ 1 ของวงจรเซนเซอร์ 64

4.2 ผลการทดสอบกำลังขยายภาคที่ 2 ของวงจรเซนเซอร์ 66

# บทที่ 1

# บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

พิพิธภัณฑ์เป็นอาคารหรือสถาบันที่จัดตั้งขึ้นเพื่อเก็บรักษาวัตถุที่มนุษย์ทำขึ้นทั้งในรูปแบบของโบราณวัตถุ วิทยาศาสตร์ ศิลปะ และประวัติศาสตร์ พิพิธภัณฑสถานมักจะให้บริการแก่สาธารณชนเพื่อประโยชน์ในการศึกษา สันทนาการ และแสดงความภูมิใจของท้องถิ่น

การศึกษาเป็นการพัฒนาคนในทุกๆ ด้าน ไม่เฉพาะเพียงให้ความรู้เท่านั้น ดังนั้น การศึกษาจึงไม่ได้อยู่เพียงที่นักเรียนแต่อยู่ที่สิ่งแวดล้อมทุกแห่ง และพิพิธภัณฑ์ก็เป็นสถานที่ที่สำคัญยิ่งแห่งหนึ่ง ซึ่งจะเป็นสถานที่ที่สามารถพัฒนาในเรื่องความคิด ความเข้าใจ คุณค่า ทัศนคติได้อย่างกว้างขวาง การศึกษาในพิพิธภัณฑ์มีส่วนช่วยส่งเสริมให้เด็กใช้ความคิดใช้เหตุผล สร้างทัศนคติที่ดี และสร้างความรู้สึกเร้าความสนใจในวิทยาการแขนงต่างๆ ให้ความรู้ความเข้าใจในข้อเท็จจริง ฝึกทักษะในการศึกษาค้นคว้า มีความคิดพิจารณารอบคอบกระตุ้นให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ สร้างนิสัยให้ตื่นตัวในการศึกษาหาความรู้อยู่ตลอดเวลา

จะเห็นว่าพิพิธภัณฑ์ถือเป็นแหล่งรวมความรู้ที่สำคัญของชาติ ดังนั้นการให้ข้อมูลข่าวสารของพิพิธภัณฑ์จึงเป็นเรื่องที่สำคัญยิ่ง ผู้จัดทำจึงได้คิดและสร้างเครื่องบรรยายอัตโนมัติขึ้น โดยเครื่องบรรยายอัตโนมัตินี้จะสามารถให้ข้อมูลกับผู้เข้าชมพิพิธภัณฑ์ได้เป็นอย่างเป็นส่วนตัว ผู้เข้าชมสามารถรับข้อมูลได้เองอัตโนมัติและสามารถเลือกรับข้อมูลในภาษาของตนเองได้ โดยไม่จำเป็นต้องเดินเป็นกลุ่มใหญ่เพื่อรับฟังข้อมูลพร้อมๆ กัน ทำให้สะดวกสบายมากยิ่งขึ้นเพราะเครื่องบรรยายนี้ไร้สาย นอกจากนี้ยังสามารถใช้เครื่องบรรยายอัตโนมัติกับสถานที่ท่องเที่ยวต่างๆ ที่ไม่มีวิทยากรคอยให้ข้อมูลเกี่ยวกับสถานที่ท่องเที่ยวนั้นๆ

## 1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการตรวจจับความเคลื่อนไหวด้วยเซนเซอร์

2. เพื่อศึกษาการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

3. เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมคำสั่งของไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมอาร์เอฟโมดูลให้ทำการรับส่งข้อมูล

4. เพื่อศึกษาการเขียนคำสั่งไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมออดิโอโมดูลและแสดงผลเสียงบรรยาย

5. เพื่อสร้างระบบส่วนกลางที่สามารถเก็บข้อมูลจำนวนคนเข้าออกและแสดงผลตลอดจนสามารถแจ้งเจ้าหน้าที่ส่วนกลางเมื่อมีผู้ใช้ขอความช่วยเหลือ

6. เพื่อสร้างระบบบรรยายอัตโนมัติ

## 1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1) ออกแบบระบบส่งและรับสัญญาณแบบไร้สาย

2) ออกแบบและสร้างเซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวของร่างกายคน

3) ออกแบบและสร้างเซนเซอร์อินฟราเรดเพื่อใช้ในการนับจำนวนคนเข้าออก

4) ออกแบบและสร้างระบบส่วนกลาง

5) ออกแบบและสร้างระบบบรรยายอัตโนมัติ โดยที่ด้านส่งเซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหวแล้วส่งสัญญาณให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ จากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งสัญญาณไปยังภาครับผ่านอาร์เอฟโมดูล ที่ภาครับจะทำการประมวลผลข้อมูลตำแหน่งที่รับมาจากภาคส่งแล้วแสดงผลเป็นเสียงคำบรรยาย

# บทที่ 2

# ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์

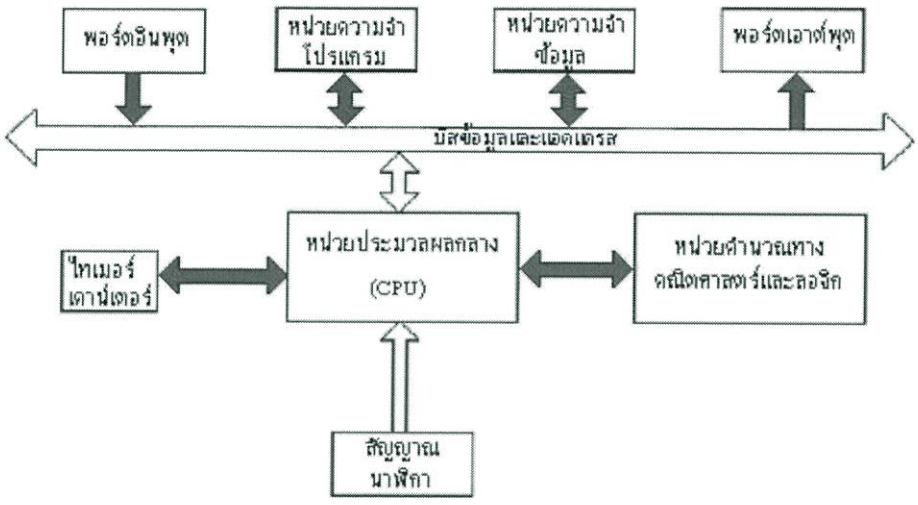
### 2.1.1 ความหมายของไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ มาจากคำ 2 คำ คำแรกคือ ไมโคร (Micro) หมายถึงขนาดเล็ก และคำว่า คอนโทรลเลอร์ (Controller) หมายถึงตัวควบคุมหรืออุปกรณ์ควบคุม ดังนั้น ไมโครคอนโทรลเลอร์จึงหมายถึงอุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก แต่ในตัวอุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็กนี้ได้บรรจุความสามารถที่คล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์ที่คนส่วนใหญ่คุ้นเคย กล่าวคือ ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ ได้รวมเอาซีพียู หน่วยความจำ และพอร์ท ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักของคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกัน โดยการบรรจุไว้ในตัวเดียวกัน ซึ่งสามารถป้อนชุดคำสั่งให้สามารถทำงานได้อย่างอัตโนมัติด้วยรูปแบบการเขียนโปรแกรมต่างๆตามความถนัด

ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นระบบที่รวบรวมอุปกรณ์ต่างๆ อยู่ภายใน เช่น RAM ROM และอื่นๆ เพื่อความสะดวกในการใช้งาน ชิปไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นมีขนาดเล็กที่มีความสามารถสูง แต่บางอุปกรณ์ที่ต้องการคาปาซิเตอร์ที่มีความจุสูงๆ ไม่สามารถบรรจุได้ในชิปเพียงตัวเดียว อีกทั้งการรวบรวมอุปกรณ์ไม่สามารถรวบรวมได้ทุกชนิด ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์จึงแบ่งเป็นอนุกรม กำกับด้วยหมายเลขลำดับที่บรรจุความสามารถในการควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ไว้ภายใน

### 2.1.2 โครงสร้างโดยทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์

โครงสร้างโดยทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น สามารถแบ่งการทำงานออกมาได้เป็น 5 ส่วนใหญ่ๆได้ในรูปที่ 2.1




รูปที่ 2.1 โครงสร้างโดยทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์

ที่มา : http://microcon.weebly.com/basic-of-micro.html

1. หน่วยประมวลผลกลาง (Control Processing Unit : CPU)

2. หน่วยความจำ (Memory) สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน หน่วยความจำที่มีไว้สำหรับเก็บโปรแกรมหลัก (Program memory) เปรียบเสมือนฮาร์ดดิสก์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ นั่นคือข้อมูลใดๆ ที่ถูกเก็บไว้ในที่นี้จะไม่สูญหายไปแม้ไม่มีไฟเลี้ยงก็ตาม อีกส่วนหนึ่งคือ หน่วยความจำข้อมูล (Data memory) ใช้เป็นเหมือนกระดาษทดในการคำนวณของซีพียูและเป็นที่พักข้อมูลชั่วคราวขณะทำงาน แต่หากไม่มีไฟเลี้ยง ข้อมูลก็จะหายไปคล้ายกับหน่วยความจำแรม (RAM) ในเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไป แต่สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์สมัยใหม่ หน่วยความจำข้อมูลมีทั้งที่เป็นหน่วยความจำแรม และเป็นอีอีพรอม (EEPROM : Erasable Electrically Read-Only Memory) ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้แม้ไม่มีไฟเลี้ยง

3. ส่วนติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก หรือพอร์ท (Port) มี 2 ลักษณะคือ พอร์ทอินพุต (Input port) และพอร์ทส่งสัญญาณ หรือพอร์ทเอาต์พุต (Output port) ส่วนนี้จะใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกถือว่าเป็นส่วนที่สำคัญมาก ใช้ร่วมกันระหว่างพอร์ทอินพุตเพื่อรับสัญญาณ

4. ช่องทางเดินของสัญญาณหรือบัส (BUS) คือเส้นทางการแลกเปลี่ยนสัญญาณข้อมูลระหว่างซีพียู หน่วยความจำและพอร์ท เป็นลักษณะของสายสัญญาณจำนวนมากอยู่ภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์โดยแบ่งเป็นบัสข้อมูล (Data bus), บัสแอดเดรส (Address bus) และบัสควบคุม (Control bus)

5. วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา นับเป็นส่วนประกอบที่สำคัญมากอีกส่วนหนึ่ง เนื่องจากการทำงานที่เกิดขึ้นในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์จะขึ้นอยู่กับการกำหนดจังหวะ หากสัญญาณนาฬิกามีความถี่สูง จังหวะการทำงานก็จะสามารถทำได้ถี่ขึ้น ส่งผลให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวนั้นมีความเร็วในการประมวลผลสูงตามไปด้วย

6. ตัวนับเวลา (Timer/Counter)

7. หน่วยควบคุมการอินเตอร์รัพท์ (Interrupt Controller)

ส่วนประกอบเหล่านี้เป็นเพียงส่วนประกอบพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ ไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นยังมีส่วนประกอบอย่างอื่นอีกเพื่อเพิ่มเติมความสารถขึ้นอยู่กับไมโครคอนโทรลเลอร์แต่ละเบอร์ด้วย เช่น A/D (Analog to Digital), PWM (Pulse Width Modulator) เป็นต้น

### 2.1.3 การจัดหน่วยความจำ

ไมโครคอนโทรลเลอร์มีหน่วยความจำแบบแฟลชหลักๆอยู่ 2 ส่วน คือ หน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูล

1. หน่วยความจำโปรแกรม (Program memory)

หน่วยความจำโปรแกรม ใช้เก็บโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ หรือที่เรียกว่า โปรแกรมมอนิเตอร์ หน่วยความจำจะเริ่มต้นที่ 0000H เมื่อซีพียูได้รับการทำงานจะต้องเริ่มต้นที่แอดเดรส 0000H นี้เสมอ

2. หน่วยความจำข้อมูล (Data memory)

หน่วยความจำข้อมูลนี้มีด้วยกัน 2 แบบ คือ หน่วยความจำภายนอก (External memory) และหน่วยความจำภายใน (Internal memory)

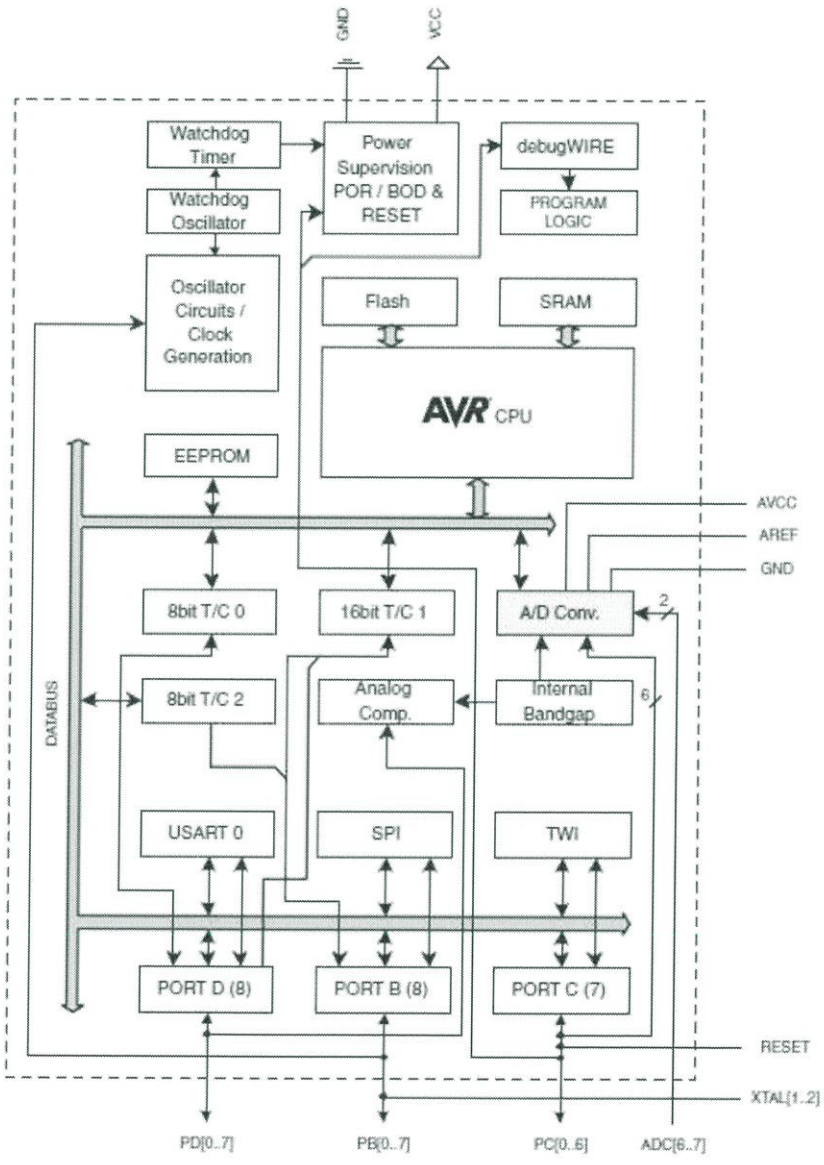
## 2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR

ไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR เป็นไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ของบริษัท Atmel มีสถาปัตยกรรมภายในเป็นแบบ RISC ( Reduced Instruction Set Computer) โดยใช้สัญญาณนาฬิกาเพียง 1 ลูกในการปฏิบัติงานใน 1 คำสั่ง ประกอบด้วยหน่วยความจำโปรแกรมภายในที่เป็นแบบแฟลช โปรแกรมข้อมูลได้แบบ In-System programmable และในบางเบอร์ยังสามารถมีการกำหนดตำแหน่งของหน่วยความจำที่สร้างเป็นบูตโหลดเดอร์ (เขียนโปรแกรมเพื่อติดต่อกับ PC หรือไอซีตัวอื่นๆ และยังสามารถโปรแกรมให้กับตัวเองได้) มีขนาดของหน่วยความจำตามเบอร์ของไอซีแต่ละตัว

ไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ได้แบ่งออกเป็น 4 กลุ่มใหญ่ๆ ดังนี้

1. TinyAVR - ATtiny series เช่นเบอร์ Tiny13 , Tiny2313 เป็นต้น
2. MegaAVR - ATmega series เช่นเบอร์ ATmega8, ATmega16, ATmega328
3. Application specific AVR เป็นไอซีที่สร้างเพื่อใช้งานเฉพาะ เช่น CAN AVR (ATmega64C1), LCD AVR (ATmega3290P/V), USB AVR (AT90USB1287)
4. XMEGA - ATxmega series เช่นเบอร์ ATxmega64A1, ATxmega128A1 เป็นต้น

2.2.1 โครงสร้าง AVR - ATMEGA328 ดังรูปที่ 2.2




รูปที่ 2.2 โครงสร้าง AVR - ATMEGA328

ที่มา : http://th.mouser.com/new/atmel/atmelatmega328/

### 2.2.2 การอินเตอร์รัพท์

การอินเตอร์รัพท์หรือการขัดจังหวะ คือการสั่งให้หน่วยประมวลผลหยุดการทำงานชั่วคราว แล้วกระโดดไปทำงานบางอย่างเพื่อตอบสนองการขัดจังหวะนั้น ตัวอย่างของการขัดจังหวะ เช่น อุปกรณ์บางชิ้นได้รับข้อมูลหรือข้อมูลได้รับเขียนเก็บลงในฮาร์ดดิสก์เรียบร้อยแล้ว เป็นต้น เมื่อหน่วยประมวลผลตอบสนองการขัดจังหวะเรียบร้อยแล้ว ก็จะคืนสู่สถานะเดิมและกลับไปประมวลผลงานเก่าที่ประมวลผลค้างไว้ เสมือนไม่มีอะไรเกิดขึ้น การขัดจังหวะนี้มีสองประเภทคือ ซอฟต์แวร์อินเตอร์รัพท์และฮาร์ดแวร์อินเตอร์รัพท์ เรานิยมใช้ซอฟต์แวร์อินเตอร์รัพท์ในการเรียกใช้การบริการต่าง ๆ ของระบบ ส่วนฮาร์ดแวร์อินเตอร์รัพท์จะนิยมใช้ในการแจ้งการเปลี่ยนสถานะของอุปกรณ์อินพุตเอาท์พุตต่าง ๆ

ในระบบที่มีอุปกรณ์ต่างๆหลายชนิดนั้น บางครั้งเราอาจจะสงสัยว่าในขณะที่นาฬิกาของเครื่องเดินไปได้ตลอดเวลาพร้อมๆกับที่เราใช้งานอย่างอื่นโดยที่เวลาเดินไปอย่างไม่ผิดพลาด หรือว่าเครื่องได้อ่านแผ่นดิสก์อยู่ ในขณะเดียวกับที่เราพิมพ์ข้อมูลผ่านทางแป้นพิมพ์ได้ ซึ่งเสมือนว่าเครื่องสามารถทำงานได้หลายๆอย่างในเวลาเดียวกัน ซึ่งการที่จะทำได้เช่นนี้นั้น ซีพียูจำเป็นต้องมีวิธีการติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกต่างๆอย่าง มีประสิทธิภาพ

วิธีหนึ่งก็คือ ให้ซีพียูใช้เวลาส่วนใหญ่ในการทำโปรแกรมหลัก และหันมาสนใจอุปกรณ์ภายนอกก็ต่อเมื่ออุปกรณ์ภายนอกส่งสัญญาณเข้ามาขัดจังหวะการทำงานที่ซีพียูทำอยู่ในขณะนั้น ซึ่งซีพียูมีสิทธิ์ที่จะยอมรับหรือปฏิเสธการขัดจังหวะนั้นก็ได้ อาจเปรียบได้ว่าเรากำลังเขียนรายงานอยู่ แล้วมีเสียงโทรศัพท์ดังขึ้นมา เราก็จะต้องตัดสินใจว่าสิ่งใดมีความสำคัญมากกว่ากัน หากคิดว่าโทรศัพท์สำคัญกว่าก็หยุดการเขียนรายงานและไปรับโทรศัพท์ก่อน แล้วจึงกลับมาเขียนรายงานต่อ ดังนั้นในลักษณะนี้ หากว่าซีพียูยอมรับการขัดจังหวะนั้น ซีพียูจะหยุดจากการทำงานในโปรแกรมหลักและไปทำงานในโปรแกรมย่อยซึ่งอุปกรณ์นั้นๆร้องขอมา เมื่อเสร็จแล้วซีพียูก็จะกลับมาทำโปรแกรมเดิมที่หยุดต่อไป ลักษณะเช่นนี้เรียกว่า การอินเตอร์รัพท์ (Interrupt)

2.2.2.1 การอินเตอร์รัพท์แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1. การอินเตอร์รัพท์ภายนอก (External Interrupt) คือ การตรวจสอบสัญญาณที่ได้รับมาจากภายนอกของไมโครคอนโทรลเลอร์ เช่น การอินเตอร์รัพท์สัญญาณจาก -

สวิตช์ การอินเตอร์รัพท์สัญญาณจากเซนเซอร์ เป็นต้น

2. การอินเตอร์รัพท์ภายใน (Internal Interrupt) คือการตรวจสอบสัญญาณที่เกิดภายในวงจรของไมโครคอนโทรลเลอร์เอง เช่นการเกิดอินเตอร์รัพท์ของหน่วยความจำ การเกิดอินเตอร์รัพท์จากไทเมอร์ เป็นต้น

2.2.2.2 หลักการทำงานของอินเตอร์รัพท์

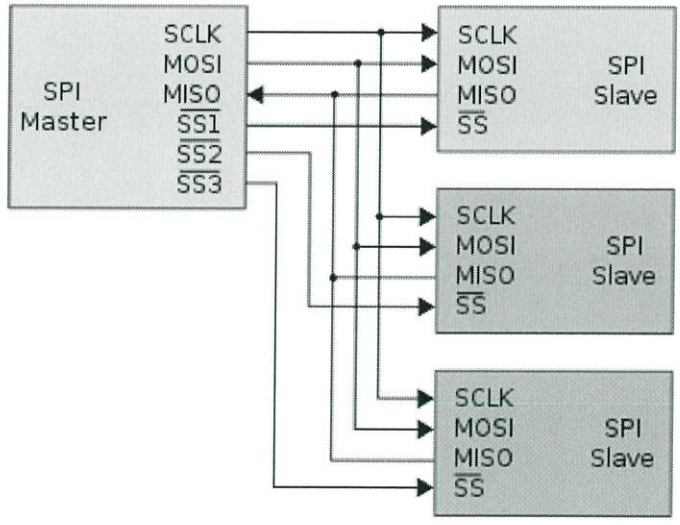
ในไมโครคอนโทรลเลอร์แทบจะทุกประเภทนั้น การอินเตอร์รัพท์จะเกิดขึ้นโดยอุปกรณ์อินพุทเอาท์พุทได้โดยการส่งสัญญาณอิเล็กทรอนิกส์ไปเปลี่ยนระดับสัญญาณที่ขาใดขาหนึ่งของไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งขานั้นจะถูกเรียกว่า ขาอินเตอร์รัพท์ (Interrupt Pin) เพื่อเป็นการแจ้งแก่ไมโครคอนโทรลเลอร์ถึงการอินเตอร์รัพท์ โดยจะมีขั้นตอนต่างๆดังนี้

1. วงจรภายนอกส่งสัญญาณอินเตอร์รัพท์มายังซีพียู
2. หากซีพียูอยู่ในสภาวะ Enable Interrupt (EI) ก็จะตอบรับการอินเตอร์รัพท์ด้วยการส่งสัญญาณ Interrupt Acknowledge กลับไปยังวงจรภายนอก
3. เซ็ตซีพียูให้อยู่ในสภาวะ Disable Interrupt เพื่อป้องกันการอินเตอร์รัพท์ซ้อน
4. หยุดการทำงานในโปรแกรมหลัก
5. วงจรภายนอกส่งอินเตอร์รัพท์เวกเตอร์มาให้ซีพียูเพื่อบอกตำแหน่งที่จะให้ซีพียูกระโดดไป
6. ซีพียูส่งค่าในรีจิสเตอร์ PC และรีจิสเตอร์ทั่วไป ไปเก็บไว้ในสแต็ก
7. ทำงานในโปรแกรมย่อยเพื่อบริการอุปกรณ์ที่ส่งอินเตอร์รัพท์เข้ามาจนเสร็จสิ้น
8. รับค่าที่ไปเก็บไว้ในสแต็กคืนสู่รีจิสเตอร์ PC และ รีจิสเตอร์ทั่วไปตามเดิม
9. เซ็ตซีพียูให้กลับสู่สภาวะ Enable Interrut (EI)
10. ทำงานในโปรแกรมหลักที่ค้างอยู่ต่อไป

### 2.2.3 การติดต่อแบบ SPI (Serial Peripheral Interface)

ระบบของ SPI จะใช้สายสัญญาณจำนวน 4 เส้น (ไม่นับสาย GND) คือ SCK (Serial Clock), SSEL (Slave Select), MIMO (Master In Slave Out) และ MOSI (Master Out Slave In) โดยสัญญาณ SCK เป็นสัญญาณนาฬิกาที่สร้างให้กับบัสเมื่อทำงานในโหมดมาสเตอร์หรือขารับสัญญาณนาฬิกาเมื่อทำงานเป็นสเลฟ ขา MISO เป็นขารับข้อมูลสำหรับมาสเตอร์ ส่วน MOSI เป็นขาส่งข้อมูลจากมาสเตอร์

ในระบบบัส SPI จะไม่มีการกำหนดแอดเดรส การเลือกอุปกรณ์ตัวที่ต้องการติดต่อทำได้ด้วยการส่งสัญญาณไปที่ขา SCK, MISO, MOSI ขนานกันได้ แต่ขาที่ต่อไปยัง Slave Select จะต้องแยกกัน ในรูปที่ 2.3 การต่ออุปกรณ์ SPI กับไมโครคอนโทรลเลอร์




รูปที่ 2.3 การต่ออุปกรณ์ของระบบบัส SPI

ที่มา : http://en.wikipedia.org/wiki/Serial_Peripheral_Interface_Bus

ในบัส SPI จะแบ่งอุปกรณ์ได้เป็น 2 ประเภท คือ มาสเตอร์ (Master) และสเลฟ (Slave) ถ้าให้ทำงานเป็นมาสเตอร์ทำได้โดยการต่อขา SSEL ให้มีค่าลอจิกเป็น 1 ถ้าทำงานเป็นสเลฟทำได้โดยต่อขา SEEL เข้ากับอุปกรณ์ที่เป็นมาสเตอร์

อุปกรณ์เป็นมาสเตอร์จะเป็นผู้ควบคุมบัส SPI โดยส่งสัญญาณ SCK ไปให้อุปกรณ์ทุกตัว เมื่อต้องการเลือกอุปกรณ์ตัวใดให้ส่งลอจิก 0 ไปยังขา SSEL หรือขา CS (Chip Select) ของอุปกรณ์ แล้วจึงส่งข้อมูลให้อุปกรณ์ทางขา MOSI ถ้ารับข้อมูลจากอุปกรณ์รับทางขา MISO

### 2.2.4 UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter)

UART ย่อมาจากคำว่า Universal Asynchronous Receiver Transmitter ซึ่งหมายถึงอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รับและส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัสนั่นเอง สำหรับการสื่อสารอนุกรมบนคอมพิวเตอร์แล้ว UART ถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของการสื่อสารแบบอนุกรม หน้าที่หลักของ UART คือทำหน้าที่แปลงข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบขนานจากคอมพิวเตอร์ให้อยู่ในรูปแบบอนุกรมแบบอะซิงโครนัสแล้วส่งออกไป และทำหน้าที่แปลงสัญญาณอนุกรมแบบอะซิงโครนัสที่ป้อนเข้ามายัง UART ให้เป็นแบบขนานก่อนที่จะส่งเข้าคอมพิวเตอร์ ซึ่งนอกจาก UART จะส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์แล้ว ยังทำการแจ้งข้อมูลอื่นๆ ให้คอมพิวเตอร์ทราบด้วย เช่น อัตราความเร็วในการรับส่งข้อมูล (บอดเรท), รูปแบบการส่งข้อมูล, ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นระหว่างการถ่ายทอดข้อมูล (ผิดพลาดจากพาริตี้, เฟรมข้อมูล, โอเวอร์รัน) เป็นต้น ภายใน UART จะมีส่วนของวงจรสร้างอัตราการถ่ายทอดข้อมูลแบบโปรแกรมได้ (Programmable Baud rate Generator) โดยการกำหนดค่าตัวหารให้กับสัญญาณนาฬิกาของ UART โดยตัวหารนี้มีขนาด 16 บิตดังนั้นจึงกำหนดตัวหารให้อยู่ในช่วง 10-65,535

