

การประยุกต์ GPS ร่วมกับ RFID และ GSM ในระบบติดตามรถยนต์  
Application of GPS with RFID and GSM for tracking car system



T119165

นางสาวไปรจิต

Ms. Praichit

นางสาวรติ

Ms. Rati

ธำรงวีระชาติ

Thamrongwirachat

ท่าโพธิ์

Thapo

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน.....119165  
วัน,เดือน,ปี.....- 6 S.ค. 2554

b. 112363662  
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการปีการศึกษา 2553 เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# Application of GPS with RFID and GSM for tracking car system



**THIS THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF  
BACHELOR OF ENGINEERING IN INFORMATION ENGINEERING  
FACULTY OF ENGINEERING  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับงานวิจัยเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ACADEMIC YEAR 2010**

หัวข้อปริญญานิพนธ์

การประยุกต์ GPS ร่วมกับ RFID และ GSM ในระบบติดตามรถยนต์

รายนามนักศึกษา

นางสาวไปรจิต ชำรงวีระชาติ

รหัสนักศึกษา 50010988

นางสาวรติ ทาโพธิ์

รหัสนักศึกษา 50011267

ปริญญา

วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา

วิศวกรรมสารสนเทศ

พ.ศ.

2553

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

รศ.ดร. ชวลิต เบนจางคประเสริฐ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ได้รับการอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

(รศ.ดร. ชวลิต เบนจางคประเสริฐ)

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญาานิพนธ์	การประยุกต์ GPS ร่วมกับ RFID และ GSM ในระบบติดตามรถยนต์	
รายชื่อนักศึกษา	นางสาวไปรจิต ชำรงวีระชาติ	รหัสนักศึกษา 50010988
	นางสาวรติ ท่าโพธิ์	รหัสนักศึกษา 50011267
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	
สาขาวิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ	
พ.ศ.	2553	
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์	รศ.ดร. ชวลิต เบญจางคประเสริฐ	

### บทคัดย่อ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้เสนอการประยุกต์ GPS ร่วมกับ RFID และ GSM ในระบบติดตามรถยนต์ โดยการนำเทคโนโลยีการระบุตำแหน่งบนพื้นโลก (GPS) ระบบการจำแนกคลื่นความถี่ (RFID) และระบบรับส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (GSM) มาประยุกต์ใช้ร่วมกัน ระบบนี้มีความสามารถในการยืนยันบุคคลเจ้าของรถ (Authentication) ด้วยระบบ RFID และระบุตำแหน่งของรถยนต์ด้วยระบบ GPS จากนั้นส่งเป็นข้อความ (SMS) ผ่านระบบเครือข่ายโทรศัพท์มือถือไปยังโทรศัพท์ของเจ้าของรถเมื่อรถยนต์ถูกขโมยทันที ซึ่งประโยชน์ที่ได้รับจากปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้ ทำให้เกิดระบบการรักษาความปลอดภัยและระบบติดตามรถยนต์ที่มีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<b>Thesis Title</b>	Application of GPS with RFID and GSM for tracking car system.		
<b>Student</b>	Ms. Praichit	Thamrongwirachat	Student ID. 50010988
	Ms. Rati	Thapo	Student ID. 50011267
<b>Degree</b>	Bachelor of Engineering		
<b>Program</b>	Information Engineering		
<b>Year</b>	2010		
<b>Thesis Advisor</b>	Assoc. Prof. Dr. Chawalit Benjangkprasert		

### ABSTRACT

This thesis presents an application of GPS with RFID and GSM for tracking car system. By using technology of the Global Position System (GPS) cooperate with the Radio Frequency Identification (RFID) and the Global System for Mobile Communications (GSM). This well-designed system can authentication for the car owner by using the Radio Frequency Identification and can showed the position of the car by using short message service with the Global System for Mobile Communication to the car owner's mobile when the car was stolen. Therefore, the benefits of this thesis bring about the security and tracking car system is efficiently.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สามารถจัดทำสำเร็จได้ด้วยคำแนะนำและคำปรึกษาจาก รองศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต เบญจางคประเสริฐ ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์ ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้ง และขอบคุณเป็นอย่างยิ่ง

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์หลักสูตรวิศวกรรมสารสนเทศ และคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง สำหรับคำแนะนำ ความช่วยเหลือ ความรู้ที่ได้จากการเรียนจากอาจารย์ทุกท่าน ตลอดจนจนถึงค่าใช้จ่ายในโครงการ

ขอบคุณห้องทำโครงการ หลักสูตรวิศวกรรมสารสนเทศ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการดำเนินโครงการ และขอบคุณเพื่อนๆ ร่วมห้องทำโครงการสำหรับความร่วมมือ และความช่วยเหลือต่างๆ ทั้งในด้านวิชาความรู้ การทำงานและความเป็นอยู่ในห้องทำโครงการ

ขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ในหลักสูตรวิศวกรรมสารสนเทศ ที่ช่วยเหลือให้ข้อมูลและการให้กำลังใจตลอดจนการพัฒนาโครงการและต่อไป

ขอบคุณเพื่อนๆ ในสาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม และสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ที่ให้คำแนะนำ และความช่วยเหลือต่างๆ ในการทำโครงการครั้งนี้

ขอบคุณพี่แมว นักศึกษาปริญญาเอก คณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่ให้คำปรึกษาและความช่วยเหลือต่างๆ ทั้งเอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการทำโครงการ

สุดท้ายนี้ต้องขอบพระคุณบุคคลที่สำคัญที่สุด คือ บิดา มารดา และญาติทุกท่านที่เคารพรักอย่างยิ่ง ซึ่งท่านได้เลี้ยงดู พร้อมทั้งให้โอกาสทางด้านการศึกษามาโดยตลอด และเป็นกำลังใจให้เสมอมา ทำให้ข้าพเจ้านำความรู้เหล่านั้นมาใช้ในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จ ข้าพเจ้าขอระลึกในพระคุณและขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

คุณค่าและประโยชน์ที่ได้จากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้ผู้มีพระคุณทุกท่าน

นางสาวไปรจิต ชำรงวีระชาติ  
นางสาวรติ ท่าโพธิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา III และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญรูป.....	VIII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของปริิญยานิพนธ์.....	1
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
1.4 ขอบเขตของโครงการ.....	2
บทที่ 2 ระบบจีพีเอสและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 ระบบจีพีเอส.....	3
2.1.1 ระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก.....	4
2.1.2 ลักษณะการทำงานระบบระบุตำแหน่งGPS.....	5
2.1.3 เครื่องรับสัญญาณ GPS.....	7
2.1.4 มาตรฐานการสื่อสารข้อมูล NMEA-183.....	7
2.1.5 การแปลงหน่วยค่าพิกัดแบบ DMS, DD และ DM.....	11
2.1.6 ปัญหาความคลาดเคลื่อนของข้อมูลตำแหน่งรถที่จะนำไปใช้ในระบบบนำร่อง.....	14
2.2 ระบบรับส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่.....	14
2.2.1 General Packet Radio Service (GPRS).....	14
2.2.2 Edge.....	16
2.3 ระบบแผนที่.....	17
2.3.1 แผนที่ดิจิทัล.....	18
2.3.2 ระบบพิกัดบนแผนที่.....	18
2.3.3 ระบบกูเกิลแผนที่ (Google Map).....	18
2.4 ระบบยืนยันบุคคล RFID.....	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา IV และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4.1 ประวัติและความเป็นมาของเทคโนโลยี RFID.....	21
2.4.2 ลักษณะของ RFID.....	22
2.4.3 องค์ประกอบของ RFID.....	23
2.4.4 ประเภทของ Tag.....	24
2.4.5 หลักการทำงานเบื้องต้นของระบบ RFID.....	26
2.4.6 คลื่นพาหะและมาตรฐานของระบบ RFID.....	28
2.5 การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC.....	30
2.5.1 การตอบสนองสัญญาณอินเทอร์รัปต์จากภายนอก.....	30
2.5.2 การสื่อสารข้อมูลอนุกรมโดยใช้โมดูล UART.....	31
บทที่ 3 การออกแบบและโครงสร้างของระบบ.....	33
3.1 การออกแบบระบบ.....	33
3.2 โครงสร้างของระบบ.....	34
3.2.1 GPS Module.....	34
3.2.2 Microcontroller.....	35
3.2.3 GSM Module.....	39
3.2.4 RFID Module.....	40
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง.....	42
4.1 การทดลอง.....	42
4.1.1 การทดลองรับค่าจาก GPS Module.....	42
4.1.2 การทดลองรับค่าจาก GSM Module.....	44
4.1.3 การทดลองรับค่าจาก RFID Module.....	49
4.2 ผลการทดลอง.....	50
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง.....	52
5.1 สรุปผลการทดลอง.....	52
5.2 ปัญหา.....	52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5.3 แนวทางแก้ไข.....	52
บรรณานุกรม.....	53
ภาคผนวก.....	54
ภาคผนวก ก.....	55
ภาคผนวก ข.....	60



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ดจีจีเอ.....	10
2.2 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ดวีทีจี.....	11
2.3 ข้อดีและข้อเสียของ Passive Tag.....	24
2.4 ข้อดีและข้อเสียของ Active Tag.....	25
2.5 ย่านความถี่ต่างๆ ของระบบ RFID และการใช้งาน.....	29
3.1 การกำหนดค่าในแต่ละขาของ RFID GM500A.....	41



