# ระบบแจ้งขบวนรถไฟด้วยสมาร์ทโฟนพร้อมไม้กั้นอัตโนมัติ
# TRAIN SEEKING SYSTEM USING SMART PHONE WITH AUTOMATIC GATE

โดย

นายณภัทร ตรีประเสริฐ

นายปัฐวัตร อ่อนสำลี

นายสิทธิพงศ์ วิบูลย์วิภา


ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2559

# ระบบแจ้งขบวนรถไฟด้วยสมาร์ทโฟนพร้อมไม้กั้นอัตโนมัติ

# TRAIN SEEKING SYSTEM USING SMART PHONE WITH AUTOMATIC GATE


โดย

นายณภัทร ตรีประเสริฐ

นายปัฐวัตร อ่อนสำลี

นายสิทธิพงศ์ วิบูลย์วิภา


ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2559


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ระบบแจ้งขบวนรถไฟด้วยสมาร์ทโฟนพร้อมไม้กั้นอัตโนมัติ

# TRAIN SEEKING SYSTEM USING SMART PHONE WITH AUTOMATIC GATE


โดย

| | | |
|---|---|---|
| นายณภัทร | ตรีประเสริฐ | 56010355 |
| นายปัฐวัตร | อ่อนสำลี | 56010739 |
| นายสิทธิพงศ์ | วิบูลย์วิภา | 56011306 |

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร.พิพัฒน์ พรหมมี

ผศ.ดร.มนตรี คำเงิน


ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2559

ผ่านการตรวจรูปเล่มแล้ว

(.....)

อาจารย์ที่ปรึกษา

18/05/60

ผ่านการตรวจชิ้นงานแล้ว

(.....)

กรรมการผู้ตรวจชิ้นงาน

18/5/60


เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2559

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบแจ้งขบวนรถไฟด้วยสมาร์ทโฟนพร้อมไม้กั้นอัตโนมัติ

TRAIN SEEKING SYSTEM USING SMART PHONE WITH AUTOMATIC GATE


ผู้จัดทำ

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1. | นายณภัทร | ตรีประเสริฐ | 56010355 |
| 2. | นายปัฐวัตร | อ่อนสำลี | 56010739 |
| 3. | นายสิทธิพงศ์ | วิบูลย์วิภา | 56011306 |

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ดร.พิพัฒน์ พรหมมี)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(ผศ. ดร. มนตรี คำเงิน)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดีโดยได้รับความร่วมมือและความช่วยเหลือจากหลายท่านแนะนำแนวทางในการแก้ไขปัญหา คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณ รศ.ดร.พิพัฒน์ พรหมมี อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานที่ให้คำปรึกษาคำแนะนำทางทฤษฎีและปฏิบัติ ความอนุเคราะห์เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบตลอดจนชี้แนะแนวทางในการแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในการทำโครงงานเป็นอย่างดีมาโดยตลอด คณะผู้จัดทำจึงขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

| | | |
|---|---|---|
| นายณภัทร | ตรีประเสริฐ | 56010355 |
| นายปัฐวัตร | อ่อนสำลี | 56010739 |
| นายสิทธิพงศ์ | วิบูลย์วิภา | 56011306 |

ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบแจ้งขบวนรถไฟด้วยสมาร์ทโฟนพร้อมไม้กั้นอัตโนมัติ

TRAIN SEEKING SYSTEM USING SMART PHONE WITH AUTOMATIC GATE

**โดย** นายณภัทร ตรีประเสริฐ 56010355
นายปัฐวัตร อ่อนสำลี 56010739
นายสิทธิพงศ์ วิบูลย์วิภา 56011306

**อาจารย์ที่ปรึกษา** รศ.ดร.พิพัฒน์ พรหมมี
ผศ.ดร.มนตรี คำเงิน

**บทคัดย่อ**

ปริญญานิพนธ์นี้จะนำเสนอการออกแบบระบบติดตามรถไฟ พร้อมกับไม้กั้นอัตโนมัติที่บริเวณจุดตัดระหว่างถนนกับทางรถไฟ โดยระบบนี้จะประกอบด้วย 2 ส่วน คือ 1) ระบบสื่อสารซึ่งระบุระยะห่างระหว่างรถไฟกับจุดตัดระหว่างถนนกับทางรถไฟ และ 2) เว็บเซิร์ฟเวอร์สำหรับการติดตามรถไฟบนเว็บแอปพลิเคชัน ส่วนของระบบสื่อสารจะติดตั้งบนรถไฟ และ ที่บริเวณจุดตัดของถนนกับทางรถไฟเพื่อระบุว่ารถไฟกำลังเข้ามา สัญญาณเตือนอัตโนมัติจะทำการเตือนรถยนต์ด้วยสัญญาณไฟแดงกับเสียง ระบบสื่อสารที่ติดตั้งบนรถไฟประกอบด้วย ไมโครคอลโทรลเลอร์, GPS และ อุปกรณ์รับส่งสัญญาณไร้สาย เพื่อใช้ติดต่อกับอุปกรณ์รับข้อมูลของระบบย่อยบริเวณจุดตัดระหว่างถนนกับทางรถไฟ หากรถไฟได้ผ่านจุดตัดไปแล้วสัญญาณไฟจะกลับเป็นสีเขียว ระบบนี้จะป้องกันการเกิดอุบัติเหตุ และช่วยติดตามรถไฟสำหรับผู้ใช้งานทั่วๆไป

ABSTRACT

This project introduces a design of train tracking system with automatic alerting gate at crossroad intersection. The system consists of two parts. First part, communication system which identified the distance between the train and crossroad intersection and the second part, web server for tracking the train based on web application. The communications part is installed in the train and crossroad intersections for identify the train is coming. The automatic alert sign and gate will warn the car by red sign and audible. The communications system on the train comprised the microcontroller, GPS and Wi-Fi transceiver for communicating with the Wi-Fi receiver at the crossroad intersection subsystems. If the train has already passed the cross road junction, the alert sign will back to the green sign. The system can prevent the terrible accidents and tracking the train for any users.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# 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 | 1 |
| **บทที่ 2** | **ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง** | **5** |
| | 2.1 Global Position System (GPS) | 5 |
| | 2.1.1 ความหมายของ GPS | 5 |
| | 2.1.2 การทำงานของ GPS | 6 |
| | 2.1.3 ระบบพิกัดภูมิศาสตร์ | 7 |
| | 2.2 ระบบสื่อสารไร้สาย WI-FI | 9 |
| | 2.2.1 ความหมายของ WI-FI | 9 |
| | 2.2.2 ลักษณะการเชื่อมต่ออุปกรณ์ | 10 |
| | 2.2.3 IEEE 802.11 คืออะไร | 10 |
| | 2.2.4 อุปกรณ์ส่งข้อมูลผ่านย่านความถี่ 2.4 GHZ | 12 |
| | 2.3 การส่งข้อมูลแบบ SPI | 14 |
| | 2.3.1 ความหมายของ SPI | 14 |
| | 2.3.2 รูปแบบสัญญาณใน SPI BUS | 15 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ(ต่อ)


| | หน้า |
|---|---|
| 2.4 การส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ | 16 |
| 2.4.1 การส่งข้อมูลในชั้น DATA-LINK LAYER | 16 |
| 2.4.2 รูปแบบการส่งข้อมูล | 17 |
| 2.5 รีเลย์ (RELAY) | 18 |
| 2.5.1 ความหมายของรีเลย์ | 18 |
| 2.5.2 หลักการทำงานของรีเลย์ | 18 |
| 2.5.3 การเลือกใช้งานรีเลย์ | 20 |
| 2.6 ระบบอาณัติสัญญาณรถไฟ | 21 |
| 2.6.1 ความหมายของระบบอาณัติสัญญาณรถไฟ | 21 |
| 2.7 มาตรฐานการสื่อสาร 3G | 22 |
| 2.7.1 เทคโนโลยี 3G คืออะไร | 22 |
| 2.7.2 คุณสมบัติ | 23 |
| 2.7.3 มาตรฐาน 3G | 23 |
| 2.7.4 อุปกรณ์เชื่อมต่อ 3G | 24 |
| 2.8 HTML | 24 |
| 2.8.1 โครงสร้างของ HTML | 25 |
| 2.8.2 TAG HTML | 25 |
| 2.9 MYSQL | 26 |
| 2.9.1 มายเอสคิวแอล (MYSQL) คืออะไร | 26 |
| 2.9.2 ความสามารถและการทำงานของโปรแกรม MYSQL | 27 |
| 2.9.3 ส่วนเชื่อมต่อกับภาษาการพัฒนาอื่น | 27 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ (ต่อ)


| | | หน้า |
|---|---|---|
| | 2.10 PHP | 28 |
| | 2.10.1 PHP คืออะไร | 28 |
| | 2.10.2 การเชื่อมต่อ PHP กับ MYSQL | 29 |
| | 2.10.3 การสร้างฐานข้อมูล และตาราง | 30 |
| | 2.10.4 การแทรกข้อมูลไปที่ตารางฐานข้อมูล MYSQL | 31 |
| | 2.10.5 การเลือกข้อมูลจาก MYSQL DATABASE | 31 |
| | 2.10.6 การ UPDATE ข้อมูลใน MYSQL | 32 |
| | 2.10.7 การลบข้อมูลในตารางฐานข้อมูล | 33 |
| | 2.11 JAVASCRIPT | 33 |
| | 2.11.1 JAVASCRIPT คืออะไร | 33 |
| | 2.11.2 JAVASCRIPT ทำอะไรได้บ้าง | 34 |
| | 2.12 JQUERY | 35 |
| | 2.12.1 JQUERY คืออะไร | 35 |
| | 2.12.2 JQUERY SYNTAX | 35 |
| | 2.12.3 ลักษณะการใช้งาน JQUERY | 36 |
| | 2.13 เจสัน (JSON) | 36 |
| **บทที่ 3** | **การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์** | **38** |
| | 3.1 การออกแบบ | 38 |
| | 3.1.1 การออกแบบฮาร์ดแวร์ | 38 |
| | 3.1.2 การออกแบบซอร์ฟแวร์ | 47 |
| | 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง | 57 |
| | 3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง | 57 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ (ต่อ)


| | | หน้า |
|---|---|---|
| บทที่ 4 | ผลการทดลอง | 60 |
| | 4.1 ผลการทดลองของระบบตรวจสอบข้อมูล และ ตำแหน่งของรถไฟด้วย GPS | 60 |
| | 4.2 ผลการทดลองการรับ - ส่งข้อมูลผ่าน WI-FI TRANSCEIVER | 61 |
| | 4.3 ผลการทดลองระยะในการรับ - ส่งข้อมูลผ่าน WI-FI TRANSCEIVER | 62 |
| | 4.4 ผลการทดลองการรับ - ส่งข้อมูลผ่าน WI-FI TRANSCEIVER โดยมี ACK PROTOCOL | 65 |
| | 4.5 ผลการทดลองวัดสเปกตรัมของสัญญาณส่ง | 66 |
| | 4.6 ผลการทดลองการตรวจสอบระยะห่างระหว่างรถไฟกับทางแยก | 67 |
| | 4.7 ผลการทดลองส่งข้อมูลเมื่อรถไฟเข้าระยะ | 70 |
| | 4.8 ผลการทดลองการแสดงตำแหน่งของรถไฟและสถานีที่เลือกผ่านแผนผังบนหน้าเว็บไซต์ | 73 |
| | 4.9 ผลการทดลองส่งข้อมูลเข้าฐานข้อมูลผ่าน 3G MODULE | 76 |
| | 4.10 ผลการทดลองส่งตำแหน่งที่ได้รับจาก GPS เข้าสู่ฐานข้อมูลผ่าน 3G MODULE | 77 |
| | 4.11 สรุปผลการทดลอง | 78 |
| **บทที่ 5** | **สรุปผลและข้อเสนอแนะ** | **83** |
| | 5.1 สรุปผล | 83 |
| | 5.2 ข้อเสนอแนะ | 83 |
| **บรรณานุกรม** | | **84** |
| **ภาคผนวก ก** | Source Code | 85 |
| **ภาคผนวก ข** | Datasheet | 90 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป

หน้า

รูปที่


1.1 บล็อกไดอะแกรมของระบบไม้กั้นถนน 2
1.2 บล็อกไดอะแกรมของระบบแสดงผลผ่านเว็บ 3
1.3 ภาพรวมระบบการทางาน 4
2.1 การหาตาแหน่ง GPS 6
2.2 พิกัดละติจูด ลองติจูด 7
2.3 ระบบพิกัดแบบ UTM 9
2.4 ย่านความถี่ใช้งาน 2.4 GHz 13
2.5 อุปกรณ์ที่ใช้งานส่งข้อมูล 2.4 GHz 13
2.6 การส่งข้อมูลระหว่าง อุปกรณ์ฝั่งMaster กับอุปกรณ์ฝั่ง Slave 14
2.7 รูปแบบสัญญาณที่แตกต่างกันออกไปของสัญญาณ SPI เมื่อเทียบกับเวลา 15
2.8 รูปแบบการส่งข้อมูลแบบมีการตอบกลับ 17
2.9 โครงสร้างภายในของรีเลย์ 18
2.10 ประเภทของสวิตช์ 19
2.11 การทางานของรีเลย์ 19
2.12 รูปแบบของรีเลย์ 20
2.13 คุณสมบัติละเอียดของรีเลย์ 20
2.14 อุปกรณ์เชื่อมต่อ 3G 24
2.15 โครงสร้างไฟล์ HTML 25
2.16 ตัวอย่างโปรแกรมการเชื่อมต่อฐานข้อมูล 29
2.17 ตัวอย่างโปรแกรมการสร้างฐานข้อมูล 30
2.18 ตัวอย่างโปรแกรมการสร้างตาราง 30
2.19 ตัวอย่างโปรแกรมการเพิ่มข้อมูล 31
2.20 ตัวอย่างโปรแกรมการเลือกข้อมูล 32
2.21 ตัวอย่างโปรแกรมการอับเดตฐานข้อมูล 32
2.22 ตัวอย่างโปรแกรมการลบข้อมูล 33
2.23 ตัวอย่างโค้ดของ JSON 37


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป(ต่อ)

หน้า

รูปที่


| | | |
|---|---|---|
| 3.1 | ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO R3 | 38 |
| 3.2 | GPS Shield | 39 |
| 3.3 | การเชื่อมต่อ GPS Shield กับ Arduino | 40 |
| 3.4 | NRF24L01 | 40 |
| 3.5 | ขาต่างๆของอุปกรณ์ NRF24L01 | 41 |
| 3.6 | NRF24L01 with PA and LNA | 42 |
| 3.7 | การเชื่อมต่อ NRF24L01 กับ Arduino | 43 |
| 3.8 | 3G Module (UC15-T) | 43 |
| 3.9 | ตำแหน่งต่างๆบนอุปกรณ์ 3G Module (UC15-T) | 44 |
| 3.10 | แสดงขาการใช้งานของอุกกรณ์ | 46 |
| 3.11 | แสดงการเชื่อมต่อกับ Arduino | 46 |
| 3.12 | แผนผังการทางานของการรับตาแหน่งที่อยู่ปัจจุบัน | 48 |
| 3.13 | แผนผังการทางานตรวจสอบระยะ | 49 |
| 3.14 | รูปภาพแสดงการเคลื่อนที่ และตรวจสอบระยะของรถไฟ | 50 |
| 3.15 | แผงผังการส่งข้อมูลไร้สาย | 51 |
| 3.16 | แผนผังการรับข้อมูล | 52 |
| 3.17 | แผงผังการส่งและรับข้อมูลแบบมีการตอบกลับ | 53 |
| 3.18 | แผงผังการทางานรวมของระบบไม้กั้นรถไฟ | 54 |
| 3.19 | แผนผังการทางานส่งข้อมูลเข้าเซิฟเวอร์ | 55 |
| 3.20 | แผนผังการใช้งานเว็บไซต์ | 56 |
| 3.21 | การส่งที่ระยะ 500 เมตร | 58 |
| 3.22 | การส่งที่ระยะ 400 เมตร | 58 |
| 3.23 | การส่งที่ระยะ 300 เมตร | 58 |
| 3.24 | การส่งที่ระยะ 200 เมตร | 58 |
| 3.25 | การส่งที่ระยะ 100 เมตร | 58 |
| 4.1 | Serial Monitor ที่แสดง ตาแหน่ง ความเร็ว วันที่ และ เวลา | 60 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป(ต่อ)

หน้า

รูปที่


4.2 Google Maps เมื่อใส่ตาแหน่งที่แสดงจาก Serial Monitor 61
4.3 Serial Monitor ของฝั่งส่ง 61
4.4 Serial Monitor ของฝั่งรับ 62
4.5 Serial Monitor ของฝั่งรับที่ระยะ 100 เมตร 62
4.6 Serial Monitor ของฝั่งรับที่ระยะ 200 เมตร 63
4.7 Serial Monitor ของฝั่งรับที่ระยะ 300 เมตร 63
4.8 Serial Monitor ของฝั่งรับที่ระยะ 400 เมตร 64
4.9 Serial Monitor ของฝั่งรับที่ระยะ 500 เมตร 64
4.10 Serial Monitor ของฝั่งส่งที่มี ACK Protocol 65
4.11 Serial Monitor ของฝั่งรับที่มี ACK Protocol 66
4.12 สเปกตรัมของสัญญาณส่ง 67
4.13 Serial Monitor ที่แสดงระยะห่างระหว่างที่อยู่ปัจจุบัน และ จุดที่ตั้งไว้ 68
4.14 ตำแหน่งปัจจุบันที่รับได้ เมื่อแสดงใน Google Map 68
4.15 ระยะห่างระหว่างตาแหน่งปัจจุบัน และ จุดที่ 1 วัดจาก Google Map 69
4.16 ระยะห่างระหว่างตาแหน่งปัจจุบัน และ จุดที่ 2 วัดจาก Google Map 69
4.17 ฝั่งส่งข้อมูลเมื่อตาแหน่ง GPS อยู่ในระยะ 70
4.18 ฝั่งรับข้อมูลเมื่อตาแหน่ง GPS อยู่ในระยะ 70
4.19 ฝั่งส่งข้อมูลเมื่อตาแหน่ง GPS ออกนอกระยะ 71
4.20 ฝั่งรับข้อมูลเมื่อตาแหน่ง GPS ออกนอกระยะ 71
4.21 การทำงานเมื่อรถยนต์ไม่เข้าสู่ระยะ 72
4.22 การทำงานเมื่อรถยนต์เข้าสู่ระยะ 72
4.23 การทำงานเมื่อรถยนต์ออกจากระยะ 73
4.24 ตัวเลือกสถานีปลายทาง และ สถานีที่อยู่บนหน้าเว็บไซต์ 74
4.25 ตัวเลือกสถานีปลายทาง และ สถานีที่อยู่บนหน้าเว็บไซต์ 74
4.26 แผนผังแสดงตำแหน่งของรถไฟ และ สถานีบนหน้าเว็บไซต์ 75
4.27 แสดง SERIAL MONITOR ขณะทำการส่งข้อมูล 76


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป(ต่อ)

หน้า

รูปที่


| | | |
|---|---|---|
| 4.28 | ตารางฐานข้อมูลที่ทำการรับข้อมูลจาก ARDUINO | 76 |
| 4.29 | แสดง SERIAL MONITOR ขณะทำการส่งข้อมูล | 77 |
| 4.30 | ฐานข้อมูลที่ทำการรับข้อมูลจาก ARDUINO | 77 |
| 4.31 | แสดงสถานการณ์เมื่อรถไฟเข้าสู่ระยะ 500 เมตรจากไม้กั้น | 78 |
| 4.32 | แสดง Serial Monitor ขณะทาการส่งข้อมูล | 79 |
| 4.33 | แสดงสถานการณ์เมื่อรถไฟอยู่ใน 500 เมตรจากไม้กั้น | 79 |
| 4.34 | แสดงสถานการณ์เมื่อรถไฟกาลังออกจากระยะ 500 เมตรจากไม้กั้น | 80 |
| 4.35 | แสดง Serial Monitor ขณะทาการส่งข้อมูล | 80 |
| 4.36 | แสดงสถานการณ์เมื่อรถไฟออกจากระยะ 500 เมตรจากไม้กั้น | 81 |
| 4.37 | แสดงการติดตั้งไม้กั้นใกล้กับทางรถไฟ | 81 |
| 4.38 | แสดงการติดตั้งไม้กั้นห่างจากทางรถไฟ | 82 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

3.1 ตารางการเชื่อมต่อ NRF24L01 กับ ARDUINO 27

3.2 ตารางตาแหน่งต่างๆบนอุปกรณ์ 3G MODULE (UC15-T) 44

3.3 ตาราที่ 3.3 แสดงการเชื่อมต่อกับ ARDUINO กับ 3G MODULE (UC15-T) 47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

# บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันอุบัติเหตุเกี่ยวกับทางรถไฟเกิดจากความประมาทของมนุษย์ ไม่ว่าจะเป็นฝ่ายรถไฟ หรือฝ่ายผู้ใช้ส่วนบุคคลเช่น รถยนต์ รถจักรยานยนต์ จากขัดข้องของระบบ หรืออาจเกิดจากไม่มีไม้กั้นในจุดตัดทางรถต่างๆเพราะต้องใช้จำนวนคนที่มากในการดูแลไม้กั้นในแต่ละจุด นอกจากนี้ยังมีปัญหาเกี่ยวกับการรอคอยเนื่องจากรถไฟอาจเกิดความล่าช้าทำให้ต้องเสียเวลาในการรอคอยรถไฟที่มาไม่ตรงเวลา ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาจึงได้คิดค้นระบบแจ้งขบวนรถไฟพร้อมไม้กั้นอัตโนมัติขึ้นโดยระบบนี้จะสามารถควบคุมไม้กั้นให้ปิดกั้นเองเมื่อรถไฟมา และเปิดเมื่อรถไฟผ่านไปช่วยแก้ปัญหาในพื้นที่เล็กๆ ทำให้ไม่ต้องมีบุคคลหรือเจ้าหน้าที่มาดูแล และระบบนี้ยังสามารถดูตำแหน่งของรถไฟและคำนวณเวลาที่จะมาถึงสถานีได้เพื่อลดปัญหาการรอคอยของผู้โดยสาร

## 1.2 วัตถุประสงค์

1) เพื่อลดการใช้ทรัพยากรมนุษย์ และ ความผิดพลาดในการกั้นถนนที่ข้ามทางรถไฟ
2) เพื่อให้สามารถเพิ่มจำนวนไม้กั้นตามสถานที่ต่างๆได้มากขึ้นเพราะไม่ต้องใช้เจ้าหน้าที่ในการดูแล
3) เพื่อลดอุบัติเหตุจากรถไฟ
4) เพื่อให้สามารถดูเวลาที่รถไฟมาถึงได้

## 1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

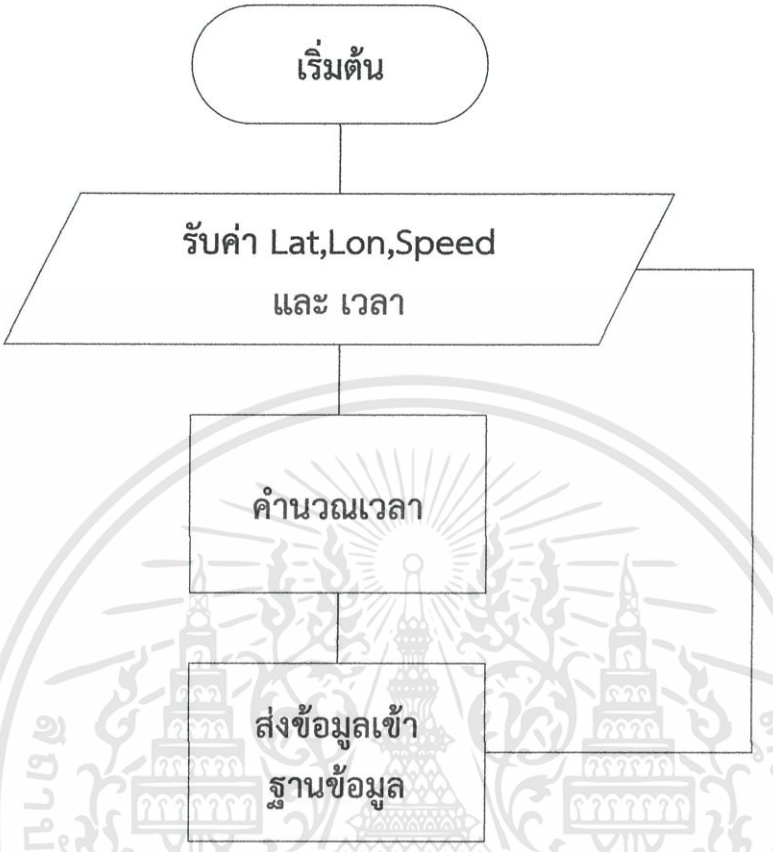
1) เมื่อรถไฟมาใกล้ถึงทางแยกไม้กั้นสามารถทำงานกั้นได้อัตโนมัติ
2) เมื่อรถไฟออกนอกระยะที่กำหนดไว้หรือเลยทางแยกไม้กั้นสามารถยกขึ้นได้อัตโนมัติ
3) เมื่อต้องการดูเวลาของรถไฟที่จะมาถึงเพื่อคำนวณเวลาในการเดินทางไปสถานีสามารถทำได้โดยการเข้าไปตรวจสอบที่ Web-Application ผ่าน Smart Phone

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**บล็อกไดอะแกรมของโครงงานที่นำเสนอ**

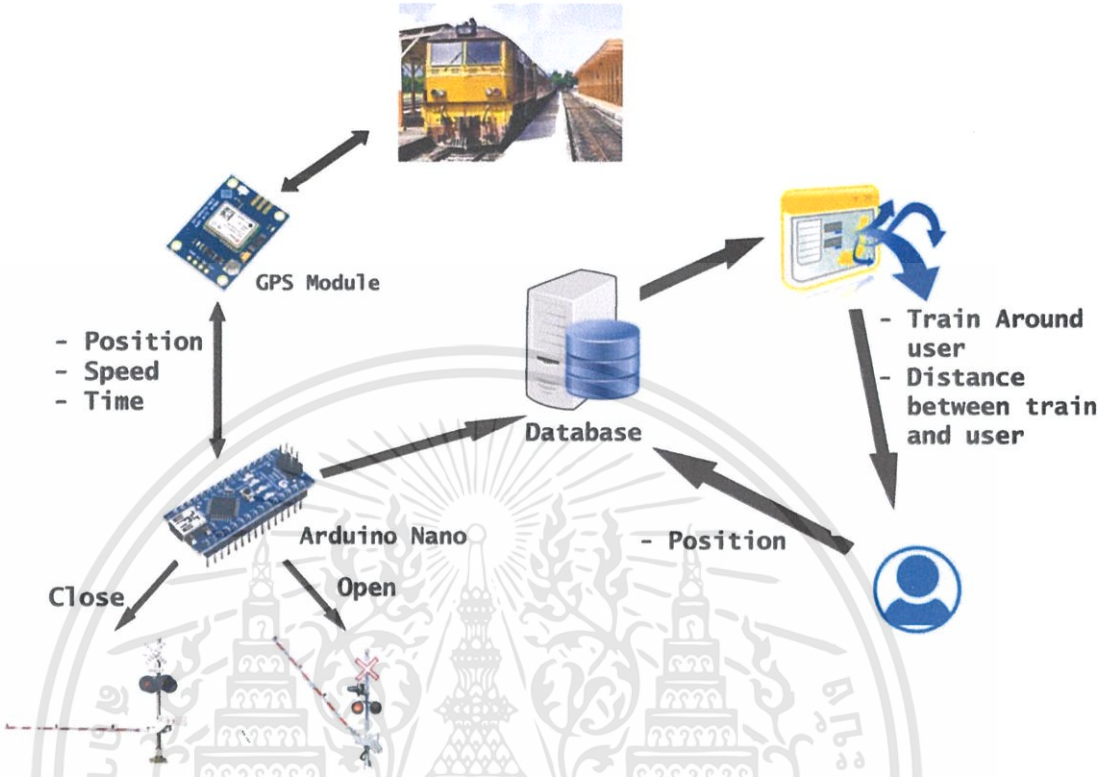
**รูปที่ 1.1** บล็อกไดอะแกรมของระบบไม้กั้นถนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 1.2 บล็อกไดอะแกรมของระบบแสดงผลผ่านเว็บ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 1.3 ภาพรวมระบบการทำงาน

ทำการติด GPS Module ที่รถไฟเพื่อทำการตรวจสอบตำแหน่ง ความเร็วของรถไฟ เมื่อรถไฟเข้าสู่ระยะที่กำหนด Arduino ก็จะทำการสั่งให้ไม้กั้นปิด หรือ เปิดออกเมื่อรถไฟผ่านไป ทำการเก็บข้อมูลตำแหน่ง และความเร็วของรถไฟ เพื่อให้สามารถดูได้จาก Web-application ว่าจากตำแหน่งปัจจุบันผู้ใช้งานอยู่ห่างจากรถไฟเท่าไหร่ และรถไฟจะใช้เวลาประมาณเท่าใดกว่าจะมาถึงตัวผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2
# ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

ในการจัดทำปริญญานิพนธ์บทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องโดยหลักการจะประกอบไปด้วย 13 ส่วน 1.) หลักการของ GPS 2.) การสื่อสารไร้สาย 3.) การส่งข้อมูลแบบ SPI 4.) การส่งข้อมูลระหว่างอุปกณ์ 5.) Relay และ 6.) ระบบอาณัติสัญญาณรถไฟ 7.)มาตรฐานการสื่อสาร 3G 8.) HTML 9.) MySQL 10.) PHP 11.) JavaScript 12.) jQuery และ 13.) JSON

## 2.1 Global Position System (GPS)

### 2.1.1 ความหมายของ GPS

GPS คือ ระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก ย่อมาจากคำว่า Global Positioning System ซึ่งระบบ GPS ประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลัก คือ

1. ส่วนอวกาศ ประกอบด้วยเครือข่ายดาวเทียมหลัก 3 ค่าย คือ อเมริกา รัสเซีย และยุโรป

- อเมริกา ชื่อ NAVSTAR (Navigation Satellite Timing and Ranging GPS) มีดาวเทียม 28 ดวง ใช้งานจริง 24 ดวง อีก 4 ดวงเป็นตัวสำรอง บริหารงานโดย Department of Defenses มีรัศมีวงโคจรจากพื้นโลก 20,162.81 กม.หรือ 12,600 ไมล์ ดาวเทียมแต่ละดวงใช้ เวลาในการโคจรรอบโลก 12 ชั่วโมง

- ยุโรป ชื่อ Galileo มี 27 ดวง บริหารงานโดย ESA หรือ European Satellite Agency จะพร้อมใช้งานในปี 2008

- รัสเซีย ชื่อ GLONASS หรือ Global Navigation Satellite บริหารโดย Russia VKS (Russia Military Space Force)

ในขณะนี้ภาคประชาชนทั่วโลกสามารถใช้ข้อมูลจากดาวเทียมของทางอเมริกา ได้ฟรี เนื่องจาก นโยบายสิทธิการเข้าถึงข้อมูลและข่าวสารสำหรับประชาชนของรัฐบาลสหรัฐ จึงเปิดให้ประชาชนทั่วไปสามารถใช้ข้อมูลดังกล่าวในระดับความแม่นยำที่ไม่เป็นภัยต่อความมั่นคงของรัฐ กล่าวคือมีความแม่นยำในระดับบวก / ลบ 10 เมตร

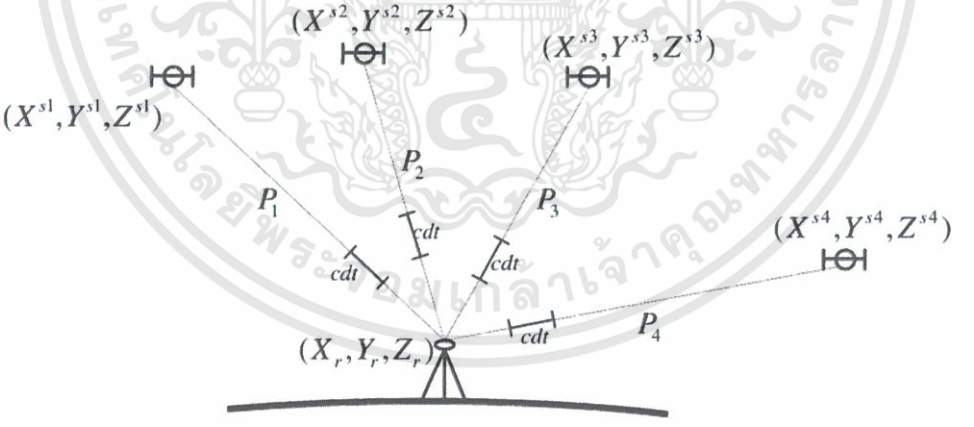
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ส่วนควบคุม ประกอบด้วยสถานีภาคพื้นดิน สถานีใหญ่อยู่ที่ Falcon Air Force Base ประเทศ อเมริกา และศูนย์ควบคุมย่อยอีก 5 จุด กระจายไปยังภูมิภาคต่าง ๆ ทั่วโลก

3. ส่วนผู้ใช้งาน ผู้ใช้งานต้องมีเครื่องรับสัญญาณที่สามารถรับคลื่นและแปรรหัสจากดาวเทียมเพื่อนำมาประมวลผลให้เหมาะสมกับการใช้งานในรูปแบบต่างๆ

### 2.1.2 การทำงานของ GPS

ดาวเทียม GPS (NAVSTAR) ประกอบด้วยดาวเทียม 24 ดวง โดยแบ่งเป็น 6 รอบวงโคจร การโคจรจะเอียงทำมุมเอียง 55 องศากับเส้นศูนย์สูตร GPS ทำงานโดยการรับสัญญาณจากดาวเทียมแต่ละดวง โดยสัญญาณดาวเทียมนี้ประกอบไปด้วยข้อมูลที่ระบุตำแหน่งและเวลาขณะส่งสัญญาณ ตัวเครื่องรับสัญญาณ GPS จะต้องประมวลผลความแตกต่างของเวลาในการรับสัญญาณเทียบกับเวลาจริง ณ ปัจจุบันเพื่อแปรเป็นระยะทางระหว่างเครื่องรับสัญญาณกับดาวเทียมแต่ละดวง ซึ่งได้ระบุมีตำแหน่งของมันมากับสัญญาณดังกล่าวข้างต้น เพื่อให้เกิดความแม่นยำในการค้นหาตำแหน่งด้วยดาวเทียม ต้องมีดาวเทียมอย่างน้อย 4 ดวง เพื่อบอกตำแหน่งบนผิวโลก ซึ่งระยะห่างจากดาวเทียมทั้ง 3 กับเครื่อง GPS จะสามารถระบุตำแหน่งบนผิวโลกได้ หากพื้นโลกอยู่ในแนวระนาบแต่ในความเป็นจริงพื้นโลกมีความโค้งเนื่องจากสัณฐานของโลกมีลักษณะกลม ดังนั้นดาวเทียมดวงที่ 4 จะทำให้สามารถคำนวณเรื่องความสูงเพื่อทำให้ได้ตำแหน่งที่ถูกต้องมากขึ้น