UART สามารถรับส่งข้อมูลได้ทั้งแบบฮาล์ฟดูเพล็กซ์ (Half Duplex) และฟูลดูเพล็ก (Full Doplex) โดยการส่งแบบ ฮาล์ฟดูเพล็กเป็นการส่งแบบทิศทางเดียว ส่วนการส่งแบบฟูลดูเพล็กนั้นสามารถรับและส่งข้อมูลได้ในคราวเดียวกัน

การส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส (asynchronous transmission) เป็นการส่งข้อมูลที่ผู้รับและผู้ส่งไม่ต้องใช้สัญญาณนาฬิกาเดียวกัน แต่ข้อมูลที่รับต้องถูกแปลตามรูปแบบที่ได้ตกลงกันไว้ก่อน เนื่องจากไม่ต้องใช้สัญญาณนาฬิกาเดียวกันทำให้ผู้รับไม่สามารถคาดการณ์ได้ว่าเมื่อใดจะมีข้อมูลส่งมาให้ ดังนั้นผู้ส่งจึงจำเป็นต้องแจ้งผู้รับให้ทราบว่าจะมีการส่งข้อมูลมาให้โดยการเพิ่มบิต

พิเศษเข้ามาอีกหนึ่งบิต เอาไว้ก่อนหน้าบิตข้อมูล เรียกว่า บิตเริ่ม (start bit) โดยทั่วไปมักใช้บิต 0 และเพื่อให้ผู้รับทราบจุดสิ้นสุดของข้อมูลจึงต้องมีการเพิ่มบิตพิเศษอีกหนึ่งบิตเรียกว่าบิตจบ (stop bit) มักใช้บิต 1 นอกจากนี้แล้วการส่งข้อมูลแต่ละกลุ่มต้องมีช่องว่างระหว่างกลุ่ม โดยช่องว่างระหว่างไบต์อาจใช้วิธีปล่อยให้ช่องสัญญาณว่าง หรืออาจใช้กลุ่มของบิตพิเศษที่มีบิตจบก็ได้

## 2.3 อินฟราเรดเซนเซอร์

รังสีอินฟราเรด (Infrared (IR)) หรือรังสีความร้อน เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นอยู่ระหว่างคลื่นวิทยุและแสงมีความถี่ในช่วง $10^{11}-10^{14}$ เฮิร์ตซ์ มีความถี่ในช่วงเดียวกับไมโครเวฟ มีความยาวคลื่นอยู่ระหว่างแสงสีแดงกับคลื่นวิทยุสื่อสารทุกชนิดที่มีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง -200 องศาเซลเซียสถึง 4,000 องศาเซลเซียส จะปล่อยรังสีอินฟราเรดออกมา คุณสมบัติเฉพาะตัวของรังสีอินฟราเรด เช่น ไม่เบี่ยงเบนในสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ที่แตกต่างกันก็คือ คุณสมบัติที่ขึ้นอยู่กับความถี่ คือยิ่งความถี่สูงมากขึ้น พลังงานก็สูงขึ้นด้วย ดังนั้น

ข้อดีของคลื่นอินฟราเรด

- ใช้พลังงานน้อย จึงนิยมใช้กับเครื่อง laptops ,โทรศัพท์
- แผงวงจรควบคุมราคาต่ำ (Low circuitry cost) เรียบง่ายและสามารถเชื่อมต่อกับระบบอื่นได้อย่างรวดเร็ว
- มีความปลอดภัยในเรื่องข้อมูลสูง ลักษณะการส่งคลื่น (Directionality of the beam) จะไม่รั่วไปที่เครื่องรับตัวอื่นในขณะที่ส่งสัญญาณ
- คลื่นแทรกจากเครื่องใช้ไฟฟ้าใกล้เคียงมีน้อย (High noise immunity)

ข้อเสียของอินฟาเรด

- เครื่องส่ง (Transmitter) และเครื่องรับ (Receiver) ต้องอยู่ในแนวเดียวกัน
- คลื่นจะถูกกันโดยวัตถุทั่วไปได้ง่ายเช่น คน กำแพง ต้นไม้ ทำให้สื่อสารไม่ได้
- ระยะทางการสื่อสารจะน้อย ประสิทธิภาพจะตกลงถ้าระยะทางมากขึ้น
- สภาพอากาศ เช่นหมอก แสงอาทิตย์แรงๆ ฝนและมลภาวะมีผลต่อประสิทธิภาพการสื่อสาร

- อัตราการส่งข้อมูลจะช้ากว่าแบบใช้สายไฟทั่วไป

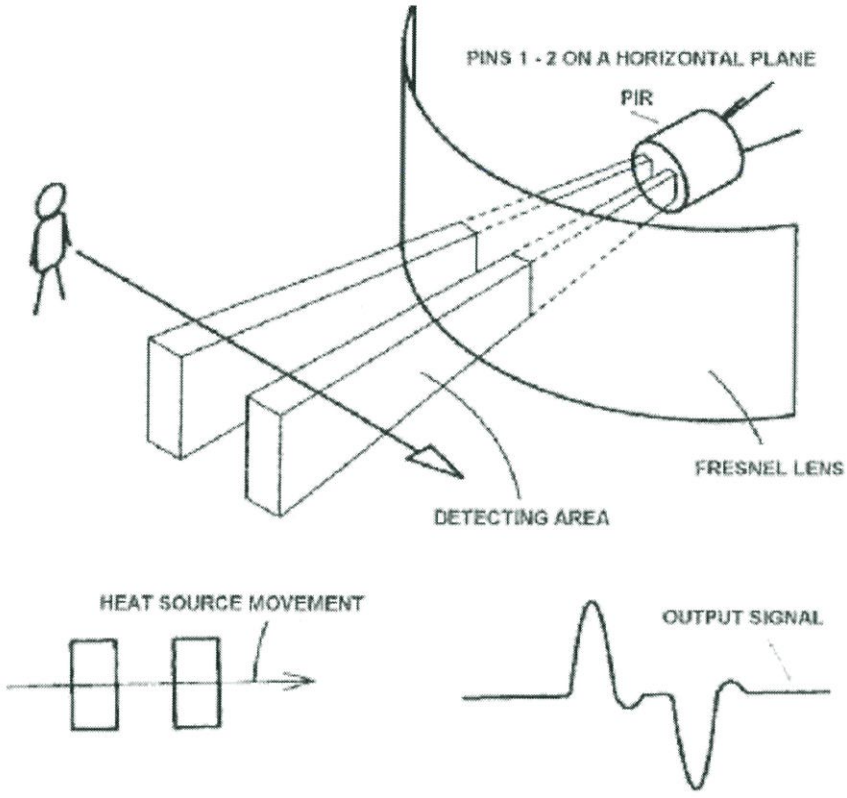
อินฟราเรด (infrared) คือแสงที่มนุษย์เราไม่สามารถมองเห็นได้ เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่ต่ำกว่าแสงสีแดง แต่สัตว์บางชนิดและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สามารถเห็นหรือตรวจจับได้ วัตถุบางอย่างทึบแสงที่เรามองเห็น แต่อินฟราเรดผ่านได้ เช่นเมฆ การถ่ายภาพจากดาวเทียมบางครั้งจึงจับแสงอินฟราเรดแทนการถ่ายภาพสีปกติ วัตถุบางอย่างก็ทำมาเพื่อป้องกันแสงอินฟราเรดโดยเฉพาะ อย่างเช่นฟิล์มกันร้อนติดรถยนต์

เซนเซอร์ (Sensor) คืออุปกรณ์ที่ใช้ตรวจจับหรือรับรู้การเปลี่ยนแปลงปริมาณทางกายภาพของตัวแปรต่างๆ เช่น ความร้อน แสง สี เสียง ระยะทาง การเคลื่อนที่ ความดัน การไหล เป็นต้น แล้วเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของสัญญาณหรือข้อมูลที่สอดคล้องและเหมาะสมกับส่วนของการกำหนดเงื่อนไขทางสัญญาณ

### 2.3.1 เซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว (Motion Sensor)

เซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว เป็นอุปกรณ์ที่แปลงความร้อนที่ตรวจจับได้จากการเคลื่อนไหวเป็นสัญญาณไฟฟ้า โดยทั่วไปเซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหวมี 3 ประเภทคือ

1. Passive infrared sensors (PIR) เป็นเซนเซอร์ที่รับความร้อนจากร่างกายเมื่อเคลื่อนที่ ไม่มีการปล่อยพลังงานออกมาจากเซ็นเซอร์ ซึ่งได้แสดงการทำงานของเซนเซอร์ดังรูปที่ 2.4




รูปที่ 2.4 การทำงานของ PIR sensor

http://www.ladyada.net/learn/sensors/pir.html

2. Ultrasonic เป็นเซนเซอร์ที่มีการปล่อยคลื่นอัลตร้าโซนิกออกมาและตรวจวัดการสะท้อนของคลื่นเมื่อวัตถุเคลื่อนที่

3. Microwave เป็นเซนเซอร์ที่มีการปล่อยคลื่นไมโครเวฟออกมาและตรวจวัดการสะท้อนของคลื่นเมื่อวัตถุเคลื่อนที่

ในโครงงานนี้ได้เลือกใช้เซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหวประเภท Passive infrared sensors (PIR sensor) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ตรวจจับความเคลื่อนไหวด้วยการตรวจวัดความร้อนในพื้นที่ที่ต้องการ ความร้อนวัดได้จากการเปลี่ยนแปลงระดับรังสีอินฟราเรดที่ปล่อยออกมาจากวัตถุ เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ ( สิ่งมีชีวิตทุกชนิดจะแผ่รังสีอินฟราเรดออกมาจากตัวเอง การแผ่รังสีดังกล่าว

เกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนในอะตอม ปริมาณรังสีจะมีมากน้อยตามแต่โครงสร้างทางเคมี และอุณหภูมิของวัตถุหรือสิ่งมีชีวิตนั้นๆ)

ส่วนประกอบที่สำคัญของ PIR sensor

1. เลนส์ ใช้สำหรับควบคุมหรือโฟกัสพื้นที่ในการตรวจจับความเคลื่อนไหว

2. เซนเซอร์ เป็นตัวแปลงพลังงานความร้อนจากรังสีอินฟราเรดมาเป็นสัญญาณทางไฟฟ้า

### 2.3.2 แอกทีพอินฟราเรดเซนเซอร์

แอกทีพอินฟราเรดเซนเซอร์เป็นระบบที่สร้างพลังงานขึ้นมาแล้วส่งออกไปยังเป้าหมายแล้วรับพลังงานที่สะท้อนกลับจากเป้าหมายนั้น

เซนเซอร์แบบนี้จะใช้แสงอินฟราเรดในการตรวจจับวัตถุ โดยจะใช้หลอดอินฟราเรดเป็นตัวกำเนิดและส่งคลื่นแสง และใช้โมดูลอินฟราเรด (IR receiver module) เป็นตัวรับแสง โครงสร้างหลักและหลักการทำงานพื้นฐานของเซนเซอร์ชนิดใช้แสงประกอบด้วยส่วนสำคัญหลักอยู่ 2 ส่วนด้วยกัน คือ ตัวส่งสัญญาณ (Emitter) และตัวรับสัญญาณ (Receiver) โดยที่ทั้งเครื่องรับและเครื่องส่งจะต้องมีความถี่เท่ากัน

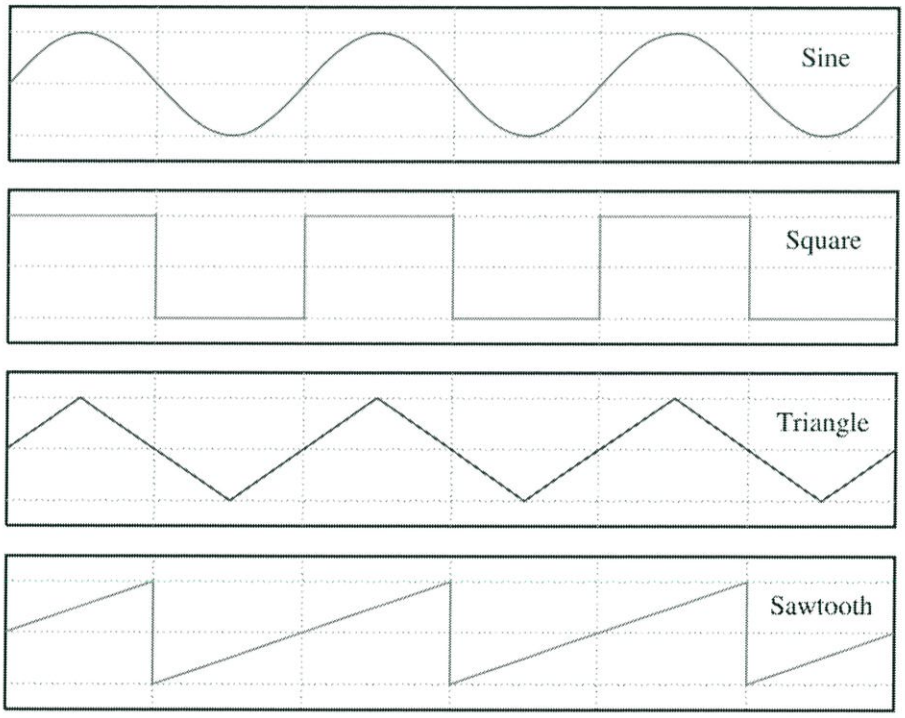
## 2.4 ออสซิลเลเตอร์

วงจรออสซิลเลเตอร์เป็นวงจรที่ใช้งานและพบกันบ่อยมากวงจรหนึ่งนอกเหนือจากวงจรขยายสัญญาณในอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดต่างๆ เช่น โทรทัศน์, วิทยุ, คอมพิวเตอร์ และวิทยุรับส่ง ฯลฯ

วงจรออสซิลเลเตอร์มีหลายชนิดด้วยกัน เช่น วงจรออสซิลเลเตอร์แบบเฟสชิฟท์ วงจรออสซิลเลเตอร์แบบเวนบริดจ์ (Wien Bridge) วงจรออสซิลเลเตอร์แบบโคลพิทช์ (Colpitts Oscillator) เป็นต้น

**หลักการของวงจรออสซิลเลเตอร์**

วงจรออสซิลเลเตอร์ คือ วงจรไฟฟ้าที่ทำหน้าที่ผลิตสัญญาณไฟฟ้าที่มีขนาดเปลี่ยนแปลงตามเวลา ซึ่งลักษณะของสัญญาณไฟฟ้าที่สร้างขึ้นมานั้นเรียกว่า "รูปคลื่น" มีทั้งคลื่นรูปไซน์ (Sinusoidal wave) คลื่นรูปสี่เหลี่ยม (Square wave) คลื่นรูปสามเหลี่ยม (Triangle wave) และคลื่นรูปฟันเลื่อย (Sawtooth wave) เป็นต้น ซึ่งได้แสดงลักษณะของสัญญาณต่างๆไว้ในรูปที่ 2.5




รูปที่ 2.5 แสดงลักษณะรูปคลื่นชนิดต่างๆ ที่สามารถผลิตขึ้นมาจากวงจรออสซิลเลเตอร์
ที่มา : http://www.recordlabel101.net/2011/09/harmonics/

**หน้าที่สำคัญของวงจรออสซิลเลเตอร์**

1. สร้างสัญญาณไฟฟ้าที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของระบบไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ เช่น ออสซิลโลสโคป ฯลฯ

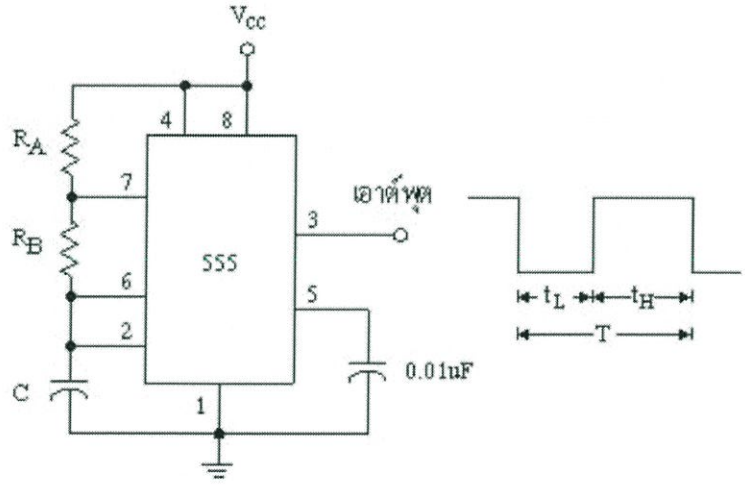
2. ให้จังหวะและช่วงเวลาที่ถูกต้องแน่นอนแก่วงจรอิเล็กทรอนิกส์

3. ให้สัญญาณความถี่ในย่านต่างๆ เพื่อใช้ในการทำงานของวงจรโดยรวม

**วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา**

วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา คือ วงจรที่สร้างสัญญาณรูปสี่เหลี่ยมที่มีคาบเวลาที่แน่นอนหรือมีความถี่คงที่ การสร้างวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาสามารถสร้างได้โดยใช้ไอซีเบอร์ 555

หลักในการให้กำเนิดสัญญาณจะใช้หลักการเก็บและการคายประจุของตัวเก็บประจุที่ต่อร่วมกับตัวต้านทานเป็นตัวกำหนดค่าคาบเวลาและความถี่ของสัญญาณ




รูปที่ 2.6 แสดงวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาโดยใช้ไอซี 555

ที่มา : http://digitalm6.blogspot.com/2012/09/blog-post_9448.html

จากรูปที่ 2.6 เป็นวงจรการใช้งานไอซี 555 เพื่อทำหน้าที่กำเนิดสัญญาณนาฬิกา มีตัวต้านทาน RA , RB และตัวเก็บประจุ C เป็นตัวกำหนดคาบเวลาและความถี่ของสัญญาณนาฬิกา

การคำนวณหาค่าช่วงเวลา ความถี่ และ Duty Cycle ของไอซี 555

การคำนวณหาค่าช่วงเวลา $t_L$ และ $t_H$ ของวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาที่ใช้ไอซี 555 สามารถสรุปได้ดังนี้

ค่าคาบเวลา $t_H = 0.693(R_A + R_B)\mathrm{C}$

ค่าคาบเวลา $t_L = 0.693R_BC$

จะได้ $T = t_H + t_L = 0.693(R_A + 2R_B)C$

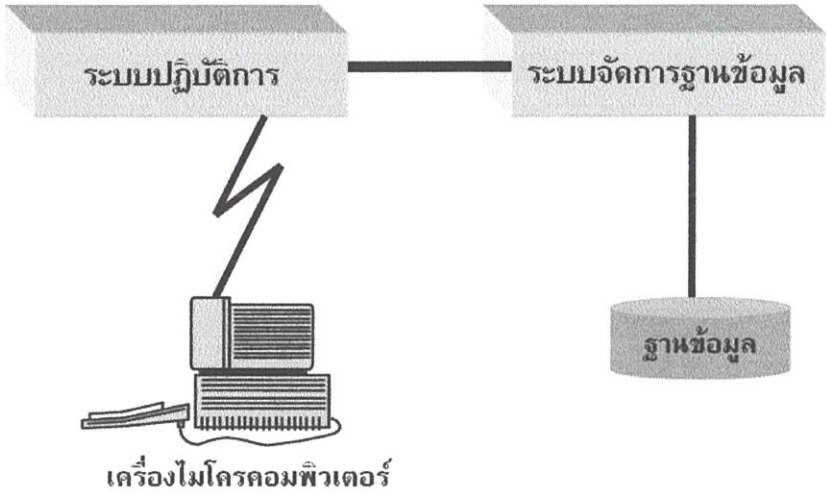
ความถี่ ( $f$ ) = $\frac{1}{T} = \frac{1}{0.693(R_A + 2R_B)C} = \frac{1.443}{(R_A + 2R_B)C}$

Duty Cycle = $\frac{t_H}{T}$

## 2.5 ระบบจัดการฐานข้อมูล

### 2.5.1 ความหมายของระบบจัดการฐานข้อมูล

ระบบจัดการฐานข้อมูล (Database Management System หรือ DBMS) หมายถึงซอฟต์แวร์ที่ดูแลจัดการเกี่ยวกับฐานข้อมูล โดยอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้ทั้งในด้านการสร้าง การปรับปรุงแก้ไข การเข้าถึงข้อมูล และการจัดการเกี่ยวกับระบบแฟ้มข้อมูลทางกายภาพ (physical file organization)




รูป 2.7 แสดงโครงสร้างของระบบจัดการฐานข้อมูลและระบบปฏิบัติการ

จากรูปที่ 2.7 จะเห็นได้ว่าผู้ใช้สามารถเข้าถึงข้อมูลในฐานข้อมูลโดยผ่าน DBMS โดยที่ผู้ใช้อาจจะเขียนโปรแกรมประยุกต์หรือใช้ภาษาเรียกค้น ดังนั้น DBMS จะเป็นตัวแยกโปรแกรมออกจากโครงสร้างข้อมูลทางกายภาพ โดย DBMS จะทำหน้าที่ติดต่อกับระบบปฏิบัติการ (Operating system) ในส่วนของ file management เพื่อดึงฐานข้อมูลในฐานข้อมูลเข้ามาเก็บไว้ใน buffer สำหรับการประมวลผล แต่ก็มีข้อเสียคือ DBMS ประกอบด้วยสิ่งอำนวยความสะดวกและเทคนิคต่างๆ มากมาย ทำให้ DBMS มีขนาดใหญ่ใช้ทรัพยากรมาก ทำให้มีราคาแพง และยังต้องอาศัยคนที่มีความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีของระบบจัดการฐานข้อมูลด้วย

เป้าหมายของ DBMS เพื่อช่วยให้การพัฒนาโปรแกรมสามารถใช้งานได้ง่ายขึ้น รวดเร็วขึ้น มีความถูกต้อง และลดค่าใช้จ่าย ระบบจัดการฐานข้อมูลมีตั้งแต่ระดับมาตรฐานที่มีครบตามสถาปัตยกรรม ISO มีระบบดูแลความปลอดภัยที่มีความสามารถสูง มีระบบควบคุมความถูกต้อง มีความเป็นอิสระของข้อมูล ดูแลการใช้ข้อมูลร่วมกันในช่วงเวลาเดียวกัน (Concurrency Control) มีระบบสำรองข้อมูลและการฟื้นสภาพที่มีประสิทธิภาพ เป็นต้น จนถึงระบบจัดการฐานข้อมูลขนาดเล็กบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์สำหรับผู้ใช้คนเดียว และมีสถาปัตยกรรมที่พัฒนาจากระบบจัดการแฟ้มข้อมูล (File Management) ส่วนใหญ่แล้ว DBMS ที่ใช้กันในปัจจุบันจะนำเสนอความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลในรูปแบบของตาราง (Relation) ซึ่งใช้ง่ายเนื่องจากโครงสร้างข้อมูลไม่สลับซับซ้อน

และมีภาษาที่เหมาะสม เช่น SQL เป็นต้น และเนื่องจากไมโครคอมพิวเตอร์มีความสามารถสูงขึ้นจนสามารถใช้ระบบปฏิบัติการของเครื่องระดับมินิคอมพิวเตอร์ขึ้นไปดังเช่น Unix ดังนั้น DBMS ที่มีความสามารถสูง เช่น ORACLE SYBASE หรือ INFORMIX เป็นต้น จึงเป็นที่นิยมใช้กันในปัจจุบันนี้

### 2.5.2 ภาษาที่ใช้กับฐานข้อมูล

ภาษาฐานข้อมูล แบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนคือ

2.5.2.1 ภาษาสำหรับกำหนดโครงสร้างหรือนิยามข้อมูล (Data Definition Language : DDL)เป็นภาษาที่ใช้นิยามโครงสร้างของข้อมูลทั้งหมด ซึ่ง DBA เป็นผู้กำหนดผลจากการแปลงภาษาของ DDL จะทำให้ได้ตารางที่จัดเก็บพจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary) ซึ่งจะทำหน้าที่เก็บข้อมูลที่เกี่ยวกับโครงสร้างที่ได้จากการออกแบบฐานข้อมูลนั้น ๆ และถ้าต้องการเปลี่ยนแปลงหรือเรียกใช้ข้อมูล DBMS จะต้องอาศัยข้อมูลจากโครงสร้างของตาราง DDL เสมอ โดยกำหนดหลักเกณฑ์ ดังนี้

1) ส่วนสร้างตารางเป็นโครงสร้างข้อมูลทางตรรกภาพ

2) ส่วนสร้างวิวสำหรับผู้ใช้ถือว่าเป็นโครงสร้างภายนอก

3) ส่วนในการสร้าง index สำหรับการปรับปรุงการเข้าถึงข้อมูลในบางคอลัมน์ หรือบางกลุ่มของคอลัมน์ให้รวดเร็วขึ้น

4) ส่วนของการดึงชื่อตารางหรือวิวที่มีอยู่ให้มีชื่ออื่นอีก

5) ส่วนของการรักษาความปลอดภัย โดยการกำหนดสิทธิ์ในการใช้ข้อมูล

2.5.2.2 ภาษาสำหรับการใช้ข้อมูล (Data Manipulation Language : DML)เป็นภาษาที่ใช้ติดต่อกับ DBMS เพื่อเข้าถึงข้อมูล เป็นส่วนของการค้นหาข้อมูลตามเงื่อนไข และรูปแบบต่าง ๆ หรือเพื่อการแก้ไขข้อมูล การลบข้อมูล และการเพิ่มเติมข้อมูลในระดับของผู้ใช้อาจจะไม่ต้องทราบและสนใจว่าวิธีการจัดเก็บข้อมูลจริง ๆ นั้นเป็นอย่างไร ดังนั้น การจะใช้ข้อมูลในระบบสามารถกระทำได้ด้วยภาษา DML ซึ่งแบ่งเป็น 2 ชนิด

1) Procedural DML ผู้ใช้จะกำหนดและระบุว่าต้องการข้อมูลอะไร จะเอาข้อมูลเหล่านั้นมาได้ด้วยวิธีใด เช่น ภาษา COBOL ซึ่งเป็น record-at-a-time language หมายถึง คำสั่ง 1 คำสั่ง จะได้ข้อมูลมา 1 record เช่น คำสั่ง READ เป็นต้น

2) Nonprocedural DML ผู้ใช้เพียงแต่ระบุว่าต้องการข้อมูลอะไร โดยไม่ต้องบอกวิธีการที่จะได้ข้อมูล เช่น ภาษา SQL ซึ่งเป็น set-oriented language กล่าวคือ 1 คำสั่งของ SQL จะได้ข้อมูลเป็น set เช่น คำสั่ง SELECT เป็นต้น

### 2.5.3 ประเภทแบบจำลองระบบฐานข้อมูล

ในปัจจุบันสามารถแบ่งออกเป็นหมวดหมู่ (Grouped) ได้ 4 กลุ่ม หรือแบบจำลอง (Models) ดังนี้

1) File Management System
2) Hierarchical database system
3) Network Database System
4) Relational Database system model

ทุกแบบจำลองคือการอธิบายการทำงานของระบบฐานข้อมูลว่าทำงานอย่างไร แบบจำลองที่ได้รับความนิยมอย่างมากในปัจจุบันก็คือ RDBMS (Relational Database Management System) และ OODBMS (Object-Oriented Database Management System) ในปัจจุบัน Software ทั้งหมดของ DBMS ถูกออกแบบให้ใช้ RDBMS Model ทั้งสิ้นเพราะมีโครงสร้างตามที่มนุษย์คุ้นเคย แต่ภายหลังเริ่มมีการนำเอา ODMBS มาใช้แต่ยังไม่ได้รับการยอมรับมากนัก

### 2.5.4 MySQL

MySQL จัดเป็นระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (RDBMS : Relational Database Management System) ตัวหนึ่ง ซึ่งเป็นที่นิยมกันมากในปัจจุบัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในโลกของอินเตอร์เน็ต

MySQL คือ โปรแกรมระบบจัดการฐานข้อมูล มีหน้าที่เก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบ รองรับคำสั่ง SQL เป็นเครื่องมือสำหรับเก็บข้อมูล ที่ต้องใช้ร่วมกับเครื่องมือหรือโปรแกรมอื่นอย่าง

บูรณาการ เพื่อให้ได้ระบบงานที่รองรับความต้องการของผู้ใช้ เช่นทำงานร่วมกับเครื่องบริการเว็บ (Web Server) เพื่อให้บริการแก่ภาษาสคริปต์ที่ทำงานฝั่งเครื่องบริการ (Server-Side Script) เช่น ภาษา php ภาษา aps.net หรือภาษาเจเอสพี เป็นต้น หรือทำงานร่วมกับโปรแกรมประยุกต์ (Application Program) เช่น ภาษาวิชวลเบสิกดอทเน็ต ภาษาจาวา หรือภาษาซีชาร์ป เป็นต้น โปรแกรมถูกออกแบบให้สามารถทำงานได้บนระบบปฏิบัติการที่หลากหลาย และเป็นระบบฐานข้อมูล Open Source ที่ถูกนำไปใช้งานมากที่สุด