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา VII และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

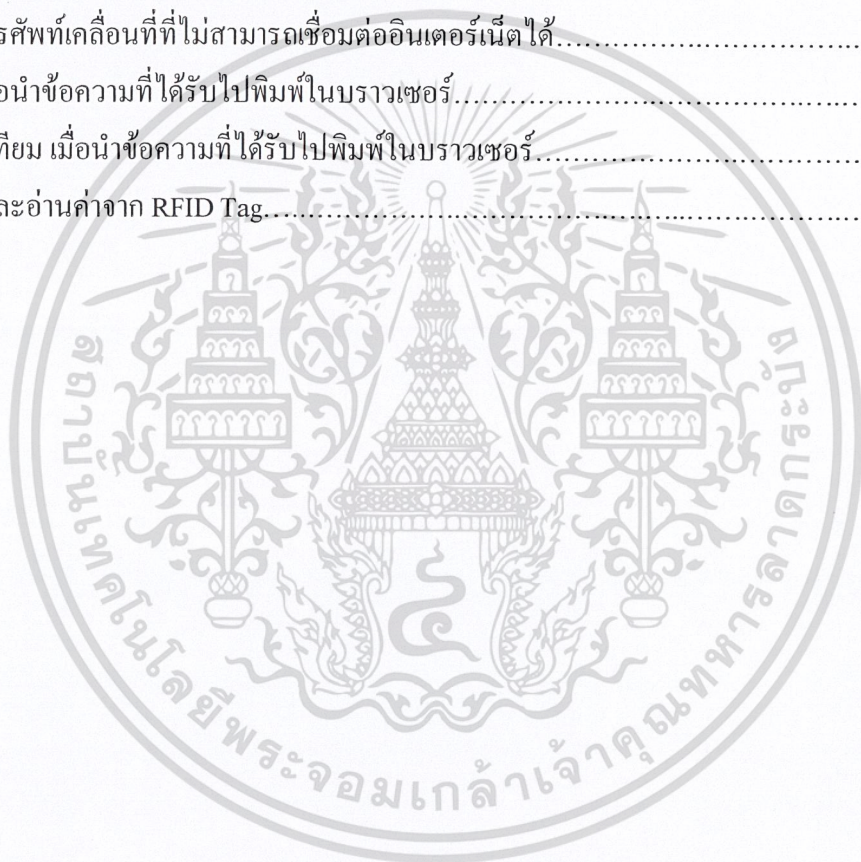
# สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 กลุ่มดาวเทียม NAVSTAR ในระบบ GPS .....	3
2.2 การระบุตำแหน่งบนพื้นโลกด้วยหลักการ Trilateral.....	5
2.3 การเชื่อมต่อระหว่างดาวเทียมและสถานีควบคุม.....	6
2.4 การเปิดใช้โปรแกรม Hyper Terminal.....	8
2.5 สัญญาณจีพีเอส โดยใช้โปรแกรม Hyper Terminal.....	9
2.6 หลักการทำงานของระบบจีพีอาร์เอส.....	15
2.7 เทคโนโลยี EDGE ในเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่.....	17
2.8 คุณลักษณะที่มีในกฎเกณฑ์.....	19
2.9 การเปรียบเทียบระหว่างระบบบาร์โค้ดกับระบบRFID.....	22
2.10 โครงสร้างภายใน Tag.....	23
2.11 ตัวอย่าง Reader และการทำงานของ Reader.....	24
2.12 โครงสร้างภายในของ Passive Tag.....	25
2.13 โครงสร้างภายในของ Active Tag.....	26
2.14 การสื่อสารระหว่าง Tag และตัวรับข้อมูล.....	28
2.15 ย่านความถี่ต่างๆ.....	28
3.1 Flow chart ของระบบ.....	33
3.2 GPS Module รุ่น SUP500F.....	34
3.3 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ET-BASE dsPIC30F4011.....	35
3.4 การจัดขาสัญญาณของ dsPIC30F4011.....	37
3.5 ลักษณะพอร์ต RS-232.....	37
3.6 วงจรการทำงานของ UART (RS232) .....	38
3.7 วงจรสาย Cable สำหรับ RS232.....	38
3.8 วงจรแปลงกระแสไฟจาก 9 – 15 V. เป็น 5 V.....	38
3.9 บอร์ด GR-64 GSM/GPRS สายอากาศและสายเชื่อมต่อ RS-232.....	39
3.10 RFID Module รุ่น GM500A Mifare Read/Write Module V1.0.....	40
4.1 การกำหนดค่าพอร์ตในโปรแกรม Hyper Terminal.....	42
4.2 ข้อมูลที่ได้รับจาก GPS Module ผ่านโปรแกรม Hyper Terminal.....	43
4.3 ข้อมูลที่ได้รับจาก GPS Module ผ่านโปรแกรม Hyper Terminal.....	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อ VIII และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.4 การกำหนดค่าพอร์ต ในโปรแกรม Hyper Terminal.....	45
4.5 การกำหนดค่าการส่งข้อความ ในโปรแกรม Hyper Terminal.....	45
4.6 ข้อความในโทรศัพท์เคลื่อนที่เมื่อทำการพิมพ์คำสั่งในโปรแกรม Hyper Terminal.....	46
4.7 ภาพแผนที่เมื่อนำข้อความไปเปิดในบราวเซอร์.....	47
4.8 ภาพถ่ายดาวเทียมเมื่อนำข้อความไปเปิดในบราวเซอร์.....	47
4.9 ข้อความในโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ไม่สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้.....	48
4.10 ภาพแผนที่เมื่อนำข้อความที่ได้รับไปพิมพ์ในบราวเซอร์.....	48
4.11 ภาพถ่ายดาวเทียม เมื่อนำข้อความที่ได้รับไปพิมพ์ในบราวเซอร์.....	49
4.12 การถือกอินและอ่านค่าจาก RFID Tag.....	50



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา IX และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาของปัญหา

ปัญหาของหายเป็นปัญหาหนึ่งที่ไม่มีความน่าพอใจเกิดขึ้นกับตัวเอง โดยเฉพาะสิ่งของที่มีราคาสูงอย่างเช่น รถยนต์ ในปัจจุบันมีเทคโนโลยีมากมายที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อแก้ไขปัญหานี้ ที่เรารู้กันดีคือเครื่องตรวจจับโลหะที่สนามบิน หรือระบบสัญญาณกันขโมยที่เป็นรีโมทคอนโทรล ซึ่งได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย จนกระทั่งปัจจุบันมีงานวิจัยได้หาวิธีจัดการกับระบบกันขโมยแบบนี้ ด้วยการสแกนคลื่นรีโมทสัญญาณกันขโมยแบบระบบเก่า หรือบางครั้งการใช้รีโมทกันขโมยแบบนี้ก็มีปัญหาเรื่องของตัวรีโมทที่ถ่านหมด ทำให้ใช้งานไม่ได้ จึงมีการพัฒนาระบบยืนยันตัวตนด้วยเทคโนโลยี RFID ขึ้นมาแก้ไขปัญหาดังกล่าว แต่เมื่อรถหายจริงๆ เราไม่สามารถทราบตำแหน่งที่รถจอดอยู่ จึงมีการพัฒนาระบบระบุตำแหน่ง GPS ขึ้นมา ซึ่งในปัจจุบันมีการใช้งานกันอย่างแพร่หลาย ทั้งในระบบติดตามและนำทางของรถยนต์

เราจึงนำเทคโนโลยี RFID และระบบระบุตำแหน่ง GPS มาประยุกต์ใช้ร่วมกัน โดยการส่งงานผ่าน Microcontroller โดยใช้ระบบ RFID ในการยืนยันตัวตนของเจ้าของรถแทนการใช้รีโมทคอนโทรล ซึ่งในปัจจุบันระบบ RFID นี้ได้รับความนิยมกันอย่างแพร่หลาย ทั้งในระบบการจัดการเก็บคลังสินค้า รวมถึงงานปศุสัตว์ต่างๆ ที่ต้องการการเก็บข้อมูล มีลักษณะการใช้งานคล้ายกับบาร์โค้ด แต่สามารถเก็บข้อมูลได้ระยะไกลกว่า และ RFID Tag ไม่สลับเหมือนบาร์โค้ด ทำให้ยากต่อการถูกทำลาย และเมื่อนำมาใช้งานร่วมกับระบบระบุตำแหน่ง GPS ก็ยังสามารถทำให้ติดตามรถยนต์ที่ถูกโจรกรรมไปได้ว่าอยู่ตรงจุดไหน เป็นเบาะแสให้เจ้าของรถสามารถไปนำรถกลับคืนได้ โดย GPS นี้จะรับค่าพิกัดเป็นวินาที เมื่อพิกัดมีการเปลี่ยนแปลง GPS ตัวนี้ก็จะทำงานร่วมกับ Microcontroller โดยส่งค่าพิกัดที่ได้ ไปให้ระบบ GSM เพื่อให้ทำการส่ง SMS ไปยังเจ้าของรถ ทำให้เจ้าของรถทราบพิกัดของรถและสามารถติดตามเพื่อนำรถกลับคืนได้