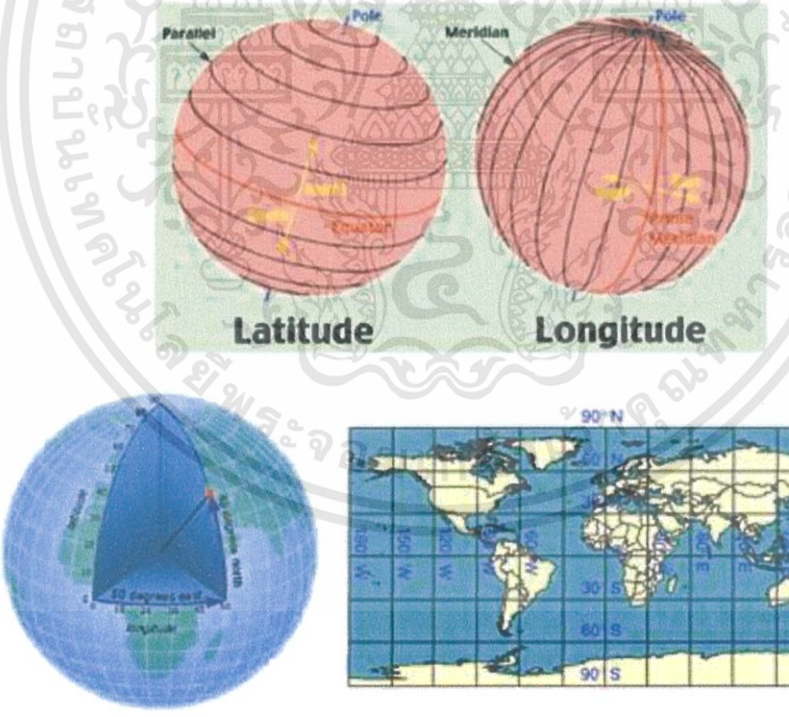



**รูปที่ 2.1** การหาตำแหน่ง GPS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.1.3 ระบบพิกัดภูมิศาสตร์

เป็นระบบพิกัดที่กำหนดตำแหน่งต่างๆ บนพื้นโลก ด้วยวิธีการอ้างอิงบอกตำแหน่งเป็นค่าระยะเชิงมุมของละติจูด (Latitude) และลองติจูด (Longitude) ตามระยะเชิงมุมที่ห่างจากศูนย์กำเนิดของละติจูดและลองติจูดที่กำหนดขึ้นสำหรับศูนย์กำเนิดของละติจูด (Origin of-latitude) นั้น กำหนดขึ้นจากแนวระดับที่ตัดผ่านศูนย์กลางของโลกและตั้งฉากกับแกนหมุน เรียกแนวระนาบศูนย์กำเนิดนั้นว่า เส้นระนาบศูนย์สูตรซึ่งแบ่งโลกออกเป็นซีกโลกเหนือและซีกโลกใต้ ฉะนั้นค่าระยะเชิงมุมของละติจูด จะเป็นค่าเชิงมุมที่เกิดจากมุมที่ศูนย์กลางของโลก กับแนวระดับฐานกำเนิดมุมที่เส้นระนาบศูนย์สูตร โดยวัดค่าของมุมออกไปทางซีกโลกเหนือและทางซีกโลกใต้ ค่าของมุมจะสิ้นสุดที่ขั้วโลกเหนือและขั้วโลกใต้ มีค่าเชิงมุม 90 องศาพอดี ดังนั้นการใช้ค่าระยะเชิงมุมของละติจูดอ้างอิงบอกตำแหน่งต่างๆ นอกจากจะกำหนดเรียกค่าวัดเป็น องศา ลิปดา และพิลิปดาแล้ว จะกำกับด้วยตัวอักษรบอกทิศทางเหนือหรือใต้เสมอ เช่น ละติจูดที่ 30 องศา 20 ลิปดา 15 พิลิปดาเหนือ




**รูปที่ 2.2** พิกัดละติจูด ลองติจูด

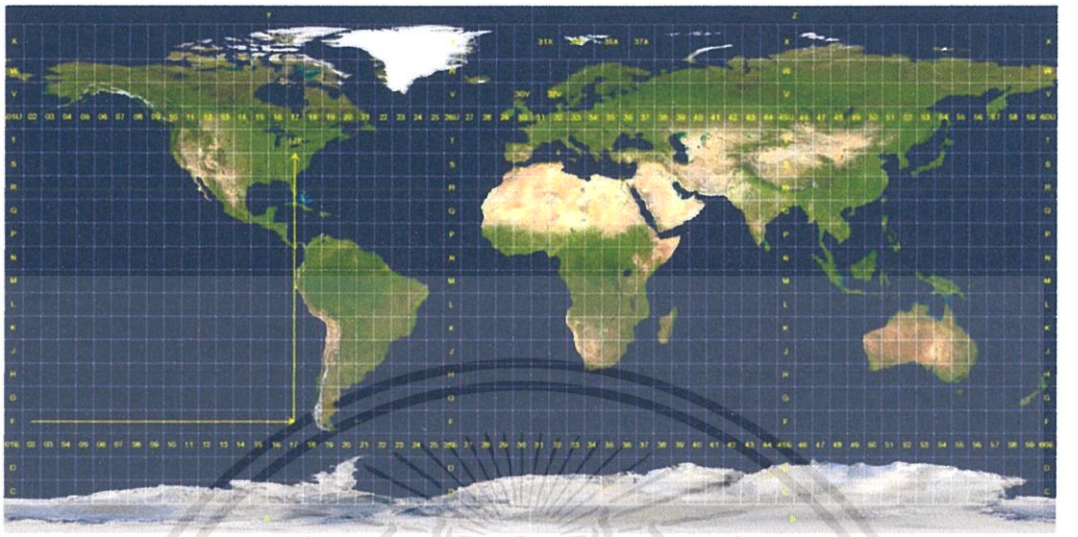
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนศูนย์กำเนิดของลองติจูด (Origin of longitude) นั้นกำหนดขึ้นจากแนวระนาบทางตั้งที่ผ่านแกนหมุนของโลกตรงบริเวณตำแหน่งบนพื้นโลกที่ผ่านหอสังเกตการณ์ดาราศาสตร์เมืองกรีนิช (Greenwich) ประเทศอังกฤษ เรียกศูนย์กำเนิดนี้ว่า เส้นเมริเดียนแรก (Prime-meridian) เป็นเส้นที่แบ่งโลกออกเป็นซีกโลกตะวันตกและซีกโลกตะวันออก ค่าระยะเชิงมุมของลองติจูดเป็นค่าที่วัดมุมออกไปทางตะวันตก และตะวันออกของเส้นเมริเดียนแรกวัดจากศูนย์กลางของโลกตามแนวระนาบที่มีเส้นเมริเดียนแรกเป็นฐานกำเนิดมุม ค่าของมุมจะสิ้นสุดที่เส้นเมริเดียนตรงข้ามกับเส้นเมริเดียนแรกซึ่งมีค่าของมุมซีกโลกละ 180 องศา การใช้ค่าอ้างอิงบอกตำแหน่งใช้เรียกกำหนดเช่นเดียวกับละติจูด แต่ต่างกันที่ต้องบอกเป็นซีกโลกตะวันตก หรือซีกโลกตะวันออกแทน เช่น ลองติจูดที่ 90 องศา 20 ลิปดา 45 พิลิปดาตะวันตก

2.1.3.1 ระบบพิกัดยูทีเอ็ม (UTM coordinate systems)

ระบบนี้สร้างขึ้นจากการยืดส่วนโค้งทรงกลมของโลกให้เป็นทรงกระบอกแล้วแผ่ให้เป็นระนาบแบน แล้วจะใช้ตารางแบ่งโลกออกเป็นส่วนๆ โดยเริ่มจากขั้วโลกใต้ โดยแนวตั้งจากใต้ไปเหนือตามแนวเส้นละติจูดแทนด้วยตัวอักษร C - X ยกเว้น I และ O (ส่วน A,B เป็นขั้วโลกใต้ Y,Z เป็นขั้วโลกเหนือ) เริ่มจาก C ที่ ละติจูด 80 องศาใต้ (ช่วงละ 8 องศาไปจนถึงเส้นขนานละติจูด 72 องศาเหนือ และจากเส้นละติจูด 72-84 องศาเหนือ เป็นช่องละ 12 องศา) ทั้งหมด 20 ส่วน จนถึง X ที่ ละติจูด 84 องศาเหนือ และแบ่งแนวตะวันตกไปตะวันออก เขตละ 6 องศา รวมเป็น 60 เขต (Zone) แทนด้วยตัวเลขเริ่มจากเส้น Meridian 180 องศาตะวันตก เป็น 01 ไปจนถึง 174 องศาตะวันตก เป็น 60 ทำให้บนพื้นโลก แต่ละช่วงเป็นตารางพื้นที่สี่เหลี่ยมเรียกว่า เขตกริด (Grid zone) ซึ่งมีทั้งหมด 1,200 โซน แล้วจะใช้ชุดเลขพิกัด Northing (เหนือ ตามแนวตั้ง) และ Easting (ตะวันออก ตามแนวนอน) บอกตำแหน่ง โดยเลขของ Northing และ Easting จะมีหน่วยเป็นเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**รูปที่ 2.3** ระบบพิกัดแบบ UTM

## 2.2 ระบบสื่อสารไร้สาย Wi-Fi

### 2.2.1 ความหมายของ Wi-Fi

Wi-Fi (wireless fidelity) คือ องค์กรหนึ่งที่ทำการทดสอบผลิตภัณฑ์ Wireless LAN หรือระบบ Network แบบไร้สายด้วยเทคโนโลยีการสื่อสารภายใต้มาตรฐาน IEEE 802.11 ซึ่งอุปกรณ์ทุกตัวที่ต่างยี่ห้อกันนั้นจะสามารถติดต่อสื่อสารกันได้โดยไม่ประสบปัญหา หากอุปกรณ์นั้นผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานก็จะมีการประทับตรา Wi-Fi Certified ซึ่งหมายความว่า อุปกรณ์ตัวนี้สามารถเชื่อมต่อแบบไร้สายกับอุปกรณ์อื่นที่มีตรา Wi-Fi Certified ได้ แล้วจึงกลายมาเป็นคำศัพท์ของอุปกรณ์ LAN ไร้สาย ระบบเครือข่ายไร้สาย (WLAN = Wireless Local Area Network) คือ ระบบการสื่อสารข้อมูลที่มีความคล่องตัว ซึ่งอาจจะนำมาใช้ทดแทนหรือเพิ่มต่อกับระบบเครือข่ายใช้สายแบบดั้งเดิม โดยใช้การส่งคลื่นความถี่วิทยุในย่านวิทยุ RF และคลื่นอินฟราเรดในการรับและส่งข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องผ่านอากาศ ทะลุกำแพง เพดานหรือสิ่งก่อสร้างอื่นๆ โดยปราศจากความต้องการของการเดินสาย นอกจากนั้นระบบเครือข่ายไร้สายก็ยังมีคุณสมบัติครอบคลุมทุกอย่างเหมือนกับระบบ LAN แบบใช้สาย ที่สำคัญก็คือการที่มันไม่ต้องใช้สายทำให้การเคลื่อนย้ายการใช้งานทำได้โดยสะดวกไม่เหมือนระบบ LAN แบบใช้สายที่ต้องใช้เวลาและการลงทุนในการปรับเปลี่ยนตำแหน่งการใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์ สำหรับเลข 802.11 นั้นเป็นเทคโนโลยีมาตรฐานแบบเปิดซึ่งกำหนดโดย Institute of Electrical and Electronics Engineers

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.2.2 ลักษณะการเชื่อมต่ออุปกรณ์**

2.2.2.1 Infrastructure

โดยทั่วไปแล้วอุปกรณ์ในเครือข่าย WI-Fi จะเชื่อมต่อกันในลักษณะของโหมด Infrastructure ซึ่งเป็นโหมดที่อนุญาตให้อุปกรณ์ภายใน LAN สามารถเชื่อมต่อกับเครือข่ายอื่นได้ในโหมด Infrastructure นี้จะประกอบไปด้วยอุปกรณ์ 2 ประเภทได้แก่ สถานีผู้ใช้ (Client-Station) ซึ่งก็คืออุปกรณ์คอมพิวเตอร์ (Desktop, แล็ปท็อป, หรือ PDA ต่างๆ) ที่มีอุปกรณ์ Client-Adapter เพื่อใช้รับส่งข้อมูลผ่าน WI-Fi และสถานีแม่ข่าย (Access Point) ซึ่งทำหน้าที่ต่อเชื่อมสถานีผู้ใช้เข้ากับเครือข่ายอื่น (ซึ่งโดยปกติจะเป็นเครือข่าย IEEE 802.3 Ethernet LAN) การทำงานในโหมด Infrastructure มีพื้นฐานมาจากระบบเครือข่ายโทรศัพท์มือถือ กล่าวคือสถานีผู้ใช้จะสามารถรับส่งข้อมูลโดยตรงกับสถานีแม่ข่ายที่ให้บริการ แก่สถานีผู้ใช้นั้นอยู่เท่านั้น ส่วนสถานีแม่ข่ายจะทำหน้าที่ส่งต่อ (forward) ข้อมูลที่ได้รับจากสถานีผู้ใช้ไปยังจุดหมายปลายทางหรือส่งต่อข้อมูลที่ได้ รับจากเครือข่ายอื่นมายังสถานีผู้ใช้

2.2.2.2 Ad-Hoc หรือ Peer-to-Peer

เครือข่าย WI-Fi ในโหมด Ad-Hoc หรือ Peer-to-Peer เป็นเครือข่ายที่ปิดคือไม่มีสถานีแม่ข่ายและไม่มีการเชื่อมต่อกับเครือข่ายอื่น บริเวณของเครือข่าย WI-Fi ในโหมด AdHoc จะเรียกว่า Independent Basic Service Set (IBSS) ซึ่งสถานีผู้ใช้หนึ่งสามารถติดต่อสื่อสารข้อมูลกับสถานีผู้ใช้อื่นๆในเขต IBSS เดียวกันได้โดยตรงโดยไม่ต้องผ่านสถานีแม่ข่าย แต่สถานีผู้ใช้จะไม่สามารถรับส่งข้อมูลกับเครือข่ายอื่นๆได้

**2.2.3 IEEE 802.11 คืออะไร**

IEEE 802.11 คือมาตรฐานการทำงานของระบบเครือข่ายไร้สายกำหนดขึ้นโดย Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) เป็นมาตรฐานกลางที่ได้นำมาปฏิบัติใช้เพื่อที่จะทำการเชื่อมโยงอุปกรณ์เครือข่ายไร้สายเข้าด้วยกันบนระบบ ในทางปกติแล้วการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายไร้สายจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์สองชิ้นนั่นคือ Access point คือตัวกลางที่ช่วยในการติดต่อระหว่างตัวรับ-ส่งสัญญาณของผู้ใช้กับเราท์เตอร์ผ่านทางสายนำสัญญาณที่ทำจากทองแดงที่ได้รับการเชื่อมต่อกับระบบเครือข่าย เช่น สายแลนหรือสายโทรศัพท์ ADSL หรือผ่านทางสายใยแก้วนำแสง ตัวรับ-ส่งสัญญาณทำหน้าที่รับ-ส่ง สัญญาณระหว่างตัวรับส่งแต่ละตัวด้วยกันหรือระหว่างตัวลูกข่ายกับ Access point

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3.1 IEEE 802.11a

มาตรฐาน IEEE 802.11a เสร็จสมบูรณ์เมื่อปี ค.ศ. 1999 โดยออกเผยแพร่ช้ากว่าของมาตรฐาน IEEE 802.11b ใช้เทคโนโลยีที่เรียกว่า OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) เพื่อปรับปรุงความเร็วในการส่งข้อมูลให้วิ่งได้สูงถึง 54 Mbps บนความถี่ 5 GHz ซึ่งจะมีคลื่นรบกวนน้อยกว่าความถี่ 2.4 GHz ที่มาตรฐานอื่นใช้กัน ที่ความเร็วนี้สามารถทำการแพร่ภาพและข่าวสารที่ต้องการความละเอียดสูงได้ อัตราความเร็วในการรับส่งข้อมูลสามารถปรับระดับให้ช้าลงได้เพื่อเพิ่มระยะทางการเชื่อมต่อให้มากขึ้นแต่ทว่าข้อเสียก็คือ ความถี่ 5 GHz นั้นหลายๆประเทศไม่อนุญาตให้ใช้ เช่นประเทศไทย เพราะได้จัดสรรให้อุปกรณ์ประเภทอื่นไปแล้ว และเนื่องด้วยการที่มาตรฐานนี้ใช้การเชื่อมต่อที่ความถี่สูงๆทำให้มาตรฐานนี้ มีระยะการรับส่งที่ค่อนข้างใกล้ คือ ประมาณ 35 เมตร ในโครงสร้างปิด(เช่น ในตึก ในอาคาร) และ 120 เมตรในที่โล่งแจ้งและด้วยความที่ส่งข้อมูลด้วยความถี่สูงนี้ ทำให้การส่งข้อมูลนั้นไม่สามารถทะลุทะลวงโครงสร้างของตึกได้มากนัก

2.2.3.2 IEEE 802.11b

มาตรฐาน IEEE 802.11b เสร็จสมบูรณ์เมื่อปี ค.ศ. 1999 ใช้เทคโนโลยีที่เรียกว่า CCK (Complimentary Code Keying) ผนวกกับ DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum) เพื่อปรับปรุงความสามารถของอุปกรณ์ให้รับส่งข้อมูลได้ด้วยความเร็วสูงสุดที่ 11 Mbps ผ่านคลื่นวิทยุความถี่ 2.4 GHz เนื่องจากการใช้คลื่นความถี่ที่ต่ำกว่าอุปกรณ์ที่รองรับมาตรฐาน IEEE 802.11a ทำให้อุปกรณ์ที่ใช้มาตรฐานนี้จะมีความสามารถในการส่งคลื่นสัญญาณไปได้ไกลกว่าคือประมาณ 38 เมตร ในโครงสร้างปิดและ 140 เมตร ในที่โล่งแจ้งรวมถึงสัญญาณสามารถทะลุทะลวงโครงสร้างตึกได้มากกว่าอุปกรณ์ที่รองรับกับมาตรฐาน IEEE 802.11a ด้วย ปัจจุบันผลิตภัณฑ์อุปกรณ์เครือข่ายไร้สายภายใต้มาตรฐานนี้ได้รับการผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก โดยอุปกรณ์ที่ใช้ความถี่ย่านนี้ก็เช่น IEEE 802.11, Bluetooth, โทรศัพท์ไร้สาย, และเตาไมโครเวฟ และที่สำคัญแต่ละผลิตภัณฑ์มีความสามารถทำงานร่วมกันได้ อุปกรณ์ของผู้ผลิตทุกยี่ห้อต้องผ่านการตรวจสอบจากสถาบัน Wi-Fi Alliance เพื่อตรวจสอบมาตรฐานของอุปกรณ์และความเข้ากันได้ของแต่ละผู้ผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3.3 IEEE 802.11g

มาตรฐาน IEEE 802.11g เสร็จสมบูรณ์ในปี ค.ศ. 2003 ทางคณะทำงาน IEEE 802.11g ได้นำเอาเทคโนโลยี OFDM ของ 802.11a มาพัฒนาบนความถี่ 2.4 GHz จึงทำให้ใช้ความเร็ว 36-54 Mbps ซึ่งเป็นความเร็วที่สูงกว่ามาตรฐาน 802.11b ซึ่ง 802.11g สามารถปรับระดับความเร็วในการสื่อสารลงเหลือ 2 Mbps ได้ตามสภาพแวดล้อมของเครือข่ายที่ใช้งาน มาตรฐานนี้เป็นที่ยอมรับจากผู้ใช้เป็นจำนวนมากและกำลังจะเข้ามาแทนที่ 802.11b ในอนาคต

2.2.3.4 IEEE 802.11n

มาตรฐาน IEEE 802.11n เสร็จสมบูรณ์ในปี ค.ศ. 2009 ทำงานบนย่านความถี่ 2.4 และ 5 GHz โดยที่สามารถให้อัตราการส่งถ่ายข้อมูลสูงสุดถึง 300 Mbps มีความสามารถในการส่งคลื่นสัญญาณ ได้ระยะประมาณ 70 เมตรในโครงสร้างปิด และ 250 เมตรในที่โล่งแจ้ง เพิ่มความสามารถในการกันสัญญาณกวนจากอุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้ความถี่ 2.4GHz เหมือนกัน และสามารถรองรับอุปกรณ์มาตรฐาน IEEE 802.11b และ IEEE 802.11g ได้

2.2.3.5 IEEE 802.11ac

เป็นมาตรฐานที่ 5 GHz ให้ทรูพุทกับระบบไร้สายแบบหลายสถานีสูงกว่าที่อย่างน้อย 1 Gbps และสำหรับลิงก์เดี่ยวที่อย่างน้อย 500 Mbps โดยการใช้ RF แบนด์วิธที่กว้างกว่า(80 หรือ 160 MHz) สตรีมมากกว่า (สูงถึง 8 สตรีม) และมอดูเลทที่ความจุสูงกว่า(สูงถึง 256 QAM)

2.2.3.6 IEEE 802.11ad

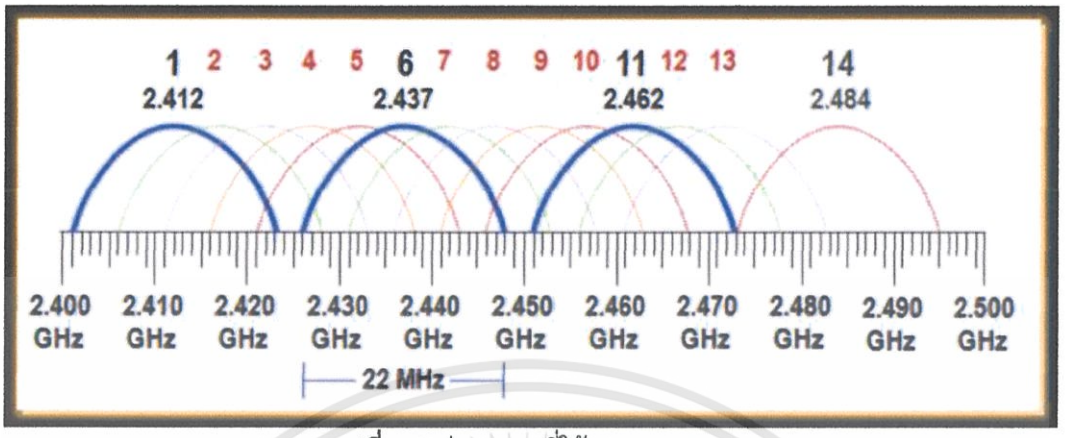
มาตรฐาน IEEE 802.11ad หรือ “WiGig” เกิดจากการผลักดันจากผู้ผลิตฮาร์ดแวร์ ในวันที่ 24 กรกฎาคม 2012 Marvell และ Wilocity ได้ประกาศการเป็นคู่ค้าใหม่เพื่อนำ Wi-Fi solution แบบ tri-band ใหม่ออกสู่ตลาด โดยการใช้ความถี่ที่ 60 GHz ทรูพุททางทฤษฎีสูงสุดถึง 7 Gbps มาตรฐานนี้จะออกสู่ตลาดได้ราวต้นปี 2014

**2.2.4 อุปกรณ์ส่งข้อมูลผ่านย่านความถี่ 2.4 GHz**

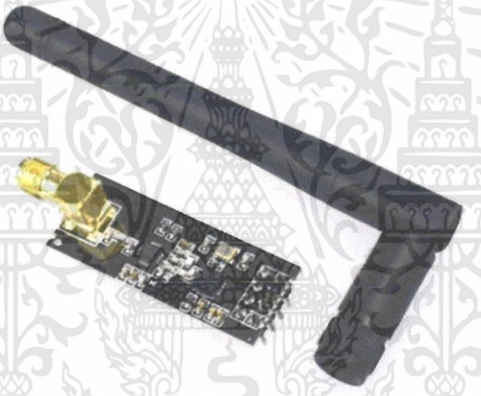
ย่านความถี่เลือกที่ใช้งานในการส่งข้อมูลจะใช้ย่านความถี่ 2.4 GHz สาเหตุที่เลือกใช้งานความถี่นี้เนื่องจากเป็นย่านความถี่ที่เปิดให้ใช้งานได้ฟรีไม่ต้องขออนุญาต ใช้กำลังส่งที่น้อย มีอุปกรณ์ที่รองรับอยู่มาก และหาได้ง่าย โดยข้อเสียของย่านความถี่นี้คือ ช่องสัญญาณมีน้อย โอกาสที่ช่องสัญญาณจะถูกรบกวนมีได้มากกว่า และทำความเร็วได้ไม่สูงมากนัก

ความถี่ 2.4GHz คือช่วงความถี่ตั้งแต่ 2400MHz - 2500MHz สามารถแบ่งเป็นช่องสัญญาณ ช่องละ 22MHz แสดงได้ดังรูปที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 2.4** ย่านความถี่ใช้งาน 2.4 GHz



**รูปที่ 2.5** อุปกรณ์ที่ใช้งานส่งข้อมูล 2.4 GHz

จากรูปที่ 2.5 เป็นอุปกรณ์ที่ใช้งานส่งข้อมูลบนย่านความถี่ 2.4 GHz ซึ่งเป็นความถี่ที่ใช้งานได้ฟรี มีราคาที่ไม่แพง และมีระยะการส่งข้อมูลในระยะที่ใช้งาน นอกจากนั้นยังสามารถเชื่อมต่อกับ Arduino ได้สะดวกและง่ายต่อการใช้งานโดยเชื่อมต่อแบบ SPI โดยคุณสมบัติอื่นๆสามารถดูได้ในบทที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.3 การส่งข้อมูลแบบ SPI

### 2.3.1 ความหมายของ SPI

SPI (Serial Peripheral Interface) เป็นการเชื่อมต่อสื่อสารแบบอนุกรมโดยอาศัยสัญญาณนาฬิกาเป็นตัวกำหนดจังหวะการรับส่งข้อมูล (Synchronous) ที่สามารถส่งข้อมูลไปยังปลายทางและรับข้อมูลจากปลายทางกลับมาในครั้งเดียวกัน (Full Duplex)

SPI แบ่งอุปกรณ์ออกเป็น 2 ฝั่ง คือ Master เป็นตัวควบคุมการรับส่งข้อมูลโดยในที่นี้คือไมโครคอนโทรลเลอร์ กับ Slave เป็นอุปกรณ์ที่รอรับคำสั่งจาก Master โดย Slave จะมีได้มากกว่า 1 ตัว SPI ใช้สายสัญญาณทั้งหมด 4 เส้นดังนี้

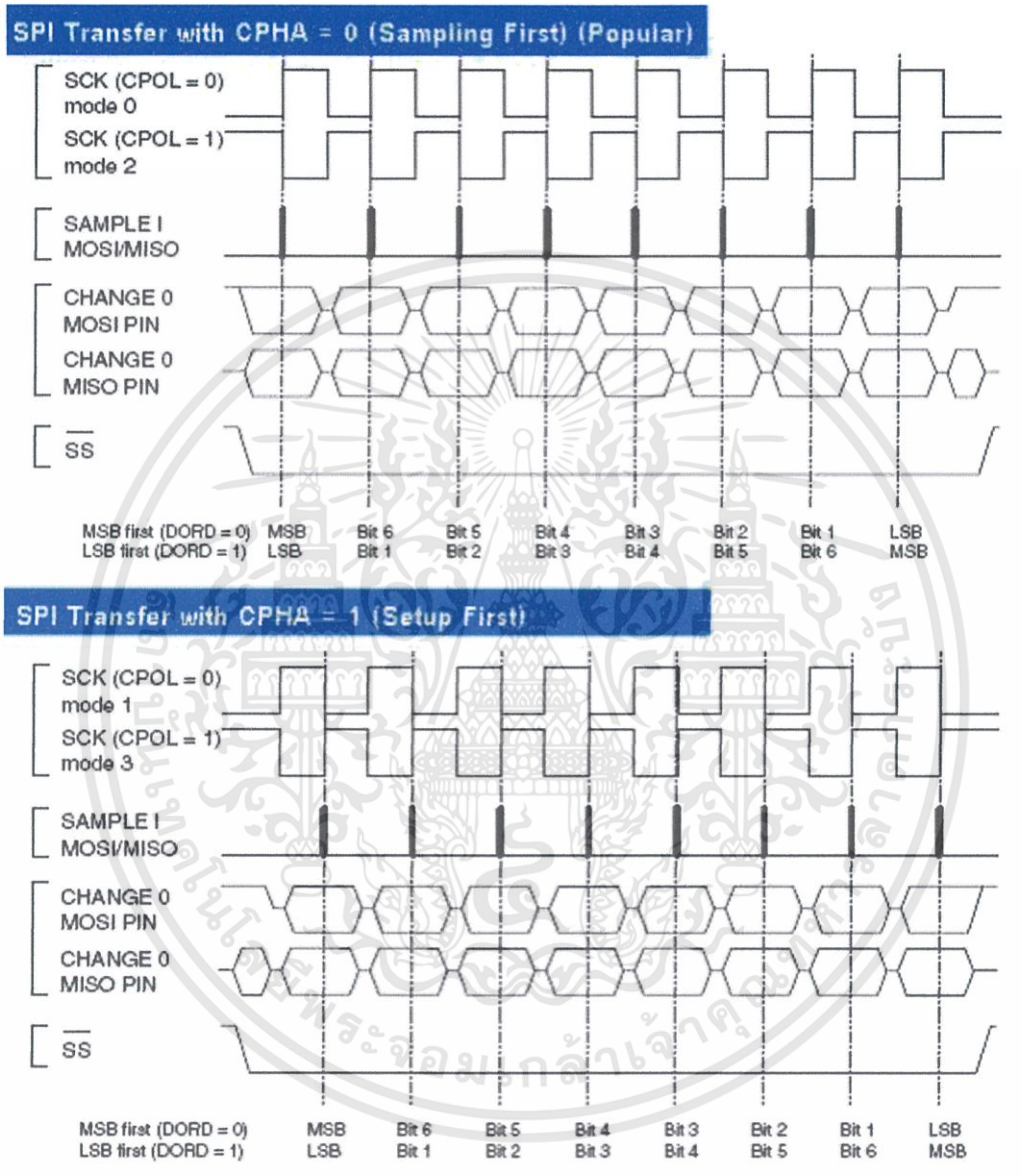
| | | |
|---|---|---|
| 1. MOSI (Master Out Slave In) | Master -> Slave | Shared |
| 2. MISO (Master In Slave Out) | Slave -> Master | Shared |
| 3. SCLK (Clock) | Master -> Slave | Shared |
| 4. CS (Chip Select) | Master -> Slave | Not Shared |

**รูปที่ 2.6** การส่งข้อมูลระหว่าง อุปกรณ์ฝั่ง Master กับอุปกรณ์ฝั่ง Slave

จากรูปที่ 2.6 Master สามารถเชื่อมต่อกับ Slave ได้มากกว่า 1 ตัว โดยทุกตัวจะใช้ขา MOSI MISO และ SCLK ร่วมกัน แล้ว Master จะส่งสัญญาณที่ขา CS เพื่อเลือกว่าในขณะนั้น Master ติดต่อกับ Slave ตัวใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.2 รูปแบบสัญญาณใน SPI BUS




**รูปที่ 2.7** รูปแบบสัญญาณที่แตกต่างกันออกไปของสัญญาณ SPI เมื่อเทียบกับเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.7 การรับส่งข้อมูลสัญญาณ SPI เมื่อเทียบกับ สัญญาณนาฬิกา จะเกิด 4 สถานะ ดังนี้

1. เมื่อ CPHA=0 และ CPOL=0 สัญญาณนาฬิกา (Clock) ในสถานะปกติจะเป็น Low และจะรับ-ส่งข้อมูลที่ขอบขาขึ้นของสัญญาณนาฬิกา (Rising Edge Clock)

2. เมื่อ CPHA=0 และ CPOL=1 สัญญาณนาฬิกา (Clock) ในสถานะปกติจะเป็น High และจะรับ-ส่งข้อมูลที่ขอบขาลงของสัญญาณนาฬิกา (Falling Edge Clock)

3. เมื่อ CPHA=1 และ CPOL=0 สัญญาณนาฬิกา (Clock) ในสถานะปกติจะเป็น Low และจะรับ-ส่งข้อมูลที่ขอบขาลงของสัญญาณนาฬิกา (Falling Edge Clock)

4. เมื่อ CPHA=1 และ CPOL=1 สัญญาณนาฬิกา (Clock) ในสถานะปกติจะเป็น High และจะรับ-ส่งข้อมูลที่ขอบขาขึ้นของสัญญาณนาฬิกา (Rising Edge Clock)

ดังนั้น จึงกำหนดเป็น Mode การทำงานได้ 4 โหมด คือ

1. Mode 0 = CPOL=0 และ CPHA=0
2. Mode 1 = CPOL=0 และ CPHA=1
3. Mode 2 = CPOL=1 และ CPHA=0
4. Mode 3 = CPOL=1 และ CPHA=1

## 2.4 การส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์

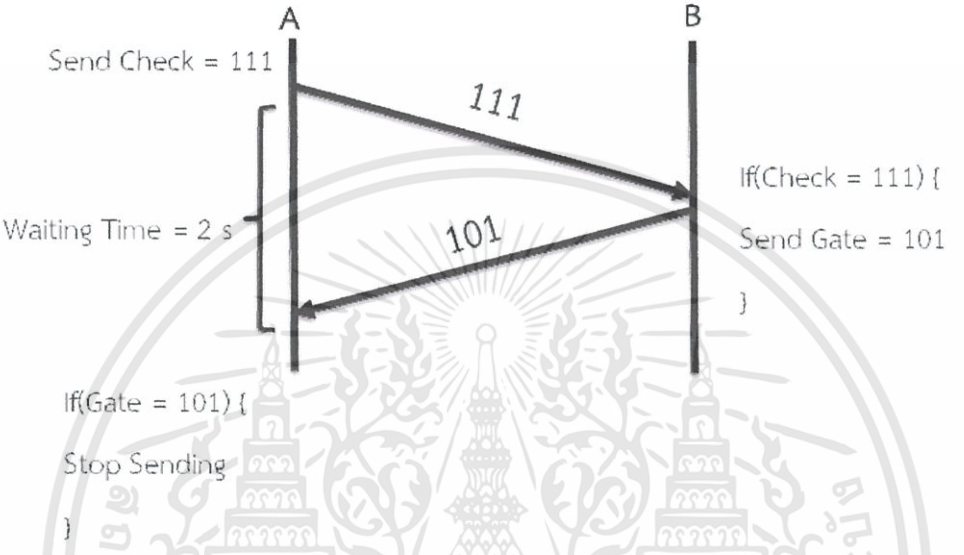
### 2.4.1 การส่งข้อมูลในชั้น Data-link Layer

ชั้น Data-link Layer จะเป็นเสมือนผู้ตรวจสอบ หรือควบคุมความผิดพลาดในข้อมูล โดยจะแบ่งข้อมูลที่จะส่งออกเป็นแพ็คเก็ตหรือเฟรม ถ้าผู้รับได้รับข้อมูลถูกต้องก็จะส่งสัญญาณยืนยันกลับมาว่าได้รับข้อมูลแล้ว เรียกว่า สัญญาณ ACK (Acknowledge) ให้กับผู้ส่ง แต่ถ้าผู้ส่งไม่ได้รับสัญญาณ ACK หรือได้รับ สัญญาณ NAK (Negative Acknowledge) กลับมา ผู้ส่งก็อาจจะทำการส่งข้อมูลไปให้ใหม่ อีกหน้าที่หนึ่ง ของชั้นนี้คือป้องกันไม่ให้เครื่องส่งทำการส่งข้อมูลเร็วจนเกินขีดความสามารถของเครื่องผู้รับจะรับข้อมูลได้ ชั้นเชื่อมโยงข้อมูลให้ฟังก์ชันการทำงานและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการถ่ายโอนข้อมูลระหว่างหน่วยงานเครือข่ายและการตรวจสอบและแก้ไขข้อผิดพลาดอาจเป็นไปได้ที่อาจเกิดขึ้นในชั้นกายภาพ

### 2.4.2 รูปแบบการส่งข้อมูล




**รูปที่ 2.8** รูปแบบการส่งข้อมูลแบบมีการตอบกลับ

จากรูปที่ 2.8 เป็นการกำหนดมาตรฐานการรับส่งข้อมูลระหว่าง 2 จุด โดยเริ่มต้น A จะกำหนดค่า check = 111 และจะทำการส่งค่า check ไปยังฝั่ง B และรอเวลา 2 วินาที หากไม่ได้รับข้อมูลตอบกลับจาก B จะทำการส่งใหม่ เมื่อ B ได้รับข้อมูลที่ส่งจาก A จะทำการตรวจสอบค่าที่รับมาได้ หากค่าที่รับมาได้เป็น 111 แสดงว่าได้รับค่าที่ถูกต้องจะทำการกำหนดค่า gate = 101 และส่งกลับไปยัง A เพื่อให้ A หยุดส่งข้อมูล โดยจะส่งค่า 101 กลับไปยัง A เมื่อ A รับได้จะทำการตรวจสอบค่าที่รับหากค่าที่รับได้เป็น 101 แสดงว่าค่าที่รับได้ถูกต้องจะทำการหยุดส่ง