2.5.4.1 สถาปัตยกรรมของ MySQL

สถาปัตยกรรมหรือโครงสร้างภายในของ MySQL คือการออกแบบการทำงานในลักษณะของ Client/Server นั่นเอง ซึ่งประกอบด้วยส่วนหลักๆ 2 ส่วน คือ ส่วนของผู้ให้บริการ (Server) และส่วนของผู้ใช้บริการ (Client) โดยในแต่ละส่วนจะมีโปรแกรมสำหรับการทำงานตามหน้าที่ของตน

ส่วนของผู้ใช้บริการหรือ Server จะเป็นส่วนที่ทำหน้าที่บริหารจัดการระบบฐานข้อมูล ในที่นี้หมายถึงตัว MySQL Server และเป็นที่จัดเก็บข้อมูลทั้งหมด ข้อมูลที่เก็บไว้นี้มีข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการทำงานกับระบบฐานข้อมูล และข้อมูลที่เกิดจากการที่ผู้ใช้แต่ละคนสร้างขึ้นมา

ส่วนของผู้ใช้บริการหรือ Client คือผู้ใช้นั่นเอง โดยโปรแกรมสำหรับใช้งานในส่วนนี้ได้แก่ MySQL Client, Access, Web Development Platform ต่างๆ (เช่น Java, Perl, PHP, ASP เป็นต้น)

หลักการทำงานในลักษณะ Client/ Server มีดังนี้

1. ที่ฝั่งของ Server จะมีโปรแกรมหรือระบบสำหรับจัดการฐานข้อมูลทำงานรออยู่ เพื่อเตรียมหรือรอคอยการร้องขอการใช้บริการจาก Client

2. เมื่อมีการร้องขอการใช้บริการเข้ามา Serverจะทำการตรวจสอบตามวิธีการของตน เช่น อาจจะมีการให้ผู้ใช้บริการระบุชื่อและรหัสผ่าน และสำหรับ MySQL สามารถกำหนดได้ว่าจะอนุญาตหรือปฏิเสธ Client ใดๆ ในระบบที่จะเข้าใช้บริการอีกด้วย

3. ถ้าผ่านการตรวจสอบ Server ก็จะอนุมัติการให้บริการแก่ Client ที่ร้องขอการใช้บริการนั้นๆต่อไป และถ้าในกรณีที่ไม่ได้รับได้รับการอนุมัติ Server ก็จะส่งข่าวสารความผิดพลาดแจ้งกลับไปที่ Client ที่ร้องขอการใช้บริการนั้น

2.5.4.2 ประเภทข้อมูลและตารางข้อมูลใน MySQL

ประเภทข้อมูลใน MySQL แบ่งออกเป็นกลุ่มได้ ดังนี้

1. ประเภทข้อมูลสำหรับตัวเลขมีไว้สำหรับเก็บข้อมูลตัวเลข ซึ่งอาจจะใช้การคำนวณ หรือการจัดเรียงข้อมูลเปรียบเทียบกันในฟิลด์นั้นๆ ประกอบด้วยประเภทข้อมูลย่อยๆ ได้แก่ จำนวนเต็ม, จำนวนทศนิยม, จำนวนจริง

1.1) TINYINT[(M)] [UNSIGNED] [ZEROFILL] ข้อมูลชนิดตัวเลขแบบคิดเครื่องหมาย จะใช้ได้ตั้งแต่ –128 ถึง 127 แต่ถ้าแบบไม่คิด คิดเครื่องหมาย จะใช้ได้ตั้งแต่ 0 ถึง 255 ข้อมูลชนิดที่ใช้เนื้อที่เก็บข้อมูลขนาด 1 ไบท์

1.2) SMALLINT[(M)] [UNSIGNED] [ZEROFILL] ข้อมูลชนิดตัวเลขแบบคิดเครื่องหมายจะใช้ได้ตั้งแต่ –32768 ถึง 32767 แต่ถ้าแบบไม่คิดเครื่องหมายจะใช้ได้ตั้งแต่ 0 ถึง 65535 ข้อมูลชนิดนี้ใช้เนื้อที่เก็บข้อมูลขนาด 2 ไบท์

1.3) MEDIUMINT[(M)] [UNSIGNED] [ZEROFILL] ข้อมูลชนิดตัวเลขแบบคิดเครื่องหมายจะใช้ได้ตั้งแต่ –8388608 ถึง 8388607 แต่ถ้าแบบไม่คิดเครื่องหมายตั้งแต่ 0 ถึง 16777215 ข้อมูลชนิดนี้ใช้ที่เก็บข้อมูลขนาด 3 ไบท์

1.4) INT[(M)] [UNSIGNED] [ZEROFILL] ข้อมูลชนิดตัวเลขแบบคิดเครื่องหมายจะใช้ได้ตั้งแต่ –2147483648 ถึง 2147483647 แต่ถ้าแบบไม่คิดเครื่องหมายตั้งแต่ 0 ถึง 4294967295 ข้อมูลชนิดนี้ใช้เนื้อที่เก็บข้อมูลขนาด 4 ไบท์

1.5) BIGINT[(M)] [UNSIGNED] [ZEROFILL] ข้อมูลชนิดตัวเลขแบบคิดเครื่องหมาย จะใช้ได้ตั้งแต่ -9223372036854775808 ถึง 9223372036854775807 แต่ถ้าแบบไม่คิดเครื่องหมาย จะใช้ได้ตั้งแต่ 0 ถึง 18446744073709551615 ข้อมูลชนิดนี้ใช้เนื้อที่เก็บข้อมูลขนาด 8 ไบท์

1.6) FLOAT (precision) [ZEROFILL] ข้อมูลชนิดตัวเลขแบบคิดเครื่องหมาย precision เป็นค่าความละเอียดทศนิยม ซึ่งแบ่งเป็นชนิด single (มีค่าตั้งแต่ 0-24) และแบบ double (ตั้งแต่ 25-53) ข้อมูลชนิดนี้ใช้เนื้อที่เก็บข้อมูลขนาด 4 หรือ 8 ไบท์ โดยแบบ single จะใช้ 4 ไบท์ และแบบ double จะใช้ 8 ไบท์ ชนิดข้อมูลประเภทนี้สำหรับกรณีใช้กับ ODBC มาตรฐาน

1.7) FLOAT [(M,D)] [ZEROFILL] ข้อมูลชนิดตัวเลขแบบคิดเครื่องหมาย จะใช้ได้ตั้งแต่ -3.402823466E+38 ถึง -1.175494351E -38,0 และ 1.175494351E-39 ถึง 3.402823466E+38 ค่า M เป็นจำนวนหลักที่ต้องการแสดงผลและ D เป็นจำนวนจุดทศนิยม ข้อมูลชนิดนี้ใช้เนื้อที่เก็บข้อมูลขนาด 4 ไบท์

1.8) DOUBLE [(M,D)] [ZEROFILL] ข้อมูลชนิดตัวเลขแบบคิดเครื่องหมาย จะใช้ได้ตั้งแต่ –1.7976931348623157E+308 ถึง -2.2250738585072014E-308, 0 และ 2.2250738585072014E-308 ถึง 1.7976931348623157E+308 ค่า M เป็นจำนวนหลักที่ต้องการแสดงผล และ D เป็นจำนวนจุดทศนิยม ข้อมูลชนิดนี้ใช้เนื้อที่เก็บข้อมูล ขนาด 8 ไบท์

1.9) DECIMAL [(M[,D])] [ZEROFILL] ข้อมูลชนิดตัวเลขชนิด unpacked คืออนุญาตให้สามารถเก็บข้อมูลตัวอักษรเข้าไปด้วย โดยตัวอักษรหนึ่งตัวแทนแต่ละหลัก สามารถใช้ตัวเลขได้เท่ากับแบบ DOUBLE ใช้เนื้อที่เก็บข้อมูลเท่ากับ M ไบท์ (D+2, ถ้า M < D)

2. ประเภทข้อมูลสำหรับวันที่และเวลา

2.1) DATE ข้อมูลชนิดวันที่ ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม ค.ศ. 1000 ถึง 31 ธันวาคม ค.ศ. 9999 การแสดงผลวันที่อยู่ในรูปแบบ ‘YYYY-MM-DD’ ข้อมูลชนิดนี้ใช้เนื้อที่เก็บข้อมูลขนาด 3 ไบท์

2.2) DATETIME ข้อมูลชนิดวันที่และเวลา ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม ค.ศ. 1000 เวลา 00:00:00 ถึง 31 ธันวาคม ค.ศ. 9999 เวลา 23:59:59 การแสดงผลวันที่และเวลาอยู่ในรูปแบบ ‘YYYY-MM-DD HH:MM:SS’ ข้อมูลชนิดนี้ใช้เนื้อที่เก็บข้อมูลขนาด 8 ไบท์

2.3) TIMESTAMP[(M)] ค่า timestamp เป็นค่าตัวเลขที่นับจำนวนวินาทีตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม ค.ศ. 1000 เวลา 00:00:00 เป็นต้น มาโดยมีจุดสิ้นสุดประมาณ ค.ศ. 2037 การแสดงผลค่า timestamp อยู่ในรูปแบบ YYYYMMDDHHMMSS, YYMMDDHHMMSS,

YYYYMMDD หรือ YYMMDD ค่า M คือจำนวนตัวเลขที่บรรจุ ซึ่งอาจจะเป็น 14, 12, 8 หรือ 6 ข้อมูลชนิดนี้ใช้เนื้อที่เก็บข้อมูลขนาด 4 ไบท์

2.4) TIME ข้อมูลประเภทเวลา สามารถเป็นได้ตั้งแต่ '-838:59:59' ถึง '838:59:59' แสดงผลในรูปแบบ HH:MM:SS ข้อมูลชนิดนี้ใช้เนื้อที่เก็บข้อมูลขนาด 3 ไบท์

2.5) YEAR[(2/4)] ข้อมูลประเภทปี ค.ศ. โดยสามารถเลือกว่าจะใช้แบบ 2 หรือ 4 หลัก (ค่าโดยปริยายจะเป็น 4 หลัก) ถ้าเลือกใช้แบบ 4 หลัก จะใช้ได้ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1901 ถึง 2155 ถ้าเลือกใช้แบบ 2 หลัก จะใช้ได้ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1970 ถึง 2069 แสดงในรูปแบบ 70 ถึง 69 ข้อมูลชนิดนี้ใช้เนื้อที่เก็บข้อมูลขนาด 1 ไบท์

3. ประเภทข้อมูลสำหรับตัวอักษร

3.1) [NATIONAL] CHAR(M) [BINARY] ข้อมูลประเภทสตริงที่จำกัดขนาดความกว้าง (ไม่สามารถปรับขนาดได้) โดยขนาดความกว้างเป็นได้ตั้งแต่ 1 ถึง 255 ตัวอักษร ตามปกติเมื่อมีการเรียงข้อมูล จะเป็นลักษณะ case-sensitive คือคำนึงถึงตัวเล็กตัวใหญ่การระบุชนิดข้อมูลย่อยว่าเป็น BINARY จะเป็นลักษณะไม่คำนึงตัวเล็กตัวใหญ่ ดังนั้นเมื่อมีการเรียงข้อมูลก็จะให้ผลต่างจาก CHAR ธรรมดา การเก็บข้อมูลก็ใช้ไบท์ตามจำนวนตัวอักษรที่ระบุ

3.2) [NATIONAL] VARCHAR(M) [BINARY] ข้อมูลประเภทนี้ก็คล้ายกับแบบ CHAR ต่างกันตรงที่ VARCHAR จะสามารถปรับขนาดตามข้อมูลที่เก็บในฟิลด์ ขนาดความกว้างอยู่ตั้งแต่ 1 ถึง 255 การเก็บข้อมูลจะเท่ากับของข้อมูลจริงในฟิลด์ + 1 ไบท์

3.3) TINYTEXT ข้อมูลประเภทนี้สามารถใช้ความกว้างข้อมูลได้สูงสุด 255 ตัวอักษร และใช้เนื้อที่เก็บข้อมูลเท่ากับจำนวนข้อมูลจริง + 1 ไบท์

3.4) TEXT ข้อมูลประเภทนี้สามารถใช้ความกว้างข้อมูลได้สูงสุด 65,535 ตัวอักษร และใช้เนื้อที่เก็บข้อมูลเท่ากับจำนวนข้อมูลจริง + 2 ไบท์

3.5) MEDIUMTEXT ข้อมูลประเภทนี้สามารถใช้ความกว้างข้อมูลได้สูงสุด 16,777,215 ตัวอักษร และใช้เนื้อที่เก็บข้อมูลเท่ากับจำนวนข้อมูลจริง + 3 ไบท์

3.6) LONGTEXT ข้อมูลประเภทนี้สามารถใช้ความกว้างข้อมูลได้สูงสุด 4,294,967,295 ตัวอักษร และใช้เนื้อที่เก็บข้อมูลเท่ากับจำนวนข้อมูลจริง + 4 ไบท์

3.7) ENUM ('value1','value2',...) ข้อมูลประเภทระบุเฉพาะค่าที่ต้องการ หรือถ้าไม่มีจะให้ค่า NULL สามารถกำหนดค่าได้ถึง 65,535 ค่า และใช้เนื้อที่เก็บข้อมูลตามจำนวนค่าที่ระบุ

3.8) SET ('value1','value2',...) ข้อมูลประเภทเซต ประกอบด้วยข้อมูลตั้งแต่ไม่มีค่า หรือมีค่าตามสมาชิกที่กำหนด สามารถมีจำนวนสมาชิกในเซตได้ทั้งสิ้น 64 ตัว แล้วใช้เนื้อที่เก็บข้อมูลตามจำนวนสมาชิกที่ระบุ

4. ประเภทข้อมูลสำหรับไบนารี (BLOB:Binary Large Object)

4.1) TINYBLOB สำหรับข้อมูลไบนารี สามารถใช้ความกว้างข้อมูลได้สูงสุด 255 ตัวอักษร และใช้เนื้อที่เก็บข้อมูลเท่ากับจำนวนข้อมูลจริง + 1 ไบท์

4.2) BLOB สำหรับข้อมูลไบนารี สามารถใช้ความกว้างข้อมูลได้สูงสุด 65,535 ตัวอักษร และใช้เนื้อที่เก็บข้อมูลเท่ากับจำนวนข้อมูลจริง + 2 ไบท์

4.3) MEDIUMBLOB สำหรับข้อมูลไบนารี สามารถใช้ความกว้างข้อมูลได้สูงสุด 16,777,215 ตัวอักษร และใช้เนื้อที่เก็บข้อมูลเท่ากับจำนวนข้อมูลจริง + 3 ไบท์

4.4) LONGBLOB สำหรับข้อมูลไบนารี สามารถใช้ความกว้างข้อมูลได้สูงสุด 4,294,967,295 ตัวอักษร และใช้เนื้อที่เก็บข้อมูลเท่ากับจำนวนข้อมูลจริง + 4 ไบท์

2.5.4.3 คำสั่งต่างๆ ใน MySQL

ตารางที่ 2.1 แสดงคำสั่งต่างๆ ใน MySQL

| คำสั่ง | การทำงาน | ตัวอย่างการใช้งาน |
|---|---|---|
| SELECT | เรียกดูรายการข้อมูล | SELECT * FROM table1 |
| INSERT | เพิ่มรายการข้อมูล | INSERT INTO table1 ... |
| UPDATE | ปรับปรุงแก้ไขรายการข้อมูล | UPDATE table1 SET ... |
| DELETE | ลบรายการข้อมูล | DELETE FROM table1 |
| ALTER | แก้ไขโครงสร้างตารางข้อมูล | ALTER TABLE table1 ADD INDEX index1(name) |
| CREATE | สร้างตารางหรือฐานข้อมูลขึ้นมาใหม่ | CREATEDATABASE database1<br>CREATE TABLE table1 |
| DROP | ลบตารางหรือฐานข้อมูล | DROP DATABASE database1<br>DROP TABLE table1 |
| RELOAD | สั่งให้ server เซ็ตค่าต่างๆใหม่ | FLUSH HOST (ปลดล็อคในกรณีที่ server มีการล็อคป้องกันการใช้งานบางอย่าง เช่น ป้องกันมิให้มีผู้ใช้งานพร้อมกันมาเกินกำหนด) |
| SHUTDOWN | อนุญาตให้สั่งปิดการทำงานของ server | Mysqladmin shutdown |
| PROCESS | ใช้คำสั่งพิเศษกับ server เช่น SHOW | SHOW PROCESSLIST (ขอให้แสดงรายการ โพรเซสที่กำลังทำงานอยู่ |
| FILE | อ่าน – เขียน ไฟล์ที่ server ได้ | LOAD DATA INFILE 'data.txt' INTO TABLE table1 (โหลดข้อมูลจากไฟล์ชื่อ data.txt ไปบันทึกลงในตารางข้อมูล tabel1) |

# บทที่ 3

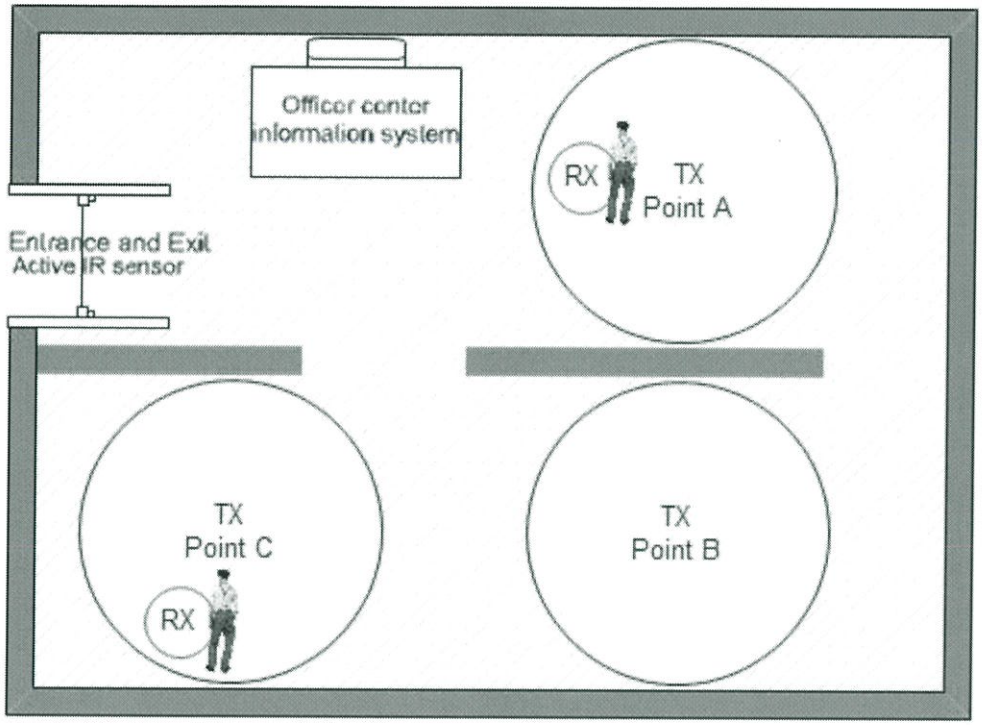
# การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์

**ระบบบรรยายอัตโนมัติประกอบด้วย**

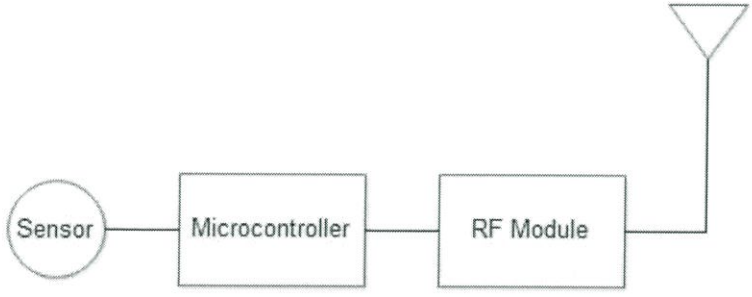
1. **ภาคส่ง** ประกอบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ เซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว (PIR) และอาร์เอฟโมดูล การทำงานจะเริ่มเมื่อเซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหวได้ ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการส่งข้อมูลตำแหน่งไปยังภาครับผ่านอาร์เอฟโมดูล

2. **ภาครับ** ประกอบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ อาร์เอฟโมดูล ออดิโอโมดูลและจอแสดงผล การทำงานเมื่ออาร์เอฟโมดูลได้รับข้อมูลตำแหน่ง ไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งให้ออดิโอโมดูลเล่นไฟล์เสียงซึ่งเก็บอยู่ในการ์ดความจำให้สอดคล้องกับข้อมูลตำแหน่งและแสดงผลข้อมูลตำแหน่งออกทางจอแสดงผล หากผู้ใช้ต้องการร้องขอความช่วยเหลือจากเจ้าหน้าที่โดยกดปุ่มขอความช่วยเหลือ ไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งข้อมูลตำแหน่งล่าสุดของผู้ใช้ผ่านอาร์เอฟโมดูลไปยังเจ้าหน้าที่ส่วนกลางที่มีเจ้าหน้าที่ดูแลอยู่

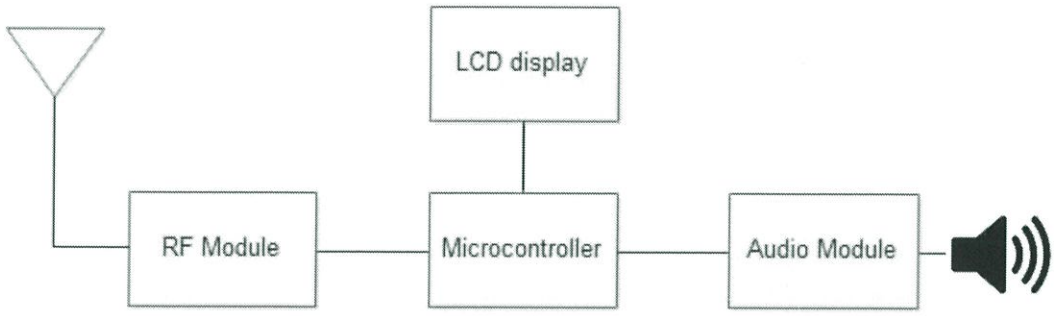
3. **ระบบส่วนกลาง** ประกอบด้วยแอกทีพอินฟราเรดเซนเซอร์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ อาร์เอฟโมดูล และวินโดว์แอพพลิเคชัน (Windows Application) ในการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์จะคอยตรวจสอบคนเดินเข้าออกผ่านแอกทีพอินฟราเรดเซนเซอร์แล้วส่งคำสั่งในการนับคนเข้าออกผ่านพอร์ทอนุกรมไปยังคอมพิวเตอร์ที่มีวินโดว์แอพพลิเคชัน (Windows Application) คอยเก็บข้อมูลจำนวนคนเข้าออก เมื่อมีผู้ใช้ร้องขอความช่วยเหลือ อาร์เอฟโมดูลจะรับค่าข้อมูลตำแหน่ง จากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งข้อมูลตำแหน่งที่มีการร้องขอความช่วยเหลือผ่านพอร์ทอนุกรมไปยังคอมพิวเตอร์ที่มีวินโดว์แอพพลิเคชัน (Windows Application)



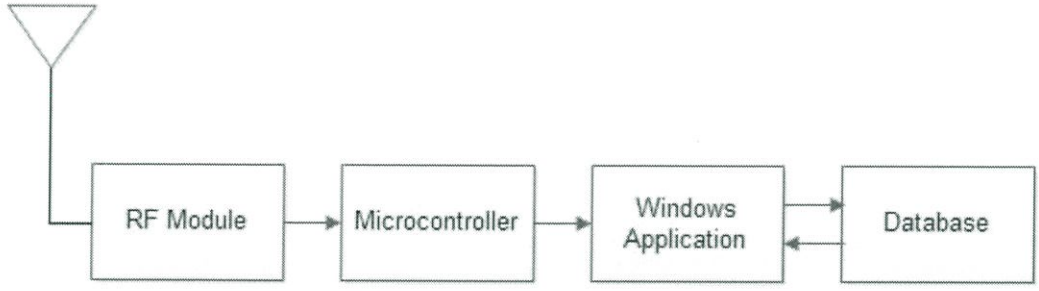

รูปที่ 3.1 ภาพรวมของโครงงาน



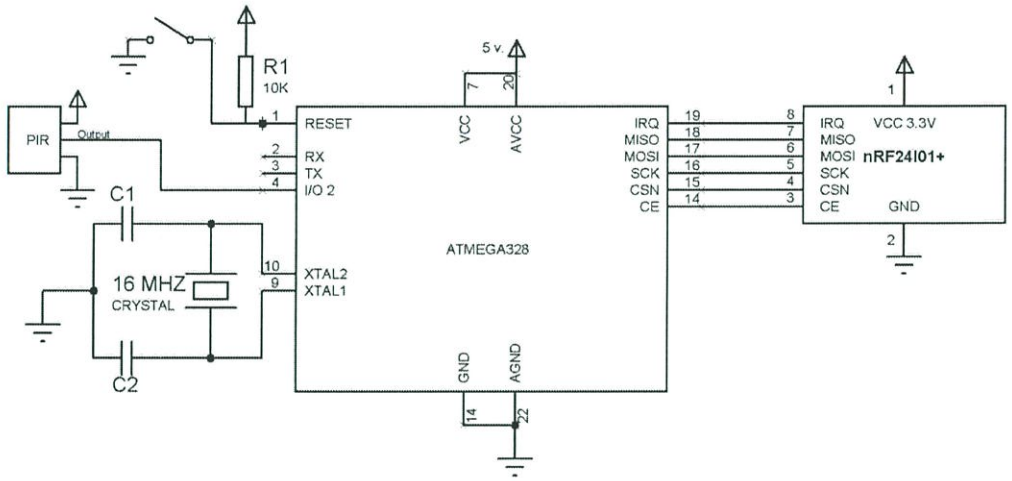

รูปที่ 3.2 บล็อกไดอะแกรมภาคส่ง



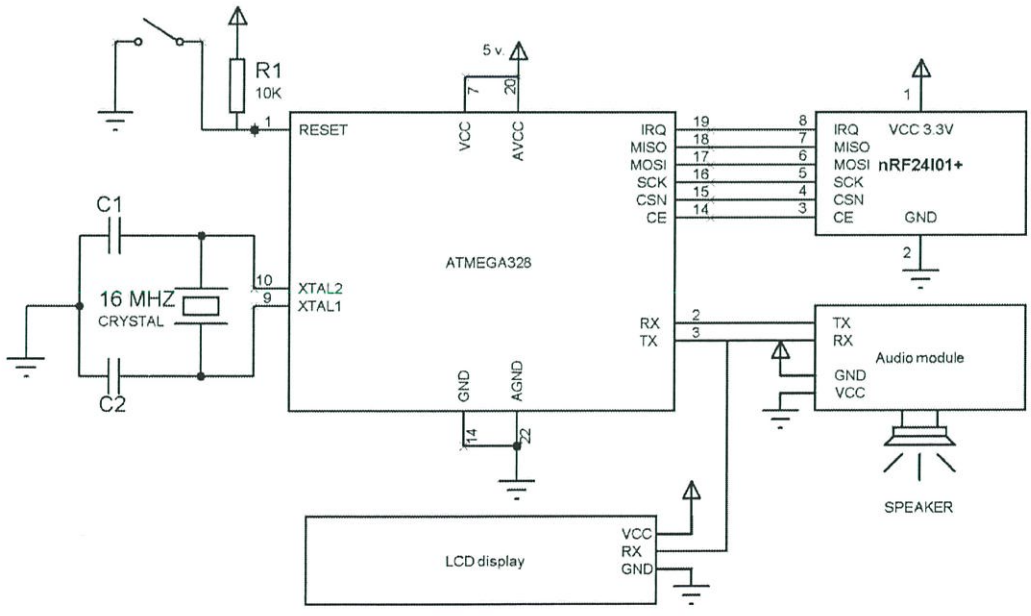

รูปที่ 3.3 บล็อกไดอะแกรมภาครับ




รูปที่ 3.4 บล็อกไดอะแกรมระบบส่วนกลาง




รูปที่ 3.5 วงจรภาคส่ง

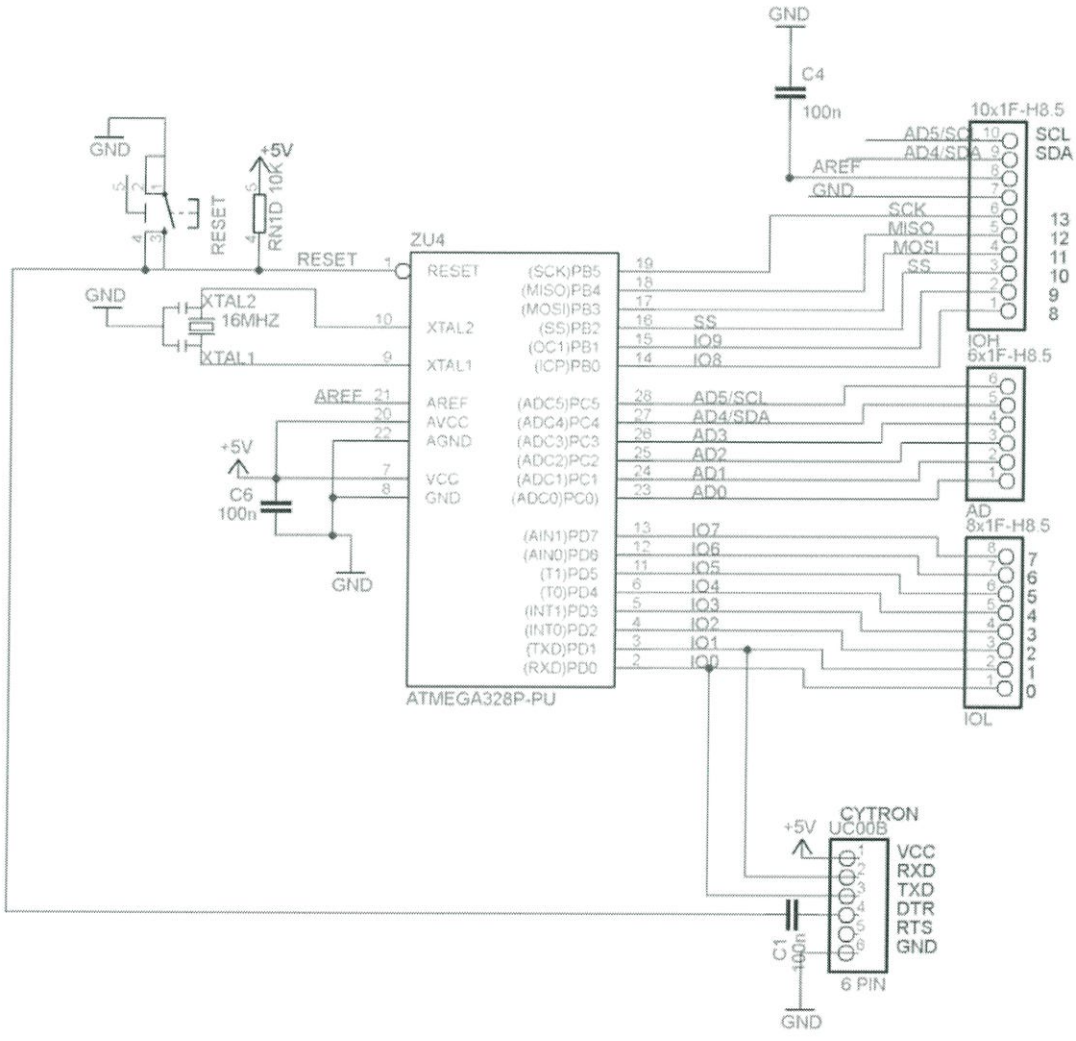



รูปที่ 3.6 วงจรภาครับ

## 3.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์

### 3.1.1 การออกแบบ

ในการออกแบบใช้ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA 328 โดยได้ทำการออกแบบดังรูปที่ 3.7