### 1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1.2.1 เพื่อศึกษาและพัฒนาระบบ RFID ระบบติดตาม GPS และระบบการสื่อสาร GSM ให้สามารถใช้งานง่าย

1.2.2 เพื่อพัฒนาระบบติดตามรถยนต์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และสามารถระบุได้ถึงจุดที่รถอยู่ ทำให้ง่ายต่อการติดตามรถยนต์คืน

### 1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ระบบที่พัฒนาขึ้น สามารถนำไปใช้กับรถยนต์ส่วนตัวได้

1.3.2 ระบบที่พัฒนาขึ้นจะช่วยให้รถยนต์หายน้อยลง และสามารถนำรถยนต์กลับคืนเจ้าของได้

1.3.3 ทำให้ผู้พัฒนาระบบมีความรู้เกี่ยวกับMicrocontroller, RFID, ระบบระบุตำแหน่ง GPS และระบบการสื่อสาร GSM และสามารถนำมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์แก่ผู้ใช้รถยนต์ได้

### 1.4 ขอบเขตของโครงการ

ระบบยืนยันตน RFID และระบบติดตาม GPS เป็นระบบติดตามรถยนต์โดยติดตั้งตัวอุปกรณ์ไว้ที่ตัวรถและติดสายอากาศให้ยื่นออกมา โดยมีขอบเขตการทำงานดังนี้

1.4.1 สามารถยืนยันตัวตนของเจ้าของรถ (Authentication) ได้โดยเจ้าของรถนำตัวส่งสัญญาณ (RFID Tag) และเข้ากับจุดที่ติดตั้งตัวรับสัญญาณ (RFID Reader)

1.4.2 ระบบระบุตำแหน่ง GPS จะคำนวณพิกัดของรถ เมื่อมีการแตะ RFID Tag หากตำแหน่งของรถยนต์เปลี่ยนแปลง ระบบจะสั่งให้ GSM Module ส่งข้อความ (SMS) ไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่ของเจ้าของรถ

1.4.3 ออกแบบระบบติดตามรถยนต์ให้สามารถติดตั้งได้ง่าย

## บทที่ 2

### ระบบระบุตำแหน่ง GPS และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง

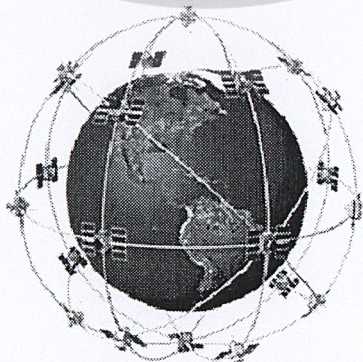
ในบทนี้จะกล่าวถึงระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลกว่าหลักการทำงานอย่างไร และเทคโนโลยีอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ระบบแผนที่ และระบบการยืนยันบุคคล เป็นต้น

#### 2.1 ระบบระบุตำแหน่ง GPS

มนุษย์เรามีวิวัฒนาการการบ่งบอกมาตั้งแต่สมัยแรกๆ ด้วยวิธีการมองและสังเกตจากดวงดาว ซึ่งก็เป็นวิธีการที่ใช้ได้ดี เพราะดวงดาวอยู่ห่างจากโลกเรามาก ทำให้เราสามารถมองเห็นกลุ่มดาวต่างๆ ในบริเวณกว้าง แต่ว่ามีข้อเสียคือ การสังเกตดวงดาวนั้นทำได้เฉพาะกลางคืนและต้องเป็นกลางคืนที่ท้องฟ้าเปิดเท่านั้น

ต่อมามนุษย์ได้สร้างระบบขึ้นมาเรียกว่า ระบบโลว์ราน (LORAN) โดยหลักการแล้วจะใช้คลื่นวิทยุซึ่งติดตามพื้นที่ส่วนต่างๆ และอีกระบบต่อมาใช้ระบบดาวเทียม คือระบบที่เรียกว่า ทรานส์ซิด ซิสเต็ม (TRANSIT SYSTEM) หรือ แซทนาฟ (SATNAF) แต่ทั้งสองระบบนี้ได้เลิกใช้งานไปแล้ว เนื่องจากในส่วนของระบบ โลว์รานั้นสามารถที่จะบอกตำแหน่งได้เพียงบริเวณหนึ่งๆ เท่านั้น ไม่สามารถที่จะบอกตำแหน่งครอบคลุมพื้นที่ได้ทั้งหมด ส่วนระบบทรานส์ซิด ซิสเต็มนั้นอยู่ในระดับที่ต่ำ และมีจำนวนน้อยเกินไป

กระทรวงกลาโหมของสหรัฐอเมริกา จึงได้ดำเนินโครงการ โกลบอล โพลีซันนิง ซิสเต็ม (Global Positioning System) ขึ้นมา โดย GPS จะใช้ดาวเทียมจำนวน 24 ดวง โคจรอยู่ในระดับสูงพ้นจากการรบกวนของคลื่นวิทยุโดยให้ความถูกต้องและเพียงพอที่จะชี้ตำแหน่งได้ทุกแห่งบนโลก ตลอดเวลา 24 ชั่วโมง และในปัจจุบันมีการนำเอา GPS มาใช้ในเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการสำรวจ เช่น ภูมิศาสตร์, วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม เป็นต้น



#### รูปที่ 2.1 กลุ่มดาวเทียม NAVSTAR ในระบบระบุตำแหน่ง GPS [3]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา<sup>3</sup> และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.1.1 ระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก

ระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลกหรือGPS นั้นย่อมาจากคำว่า Global Position System เป็นระบบหาพิกัดบนพื้นโลกระบบเดียวในปัจจุบัน ซึ่งสามารถแสดงตำแหน่งที่อยู่ที่แน่นอนว่าอยู่ ณ ตำแหน่งใดบนโลกได้ทุกเวลาทุกสภาพอากาศ ระบบนี้ได้พัฒนาขึ้นโดยกระทรวงกลาโหม ประเทศสหรัฐอเมริกาซึ่งจัดทำโครงการ Global Position System มาตั้งแต่ปีพ.ศ.2521 โดยอาศัยการรับส่งสัญญาณจากดาวเทียมที่มีความแม่นยำสูงและระบบวิทยุนำร่องเป็นพื้นฐานในการกำหนดตำแหน่งค่าพิกัดของเครื่องรับ(Receiver) ซึ่งเมื่อเสร็จสิ้นโครงการมีจำนวนดาวเทียมทั้งหมดถึง 24 ดวงที่มีชื่อว่า NAVSTAR พร้อมด้วยสถานีควบคุมภาคพื้นดินเพื่อให้ระบบระบุตำแหน่ง GPS สามารถทำงานได้ทุกสภาวะและตลอด 24 ชั่วโมง

ในการกำหนดค่าพิกัดของระบบระบุตำแหน่ง GPS ใช้หลักการ Trilateral ในการหาตำแหน่ง ทำได้ด้วยการนำเครื่องรับ ไปยังตำแหน่งที่ต้องการจะทราบค่าพิกัด จากนั้นเครื่องรับจะรอสัญญาณจากดาวเทียม เมื่อเครื่องรับ ได้รับสัญญาณจากจำนวนดาวเทียมที่เพียงพอก็จะประมวลผลสัญญาณข้อมูลที่ได้จากดาวเทียมและแสดงผลออกมาเป็นค่าพิกัดของตำแหน่งเครื่องรับ

### หลักการ Trilateral

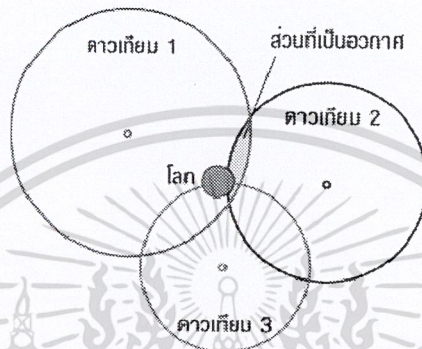
หลักการ Trilateral คือการอ้างอิงตำแหน่งจากจุด 3 จุด เมื่อทราบว่าเราห่างจากตำแหน่ง 3 จุดนั้น แต่ละจุดเป็นระยะทางเท่าไรเราก็สามารถทราบตำแหน่งที่เราอยู่ปัจจุบันได้ โดยจากสูตรคำนวณทางพีสิคส์ ดังนี้

$$\text{ความเร็ว} \times \text{เวลา} = \text{ระยะทาง} \quad (2.1)$$

โดยดาวเทียมทั้ง 3 ดวงจะส่งสัญญาณที่เหมือนกันมายังGPSด้วยความเร็วแสง (300,000,000 เมตรต่อวินาที) แต่ระยะเวลาในการรับสัญญาณจากดาวเทียมแต่ละดวงนั้นจะไม่เท่ากัน เนื่องจากระยะทางที่ไม่เท่ากัน และใช้ความแตกต่างของเวลาในการรับส่งสัญญาณระหว่างดาวเทียมกับตัวรับสัญญาณ โดยการคำนวณหาตำแหน่ง ความเร็วและเวลา ให้กับผู้ใช้งาน