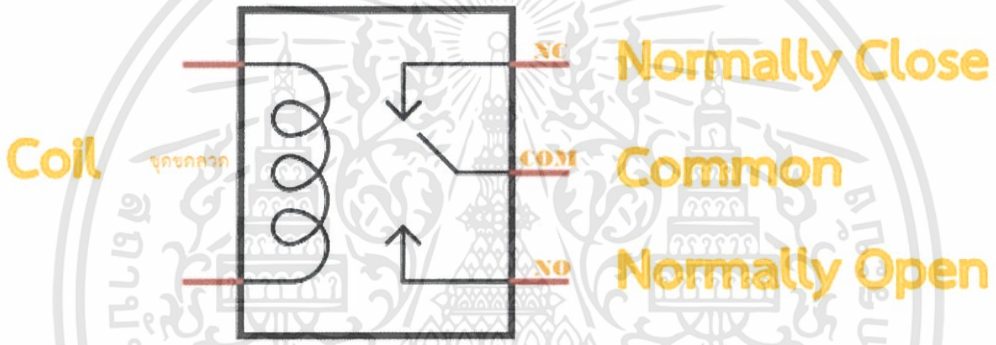
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.5 รีเลย์ (Relay)

### 2.5.1 ความหมายของรีเลย์

รีเลย์ (Relay) เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดหนึ่ง ซึ่งทำหน้าที่ตัดต่อวงจรแบบเดียวกับสวิตช์ โดยควบคุมการทำงานด้วยไฟฟ้า Relay มีหลายประเภท ตั้งแต่ Relay ขนาดเล็กที่ใช้ในงานอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป จนถึง Relay ขนาดใหญ่ที่ใช้ในงานไฟฟ้าแรงสูง โดยมีรูปร่างหน้าตาแตกต่างกันออกไป แต่มีหลักการทำงานที่คล้ายคลึงกัน

### 2.5.2 หลักการทำงานของรีเลย์



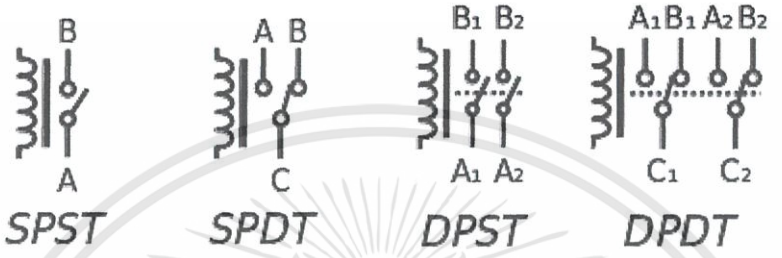

**รูปที่ 2.9** โครงสร้างภายในของรีเลย์

ภายใน Relay จะประกอบไปด้วยขดลวด, หน้าสัมผัส NC (Normally Close) เป็นหน้าสัมผัสปกติปิด โดยในสภาวะปกติหน้าสัมผัสนี้จะต่อเข้ากับขา COM (Common) และจะลอยหรือไม่สัมผัสกันเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวด, หน้าสัมผัส NO (Normally Open) เป็นหน้าสัมผัสปกติเปิด โดยในสภาวะปกติจะลอยอยู่ ไม่ถูกต่อกับขา COM แต่จะเชื่อมต่อกันเมื่อมีกระแสไฟไหลผ่านขดลวด, ขา COM เป็นขาที่ถูกใช้งานร่วมกันระหว่าง NC และ NO ขึ้นอยู่กับว่าขณะนั้นมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดหรือไม่ หน้าสัมผัสใน Relay 1 ตัวอาจมีมากกว่า 1 ชุด

สวิตช์จะถูกแยกประเภทตามจำนวน Pole และจำนวน Throw ซึ่งจำนวน Pole (SP-Single Pole, DP-Double Pole, 3P-Triple Pole, etc.) จะบอกถึงจำนวนวงจรที่ทำการเปิด-ปิด หรือ จำนวนของขา COM นั่นเอง และจำนวน Throw (ST, DT) จะบอกถึงจำนวนของตัวเลือกของ

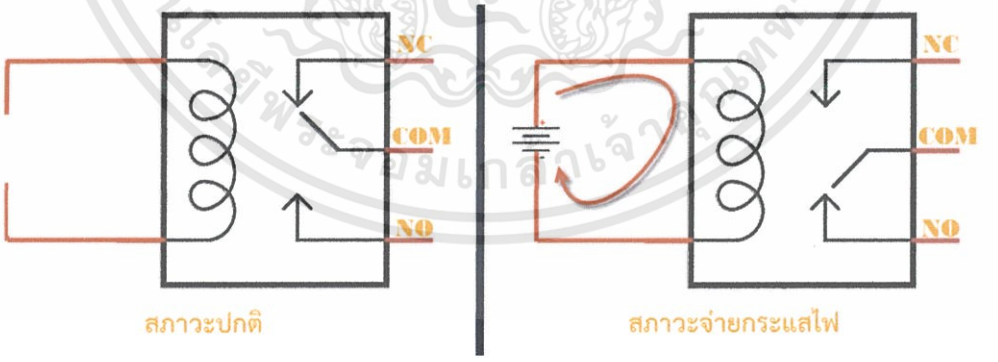
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pole ตัวอย่างเช่น SPST- Single Pole Single Throw สวิตช์จะสามารถเลือกได้เพียงอย่างเดียว โดยจะเป็นปกติเปิด (NO-Normally Open) หรือปกติปิด (NC-Normally Close) แต่ถ้าเป็น SPDT- Single Pole Double Throw สวิตช์จะมีหนึ่งคู่เป็นปกติเปิด (NO) และอีกหนึ่งคู่เป็นปกติปิดเสมอ (NC) ดังรูปที่ 2.10




**รูปที่ 2.10** ประเภทของสวิตช์

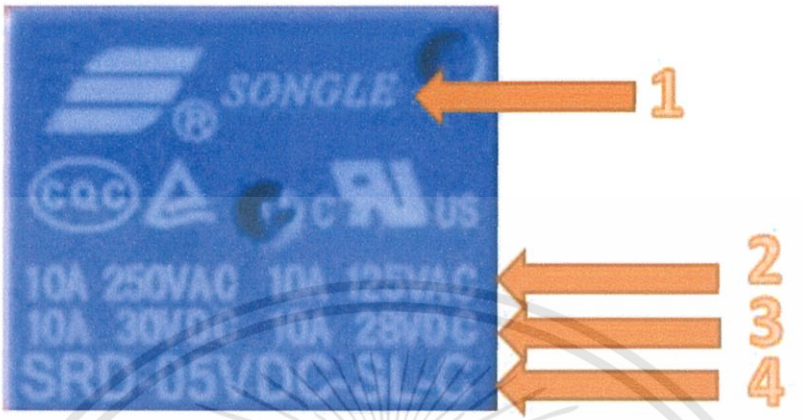
จากส่วนประกอบข้างต้นที่ได้กล่าวไป จะอธิบายการใช้งาน Relay แบบ SPDT (Single Pole Double Throw) หลักการทำงานของ Relay นั้น ในส่วนของขดลวด เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน จะทำให้ขดลวดเกิดการเหนี่ยวนำและทำหน้าที่เสมือนแม่เหล็กไฟฟ้า ส่งผลให้ขา COM ที่เชื่อมต่ออยู่กับหน้าสัมผัส NC (ในสภาวะที่ยังไม่เกิดการเหนี่ยวนำ) ย้ายกลับเชื่อมต่อกับหน้าสัมผัส NO แทน และปล่อยให้ขา NC ลอย เมื่อมองที่ขา NC กับ COM และ NO กับ COM แล้วจะเห็นว่ามีการทำงานติด-ดับลักษณะคล้ายการทำงานของสวิตช์ แสดงได้ดังรูปที่ 2.11




**รูปที่ 2.11** การทำงานของรีเลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.5.3 การเลือกใช้งานรีเลย์




**รูปที่ 2.12** รูปแบบของรีเลย์

รูปที่ 2.12 แสดงภาพรีเลย์ที่มีขายใช้งานทั่วไปโดยการจะเลือกใช้ต้องดูค่าต่างๆที่ระบุบนตัวอุปกรณ์ดังนี้

1. ยี่ห้อ รุ่นของผู้ผลิต (แบรนด์) รวมถึงสัญลักษณ์มาตรฐานต่างๆ
2. รายละเอียดของไฟฟ้ากระแสสลับที่รองรับการทำงานได้ (VAC)
3. รายละเอียดของไฟฟ้ากระแสตรงที่รองรับการทำงานได้ (VDC)
4. โมเดล ระดับแรงดันฝั่งขดลวดชนิดและโครงสร้าง และข้อมูลด้าน Coil Sensitivity

คุณสมบัติแบบละเอียด ดูได้จากรูปที่ 2.13

1

| 松乐继电器 ® SONGLE RELAY | RELAY ISO9002 | SRD |
|---|---|---|

2-3

| RATING | | |
|---|---|---|
| CCC | FILE NUMBER:CH0052885-2000 | 7A/240VDC |
| CCC | FILE NUMBER:CH0036746-99 | 10A/250VDC |
| UL /CUL | FILE NUMBER: E167996 | 10A/125VAC 28VDC |
| TUV | FILE NUMBER: R9933789 | 10A/240VAC 28VDC |

4

| SRD | XX VDC | S | L | C |
|---|---|---|---|---|
| Model of relay | Nominal coil voltage | Structure | Coil sensitivity | Contact form |
| SRD | 03、05、06、09、12、24、48VDC | S:Sealed type | L:0.36W | A:1 form A |
| | | | | B:1 form B |
| | | F:Flux free type | D:0.45W | C:1 form C |

**รูปที่ 2.13** คุณสมบัติละเอียดของรีเลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.13 สามารถสรุปได้ว่าเป็น Relay ยี่ห้อ Songle โมเดล SRD รองรับการทำงานแรงดันกระแสสลับที่ 250V@10A หรือ 125V@10A รองรับแรงดันกระแสตรงที่ 28VDC@10A ฝั่งขดลวดทำงานด้วยแรงดัน 5V โครงสร้างตัว Relay เป็นแบบซีลด์ มีค่าความไวขดลวดที่ 0.36W หน้าสัมผัสเป็นรูปแบบ 1 from C

หน้าสัมผัสแบบ A (Form A) หมายถึง หน้าสัมผัสของ Relay ในสภาพปกติจะเปิดอยู่ (Normally open) และหน้าสัมผัสเป็นแบบ SPST ถ้าจะเขียนเป็นสัญลักษณ์ได้คือ 10

หน้าสัมผัสแบบ B (Form B) หมายถึง หน้าสัมผัสของ Relay ในสภาพปกติจะปิด (Normally close) และเป็นแบบ SPST เขียนเป็นสัญลักษณ์ได้คือ 11

หน้าสัมผัสแบบ C (Form C) แบบนี้เรียกว่า "break, make หรือ transfer" เป็นหน้าสัมผัสแบบ SPDT เขียนสัญลักษณ์ได้ดังนี้ 12

หน้าสัมผัสแบบ C จะมีอยู่ด้วยกัน 3 ขา ในขณะที่ Relay ยังไม่ทำงาน หน้าสัมผัส 1 และ 2 จะต่อกันอยู่ เมื่อ Relay ทำงานหน้าสัมผัส 1 และ 2 จะแยกกัน จากนั้นหน้าสัมผัส 1 จะมาต่อกับหน้าสัมผัส 3 แทน พอ Relay หยุดทำงานหน้าสัมผัส 1 กับ 2 ก็จะกลับมาต่อกันตามเดิม

## 2.6 ระบบอาณัติสัญญาณรถไฟ

### 2.6.1 ความหมายของระบบอาณัติสัญญาณรถไฟ

ระบบอาณัติสัญญาณรถไฟ (Railway signaling system) เป็นระบบกลไก สัญญาณไฟ หรือระบบคอมพิวเตอร์ ในการเดินขบวนรถไฟเพื่อแจ้งให้พนักงานขับรถไฟทราบสภาพเส้นทางข้างหน้า และตัดสินใจที่จะหยุดรถ ชะลอความเร็ว หรือบังคับทิศทาง ให้การเดินรถดำเนินไปได้อย่างปลอดภัย รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในการเดินรถสวนกันบนเส้นทางเดียว หรือการสับหลีกเพื่อให้รถไฟวิ่งสวนกันบริเวณสถานีรถไฟ หรือควบคุมรถไฟให้การเดินขบวนเป็นไปตามที่กำหนดไว้กรณีที่ใช้ระบบอาณัติสัญญาณแบบคอมพิวเตอร์ ระบบอาณัติสัญญาณรถไฟจะควบคุมและกำหนดทิศทางการเคลื่อนที่ และระยะเวลาในการเดินรถ ของขบวนรถที่อยู่บนทางร่วมเดียวกัน รวมทั้งการสับหลีกบริเวณสถานีรถไฟ โดยการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบจะออกแบบให้ทำงานสัมพันธ์กัน เพื่อให้พนักงานขับรถไฟสามารถตัดสินใจเดินรถได้อย่างมั่นใจและไม่ให้เกิดความสับสน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.7 มาตรฐานการสื่อสาร 3G

### 2.7.1 เทคโนโลยี 3G คืออะไร

3G หรือ Third Generation เป็นเทคโนโลยีการสื่อสารในยุคที่ 3 อุปกรณ์การสื่อสารยุคที่ 3 นั้นจะเป็นอุปกรณ์ที่ผสมผสาน การนำเสนอข้อมูล และ เทคโนโลยีในปัจจุบันเข้าด้วยกัน เช่น PDA โทรศัพท์มือถือ Walkman, กล้องถ่ายรูปและอินเทอร์เน็ต 3G เป็นเทคโนโลยีที่พัฒนาต่อเนื่องจากยุคที่ 2 และ 2.5 ซึ่งเป็นยุคที่มีการให้บริการระบบเสียง และการส่งข้อมูลในขั้นต้น ทั้งยังมีข้อจำกัดอยู่มาก การพัฒนาของ 3G ทำให้เกิดการใช้บริการมัลติมีเดีย และส่งผ่านข้อมูลในระบบไร้สายด้วยอัตราความเร็วที่สูงขึ้น

ยุค 1G เป็นยุคแรกของการพัฒนาระบบโทรศัพท์แบบเซลลูลาร์ การรับส่งสัญญาณใช้วิธีการมองดูเลตสัญญาณอะนาล็อกเข้าช่องสื่อสารโดยใช้ การแบ่งความถี่ออกมาเป็นช่องเล็ก ๆ ด้วยวิธีการนี้มีข้อจำกัดในเรื่องจำนวนช่องสัญญาณ และการใช้ไม่เต็มประสิทธิภาพจึงติดขัดเรื่องการขยายจำนวนเลขหมาย และการขยายแถบความถี่ประจวบกับระบบเครื่องรับส่งสัญญาณวิทยุกำหนดขนาดของเซลล์ และความแรงของสัญญาณเพื่อให้เข้าถึงสถานีฐานได้ ตัวเครื่องโทรศัพท์เซลลูลาร์ยังมีขนาดใหญ่ใช้กำลังงานไฟฟ้ามาก ในภายหลังจึงเปลี่ยนมาเป็นระบบดิจิตอล และการเข้าช่องสัญญาณแบบแบ่งเวลา โทรศัพท์เคลื่อนที่แบบ 1G จึงใช้เฉพาะในยุคแรกเท่านั้น

ยุค 2G เป็นยุคที่พัฒนาต่อมาโดยการเข้ารหัสสัญญาณเสียง โดยบีบอัดสัญญาณเสียงในรูปแบบดิจิตอล ให้มีขนาดจำนวนข้อมูลน้อยลงเหลือ เพียงประมาณ 9 กิโลบิตต่อวินาที ต่อช่องสัญญาณ การติดต่อจากสถานีอื่นๆ หรือตัวโทรศัพท์เคลื่อนที่กับสถานีฐาน ใช้วิธีการสองแบบคือ TDMA คือการแบ่งช่องเวลาออกเป็นช่องเล็ก ๆ และแบ่งกันใช้ ทำให้ใช้ช่องสัญญาณความถี่วิทยุได้เพิ่มขึ้นจากเดิมอีกมาก กับอีกแบบหนึ่งเป็นการแบ่ง การเข้าถึงตามการเข้ารหัส และการถอดรหัสโดยใส่แอดเดรสเหมือน IP เราเรียกวิธีการนี้ว่า CDMA - Code Division Multiple Access ในยุค 2G จึงเป็นการรับส่งสัญญาณโทรศัพท์แบบดิจิตอลหมดแล้ว

ยุค 2.5G การสื่อสารไร้สายยุค 2.5G ได้รับการพัฒนาต่อยอดมาจากเทคโนโลยี ในระดับ 2G แต่มีประสิทธิภาพด้อยกว่ามาตรฐาน การสื่อสารไร้สายยุค 3G โดยเทคโนโลยียุค 2.5G สามารถให้บริการรับส่งข้อมูล แบบแพ็คเก็ตที่ความเร็วระดับ 20 – 40 Kbps ในทางปฏิบัติเทคโนโลยี GPRS นับเป็นเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายในระดับ 2.5G

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยุค 3G สร้างระบบใหม่ให้รองรับระบบเก่าได้ และเรียกว่า Universal Mobile Telecommunication Systems (UMTS) โดยมุ่งหวังว่า การเข้าถึงเครือข่ายแบบไร้สาย สามารถกระทำได้ด้วยอุปกรณ์หลากหลาย เช่น จากคอมพิวเตอร์ จากเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ระบบยังคง ใช้การเข้าช่องสัญญาณเป็นแบบ CDMA ซึ่งสามารถบรรจุช่องสัญญาณเสียงได้มากกว่า แต่ใช้แบบแถบกว้าง (wideband) ในระบบนี้จึงเรียกอีก อย่างหนึ่งว่า WCDMA นอกจากนี้ยังมีกลุ่มบริษัทบางบริษัทแยกการพัฒนาในรุ่น 3G เป็นแบบ CDMA เช่นกัน แต่เรียกว่า CDMA2000 กลุ่มบริษัทนี้พัฒนารากฐานมาจาก IS95 ซึ่งใช้ในสหรัฐอเมริกา และยังขยายรูปแบบเป็นการรับส่งในช่องสัญญาณที่ได้อัตราการรับส่งสูง (HDR-High Data Rate) การพัฒนาในยุคที่สาม นี้ยังต้องการความเกี่ยวโยงกับการใช้งานร่วมในเทคโนโลยีเก่าอีกด้วย โดยเฉพาะในสหรัฐอเมริกาที่ยังคงให้ใช้งานได้ทั้งแบบ 1G และ 2G โดยเรียกรูป แบบใหม่เพื่อการส่งเป็นแพ็คเก็ตว่า GPRS – General Packet Radio Service ซึ่งส่งด้วยอัตราความเร็วตั้งแต่ 9.06, 13.4, 15.6 และ 21.4 กิโลบิตต่อวินาที โดยในการพัฒนาต่อจาก GPRS ให้เป็นระบบ 3G เรียกระบบใหม่ว่า EDGE (Enhanced Data Rate-for GSM Evolution)

**2.7.2 คุณสมบัติ**

มีการเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายของ 3G ตลอดเวลาที่เราเปิดเครื่องโทรศัพท์ (always on) นั่นคือไม่จำเป็นต้องต่อโทรศัพท์เข้าเครือข่าย และ log-in ทุกครั้งเพื่อใช้บริการรับส่งข้อมูล ซึ่งการ เสียค่าบริการแบบนี้ จะเกิดขึ้นเมื่อมีการเรียกใช้ข้อมูลผ่านเครือข่ายเท่านั้น โดยจะต่างจากระบบ ทั่วไป ที่จะเสียค่าบริการตั้งแต่เราล็อกอินเข้าในระบบเครือข่าย อุปกรณ์สื่อสารไร้สายระบบ 3G

**2.7.3 มาตรฐาน 3G**

มาตรฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ 3G เพื่อเป็นการเพิ่มความคล่องตัวในการเปิดให้บริการ Non-voice อย่างเต็มรูปแบบพร้อมทั้งยังคงรักษาคุณภาพในการให้บริการ Voice ด้วยระดับคุณภาพที่ดีกว่าหรือทัดเทียมในยุค 2G จึงได้มีการกำหนดมาตรฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ 3G ขึ้น โดยมีมาตรฐานสำคัญอยู่ 2 ประเภท คือ มาตรฐาน UMTS (Universal Mobile Telecommunications Service) เป็นมาตรฐานที่ ออกแบบมาสำหรับผู้ให้บริการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้นำไปพัฒนาจากยุค 2G ไปสู่ ยุค 3G อย่างเต็มตัวโดยเทคโนโลยีหลักที่มีการยอมรับการใช้งานทั่วโลก คือ W-CDMA (Wideband Code Division Multiple Access ) และมาตรฐาน cdma2000 เป็นการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พัฒนาเครือข่าย CDMA ให้รองรับการสื่อสารในยุค 3G รับผิดชอบการพัฒนาเทคโนโลยีหลักคือ cdma2000-3xRTT ที่ศักยภาพเทียบเท่า มาตรฐาน W-CDMA.

### 2.7.4 อุปกรณ์เชื่อมต่อ 3G

เลือกสัญญาณ 3G มาใช้งานในการส่งข้อมูลตำแหน่งปัจจุบันของรถไฟเข้าสู่เซิร์ฟเวอร์ เพื่อนำไปคำนวณเวลาที่จะมาถึงสถานีจึงเลือกใช้อุปกรณ์ที่รองรับ 3G เนื่องจากสัญญาณ 3G มีความเร็วในการส่งข้อมูลที่สูง และใช้งานอย่างแพร่หลายโดยอุปกรณ์ที่ใช้แสดงได้ดังรูปที่ 2.14

**รูปที่ 2.14** อุปกรณ์เชื่อมต่อ 3G

จากรูปที่ 3.14 เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมต่อสัญญาณ 3G เป็นอุปกรณ์ที่ใช้งานได้หลายย่านความถี่ซึ่งเหมาะกับการทำงานเนื่องจากแต่ละค่ายมือถือใช้คลื่นความถี่ที่ต่างกัน นอกจากนั้นยังเชื่อมต่อกับ Arduino ได้สะดวก และตั้งค่าการใช้งานได้ง่าย คุณสมบัติอื่นๆสามารถดูได้ในบทที่ 3

## 2.8 HTML

HTML (Hypertext Markup Language) เป็นภาษาประเภท Markup ที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการสร้างเว็บเพจ มีโครงสร้างการเขียนโดยอาศัยตัวกำกับ (Tag) ควบคุมการแสดงผลข้อความ รูปภาพ เสียง อื่นๆ ที่สามารถเรียกดูผ่านทางเว็บบราวเซอร์ได้ แต่ละ Tag สามารถระบุหรือควบคุมการแสดงผลของเว็บให้เป็นไปตามที่ผู้ออกแบบเว็บไซต์กำหนดไว้ หรือจะให้เข้าใจง่ายๆ ก็คือ เว็บที่เราเข้าอยู่ในทุกๆ วันนี้ ก็ล้วนถูกแสดงผลด้วยโค้ด HTML ทั้งนั้น

HTML พัฒนามาจากภาษา SGML และถูกพัฒนามาเรื่อยๆ ตั้งแต่เวอร์ชั่นแรก สู่เวอร์ชั่น HTML 2.0, HTML 3.2, HTML 4.1 และตัวล่าสุดคือ HTML 5 (ซึ่งอยู่ในระหว่างการพัฒนา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และยังมีการพัฒนารูปแบบของ HTML แบบใหม่ที่เรียกกันว่า XHTML ซึ่งมีความสามารถและมาตราฐานที่รัดกุมกว่าเดิม

### 2.8.1 โครงสร้างของ HTML

HTML มีรูปแบบการทำงานง่ายๆ HTML จะอ่านจากซ้ายไปขวา จากบนลงล่าง เมื่อเราพิมพ์ข้อความตัวอักษรธรรมดาลงไปแล้วทำการบันทึก พอเราเปิดไฟล์นั้นๆ มาดูผลลัพธ์ที่จะแสดงผลที่หน้าจอก็จะเป็นเหมือนตอนที่พิมพ์ข้อความตัวอักษรธรรมดาลงไป หากต้องการผลลัพธ์ที่แตกต่างต้องใช้ Tag ในการควบคุมการแสดงผล โครงสร้างแสดงได้ดังรูปที่ 2.15

```
1  <HTML>
2      <HEAD>
3      <TITLE> My page </TITLE>
4      </HEAD>
5      <BODY>
6      </BODY>
7  </HTML>
```

**รูปที่ 2.15** โครงสร้างไฟล์ HTML

### 2.8.2 Tag HTML

HTML มีรูปแบบการเขียนที่ชัดเจน จะประกอบด้วย Tag พื้นฐาน ดังนี้

- Tag <html>...</html> เป็นส่วนประกาศที่กำหนดหัวละท้ายของเอกสารเพื่อให้บราวเซอร์ทราบและแสดงผลได้ถูกต้อง
- Tag <head>...</head> เป็นส่วนหัวเรื่องของเอกสาร ภายในจะมี Tag <title>...</title>ใช้สำหรับการกำหนดชื่อของเอกสาร
- Tag <body>...</body> เป็นส่วนที่มีรายละเอียดมากที่สุด จะบรรจุข้อมูลต่างๆ ที่ต้องการให้แสดงบนหน้าเว็บไซต์ของเรา ทั้งข้อความ รูปภาพ เป็นต้น
- Tag <!...> Comment ใช้ในการหมายเหตุต่างๆ
- Tag <br> ใช้ในการขึ้นบรรทัดใหม่
- Tag <p> ใช้ในการขึ้นย่อหน้าใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Tag <width = “number/percentage”> ใช้ในการกำหนดขนาด โดยสามารถกำหนดเป็นขนาด หรือ เปอร์เซ็นต์ได้

- Tag <align =“left/right/center”> ใช้กำหนดตำแหน่ง

- Tag <Hx>...</Hx> ใช้กำหนดหัวเรื่องโดย x จะเป็นตัวเลขตั้งแต่ 1 ถึง 6 โดยเรียงตามความสำคัญจาก 1 (มากสุด) ไป 6 (น้อยสุด)

- Tag ... ใช้แบ่งส่วนของการแสดงผล

- Tag <BGCOLOR = “#RRGGBB”> ใช้เปลี่ยนสีพื้นหลังโดย RR GG BB จะแทนสีแดง เขียว และ น้ำเงิน โดยแต่ละสีจะกำหนดโดยเลขฐาน 16 จาก 00 ถึง FF เช่น #FF0000 จะเป็นสีแดงสด

- Tag ... ใช้แสดงตัวอักษรแบบ Bold (ตัวหนา)

- Tag ... ใช้แสดงตัวอักษรแบบ Italic (ตัวเอียง)

- Tag <u>...</u> ใช้แสดงตัวอักษรแบบ Underline (ขีดเส้นใต้)

- Tag <FONT COLOR “#RRGGBB”>...</FONT> เป็นการกำหนดสีของตัวอักษรแต่ละช่วง ใช้หลักการเดียวกับ BGCOLOR

- Tag <IMG SRC= “imagename”> ใช้ในการแทรกรูปภาพ โดย imagename จะต้องเป็นชื่อรูปที่ต้องการ เช่น untitled.jpg

## 2.9 MySQL

### 2.9.1 มายเอสคิวแอล (MySQL) คืออะไร

MySQL คือ โปรแกรมระบบจัดการฐานข้อมูล ที่พัฒนาโดยบริษัท MySQL AB มีหน้าที่เก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบ รองรับคำสั่ง SQL เป็นเครื่องมือสำหรับเก็บข้อมูล ที่ต้องใช้ร่วมกับเครื่องมือหรือโปรแกรมอื่นอย่างบูรณาการ เพื่อให้ได้ระบบงานที่รองรับ ความต้องการของผู้ใช้ เช่น ทำงานร่วมกับเครื่องบริการเว็บ (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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MySQL เป็นระบบจัดการฐานข้อมูลโดยใช้ภาษา SQL แม้ว่า MySQL เป็นซอฟต์แวร์โอเพนซอร์ส แต่แตกต่างจากซอฟต์แวร์โอเพนซอร์สทั่วไปโดยมีการพัฒนาภายใต้บริษัท MySQL AB ในประเทศสวีเดน โดยจัดการ MySQL ทั้งในแบบที่ให้ใช้ฟรี และแบบที่ใช้ในเชิงธุรกิจ MySQL สร้างขึ้นโดยชาวสวีเดน 2 คน และชาวฟินแลนด์ ชื่อ David Axmark, Allan Larsson และ Michael "Monty" Widenius. ปัจจุบันบริษัทซันไมโครซิสเต็มส์ (Sun Microsystems, Inc.) เข้าซื้อกิจการของ MySQL AB เรียบร้อยแล้ว ฉะนั้นผลิตภัณฑ์ภายใต้ MySQL AB ทั้งหมดจะตกเป็นของบริษัทซันไมโครซิสเต็มส์

### 2.9.2 ความสามารถและการทำงานของโปรแกรม MySQL

MySQL ถือเป็นระบบจัดการฐานข้อมูล (Database Management System) ฐานข้อมูลมีลักษณะเป็นโครงสร้างของการเก็บรวบรวมข้อมูล การที่จะเพิ่มเติม เข้าถึงหรือประมวลผลข้อมูลที่เก็บในฐานข้อมูลจำเป็นจะต้องอาศัยระบบจัดการ ฐานข้อมูล ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการจัดการกับข้อมูลในฐานข้อมูลทั้งสำหรับการ ใช้งานเฉพาะ และรองรับการทำงานของแอปพลิเคชันอื่นๆ ที่ต้องการใช้งานข้อมูลในฐานข้อมูล เพื่อให้ได้รับความสะดวกในการจัดการกับข้อมูลจำนวนมาก MySQL ทำหน้าที่เป็นทั้งตัวฐานข้อมูลและระบบจัดการฐานข้อมูล

MySQL เป็นระบบจัดการฐานข้อมูลแบบ relational ฐานข้อมูลแบบ relational จะทำการเก็บข้อมูลทั้งหมดในรูปแบบของตารางแทนการเก็บข้อมูลทั้งหมดลงในไฟล์ เพียงไฟล์เดียว ทำให้ทำงานได้รวดเร็วและมีความยืดหยุ่น นอกจากนั้น แต่ละตารางที่เก็บข้อมูลสามารถเชื่อมโยงเข้าหากันทำให้สามารถรวมหรือจัด กลุ่มข้อมูลได้ตามต้องการ โดยอาศัยภาษา SQL ที่เป็นส่วนหนึ่งของโปรแกรม MySQL ซึ่งเป็นภาษามาตรฐานในการเข้าถึงฐานข้อมูล

### 2.9.3 ส่วนเชื่อมต่อกับภาษาการพัฒนาอื่น (database connector)

มีส่วนติดต่อ (interface) เพื่อเชื่อมต่อกับภาษาในการพัฒนา อื่นๆ เพื่อให้เข้าถึงฟังก์ชันการทำงานกับฐานข้อมูล MySQL ได้เช่น ODBC (Open Database Connector) อันเป็นมาตรฐานกลางที่กำหนดมาเพื่อให้ใช้เป็นสะพานในการเชื่อมต่อกับโปรแกรมหรือระบบอื่นๆ เช่น MyODBC อันเป็นไดรเวอร์เพื่อใช้สำหรับการเชื่อมต่อในระบบปฏิบัติการวินโดว์, JDBC คลาสส่วนเชื่อมต่อสำหรับ Java เพื่อใช้ในการติดต่อกับ MySQL และมี API (Application Programming-Interface) ต่างๆมีให้เลือกใช้มากมายในการที่เข้าถึง MySQL โดยไม่ขึ้นอยู่กับภาษาการพัฒนาใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาษาหนึ่ง นอกเหนือจาก ตัวเชื่อมต่อกับภาษาอื่น (Connector) ที่ได้กล่าวมาแล้ว ยังมี API ที่สนับสนุนในขณะนี้คือ

DBI สำหรับการเชื่อมต่อกับ ภาษา perl

Ruby สำหรับการเชื่อมต่อกับ ภาษา ruby

Python สำหรับการเชื่อมต่อกับภาษา python

.NET สำหรับการเชื่อมกับภาษา .NET framework

MySQL++ สำหรับเชื่อมต่อกับภาษา C++

Ch สำหรับการเชื่อมต่อกับ Ch (C/C++ interpreter)

PHP สำหรับการเชื่อมต่อกับภาษา PHP

ยังมีโปรแกรมอีกตัว เป็นโปรแกรมบริหารพัฒนาโดยผู้อื่น ซึ่งใช้กันอย่างแพร่หลายและนิยมกันเขียนในภาษา php เป็นโปรแกรมเว็บแอปพลิเคชัน ชื่อ phpMyAdmin ทั้ง MySQL server และ client libraries

## 2.10 PHP

### 2.10.1 PHP คืออะไร

PHP ย่อมาจาก PHP Hypertext Preprocessor แต่เดิมย่อมาจาก Personal-Home Page Tools คือ ภาษาคอมพิวเตอร์จำพวก scripting language ภาษาจำพวกนี้คำสั่งต่างๆ จะเก็บอยู่ในไฟล์ที่เรียกว่า script และเวลาใช้งานต้องอาศัยตัวแปรชุดคำสั่ง ตัวอย่างของภาษาสคริปต์ก็ เช่น JavaScript , Perl เป็นต้น ลักษณะของ PHP ที่แตกต่างจากภาษาสคริปต์แบบอื่นๆ คือ PHP ได้รับการพัฒนาและออกแบบมา เพื่อใช้งานในการสร้างเอกสารแบบ HTML โดยสามารถสอดแทรกหรือแก้ไขเนื้อหาได้โดยอัตโนมัติ ดังนั้นจึงกล่าวว่า PHP เป็นภาษาที่เรียกว่า server-side หรือ HTML-embedded scripting language นั้นคือในทุกๆ ครั้งก่อนที่เครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งให้บริการเป็น Web server จะส่งหน้าเว็บเพจที่เขียนด้วย PHP ให้เรา มันจะทำการประมวลผลตามคำสั่งที่มีอยู่ให้เสร็จเสียก่อน แล้วจึงค่อยส่งผลลัพธ์ที่ได้ให้เรา ผลลัพธ์ที่ได้นั้นก็คือเว็บเพจที่เรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เห็น ถือได้ว่า PHP เป็นเครื่องมือที่สำคัญชนิดหนึ่งที่ช่วยให้เราสามารถสร้าง Dynamic Web pages (เว็บเพจที่มีการโต้ตอบกับผู้ใช้) ได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีลูกเล่นมากขึ้น

PHP เป็นผลงานที่เติบโตมาจากกลุ่มของนักพัฒนาในเชิงเปิดเผยรหัสต้นฉบับ หรือ Open Source ดังนั้น PHP จึงมีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว และแพร่หลายโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อใช้ร่วมกับ Apache Web server ระบบปฏิบัติอย่างเช่น Linux หรือ FreeBSD เป็นต้น ในปัจจุบัน PHP สามารถใช้ร่วมกับ Web Server หลายๆตัวบนระบบปฏิบัติการอย่างเช่น Windows 95/98/NT เป็นต้น

### 2.10.2 การเชื่อมต่อ PHP กับ MySQL

MySQL จะทำงานร่วมกับฐานข้อมูล MySQL เพียงอย่างเดียว ก่อนที่เราสามารถเข้าถึงข้อมูลในฐานข้อมูล MySQL เราต้องสามารถเชื่อมต่อกับเซิร์ฟเวอร์ก่อน

```
1  <?php
2  $servername = "localhost";
3  $username = "username";
4  $password = "password";
5
6  // Create connection
7  $conn = new mysqli($servername, $username, $password);
8
9  // Check connection
10 if ($conn->connect_error) {
11     die("Connection failed: " . $conn->connect_error);
12 }
13 echo "Connected successfully";
14 ?>
15 $conn->close();
16
```

**รูปที่ 2.16** ตัวอย่างโปรแกรมการเชื่อมต่อฐานข้อมูล

จากรูปที่ 2.16 แสดงการเชื่อมต่อ php กับฐานข้อมูล โดยจะระบุ servername, username และ password ของฐานข้อมูลที่ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.10.3 การสร้างฐานข้อมูล และตาราง

```php
<?php
$servername = "localhost";
$username = "username";
$password = "password";

// Create connection
$conn = new mysqli($servername, $username, $password);
// Check connection
if ($conn->connect_error) {
    die("Connection failed: " . $conn->connect_error);
}

// Create database
$sql = "CREATE DATABASE myDB";
if ($conn->query($sql) === TRUE) {
    echo "Database created successfully";
} else {
    echo "Error creating database: " . $conn->error;
}

$conn->close();
?>
```