รูปที่ 3.7 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

ที่มา : http://waihung.net/making-your-own-arduino-part-2-arduino-on-breadboard/

ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA 328 ประกอบด้วยขาดิจิตอล 14 ขา และอนาล็อก 6 ขา และสามารถเชื่อมต่อกับ USB ได้โดยตรง ทำงานความถี่สูงสุด 20MHz ที่ 1 CLOCK/MACHINE CYCLE, EEPROM 512 BYTE, SRAM อีก 1 KBYTE, SPI, UART ฯลฯ

นอกจากนี้บอร์ดยังสามารถ DOWNLOAD โปรแกรมเข้าตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ทาง PORT RS232 ได้โดยตรง

คุณสมบัติของ AVR ATMEGA328

1. ใช้ MCU ตระกูล AVR เบอร์ ATMEGA328

2. 32 KBYTE FLASH SRAM 2 KBYTE, EEPROM 1 KBYTE, RUN ความถี่ 16 MHz

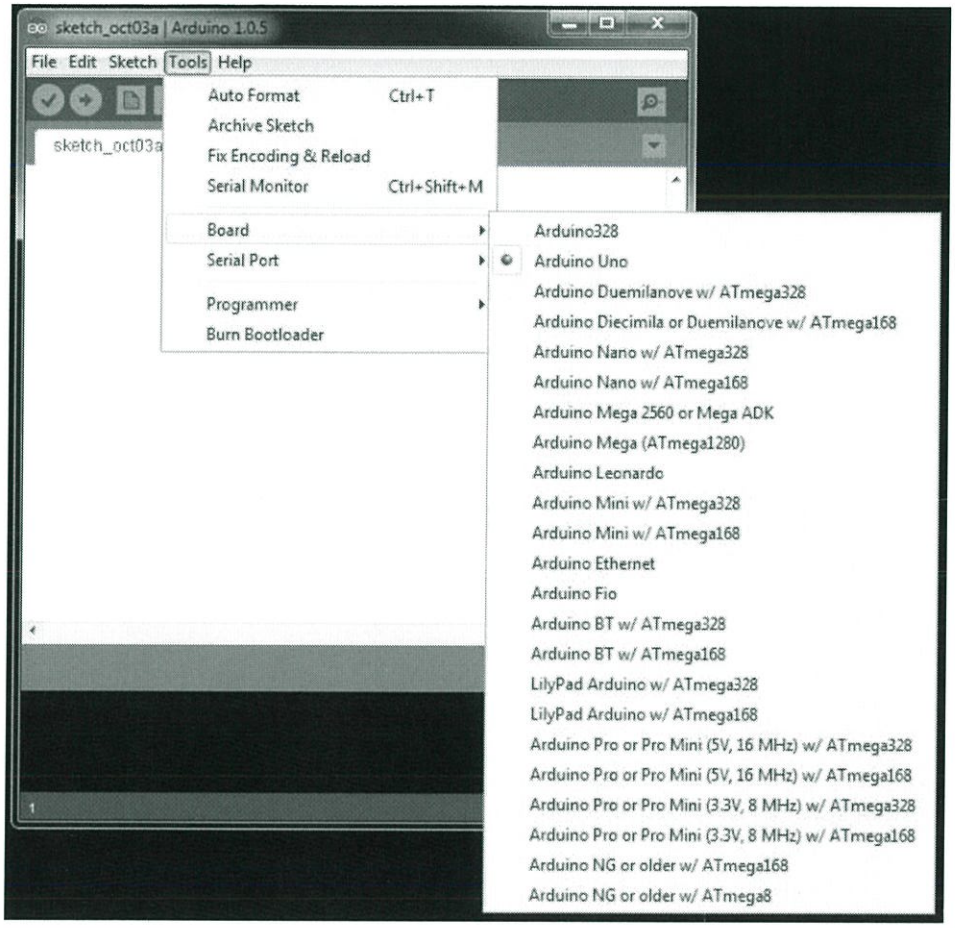
3. มี PORT I/O ขนาด 20 BIT จำนวน 3 PORT (PB 6 BIT), (PC 6 BIT), (PD 8 BIT) โดยเป็น RS232, SPI, I2C, TIMER

### 3.1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. ออสซิลโลสโคป
2. แหล่งจ่ายไฟ
3. มัลติมิเตอร์

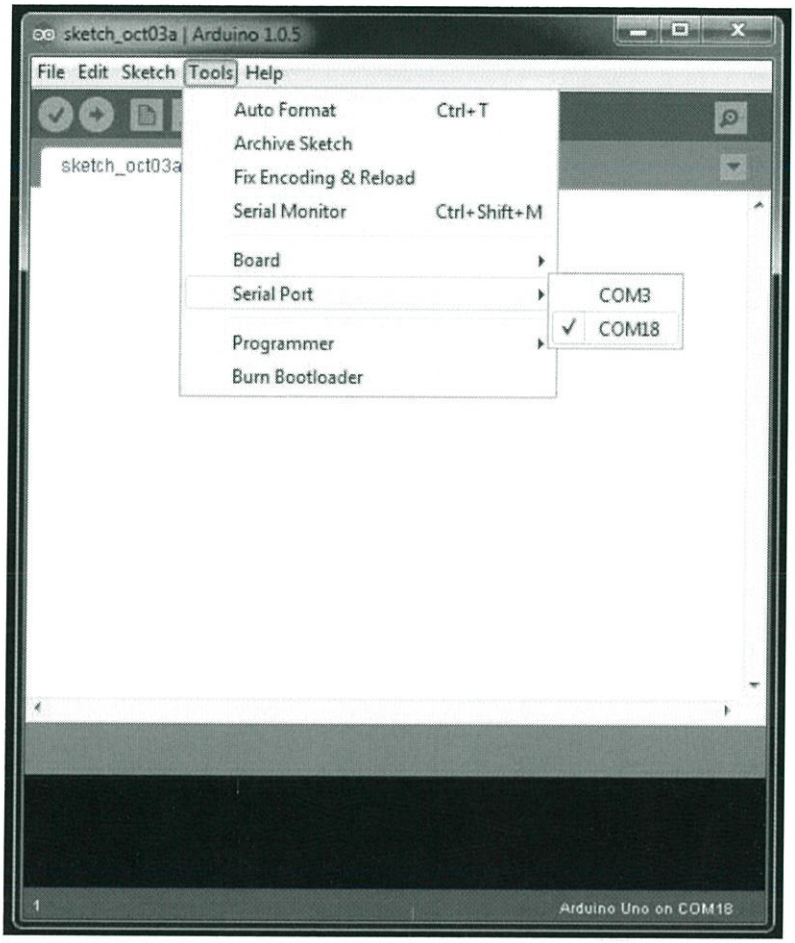
### 3.1.3 การจัดเก็บผลการทดลอง

1. ทำการตั้งค่ารุ่นไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยการคลิกที่ Tools → Board → Arduino Uno ดังรูปที่ 3.8



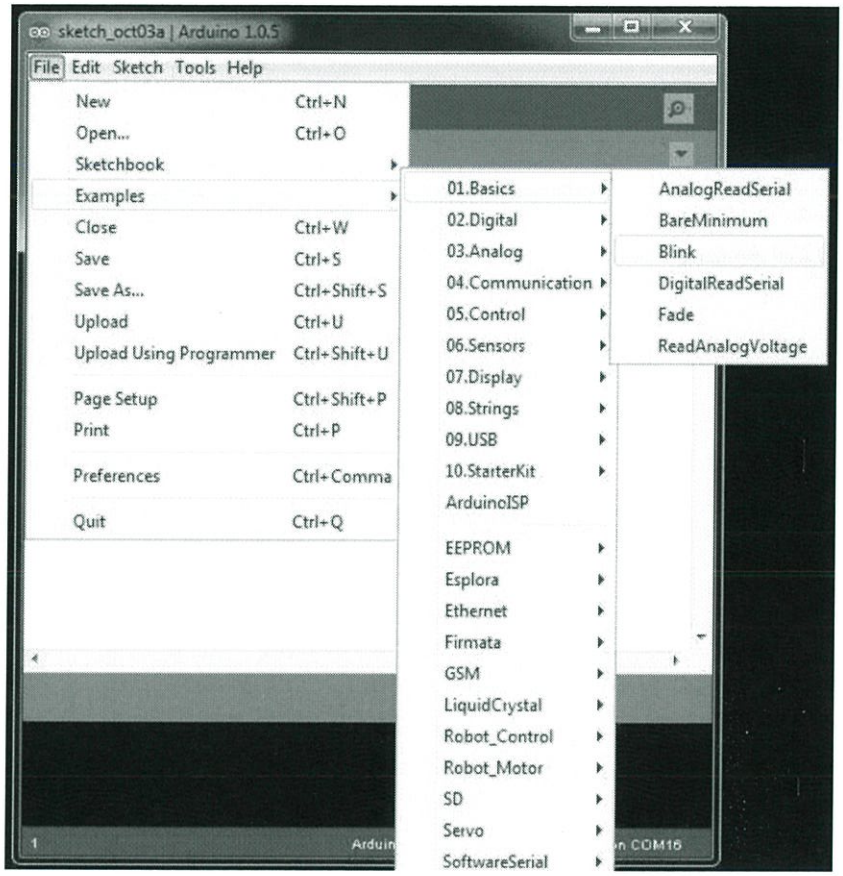

รูปที่ 3.8 ตั้งค่าโปรแกรมเพื่อระบุรุ่นของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

2. ทำการตรวจสอบพอร์ตที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารกับคอมพิวเตอร์ คลิ๊กที่ Tools เลือก Serial Port จากนั้นคลิ๊กเลือกพอร์ตให้ตรงตามค่าที่เลือกไว้ ดังรูปที่ 3.9



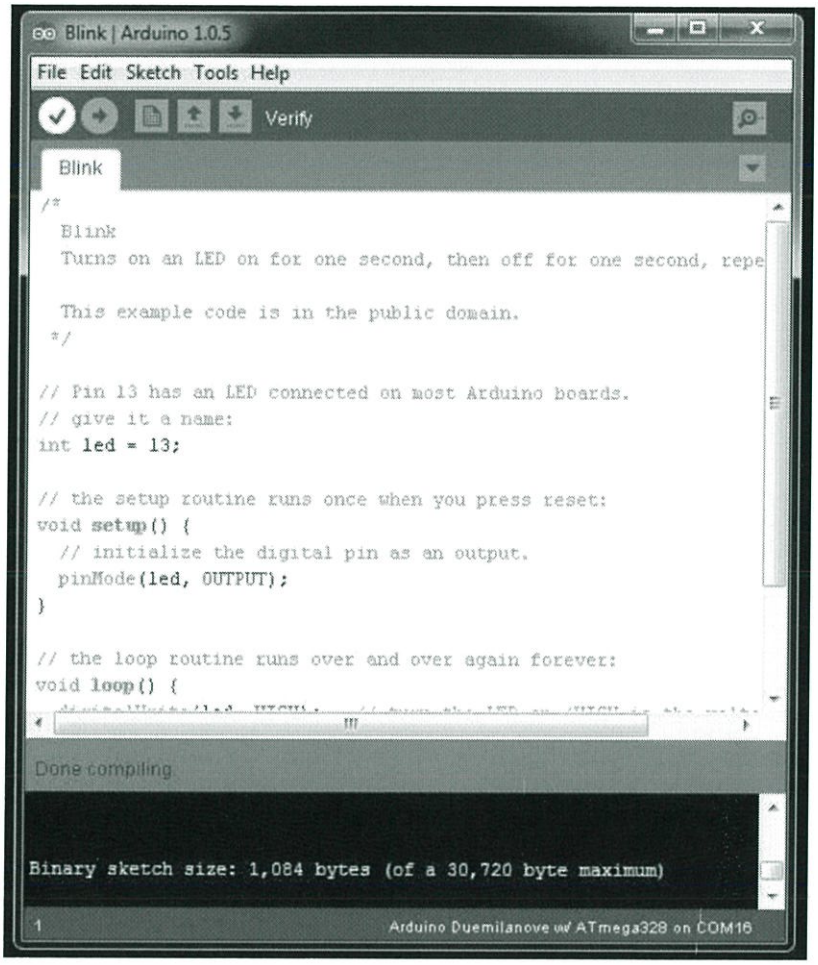

รูปที่ 3.9 ตรวจสอบพอร์ทที่ใช้ติดต่อกับคอมพิวเตอร์

3. ทำการทดสอบการใช้งานบอร์ดกันในเบื้องต้น โปรแกรมที่ใช้ในการทดสอบคือ โปรแกรมไฟกระพริบ ขา 13 ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno R3 จะต่อกับ LED จากนั้นคลิก File เลือก Examples → 01.Basics → Blink ดังรูปที่ 3.10



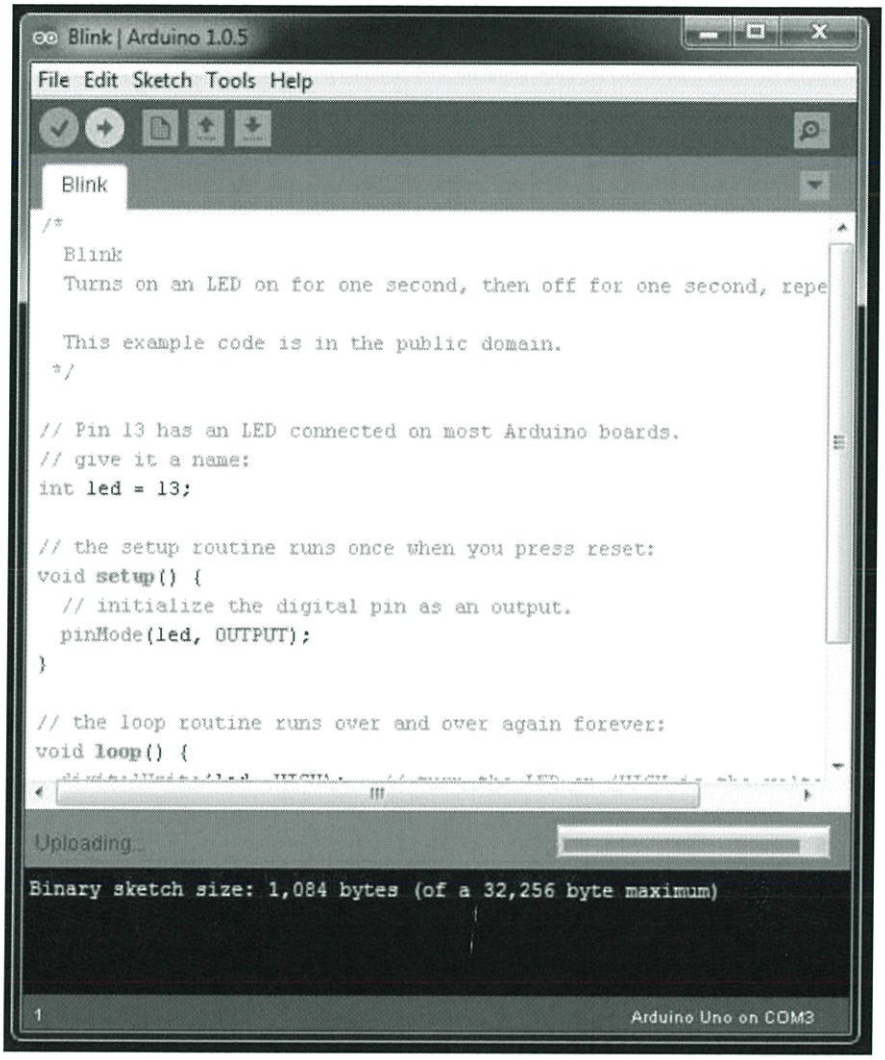

รูปที่ 3.10 เปิดโปรแกรมไฟกระพริบเพื่อทดสอบบอร์ด

4. ทำการคลิกปุ่ม Verify เพื่อตรวจสอบว่า Software สามารถใช้งานได้ ดังรูปที่ 3.11

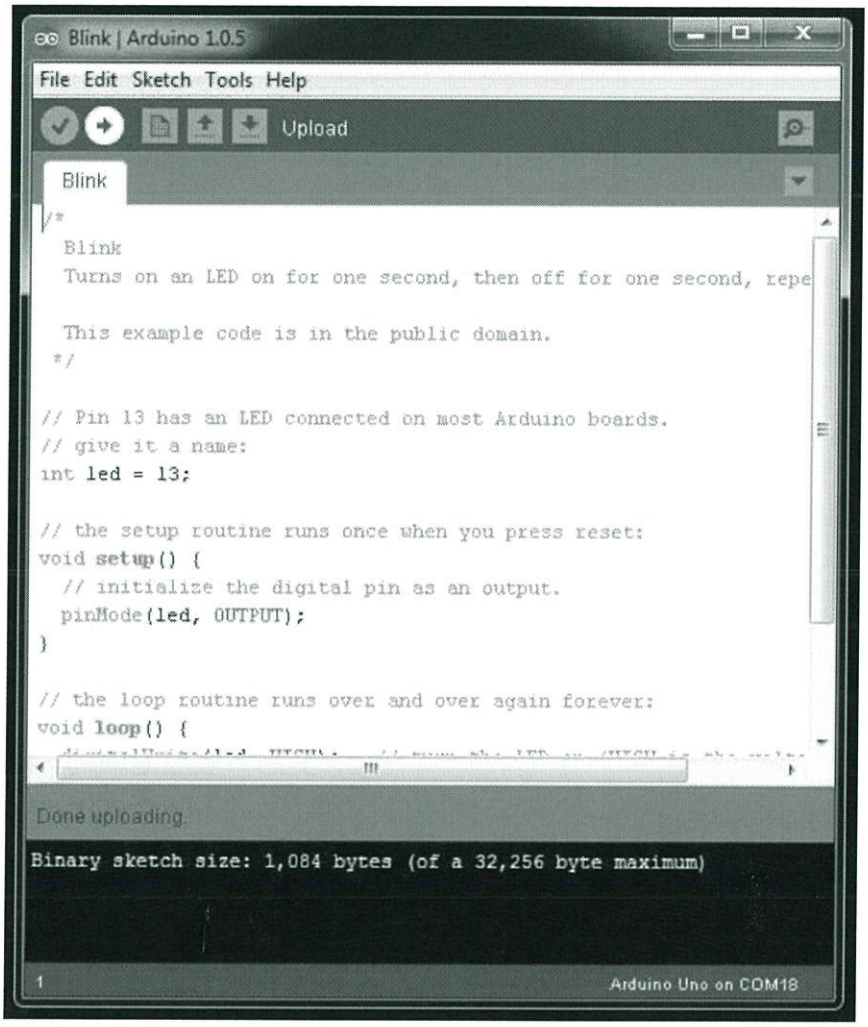



รูปที่ 3.11 ตรวจสอบ software ว่าสามารถใช้งานได้

5. จากนั้นคลิกปุ่ม Upload เพื่อส่งคำสั่งไปยังบอร์ด Arduino Uno R3 เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รับคำสั่งเสร็จสมบูรณ์แล้ว จะแสดงคำว่า Done Uploading ดังรูปที่ 3.12 และ 3.13 ตามลำดับ ส่วน LED จะติดและดับสลับกันไปเรื่อยๆ (ไฟกระพริบ)

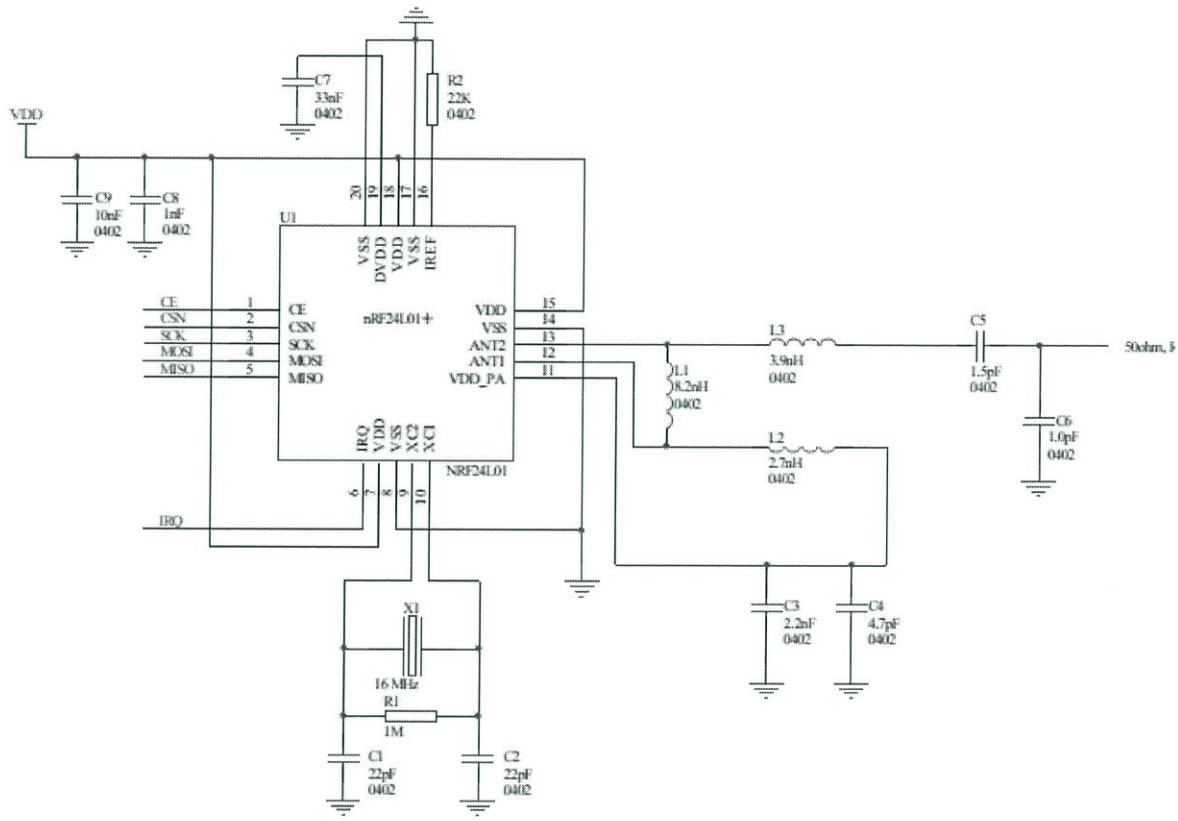



รูปที่ 3.12 ส่งคำสั่งไปยังบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

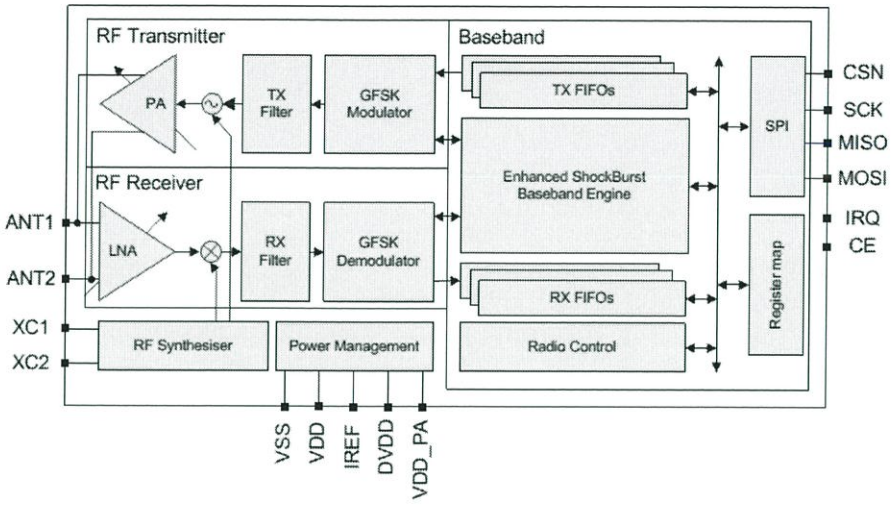



รูปที่ 3.13 แสดงการ Upload เสร็จสมบูรณ์

## 3.2 โมดูล nRF24l01+




รูปที่ 3.14 วงจรโมดูล nRF24l01+




รูปที่ 3.15 บล็อกไดอะแกรมของโมดูลรับส่งสัญญาณวิทยุ

โมดูลรับส่งสัญญาณวิทยุ nRF24l01+ เป็นโมดูลขนาดเล็กใช้พลังงานต่ำ มีประสิทธิภาพดี โดยการทำงานจะอธิบายแต่ละส่วนตามบล็อกไดอะแกรม ดังนี้

**SPI (Serial Peripheral Interface Bus)**

NRF24l01+ เชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรเลอร์แบบ SPI โดยมีขาดังนี้

CSN : chip select (active low, output from master) ใช้เลือกอุปกรณ์ slave

SCK : serial clock (output from master) สัญญาณนาฬิกาจากภายนอก

MISO : master input, slave output (output from slave) เอาต์พุทที่โมดูลส่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์

MOSI : master output, slave input (output from master) อินพุทที่ส่งมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์

CE : chip enable ควบคุมการรับส่ง

IRQ : interrupt

**Register map**

การควบคุมโมดูล NRF24l01+ จะใช้ค่ารีจิสเตอร์ที่กำหนดมาจากผู้ผลิตชิป โดยรีจิสเตอร์แต่ละค่าจะถูกแปลงไปเป็นคำสั่งควบคุมในโมดูลโดย Register map