ในการใช้งานระบบระบุตำแหน่ง GPS ในโหมคมาตรฐานจะมีความเที่ยงตรงเฉลี่ย 100 m ในแนวนอน และ 156 m ในแนวตั้ง ในงานที่ต้องการความเที่ยงตรงมากๆ จะต้องใช้ DGPS (Difference Global Positioning System) โดยรูปแบบของ DGPS จะประกอบด้วยเครื่องรับที่เรียกว่า “เครื่องอ้างอิง” ซึ่งทราบตำแหน่งที่ตั้งอย่างถูกต้องแม่นยำอยู่แล้ว

หากทราบว่าเราอยู่ห่างจากดาวเทียม A 10 mile หมายความว่าเราจะอยู่ที่ใดก็ได้ในทรงกลมรัศมี 10 mile จากดาวเทียม A เรารู้อีกว่าเราห่างจากดาวเทียม B 15 mile ซึ่งนั่นจะทำให้ทรงกลมสองวงซ้อนทับกัน และถ้ารู้ระยะทางไปยังดาวเทียมดวงที่ 3 ซึ่งนั่นจะทำให้เกิดทรงกลมที่ตัดกับวงกลมข้างต้นที่ 2 จุดเท่านั้นซึ่งจะทำการตัดจุดที่อยู่บนอวกาศออกไปเพื่อให้เหลือเฉพาะจุดที่อยู่บนโลกเท่านั้น ทั้งนี้เครื่องรับสัญญาณอาจจะหาดาวเทียมดวงที่ 4 หรือมากกว่านั้นก็ได้เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ละเอียดและถูกต้องมากขึ้น



รูปที่ 2.2 การระบุตำแหน่งบนพื้นโลกด้วยหลักการ Trilateral [5]

เพื่อที่จะคำนวณหาตำแหน่งได้ เครื่องรับสัญญาณจะต้องรู้ข้อมูลสองอย่างคือ

1. ตำแหน่งของดาวเทียมอย่างน้อย 3 ดวงที่อยู่บนฟ้าขณะนั้น
2. ระยะทางจากเครื่องรับสัญญาณถึงดาวเทียม

### 2.1.2 ลักษณะการทำงานระบบระบุตำแหน่ง GPS

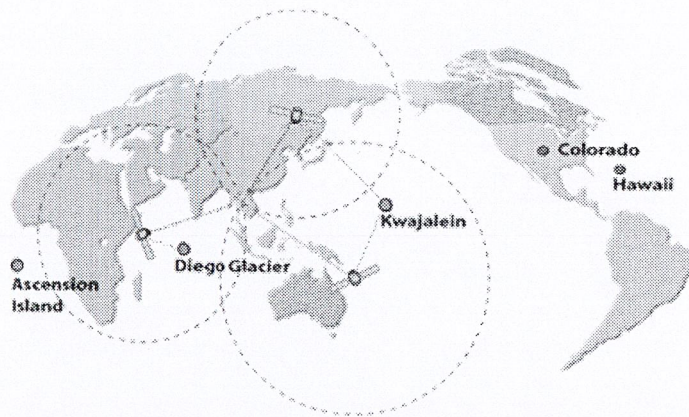
ลักษณะทั่วไปของระบบระบุตำแหน่ง GPS ประกอบด้วยส่วนประกอบ 3 ส่วน ได้แก่

1. ส่วนอวกาศ ประกอบด้วยดาวเทียมทั้งหมด 24 ดวง โดยดาวเทียมจำนวน 21 ดวง จะใช้ในการบอกค่าพิกัด ส่วนที่เหลือ 3 ดวง จะสำรองเอาไว้ ดาวเทียมทั้ง 24 ดวงนี้จะมียังโคจรอยู่ 6 วงโคจรด้วยกัน โดยแบ่งจำนวนดาวเทียมวงโคจรละ 4 ดวง และมีรัศมีวงโคจรสูงจากพื้นโลกประมาณ 20,200 km (12,600 mile) วงโคจรทั้ง 6 จะเอียงทำมุมกับเส้นศูนย์สูตร (Equator) เป็นมุม 55 องศา โดยดาวเทียมหนึ่งดวงจะสามารถโคจรรอบโลกได้ 1 รอบใน 12 ชั่วโมง (ประมาณ 1.8 mile/s) ในระหว่างการโคจรรอบโลกนั้น ดาวเทียมจะมีการรับส่งสัญญาณสู่พื้นโลกผ่านเสาส่งสัญญาณที่ติดตั้งจากดาวเทียมมายังโลก และมีการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในการขับเคลื่อน การที่ GPS จะทำงานได้อย่างน้อยต้องรับสัญญาณจากดาวเทียม 3 ดวงขึ้นไป

โดยถ้ารับสัญญาณได้ 4 ดวงขึ้นไป ก็จะสามารถบอกพิกัดความสูงได้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา<sup>5</sup> และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 การเชื่อมต่อระหว่างดาวเทียมและสถานีควบคุม [5]

2. สถานีควบคุม ประกอบด้วย 5 สถานีย่อย ทำหน้าที่คอยติดต่อสื่อสาร(Tracking) กับดาวเทียมโดยใช้เรดาร์ส่งสัญญาณไปยังดาวเทียม เพื่อให้ดาวเทียมอยู่ในวงโคจร ในความเร็ว และความถี่ที่เหมาะสม ทำการคำนวณผล(Computation) เพื่อบอกตำแหน่งของดาวเทียมแต่ละดวง และส่งข้อมูลที่ได้ไปยังดาวเทียมอยู่ตลอดเวลา ทำให้ข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลที่ทันสมัยอยู่เสมอ และในทางกลับกัน สถานีเหล่านี้ยังทำหน้าที่รับสัญญาณจากดาวเทียมและส่งข้อมูลไปยังเครื่องลูกข่ายGPS เพื่อบอกตำแหน่งและข้อมูลของเครื่องลูกข่ายนั้นๆ อย่างถูกต้องด้วย

สถานีที่ทำกรควบคุมดาวเทียมจะมีอยู่ 5 แห่ง คือ สถานีหลักที่ Colorado, สถานีบนเกาะ Ascension, สถานี Diego Garcia (มหาสมุทรอินเดีย), Kwajalein และ Hawaii

3. ผู้ใช้ ประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ ส่วนที่ใช้ทางด้านพลเรือน(Civilian) และส่วนที่ใช้ทางทหาร(Military) ในส่วนของผู้ใช้จะมีหน้าที่พัฒนาเครื่องรับสัญญาณ(Receive) ให้ทันสมัยและสะดวกแก่การใช้งาน สามารถที่จะใช้ได้ทุกแห่งในโลก และมีค่าที่มีความถูกต้องสูงโดยในGPSนั้นจะมีโปรแกรมคอมพิวเตอร์อยู่ในตัวเครื่องเพื่อให้เครื่องทราบว่าดาวเทียมอยู่ในตำแหน่งใด ในเวลานั้นๆ โดยGPSจะทำการคำนวณ ตรวจสอบ และถอดรหัสสัญญาณที่ได้จากดาวเทียม เพื่อให้ได้ข้อมูลมา ซึ่งข้อมูลที่ได้โดยปกติก็มักจะถูกระมวลผลโดยโปรแกรมและส่งข้อมูลออกมาทางหน้าจอของGPSนั้นๆ เพื่อให้ผู้ใช้ได้ทราบข้อมูล โดยการแสดงผลก็จะต่างกัน ขึ้นกับ โปรแกรมในGPSแต่ละรุ่นและยี่ห้อ

### 2.1.3 เครื่องรับสัญญาณ GPS

ทำหน้าที่รับสัญญาณจากดาวเทียมแล้วนำสัญญาณดังกล่าวมาประมวลผลเพื่อหาพิกัดปัจจุบัน ซึ่งภายในGPS ประกอบไปด้วยอุปกรณ์หลักๆ ดังนี้

- ภาค RF ทำหน้าที่รับสัญญาณอนาล็อกจากดาวเทียม GPS ผ่านกระบวนการแปลงสัญญาณไปเป็นสัญญาณดิจิทัล เพื่อส่งไปประมวลผลในภาค Baseband
- ภาค Baseband ทำหน้าที่ประมวลผลสัญญาณที่รับมาจากภาค RF เพื่อที่จะนำข้อมูลต่างๆ ไปคำนวณหาตำแหน่งต่อไป
- ส่วน Microprocessor ทำหน้าที่ติดต่อกับภาค Baseband เพื่อประมวลผลหาพิกัดตำแหน่งและติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก เช่น คอมพิวเตอร์ เป็นต้น

### 2.1.4 มาตรฐานการสื่อสารข้อมูล NMEA-183

หน่วยงานที่ทำหน้าที่กำหนดมาตรฐานในการสื่อสารข้อมูล GPS คือ หน่วยงาน NMEA (National Marine Electronics Association) ได้มีการกำหนดให้โปรโตคอล NMEA-183 เป็นโปรโตคอลมาตรฐานในการสื่อสารข้อมูลจาก GPS ไปสู่อุปกรณ์เชื่อมต่อภายนอก ซึ่งข้อมูลเหล่านี้อยู่ในรูปแบบ ASCII Codes จะถูกส่งผ่านทางพอร์ต EIA-422A ไปสู่คอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรม (RS-232) โดยกำหนดอัตราความเร็วในการส่งข้อมูลอยู่ที่ 4,800 bps โดยมีบิตเข้าข้อมูล 8 บิตแบบ ไม่มีพาริตีบิต แต่มีบิตเริ่มต้น (Start Bit) และบิตสิ้นสุด (Stop Bits)