**รูปที่ 2.17** ตัวอย่างโปรแกรมการสร้างฐานข้อมูล

รูปที่ 2.17 เป็นการสร้างฐานข้อมูลโดยจะใช้โครงสร้าง CREATE DATABASE ตามด้วยชื่อของฐานข้อมูลที่ต้องการ

```php
<?php
$sql = "CREATE TABLE MyGuests (
id INT(6) UNSIGNED AUTO_INCREMENT PRIMARY KEY,
firstname VARCHAR(30) NOT NULL,
lastname VARCHAR(30) NOT NULL,
email VARCHAR(50),
reg_date TIMESTAMP
?>
```

**รูปที่ 2.18** ตัวอย่างโปรแกรมการสร้างตาราง

รูปที่ 2.18 เป็นการเพิ่มตารางเก็บข้อมูลในฐานข้อมูลมีโครงสร้าง คือ CREATE TABLE table_name และตามด้วยชื่อหัวข้อในแถวที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.10.4 การแทรกข้อมูลไปที่ตารางฐานข้อมูล MySQL

เป็นการเพิ่มข้อมูลที่ต้องการเข้าสู่ตารางที่ได้สร้างไว้ในฐานข้อมูลเพื่อเก็บข้อมูลไว้ใช้งานต่อไป โดยการเพิ่มข้อมูลมีโครงสร้าง คือ INSERT INTO database_name (column1, column2, column3,...) VALUES (value1, value2, value3,...)

```php
<?php
$servername = "localhost";
$username = "username";
$password = "password";
$dbname = "myDB";

// Create connection
$conn = new mysqli($servername, $username, $password, $dbname);
// Check connection
if ($conn->connect_error) {
    die("Connection failed: " . $conn->connect_error);
}

$sql = "INSERT INTO MyGuests (firstname, lastname, email)
VALUES ('John', 'Doe', 'john@example.com')";

if ($conn->query($sql) === TRUE) {
    echo "New record created successfully";
} else {
    echo "Error: " . $sql . "<br>" . $conn->error;
}

$conn->close();
?>
```

**รูปที่ 2.19** ตัวอย่างโปรแกรมการเพิ่มข้อมูล

จากรูปที่ 2.19 เป็นการเพิ่มข้อมูลเข้าสู่ตารางชื่อ MyGuests ที่มีข้อมูล firstname, lastname, และ email โดยเพิ่มค่า John, Doe, และ john@example.com

### 2.10.5 การเลือกข้อมูลจาก MySQL Database

การใช้คำสั่ง select ถูกใช้ในการเลือกข้อมูลจาก 1 ตาราง หรือ มากกว่า SELECT column_name(s) FROM table_name หรือเราสามารถใช้ * เพื่อเลือกทั้ง columns ของตาราง จากรูปที่ 2.20 เป็นการเลือกข้อมูล id, firstname, lastname จากตารางชื่อ MyGusets

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```php
<?php
$sql = "SELECT id, firstname, lastname FROM MyGuests";
$result = $conn->query($sql);

if ($result->num_rows > 0) {
    // output data of each row
    while($row = $result->fetch_assoc()) {
        echo "id: " . $row["id"]. " - Name: " . $row["firstname"]. " " . $row["lastname"]. "<br>";
    }
} else {
    echo "0 results";
}
$conn->close();
?>
```

**รูปที่ 2.20** ตัวอย่างโปรแกรมการเลือกข้อมูล

### 2.10.6 การ Update ข้อมูลใน MySQL

เป็นการอับเดทค่าในตารางที่มีอยู่ให้เป็นค่าใหม่ โดยมีโครงสร้างเป็น UPDATE table_name SET column1=value, column2=value2, column3=value3,..... WHERE some_column = some_value

```php
<?php
$servername = "localhost";
$username = "username";
$password = "password";
$dbname = "myDB";

// Create connection
$conn = new mysqli($servername, $username, $password, $dbname);
// Check connection
if ($conn->connect_error) {
    die("Connection failed: " . $conn->connect_error);
}

$sql = "UPDATE MyGuests SET lastname='Doe' WHERE id=2";

if ($conn->query($sql) === TRUE) {
    echo "Record updated successfully";
} else {
    echo "Error updating record: " . $conn->error;
}

$conn->close();
?>
```

**รูปที่ 2.21** ตัวอย่างโปรแกรมการอับเดทฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.21 เป็นการอับเดทตารางชื่อ MyGuests โดยเปลี่ยนข้อมูล lastname เป็น Doe ที่ตำแหน่ง id เป็น 2

**2.10.7** การลบข้อมูลในตารางฐานข้อมูล

เป็นการลบค่าออกจากตารางฐานข้อมูลโดยมีโครงสร้างเป็น DELETE FROM table_name WHERE some_column = some_value รูปที่ 2.22 เป็นการลบข้อมูลจากตารางชื่อว่า MyGuests ที่ตำแหน่ง id เป็น 3

```php
<?php
$servername = "localhost";
$username = "username";
$password = "password";
$dbname = "myDB";

// Create connection
$conn = new mysqli($servername, $username, $password, $dbname);
// Check connection
if ($conn->connect_error) {
    die("Connection failed: " . $conn->connect_error);
}

// sql to delete a record
$sql = "DELETE FROM MyGuests WHERE id=3";

if ($conn->query($sql) === TRUE) {
    echo "Record deleted successfully";
} else {
    echo "Error deleting record: " . $conn->error;
}

$conn->close();
?>
```

**รูปที่ 2.22** ตัวอย่างโปรแกรมการลบข้อมูล

## 2.11 JavaScript

**2.11.1 JavaScript คืออะไร**

JavaScript คือ ภาษาคอมพิวเตอร์สำหรับการเขียนโปรแกรมบนระบบอินเทอร์เน็ตที่กำลังได้รับความนิยมอย่างสูง JavaScript เป็นภาษาสคริปต์เชิงวัตถุ (ที่เรียกกันว่า "สคริปต์" (script)) ซึ่งในการสร้างและพัฒนาเว็บไซต์ (ใช่ร่วมกับ HTML) เพื่อให้เว็บไซต์ของเราดูมีการเคลื่อนไหว สามารถตอบสนองผู้ใช้งานได้มากขึ้น ซึ่งมีวิธีการทำงานในลักษณะ "แปลความและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดำเนินงานไปทีละคำสั่ง" หรือเรียกว่า อ็อบเจ็กโอเรียลเต็ด (Object Oriented Programming) ที่มีเป้าหมายในการ ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมในระบบอินเทอร์เน็ต สำหรับผู้เขียนด้วยภาษา HTML สามารถทำงานข้ามแพลตฟอร์มได้ โดยทำงานร่วมกับ ภาษา HTML และภาษา Java ได้ทั้งทางฝั่งไคลเอนต์ (Client) และ ทางฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (Server)

JavaScript ถูกพัฒนาขึ้นโดย เน็ตสเคปคอมมิวนิเคชันส์ (Netscape-Communications Corporation) โดยใช้ชื่อว่า Live Script ออกมาพร้อมกับ Netscape-Navigator 2.0 เพื่อใช้สร้างเว็บเพจโดยติดต่อกับเซิร์ฟเวอร์แบบ Live Wire ต่อมาเน็ตสเคปจึงได้ร่วมมือกับ บริษัทซันไมโครซิสเต็มส์ปรับปรุงระบบของบราวเซอร์เพื่อให้สามารถติดต่อใช้งานกับภาษาจาวาได้ และได้ปรับปรุง LiveScript ใหม่เมื่อ ปี 2538 แล้วตั้งชื่อใหม่ว่า JavaScript JavaScript สามารถทำให้ การสร้างเว็บเพจ มีลูกเล่น ต่าง ๆ มากมาย และยังสามารถโต้ตอบกับผู้ใช้ได้อย่างทันที เช่น การใช้เมาส์คลิก หรือ การกรอกข้อความในฟอร์ม เป็นต้น

เนื่องจาก JavaScript ช่วยให้ผู้พัฒนา สามารถสร้างเว็บเพจได้ตรงกับความต้องการและมีความน่าสนใจมากขึ้น ประกอบกับเป็นภาษาเปิดที่ใครก็สามารถนำไปใช้ได้ ดังนั้นจึงได้รับความนิยมเป็นอย่างสูง มีการใช้งานอย่างกว้างขวาง รวมทั้งได้ถูกกำหนดให้เป็นมาตรฐานโดย ECMA การทำงานของ JavaScript จะต้องมีการแปลความคำสั่ง ซึ่งขั้นตอนนี้จะถูกจัดการโดยบราวเซอร์ (เรียกว่าเป็น client-side script) ดังนั้น JavaScript จึงสามารถทำงานได้ เฉพาะบนบราวเซอร์ที่สนับสนุน

**2.11.2 JavaScript ทำอะไรได้บ้าง**

1. JavaScript ทำให้สามารถใช้เขียนโปรแกรมแบบง่ายๆได้ โดยไม่ต้องพึ่งภาษาคอมพิวเตอร์อื่นๆ

2. JavaScript มีคำสั่งที่ตอบสนองกับผู้ใช้งาน เช่นเมื่อผู้ใช้คลิกที่ปุ่ม หรือ Checkbox ก็สามารถสั่งให้เปิดหน้าใหม่ได้ ทำให้เว็บไซต์ของเรามีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้งานมากขึ้น นี่คือข้อดีของ JavaScript เลยก็ว่าได้ที่ทำให้เว็บไซต์ดังๆทั้งหลายเช่น Google Map ต่างหันมาใช้

3. JavaScript สามารถเขียนหรือเปลี่ยนแปลง HTML Element ได้ นั่นคือสามารถเปลี่ยนแปลงรูปแบบการแสดงผลของเว็บไซต์ได้ หรือหน้าแสดงเนื้อหาสามารถซ่อนหรือแสดงเนื้อหาได้แบบง่ายๆนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. JavaScript สามารถใช้ตรวจสอบข้อมูลได้ สังเกตว่าเมื่อเรากรอกข้อมูลบางเว็บไซต์ เช่น Email เมื่อเรากรอกข้อมูลผิดจะมีหน้าต่างฟ้องขึ้นมาว่าเรากรอกผิด หรือลืมกรอกอะไรบางอย่าง เป็นต้น

5. JavaScript สามารถใช้ในการตรวจสอบผู้ใช้ได้ เช่น ตรวจสอบว่าผู้ใช้ ใช้ web browser อะไร

## 2.12 JQuery

### 2.12.1 jQuery คืออะไร

jQuery คือ JavaScript Library ซึ่งถูกออกแบบมาเพื่อให้การเขียน JavaScript นั้นง่ายขึ้นเนื่องจากการใช้ JavaScript เพื่อประยุกต์กับงานเว็บ (Client-side JavaScript) อยากมีความซับซ้อน เช่น ความไม่เข้ากันของเว็บเบราว์เซอร์แต่ละค่าย, DOM ,API เป็นต้น jQuery จึงถือกำเนิดมาโดยเตรียมฟังก์ชันและออบเจกต์ต่างๆที่จำเป็นไว้ให้ในรูปของ Library ดังนั้นโค๊ดที่เราเคยต้องเขียนด้วย JavaScript หลายๆบรรทัดก็อาจเขียนได้สั้นลงเหลือเพียงแค่บรรทัดเดียวเท่านั้น

jQuery แบบ Development ซึ่งแบบ Development เหมาะสำหรับการเอา source code มาดัดแปลงแก้ไขหรือศึกษาทำความเข้าใจ ในขณะที่แบบ Production เหมาะกับการนำไปใช้งานจริง เพราะได้ตัดช่องว่างและปรับเปลี่ยนตัวแปรภายในให้สั้นลง เพื่อลดขนาดของไฟล์ลง ให้เลือกเอาตามความต้องการใช้งาน เมื่อเราได้ไฟล์ jquery-x.y.z.js หรือ jquery-x.y.z.min.js แล้ว ลำดับถัดไปก็คือการอ้างอิงใช้มันในไฟล์ HTML ซึ่งก็จะเหมือนกับการอ้างอิงใช้งานไฟล์ JavaScript ทั่วไป

### 2.12.2 jQuery Syntax

นำไฟล์ jquery.js ไปวางไว้ที่ Root Document หรือจะเอาไปรวมไว้กับไลบรารี่อื่นโดยการใส่โค๊ดให้ยึดตามชื่อของไฟล์ jQuery ที่เราโหลดมา เช่น

- ชื่อไฟล์เป็น jquery-1.9.1 ก็ให้ใส่โค๊ดเป็น <script src="/jquery-1.9.1.js">....</script>

- ชื่อไฟล์เป็น jquery-1.9.1.min ก็ให้ใส่โค๊ดเป็น <script src="/jquery-1.9.1.min.js" ></script>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.12.3 ลักษณะการใช้งาน jQuery

การใช้งาน jQuery Library จะใช้งานผ่านฟังก์ชัน jQuery() เป็นหลัก ยกตัวอย่างเช่น หากต้องการเข้าถึงแท็ก <title> เราสามารถเขียนได้ดังนี้ jQuery("title") และเป็นฟังก์ชันหลักที่เราต้องเรียกใช้อยู่ตลอด ผู้คิดค้นจึงเตรียมฟังก์ชัน $() ไว้เป็น Shortcut ให้เราเรียกใช้ได้โดยสะดวก ดังนั้นตัวอย่างข้างต้นจึงเขียนได้ใหม่ดังนี้ $("title") จากตัวอย่างที่ยกมาข้างต้นนี้เมื่อเราเข้าถึง Elements ต่างๆได้แล้ว เราก็สามารถเรียกใช้ฟังก์ชันต่างๆเพื่อดัดแปลงแก้ไข Elements นั้นได้ ไม่ว่าจะเป็น Text, Attribute, หรือ CSS เป็นต้น เช่น $("title").text("Hello jQuery"); จากตัวอย่างข้างต้น ?title? คือ Selector หรือตัวกำหนดว่าจะเข้าถึง Elements ใด โดย Syntax จะใช้รูปแบบเดียวกับ Selector ใน CSS ส่วนเมธอด text() คือเมธอดสำหรับแก้ไขข้อความใน Element นั้นๆ (เมื่อเรา Select อะไรได้แล้ว ทุกอย่างคือออบเจกต์ ดังนั้นฟังก์ชันภายในออบเจกต์ก็คือเมธอดนั่นเอง)

นอกจากนี้ jQuery ยังนำเสนอรูปแบบการเขียนที่เรียกว่า Method Chainning กล่าวคือเมื่อเราได้ออบเจกต์ (Elements) ที่ต้องการแล้ว เราสามารถเรียกใช้หลายๆเมธอดเป็นลำดับขั้นได้ (และเขียนมันภายในบรรทัดเดียว) เช่น $("h1").text("One more?").css("font-style","italic"); ในตัวอย่างข้างต้นนี้เราเข้าถึงแท็ก <h1> (สมมติว่ามีเพียงแท็กเดียวในเอกสาร HTML) และเปลี่ยนแปลงข้อความในแท็กให้เป็น "One more?" ด้วยเมธอด text() จากนั้นเราจึงเรียกเมธอด css() เพื่อกำหนดสไตล์ให้กับแท็ก <h1> อีกที นี่แหละเทคนิคที่เรียกว่า Method Chainning และจะ Chain มากกว่าสองครั้งก็ได้

## 2.13 เจสัน (JSON)

เจสัน (JSON: JavaScript Object Notation) คือ javascript ที่อยู่ในรูปแบบของ object ซึ่งมันช่วยให้เราสามารถทำงานได้ง่ายขึ้นซึ่งข้อดีมีดังนี้

1. ถูกออกแบบมาให้ง่ายสำหรับการแลกเปลี่ยนข้อมูล
2. ลักษณะข้อมูลสามารถอ่านหรือแก้ไขได้ง่าย
3. สามารถใช้ JavaScript ช่วยในการเข้าถึงข้อมูลภายใน JSON ได้ง่าย
4. มีภาษาหลาย ๆ ภาษาที่รองรับการใช้งาน JSON

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

JSON เป็นข้อมูลในรูปแบบของ Object เราจะเรียกว่า JSON Object เริ่มจากเครื่องหมายปีกกาเปิด { และสิ้นสุดที่ปีกกาปิด } ภายใน object จะมีข้อมูลที่เรียกว่า member เปรียบเสมือนรูปแบบของ อาเรย์ (Array) ชนิดหนึ่งที่ใช้รับส่งข้อมูลผ่านอาแจ็กซ์เพราะซึ่งปกติแล้วถ้าเราต้องการรับ-ส่งข้อมูลผ่านอาแจ็กซ์ต่าง ๆ นั้น จะต้องรับ-ส่งมาในรูปแบบของสายอักขระทั้งก้อน และเมื่อฝั่งอาแจ็กซ์ทำการรับค่าที่ทำการส่งค่ากลับมาจากเซิร์ฟเวอร์ ก็จะต้องนำสายอักขระเหล่านั้นมาตัดตำแหน่งที่ต้องการ เพื่อเอาสายอักขระตัวที่ต้องการมาใช้ แต่สำหรับเจสันแล้วสามารถรับส่งชุดค่าตัวแปรได้ทั้งฝั่งไคลเอนต์ (Client) และฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (Server) โดยทั้ง 2 ฝั่งสามารถทำการเข้ารหัสและถอดรหัสโดยใช้เจสันเอนโค้ด (Json Encode) และ เจสันดีโค้ด (Json Decode) เพื่ออ่านค่าตัวแปรเหล่านั้น และจะเรียกใช้งานมันได้อย่างไร ซึ่งปกติแล้วจะอยู่ในรูปแบบของอาเรย์และ สำหรับตัวแปรเจสันนั้นไม่จำกัดแค่รับส่งข้อมูลผ่านเว็บเบราว์เซอร์เท่านั้น แต่ยังสามารถนำเจสันไปประยุกต์กับการรับส่งข้อมูลในรูปแบบอื่น ๆ ได้ เช่นการจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบของ สายอักขระในข้อความหรือการรับส่งผ่านตัวให้บริการเว็บไซต์(Web Service) ก็สามารถทำได้เช่นเดียวกัน

JSON นั้นใช้ความสัมพันธ์ของ JavaScript แต่ไม่ถูกมองว่าเป็นภาษาโปรแกรม กลับถูกมองว่าเป็นภาษาในการแลกเปลี่ยนข้อมูลมากกว่า ในปัจจุบันมีไลบรารีของภาษาโปรแกรมอื่นๆที่ใช้ประมวลผลข้อมูลในรูปแบบ JSON มากมาย จากรูปที่ 2.23 เป็นตัวอย่างโปรแกรมของ JSON