TX FIFOs

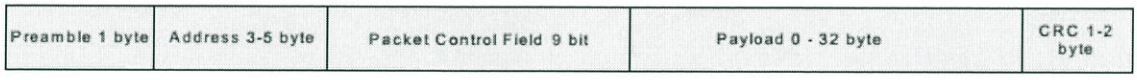
ที่พักข้อมูลก่อนส่งออกอากาศ มีขนาด 32 Bytes

RX FIFOs

ที่พักข้อมูลที่รับเข้ามาก่อนส่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ มีขนาด 32 Bytes

Enhanced ShockBurst

ส่วนจัดการแพ็กเกต มีการจัดการกระบวนการตอบรับ (acknowledgement) และการส่งซ้ำเมื่อภาครับได้รับแพ็กเกตผิดพลาด (retransmission) รูปแบบของแพ็กเกตเป็นดังรูป




รูปที่ 3.16 Enhanced ShockBurst แพ็กเกต

- Preamble เป็นไบท์ที่ใช้ในการซิงโครนัส เป็นได้ทั้ง 01010101 และ 10101010 ขึ้นอยู่กับบิตแรกของแอดเดรส ถ้าบิตแรกของแอดเดรสเป็น 0 Preamble จะเป็น 01010101 ถ้าเป็น 1 จะเป็น 10101010

- Address เป็นข้อมูลที่อยู่ของอุปกรณ์ปลายทาง เพื่อให้การส่งข้อมูลถึงปลายทางที่ถูกต้อง

- Packet control field

รูปที่ 3.17 Packet control field

payload length : ความยาวของข้อมูลที่ส่ง

PID : Packet Identity เป็นค่าที่ระบุว่าเป็นแพ็กเกตที่ส่งใหม่หรือเป็นแพ็กเกตที่ส่งซ้ำ

NO_ACK : เป็น flag ที่ใช้สำหรับ auto acknowledgement feature ถ้าบิตนี้เป็น 1 หมายถึงแพ็กเกตนี้ไม่มีการ auto acknowledgement

- Payload คือข้อมูลที่จะทำการส่งและมีขนาดไม่เกิน 32 ไบท์
- CRC (Cyclic Redundancy Check) ตรวจสอบบิตผิดพลาด

**Radio control**

จัดการคลื่นวิทยุ เช่น กำลังออกอากาศ ช่องความถี่ อัตราบิต

**GFSK (Gaussian Frequency-Shift Keying)**

เป็นชนิดของการมอดูเลตแบบ FSK ที่ใช้ Gaussian filter ปรับรูปร่างของบิทให้มีอย่างราบเรียบเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงระหว่างบิต 1 กับ 0 เพื่อจำกัดขนาดแบนด์วิดธ์

**PA (Power Amplifier)**

เป็นส่วนขยายสัญญาณให้มีกำลังสูงขึ้นก่อนส่งออกอากาศผ่านสายอากาศ

**LNA (Low Noise Amplifier)**

ขยายสัญญาณที่รับเข้ามาให้มีกำลังสูงขึ้นและกำจัดสัญญาณรบกวน ก่อนเข้ากระบวนการดีมอดูเลต

**RF synthesizer**

กำเนิดสัญญาณคลื่นพาห์ที่สามารถปรับความถี่ได้

**Filter**

กรองสัญญาณความถี่ที่ใช้งานโดยที่ภาคส่งจะใช้เพื่อจำกัดแบนด์วิดธ์ของสัญญาณก่อนส่งออกอากาศ ที่ภาครับใช้เพื่อเลือกกรองเฉพาะความถี่ที่ต้องการรับ

### 3.2.1 การออกแบบ

**ภาคส่ง** ออกแบบการเขียนโปรแกรมคำสั่งไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยการทำงานมีดังนี้

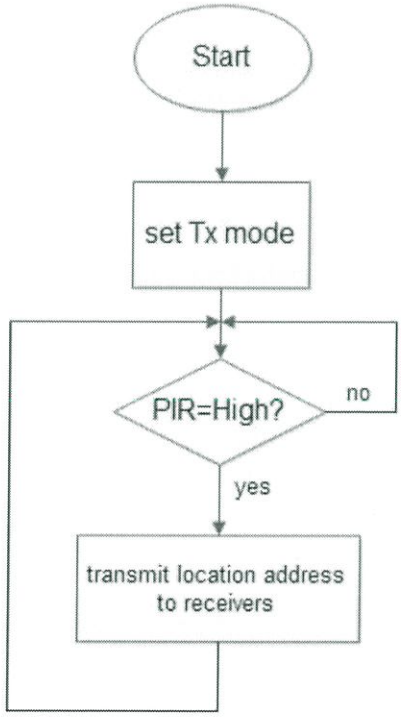
1. ตั้งค่าแอดเดรสภาคส่งและภาครับ ช่องสัญญาณ กำลังส่ง อัตราเร็วบิต จำนวนบิตตรวจสอบความผิดพลาด และเปิดบริการตอบรับ

2. เขียนข้อมูลที่จะส่งให้โมดูล

3. ตรวจสอบว่ามีการร้องขอการส่งซ้ำหรือไม่หากมีให้ส่งข้อมูลอีกครั้งจนกว่าฝั่งรับจะได้รับ แต่หากไม่มีการร้องขอการส่งซ้ำให้ทำคำสั่งถัดไป

4. ล้างข้อมูลในบัพเฟอร์ภาคส่งและจบการทำงาน

การทำงานของ RF module ภาคส่งแสดงดังรูปที่ 3.18



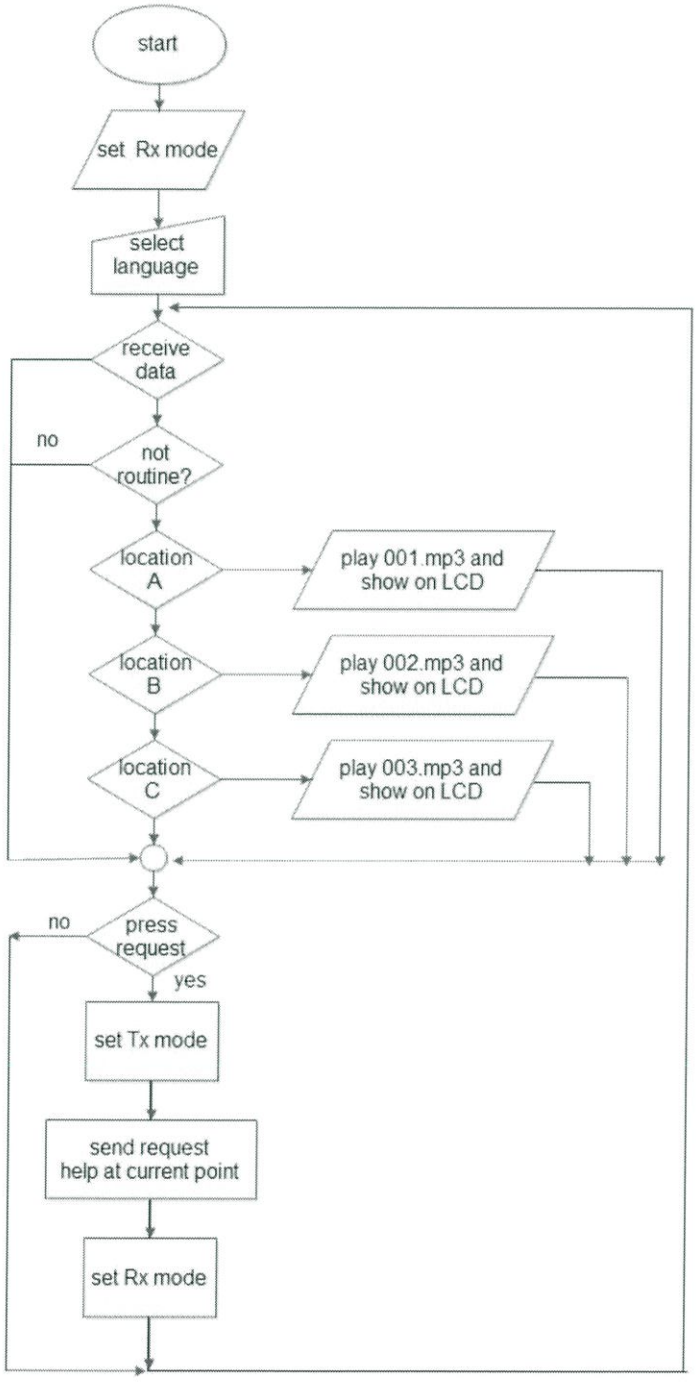

รูปที่ 3.18 Flowchart การทำงานของภาคส่ง

**ภาครับ** ออกแบบการเขียนโปรแกรมคำสั่งไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยการทำงานมีดังนี้

1. ตั้งค่าแอดเดรสภาคส่งและภาครับ ช่องสัญญาณ อัตราเร็วบิตและจำนวนบิตตรวจสอบความผิดพลาด

2. ตรวจสอบการอินเตอร์รัปจากบัฟเฟอร์ภาครับ ถ้าไม่มีให้ตรวจสอบซ้ำ หากมีการอินเตอร์รัปให้ทำคำสั่งถัดไป

3. ล้างข้อมูลในบัฟเฟอร์ภาครับแล้วตรวจสอบการอินเตอร์รัปจากบัฟเฟอร์ภาครับ การทำงานของอาร์เอฟโมดูลภาครับแสดงดังรูปที่ 3.19




รูปที่ 3.19 Flowchart การทำงานของภาครับ

### 3.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. ออสซิลโลสโคป
2. สเปกตรัมอนาไลเซอร์
3. แหล่งจ่ายไฟ
4. มัลติมิเตอร์

### 3.2.3 การจัดเก็บผลการทดลอง

ภาคส่ง

1. ที่ภาคส่งใช้ออสซิลโลสโคปวัดที่ขา MOSI และ SCLK ของอาร์เอฟโมดูล เก็บผลเอาท์พุตบิตและสัญญาณนาฬิกา
2. วัดกำลังส่งและแบนด์วิดธ์ของภาคส่งโดยใช้สเปกตรัมอนาไลเซอร์
3. วัดค่า Carrier to noise ratio (CNR)

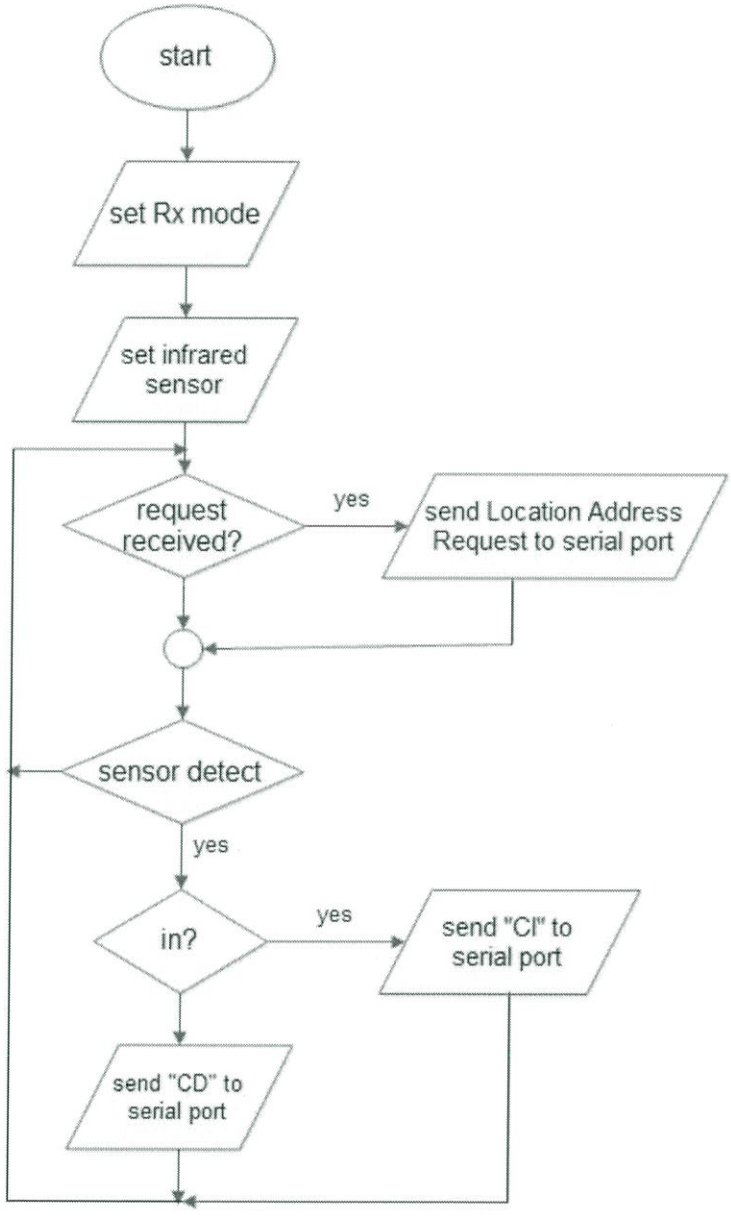
ภาครับ

1. ที่ภาครับใช้ออสซิลโลสโคปวัดที่ขา MISO และ SCLK ของอาร์เอฟโมดูล เก็บผลเอาท์พุตบิตและสัญญาณนาฬิกา
2. วัดค่าความไว (Sensitivity) และแบนด์วิดธ์ของสัญญาณที่ภาครับโดยใช้สเปกตรัมอนาไลเซอร์
3. วัดค่า Carrier to noise ratio (CNR)

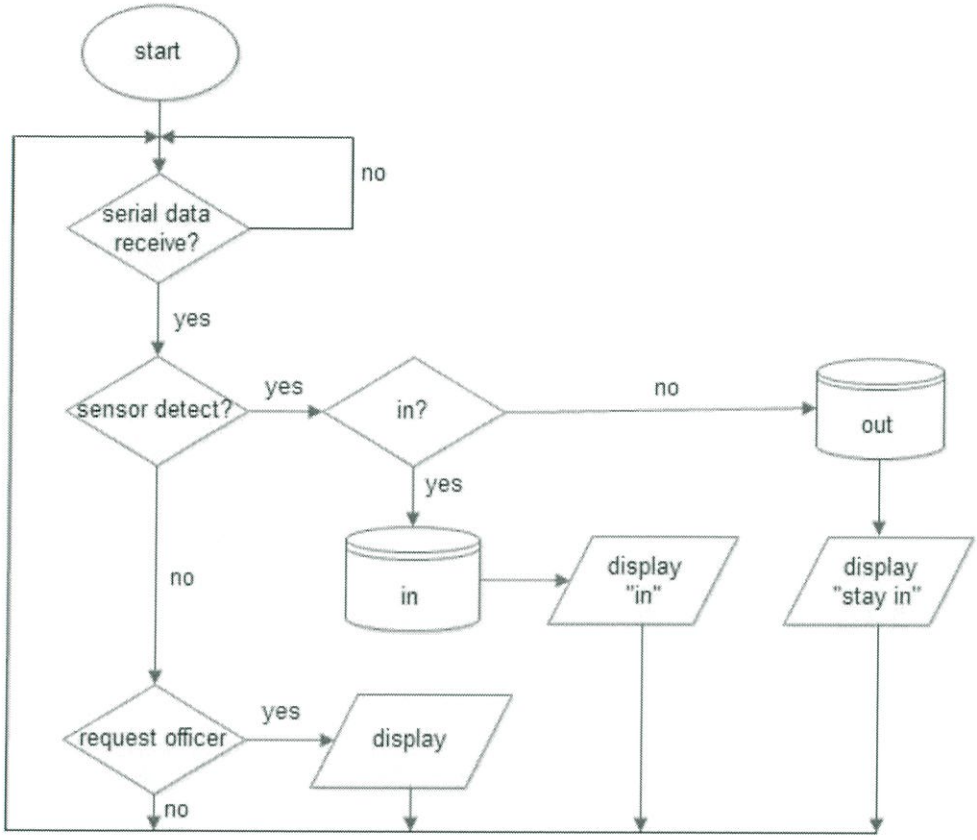
## 3.3 ระบบส่วนกลาง

### 3.3.1 การออกแบบ

ระบบส่วนกลางที่ได้ออกแบบจะประกอบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ วินโดว์แอพพลิเคชัน (Windows Application) และฐานข้อมูล ซึ่งได้แสดงการทำงานเป็นโฟลว์ชาร์ทไว้ดังรูปที่ 3.20 และ 3.21 ตามลำดับ

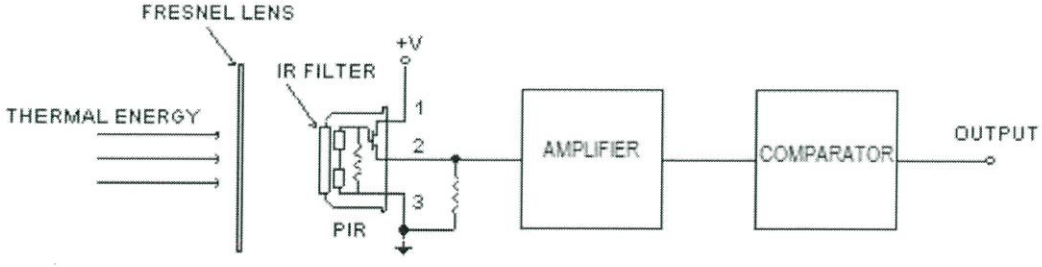



รูปที่ 3.20 Flowchart การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ส่วนกลาง




รูปที่ 3.21 Flowchart ของวินโดว์แอพพลิเคชัน (Window Application)

## 3.4 เซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว

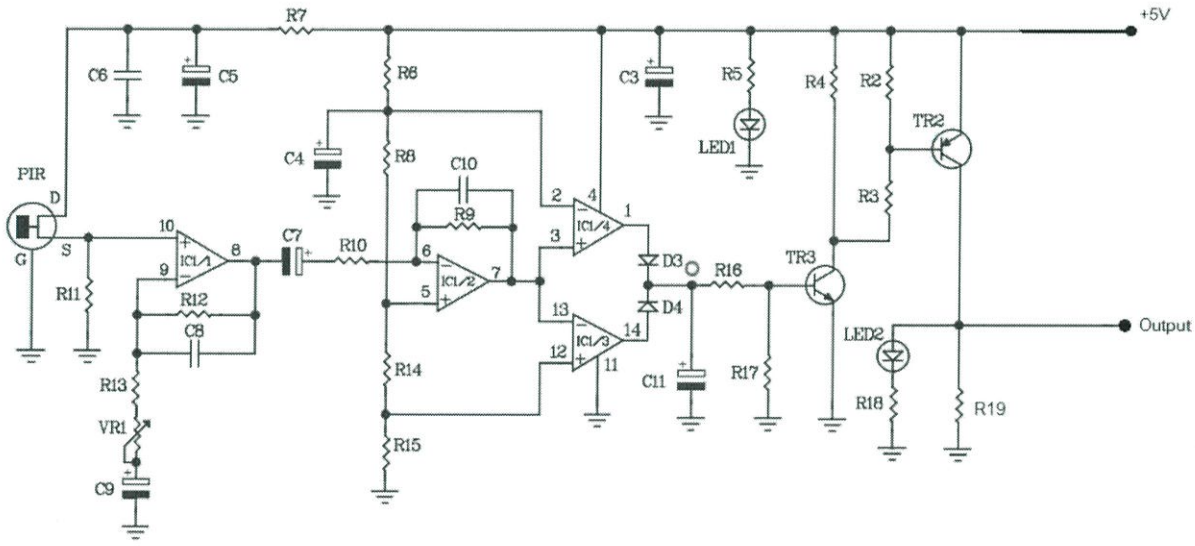



รูปที่ 3.22 แสดงหลักการทำงานของเซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว

ในโครงงานนี้ได้ใช้ Passive infrared sensor (PIR) เป็นเซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว (Motion sensor) โดย PIR จะตรวจจับอุณหภูมิหรือความร้อนจากร่างกายมนุษย์ที่กำลังเคลื่อนไหว แล้วส่งอินพุตไปที่วงจรขยาย (Amplifier) เพื่อขยายให้สัญญาณที่ได้มีแอมปลิจูดมากขึ้น จากนั้นส่งไปเปรียบเทียบที่วงจร comparator แล้วส่งต่อให้กับส่วนทริกเกอร์ ดังรูปที่ 3.22

### 3.4.1 การออกแบบ

โครงงานนี้ได้ออกแบบวงจรเซนเซอร์ดังรูปที่ 3.23




รูปที่ 3.23 วงจรเซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว

### 3.4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. ออสซิลโลสโคป
2. แหล่งจ่ายไฟ
3. เครื่องกำเนิดสัญญาณ ( Generator )
4. มัลติมิเตอร์

### 3.4.3 การจัดเก็บผลการทดลอง

การจัดเก็บผลการทดลองจะแบ่งเป็น 2 ส่วน

3.4.3.1 การจัดเก็บผลการทดลองของวงจรเซนเซอร์

1. ต่อวงจรตามรูปที่ 3.23

2. วัดสัญญาณที่ขา 1 เปรียบเทียบกับสัญญาณที่วัดได้ที่จุด O แล้วเก็บผลการทดลอง

3. วัดสัญญาณที่ขา 14 เปรียบเทียบกับสัญญาณที่วัดได้ที่จุด O แล้วเก็บผลการทดลอง

4. วัดสัญญาณที่ขา 1 เปรียบเทียบกับสัญญาณที่ขา 14 แล้วเก็บผลการทดลอง

5. วัดสัญญาณเอาต์พุตขณะที่ไม่มีการเคลื่อนที่ของร่างกายมนุษย์

6. วัดสัญญาณเอาต์พุตในขณะที่มีการเคลื่อนไหวของร่างกายมนุษย์ แล้วเปรียบเทียบกับผลในข้อ 2.

7. วัดสัญญาณเอาต์พุตในระยะทางต่างๆกัน โดยเริ่มจากใกล้กับวงจรเซนเซอร์มากที่สุดแล้วห่างออกไปเรื่อยๆ ซึ่งในระหว่างการวัดสัญญาณเอาต์พุตจะต้องมีการเคลื่อนไหวร่างกายตลอดเวลา เพื่อให้เซนเซอร์สามารถตรวจจับได้ และบันทึกผลการทดลอง

3.4.3.2 การจัดเก็บผลกำลังขยายของวงจรเซนเซอร์

1. ต่อวงจรตามรูปที่ 3.23

2. ป้อนสัญญาณรูปไซน์ 100 mV ความถี่ 1 Hz - 100 kHz ที่ขา 10 ของไอซี LM324 ในวงจรเซนเซอร์ จากนั้นวัดสัญญาณเอาต์พุทที่ขา 8 โดยการเก็บผลจะเปลี่ยนความถี่ไปเรื่อยๆ แล้วบันทึกผลลงในตาราง

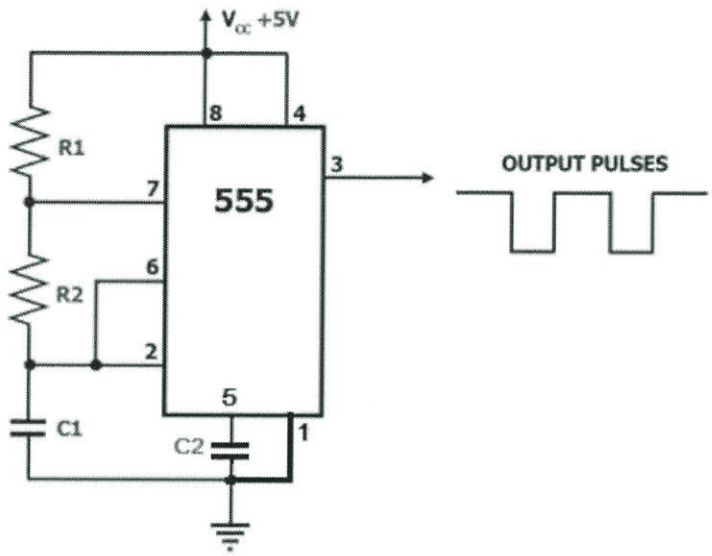
3. ป้อนสัญญาณรูปไซน์ 100 mV ความถี่ 1 Hz – 1 kHz ที่ขา 10 ของไอซี LM324 ในวงจรเซนเซอร์ จากนั้นวัดสัญญาณเอาท์พุตที่ขา 7 โดยการเก็บผลจะเปลี่ยนความถี่ไปเรื่อยๆ แล้วบันทึกผลลงในตาราง

4. นำผลที่บันทึกลงตารางในข้อ 2. และข้อ 3. ไปพล็อตกราฟ

## 3.5 วงจรกำเนิดสัญญาณรูปสี่เหลี่ยมความถี่ 38 kHz

### 3.5.1 การออกแบบ

การออกแบบวงจรกำเนิดสัญญาณรูปสี่เหลี่ยมได้ใช้ไอซีเบอร์ NE555P ในการสร้างสัญญาณรูปสี่เหลี่ยมที่มีความถี่ 38 kHz โดยได้ทำการออกแบบดังรูปที่ 3.24




รูปที่ 3.24 วงจรกำเนิดสัญญาณรูปสี่เหลี่ยม

โดยมีสูตรการคำนวณดังต่อไปนี้

หาความถี่ได้จาก

$$f = \frac{1.44}{(R_1 + 2R_2)C_1} \qquad (3.1)$$

และหา Duty cycle ได้จาก

$$D = (\frac{R_1 + R_2}{R_1 + 2R_2}) \times 100 \quad (3.2)$$

### 3.5.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. ออสซิลโลสโคป
2. แหล่งจ่ายไฟ
3. มัลติมิเตอร์

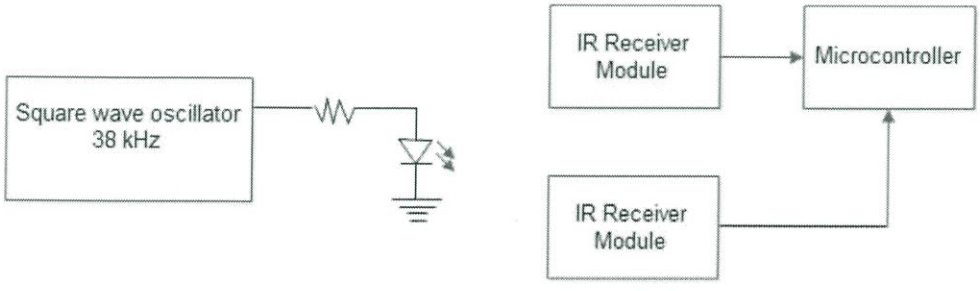
### 3.5.3 การจัดเก็บผลการทดลอง

1. คำนวณหาค่า R และ C เพื่อใช้ในการสร้างสัญญาณรูปสี่เหลี่ยมความถี่ 38 kHz กำหนดให้ Duty cycle = 60 % และ C2 = 10 nF โดยจากการคำนวณจะได้ C1 = 10 nF, R1 = 758 Ω และ R2 = 1516 Ω

2. ต่อวงจรตามรูปที่ 3.24

3. วัดสัญญาณเอาท์พุตที่ขา 3 แล้วเก็บผลการทดลอง

## 3.6 แอกทีพอินฟราเรดเซนเซอร์

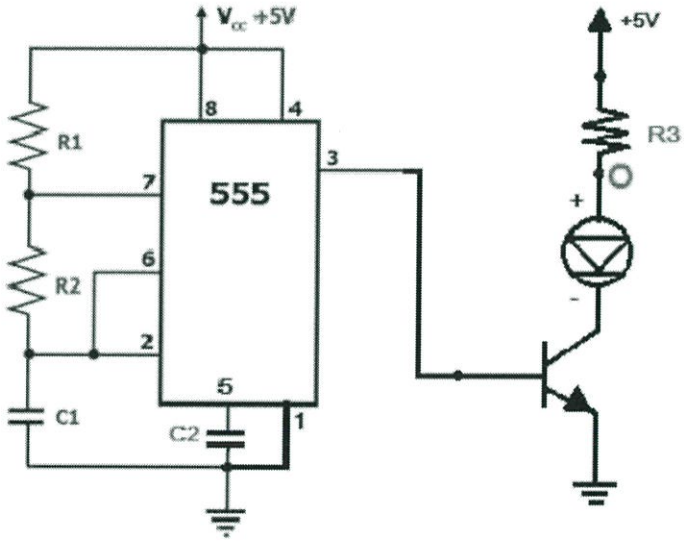



รูปที่ 3.25 บล็อกไดอะแกรมของระบบอินฟราเรดเซนเซอร์

### 3.6.1 การออกแบบ

3.6.1.1 วงจรแอกทีพอินฟราเรดเซนเซอร์ (ด้านส่ง)