ตามโปรโตคอล NMEA-183 ลักษณะข้อมูลที่ใช้ในการสื่อสารอยู่ในรูปแบบประโยค แต่ละส่วนในประโยคมีการขึ้นด้วยเครื่องหมายจุลภาค (,) มีการแบ่งประโยคเป็นกลุ่มรูปแบบที่แตกต่างกัน ตัวอย่างของกลุ่มรูปแบบประโยคได้แก่ GLL, GGA, STN, TRF, VRW, RCM, VTG เป็นต้น

จาก GPS Module ที่ใช้ ให้ข้อมูลออกมาหลายประโยค เลือกใช้งานเพียงประโยค GGA และวีทีอีเท่านั้น โดยในประโยค GGA จะมีข้อมูลพิกัดของ GPS ที่เราต้องการครบถ้วนคือ เวลายูทีซี(UTC Time), Latitude และ Longitude ซึ่งประโยค GGA มีรูปแบบดังนี้

```
$GPGGA,161229.487,3723.2475,N,12158.3416,W,1,07,1.0,9.0,0.0,0.0000*18
```

ประโยค GGA มีข้อมูลขนาด 80 bytes ซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองทรัพยากรหน่วยความจำ ดังนั้นจึงทำการลดขนาดความยาวของประโยคให้เหลือเพียงข้อความในประโยคที่ต้องการเท่านั้น

```
$GPGGA,101333.25,1343.542,N,10046.312,E,1,04,1.92,-161,M,-27,M,,*50
```

ข้อมูลที่ขีดเส้นใต้คือข้อมูลที่เรานำไปใช้งานจริง ซึ่งจะเห็นว่ามีย่านเพียง 30 bytes เมื่อทำการลดขนาดแล้วจะได้ข้อมูลดังนี้

101333.25 1343 542 N 10046.312 E

ในที่นี้เราจะได้ข้อมูลเป็น

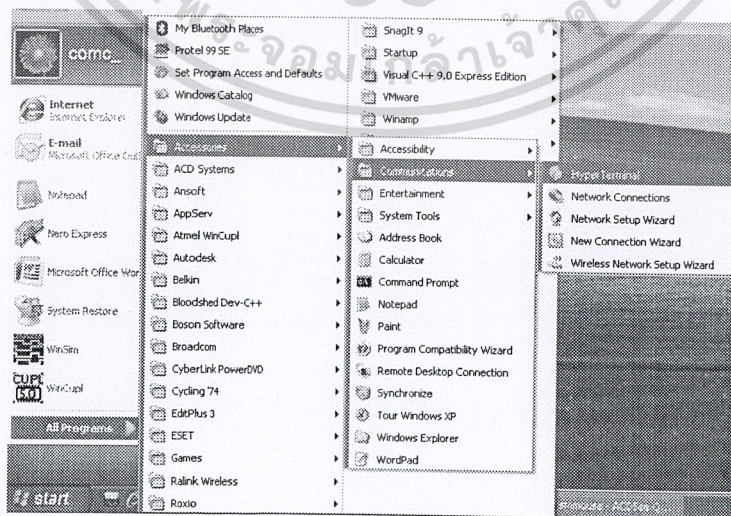
Latitude	=	13 องศา 43.542 ลิปดา
N/S	=	N
Longitude	=	100 องศา 46.312 ลิปดา
E/W	=	E

ส่วนประโยค VTG จะเป็นข้อมูลบอกความเร็ว ประกอบด้วย ทิศทางและความเร็ว โดยมีหน่วยเป็นองศา (Degree), น็อต (knot) และกิโลเมตรต่อชั่วโมง (km/hr)

\$GPVTG,000.0,T,,M,000.0,N,0000.0,K,A\*3D

เมื่อมีค่าเปลี่ยนแปลง จะทราบได้ทันทีว่า ขณะนี้ GPS ได้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วเท่าใด โดยดูได้จากค่าที่เปลี่ยนไป โดยหากไม่มีการเคลื่อนที่ ไม่มีความเร็ว ค่าในประโยค VTG จะไม่มีการเปลี่ยนแปลง

ในการทดสอบว่า GPS Module นั้น ในการรับสัญญาณ GPS จากดาวเทียมนั้นทำได้โดยแปลงสัญญาณ GPS โดยนำขาสัญญาณจาก GPS ต่อผ่านตัวไอซี MAX232 จะได้สัญญาณอนุกรม นำต่อเข้าพอร์ต RS-232 ของคอมพิวเตอร์ จากนั้นตรวจสอบ โดยดูจาก โปรแกรม Hyper Terminal ดังรูป



รูปที่ 2.4 การเปิดใช้โปรแกรม Hyper Terminal

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำการเชื่อมต่อ GPS เข้ากับคอมพิวเตอร์ ผ่านพอร์ต RS-232 แล้ว ทำการตั้งค่าอัตราการรับส่งข้อมูล (Baud rate) โดยดูจากข้อมูลของตัวอุปกรณ์ในการตั้งค่า Baud rate เช่น 4,800 bps หรือ 9,600 bps ในที่นี้ใช้ 9,600 bps และต้องรอระยะเวลา delay ที่ GPS จะเชื่อมต่อรับส่งสัญญาณกับดาวเทียม โดยมีระยะเวลาประมาณ 10 – 15 นาที แล้วแต่รุ่นและยี่ห้อของอุปกรณ์

```

TEST GPS - HyperTerminal
File Edit View Call Transfer Help
$GPGSV,3,2,12,19,42,026,28,23,36,187,,08,16,328,20,03,14,037,28*7D
$GPGSV,3,3,12,28,13,292,,20,09,175,,06,03,040,,32,03,151,*75
$GPRMC,182310.997,V,1343.62672,N,10046.50533,E,0005.65,010.59,150211,,N*44
$GPVTG,010.59,T,M,0005.65,N,00010.46,K,N*0A
$GPZDA,182310.997,15,02,2011,00,00*5C
$GPGGA,182311.997,1343.62672,N,10046.50533,E,0,0,00,98.8,25.90,M,-25.89,M,,0000*7F
$GPGSA,A,1,,,,,,,,,07,1,98,8,57,9*04
$GPGSV,3,1,12,11,60,147,,13,54,233,,07,45,343,38,24,42,143,*72
$GPGSV,3,2,12,19,42,026,29,23,36,187,,08,16,328,19,03,14,037,28*76
$GPGSV,3,3,12,28,13,292,,20,09,175,,06,03,040,,32,03,151,*75
$GPRMC,182311.997,V,1343.62672,N,10046.50533,E,0003.13,010.59,150211,,N*42
$GPVTG,010.59,T,M,0003.13,N,00005.81,K,N*02
$GPZDA,182311.997,15,02,2011,00,00*5D
$GPGGA,182312.997,1343.62672,N,10046.50533,E,0,0,00,92.5,25.90,M,-25.89,M,,0000*7B
$GPGSA,A,1,,,,,,,,,00,4,92,5,56,0*09
$GPGSV,3,1,12,11,60,147,,13,54,233,,07,45,343,38,24,42,143,*72
$GPGSV,3,2,12,19,42,026,28,23,36,187,,08,16,328,18,03,14,037,27*79
$GPGSV,3,3,12,28,13,292,,20,09,175,,06,03,040,,32,03,151,*75
$GPRMC,182312.997,V,1343.62672,N,10046.50533,E,0005.65,010.59,150211,,N*46
$GPVTG,010.59,T,M,0005.65,N,00010.46,K,N*0A
$GPZDA,182312.997,15,02,2011,00,00*5E
Disconnected Auto detect 9600,8,N,1
  
```

### รูปที่ 2.5 สัญญาณ GPS โดยใช้โปรแกรม Hyper Terminal

จากรูปมีรายละเอียดภายในประโยคของข้อมูล NMEA ดังนี้

- **GGA (Global Positioning System Fixed Data)**

ประโยคนี้ประกอบด้วยข้อมูลซึ่งใช้บอกตำแหน่งพิกัด Latitude, Longitude, เวลา, จำนวนดาวเทียมที่ใช้ในการคำนวณพิกัด (Satellite used) และความสูงของน้ำทะเล (MSL Altitude) เช่น

\$GPGGA,101333.25,1343.542,N,10046.312,E,1,04,1,92,-161,M,-27,M,,\*50

ตารางที่ 2.1 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในประโยค GGA

Name	Example	Unit	Description
Message ID	\$GPGGA		GGA protocol header
UTC Position	101333.25		hhmmss.sss
Latitude	1343.542		ddmm.mmmm
N/S Indicator	N		N=north or S=south
Longitude	10046.312		dddmm.mmmm
E/W Indicator	W		E=east or W=west
Position Fix Indicator	1		
Satellite Used	04		Range 0 to 12
HDOP	1.92		Horizontal dilution of Precision
MSL Altitude	-161	Meter	
Units	M	Meter	
Geoids Separation	-27	Meter	
Units	M	Meter	
Age of Diff. Corr		Second	Null fields when DGPS is not used
Diff. Ref. Station ID			
Checksum	*18		
<CR><LF>			End of message termination