```
{
    "firstName": "John",
    "lastName": "Smith",
    "address": {
        "streetAddress": "21 2nd Street",
        "city": "New York",
        "state": "NY",
        "postalCode": 10021
    },
    "phoneNumbers": [
        "212 555-1234",
        "646 555-4567"
    ]
}
```

**รูปที่ 2.23** ตัวอย่างโค้ดของ JSON

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3

# การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์

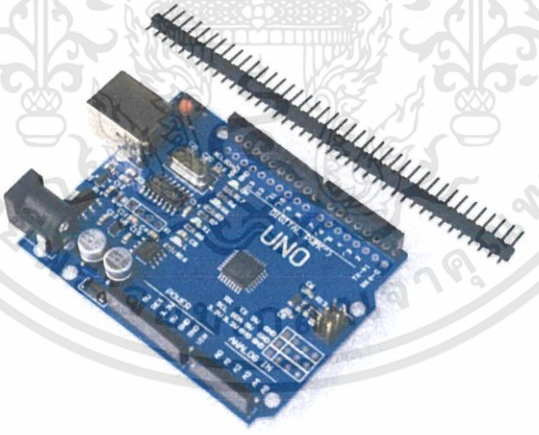
ในการจัดทำปริญญานิพนธ์นี้ได้ทำในส่วนของการติดตั้ง GPS Module บนรถไฟเพื่อใช้ในการตรวจสอบตำแหน่งของรถไฟ ความเร็วของรถไฟ และเวลาปัจจุบันเมื่อรถไฟเข้าสู้ตำแหน่งที่กำหนด หรือใกล้เข้าสู่ทางแยกจะทำการส่งสัญญาณไปที่ตัวรับที่กั้นเพื่อสั่งการให้ไม้กั้นลงเพื่อให้ไม่ให้รถยนต์ผ่านทางแยก และเมื่อรถไฟออกจากระยะที่กำหนดจะส่งสัญญาณเพื่อสั่งการให้ไม้กั้นขึ้น นอกจากนี้ยังมีการส่งค่าตำแหน่งเข้าเซิฟเวอร์เพื่อเก็บข้อมูลตำแหน่งเข้าสู่ฐานข้อมูลเพื่อแสดงเวลาที่รถไฟจะมาถึงสถานี

## 3.1 การออกแบบ

### 3.1.1 การออกแบบฮาร์ดแวร์

#### 3.1.1.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ในการควบคุมสั่งการต่างๆ โดยจะควบคุมการรับตำแหน่ง การส่งสัญญาณ และการสั่งไม้กั้นโดยจะใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO R3 ในการควบคุมแสดงได้ดังรูปที่ 3.1




**รูปที่ 3.1** ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO R3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1.2 อุปกรณ์รับตำแหน่งของรถไฟ

การรับตำแหน่งของรถไฟจะใช้อุปกรณ์ GPS Shield แสดงได้ดังรูปที่ 3.2 มาใช้งานรวมกันกับไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมอุปกรณ์ให้รับค่าละติจูด ลองติจูด และความเร็ว

**รูปที่ 3.2** GPS Shield

ลักษณะสำคัญของ GPS Shield

1. มีช่องใส่การ์ดความจำ (Micro SD Card)
2. สายอากาศมีความไวสูง และพกพาสะดวก
3. สามารถทำงานได้ที่สัญญาณต่ำ
4. UART Interface

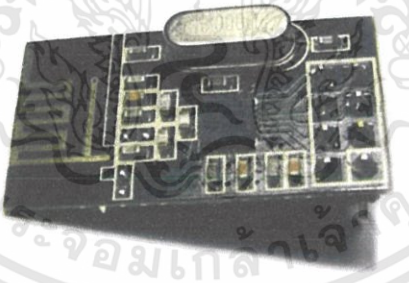
การเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการเชื่อมต่อโดยตรงกับบอร์ด Arduino ได้เลยเนื่องจากเป็น Shield ซึ่งออกแบบมาเพื่อสามารถใช้งานได้ง่ายแสดงได้ดังรูปที่ 3.3 เป็นการเชื่อมต่อกับ Arduino และสายอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ 3.3** การเชื่อมต่อ GPS Shield กับ Arduino

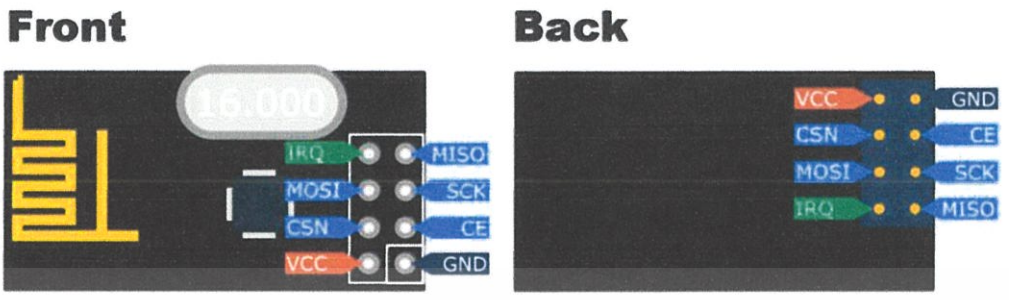
3.1.1.3 อุปกรณ์รับ และส่งสัญญาณ

การรับและส่งสัญญาณเพื่อใช้สั่งการไม้กั้นนั้นจะใช้อุปกรณ์ส่งสัญญาณ NRF24L01 ซึ่งใช้ส่งสัญญาณไร้สายที่ความถี่ 2.4 GHz แสดงได้ดังรูปที่ 3.4 โดยจะใช้งานเมื่อรถไฟเข้าสู่ระยะที่กำหนดจะทำการสั่งการโดยไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อให้อุปกรณ์ทำงาน



**รูปที่ 3.4** NRF24L01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 3.5** ขาต่างๆของอุปกรณ์ NRF24L01

รูปที่ 3.5 แสดงขาต่างๆบนตัวอุปกรณ์โดยจะมีทั้งหมด 8 ขาเพื่อใช้งานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ ประกอบด้วย VCC, GND, CSN, CE, MOSI, MISO,SCK และ IRQ เป็นการเชื่อมต่อแบบ SPI

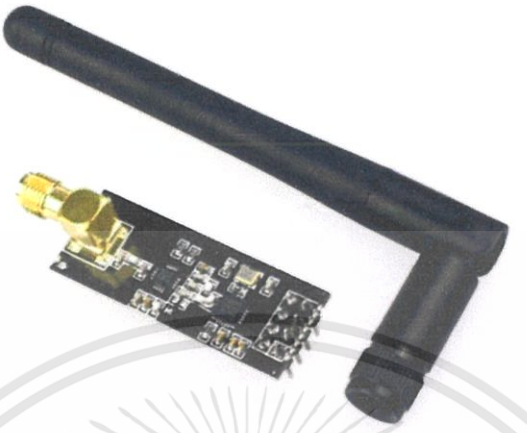
| | |
|---|---|
| VCC | จะใช้ไฟเลี้ยง 1.9 - 3.6 V |
| GND | Ground |
| CE | Chip enable TX หรือ RX |
| CSN | Chip select not |
| SCK | สัญญาณนาฬิกา |
| MOSI | Slave Data Input |
| MISO | Slave Data Output |
| IRQ | Interrupt Request pin |

ลักษณะสำคัญของ NRF24L01

1. ทำงานที่ความถี่ 2.4 GHz ซึ่งเป็นช่วงที่ใช้งานได้ฟรี
2. กำหนดช่องสัญญาณได้ 126 ช่อง
3. มีอัตราการส่งข้อมูลสูง 250 kbps, 1,2 Mbps
4. ใช้พลังงานต่ำ
5. มอดูเลตแบบ GFSK
6. ออกแบบง่าย และมีขนาดเล็ก
7. ระยะทางการส่งประมาณ 100 เมตร

ในการใช้งานจริงจะใช้อุปกรณ์ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่า NRF24L01 โดยจะมีการเพิ่มอุปกรณ์ขยายสัญญาณ และสายอากาศเพื่อให้ได้ระยะทางส่งได้ไกลขึ้นแสดงได้ดังรูปที่ 3.6 โดยขาการทำงานต่างๆจะเหมือนกับ NRF24L01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



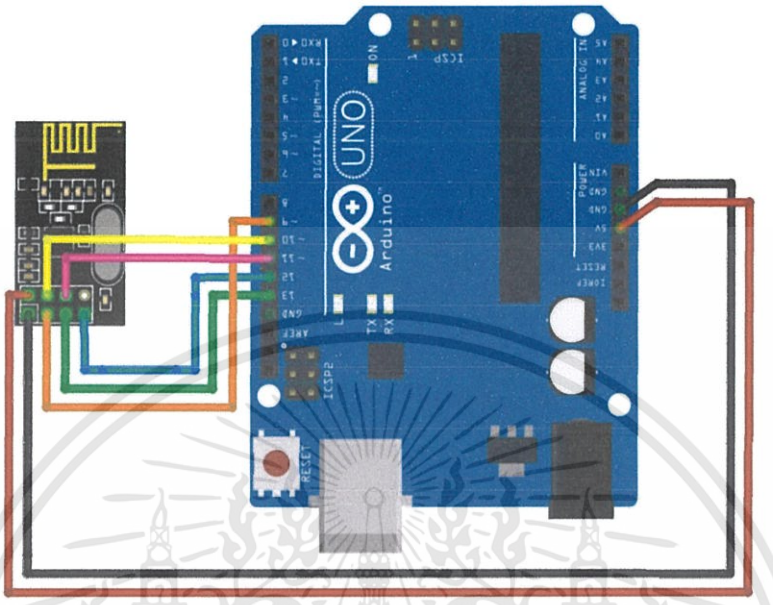
**รูปที่ 3.6** NRF24L01 with PA and LNA

การเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ NRF24L01 กับไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino สามารถแสดงได้ดังจากตารางที่ 3.1 และรูปที่ 3.7 การเชื่อมต่อมีลักษณะเหมือนกันทั้งสำหรับตัวส่ง และตัวรับ

**ตารางที่ 3.1** ตารางการเชื่อมต่อ NRF24L01 กับ Arduino

| NRF24L01 | Arduino |
|---|---|
| VCC | ไฟเลี้ยง 3.3 V |
| GND | Ground |
| CE | Pin 9 |
| CSN | Pin 10 |
| MOSI | Pin 11 |
| MISO | Pin 12 |
| SCK | Pin 13 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



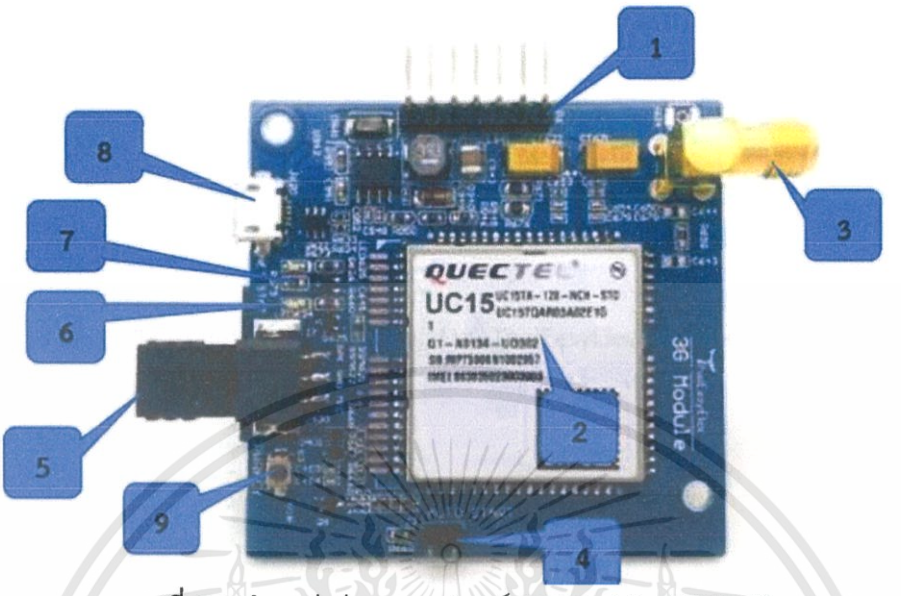

**รูปที่ 3.7** การเชื่อมต่อ NRF24L01 กับ Arduino

3.1.1.4 อุปกรณ์ส่งข้อมูลเข้าเซิฟเวอร์

การส่งข้อมูลเข้าเซิฟเวอร์นั้นจะส่งข้อมูลที่รับได้จากอุปกรณ์ 3G Module (UC15-T) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่อสัญญาณ GSM เพื่อให้สามารถส่งข้อมูลเข้าเซิฟเวอร์ได้ โดยจะส่งข้อมูลตำแหน่ง ความเร็ว เข้าเซิฟเวอร์เพื่อทำการเก็บข้อมูลในฐานข้อมูล เพื่อนำไปใช้คำนวณผลต่อไป อุปกรณ์แสดงได้ดังรูปที่ 3.8

**รูปที่ 3.8** 3G Module (UC15-T)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 3.9** ตำแหน่งต่างๆบนอุปกรณ์ 3G Module (UC15-T)

**ตารางที่ 3.2** ตารางตำแหน่งต่างๆบนอุปกรณ์ 3G Module (UC15-T)

| หมายเลข | คำอธิบาย |
|---|---|
| 1 | ขาพินเฮดเดอร์ P6 สำหรับเชื่อมต่อขาสัญญาณต่างๆ |
| 2 | UC15-T Module |
| 3 | Connector แบบ SMA สำหรับเสียบเสาอากาศสื่อสารหลัก (Main Antenna) |
| 4 | Auto Start Jumper J3 สำหรับให้โมดูลเริ่มต้นทำงานอัตโนมัติ |
| 5 | Connector เชื่อมต่อสัญญาณ Audio out และ Mic In |
| 6 | Status LED |
| 7 | Network LED |
| 8 | Micro USB สำหรับพอร์ต USB Modem / USB AT / USB DM |
| 9 | Power Key Switch S3 สำหรับเริ่มการทางานของโมดูล |

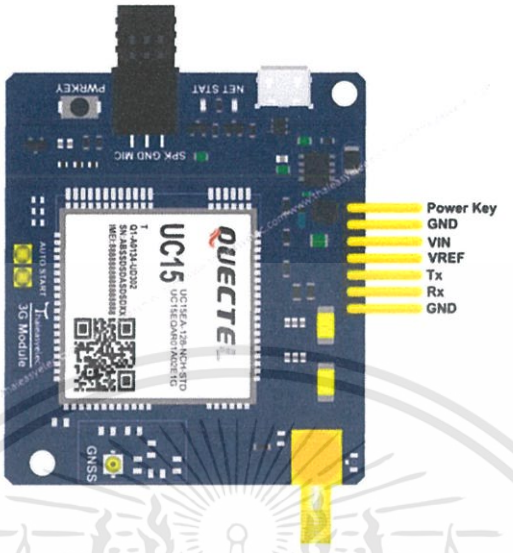
คุณสมบัติของอุปกรณ์

1. ใช้โมดูลสื่อสาร UC15-T จาก Quectel Wireless Solutions Co., Ltd.
2. รองรับความถี่ 850/2100 MHz ในระบบ UMTS 3G
3. รองรับความถี่ 850/900/1800/1900 MHz ในระบบ GSM 2G

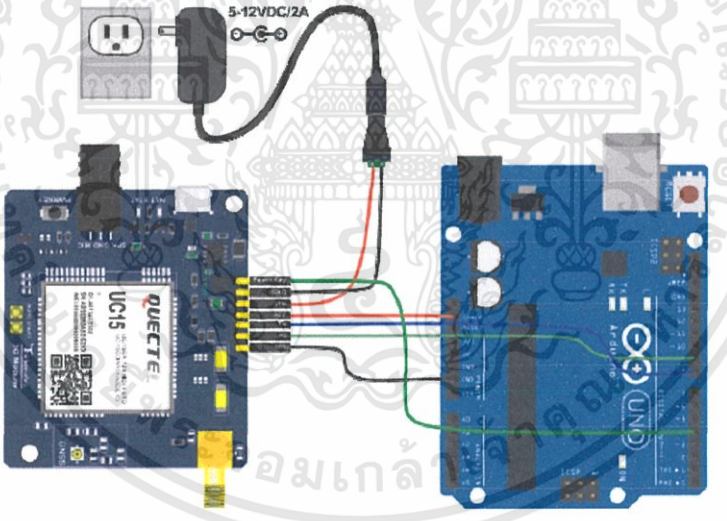
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. รองรับความเร็วในการสื่อสาร HSPDA สูงสุดที่ 3.6 Mbps Downlink และ 384 Kbps Uplink
5. รองรับ HSPA Release 5 (Category 6)
6. รองรับ EDGE Downlink only
7. รองรับ GPRS Multi-slot class 12
8. รองรับ UMTS Release 99/5
9. รองรับ GSM Release 99/4
10. รองรับคำสั่ง AT Command 3GPP TS27.007 กับ 3GPP TS27.005 และ enhanced AT command ของ Quectel
11. รองรับโปรโตคอลต่างๆ ได้แก่ PPP / TCP / UDP / FTP / HTTP / FILE / MMS / SMTP / SSL
12. ออกแบบเป็น Module บอร์ดขนาดเล็ก
13. เชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านทาง Serial UART
14. มีพอร์ต Micro USB สำหรับเชื่อมต่อเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ต USB ได้
15. มีจัมพ์เปอร์สำหรับเริ่มต้นการทำงานทันทีเมื่อจ่ายไฟ (Auto start)
16. มีพินเฮดเดอร์สำหรับเริ่มต้นและปิดการทำงานด้วย Software โดยการทริกขา I/O
17. มีสวิตช์สำหรับเริ่มต้นและปิดการทำงานด้วยการกดปุ่ม (Power switch)
18. มีไฟแสดงสถานะเปิดการทำงาน (Status LED)
19. มีไฟแสดงสถานะเชื่อมต่อเครือข่าย (Network LED)
20. คอนเน็คเตอร์สำหรับเสาอากาศสื่อสารหลัก (Main Antenna) แบบ RP-SMA
21. มีช่องเสียบ SIM Card แบบ Push-Pull พร้อมวงจรป้องกัน ESD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 3.10** แสดงขาการใช้งานของอุปกรณ์




**รูปที่ 3.11** แสดงการเชื่อมต่อกับ Arduino

การเชื่อมต่อกับ Arduino นั้นจะเชื่อมต่อแบบ TTL โดยจะใช้ไฟเลี้ยงภายนอก 5-12 V 2 A เชื่อมต่อขา PWRKEY กับ pin 4 เพื่อใช้สั่งการเปิดปิดอุปกรณ์ เชื่อมต่อขา Tx กับ pin 8 และ Rx เชื่อมต่อกับ pin 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 3.3** แสดงการเชื่อมต่อกับ Arduino กับ 3G Module (UC15-T)

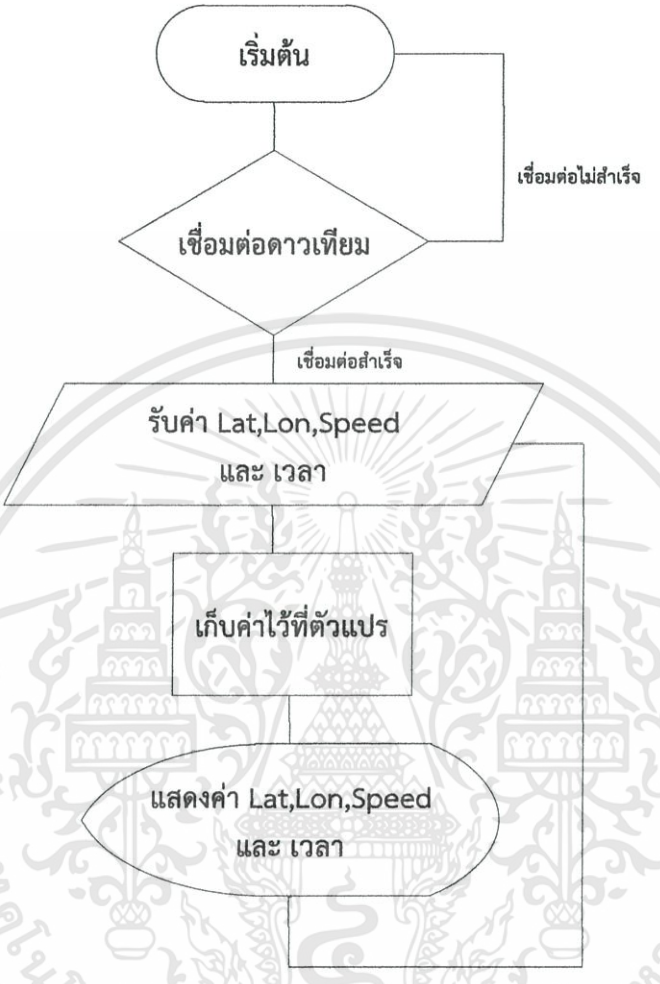
| 3G Module (UC15-T) | คำอธิบาย |
|---|---|
| PWRKEY | สำหรับเปิด-ปิดโมดูลผ่าน Software โดยการทริกขา I/O |
| GND | ขากราวด์ของโมดูล |
| VIN | สำหรับจ่ายไฟเลี้ยงโมดูลใช้ไฟเลี้ยงระดับแรงดัน 5 โวลต์ |
| IOREF | สำหรับอ้างอิงแรงดันสื่อสารของโมดูล<br>เชื่อมต่อกับ 5 โวลต์หากใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่สื่อสาร UART TTL<br>เชื่อมต่อกับ 3.3 โวลต์ หากใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่สื่อสาร UART LVTTL |
| RxD | ขารับสัญญาณ (Receive) สำหรับรับข้อมูลสื่อสารอนุกรมแบบ UART |
| TxD | ขาส่งสัญญาณ (Transmit) สำหรับส่งข้อมูลสื่อสารอนุกรมแบบ UART |
| GND | ขากราวด์ของโมดูล |

### 3.1.2 การออกแบบซอร์ฟแวร์

3.1.2.1 การรับตำแหน่งที่อยู่ปัจจุบัน

การรับตำแหน่งที่อยู่ และความเร็วนั้นจะใช้อุปกรณ์ GPS Shield มาต่อร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ดังแสดงในรูปที่ 3.3 ซึ่งจะออกแบบให้สามารถรับค่าละติจูด ลองติจูด ความเร็ว และเวลา การทำงานแสดงได้ดังรูปที่ 3.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 3.12** แผนผังการทำงานของการรับตำแหน่งที่อยู่ปัจจุบัน

จากรูปที่ 3.12 แสดงการทำงานโดยจะเริ่มจากการเชื่อมต่อดาวเทียมถ้าการเชื่อมต่อยังไม่สำเร็จจะเชื่อมต่อใหม่ เมื่อการเชื่อมต่อสำเร็จจะทำการรับค่าละติจูด ลองติจูด ความเร็ว วันที่ และ เวลา นำมาเก็บไว้ในตัวแปรที่สร้างขึ้นและจะแสดงผลค่าตัวแปรออกมา จากนั้นระบบจะทำการวนไปรับค่าละติจูด ลองติจูด ความเร็ว วันที่และเวลาใหม่และจะวนซ้ำไปเรื่อยๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

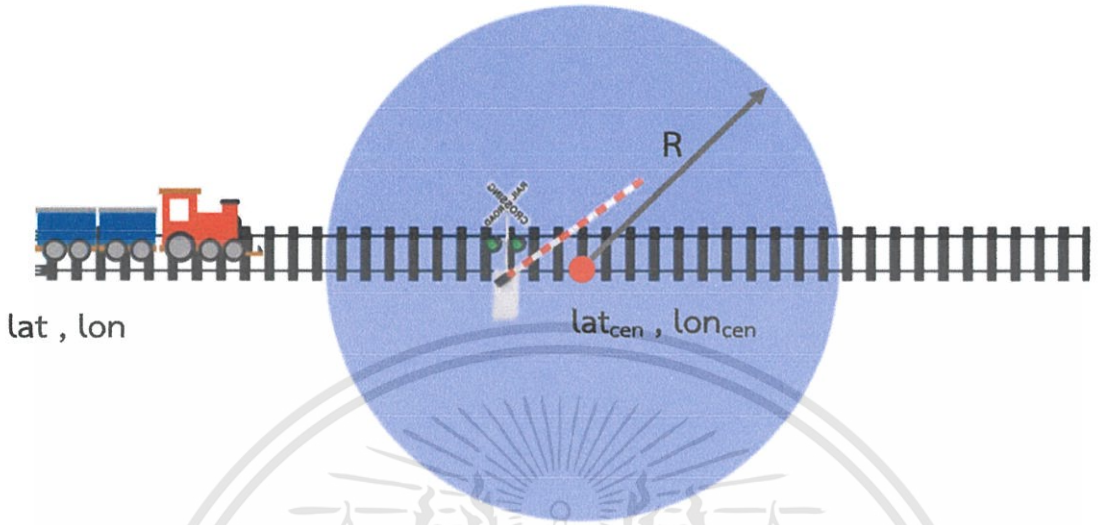
3.1.2.2 การตรวจสอบขอบเขตการทำงาน

การตรวจสอบขอบเขตทำขึ้นเพื่อใช้ตรวจสอบระยะการทำงานของไม้กั้นรถยนต์เมื่อรถไฟเข้าใกล้ทางตัดระหว่างถนนกับรางรถไฟโดยจะกำหนดขอบเขตจากจุดที่เป็นทางตัด เมื่อรถไฟเข้ามาถึงระยะที่กำหนดไว้จะส่งข้อมูลเพื่อให้ไม้กั้นทำงาน การทำงานแสดงในรูปที่ 3.13

**รูปที่ 3.13** แผนผังการทำงานตรวจสอบระยะ

การทำงานตรวจสอบระยะจะแบ่งออกเป็น 2 ขณะ คือ เข้าสู่ระยะการทำงาน และ ไม่เข้าระยะการทำงาน โดยอธิบายได้ดังนี้ เมื่อระบบจะเข้าสู่ระยะการทำงานได้ก็ต่อเมื่อสมการที่กำหนดให้เป็นจริง โดยสมการเมื่อเข้าระยะแสดงได้จากสมการที่ (3.1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 3.14** รูปภาพแสดงการเคลื่อนที่ และตรวจสอบระยะของรถไฟ

$$(lat - lat_{cen})^2 + (lon - lon_{cen})^2 \leq (R)^2 \quad (3.1)$$

เมื่อ lat คือ ค่าละติจูดที่รับได้

lon คือ ค่าลองติจูดที่รับได้

$lat_{cen}$ คือ ค่าละติจูดจุดศูนย์กลางหรือที่ทางแยก

$lon_{cen}$ คือ ค่าลองติจูดจุดศูนย์กลางหรือที่ทางแยก

R คือ ระยะของขอบเขต

เมื่อสมการที่ (3.1) เป็นจริงแสดงได้ว่าตำแหน่งปัจจุบันของรถไฟอยู่ในพื้นที่การทำงานระบบจะส่งข้อมูลเพื่อสั่งการให้ไม้กั้นถนนทำงานเพื่อปิดกั้นถนนให้รถไฟผ่านไปได้

$$(lat - lat_{cen})^2 + (lon - lon_{cen})^2 > (R)^2 \quad (3.2)$$

สมการที่ (3.2) แสดงถึงตำแหน่งของรถไฟอยู่นอกเขตการทำงานโดยจะใช้งานเมื่อรถไฟวิ่งจากเขตการทำงานออกนอกเขตการทำงานเพื่อตรวจสอบว่ารถไฟได้ออกนอกระยะทำการแล้วโดยจะส่งข้อมูลเพื่อสั่งการให้ไม่กั้นถนนเปิดให้รถวิ่งผ่านไปได้หากระบบไม่ทำสมการที่ (3.1) สมการที่ (3.2) จะไม่ถูกใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2.3 อุปกรณ์ส่งข้อมูลไร้สาย (Transmitter)

การส่งข้อมูลนั้นจะใช้อุปกรณ์ส่งและรับข้อมูลไร้สาย NRF24L01 ที่ใช้ความถี่ 2.4 GHz มาต่อใช้งานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ดังแสดงในรูปที่ 3.7 และออกแบบโปรแกรมให้สามารถทำงานเพื่อใช้ส่งข้อมูล การทำงานแสดงได้ดังรูปที่ 3.15

**รูปที่ 3.15** แผงผังการส่งข้อมูลไร้สาย

รูปที่ 3.15 แสดงแผนผังการส่งข้อมูลโดยจะเริ่มทำงานจากการกำหนดช่องสัญญาณเพื่อใช้ในการส่ง กำหนดที่อยู่ของตัวรับที่จะส่งข้อมูลไปถึง และกำหนดค่าตัวแปรที่จะทำการส่งไปยังฝั่งรับเมื่อกำหนดค่าต่างๆแล้วจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการสั่งการให้อุปกรณ์ส่งข้อมูล

3.1.2.4 อุปกรณ์รับข้อมูล (Receiver)

การรับข้อมูลนั้นจะใช้อุปกรณ์ส่งข้อมูลไร้สาย NRF24L01 ที่ใช้ความถี่ 2.4 GHz มาต่อใช้งานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ดังแสดงในรูปที่ 3.7และออกแบบโปรแกรมให้สามารถทำงานเพื่อใช้รับข้อมูล การทำงานแสดงได้ดังรูปที่ 3.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ 3.16** แผนผังการรับข้อมูล

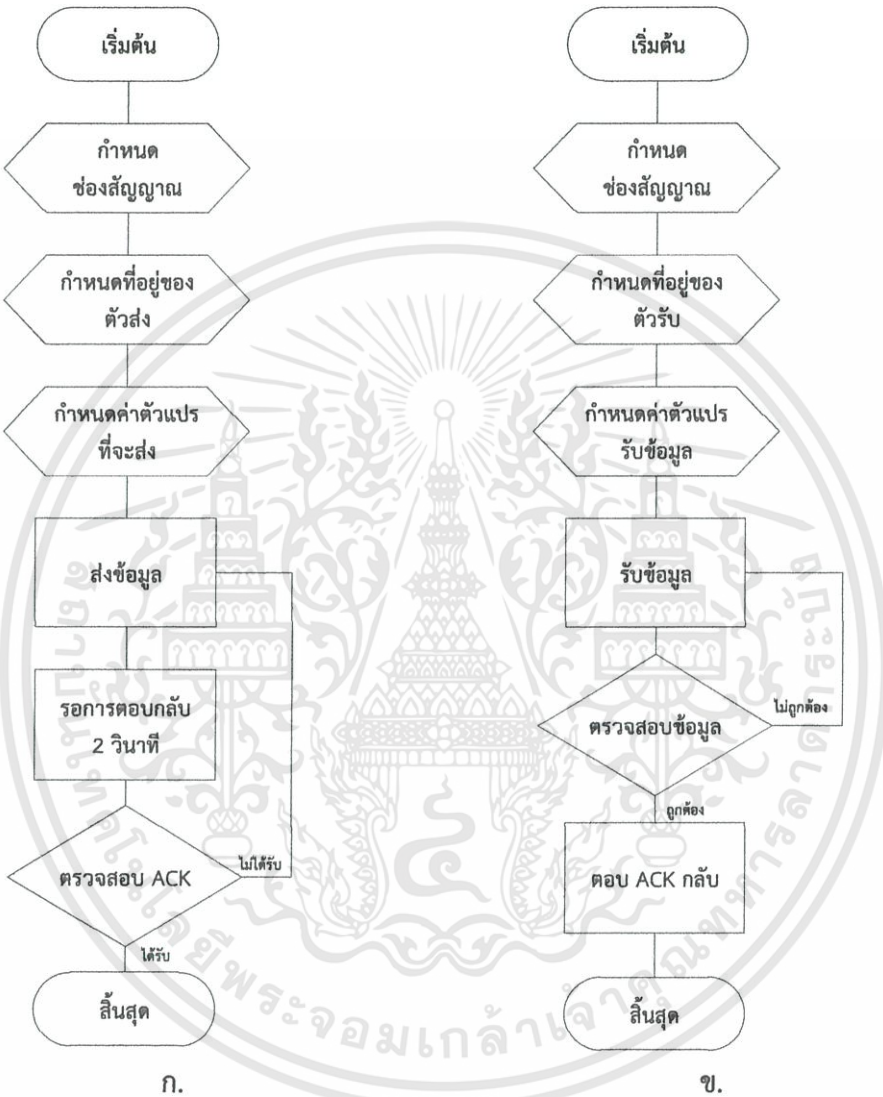
รูปที่ 3.16 แสดงแผนผังการรับข้อมูลโดยจะเริ่มทำงานจากการกำหนดช่องสัญญาณเพื่อใช้ในการรับ ซึ่งจะต้องตรงกับที่กำหนดในฝั่งส่ง กำหนดที่อยู่ของตัวส่งที่จะส่งข้อมูล และกำหนดค่าตัวแปรที่จะทำการเก็บค่าที่รับได้ เมื่อกำหนดค่าต่างๆแล้วจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการสั่งการให้อุปกรณ์สามารถรับข้อมูลและนำมาประมวลผลได้

3.1.2.5 การส่งข้อมูลและตอบกลับ

อุปกรณ์ NRF24L01 นั้นสามารถเป็นได้ทั้งตัวรับและตัวส่งในอุปกรณ์ตัวเดียวกัน และสามารถส่งรับข้อมูลได้แบบ haft-duplex คือสามารถส่งและรับข้อมูลได้แต่จะส่งและรับในเวลาพร้อมกันไม่ได้จึงออกแบบให้ฝั่งส่งส่งข้อมูลไปยังฝั่งรับและฝั่งรับจะตอบกลับมาว่าได้รับข้อมูลถูกต้อง (Acknowledge) เมื่อได้รับการตอบกลับว่าได้รับข้อมูลที่ถูกต้องจะทำการหยุดส่งข้อมูล หากฝั่งส่งไม่สามารถรับข้อมูลตอบกลับได้ภายในระยะเวลา 2 วินาที แสดงว่าฝั่งรับอาจจะไม่ได้รับข้อมูลหรือข้อมูลที่รับได้มีความผิดพลาดฝั่งส่งจะทำการส่งข้อมูลไปใหม่และรอการตอบกลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

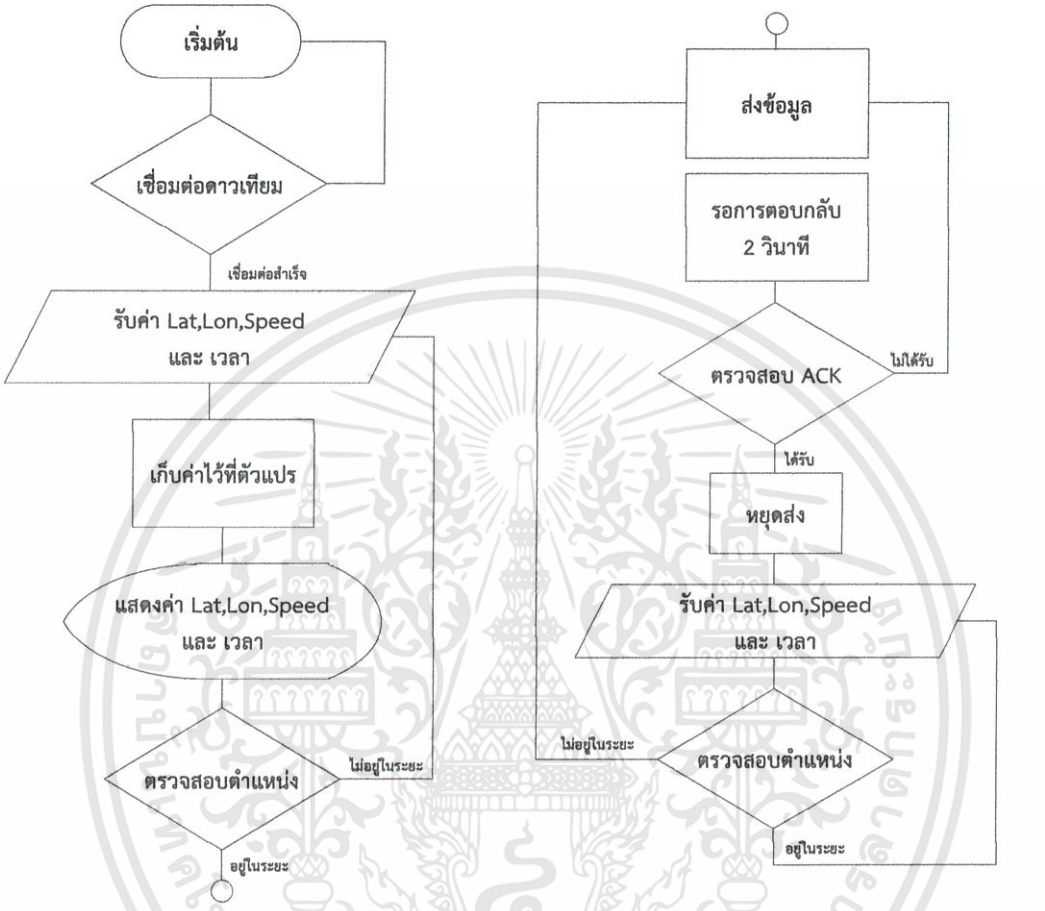
เมื่อฝั่งรับได้รับข้อมูลที่ถูกต้องจะหยุดการทำงาน การทำงานแสดงได้ดังรูปที่ 3.17ก จะเป็นการทำงานของฝั่งส่ง และรูปที่ 3.17ข จะเป็นการงานของฝั่งรับ




**รูปที่ 3.17** แผงผังการส่งและรับข้อมูลแบบมีการตอบกลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2.6 การทำงานของระบบไม้กั้นรถไฟ




**รูปที่ 3.18** แผงผังการทำงานรวมของระบบไม้กั้นรถไฟ

รูปที่ 3.18 แสดงการทำงานของระบบไม้กั้นรถไฟจะเริ่มจากการรับค่าตำแหน่งด้วย GPS Shield เมื่อได้รับค่าแล้วจะทำการนำค่าที่ได้ไปตรวจสอบว่าอยู่ในขอบเขตระยะที่กำหนด หรือใกล้ทางแยกหรือไม่ ถ้าพบว่าระยะอยู่ในขอบเขตที่กำหนดจะทำการส่งข้อมูลเพื่อสั่งการให้ไม้กั้นลงโดยการส่งข้อมูลฝั่งส่งจะส่งข้อมูลและรอการตอบกลับ 2 วินาที ถ้ายังไม่ได้การตอบรับจากฝั่งรับว่าได้รับข้อมูลและข้อมูลถูกต้องจะทำการส่งใหม่ เมื่อฝั่งรับได้รับข้อมูลและตรวจสอบว่าถูกต้องแล้วจะตอบกลับไปยังฝั่งส่งเพื่อให้หยุดการส่งและจะสั่งการให้ไม้กั้นลง เมื่อรถไฟพ้นระยะที่กำหนดจะส่งข้อมูลมายังฝั่งรับและจะทำการตรวจสอบเหมือนขณะอยู่ในพื้นที่ที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

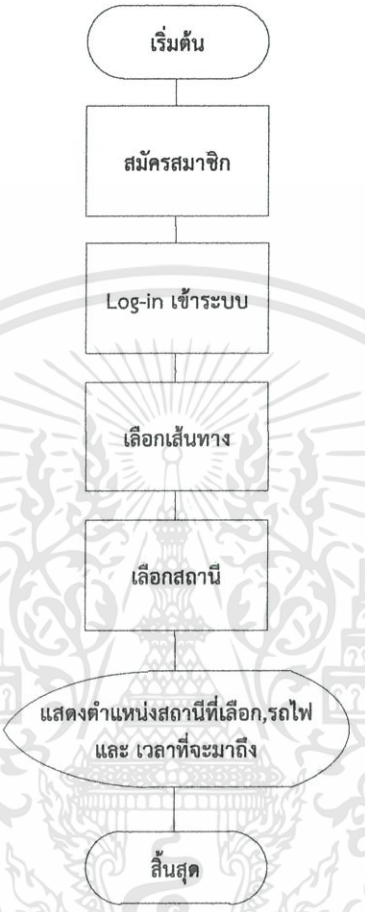
3.1.2.7 การทำงานส่งข้อมูลเข้าเซิฟเวอร์

**รูปที่ 3.19** แผนผังการทำงานส่งข้อมูลเข้าเซิฟเวอร์

รูปที่ 3.19 แสดงแผนผังการทำงานการส่งข้อมูลตำแหน่งปัจจุบันของรถไฟเข้าเซิฟเวอร์ และเก็บค่าที่ส่งมาไว้ในฐานข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในการคำนวณหาระยะทาง และเวลาที่รถไฟจะมาถึงในแต่ละสถานี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2.8 การแสดงผลหน้าเว็บไซต์




**รูปที่ 3.20** แผนผังการใช้งานเว็บไซต์

รูปที่ 3.20 แผนผังการใช้งานเว็บไซต์เริ่มจากการสมัครสมาชิกเพื่อเข้าสู่ระบบ จากนั้นทำการล็อกอินเข้าใช้งานเมื่อล็อกอินเข้าใช้งานจะสามารถเลือกเส้นทางที่ต้องการจะไปจากนั้น ให้ทำการเลือกสถานีที่ต้องการรอรถไฟ จากนั้นระบบจะคำนวณระยะเวลา และขบวนรถไฟที่จะมาถึงสถานีที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

| | | |
|---|---|---|
| 1. Arduino UNO R3 | 3 | ตัว |
| 2. GPS Shield | 1 | ตัว |
| 3. NRF24L01 | 3 | ตัว |
| 4. ไฟแจ้งเตือน | 2 | ตัว |
| 5. Buzzer | 2 | ตัว |
| 6. Relay 2 CH | 2 | ตัว |
| 7. 3G Module | 1 | ตัว |

## 3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง

3.3.1 เก็บตำแหน่ง

ใช้อุปกรณ์ GPS Shield ในการตรวจหาตำแหน่งที่อยู่ปัจจุบัน ทดสอบการรับตำแหน่งในหลายๆจุดเพื่อทดสอบความแม่นยำและความเร็วในการรับตำแหน่งที่อยู่ปัจจุบัน

3.3.2 การส่ง และรับข้อมูล

ใช้อุปกรณ์ NRF24L01 ในการส่งและรับข้อมูล ทดสอบการส่งและรับโดยเริ่มจากการส่งและรับในระยะใกล้ ส่งรับในระยะที่ไกลขึ้นเพื่อหาระยะที่สามารถส่งได้มากสุดโดยที่ข้อมูลไม่ผิดพลาด ทดสอบการส่งและรับข้อมูลโดยจะมีการตอบกลับเมื่อข้อมูลได้รับถูกต้อง

3.3.3 ตำแหน่งกับระยะการทำงาน

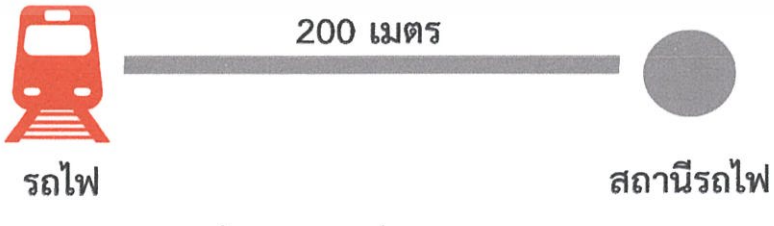
ใช้อุปกรณ์ GPS Shield ร่วมกับอุปกรณ์ NRF24L01 โดยจะทดลองสร้างพื้นที่จำลองซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีถนนตัดผ่านโดยจะทดลองโดยเดินเข้าและออกในพื้นที่เพื่อทดสอบการทำงานเมื่อตำแหน่งที่อยู่อยู่ในพื้นที่ที่กำหนดจะทำการส่งข้อมูลและตรวจสอบความถูกต้องเพื่อสั่งการให้ไม้กั้นปิดลง และเมื่อออกนอกพื้นที่จะส่งข้อมูลเพื่อสั่งการให้ไม้กั้นขึ้น นอกจากจะทดสอบกับพื้นที่หลายๆจุดเพื่อการใช้งานจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อการทำงานสมบูรณ์จะทดสอบโดยการใช้รถวิ่งแทนรถไฟเข้าและออกสู่พื้นที่ต่างๆที่ได้กำหนดไว้เพื่อทดสอบการทำงาน และเก็บผลการทดลองโดยจะทดสอบที่ระยะ 500, 400, 300, 200 และ 100 เมตร ตามรูปที่ 3.21, 3.22, 3.23, 3.24 และ 3.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.21 การส่งที่ระยะ 500 เมตร

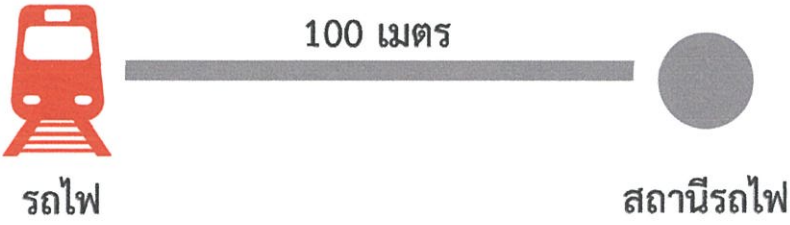
รูปที่ 3.22 การส่งที่ระยะ 400 เมตร

รูปที่ 3.23 การส่งที่ระยะ 300 เมตร




รูปที่ 3.24 การส่งที่ระยะ 200 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 3.25 การส่งที่ระยะ 100 เมตร

3.3.4 การส่งข้อมูลเข้าเซิฟเวอร์

ทดลองส่งข้อมูลด้วยค่าตัวแปรที่กำหนดขึ้นเอง เพื่อทดสอบการทำงานของระบบว่าสามารถส่งข้อมูลได้หรือไม่ โปรแกรมมีข้อผิดพลาดหรือไม่ อุปกรณ์สามารถใช้งานได้หรือไม่ เมื่อทำการทดลองเรียบร้อยแล้วจึงนำโปรแกรมที่ได้มารวมกับโปรแกรมรับค่าตำแหน่ง เพื่อส่งค่าตำแหน่งที่รับมาเข้าสู่เซิฟเวอร์เพื่อเก็บค่าในฐานข้อมูล

3.3.5 การแสดงผลหน้าเว็บไซต์

ทดลองกำหนดค่าตำแหน่งรถไฟลงในฐานข้อมูล จากนั้นเขียนเว็บเพื่อคำนวณเวลาที่รถไฟจะมาถึงสถานีปัจจุบันที่ผู้ใช้งานอยู่ เพื่อทดสอบสมการการคำนวณและแสดงผล จากนั้นจะทดลองเก็บค่าตำแหน่งจริง และใช้งานจริง

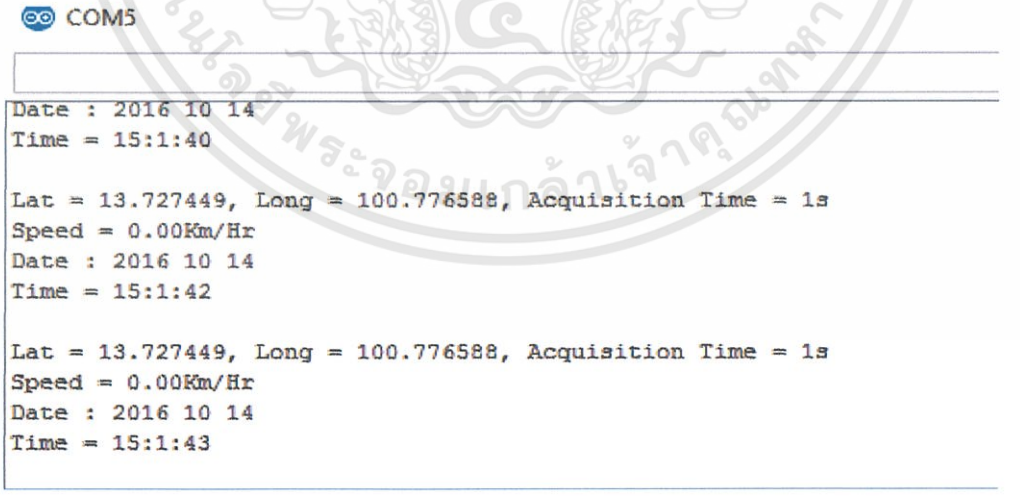
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 4
# ผลการทดลอง

ในส่วนของบทนี้จะแสดงผลการทดลองระบบแจ้งขบวนรถไฟด้วยสมาร์ทโฟนพร้อมไม้กั้นอัตโนมัติ โดยจะแบ่งการทำงานเป็น 11 ส่วน คือ 1.) ผลการทดลองของระบบตรวจสอบข้อมูล และ ตำแหน่งของรถไฟด้วย GPS 2.) ผลการทดลองการรับ - ส่งข้อมูลผ่าน Wi-Fi Transceiver 3.) ผลการทดลองระยะในการรับ - ส่งข้อมูลผ่าน Wi-Fi Transceiver 4.) ผลการทดลองการรับ - ส่งข้อมูลผ่าน Wi-Fi Transceiver โดยมี ACK Protocol 5.) ผลการทดลองวัดสเปกตรัมของสัญญาณส่ง 6.) ผลการทดลองการตรวจสอบระยะระหว่างรถไฟกับทางแยก และ 7.) ผลการทดลองส่งข้อมูลเมื่อรถไฟเข้าระยะ 8.) ผลการทดลองการแสดงตำแหน่งของรถไฟและสถานีที่เลือกผ่านแผนผังบนหน้าเว็บไซต์ 9.) ผลการทดลองส่งข้อมูลเข้าฐานข้อมูลผ่าน 3G Module 10.) ผลการทดลองส่งตำแหน่งที่ได้รับจาก GPS เข้าสู่ฐานข้อมูลผ่าน 3G Module และ 11.) สรุปผลการทดลอง

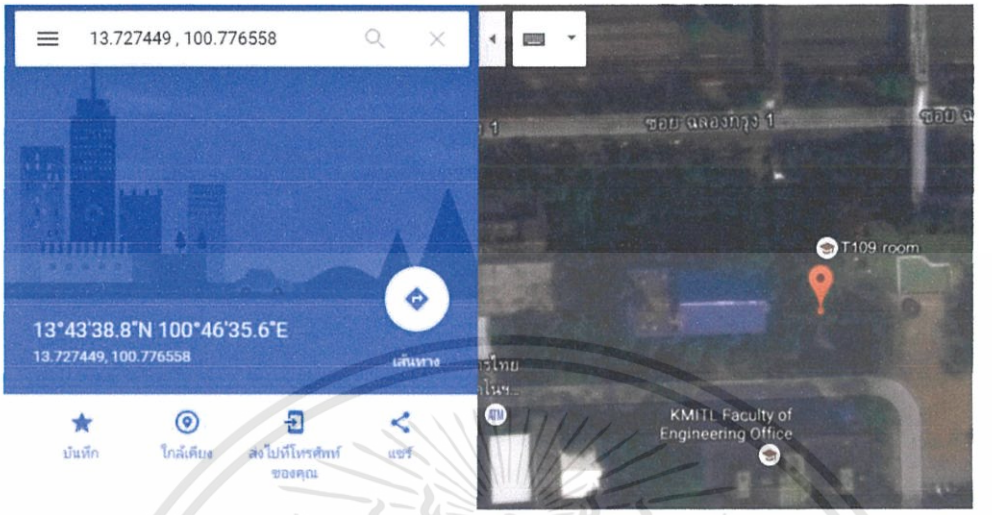
## 4.1 ผลการทดลองของระบบตรวจสอบข้อมูล และ ตำแหน่งของรถไฟด้วย GPS

ในการทดสอบระบบตรวจสอบข้อมูล และ ตำแหน่งของรถไฟด้วย GPS นั้น จะทำการรันโปรแกรมตรวจสอบโดยทำการทดลองที่บริเวณหน้าภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม แสดงดังรูปที่ 4.1 และ รูปที่ 4.2




**รูปที่ 4.1** Serial Monitor ที่แสดง ตำแหน่ง ความเร็ว วันที่ และ เวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



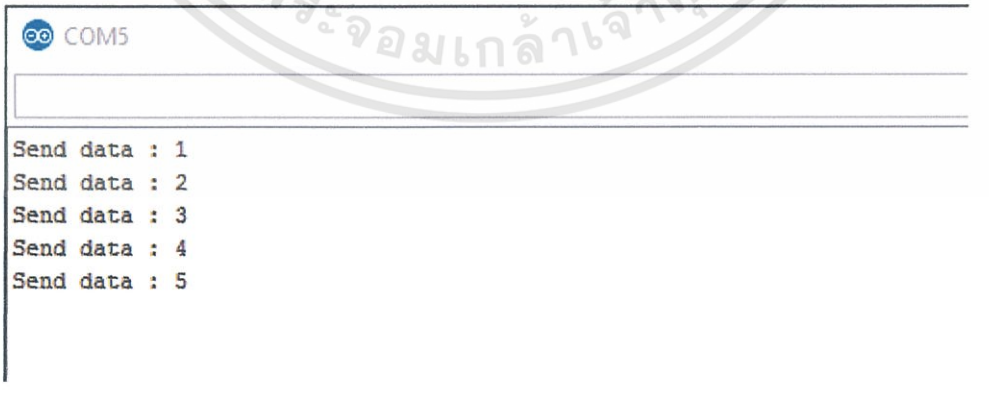

**รูปที่ 4.2** Google Maps เมื่อใส่ตำแหน่งที่แสดงจาก Serial Monitor

รูปที่ 4.1 แสดงค่าจาก Serial monitor เป็นค่าที่ได้จาก GPS ประกอบด้วย พิกัดละติจูด พิกัดลองติจูด ความเร็วในหน่วยกิโลเมตรต่อชั่วโมง วันที่ และ เวลา

รูปที่ 4.2 เป็นการตรวจสอบตำแหน่งที่ได้โดยนำพิกัดไปใส่ใน Google Maps

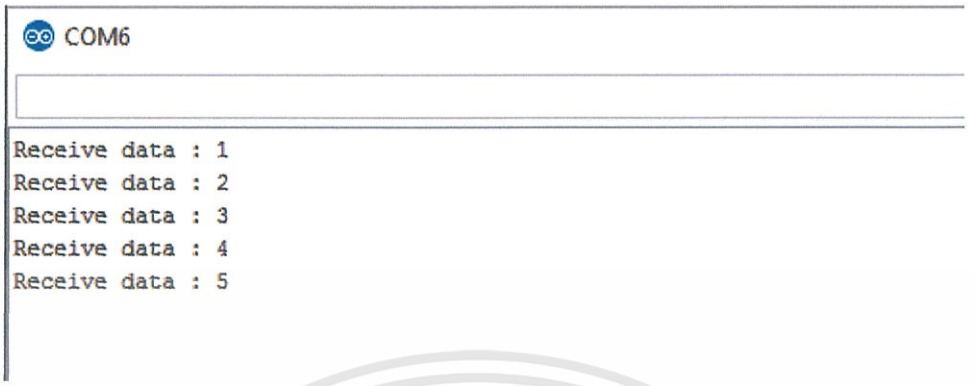
## 4.2 ผลการทดลองการรับ - ส่งข้อมูลผ่าน Wi-Fi Transceiver

ในการทดลองรับ - ส่งข้อมูลผ่าน Wi-Fi Transceiver จะทำการตั้งตัวแปรที่ฝั่งส่งและ ส่งไปยังฝั่งรับแสดงดังรูปที่ 4.3 และ รูปที่ 4.4




**รูปที่ 4.3** Serial Monitor ของฝั่งส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



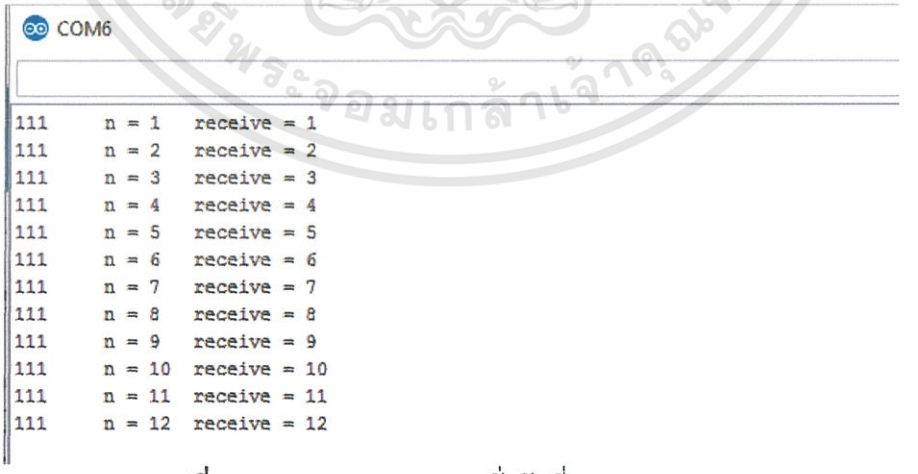

**รูปที่ 4.4** Serial Monitor ของฝั่งรับ

รูปที่ 4.3 แสดง Serial Monitor ของฝั่งส่งโดยจะส่งค่าตัวเลขตั้งแต่ 0 ถึง 5 โดยจะทำการส่ง 1 ครั้งและตรวจสอบผลที่ได้

รูปที่ 4.4 แสดง Serial Monitor ของฝั่งรับที่สามารถรับได้

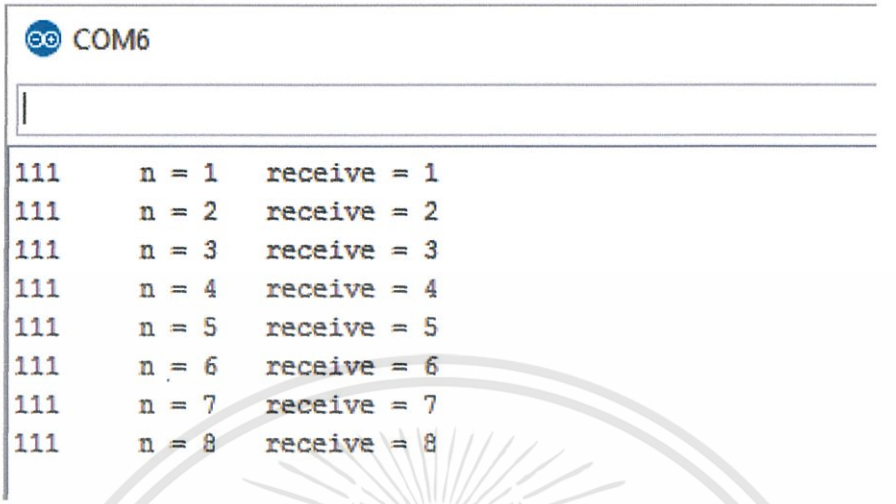
## 4.3 ผลการทดลองระยะในการรับ - ส่งข้อมูลผ่าน Wi-Fi Transceiver

ในการทดลองระยะการรับส่งข้อมูลผ่าน Wi-Fi Transceiver นั้นจะทำการส่งข้อมูลโดยให้ฝั่งส่ง ส่งข้อมูลคือ 111 ไปยังฝั่งรับ และทำการเพิ่มระยะห่างระหว่างตัวส่งโดยจะส่งข้อมูลเพื่อทดสอบความสามารถของตัวรับ รับได้เท่าไร และมีความผิดพลาดเท่าไรโดยทดสอบที่ระยะ 100 , 200 , 300 , 400 และ 500 เมตร แสดงดังรูปที่ 4.5 , 4.6 , 4.7 , 4.8 และ 4.9

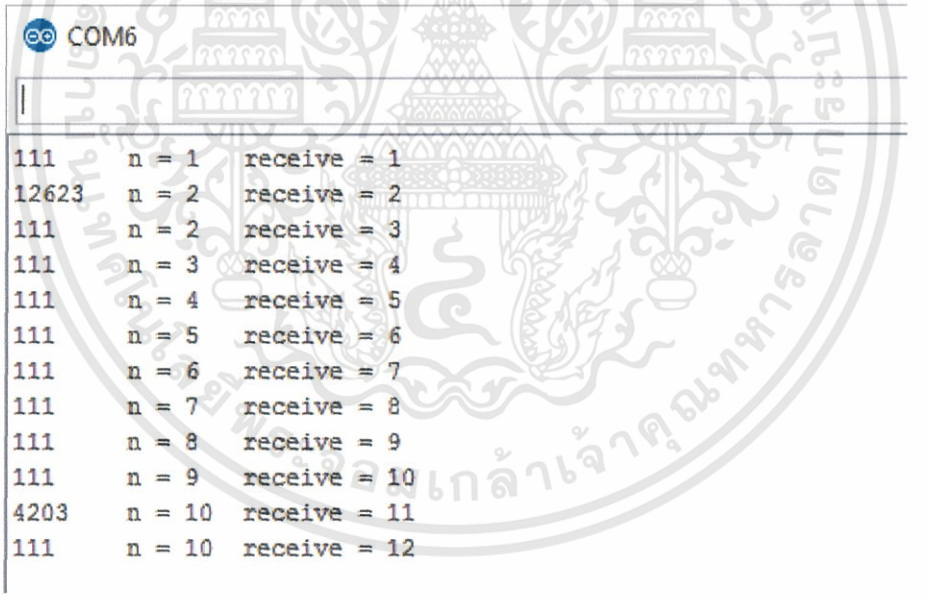



**รูปที่ 4.5** Serial Monitor ของฝั่งรับที่ระยะ 100 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

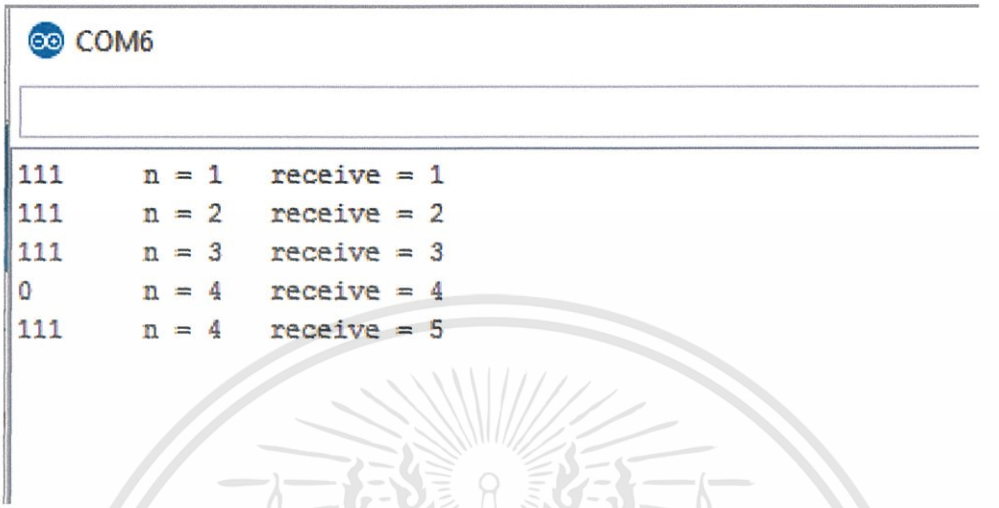



**รูปที่ 4.6** Serial Monitor ของฝั่งรับที่ระยะ 200 เมตร

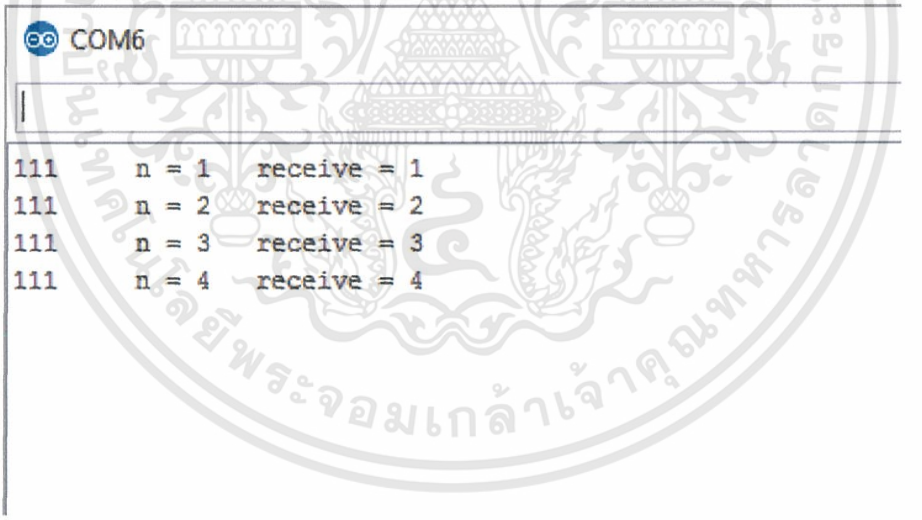



**รูปที่ 4.7** Serial Monitor ของฝั่งรับที่ระยะ 300 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 4.8** Serial Monitor ของฝั่งรับที่ระยะ 400 เมตร




**รูปที่ 4.9** Serial Monitor ของฝั่งรับที่ระยะ 500 เมตร

รูปที่ 4.5 แสดงข้อมูลเมื่อระยะส่ง 100 เมตร ข้อมูลที่ส่งมานั้นจะมีทั้งหมด 20 ค่า และทำการรับได้ 12 ค่าโดยไม่มีค่าผิดเพี้ยน คิดเป็นร้อยละ 60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.6 แสดงข้อมูลเมื่อระยะส่ง 200 เมตร ข้อมูลที่ส่งมานั้นจะมีทั้งหมด 20 ค่า และทำการรับได้ 8 ค่าโดยไม่มีค่าผิดเพี้ยน คิดเป็นร้อยละ 40

รูปที่ 4.7 แสดงข้อมูลเมื่อระยะส่ง 300 เมตร ข้อมูลที่ส่งมานั้นจะมีทั้งหมด 20 ค่า และทำการรับได้ 12 ค่าโดยมีค่าผิดเพี้ยน 2 ค่าเกิดขึ้น

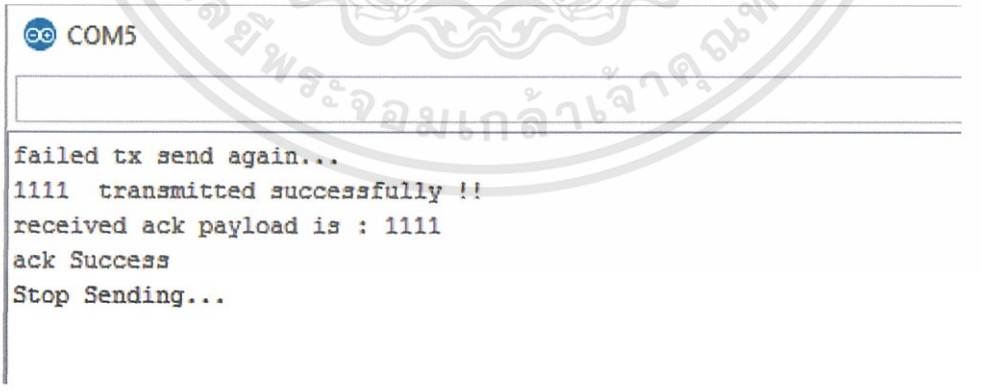
รูปที่ 4.8 แสดงข้อมูลเมื่อระยะส่ง 400 เมตร ข้อมูลที่ส่งมานั้นจะมีทั้งหมด 20 ค่า และทำการรับได้ 5 ค่าโดยมีค่าผิดเพี้ยน 1 ค่าเกิดขึ้น

รูปที่ 4.9 แสดงข้อมูลเมื่อระยะส่ง 500 เมตร ข้อมูลที่ส่งมานั้นจะมีทั้งหมด 20 ค่า และทำการรับได้ 4 ค่าโดยไม่มีค่าผิดเพี้ยน

ในระยะ 600 เมตร ข้อมูลที่ส่งมานั้นจะมีทั้งหมด 20 ค่า และทำการรับได้ 2 ค่าโดยมีค่า error อยู่มาก และที่ระยะ 700 เมตร รับค่าที่ส่งไม่ได้จึงสรุปได้ว่าอุปกรณ์สามารถใช้งานได้ดีในช่วงระยะที่มากสุด 500 เมตร

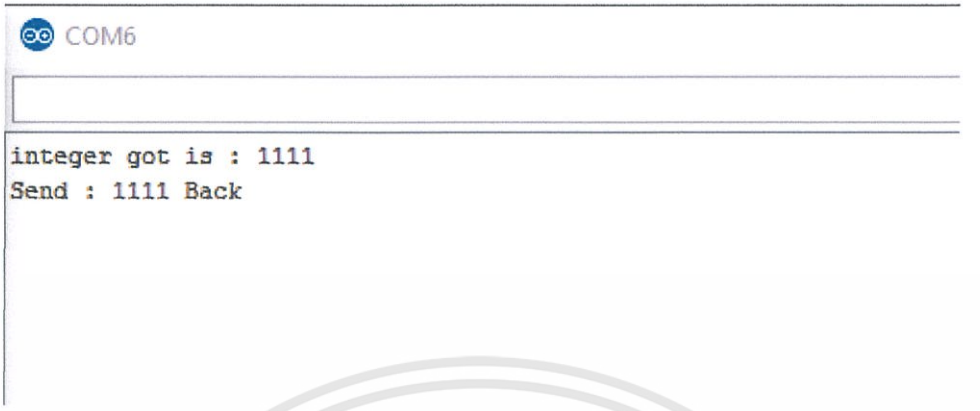
## 4.4 ผลการทดลองการรับ - ส่งข้อมูลผ่าน Wi-Fi Transceiver โดยมี ACK Protocol

ในการทดลองรับส่งข้อมูลผ่าน Wi-Fi Transceiver นั้นทำการส่งข้อมูลไปยังตัวรับ และ ให้ตัวรับทำการส่งข้อมูลตัวเดิมกลับมา แสดงดังรูปที่ 4.10 และ 4.11




**รูปที่ 4.10** Serial Monitor ของฝั่งส่งที่มี ACK Protocol

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 4.11** Serial Monitor ของฝั่งรับที่มี ACK Protocol

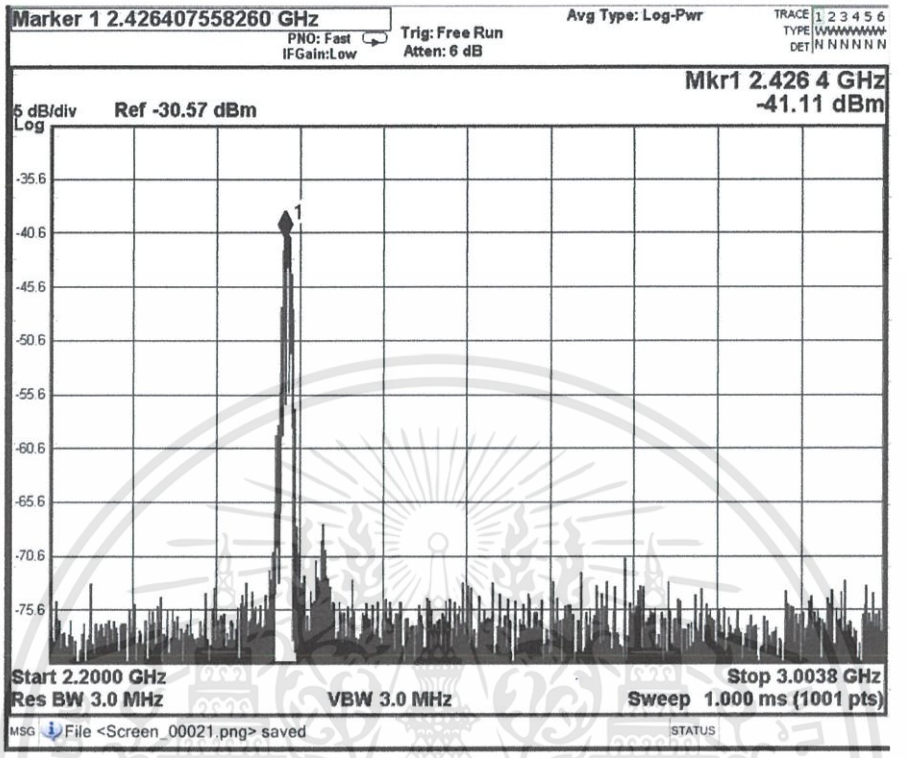
รูปที่ 4.10 แสดง Serial Monitor ของฝั่งส่ง เมื่อทำการส่ง และ ได้รับข้อมูลกลับมาก็จะทำการหยุดส่ง

รูปที่ 4.11 แสดง Serial Monitor ของฝั่งรับเมื่อทำการรับข้อมูลแล้วจะทำการส่งกลับไปยืนยัน

## 4.5 ผลการทดลองวัดสเปกตรัมของสัญญาณส่ง

ในการทดลองวัดสเปกตรัมของสัญญาณส่งจะทำการวัดค่าความถี่ของสัญญาณที่ส่งออกไปจากอุปกรณ์ NRF24L01 เพื่อหาค่าความถี่ และกำลังที่ส่งออกไปของอุปกรณ์แสดงได้ดังรูปที่ 4.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



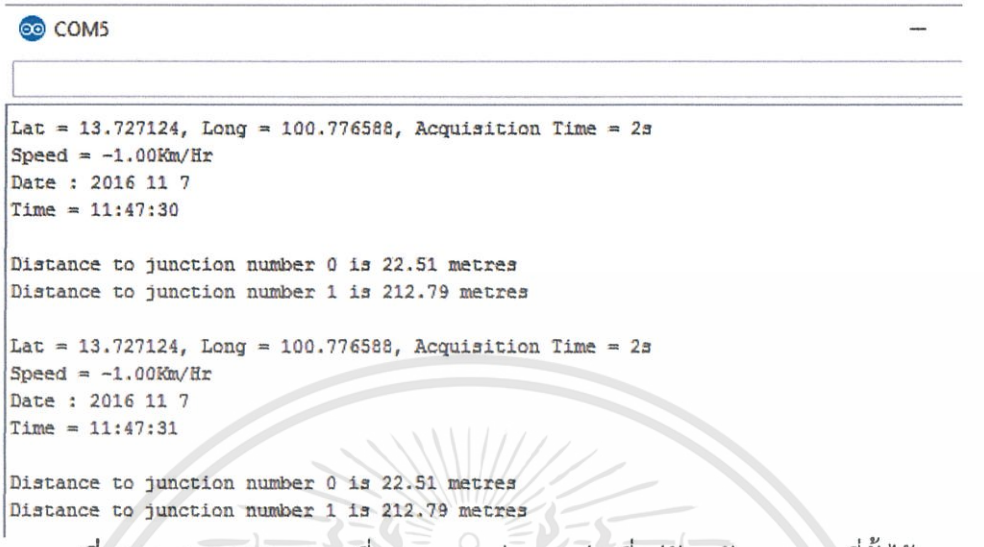

**รูปที่ 4.12** สเปกตรัมของสัญญาณส่ง

รูปที่ 4.12 แสดงสเปกตรัมของสัญญาณส่งจะเห็นได้ว่าความถี่ของสัญญาณส่งอยู่ที่ 2.426 GHz ซึ่งเป็นความถี่ที่ใช้งานในการส่งข้อมูล

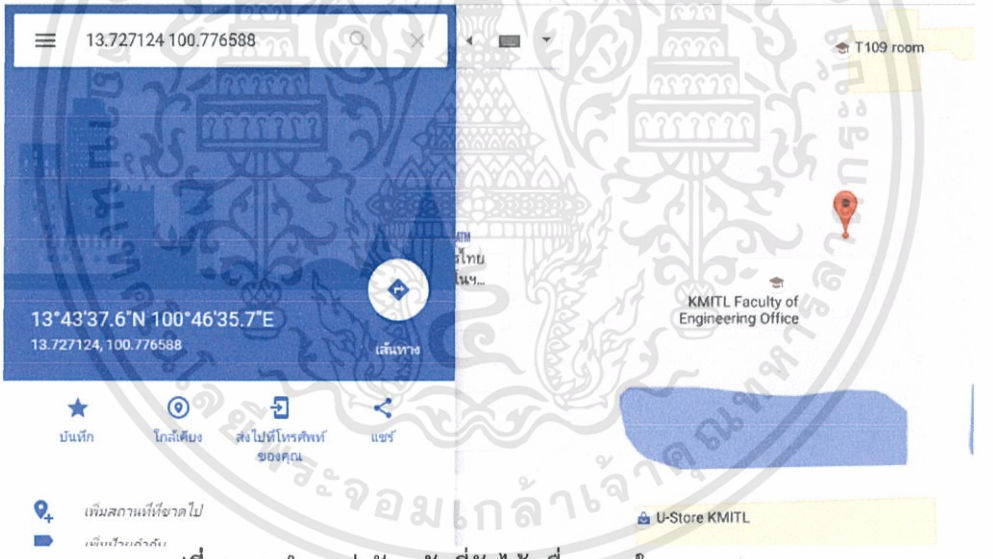
## 4.6 ผลการทดลองการตรวจสอบระยะห่างระหว่างรถไฟกับทางแยก

ในการทดลองตรวจสอบระยะห่างระหว่างรถไฟกับทางแยก ทำการตั้งค่าจุดที่เป็นทางแยกโดยใช้พิกัดละติจูด ลองติจูด และ ดูระยะห่างที่แสดงจาก Serial Monitor และ ทำการตรวจสอบโดยใช้ Google Maps แสดงดังรูปที่ 4.13 , 4.14 , 4.15 และ 4.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

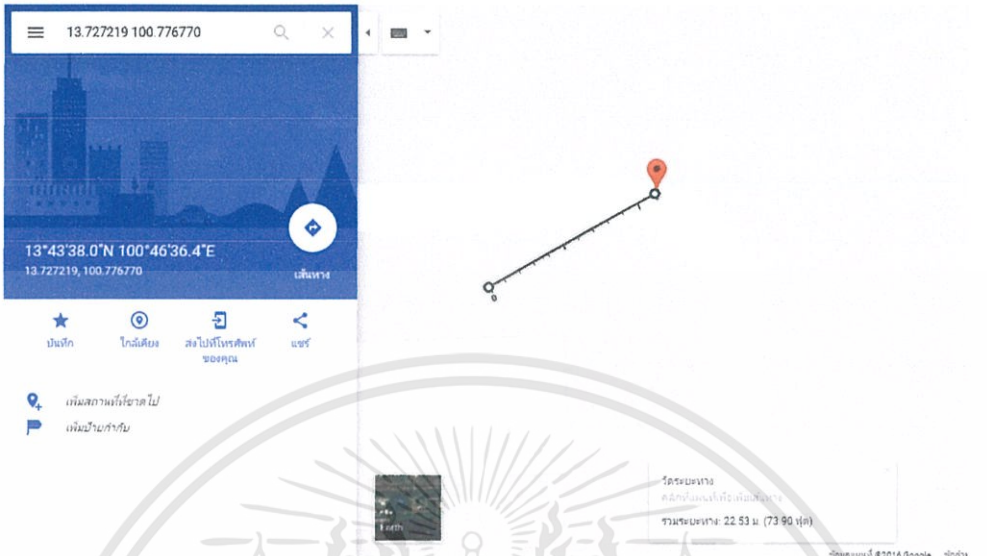



**รูปที่ 4.13** Serial Monitor ที่แสดงระยะห่างระหว่างที่อยู่ปัจจุบัน และ จุดที่ตั้งไว้

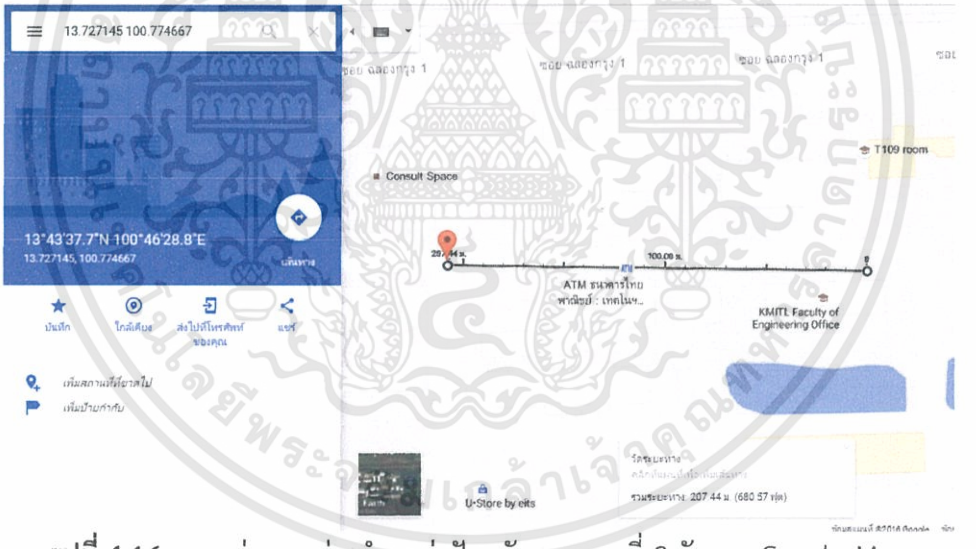



**รูปที่ 4.14** ตำแหน่งปัจจุบันที่รับได้ เมื่อแสดงใน Google Map

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 4.15** ระยะห่างระหว่างตำแหน่งปัจจุบัน และ จุดที่ 1 วัดจาก Google Map




**รูปที่ 4.16** ระยะห่างระหว่างตำแหน่งปัจจุบัน และ จุดที่ 2 วัดจาก Google Map

รูปที่ 4.13 แสดงระยะห่างของตำแหน่งปัจจุบันที่รับได้ ระหว่างจุดทั้งสองที่ตั้งไว้ ซึ่งวัดได้ 22.51 และ 212.79 เมตร

รูปที่ 4.14 แสดงตำแหน่งรับได้จาก GPS ที่แสดงบน Google Map

รูปที่ 4.15 แสดงระยะห่างกับจุดที่ 1 วัดจาก Google Map ได้ 22.53 เมตร

รูปที่ 4.16 แสดงระยะห่างกับจุดที่ 2 วัดจาก Google Map ได้ 207.44 เมตร

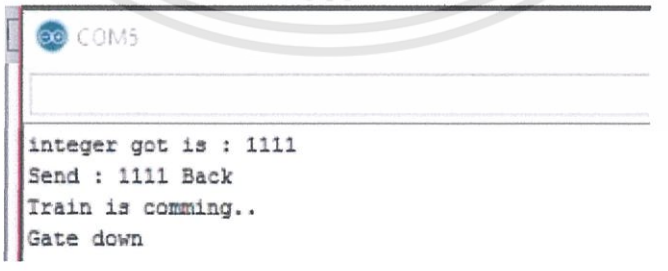
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.7 ผลการทดลองส่งข้อมูลเมื่อรถไฟเข้าระยะ

ในการทดลองการส่งข้อมูลเมื่อรถไฟเข้าระยะจะเป็นการนำการทดลองในข้อที่ 4.1 ผลการทดลองของระบบตรวจสอบข้อมูล และ ตำแหน่งของรถไฟด้วย GPS ข้อที่ 4.3 ผลการทดลองระยะในการรับ - ส่งข้อมูลผ่าน Wi-Fi Transceiver และข้อที่ 4.4 ผลการทดลองการรับ - ส่งข้อมูลผ่าน Wi-Fi Transceiver โดยมี ACK Protocol มารวมกันโดยจะทดสอบที่ระยะทาง 100 เมตร โดยจะทดลองเมื่อตำแหน่งของ GPS อยู่ในระยะ 100 เมตรจากฝั่งรับ จำทำการส่งข้อมูลเพื่อบอกให้ฝั่งรับทำการสั่งงานไม้กั้นให้ปิด แสดงได้ดังรูปที่ 4.17 และรูปที่ 4.18 และเมื่อระยะ GPS ออกนอกระยะ 100 เมตร จะทำการส่งข้อมูลไปที่ฝั่งรับเพื่อให้ไม้กั้นเปิด แสดงได้ดังรูปที่ 4.19 และรูปที่ 4.20