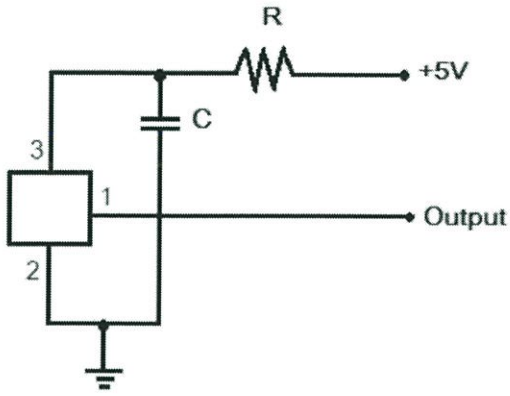
ในการออกแบบวงจรแอกทีพอินฟราเรดเซนเซอร์ (ด้านส่ง) จะใช้วงจรกำเนิดสัญญาณรูปสี่เหลี่ยม, หลอดอินฟราเรดและทรานซิสเตอร์เบอร์ PN2222A โดยกำหนดให้ $R_3$ = 300 Ω ดังรูปที่ 3.26




รูปที่ 3.26 วงจรแอกทีพอินฟราเรดเซนเซอร์ ( ด้านส่ง )

3.6.1.2 วงจรอินฟราเรดเซนเซอร์ ( ด้านรับ )

ในการออกแบบจะใช้โมดูลอินฟราเรดด้านรับเบอร์ TSOP4838 โดยให้ค่า R = 100 Ω, C= 0.1 uF ดังรูปที่ 3.27 ซึ่งจะทำการสร้าง 2 วงจร




รูปที่ 3.27 วงจรอินฟราเรดเซนเซอร์ ( ด้านรับ )

### 3.6.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. ออสซิลโลสโคป
2. แหล่งจ่ายไฟ
3. มัลติมิเตอร์

### 3.6.3 การจัดเก็บผลการทดลอง

1. สร้างวงจรตามรูปที่ 3.26 และ 3.27 ตามลำดับ จากนั้นป้อนสัญญาณรูปสี่เหลี่ยมความถี่ 1 Hz เข้าที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์

2. วางแอคทีฟอินฟราเรดเซนเซอร์ (ด้านส่ง) ให้อยู่ในแนวเดียวกับเซนเซอร์ฝั่งรับ โดยให้หลอดอินฟราเรดตรงกับโมดูล TSOP4838

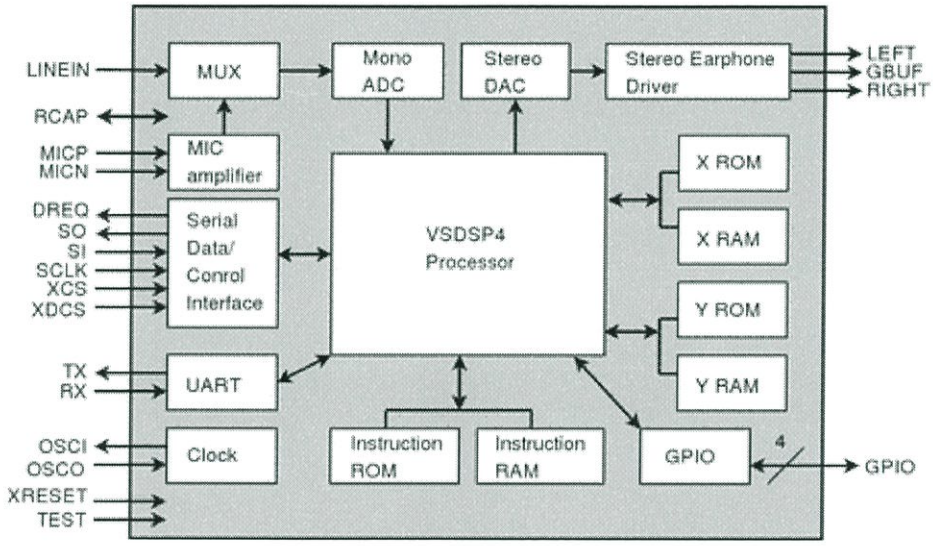
3. ทำการเก็บผลการทดลอง โดยให้ Channel 1 วัดที่ขาคอลเล็คเตอร์ของวงจรแอคทีฟอินฟราเรดเซนเซอร์ (ด้านส่ง) และ Channel 2 วัดที่ขา 1 ของ TSOP4838 ของวงจรอินฟราเรดเซนเซอร์ ( ด้านรับ ) และบันทึกผลการทดลอง

4. ทำการเก็บผลการทดลอง โดยให้ Channel 1 วัดที่ขา 1 (ขาเอาท์พุต) ของโมดูล TSOP4838 ตัวแรก และ Channel 2 วัดที่ขา 1 ของโมดูล TSOP4838 ตัวที่สอง แล้วบันทึกผล

## 3.7 MP3 module

### 3.7.1 การออกแบบ

TDS055 เป็นโมดูลที่ใช้สำหรับเล่นไฟล์เสียง MP3 โดยใช้ไอซี VS1003b จะสั่งผ่าน RS-232 Baudrate 9600 และเก็บข้อมูลโดยใช้ SD-Card บล็อกไดอะแกรมของไอซี VS1003b แสดงในรูปที่ 3.28




รูปที่ 3.28 บล็อกไดอะแกรมของไอซี VS1003b

### 3.7.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. ออสซิลโลสโคป
2. แหล่งจ่ายไฟ

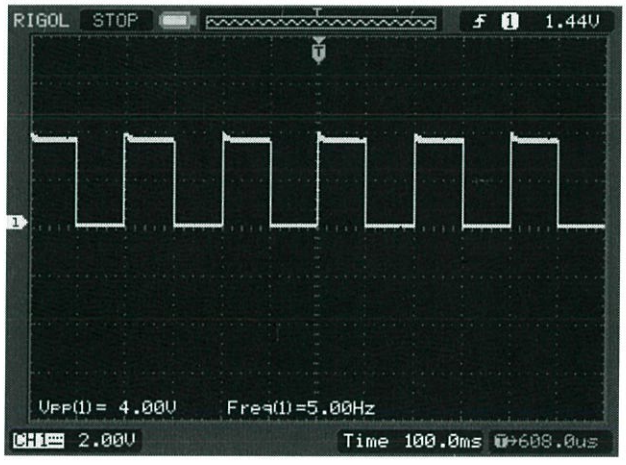
### 3.7.3 การจัดเก็บผลการทดลอง

เขียนโปรแกรมลงในบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อสั่งให้ audio module เล่นเสียงที่เป็นไฟล์ mp3 ซึ่งบันทึกอยู่ใน SD-card แล้ววัดเอาต์พุต

# บทที่ 4
# ผลการทดลอง

## 4.1 ผลการทดสอบไมโครคอนโทรลเลอร์

จะได้ผลการทดลองดังรูปที่ 4.1

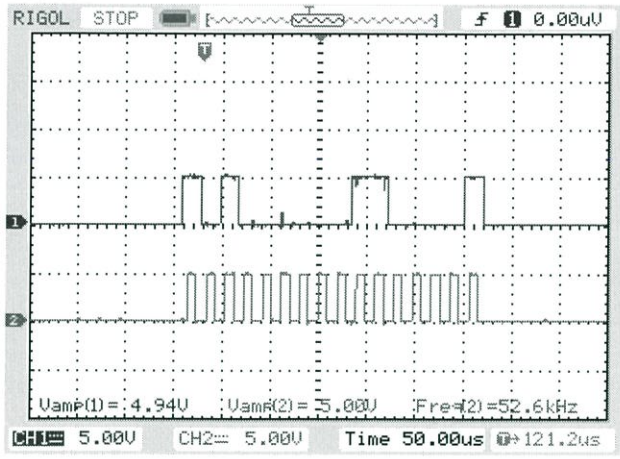



รูปที่ 4.1 สัญญาณพัลส์ที่วัดได้จากขา 13 ที่ต่อกับ LED ในขณะไฟกระพริบ

## 4.2 ผลการทดสอบโมดูล nRF24l01+

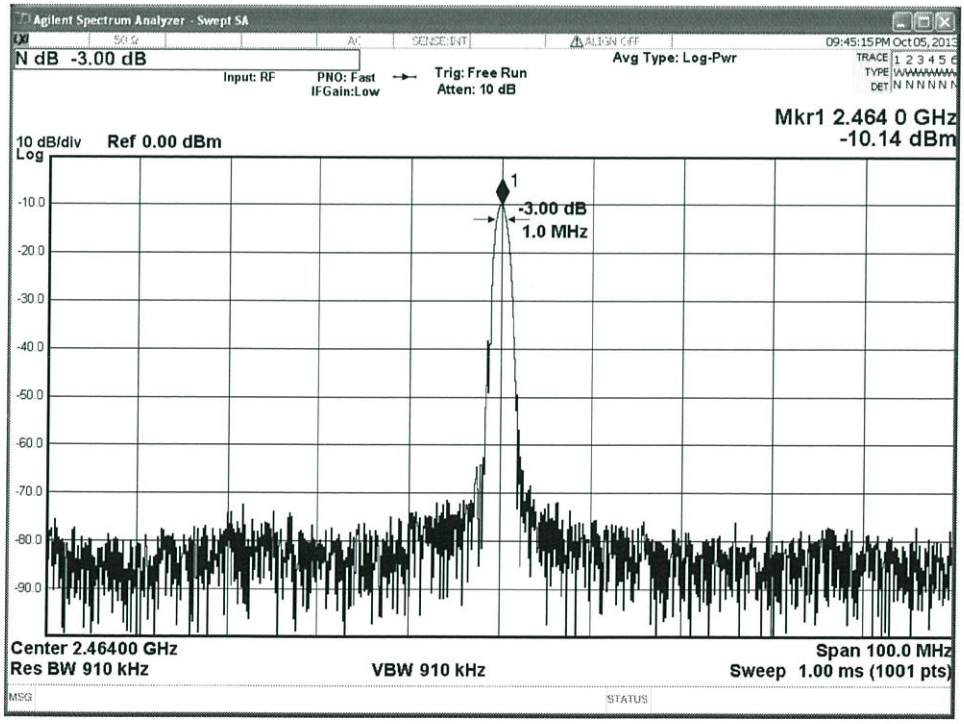
### 4.2.1 ฝั่งส่ง

เขียนคำสั่งไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งข้อมูลตำแหน่งเข้าที่ขา MISO ของโมดูล NRF24l01+ โดยการส่งข้อมูลเข้าบัฟเฟอร์ของโมดูลต้องส่งค่ารีจิสเตอร์ที่ควบคุมการเขียนข้อมูลลงบัฟเฟอร์ไปด้วย ดังรูปที่ 4.2

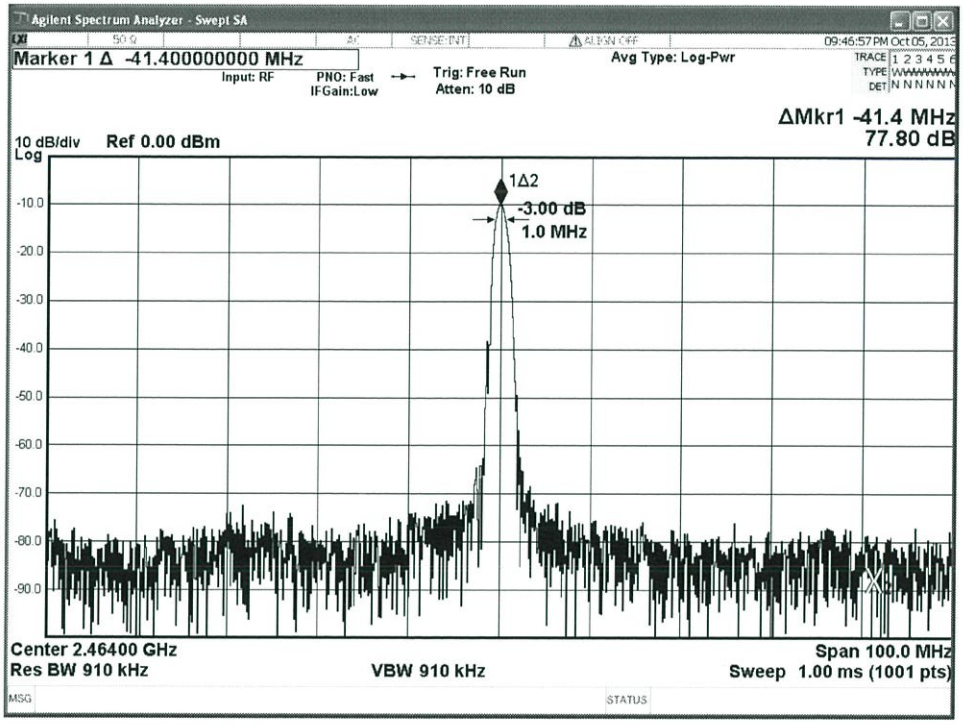



รูปที่ 4.2 CH1 แพ็กเกตที่ส่งจากไมโครคอนโทรเลอร์
CH2 สัญญาณนาฬิกา

จากรูป ไบท์แรกจากซ้ายมือคือค่ารีจิสเตอร์ใช้ในการเขียนข้อมูลลง TX FIFOs คือค่า 0xA0 ($10100000_2$) ส่วนไบท์ที่สองคือตัวอักษร a ในรูปแบบรหัส ASCII มีค่าเท่ากับ 0x61 ($01100001_2$)



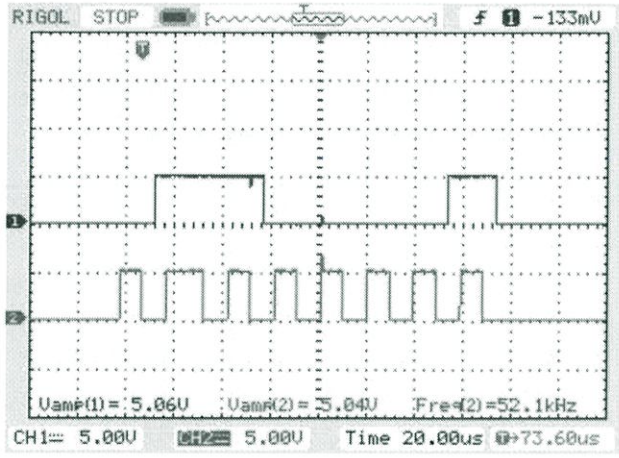

รูปที่ 4.3 สเปกตรัมของโมดูล nRF24l01+ ทำงานที่ความถี่ 2.464 GHz กำลัง -0.14 dBm แบนด์วิดธ์ที่ -3dB กว้าง 1 MHz



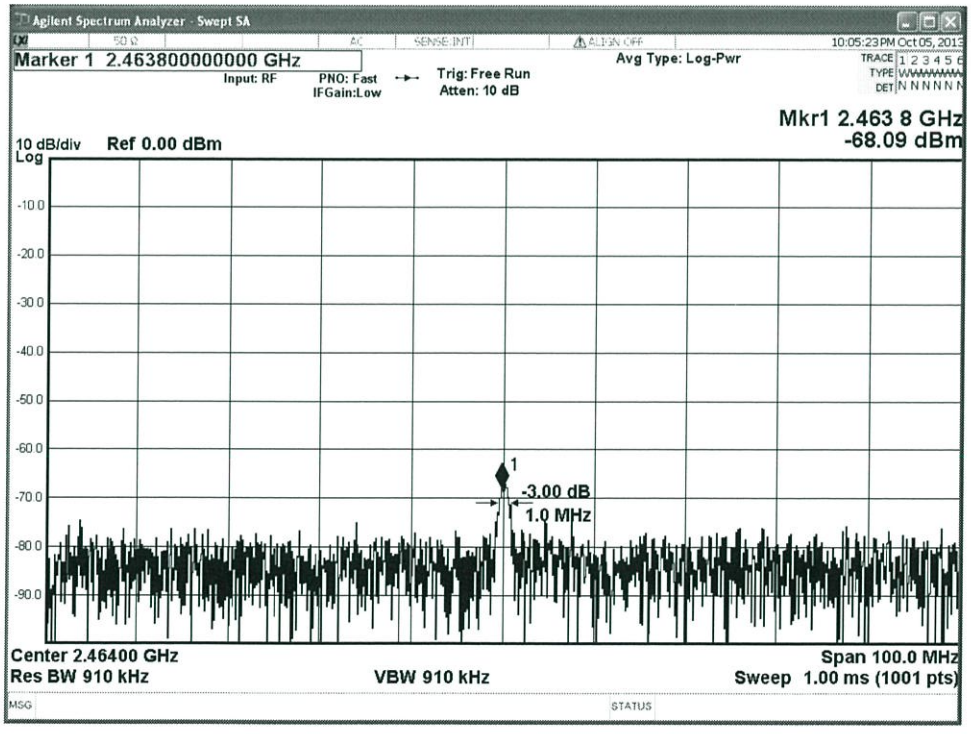

รูปที่ 4.4 สเปกตรัมของโมดูล nRF24l01+ ทำงานที่ความถี่ 2.464 GHz CNR เท่ากับ 77.80 dB

### 4.2.2 ฝั่งรับ

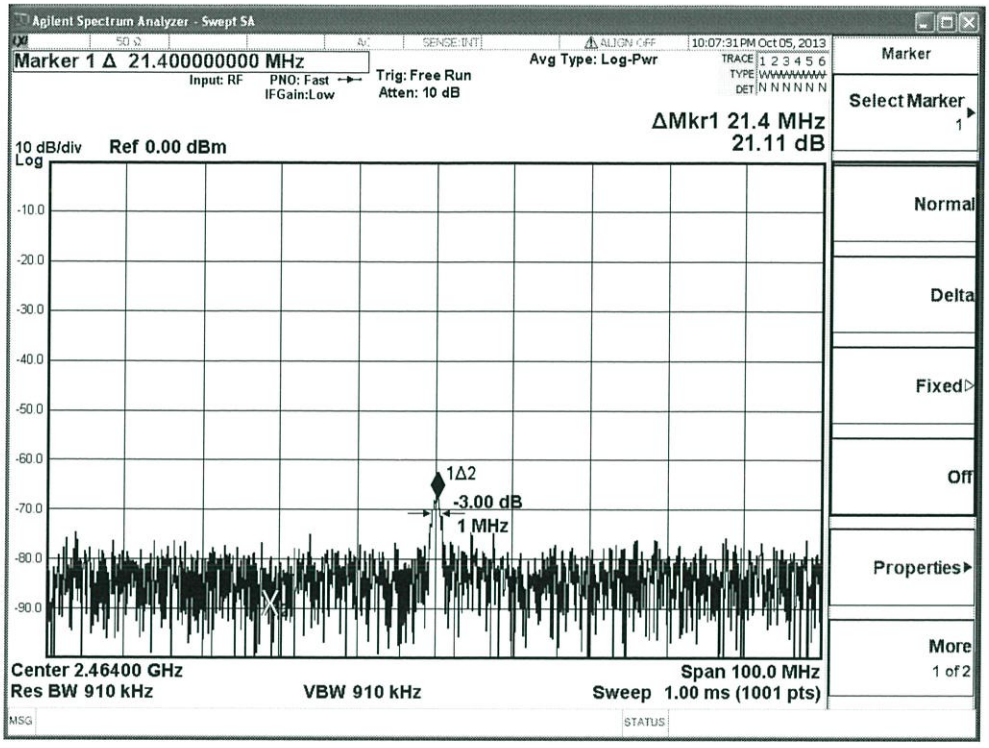
เขียนคำสั่งไมโครคอนโทรลเลอร์รับข้อมูลตำแหน่งที่ขา MISO ของโมดูล NRF24l01+ ดังรูปที่ 4.5



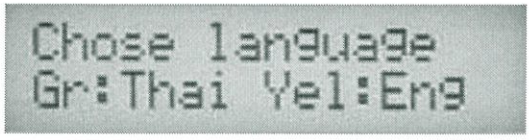

รูปที่ 4.5 CH1 แพ็กเกตที่รับจากโมดูล nRF24l01+
CH2 สัญญาณนาฬิกา



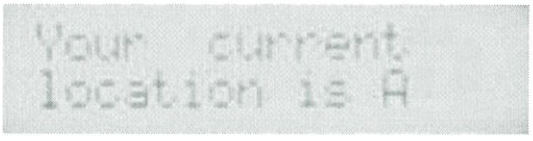

รูปที่ 4.6 สเปกตรัมของโมดูล nRF24l01+ ฝั่งรับ กำลังที่รับได้ -58.09 dBm แบนด์วิดธ์ที่ -3dB กว้าง 1 MHz วัดที่ระยะ 70 เมตร เป็นระยะมากที่สุดเท่าที่เครื่องรับสามารถรับข้อมูลได้



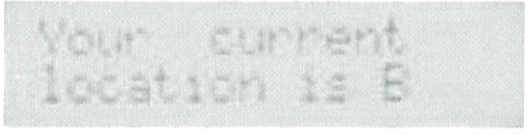

รูปที่ 4.7 สเปกตรัมของโมดูล nRF24l01+ ทำงานที่ความถี่ 2.464 GHz วัดที่ระยะ 70 เมตร เป็นระยะมากที่สุดเท่าที่เครื่องรับสามารถรับข้อมูลได้ CNR เท่ากับ 21.11 dB วัดที่อุณหภูมิ 29 องศาเซลเซียส



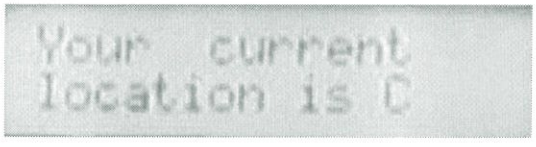

(ก)




(ข)



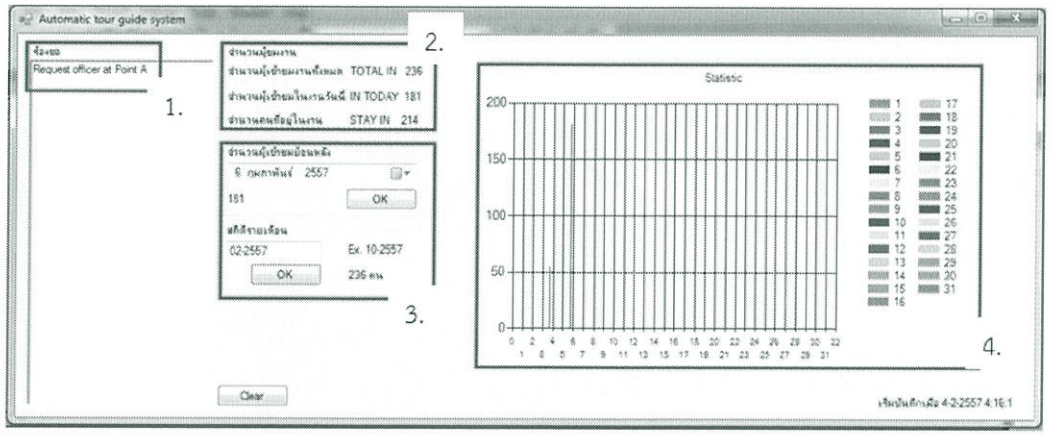

(ค)




(ง)

รูปที่ 4.8 (ก) หน้าจอแสดงผลเลือกภาษา
(ข) หน้าจอแสดงผลเมื่อผู้ใช้อยู่ที่จุดเอ (A)
(ค) หน้าจอแสดงผลเมื่อผู้ใช้อยู่ที่จุดบี (B)
(ง) หน้าจอแสดงผลเมื่อผู้ใช้อยู่ที่จุดซี (C)

## 4.3 ผลการทดสอบระบบส่วนกลาง



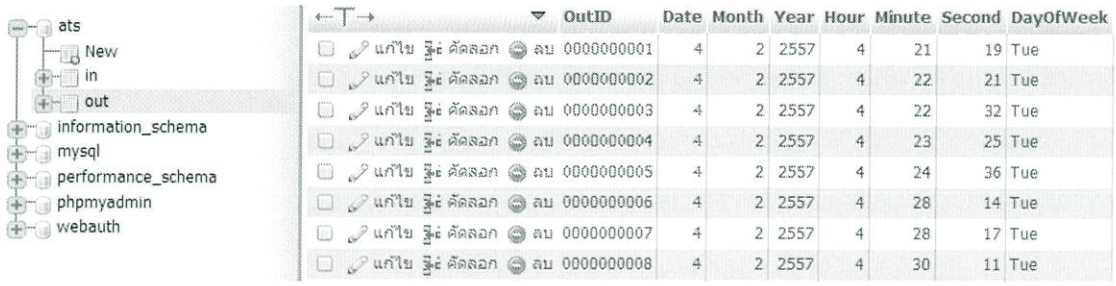

รูปที่ 4.9 วินโดว์แอปพลิเคชันระบบบรรยายอัตโนมัติ

จากรูปที่ 4.9 จะได้

1. ส่วนแสดงผลการร้องขอเจ้าหน้าที่
2. ส่วนแสดงผลจำนวนผู้เข้าชม
3. ส่วนแสดงผลจำนวนผู้เข้าชมย้อนหลัง
4. กราฟแสดงผลจำนวนผู้เข้าชมย้อนหลัง

| | InID | Date | Month | Year | Hour | Minute | Second | DayOfWeek |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| แก้ไข คัดลอก ลบ | 0000000002 | 4 | 2 | 2557 | 4 | 21 | 15 | Tue |
| แก้ไข คัดลอก ลบ | 0000000003 | 4 | 2 | 2557 | 4 | 21 | 21 | Tue |
| แก้ไข คัดลอก ลบ | 0000000004 | 4 | 2 | 2557 | 4 | 22 | 25 | Tue |
| แก้ไข คัดลอก ลบ | 0000000005 | 4 | 2 | 2557 | 4 | 22 | 36 | Tue |
| แก้ไข คัดลอก ลบ | 0000000006 | 4 | 2 | 2557 | 4 | 23 | 30 | Tue |
| แก้ไข คัดลอก ลบ | 0000000007 | 4 | 2 | 2557 | 4 | 24 | 31 | Tue |
| แก้ไข คัดลอก ลบ | 0000000008 | 4 | 2 | 2557 | 4 | 24 | 37 | Tue |
| แก้ไข คัดลอก ลบ | 0000000009 | 4 | 2 | 2557 | 4 | 27 | 54 | Tue |

รูปที่ 4.10 ตารางบันทึกเวลาคนเข้าที่ถูกเก็บในฐานข้อมูล




| | OutID | Date | Month | Year | Hour | Minute | Second | DayOfWeek |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| แก้ไข คัดลอก ลบ | 0000000001 | 4 | 2 | 2557 | 4 | 21 | 19 | Tue |
| แก้ไข คัดลอก ลบ | 0000000002 | 4 | 2 | 2557 | 4 | 22 | 21 | Tue |
| แก้ไข คัดลอก ลบ | 0000000003 | 4 | 2 | 2557 | 4 | 22 | 32 | Tue |
| แก้ไข คัดลอก ลบ | 0000000004 | 4 | 2 | 2557 | 4 | 23 | 25 | Tue |
| แก้ไข คัดลอก ลบ | 0000000005 | 4 | 2 | 2557 | 4 | 24 | 36 | Tue |
| แก้ไข คัดลอก ลบ | 0000000006 | 4 | 2 | 2557 | 4 | 28 | 14 | Tue |
| แก้ไข คัดลอก ลบ | 0000000007 | 4 | 2 | 2557 | 4 | 28 | 17 | Tue |
| แก้ไข คัดลอก ลบ | 0000000008 | 4 | 2 | 2557 | 4 | 30 | 11 | Tue |

รูปที่ 4.11 ตารางบันทึกเวลาคนออกที่ถูกเก็บในฐานข้อมูล

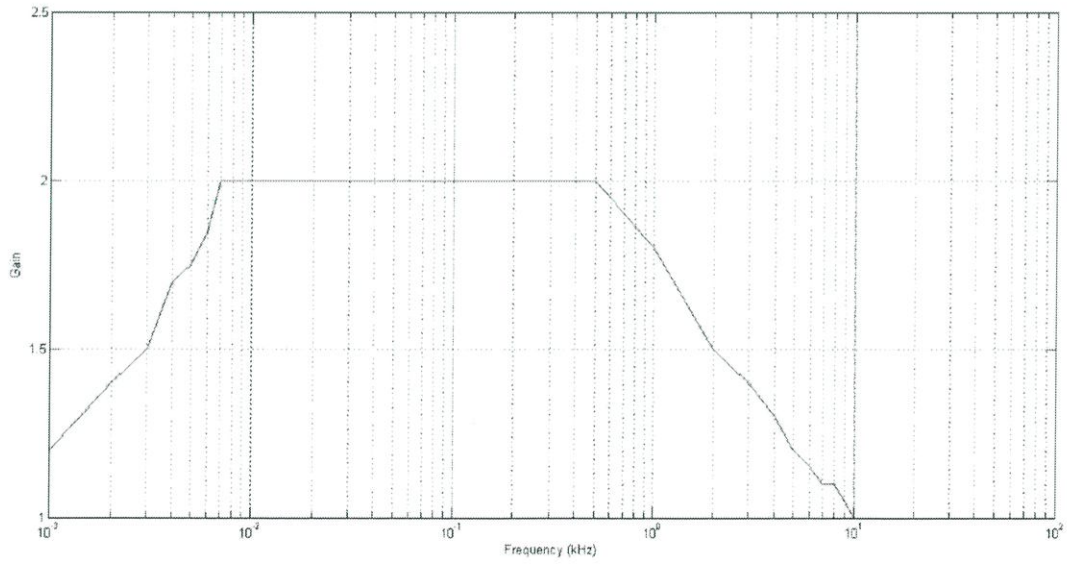
## 4.4 ผลการทดสอบวงจรเซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว

### 4.4.1 ผลการทดสอบกำลังขยายภาคที่ 1 ของวงจรเซนเซอร์

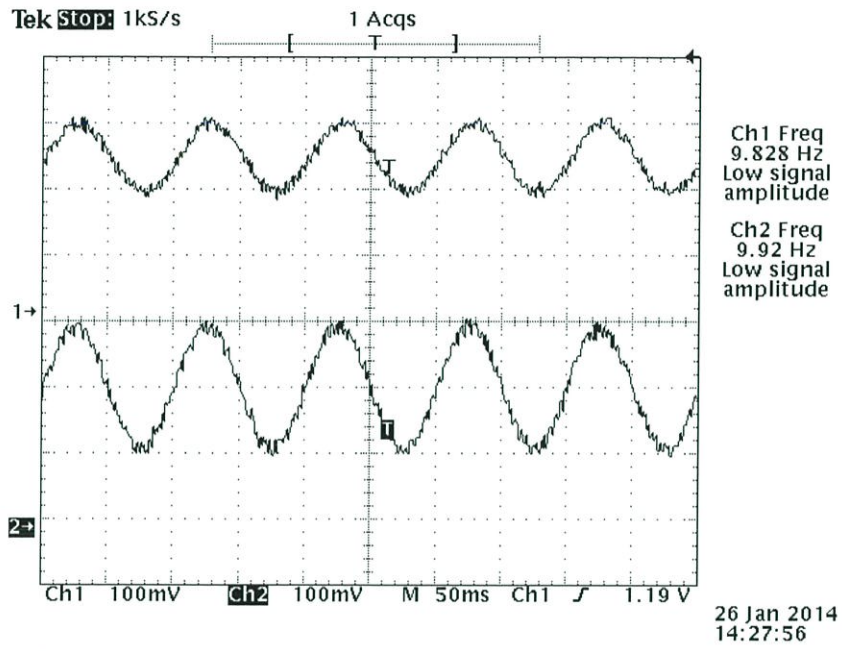
ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบกำลังขยายภาคที่ 1 ของวงจรเซนเซอร์

| ความถี่ (kHz) | Vin (mV) | Vout (mV) |
|---|---|---|
| 0.001 | 100 | 120 |
| 0.002 | 100 | 140 |
| 0.003 | 100 | 150 |
| 0.004 | 100 | 170 |
| 0.005 | 100 | 175 |
| 0.006 | 100 | 185 |
| 0.007 | 100 | 200 |
| 0.008 | 100 | 200 |
| 0.009 | 100 | 200 |
| 0.01 | 100 | 200 |
| 0.05 | 100 | 200 |
| 0.10 | 100 | 200 |

| | | |
|---|---|---|
| 0.50 | 100 | 200 |
| 1.00 | 100 | 180 |
| 2.00 | 100 | 150 |
| 3.00 | 100 | 140 |
| 4.00 | 100 | 130 |
| 5.00 | 100 | 120 |
| 6.00 | 100 | 115 |
| 7.00 | 100 | 110 |
| 8.00 | 100 | 110 |
| 9.00 | 100 | 105 |
| 10.00 | 100 | 100 |
| 50.00 | 100 | 100 |
| 100.00 | 100 | 100 |




รูปที่ 4.12 กราฟผลตอบสนองทางความถี่ของส่วนขยายของวงจรเซนเซอร์ภาคที่ 1



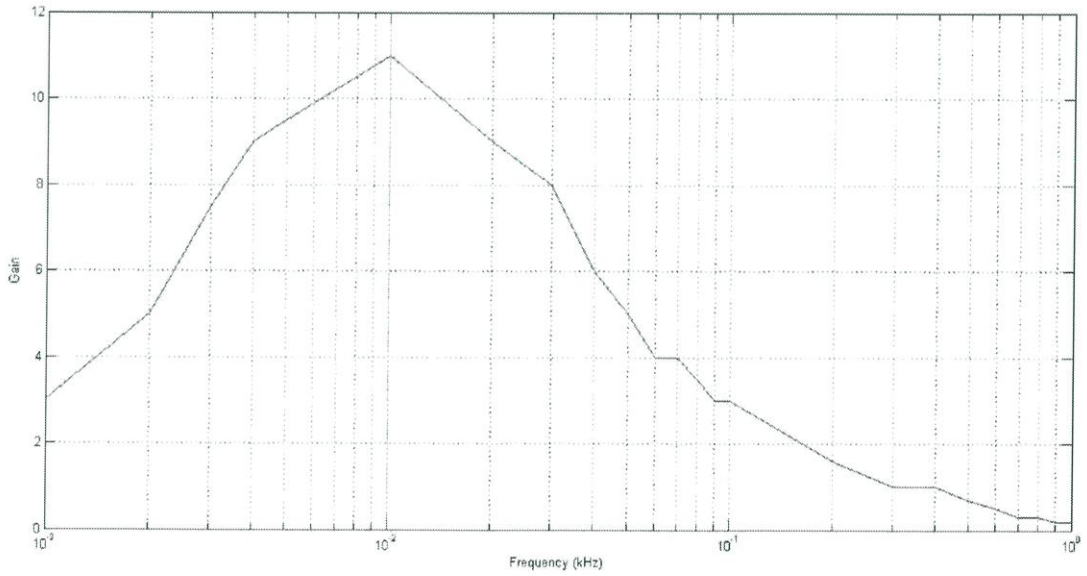

รูปที่ 4.13 Channel 1 : วัดสัญญาณรูปไซน์ที่ป้อนเข้าที่ขา 10 ของ LM324
Channel 2 : วัดสัญญาณเอาท์พุตที่ขา 8 ของ LM324

### 4.4.2 ผลการทดสอบกำลังขยายภาคที่ 2 ของวงจรเซนเซอร์

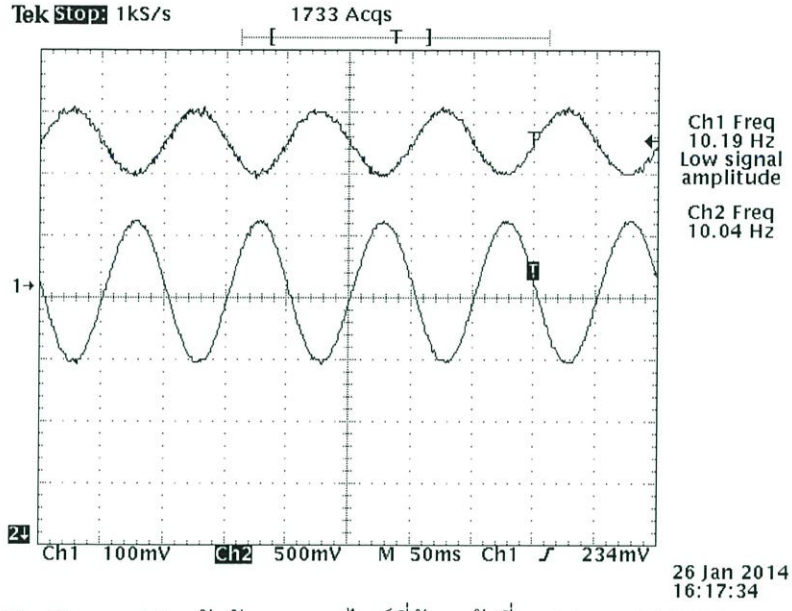
ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองกำลังขยายภาคที่ 2 ของวงจรเซนเซอร์

| ความถี่ (kHz) | Vin (V) | Vout (V) |
|---|---|---|
| 0.001 | 0.1 | 0.30 |
| 0.002 | 0.1 | 0.55 |
| 0.003 | 0.1 | 0.75 |
| 0.004 | 0.1 | 0.90 |
| 0.005 | 0.1 | 0.95 |
| 0.01 | 0.1 | 1.10 |
| 0.02 | 0.1 | 0.90 |
| 0.03 | 0.1 | 0.80 |
| 0.04 | 0.1 | 0.60 |

| | | |
|---|---|---|
| 0.05 | 0.1 | 0.50 |
| 0.06 | 0.1 | 0.40 |
| 0.07 | 0.1 | 0.40 |
| 0.08 | 0.1 | 0.35 |
| 0.09 | 0.1 | 0.30 |
| 0.10 | 0.1 | 0.30 |
| 0.20 | 0.1 | 0.16 |
| 0.30 | 0.1 | 0.10 |
| 0.40 | 0.1 | 0.10 |
| 0.50 | 0.1 | 0.07 |
| 0.60 | 0.1 | 0.05 |
| 0.70 | 0.1 | 0.03 |
| 0.80 | 0.1 | 0.03 |
| 0.90 | 0.1 | 0.02 |
| 1.00 | 0.1 | 0.02 |

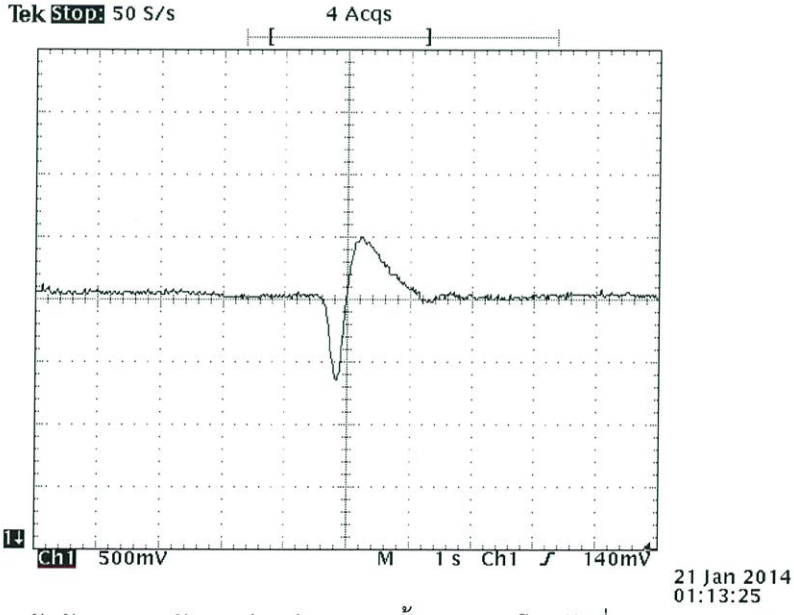



รูปที่ 4.14 กราฟผลตอบสนองทางความถี่ของส่วนขยายของวงจรเซนเซอร์ภาคที่ 2

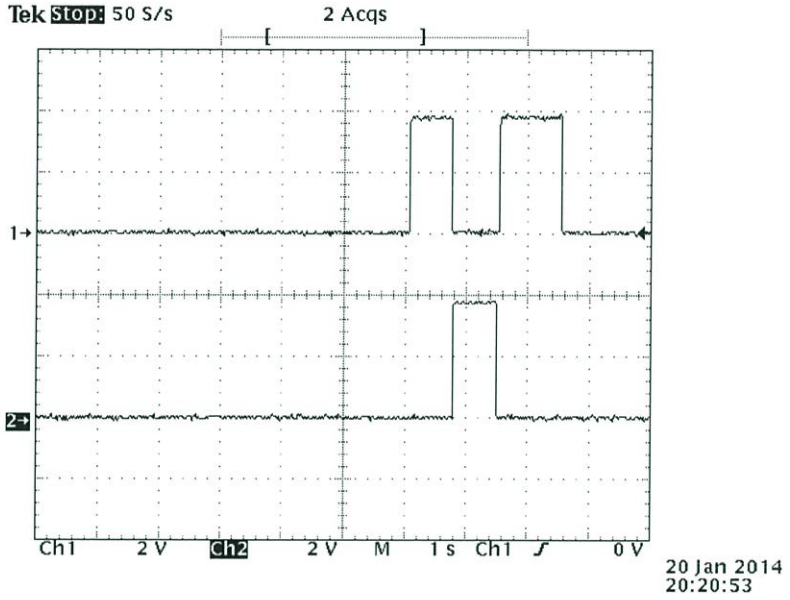



รูปที่ 4.15 Channel 1 : วัดสัญญาณรูปไซน์ที่ป้อนเข้าที่ขา 10 ของ LM324
Channel 2 : วัดสัญญาณเอาท์พุตที่ขา 7 ของ LM324

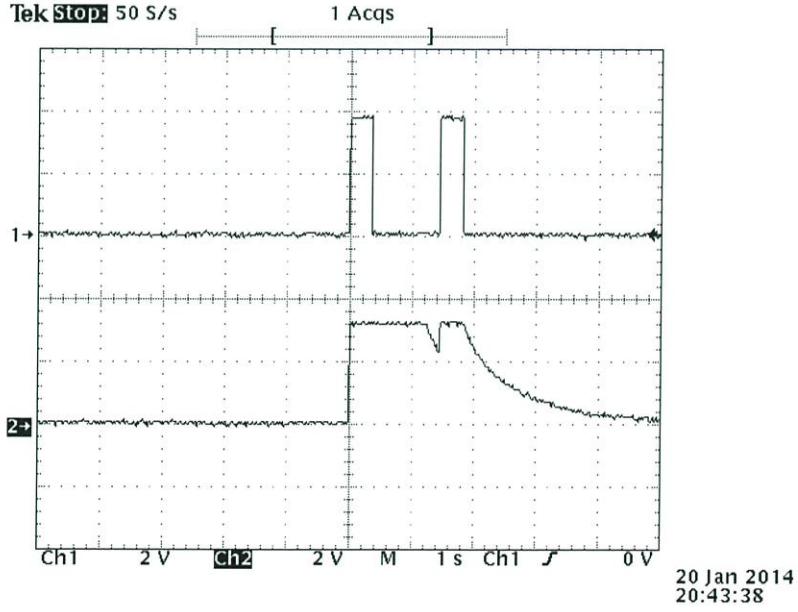
### 4.4.3 ผลการทดสอบวงจรเซนเซอร์



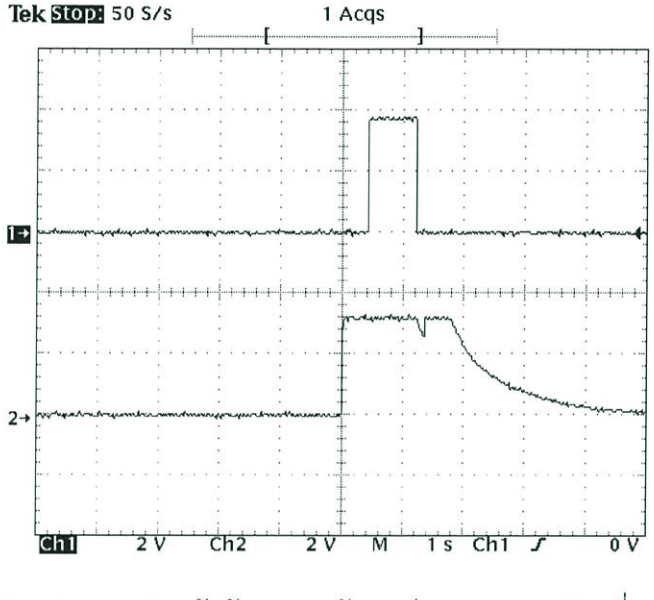

รูปที่ 4.16 วัดสัญญาณหลังจากผ่านส่วนขยายทั้งสองภาค โดยวัดที่ขา 7 ของ LM324 ในวงจรเซนเซอร์



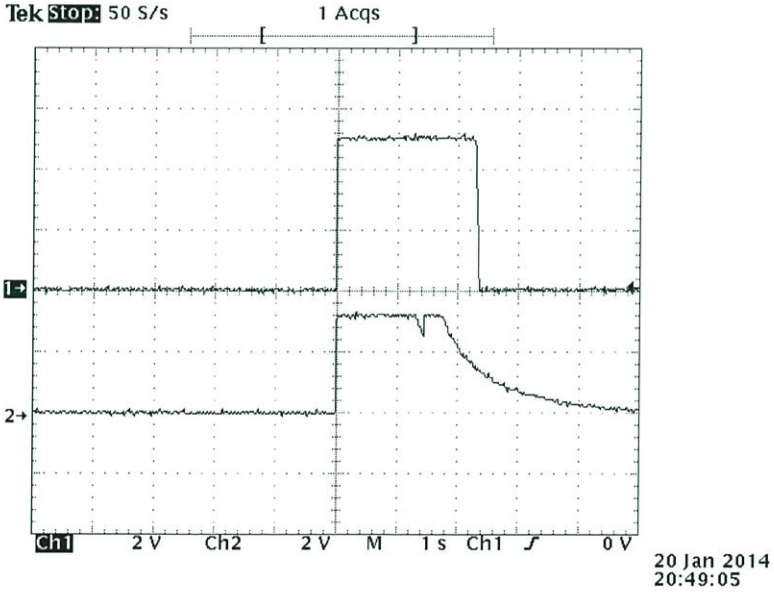

รูปที่ 4.17 Channel 1 : วัดสัญญาณหลังจากผ่าน comparator ที่ขา 1 ของ LM324
Channel 2 : วัดสัญญาณหลังจากผ่าน comparator ที่ขา 14 ของ LM324




รูปที่ 4.18 Channel 1 : วัดสัญญาณหลังจากผ่าน comparator ที่ขา 1 ของ LM324
Channel 2 : วัดสัญญาณหลังจากผ่านไดโอด (D3 และ D4) ที่จุด O

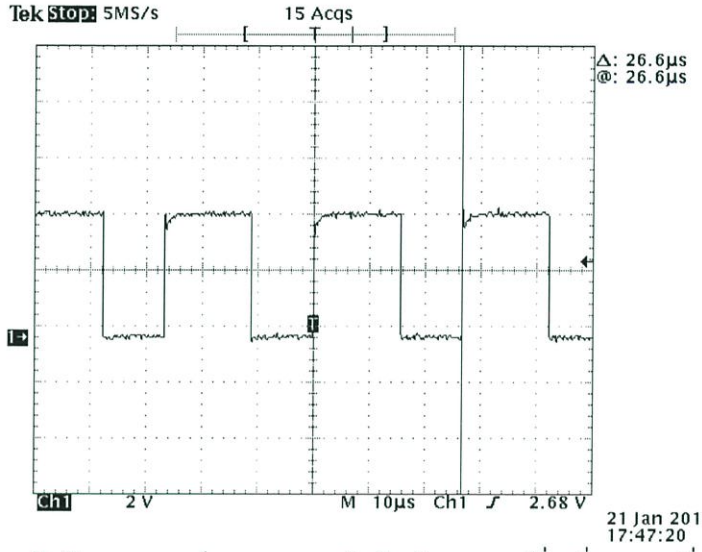



รูปที่ 4.19 Channel 1 : วัดสัญญาณหลังจากผ่าน comparator ที่ขา 14 ของ LM324
Channel 2 : วัดสัญญาณหลังจากผ่านไดโอด (D3 และ D4) ที่จุด O



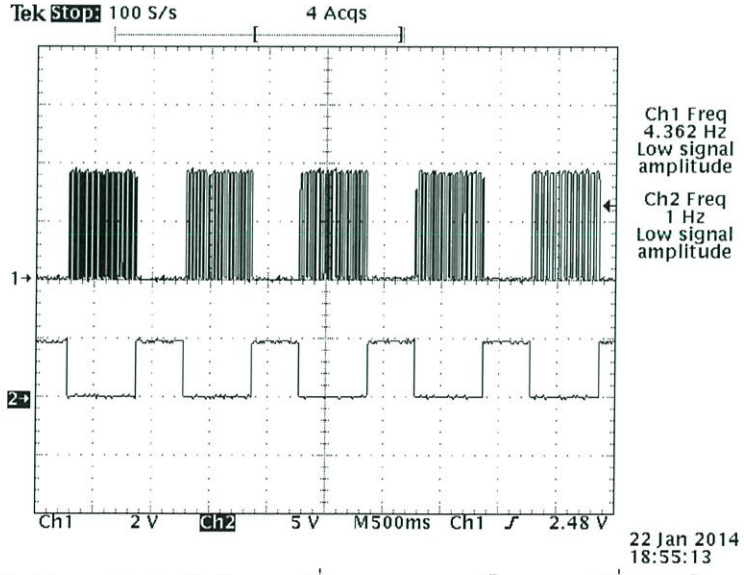

รูปที่ 4.20 Channel 1 : วัดสัญญาณเอาท์พุตของวงจรเซนเซอร์
Channel 2 : วัดสัญญาณหลังจากผ่านไดโอด (D3 และ D4) ที่จุด O

## 4.5 ผลการทดสอบวงจรกำเนิดสัญญาณรูปสี่เหลี่ยมความถี่ 38 kHz



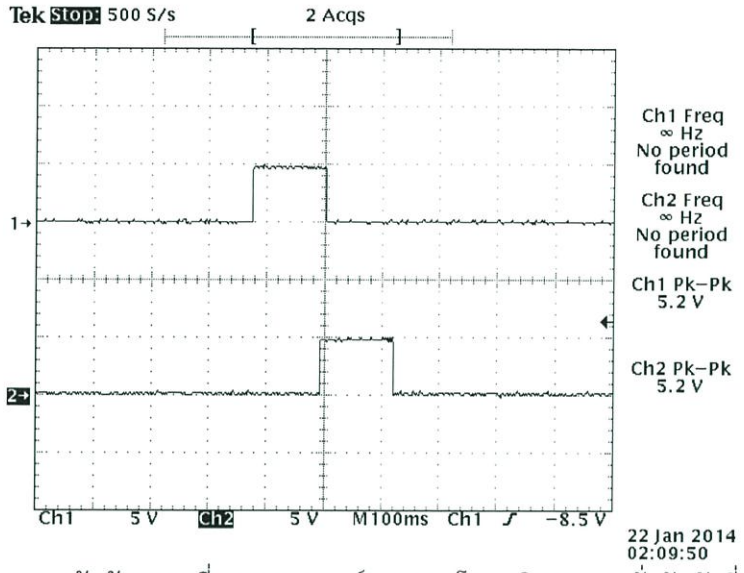

รูปที่ 4.21 วัดสัญญาณเอาท์พุตของวงจรกำเนิดสัญญาณรูปสี่เหลี่ยมความถี่ 38 kHz ที่ขา 3 ของไอซี 555

## 4.6 ผลการทดสอบวงจรแอกทีพอินฟราเรดเซนเซอร์




รูปที่ 4.22 Channel 1 : วัดสัญญาณที่ขาคอลเลคเตอร์ในวงจรรูปที่ 3.26 ในขณะที่ป้อนสัญญาณรูปสี่เหลี่ยมความถี่ 1 Hz เข้าที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์

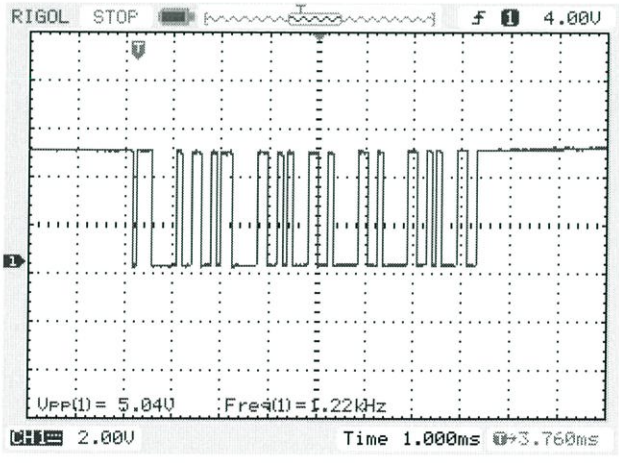
Channel 2 : วัดสัญญาณที่ขา 1 (ขาเอาท์พุต) ของโมดูลอินฟราเรดฝั่งรับตัวที่หนึ่ง



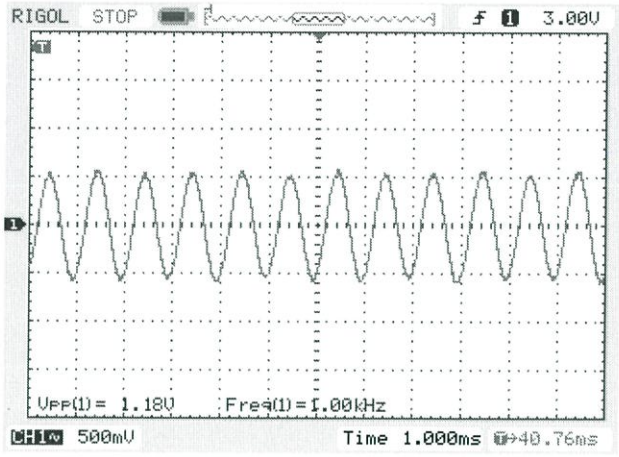

รูปที่ 4.23 Channel 1 : วัดสัญญาณที่ขา 1 (ขาเอาท์พุต) ของโมดูลอินฟราเรดฝั่งรับตัวที่หนึ่ง
Channel 2 : วัดสัญญาณที่ขา 1 (ขาเอาท์พุต) ของโมดูลอินฟราเรดฝั่งรับตัวที่สอง
ในขณะที่ห่างจากโมดูลตัวที่หนึ่ง 10 cm

## 4.7 ผลการทดสอบ Audio module

เขียนโปรแกรมลงในบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อสั่งให้ audio module เล่นเสียงที่เป็นไฟล์ mp3 ซึ่งบันทึกอยู่ใน SD-card แล้ววัดเอาต์พุต




รูปที่ 4.24 เพลงที่ถูกเล่นโดย audio module ซึ่งถูกควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์




รูปที่ 4.25 เสียงเทสโทนความถี่ 1kHz ที่เล่นโดย audio module ที่ถูกควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์

# บทที่ 5

# สรุปผลและข้อเสนอแนะ

## 5.1 สรุปผล

1. ภาคส่งสามารถตรวจจับความเคลื่อนไหวได้จากรังสีอินฟราเรดโดยเซนเซอร์ได้ระยะทางไกลมากที่สุด 1.8 เมตรด้วยมุม 80 องศา

2. ภาคส่งสามารถส่งข้อมูลตำแหน่งไปยังภาครับเพื่อระบุตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้งานได้ในระยะทางไกลที่สุด 70 เมตร โดยใช้งานในย่านความถี่ 2.4 GHz

3. ภาครับสามารถแสดงผลเสียงคำบรรยายที่สอดคล้องกับตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้และผู้ใช้สามารถกดปุ่มขอความช่วยเหลือจากเจ้าหน้าที่ได้

4. ระบบส่วนกลางสามารถเก็บข้อมูลจำนวนคนเข้าออกและแสดงผลตลอดจนสามารถแจ้งเจ้าหน้าที่ส่วนกลางเมื่อมีผู้ใช้ขอความช่วยเหลือได้

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

พัฒนาเป็นระบบให้บริการกับผู้พิการทางสายตาในการช่วยนำทางเดินทำให้สามารถถึงจุดหมายได้อย่างถูกต้องรวดเร็ว

# บรรณานุกรม


[1] ชูชัย ธนสารตั้งเจริญ, *การออกแบบวงจรออสซิลเลเตอร์ วงจรฟิลเตอร์ และวงจรเร็กกูเล เตอร์โดยใช้ออปแอมป์*, สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์,

[2] ชนวัฒน์ ศรีสอ้าน, *การออกแบบและพัฒนาฐานข้อมูล*, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี : นครราชสีมา, 2542.

[3] วราภรณ์ โกวิทวรางกูร, *ระบบฐานข้อมูลและการออกแบบ*, ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย : กรุงเทพฯ, 2543.