Value	Description
0	Fix not available or invalid
1	GPS SPS Mode, fix valid
2	Differential GPS, SPS Mode, fix valid
3	GPS SPS Mode, fix valid

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา<sup>10</sup> และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### - VTG (Course Over Ground and Ground Speed)

ประโยคนี้ประกอบด้วยข้อมูลซึ่งใช้บอกทิศทางและความเร็ว โดยตัวประโยค VTG ที่ GPS ส่งออกมา จะมีโครงสร้างเป็นดังนี้

\$GPVTG,309.62,T,,M,0.13,N,0.2,K\*6E

ตารางที่ 2.2 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในประโยค VTG

Name	Example	Unit	Description
Message ID	\$GPVTG		VTG protocol header
Course	309.62	Degree	Measured heading
Reference	T		True
Course		Degree	Measured heading
Reference	M		Magnetic
Speed	0.13	Knots	Measured horizontal speed
Units	N		Knots
Speed	0.2	Km/hr	Measured horizontal speed
Units	K		Kilometer per hour
Checksum	*6E		
<CR><LF>			End of message termination

#### 2.1.5 การแปลงหน่วยค่าพิกัดแบบ DMS, DD และ DM

โดยทั่วไปในประเทศไทยนิยมใช้แค่สองระบบเท่านั้น คือ

1. พิกัดกริด UTM (Universal Transverse Mercator) การอ่านค่าสามารถอ่านตัวเลขตามค่า East (ค่า X) และ ค่า North (ค่า Y) ในกริด โซน 47, 48 (Grid Zone 47, 48) และ UTM มีหน่วยเป็นเมตร

2. พิกัดภูมิศาสตร์ (Geographic coordinate system) การอ่านค่อนข้างยุ่งยากเล็กน้อย เพราะเครื่องฯ GPS ในแต่ละรุ่น มีการแสดงค่าพิกัดภูมิศาสตร์ที่แตกต่างกัน ดังนี้

- DMS (Degrees Minutes Seconds) แสดงในหน่วยองศา ลิปดา ฟลิปดา ( $^{\circ}'"$ ) เหมือนกับหน่วยของเวลา บอกเวลาเป็น ชั่วโมง นาที และวินาที

ค่าองศา (Degrees) 1 องศา มี 60 ลิปดา

ค่าลิปดา (Minutes) 1 ลิปดา มี 60 ฟลิปดา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา<sup>11</sup> และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าฟิลิปดา (Seconds) 1 ฟิลิปดา มีค่าระยะทางประมาณ 30.48 m หรือ 100 ft. บริเวณศูนย์สูตร เช่น Latitude: 13 ° 43 '39 " N, Longitude: 100 ° 46 ' 20 " E

- DD (Decimal Degrees) แสดงในระบบพิกัดแบบค่าตัวเลขทศนิยมเป็นเลขฐานสิบ เช่น Latitude: 13.7275 ° N, Longitude: 100.7722 ° E

- DM (Degrees Minutes) แสดงในระบบพิกัดแบบค่าตัวเลขทศนิยม เช่นเดียวกับ DD แต่บอกเฉพาะค่าองศา และค่าลิปดา ส่วนค่าฟิลิปดาปัดเป็นตัวเลขทศนิยมของค่าลิปดา เพื่อนำไปใช้ในคอมพิวเตอร์ เช่น Latitude: 13 ° 43.65' N, Longitude: 100 ° 46.33' E

ดังนั้นเมื่อเราต้องการใช้งานแบบใดแบบหนึ่ง จึงต้องมีการแปลง (Convert) ค่าหน่วยจากหน่วยที่ได้จาก GPS ไปเป็นหน่วยที่ต้องการนำไปใช้งาน

### วิธีการแปลงค่าหน่วยในระบบพิกัดแบบ DMS เป็น DD มี 2 วิธี ดังนี้

แปลงค่าพิกัดในหน่วย DMS ให้เป็น DD เช่น อาคาร 12 ชั้น คณะวิศวกรรมศาสตร์สจล. ตั้งอยู่ที่ Latitude 13 องศา 43 ลิปดา 39 ฟิลิปดา เหนือ Longitude 100 องศา 46 ลิปดา 20 ฟิลิปดา ตะวันออก

วิธีที่ 1 จาก สมการ  $DD = \text{Degrees} + (\text{Minutes} * 60 + \text{Seconds}) / 3600$  (2.2)

จะได้ Latitude =  $13 + (43 * 60 + 39) / 3600 = 13.7275$

จะได้ Longitude =  $100 + (46 * 60 + 20) / 3600 = 100.7722$

วิธีที่ 2 จาก สมการ  $DD = (\text{Seconds} / 3600) + (\text{Minutes} / 60) + \text{Degrees}$  (2.3)

จะได้ Latitude =  $(39 / 3600) + (43 / 60) + 13 = 13.7275$

จะได้ Longitude =  $(20 / 3600) + (46 / 60) + 100 = 100.7722$

ดังนั้น ค่า DD ที่ตั้งอาคาร 12 ชั้น คณะวิศวกรรมศาสตร์สจล. ตั้งอยู่ที่ Latitude 13.7275 องศา เหนือ, Longitude 100.7722 องศา ตะวันออก

### วิธีการแปลงหน่วยในระบบพิกัดแบบ DD เป็นแบบ DMS ทำได้ 2 วิธี

วิธีที่ 1 ใช้โปรแกรม Calculator ใน เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ลงซอฟต์แวร์ปฏิบัติการ Windows 95/98/NT 4/2000/ XP/Vista/7 โดยทำตามขั้นตอนดังนี้

1. เลือก START แล้วเลือก Programs->Accessories->Calculator
2. จากโปรแกรม Calculator เลือก View menu และเลือก Scientific
3. พิมพ์ค่าพิกัดในรูปแบบ DD เช่น 100.7722
4. แล้วกดปุ่ม dms
5. จะแสดงค่าพิกัด DMS คือ 100.461992 หมายถึง 100 องศา 46 ลิปดา 20 ฟิลิปดา

วิธีที่ 2 เป็นการคำนวณด้วยมือง่ายๆ โดยทำตามขั้นตอนดังนี้

1. จากค่าตัวเลขพิกัดในรูปแบบ DD ตัวอย่างเช่น 100.7722 ตัวเลขก่อนหน้าจุดทศนิยม

จะเป็นค่าของหน่วยองศา ในที่นี้คือ 100 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา<sup>12</sup> และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ให้นำตัวเลขหลังทศนิยมคูณด้วย 60 เช่น  $.7722 \times 60 = 46.332$
3. จากค่าที่คำนวณได้ 46.332 ตัวเลขก่อนหน้าจุดทศนิยม จะเป็นค่าของหน่วยลิปดา ในที่นี้คือ 46 ลิปดา
4. ให้นำตัวเลขหลังทศนิยมจากผลคูณในข้อ 2 คูณด้วย 60 เช่น  $.332 \times 60 = 19.92$
5. จากค่าที่คำนวณได้ 19.92 ตัวเลขก่อนหน้าจุดทศนิยม จะเป็นค่าของหน่วยฟิลิปดา ในที่นี้ปัดทศนิยมเป็น 20 ฟิลิปดา
6. เมื่อนำตัวเลขมาอ่านรวมกันจะได้ 100 องศา 46 ลิปดา 20 ฟิลิปดา เช่นเดียวกับการคำนวณด้วยเครื่องคิดเลข

### วิธีการแปลงหน่วยในระบบพิกัดแบบ DMS เป็นแบบ DM

การแปลงค่า DMS ให้เป็นค่าพิกัดแบบตัวเลขทศนิยม DM ทำได้ดังนี้

$$\text{Degrees} = \text{Degrees} \quad (2.4)$$

$$\text{Minutes.m} = \text{Minutes} + (\text{Seconds} / 60) \quad (2.5)$$

ตัวอย่าง 100 องศา 46 ลิปดา 20 ฟิลิปดา

$$\text{Degrees} = \text{Degrees} \quad 100 \text{ องศา} = 100 \text{ องศา}$$

$$\text{Minutes.m} = \text{Minutes} + (\text{Seconds} / 60) \quad 46 + (20/60) = 46.33$$

ค่า DM ที่ได้คือ 100 องศา 46.33 ลิปดา ( $100^\circ 46.33'$ )

### วิธีการแปลงหน่วยในระบบพิกัดแบบ DM เป็นแบบ DD

การแปลงค่า DM ให้เป็นค่าพิกัดแบบตัวเลขทศนิยม DD ทำได้ดังนี้

$$.d = \text{Minutes.m} / 60 \quad (2.6)$$

$$\text{Decimal Degrees} = \text{Degrees} + .d \quad (2.7)$$

ตัวอย่าง 100 องศา 46.33 ลิปดา

$$.d = \text{Minutes.m} / 60 \quad 46.33 / 60 = 0.7722$$

$$\text{Decimal Degrees} = \text{Degrees} + .d \quad 100 + 0.7722 = 100.7722$$

ค่า DD ที่ได้ ก็คือ 100.7722 องศา ( $100.7722^\circ$ )