```
Lat = 13.73149490, Long = 100.77198028, Speed = 14.30Km/Hr

Distance to junction number  0 is 94.95 metres
In Area
Distance to a junction number 0 less than 100.00 metres
message =
1111

transmitted successfully !!
received ACK payload is : 1111
ACK Success
Gate Closed
Stop Sending...
```

**รูป 4.17** ฝั่งส่งข้อมูลเมื่อตำแหน่ง GPS อยู่ในระยะ




**รูปที่ 4.18** ฝั่งรับข้อมูลเมื่อตำแหน่ง GPS อยู่ในระยะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Lat = 13.73155689, Long = 100.77380371, Speed = 14.87Km/Hr

Distance to junction number  0 is 107.81 metres
Out Area
Distance to a junction more than 100.00 metres
message =
2222

transmitted successfully !!
received ACK payload is : 2222
ACK Success
Gate Opened
Stop Sending...
Check Area 1
```

**รูปที่ 4.19** ฝั่งส่งข้อมูลเมื่อตำแหน่ง GPS ออกนอกระยะ

```
integer got is : 2222
Send : 2222 Back
Train is going..
Gate up
```

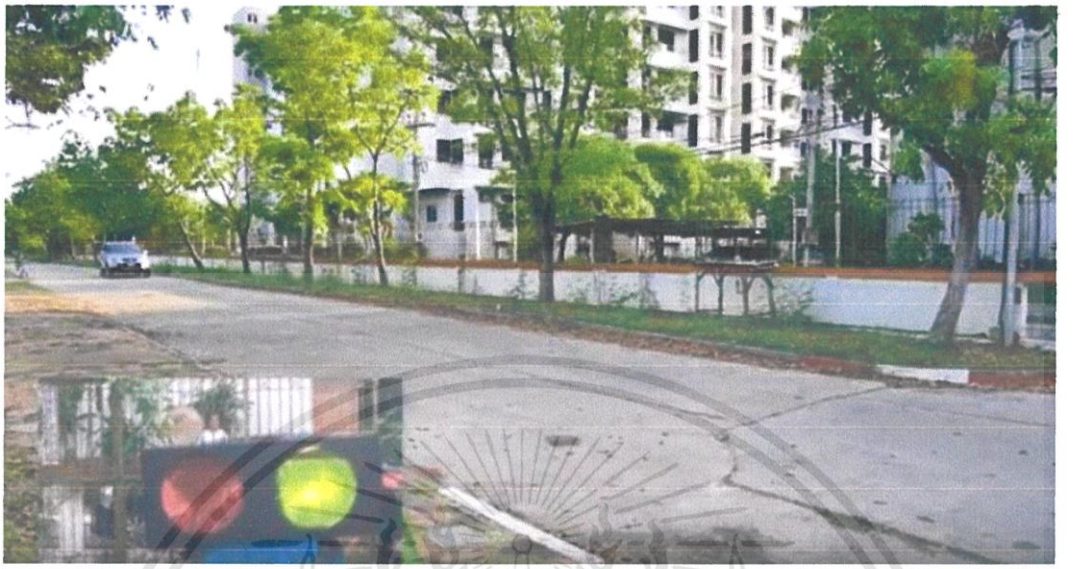
**รูปที่ 4.20** ฝั่งรับข้อมูลเมื่อตำแหน่ง GPS ออกนอกระยะ

รูปที่ 4.17 แสดงการตรวจสอบตำแหน่งของ GPS เมื่อตำแหน่งอยู่ในระยะที่กำหนด จะทำการส่ง 1111 ไปยังฝั่งรับดังรูปที่ 4.18 และจะรอการตอบกลับ 2 วินาที เมื่อฝั่งรับรับค่าจากฝั่งส่งจะทำการตรวจสอบว่าค่าที่ส่งถูกต้องหรือไม่ ถ้าข้อมูลถูกต้องจะทำการส่ง ack กลับไปยังฝั่งส่งเพื่อให้ทราบว่าข้อมูลที่ได้ทำการส่งไปถึงฝั่งรับถูกต้อง เพื่อให้ฝั่งส่งทำการหยุดส่งและสั่งการให้ไม้กั้นปิดการข้ามทางรถไฟ

รูปที่ 4.19 แสดงการตรวจสอบตำแหน่งของ GPS เมื่อตำแหน่งออกนอกระยะที่กำหนดจะทำการส่ง 2222 ไปยังฝั่งรับดังรูปที่ 4.20 และจะรอการตอบกลับ 2 วินาที เมื่อฝั่งรับรับค่าจากฝั่งส่งจะทำการตรวจสอบว่าค่าที่ส่งถูกต้องหรือไม่ ถ้าข้อมูลถูกต้องจะทำการส่ง ack กลับไปยังฝั่งส่งเพื่อให้ทราบว่าข้อมูลที่ได้ทำการส่งไปถึงฝั่งรับถูกต้อง เพื่อให้ฝั่งส่งทำการหยุดส่งและสั่งการให้ไม้กั้นเปิดการข้ามทางรถไฟ

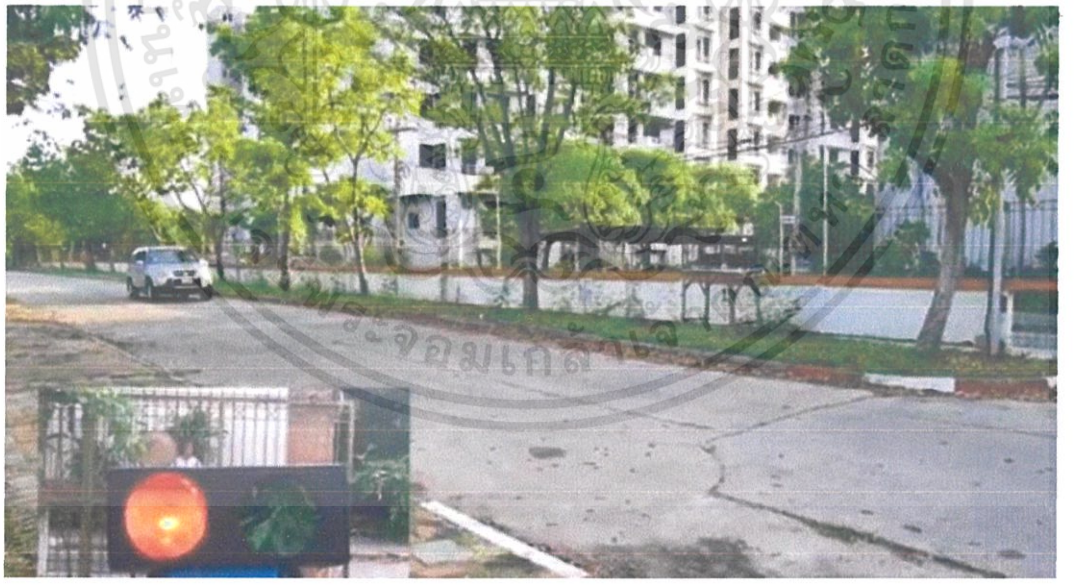
เราจะทำการจำลองการทำงานโดยใช้รถยนต์วิ่งแทนรถไฟ และใช้สัญญาณไฟเขียวและแดงแทนไม้กั้น สีแดงจะหมายถึงไม้กั้นปิด และสีเขียวจะหมายถึงไม้กั้นเปิดให้รถวิ่งผ่านไปได้ โดยการทำงานจะเริ่มจากรูปที่ 4.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.21 การทำงานเมื่อรถยนต์ไม่เข้าสู่ระยะ