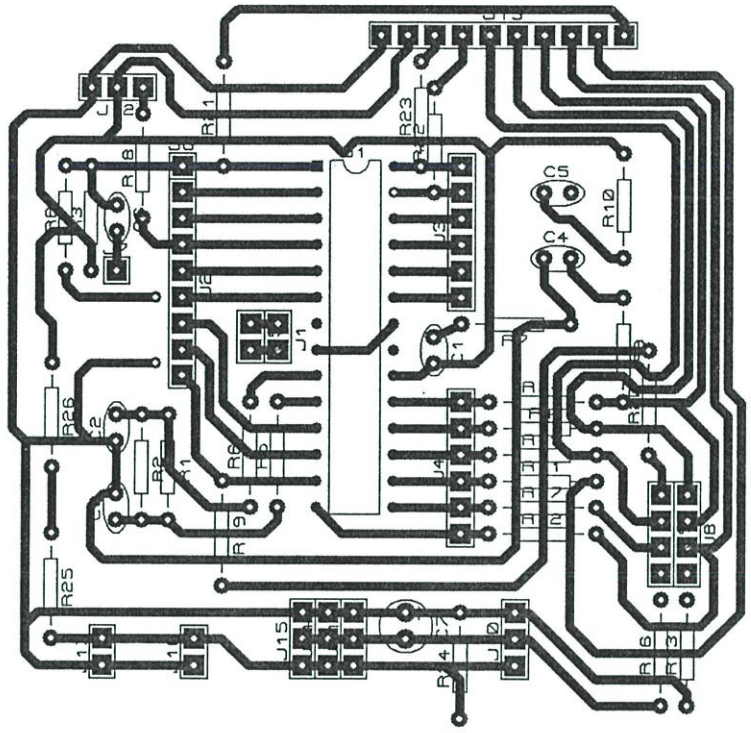
[4] ศุภกฤษฎิ์ นิวัฒนากูล, *การออกแบบและพัฒนาฐานข้อมูล*, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี : นครราชสีมา, 2545

[5] สัจจะ จรัสรุ่งรวีวร, *คู่มือ Visual C# 2005 ฉบับสมบูรณ์*, บริษัท ไอดีซี อินโฟ ดิสทริบิวเตอร์ เซ็นเตอร์ จำกัด, 2550

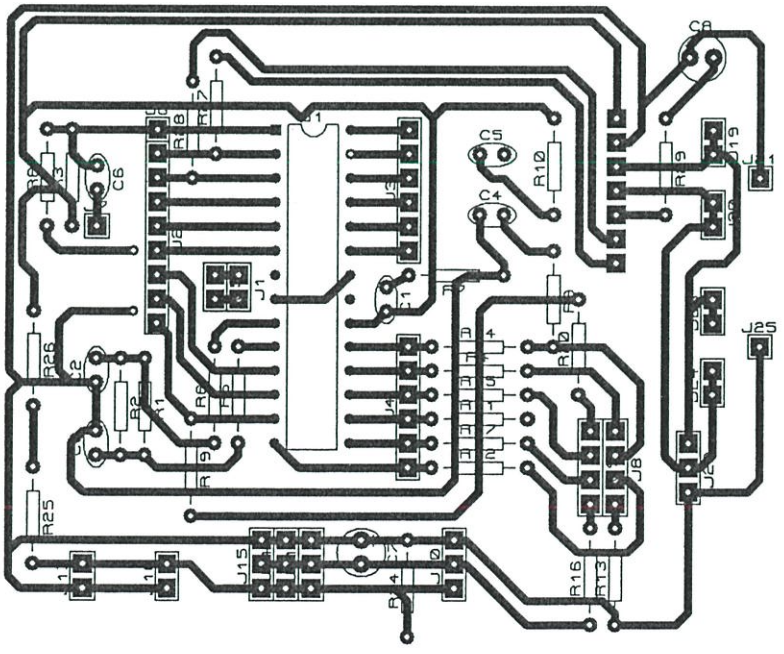
[6] Semi-shop. [ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก: http http://www.semi-shop.com/. (วันที่ค้นข้อมูล: 19 มิถุนายน 2556).

[7] Thaieasyelect. [ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก: http://www.thaieasyelec.com/. (วันที่ค้นข้อมูล: 19 มิถุนายน 2556).

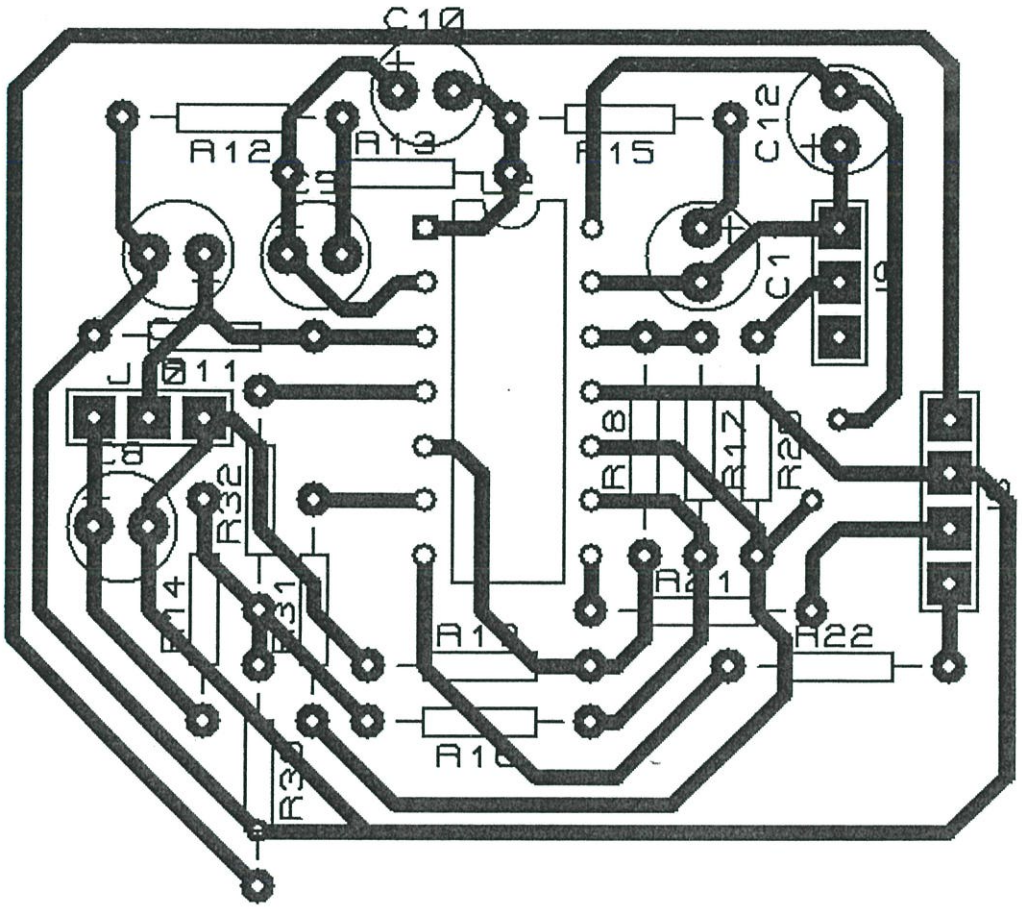
# ภาคผนวก



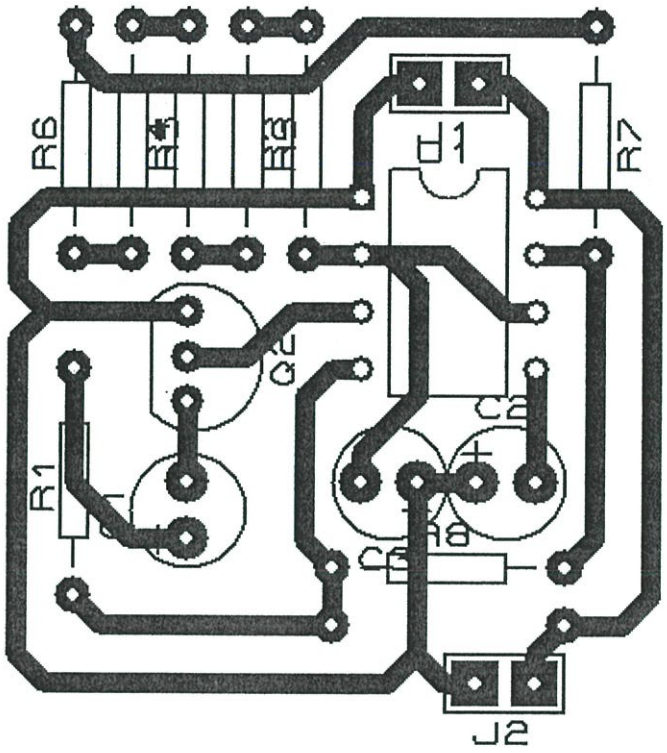
รูปที่ 1 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ฝั่งส่ง



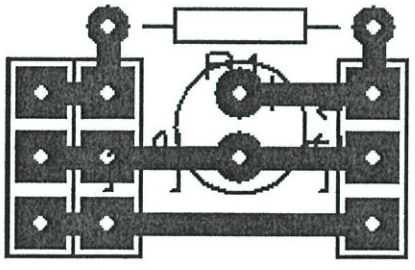
รูปที่ 2 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ฝั่งรับ




รูปที่ 3 วงจรเซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว




รูปที่ 4 แอคทีพอินฟราเรดเซนเซอร์ด้านส่ง



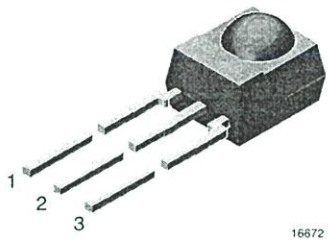
รูปที่ 5 อินฟราเรดเซนเซอร์ด้านรับ

# IR Receiver Modules for Remote Control Systems

## Description

The TSOP48.. - series are miniaturized receivers for infrared remote control systems. PIN diode and preamplifier are assembled on lead frame, the epoxy package is designed as IR filter.

The demodulated output signal can directly be decoded by a microprocessor. TSOP48.. is the standard IR remote control receiver series, supporting all major transmission codes.




## Features

- Photo detector and preamplifier in one package
- Internal filter for PCM frequency
- Improved shielding against electrical field disturbance
- TTL and CMOS compatibility
- Output active low
- Low power consumption

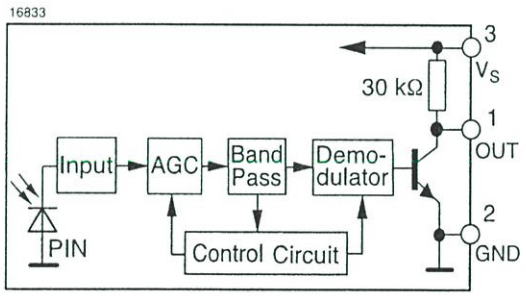
## Special Features

- Improved immunity against ambient light
- Suitable burst length ≥ 10 cycles/burst

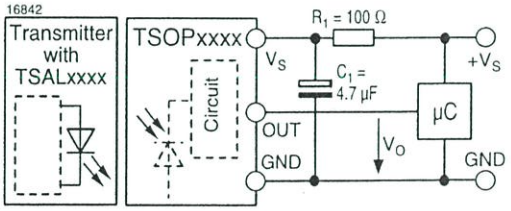
## Parts Table

| Part | Carrier Frequency |
|---|---|
| TSOP4830 | 30 kHz |
| TSOP4833 | 33 kHz |
| TSOP4836 | 36 kHz |
| TSOP4837 | 36.7 kHz |
| TSOP4838 | 38 kHz |
| TSOP4840 | 40 kHz |
| TSOP4856 | 56 kHz |

## Block Diagram




## Application Circuit




$R_1 + C_1$ recommended to suppress power supply disturbances.

The output voltage should not be hold continuously at a voltage below $V_O$ = 3.3 V by the external circuit.

## Absolute Maximum Ratings

$T_{amb}$ = 25 °C, unless otherwise specified

| Parameter | Test condition | Symbol | Value | Unit |
|---|---|---|---|---|
| Supply Voltage | (Pin 3) | $V_S$ | - 0.3 to + 6.0 | V |
| Supply Current | (Pin 3) | $I_S$ | 5 | mA |
| Output Voltage | (Pin 1) | $V_O$ | - 0.3 to + 6.0 | V |
| Output Current | (Pin 1) | $I_O$ | 5 | mA |
| Junction Temperature | | $T_j$ | 100 | °C |
| Storage Temperature Range | | $T_{stg}$ | - 25 to + 85 | °C |
| Operating Temperature Range | | $T_{amb}$ | - 25 to + 85 | °C |
| Power Consumption | ($T_{amb} \leq 85$ °C) | $P_{tot}$ | 50 | mW |
| Soldering Temperature | t ≤ 10 s, 1 mm from case | $T_{sd}$ | 260 | °C |

## Electrical and Optical Characteristics

$T_{amb}$ = 25 °C, unless otherwise specified

| Parameter | Test condition | Symbol | Min | Typ. | Max | Unit |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Supply Current (Pin 3) | $V_S$ = 5 V, $E_v$ = 0 | $I_{SD}$ | 0.8 | 1.2 | 1.5 | mA |
| | $V_S$ = 5 V, $E_v$ = 40 klx, sunlight | $I_{SH}$ | | 1.5 | | mA |
| Supply Voltage | | $V_S$ | 4.5 | | 5.5 | V |
| Transmission Distance | $E_v$ = 0, test signal see fig.1, IR diode TSAL6200, $I_F$ = 250 mA | d | | 35 | | m |
| Output Voltage Low (Pin 1) | $I_{OSL}$ = 0.5 mA, $E_e$ = 0.7 mW/m², test signal see fig. 1 | $V_{OSL}$ | | | 250 | mV |
| Irradiance (56 kHz) | Pulse width tolerance: $t_{pi} - 5/f_o < t_{po} < t_{pi} + 6/f_o$, test signal see fig.1 | $E_{e\ min}$ | | 0.3 | 0.5 | mW/m² |
| Irradiance (30-40 kHz) | Pulse width tolerance: $t_{pi} - 5/f_o < t_{po} < t_{pi} + 6/f_o$, test signal see fig.1 | $E_{e\ min}$ | | 0.2 | 0.4 | mW/m² |
| Irradiance | $t_{pi} - 5/f_o < t_{po} < t_{pi} + 6/f_o$, test signal see fig. 1 | $E_{e\ max}$ | 30 | | | W/m² |
| Directivity | Angle of half transmission distance | $\varphi_{1/2}$ | | ± 45 | | deg |

## Typical Characteristics ($T_{amb}$ = 25 °C unless otherwise specified)

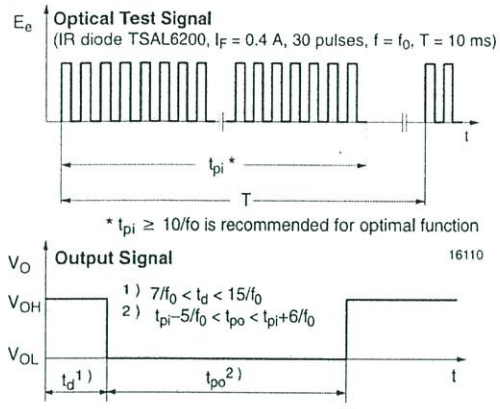



Figure 1. Output Function

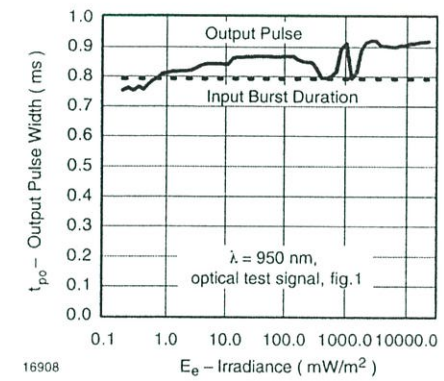



Figure 2. Pulse Length and Sensitivity in Dark Ambient

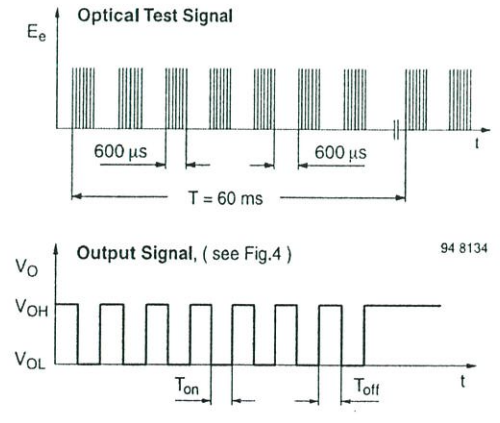



Figure 3. Output Function

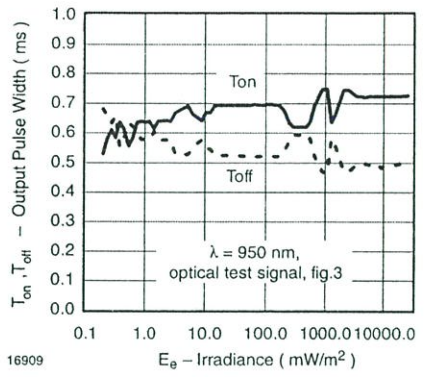



Figure 4. Output Pulse Diagram

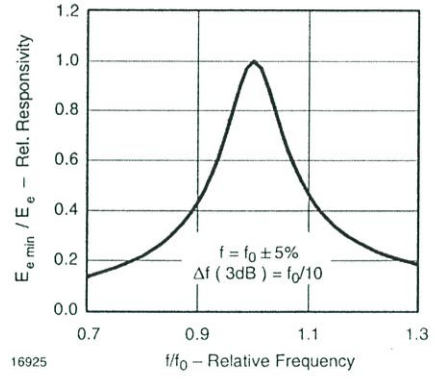



Figure 5. Frequency Dependence of Responsivity

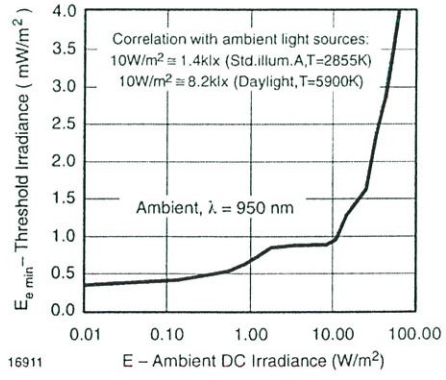



Figure 6. Sensitivity in Bright Ambient

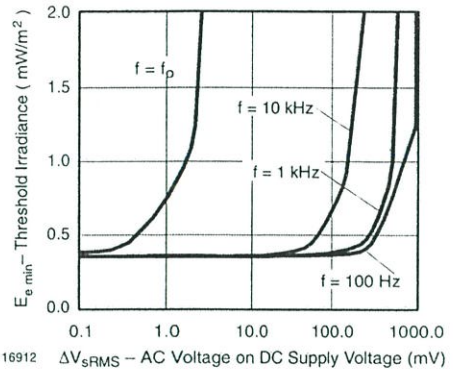



Figure 7. Sensitivity vs. Supply Voltage Disturbances

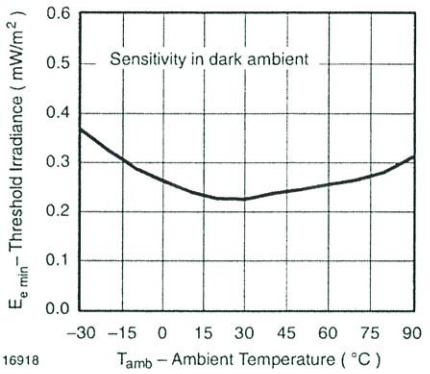



Figure 10. Sensitivity vs. Ambient Temperature

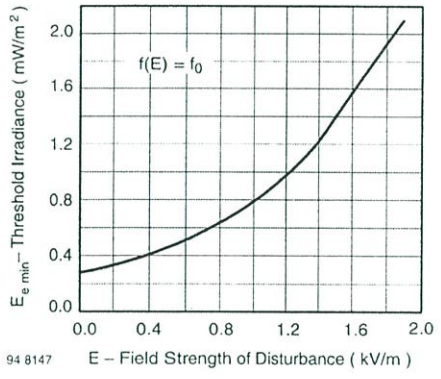



Figure 8. Sensitivity vs. Electric Field Disturbances

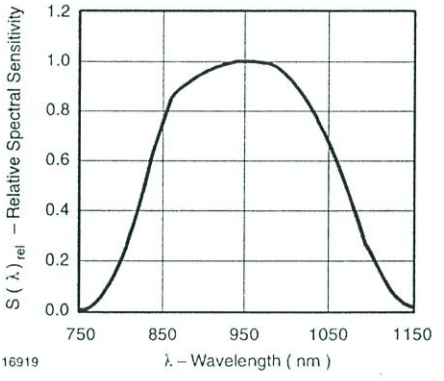



Figure 11. Relative Spectral Sensitivity vs. Wavelength

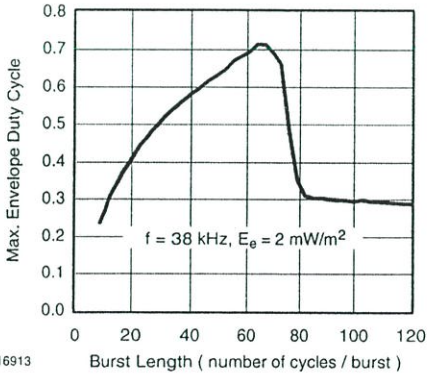



Figure 9. Max. Envelope Duty Cycle vs. Burstlength

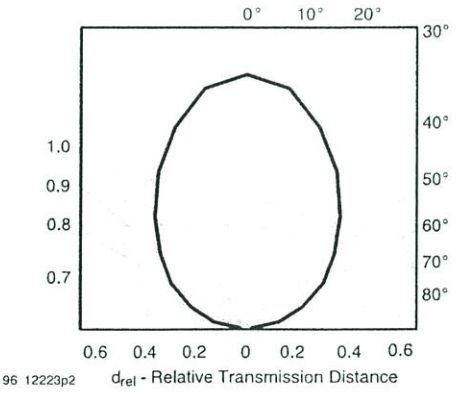



Figure 12. Directivity

## Suitable Data Format

The circuit of the TSOP48.. is designed in that way that unexpected output pulses due to noise or disturbance signals are avoided. A bandpass filter, an integrator stage and an automatic gain control are used to suppress such disturbances.

The distinguishing mark between data signal and disturbance signal are carrier frequency, burst length and duty cycle.

The data signal should fulfill the following conditions:

- Carrier frequency should be close to center frequency of the bandpass (e.g. 38 kHz).
- Burst length should be 10 cycles/burst or longer.
- After each burst which is between 10 cycles and 70 cycles a gap time of at least 14 cycles is necessary.
- For each burst which is longer than 1.8 ms a corresponding gap time is necessary at some time in the data stream. This gap time should be at least 4 times longer than the burst.
- Up to 800 short bursts per second can be received continuously.

Some examples for suitable data format are: NEC Code (repetitive pulse), NEC Code (repetitive data), Toshiba Micom Format, Sharp Code, RC5 Code, RC6 Code, R-2000 Code, Sony Code.

When a disturbance signal is applied to the TSOP48.. it can still receive the data signal. However the sensitivity is reduced to that level that no unexpected pulses will occur.

Some examples for such disturbance signals which are suppressed by the TSOP48.. are:

- DC light (e.g. from tungsten bulb or sunlight)
- Continuous signal at 38 kHz or at any other frequency
- Signals from fluorescent lamps with electronic ballast with high or low modulation ( see Figure 13 or Figure 14 ).

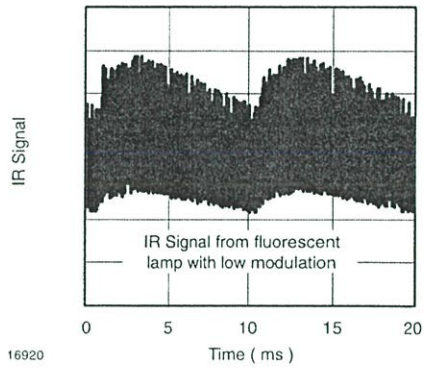



Figure 13. IR Signal from Fluorescent Lamp with low Modulation

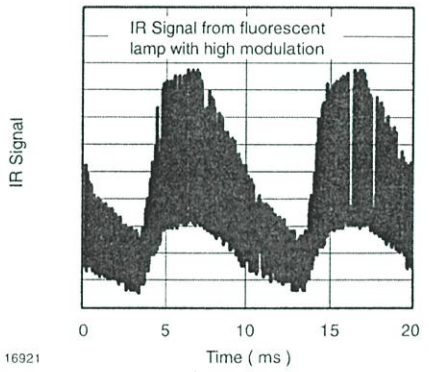
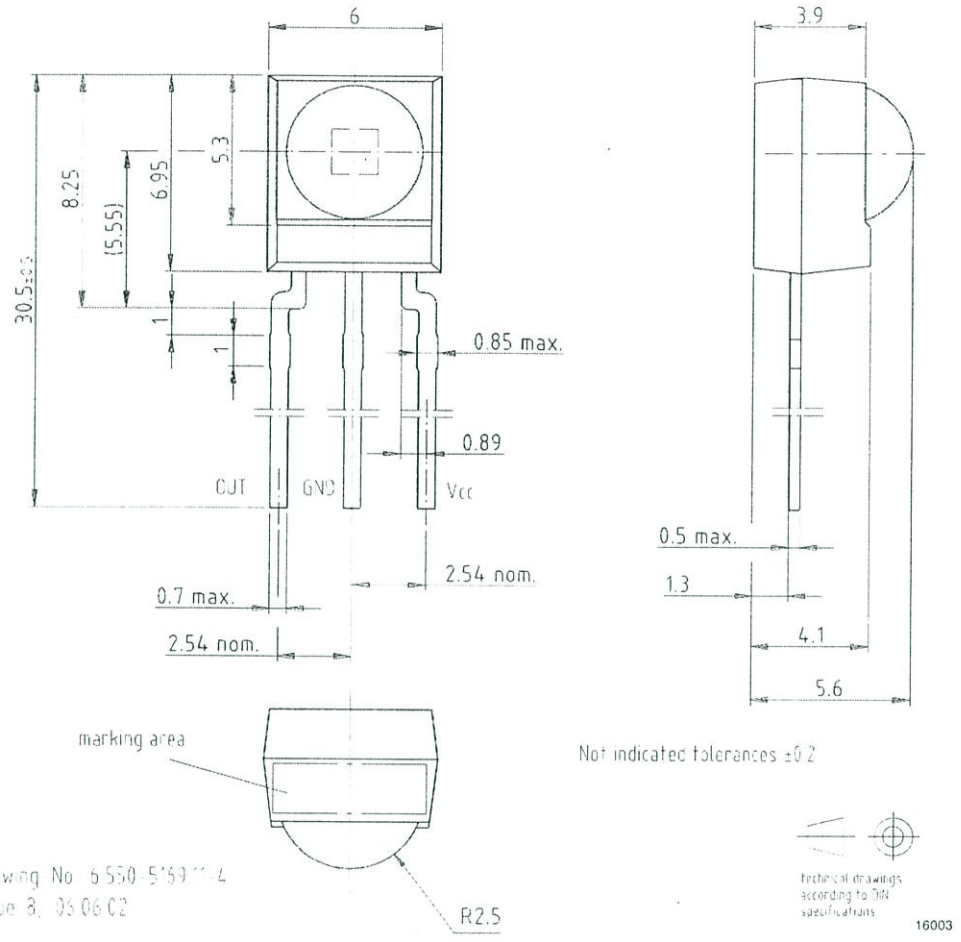



Figure 14. IR Signal from Fluorescent Lamp with high Modulation

## Package Dimensions in mm



## Ozone Depleting Substances Policy Statement

It is the policy of **Vishay Semiconductor GmbH** to

1. Meet all present and future national and international statutory requirements.
2. Regularly and continuously improve the performance of our products, processes, distribution and operatingsystems with respect to their impact on the health and safety of our employees and the public, as well as their impact on the environment.

It is particular concern to control or eliminate releases of those substances into the atmosphere which are known as ozone depleting substances (ODSs).

The Montreal Protocol (1987) and its London Amendments (1990) intend to severely restrict the use of ODSs and forbid their use within the next ten years. Various national and international initiatives are pressing for an earlier ban on these substances.

**Vishay Semiconductor GmbH** has been able to use its policy of continuous improvements to eliminate the use of ODSs listed in the following documents.

1. Annex A, B and list of transitional substances of the Montreal Protocol and the London Amendments respectively
2. Class I and II ozone depleting substances in the Clean Air Act Amendments of 1990 by the Environmental Protection Agency (EPA) in the USA
3. Council Decision 88/540/EEC and 91/690/EEC Annex A, B and C (transitional substances) respectively.

**Vishay Semiconductor GmbH** can certify that our semiconductors are not manufactured with ozone depleting substances and do not contain such substances.

**We reserve the right to make changes to improve technical design and may do so without further notice.**

Parameters can vary in different applications. All operating parameters must be validated for each customer application by the customer. Should the buyer use Vishay Semiconductors products for any unintended or unauthorized application, the buyer shall indemnify Vishay Semiconductors against all claims, costs, damages, and expenses, arising out of, directly or indirectly, any claim of personal damage, injury or death associated with such unintended or unauthorized use.

Vishay Semiconductor GmbH, P.O.B. 3535, D-74025 Heilbronn, Germany
Telephone: 49 (0)7131 67 2831, Fax number: 49 (0)7131 67 2423