## 2.1.6 ปัญหาความคลาดเคลื่อนของข้อมูลตำแหน่งที่จะนำไปใช้ในระบบนำร่อง

1. ความผิดพลาดของ GPS ซึ่งจะมีความผิดพลาดตั้งแต่ น้อยกว่า 1 เมตร จนถึง 100 เมตร ขึ้นอยู่กับรุ่นและราคา

2. ความผิดพลาดเนื่องจากปัญหาในการรับสัญญาณ ได้แก่ กรณีที่มีสิ่งกีดขวางสัญญาณ กรณีที่รับสัญญาณจากดาวเทียม GPS ได้ไม่ครบ 4 ดวง เป็นต้น เป็นผลทำให้การคำนวณตำแหน่ง มีความคลาดเคลื่อน

3. การเข้ารหัสที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนหรือรหัส S/A (Selective Availability) เป็นความตั้งใจของกองทัพสหรัฐ เพื่อประโยชน์ทางการทหารทำให้ตำแหน่งที่นับจาก GPS เกิดความคลาดเคลื่อน เป็นการได้เปรียบฝ่ายตรงข้ามที่ใช้ GPS โดยความผิดพลาดจะอยู่ระหว่าง 50 ถึง 100 เมตร ซึ่งในอนาคตจะมีการยกเลิกการเข้ารหัสนี้ซึ่งจะมีผลทำให้ข้อมูลตำแหน่ง GPS ถูกต้องมากขึ้นด้วย

4. ปัญหาความคลาดเคลื่อนของข้อมูลตำแหน่งแผนที่ ปัญหานี้เกิดจากขบวนการวิธีการทำแผนที่ว่าใช้วิธีที่ถูกต้องแม่นยำเพียงใด ซึ่งมีตั้งแต่

วิธีที่ 1 จากข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ โดยใช้เครื่องบินบินถ่ายภาพพื้นผิวโลก วิธีนี้อาจมีความคลาดเคลื่อนเนื่องจากสภาพอากาศ เช่น ในบางบริเวณที่มีเมฆปกคลุมหรือฝนตก ความคลาดเคลื่อนจากการถ่ายภาพที่ระดับการบินที่แตกต่างกัน เป็นต้น

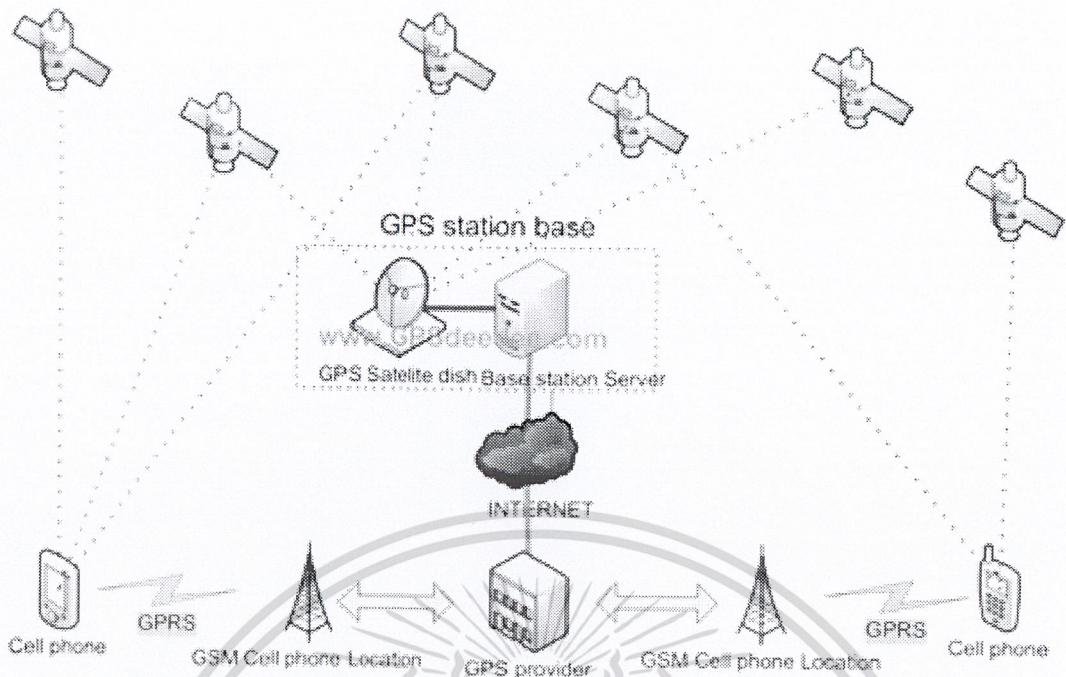
วิธีที่ 2 จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ความถูกต้องจะขึ้นอยู่กับความละเอียดของภาพ ซึ่งทำไม่ได้ไม่สูงนัก

วิธีที่ 3 จากข้อมูลพิกัดตำแหน่ง GPS ร่วมกับข้อมูลจากวิธีที่ 1 และ 2 วิธีนี้มีความเที่ยงตรงสูงสุดในปัจจุบัน แต่ก็จะถูกจำกัดที่ความคลาดเคลื่อนของ GPS ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้นแล้ว

## 2.2 ระบบรับส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (GSM)

### 2.2.1 General Packet Radio Service (GPRS)

เป็นบริการเสริมที่รองรับการรับส่งข้อมูลข่าวสารบนเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบ GSM โดย GPRS มักถูกเรียกว่าเป็น โทรศัพท์เคลื่อนที่ยุค 2.5G ซึ่งอยู่ระหว่าง 2.0G และ 3G ทางเทคนิคแล้ว GPRS ใช้ช่องสัญญาณแบบ TDMA ของเครือข่าย GSM ในการส่งข้อมูล GPRS สามารถรองรับการให้บริการที่เพิ่มมากขึ้นกว่าระบบ Circuit Switched Data (CSD) และ SMS เดิมได้



รูปที่ 2.6 หลักการทำงานของระบบ GPRS [6]

GPRS นั้นได้รับการพัฒนาโดย 3GPP (3rd Generation Partnership Project) และเป็นการเชื่อมต่อเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่โดยใช้ PDN (Public Data Network) ภายในเครือข่าย GSM ซึ่งจะเป็นการรับส่งข้อมูลโดยมีการแบ่งสรรข้อมูลที่เรียกว่า PCU (Packet Control Unit), SGSN (Serving GPRS Support Node) และ GGSN (Gateway GPRS Support Node) เพื่อจัดการการรับส่งข้อมูลระหว่างเครื่องรับโทรศัพท์และเครือข่ายต้นทาง

- ความเร็วในการส่งข้อมูล

ตามทฤษฎีแล้ว GPRS สามารถให้รับส่งข้อมูลด้วยความเร็วสูงสุดถึง 171.2 kbps เพราะ GPRS อาศัยการใช้ช่วงเวลา (Timeslot) ทั้งแปดช่วงของทั้งหมดที่มี และใช้การส่งข้อมูลแบบ Packet-Switched ซึ่งหมายความว่าผู้ใช้ทุกคนจะแบ่งใช้ช่องการสื่อสารร่วมกัน โดยใช้ช่องการสื่อสารเพียงเฉพาะช่วงเวลาที่มีการส่งข้อมูล ทำให้แบนด์วิดท์ทั้งหมดของช่องการสื่อสารถูกใช้โดยผู้ใช้ที่มีการรับส่งข้อมูลในขณะนั้นเท่านั้น ซึ่งเหมาะสำหรับการรับส่งข้อมูลแบบไม่ต่อเนื่องกัน เช่น การใช้งานในเว็บไซด์ การส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น แต่ในความจริงความเร็วที่ใช้รับส่งข้อมูลจะอยู่ที่ 30 – 80 kbps

- ระดับความสามารถของ GPRS

ระดับความสามารถของ GPRS สามารถแบ่งเป็น 3 ระดับ ได้แก่

1. ระดับเอ สามารถเชื่อมต่อได้ทั้งบริการ GPRS และ GSM (เสียง, ข้อความ) พร้อมกัน และ

สามารถใช้งานบริการทั้งสองแบบได้ในเวลาเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้ในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา<sup>15</sup> และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ระดับบี สามารถเชื่อมต่อได้ทั้งบริการ GPRS และ GSM(เสียง, ข้อความ)พร้อมกัน แต่สามารถใช้งานได้เพียงบริการเดียวในเวลาใดเวลาหนึ่ง ซึ่งโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่รองรับบริการ GPRS โดยส่วนใหญ่จะอยู่ในระดับบี

3. ระดับซี จะเชื่อมต่อบริการ GPRS หรือ GSM(เสียง, ข้อความ)ได้เพียงอย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น ทำให้ผู้ใช้งานต้องทำการสลับการใช้งานบริการทั้งสองเอง