จากรูปที่ 4.21 แสดงให้เห็นว่าเมื่อรถยนต์ยังไม่เข้าสู่ระยะที่กำหนดไว้สัญญาณไฟจะไม่เปลี่ยนเป็นสีแดงนั่นหมายถึงไม้กั้นจะไม่ทำงาน และเมื่อรถยนต์เข้าสู่ระยะที่กำหนดแสดงดังรูปที่ 4.22



รูปที่ 4.22 การทำงานเมื่อรถยนต์เข้าสู่ระยะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.22 แสดงการทำงานเมื่อรถยนต์เข้าสู่ระยะที่กำหนดจะทำการส่งข้อมูลเพื่อควบคุมให้สัญญาณไฟเป็นสีแดง หรือไม้กั้นปิดโดยการส่งข้อมูลแสดงได้ดังรูปที่ 4.17 และ 4.18 จากนั้นสัญญาณไฟสีแดงจะติดค้างจนกว่ารถยนต์จะออกจากระยะที่กำหนดแสดงได้ดังรูปที่ 4.23

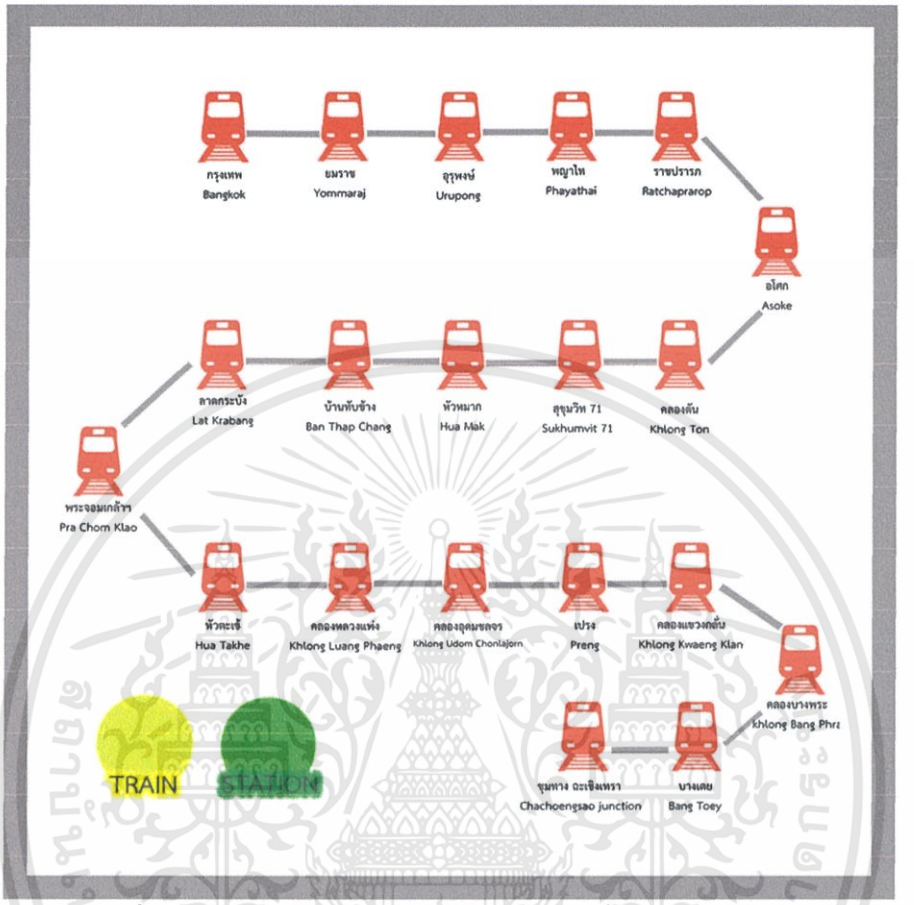
รูปที่ 4.23 การทำงานเมื่อรถยนต์ออกจากระยะ

จากรูปที่ 4.23 แสดงการทำงานเมื่อรถยนต์วิ่งออกจากระยะที่กำหนดโดยจะสั่งการให้สัญญาณไฟกลับเป็นสีเขียวอีกครั้งนั่นคือหมายถึงการยกไม้กั้นขึ้นเพื่อให้รถยนต์ผ่านไปได้โดยการส่งข้อมูลแสดงได้ดังรูปที่ 4.19 และ 4.20

## 4.8 ผลการทดลองการแสดงตำแหน่งของรถไฟและสถานีที่เลือกผ่านแผนผังบนหน้าเว็บไซต์

ในการทดลองการแสดงตำแหน่งของรถไฟและสถานีที่เลือกผ่านแผนผังบนหน้าเว็บไซต์ ทำการกำหนดหมายเลขสถานีและรถไฟไว้ใน database แล้วทำการเลือกสถานีที่จะขึ้นรถไฟ และ ทิศทางของรถไฟว่าปลายทางคือสถานีใด ผ่านตัวเลือกบนหน้าเว็บไซต์ แสดงดังรูปที่ 4.24, 4.25 และ 4.26

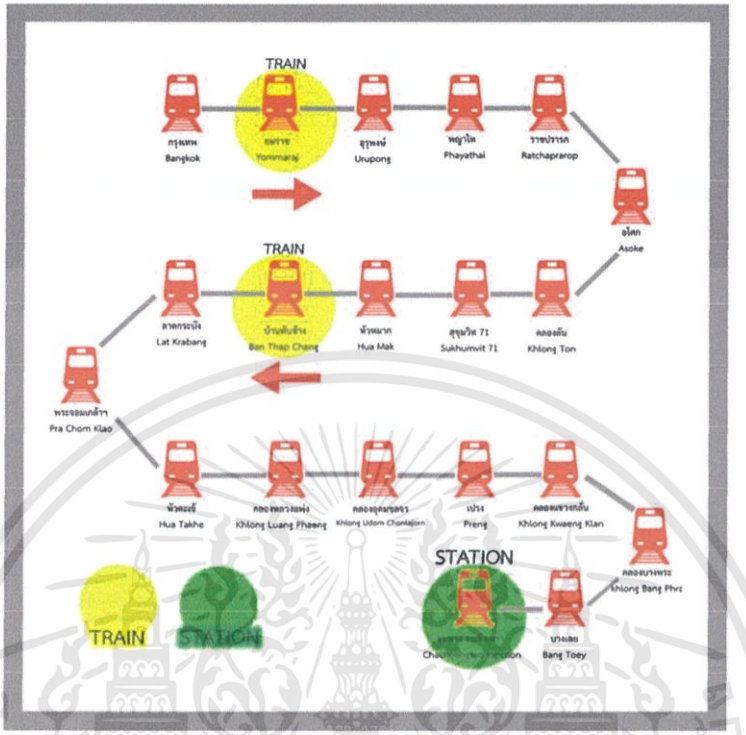
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 4.24 ตัวเลือกสถานีปลายทาง และ สถานีที่อยู่บนหน้าเว็บไซต์

รูปที่ 4.25 ตัวเลือกสถานีปลายทาง และ สถานีที่อยู่บนหน้าเว็บไซต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 4.26** แผนผังแสดงตำแหน่งของรถไฟ และ สถานีบนหน้าเว็บไซต์

รูปที่ 4.24 แสดงหน้าเว็บไซต์พร้อมตัวเลือก และแผนผังที่ให้ผู้ใช้งานได้ใช้ในการเลือกเส้นทาง และสถานีที่ต้องการทราบเวลาที่รถไฟจะมาถึง

รูปที่ 4.25 แสดงตัวเลือกบนหน้าเว็บไซต์โดยเลือกสถานีปลายทางเป็นชุมทางฉะเชิงเทรา และ เลือกสถานีที่อยู่เป็นสถานีชุมทางฉะเชิงเทรา

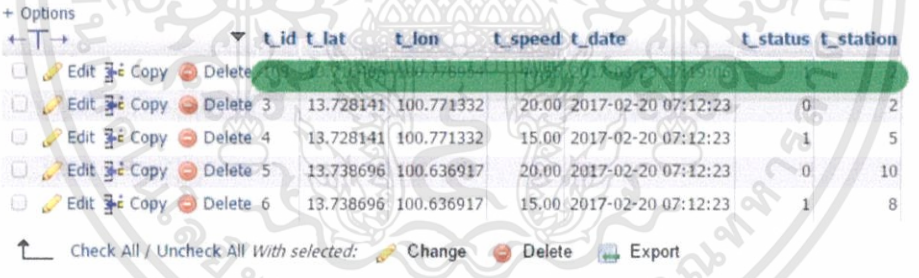
รูปที่ 4.26 แสดงแผนผังบนหน้าเว็บไซต์ สีเขียวแสดงตำแหน่งของสถานีที่อยู่ และ สีเหลืองแสดงตำแหน่งของรถไฟ โดยรถไฟอยู่ที่สถานียมราช และ สถานีบ้านทับช้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.9 ผลการทดลองส่งข้อมูลเข้าฐานข้อมูลผ่าน 3G Module

ในการทดลองการส่งข้อมูลเข้าฐานข้อมูลผ่าน 3G Module ทำการกำหนดข้อมูลที่จะส่งจาก Arduino แล้วทดลองส่งผ่านไฟล์ php แล้วทำการตรวจสอบค่าที่ส่งไปยังฐานข้อมูลแสดงดังรูปที่ 4.27 และ 4.28

**รูปที่ 4.27** แสดง Serial Monitor ขณะทำการส่งข้อมูล




**รูปที่ 4.28** ตารางฐานข้อมูลที่ทำการรับข้อมูลจาก Arduino

รูปที่ 4.27 แสดง Serial Monitor ที่ทำการส่งค่า id = 108, lat = 13.716485, lon = 100.778954, speed = 40.55, st= 1 และ cs = 2 โดยที่ id คือ หมายเลขของรถไฟ, lat คือ ตำแหน่งละติจูด, lon คือ ตำแหน่งลองติจูด, speed คือ ความเร็วของรถไฟ, st คือ ทิศทางการวิ่งของรถไฟ ถ้าเป็น 0 จะวิ่งออกนอกกรุงเทพ เป็น 1 จะวิ่งเข้าสู่กรุงเทพ และ cs คือ หมายเลขสถานีที่รถไฟถึงหรือผ่านมาล่าสุด

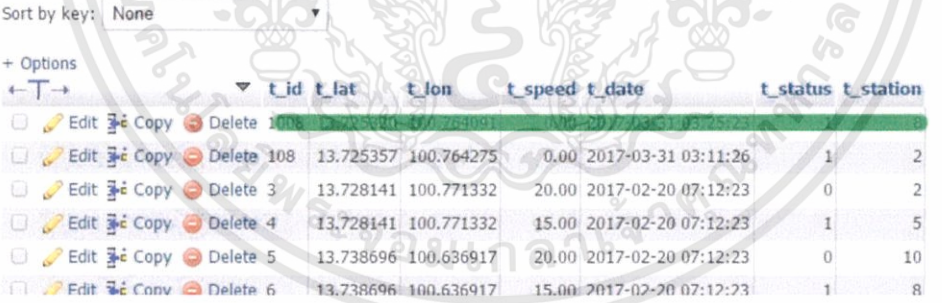
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.28 แสดงฐานข้อมูลที่รับค่ามาจาก Arduino โดยค่าที่รับมาแสดงอยู่ที่ตารางแถวแรกสุด

## 4.10 ผลการทดลองส่งตำแหน่งที่ได้รับจาก GPS เข้าสู่ฐานข้อมูลผ่าน 3G Module

ในการทดลองการส่งตำแหน่งจาก GPS เข้าฐานข้อมูลผ่าน 3G Module ทำการเชื่อมต่อ Arduino เข้ากับ GPS Sheild แล้วทดลองส่งผ่านไฟล์ php แล้วทำการตรวจสอบค่าที่ส่งไปยัง database แสดงดังรูปที่ 4.29 และ 4.30

**รูปที่ 4.29** แสดง Serial Monitor ขณะทำการส่งข้อมูล




**รูปที่ 4.30** ฐานข้อมูลที่ทำการรับข้อมูลจาก Arduino

รูปที่ 4.29 แสดง Serial Monitor ที่ทำการส่งค่า id = 1008, lat = 13.725320, lon = 100.764091, speed = 0.00, st = 1 และ cs = 8 โดยที่ id คือ หมายเลขของรถไฟ, lat คือ ตำแหน่งละติจูด, lon คือ ตำแหน่งลองติจูด, speed คือ ความเร็วของรถไฟ, st คือ ทิศทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

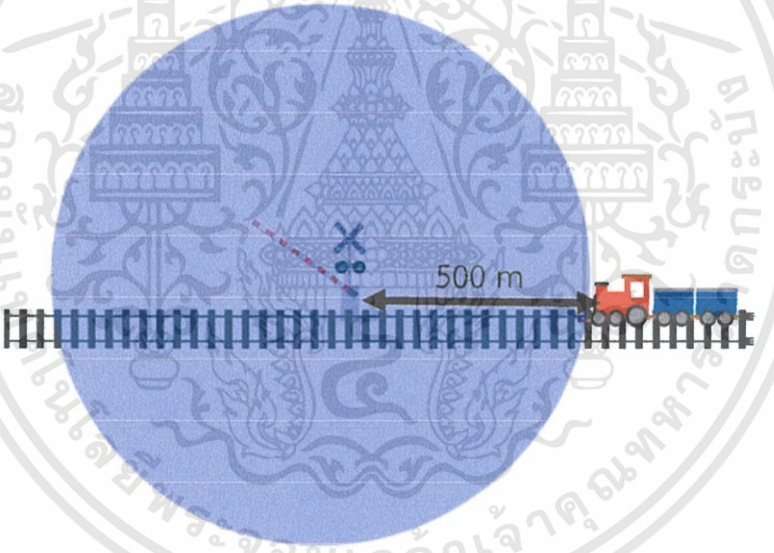
การวิ่งของรถไฟ ถ้าเป็น 0 จะวิ่งออกนอกกรุงเทพ เป็น 1 จะวิ่งเข้าสู่กรุงเทพ และ cs คือ หมายเลขสถานีที่รถไฟถึงหรือผ่านมาล่าสุด

รูปที่ 4.30 แสดงฐานข้อมูลที่รับค่ามาจาก Arduino โดยค่าที่รับมาแสดงอยู่ที่ตารางแถวแรกสุด

## 4.11 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองที่ 4.1 ถึง 4.10 ได้ผลสรุปดังนี้

- เมื่อรถไฟกำลังเข้าสู่ระยะของไม้กั้น รถไฟจะทำการส่งค่า 1111 ไปยังไม้กั้นและรอ ACK ตอบกลับมา และสั่งให้ไม้กั้นลง แสดงดังรูปที่ 4.31 และ 4.32



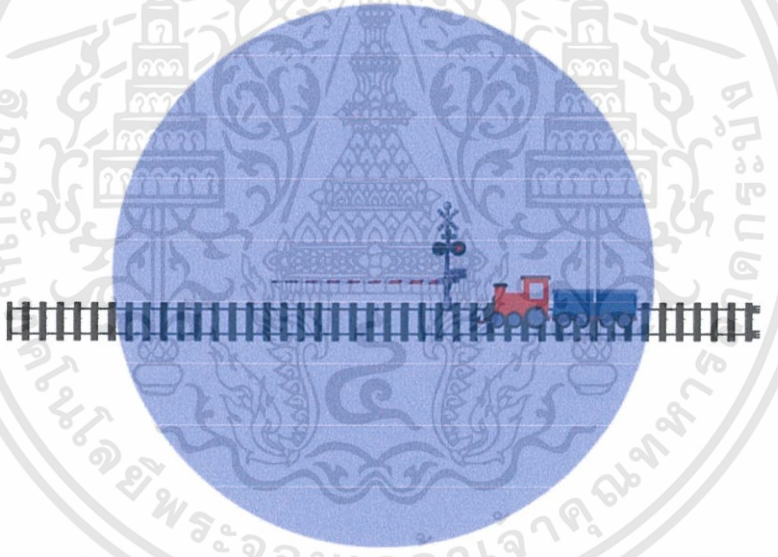

**รูปที่ 4.31** แสดงสถานการณ์เมื่อรถไฟเข้าสู่ระยะ 500 เมตรจากไม้กั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Lat = 13.73149490, Long = 100.77198028, Speed = 14.30Km/Hr

Distance to junction number  0 is 94.95 metres
In Area
Distance to a junction number 0 less than 100.00 metres
message =
1111

transmitted successfully !!
received ACK payload is : 1111
ACK Success
Gate Closed
Stop Sending...
```

**รูปที่ 4.32** แสดง Serial Monitor ขณะทำการส่งข้อมูล

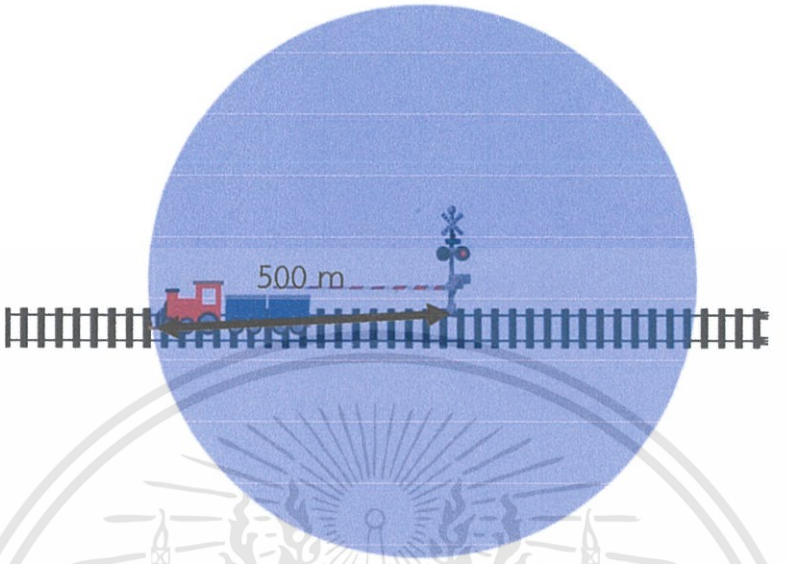
- เมื่อรถไฟทำการส่งข้อมูลไปยังไม้กั้นแล้ว ไม้กั้นก็จะปิดลง แสดงดังรูปที่ 4.33



**รูปที่ 4.33** แสดงสถานการณ์เมื่อรถไฟอยู่ใน 500 เมตรจากไม้กั้น

- เมื่อรถไฟออกจากระยะของไม้กั้น รถไฟจะทำการส่งค่า 2222 ไปยังไม้กั้นและรอ ACK ตอบกลับมา และสั่งให้ไม้กั้นเปิดขึ้น แสดงดังรูปที่ 4.34 และ 4.35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



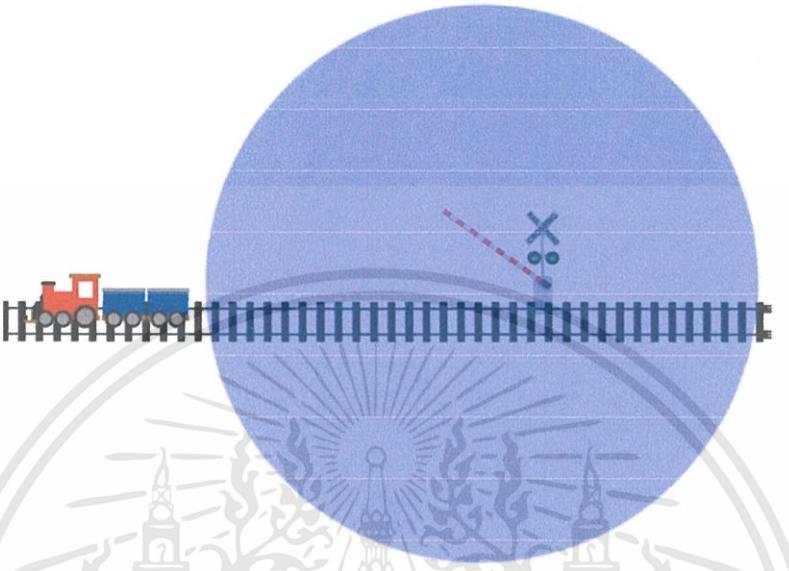

รูปที่ 4.34 แสดงสถานการณ์เมื่อรถไฟกำลังออกจากระยะ 500 เมตรจากไม้กั้น

```
Lat = 13.73155689, Long = 100.77380371, Speed = 14.87Km/Hr

Distance to junction number  0 is 107.81 metres
Out Area
Distance to a junction more than 100.00 metres
message =
2222

transmitted successfully !!
received ACK payload is : 2222
ACK Success
Gate Opened
Stop Sending...
```

รูปที่ 4.35 แสดง Serial Monitor ขณะทำการส่งข้อมูล

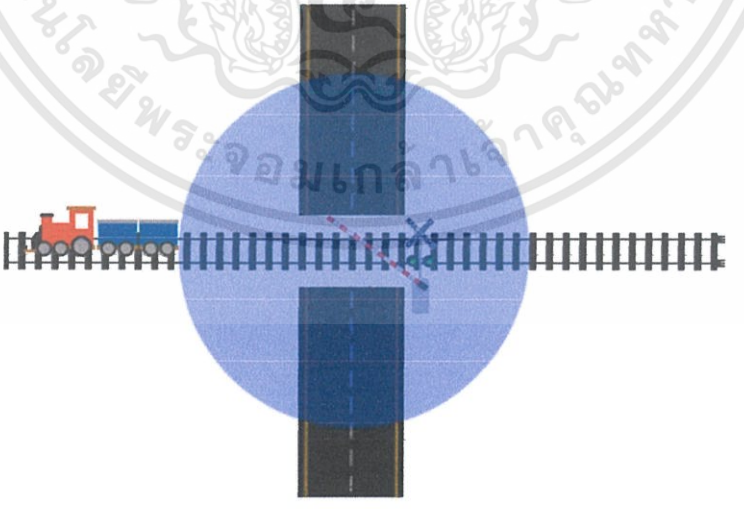
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เมื่อไม้กั้นรับข้อมูลจากรถไฟแล้วไม้กั้นก็จะเปิดขึ้น แสดงดังรูปที่ 4.36



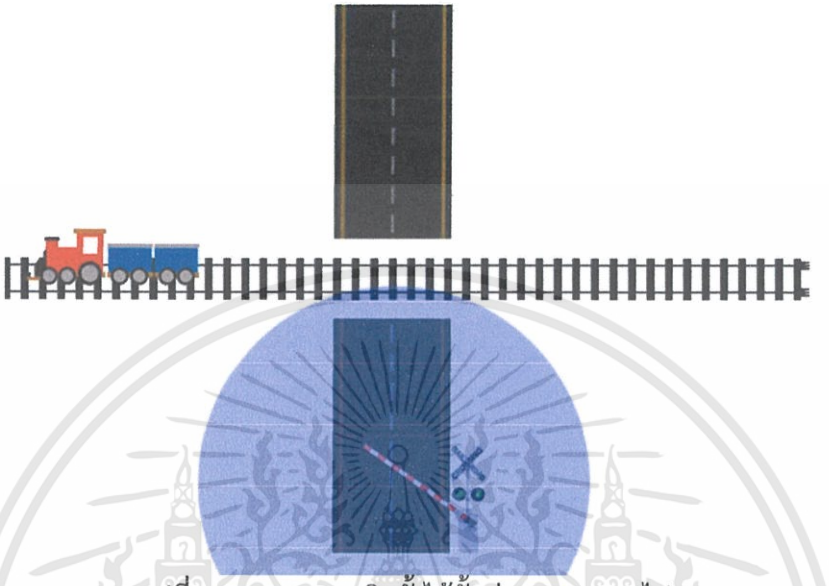
**รูปที่ 4.36** แสดงสถานการณ์เมื่อรถไฟออกจากระยะ 500 เมตรจากไม้กั้น

จากการทดลองที่ 4.3 พบว่า Transceiver สามารถส่งข้อมูลได้ภายในระยะ 500 เมตร ดังนั้นการติดตั้งไม้กั้นจะต้องอยู่ใกล้กับตัวรางไม่สามารถติดตั้งห่างจากตัวรางได้ แสดงดังรูปที่ 4.37 และ 4.38



**รูปที่ 4.37** แสดงการติดตั้งไม้กั้นใกล้กับทางรถไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**รูปที่ 4.38** แสดงการติดตั้งไม้กั้นห่างจากทางรถไฟ

รูปที่ 4.37 แสดงการติดตั้งไม้กั้นใกล้กับทางรถไฟ เห็นว่าระยะรับ - ส่งข้อมูลของ Transceiver ครอบคลุมถึงรางรถไฟทำให้สามารถส่งข้อมูลได้

รูปที่ 4.38 แสดงการติดตั้งไม้กั้นห่างจากทางรถไฟ เห็นว่าระยะรับ - ส่งข้อมูลของ Transceiver ไม่ครอบคลุมถึงรางรถไฟจึงไม่สามารถส่งข้อมูลได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 5

# สรุปผลและข้อเสนอแนะ

## 5.1 สรุปผล

ในโครงงานนี้เป็นการศึกษาและออกแบบระบบแจ้งขบวนรถไฟด้วยสมาร์ทโฟน พร้อมไม้กั้นอัตโนมัติ โดยเรียนรู้และศึกษาหลักการทำงานของ บอร์ด Arduino Uno R3, GPS Shield, nRF24L01p 2.4 GHz Wi-Fi Transceiver Module และ 3G Module และสามารถนำองค์ความรู้จากการศึกษาอุปกรณ์ดังกล่าวมาพัฒนาโดยเริ่มต้นจากการออกแบบระบบ ตรวจสอบ และ ติดตามตำแหน่งของรถไฟ โดยใช้บอร์ด Arduino Uno R3 เป็นหน่วยประมวลผลกลาง ใช้ GPS Shield เพื่อตรวจสอบตำแหน่งของรถไฟ เมื่อรถไฟเข้าใกล้กับทางแยกในระยะที่กำหนด nRF24L01p 2.4 GHz Wi-Fi Transceiver Module จะทำการส่งสัญญาณออกไปเพื่อให้ทางแยกดังกล่าวมีการแจ้งเตือนเพื่อไม่ให้มีการข้ามทางรถไฟเมื่อมีรถไฟอยู่ใกล้ๆ และตลอดเวลาที่รถไฟเคลื่อนขบวนจะทำการส่งค่าตำแหน่งของรถไฟไปที่ Web Server โดยใช้เทคโนโลยี 3G ในการส่งตำแหน่งของรถไฟ จากนั้นจะทำการแสดงผลที่ Web Application เพื่อตรวจสอบและวางแผนการเดินทาง

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการทดลองศึกษาและพัฒนาระบบแจ้งขบวนรถไฟด้วยสมาร์ทโฟน พร้อมไม้กั้นอัตโนมัติ พบว่าหากมีการส่งข้อมูลในระยะที่ไกลเกินไป nRF24L01p 2.4 GHz Wi-Fi Transceiver Module อาจส่งข้อมูลไปไม่ถึง จึงทำให้เกิดข้อจำกัดในการใช้งาน จากข้อจำกัดดังกล่าวจึงไม่ควรใช้ระบบนี้กับรถไฟที่มีความเร็วสูงเพราะต้องแจ้งเตือนก่อนในระยะไกลๆเพื่อที่จะได้มีเวลาพอในการเตือนผู้ที่จะข้ามทางแยกก่อนรถไฟมาถึง หรือใช้อุปกรณ์รับ-ส่งข้อมูลที่ใช้งานได้ในระยะที่ไกลขึ้น และการใช้งานอุปกรณ์หลายๆตัวอาจทำให้ไลบรารีของอุปกรณ์มีการใช้งานทับกันทำให้ต้องแยกฟังก์ชันการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บรรณานุกรม

[1] นายรักพงศ์ แสงหงษ์, "GPS คืออะไร-ประโยชน์ของ GPS"
http://www.techincar.com/

[2] วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี, "ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก"
https://th.wikipedia.org/

[3] ประภาส สุวรรณเพชร, "เครื่องมือเขียนโปรแกรม Arduino IDE"
http://www.praphas.com

[4] Arduino team, "Arduino UNO"
http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno

[5] Arduitronics, "Iteadstudio GPS Shield"
https://www.arduitronics.com/

[6] Elecfreaks, "2.4G Wireless nRF24L01p with PA and LNA"
http://www.elecfreaks.com/

[7] วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี, "รีเลย์"
https://th.wikipedia.org/

[8] w3school, "การเขียน HTML PHP JavaScript"
www.w3school.com

[9] เอกนรินทร์ คำคูณ, "PHP และ MySQL"
www.codingthailand.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก ก

## Source Code

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Source Code

ฝั่งส่งข้อมูล (Train)

1.ส่วนส่งข้อมูลเข้าเซิร์ฟเวอร์

```
void senddata()
 {
  AltSoftSerial mySerial;
  Serial.begin(9600);
  gsm.begin(&mySerial,9600);
  gsm.Event_debug = debug;
  Serial.println(F("Send HTTP GET"));
  char url[400];
  char latc[8];
  char lonc[9];
  dtostrf(flon,9, 6, lonc);
  dtostrf(flat,8, 6, latc);
  sprintf(url,
"http://www.csquare.club/project4a/adddatatodb.php?id=%d&lat=%s&lon=%
s&v=%d&st=%d&cs=%d", id,latc,lonc,v,st,cs);
  Serial.println(url);
  http.url(url);
  Serial.println(http.get());
  }
```

2.ส่วนรับค่าตำแหน่ง

```
if (newData)
  {
    // we have a location fix so output the lat / long and time to
acquire
    if(secondsToFirstLocation == 0){
      secondsToFirstLocation = (millis() - startMillis) / 1000;
    }
   Serial.println();
    gps.f_get_position(&flat, &flon, &age);
    gps.crack_datetime(&year, &month, &day, &hour, &minute, &second,
&hundredths, &fix_age);
    v = gps.f_speed_kmph(); // speed in km/hr
    Serial.print("Lat = ");
    Serial.print(flat == TinyGPS::GPS_INVALID_F_ANGLE ? 0.0:flat, 6);
    Serial.print(", ");

    Serial.print("Long = ");
    Serial.print(flon == TinyGPS::GPS_INVALID_F_ANGLE ? 0.0:flon, 6);
    Serial.print(", ");

    Serial.print("Speed = ");
    Serial.print(v);
    Serial.println("Km/Hr");
    Serial.print("Date : ");
    Serial.print(year);
    Serial.print(" ");
    Serial.print(month);
    Serial.print(" ");
    Serial.println(day);
    Serial.print("Time = ");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    Serial.print(hour+7);
    Serial.print(":");
    Serial.print(minute);
    Serial.print(":");
    Serial.println(second);
    Serial.print("\n\n");
}
```

### 3.ส่วนส่งข้อมูลไร้สาย 2.4GHz

```
Serial.print("Distance to a junction number ");
Serial.print(pipe_num);
Serial.print(" less than ");
Serial.print(rad_metres);
Serial.println(" metres");
radio.stopListening();
if(radio.write(msg_in,sizeof(msg_in))){
  Serial.println("message = ");
  Serial.println( msg_in[0] );
  Serial.println("\ntransmitted successfully !!");
  if(radio.isAckPayloadAvailable()){
    for(wait_time = 0 ; wait_time <= 2000 ; wait_time++){
      radio.read(rec,sizeof(rec));
      Serial.print("received ACK payload is : ");
      Serial.println(rec[0]);
      if(rec[0]==3333){
        Serial.println("ACK Success");
        Serial.println("Gate Closed");
        Serial.println("Stop Sending...");
        tx_complete[pipe_num] = true ;
        wait_time = 2000 ;
        rec[0]=0;
      }
      else{
        Serial.println("ACK Fail");
      }
      delay(1);
    }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ฝั่งรับ(ไม้กั้น)**

```
void loop()
{
  //radio.writeAckPayload(1,ack,sizeof(ack));
  if(radio.available())
  {
    //radio.writeAckPayload(1,ack,sizeof(ack));
    if(radio.read(rec,sizeof(rec)))
    {
      radio.writeAckPayload(1,rec,sizeof(rec));
      Serial.print("integer got is : ");
      Serial.println(rec[0]);
      Serial.print("Send : ");
      Serial.print(rec[0]+2222);
      Serial.println(" Back");
      if(rec[0] == 1111){
        Serial.println("Train is comming..");
        Serial.println("Gate down");
        digitalWrite(7, HIGH); //Green Off
        delay(500);
        train = train+1 ;
        for(red = 0;red < 5;red++){//Blink Red 5 times
          digitalWrite(7, HIGH);//Green Off
          digitalWrite(8, LOW);
          digitalWrite(6, HIGH);
          delay(500);
          digitalWrite(8, HIGH);
          digitalWrite(6, LOW);
          delay(300);
        }
        digitalWrite(8, LOW); //Red On
        digitalWrite(7, HIGH);//Green Off
      }
      else if(rec[0] == 2222){
        train = train-1 ;
        if(train == 0){
        Serial.println("Train is going..");
        Serial.println("Gate up");
        digitalWrite(7, LOW); //Green On
        digitalWrite(8, HIGH); //Red OFF
        }else{
          Serial.println("Have a train in area...");
        }
      }
    }
    else
    {
      Serial.println("failed to receive the message");
      digitalWrite(7, LOW); //Green On
    }
  }
    Serial.flush();
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WEBPAGE

**1.การคำนวณเวลา**

```
<?
	$servername = "localhost";
	$username = "csquarec_pj4a";
	$password = "qWeRtY";
	$dbname = "csquarec_pj4a";
	mysql_connect($servername, $username, $password);
	mysql_select_db($dbname);
	$car = array();
	$cars = array();
	$direction = $_GET['direction'];
	$tr_status = mysql_query("SELECT
	t_id,t_lat,t_lon,t_speed,t_station FROM train WHERE t_status =
	'{$_GET['direction']}';");
	$st_latlon = mysql_query("SELECT ts_lat,ts_lon FROM tstation
	WHERE ts_num = '{$_GET['station']}';");
	$station = mysql_fetch_array($st_latlon);
	if($_GET['direction'] != null && $_GET['station'] != null){
		while($t_rec = mysql_fetch_array($tr_status)){
				$car = array(
					'ID' => $t_rec['t_id'],
					'cur_sta' => $t_rec['t_station']-1,
					'est_tme' =>
					((sqrt(pow(($station['ts_lon'] -
					$t_rec['t_lon']),2) +
					pow(($station['ts_lat'] -
					$t_rec['t_lat']),2)))/0.000009)/($t_rec
					['t_speed']*(5/18))
				);
				array_push($cars,$car);
			}
	}
	$arr = array(
		'sta_id'=>$_GET['station'],
		'cars' => $cars
	);
		echo json_encode($arr);
?>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก ข

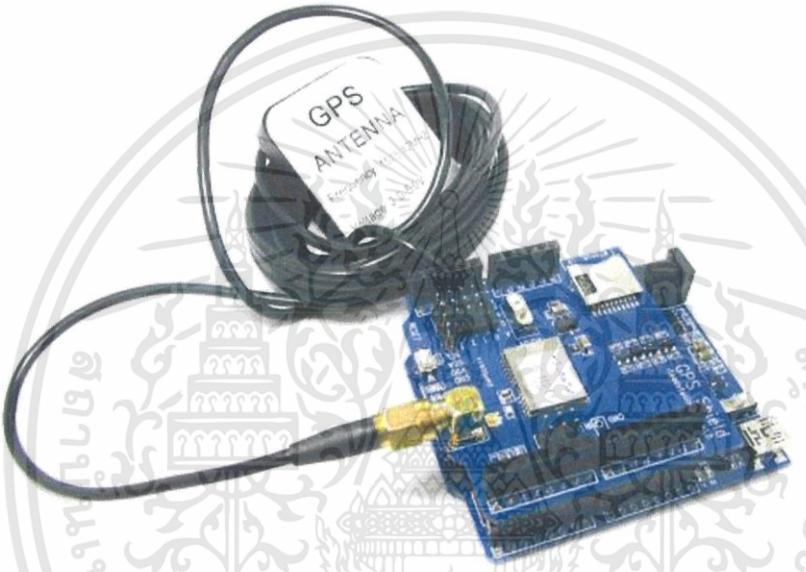
Datasheet

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# Arduino GPS Shield

### -A high performance GPS shield for Arduino

## Overview




Arduino GPS shield is a GPS module breadout board designed for Global Positioning System receiver with SD interface. It is easy to use for recording the position data into SD card. 5V/3.3V compatible operation voltage level make it compatible with Arduino boards, leaf maple, IFlat32 and other arduino compatible boards.

## Features

- With Micro SD interface
- Active antenna design with high receive sensitivity, compatible normal antenna
- Extremely fast time to first fix at low signal level
- UART interface
- Operation temperature: -40℃ ~ +85℃

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# Specifications

| | |
|---|---|
| PCB size | 55.88mm X 54.1mm X 1.6mm |
| Indicators | PWR, |
| Power supply | compatible with Arduino |
| Communication Protocol | UART |
| RoHS | Yes |

# Electrical Characteristics

| Specification | Min | Type | Max | Unit |
|---|---|---|---|---|
| Power Voltage | 4.5 | 5 | 5.5 | VDC |
| Input Voltage VH: | 3 | - | 5.5 | V |
| Input Voltage VL: | -0.3 | 0 | 0.5 | V |
| Baud rate | | 38400 | | bps |

# Hardware

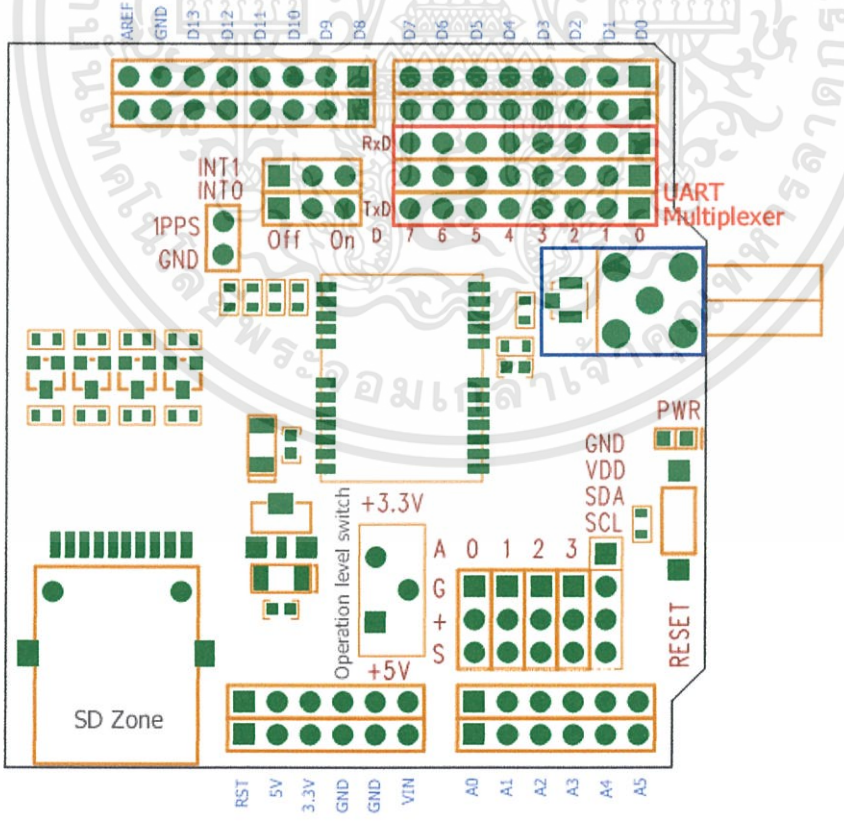



Figure 1 Top Map

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| Arduino PIN | Description |
|---|---|
| D0 | Data |
| D1 | Din |
| D2 | - |
| D3 | - |
| D4 | - |
| D5 | - |
| D6 | - |
| D7 | - |
| D8 | - |
| D9 | - |
| D10 | CSN |
| D11 | MOSI |
| D12 | MISO |
| D13 | SCK |
| A0 | Breakout |
| A1 | Breakout |
| A2 | Breakout |
| A3 | Breakout |
| A4 | IIC_SDA |
| A5 | IIC_SCL |

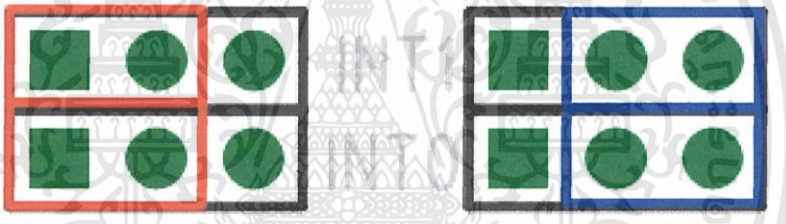

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# Installation

When install GPS shield to Arduino, please check the operation voltage level of development board. If the voltage is 3.3V (IFLAT32,Leaf maple), set the Operation Level Setting switch to 3.3V. If the voltage is 5V(Arduino), set the Operation Level Setting switch to 5V.

# Interrupt Set

The INT0 is the broke out of the external interrupt pin of GPS module, if not use, please set the jumper to OFF as the following figure.
The INT1 is the broke out of the 1PPS output. When the GPS module has tracked to the GPS satellite, this pin will send a pulse per second.




INT OFF INT ON

# Revision History

| Rev. | Description | Release date |
|---|---|---|
| v1.0 | Initial version | 2012-04-07 |
| v1.1 | Update for GPS shield v1.1 | 2012-05-16 |



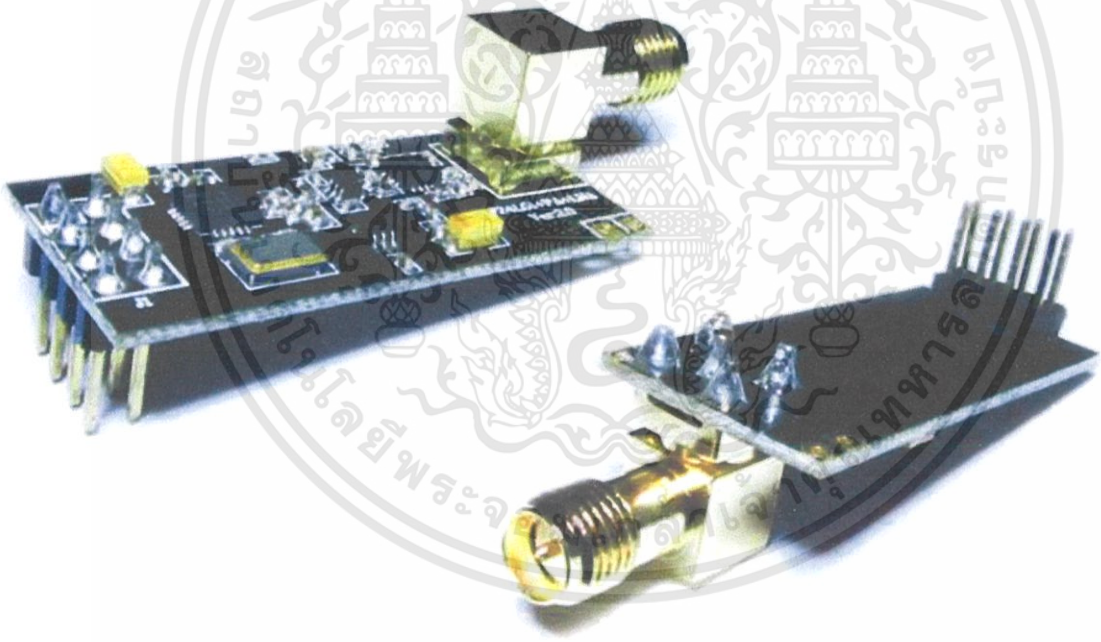
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.4G Wireless nRF24L01p with PA and LNA

nRF24L01p(nRF24L01+) with PA and LNA is compatible with nRF24L01+(nRF24L01p),and there are same interface. These are add a power amplifier(PA) circuit and Low Noise Amplifier(LNA) circuit, which could transmit longer distances and more stable performance for industry standard.Increased PA and LNA, RF switch, band pass filter,formed a professional full two-way RF power amplifier, making effective communication for greatly increased.The transmission distance to reach 1000 meter with 2DB Antenna at 250kbps data rate on open area.

There are nRF24L01+ with PA(v1.0), the different version from diff.

You also could reference 2.4G Wireless nRF24L01p detailed parameters.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Feature

- Worldwide 2.4GHz ISM band operation， Free license to use.
- 126 RF channels.
- High air data rate: 250kbps, 1 and 2Mbps.
- Transmitter: 11.3mA at 0dBm output power.
- Receiver: Fast AGC for improved dynamic range.
- Receiver: Integrated channel filters.
- Enhanced ShockBurst™:1 to 32 bytes dynamic payload length,6 data pipe MultiCeiver™ for 1:6 star networks.
- Host Interface:4-pin hardware SPI,3 separate 32 bytes TX and RX FIFOs.
- Low Power Management:1.9 to 3.6V supply range.
- GFSK modulation.
- Auto packet transaction handling.
- Easy for designed.
- Small size:16.5mm*45.5mm.

## Application Ideas

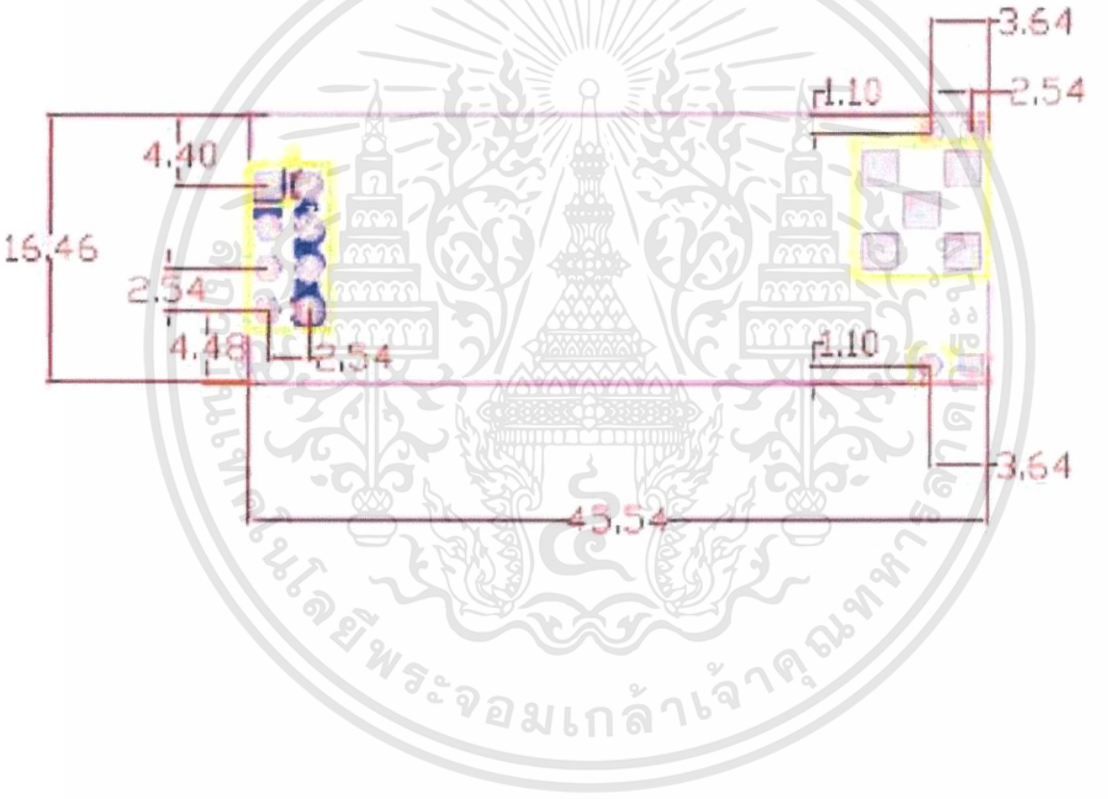
- Wireless PC Peripherals
- Mouse, keyboards and remotes
- 3-in-1 desktop bundles
- Advanced Media center remote controls
- VoIP headsets
- Game controllers
- Sports watches and sensors
- RF remote controls for consumer electronics
- Home and commercial automation
- Ultra low power sensor networks
- Active RFID

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Asset tracking systems
- Toys

## Schematic

Board Schematic




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Specification

| Specification | Value |
|---|---|
| Voltage | 3-3.6V (recommended 3.3V) |
| Maximum output power | +20 dBm |
| Emission mode current(peak) | 115 mA |
| Receive Mode Current(peak) | 45 mA |
| Power-down mode current | 4.2 uA |
| Operating temperature | -20 - 70 ℃ |
| Sensitivity 2Mbps mode in received | -92 dBm |
| Sensitivity 1Mbps mode in received | -95 dBm |
| Sensitivity 250kbps mode in received | -104 dBm |
| PA gain | 20 dB |
| LNA gain | 10 dB |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|---|---|
| LNA Noise figure | 2.6 dB |
| Antenna Gain (peak) | 2 dBI |
| 2MB rate (Open area) | 520 meter |
| 1MB rate (Open area) | 750 meter |
| 250Kb rate (Open area) | >1000 meter |
| Size | 38.00mm * 16.46mm * 0.8mm |

## Pin definition and Rating

| | |
|---|---|
| 1 GND | 2 VCC |
| 3 CE | 4 CSN |
| 5 SCK | 6 MOSI |
| 7 MISO | 9 IRQ |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Usage

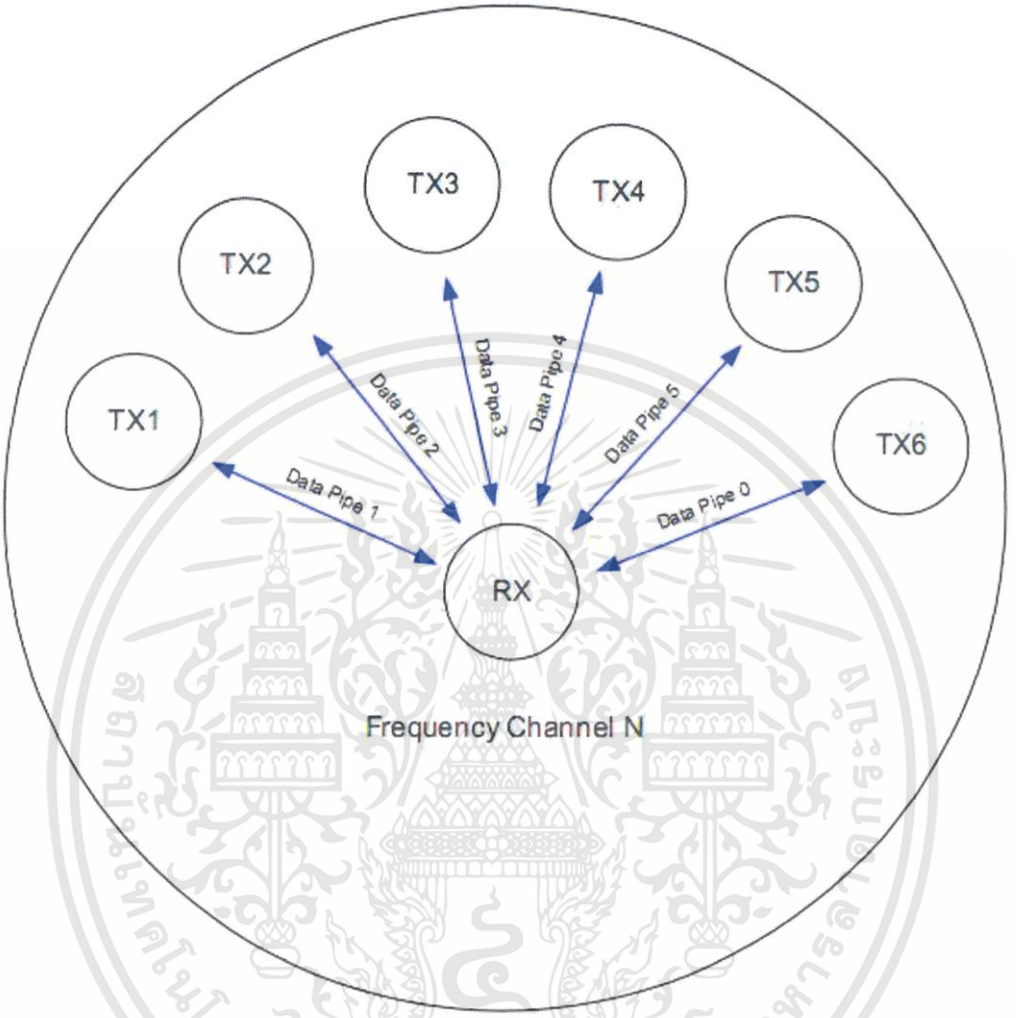
- Enhanced ShockBurst™

The Enhanced ShockBurst™ features enable significant improvements of power efficiency for bi-directional and uni-directional systems, without adding complexity on the host controller side. In Enhanced ShockBurst™ it is possible to configure parameters such as the maximum number of retrans- mits and the delay from one transmission to the next retransmission. All automatic handling is done without the involvement of the MCU. it could be for wireless mouse wireless keyboard.

- ShockBurst™

ShockBurst™ makes it possible to use the high data rate offered by nRF24L01 without the need of a costly, high-speed microcontroller (MCU) for data processing/clock recovery.In ShockBurst™ TX, nRF24L01 automatically generates preamble and CRC, it compatable with nRF2401A, nRF24E1, nRF2402 and nRF24E2 communication.If you want use 6 data pipe MultiCeiver™ for 1:6 star networks, selection Enhanced ShockBurst™

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

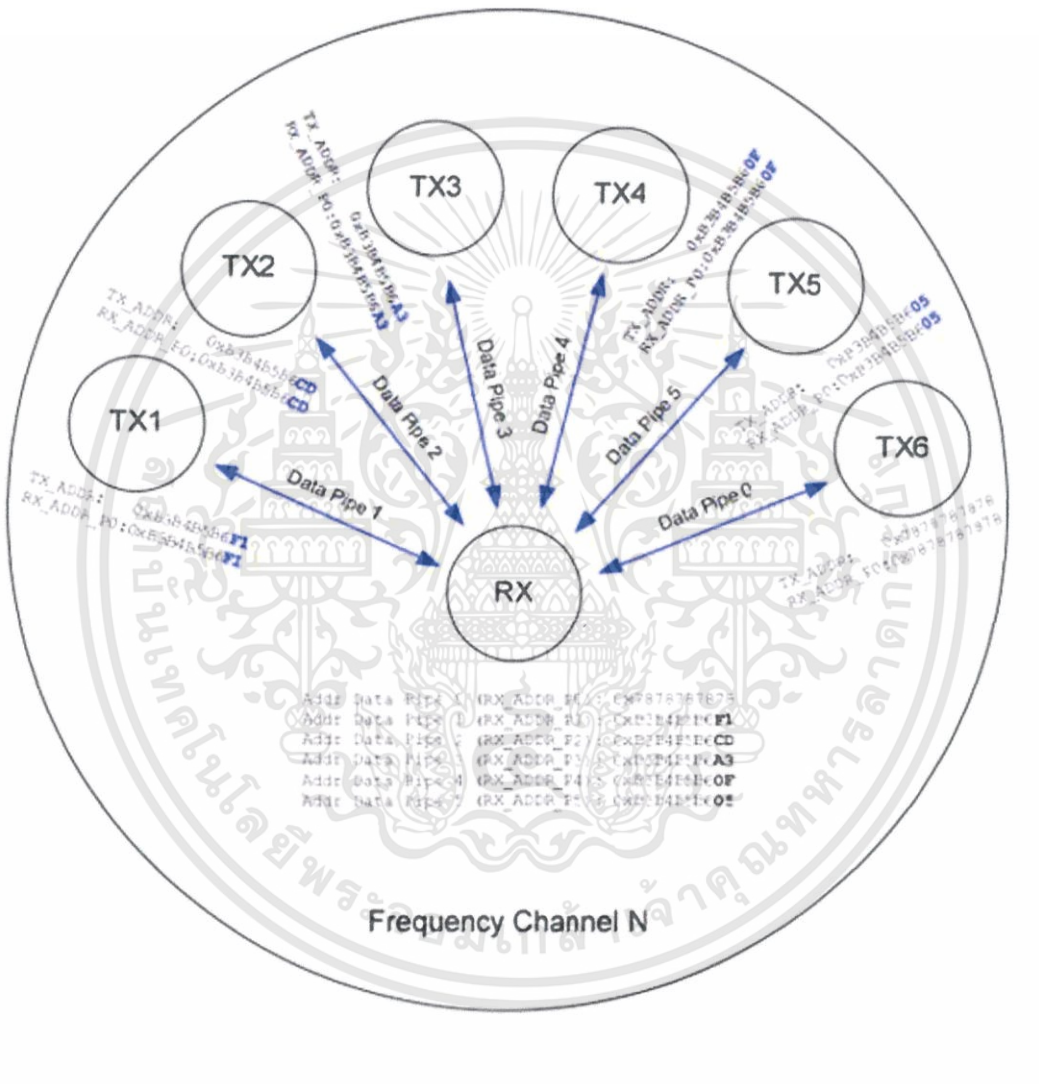



**nRF24L01 in a star network configuration.**

An nRF24L01 configured as primary RX (PRX) will be able to receive data trough 6 different data pipes, see Figure 4. A data pipe will have a unique address but share the same frequency channel. This means that up to 6 different nRF24L01 configured as primary TX (PTX) can communicate with one nRF24L01 configured as PRX, and the nRF24L01 configured as PRX will be able to distinguish between them. Data pipe 0 has a unique 40 bit configurable address. Each of data pipe 1-5 has an 8 bit unique address and shares the 32 most significant address bits. All data pipes can perform full Enhanced ShockBurst™ functionality. nRF24L01 will use the data pipe address when acknowledging a received packet. This means that nRF24L01 will

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

transmit ACK with the same address as it receives payload at. In the PTX device data pipe 0 is used to received the acknowledge, and therefore the receive address for data pipe 0 has to be equal to the transmit address to be able to receive the acknowledge. See Figure 5 for addressing example.




**Example on how the acknowledgement addressing is done.**

An nRF24L01 configured as PTX with Enhanced ShockBurst™ enabled, will use the ShockBurst™ feature to send a packet whenever the microcontroller wants to. After the packet has been transmitted, nRF24L01 will switch on its receiver and expect an acknowledgement to arrive from the terminating part. If this acknowledgement fails to arrive, nRF24L01 will retransmit the

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

same packet until it receives an acknowledgement or the number of retries exceeds the number of allowed retries given in the SETUP_RETR_ARC register. If the number of retries exceeds the number of allowed retries, this will show in the STATUS register bit MAX_RT and gives an interrupt. Whenever an acknowledgement is received by an nRF24L01 it will consider the last transmitted packet as delivered. It will then be cleared from the TX FIFO, and the TX_DS IRQ source will be set high. With Enhanced ShockBurst™ nRF24L01 offers the following benefits:

- Highly reduced current consumption due to short time on air and sharp timing when operating with acknowledgement traffic
- Lower system cost. Since the nRF24L01 handles all the high-speed link layer operations, like re-transmission of lost packet and generating acknowledgement to received packets, it is no need for hardware SPI on the systemmicrocontroller to interface the nRF24L01. The interface can be done by using general purpose IO pins on a low cost microcontroller where the SPI is emulated in firmware. With the nRF24L01 this will be sufficient speed even when running a bi-directional link.
- Greatly reduced risk of "on-air" collisions due to short time on air
- Easier firmware development since the link layer is integrated on chip

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# คู่มือการใช้งานบอร์ด

# 3G Module (ETEE058)

Thaieasyelec

enable your design

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ข้อมูลเบื้องต้นของบอร์ด 3G Module

บอร์ด 3G Module เป็นบอร์ดสื่อสารเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ 3G ใช้โมดูลสื่อสารยี่ห้อ Quectel รุ่น UC15-T รองรับความถี่ 850/2100 MHz ในระบบ UMTS (3G) และรองรับความถี่ 850/900/1800/1900 MHz ในระบบ GSM (2G) มีความเร็วในการสื่อสารข้อมูลสูงสุดระหว่างโมดูลกับเครือข่ายที่ 3.6 Mbps Downlink และ 384 Kbps Uplink เมื่อเชื่อมต่อกับเครือข่าย 3G เหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการทำให้ระบบเชื่อมต่อกับเครือข่าย 3G หรือผู้ที่ต้องการอัพเกรดระบบจาก 2G เป็น 3G ที่มีฟังก์ชันการใช้งานครอบคลุมทั้งการสื่อสารและระบุพิกัด สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานต่างๆ เช่น ระบบขนส่งและติดตามตำแหน่งรถบรรทุกสินค้า มิเตอร์อัจฉริยะ จุดขายสินค้าไร้สาย การรักษาความปลอดภัย งานด้านสาธารณะสุข การติดตามบุคคลหรือสิ่งของ การควบคุมและบำรุงรักษาทางไกล เป็นต้น

## คุณสมบัติของบอร์ด 3G Module

- ใช้โมดูลสื่อสาร UC15-T จาก Quectel Wireless Solutions Co., Ltd.
- รองรับความถี่ 850/2100 MHz ในระบบ UMTS 3G
- รองรับความถี่ 850/900/1800/1900 MHz ในระบบ GSM 2G
- รองรับความเร็วในการสื่อสาร HSPDA สูงสุดที่ 3.6 Mbps Downlink และ 384 Kbps Uplink
- รองรับ HSPA Release 5 (Category 6)
- รองรับ EDGE Downlink only
- รองรับ GPRS Multi-slot class 12
- รองรับ UMTS Release 99/5
- รองรับ GSM Release 99/4
- รองรับคำสั่ง AT Command 3GPP TS27.007 กับ 3GPP TS27.005 และ enhanced AT command ของ Quectel
- รองรับโปรโตคอลต่างๆ ได้แก่ PPP / TCP / UDP / FTP / HTTP / FILE / MMS / SMTP / SSL
- ออกแบบเป็น Module บอร์ดขนาดเล็ก
- เชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านทาง Serial UART
- มีพอร์ต Micro USB สำหรับเชื่อมต่อเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ต USB ได้
- มีจัมพ์เปอร์สำหรับเริ่มต้นการทำงานทันทีเมื่อจ่ายไฟ (Auto start)
- มีพินเฮดเดอร์สำหรับเริ่มต้นและปิดการทำงานด้วย Software โดยการทริกขา I/O
- มีสวิตช์สำหรับเริ่มต้นและปิดการทำงานด้วยการกดปุ่ม (Power switch)


เอกสารนี้สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

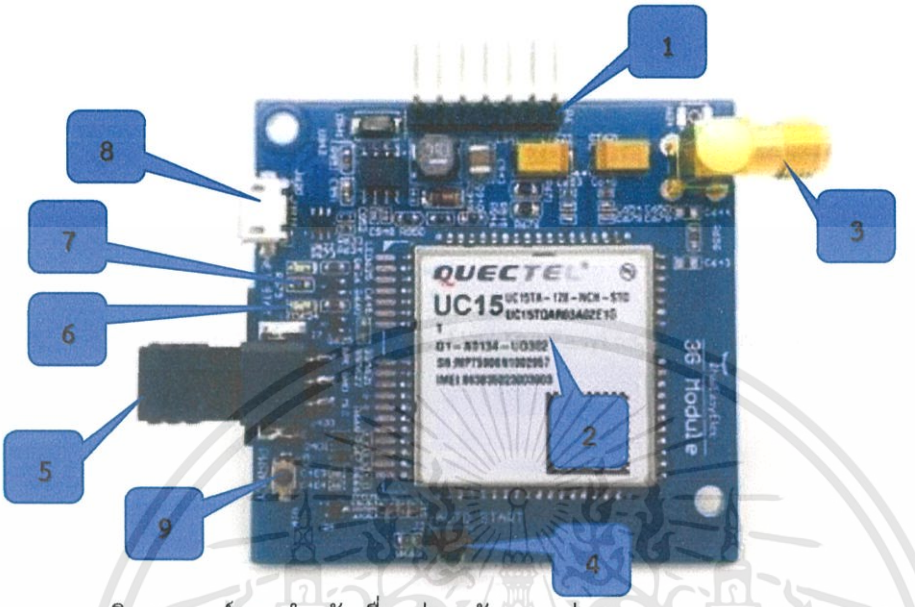
- มีไฟแสดงสถานะเปิดการทำงาน (Status LED)
- มีไฟแสดงสถานะเชื่อมต่อเครือข่าย (Network LED)
- คอนเน็คเตอร์สำหรับเสาอากาศสื่อสารหลัก (Main Antenna) แบบ RP-SMA
- มีช่องเสียบ SIM Card แบบ Push-Pull พร้อมวงจรป้องกัน ESD

ตารางสรุปการรองรับความถี่ของโมดูล Quectel UC15/UC20

| | 3G UMTS (Frequency in MHz) | | | | | 2G GSM (Freq. in MHz) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 800 | 850 | 900 | 1900 | 2100 | 850 | 900 | 1800 | 1900 |
| UC20 | | | | | | | | | |
| UC20-G (Global) | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| UC20-E (Europe) | ✗ | ✗ | ✓ | ✗ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| UC15 | | | | | | | | | |
| UC15-T (Thailand) | ✗ | ✓ | ✗ | ✗ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| UC15-E (Europe) | ✗ | ✗ | ✓ | ✗ | ✓ | ✗ | ✓ | ✓ | ✗ |


เอกสารนี้สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ส่วนประกอบของบอร์ด 3G Module




หมายเลข 1 ขาพินเฮดเดอร์ P6 สำหรับเชื่อมต่อขาสัญญาณต่างๆ
***ดูรายละเอียดเพิ่มเติมในหัวข้อ ขาเชื่อมต่อสัญญาณ

หมายเลข 2 UC15-T Module

หมายเลข 3 Connector แบบ SMA สำหรับเสียบเสาอากาศสื่อสารหลัก (Main Antenna)

หมายเลข 4 Auto Start Jumper J3 สำหรับให้โมดูลเริ่มต้นทำงานอัตโนมัติ
***ดูรายละเอียดเพิ่มเติมในหัวข้อการเปิด-ปิดการทำงานโมดูล

หมายเลข 5 Connector เชื่อมต่อสัญญาณ Audio out และ Mic In

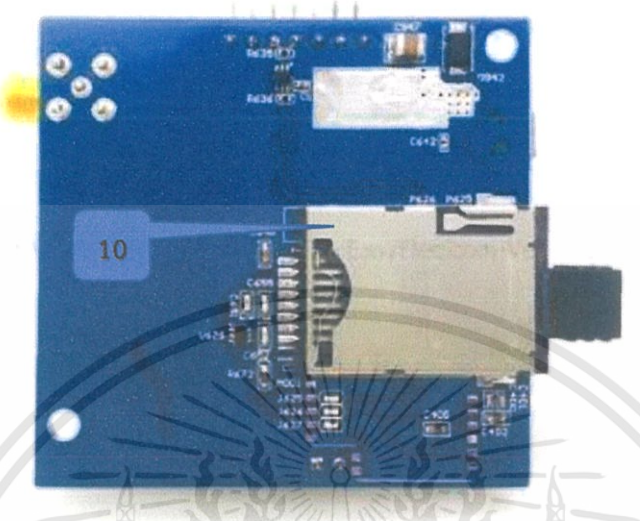
หมายเลข 6 Status LED

หมายเลข 7 Network LED

หมายเลข 8 Micro USB สำหรับพอร์ต USB Modem / USB AT / USB DM

หมายเลข 9 Power Key Switch S3 สำหรับเริ่มการทำงานของโมดูล
***ดูรายละเอียดเพิ่มเติมในหัวข้อการเปิด-ปิดการทำงานโมดูล


เอกสารนี้จัดทำขึ้นสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




หมายเลข 10 SIM Card Socket

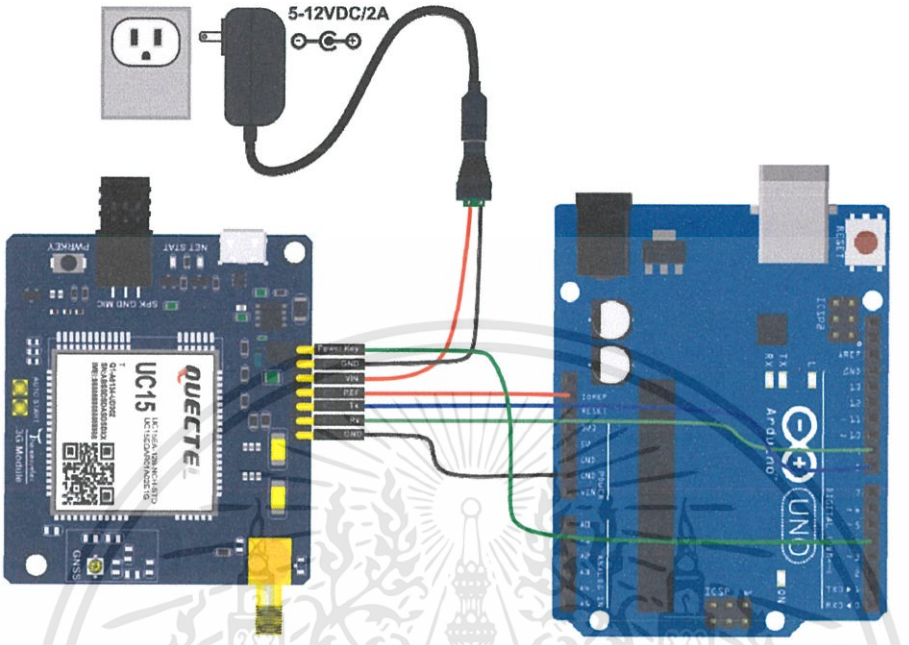
ขาเชื่อมต่อสัญญาณ

3G Module มีขาสัญญาณสำหรับเชื่อมต่อทั้งหมด 7 ขาที่คอนเน็คเตอร์ P6 ดังนี้ เรียงจากซ้ายไปขวาเมื่อหันตัวหนังสือ UC15-T ขึ้นด้านบน

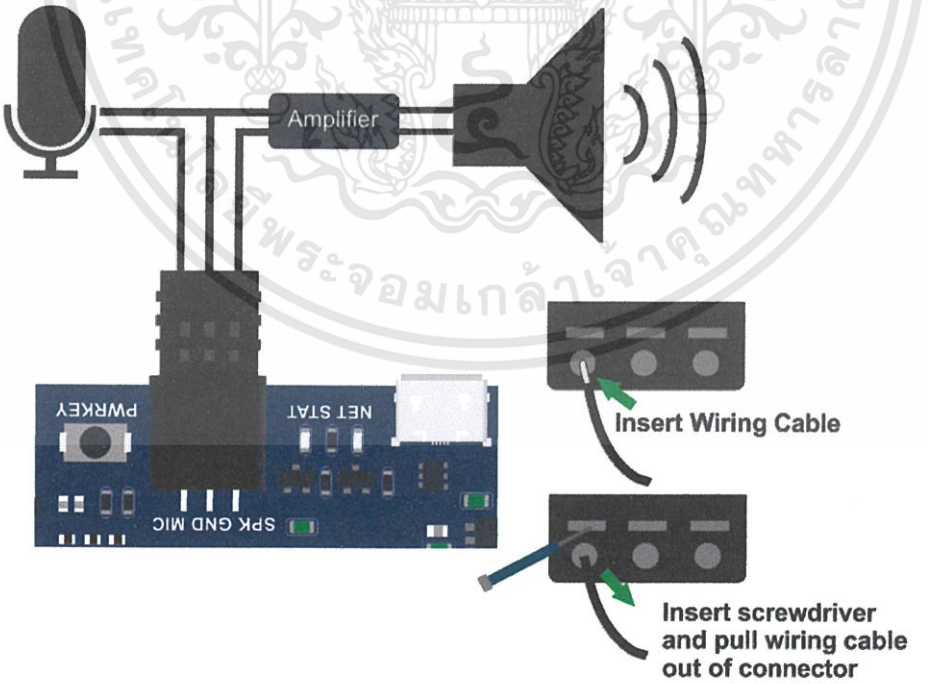
| | |
|---|---|
| PWRKEY | สำหรับเปิด-ปิดโมดูลผ่าน Software โดยการทริกขา I/O |
| GND | ขากราวด์ของโมดูล |
| VIN | สำหรับจ่ายไฟเลี้ยงโมดูลใช้ไฟเลี้ยงระดับแรงดัน 5 โวลต์ |
| IOREF | สำหรับอ้างอิงแรงดันสื่อสารของโมดูล<br>เชื่อมต่อกับ 5 โวลต์หากใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่สื่อสาร UART TTL<br>เชื่อมต่อกับ 3.3 โวลต์ หากใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่สื่อสาร UART LVTTL |
| RxD | ขารับสัญญาณ (Receive) สำหรับรับข้อมูลสื่อสารอนุกรมแบบ UART |
| TxD | ขาส่งสัญญาณ (Transmit) สำหรับส่งข้อมูลสื่อสารอนุกรมแบบ UART |
| GND | ขากราวด์ของโมดูล |


เอกสารนี้สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3G Module




## วิธีเชื่อมต่อ 3G Shield / 3G Module กับ Mic และ Speaker




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ต่อ ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้