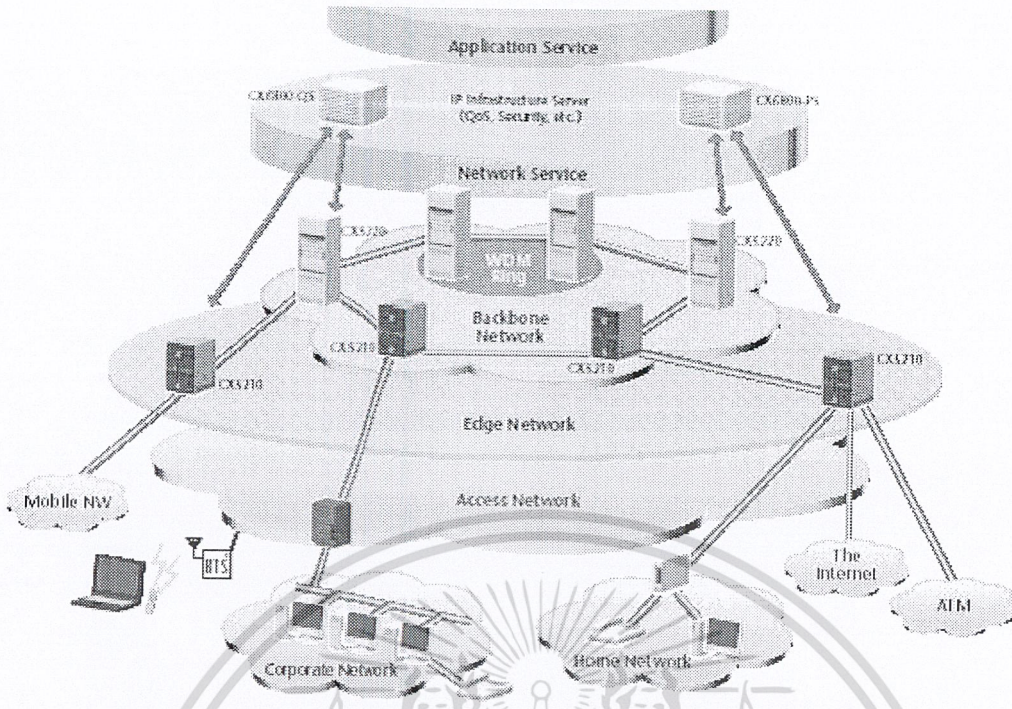
โดยตามหลักแล้วโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มี GPRS ระดับเอนั้นจำเป็นต้องใช้คลื่นความถี่วิทยุถึง 2 ความถี่ที่แตกต่างกัน เพื่อใช้ในการรับส่งข้อมูล GPRS และ GSM ในเวลาเดียวกัน แต่ด้วยราคาของอุปกรณ์ที่แพง จึงทำให้โทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มี GPRS ใช้วิธีการ Dual Transfer Mode (DMT) ซึ่งการทำงานแบบ DMT จะทำการส่งข้อมูลเสียงและข้อมูลแพ็คเกจไปพร้อมกัน ด้วยวิธีนี้จึงแน่ใจได้ว่าไม่จำเป็นต้องใช้คลื่นความถี่ที่แตกต่างกันถึง 2 ความถี่ในเวลาเดียวกัน ซึ่งก็ถือว่าโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ทำงานเช่นนี้เสมือนเป็น GPRS ระดับเอ

### 2.2.2 Edge

Edge ย่อมาจาก Enhanced Data rates for GSM Evolution (EDGE) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Enhanced GPRS (EGPRS, Enhanced General Packet Radio Switch) เป็นเทคโนโลยีหนึ่งสำหรับโทรศัพท์เคลื่อนที่ เพื่อใช้ในการเพิ่ม Baud rate และเพิ่มความน่าเชื่อถือของการรับส่งข้อมูล ในทางเทคนิคแล้วเมื่อเทียบ EDGE กับเทคโนโลยีเครือข่าย 3G มันจะถูกจัดให้อยู่ในมาตรฐาน 2.75G อย่างไรก็ตามเนื่องมาจากความเร็วในเครือข่ายที่ช้ากว่า ได้มีการนำ EDGE มาใช้ในเครือข่าย GSM ในประมาณปี 2546 โดยเริ่มครั้งแรกในประเทศสหรัฐอเมริกา

EDGE ให้ความจุของข้อมูลมากกว่า GPRS ประมาณ 3 เท่า โดยที่สามารถใช้โครงสร้าง TDMA เดิมในช่องสัญญาณ 200 kHz ของระบบเครือข่าย GSM ในปัจจุบัน สำหรับผู้ให้บริการเครือข่าย GSM/GPRS ไม่ต้องลงทุนมาก นั่นคือ EDGE เป็นการปรับปรุงซอฟต์แวร์เพื่อให้ได้ความสามารถที่เพิ่มขึ้น (software-upgrade) นั่นเอง

EDGE สามารถใช้ได้กับแอปพลิเคชันที่เป็น packet switch ใดๆ ก็ได้ อาทิเช่น การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต หรือแอปพลิเคชันที่ต้องการการรับส่งข้อมูลความเร็วสูงเช่น การให้บริการวิดีโอ เพลง อีเมลล์ หรือโปรแกรมมัลติมีเดียอื่นๆ ที่ต้องการปริมาณของข้อมูลที่เพิ่มขึ้นมาอันเนื่องจากเทคโนโลยีนี้ และวงจรไฟฟ้าของ EDGE นี้ ก็สามารถพัฒนาเพิ่มเติมได้ในอนาคต



รูปที่ 2.7 เทคโนโลยี EDGE ในเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ [7]

ในปัจจุบันนี้วิวัฒนาการของ EDGE ได้มาถึงในรีลีสที่ 7 ตามมาตรฐานที่จัดทำโดย 3GPP (3rd Generation Partnership Project) เพื่อใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพ เช่นการทำให้เป็น High-Speed Packet Access (HSPA) ที่สมบูรณ์

### 2.3 ระบบแผนที่

แผนที่ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันแบ่งได้เป็น 2 ชนิดใหญ่ๆ คือ แผนที่เฉพาะเรื่อง (Thematic Map) และแผนที่ภูมิประเทศ (Topographic Map) โดยที่แผนที่เฉพาะเรื่องนี้เป็นแผนที่ที่มีองค์ประกอบอื่นๆ เข้ามามาก ส่วนแผนที่ภูมิประเทศจะเป็นแผนที่ที่เน้นแสดงสภาพทางภูมิศาสตร์โดยเฉพาะ

แผนที่เฉพาะเรื่อง คือแผนที่ที่แสดงรายละเอียดของข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ต้องการนำเสนอโดยการแปลงข้อมูลเหล่านั้นให้เป็นเครื่องหมายแผนที่เสียก่อน แล้วนำไปพิมพ์ซ้อนทับลงบนแผนที่ฐานตามตำแหน่งที่ตั้งของข้อมูลนั้นๆ ซึ่งประกอบไปด้วย ข้อมูลเชิงพื้นที่(Spatial Data) และแผนที่ฐาน(Base Map) ในการทำแผนที่นี้เตรียมการเสร็จแล้วจะทำการพิมพ์ลงบนกระดาษ(Paper Map) สำหรับปัญหาแผนที่บนกระดาษ คือ ถ้ามีการเพิ่มเติมหรือแก้ไขจะไม่สามารถแก้ไขในเวลาสั้นๆ ได้ จะต้องทำการพิมพ์แผนที่ออกมาใหม่ทั้งหมด ทำให้เสียเวลาและค่าใช้จ่ายมาก ปัจจุบันได้ทำการดัดแปลงแผนที่เฉพาะเรื่อง มาจัดเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์โดยนำข้อมูลไปเก็บไว้ในฐานข้อมูลคอมพิวเตอร์ มีการแสดงผลโดยวางซ้อนทับฐานข้อมูล การนำคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

เก็บข้อมูลนี้จะทำได้ดีกว่าแผนที่กระดาษ เพราะสามารถเลือกดูชั้นข้อมูลที่ทำเป็นเท่านั้น ทำให้เข้าใจง่ายกว่าแผนที่กระดาษ

### 2.3.1 แผนที่ดิจิทัล

แผนที่ดิจิทัล (Digital Map) หรือแผนที่เชิงตัวเลขเป็นแผนที่ที่ใช้คอมพิวเตอร์ในการประมวลผลและมีการจัดเก็บข้อมูลของแผนที่ให้อยู่ในรูปของข้อมูลคอมพิวเตอร์ ซึ่งข้อมูลคอมพิวเตอร์จะทำการจัดเก็บในรูปแบบของฐานข้อมูลคอมพิวเตอร์ แผนที่ดิจิทัลแบ่งตามการจัดเก็บออกเป็น 2 แบบ คือแบบราสเตอร์และแบบเวกเตอร์

แผนที่แบบราสเตอร์ หมายถึงแผนที่ที่มีการจัดเก็บและแสดงผลในรูปของจุดภาพ การสร้างแผนที่แบบนี้จะได้โดยรับภาพแผนที่จากแผนที่กระดาษผ่านทางเครื่องสแกนภาพซึ่งวิธีการสแกนภาพเป็นการนำรูปภาพทั้งรูปเข้าไปไว้ในลักษณะของรูปภาพ ซึ่งการแก้ไขจะทำให้ยากรวมทั้งใช้เนื้อที่ในการจัดเก็บมาก

แผนที่แบบเวกเตอร์ หมายถึงแผนที่ที่มีการจัดเก็บและแสดงผลในรูปของลายเส้น และมีทิศทางการสร้างแผนที่แบบนี้ทำได้โดยใช้วิธีการลอกแบบจากเครื่องดิจิทัลไทรเซอร์ ซึ่งจะเก็บเฉพาะข้อมูลในส่วนที่ต้องการลอกแบบ ดังนั้นข้อมูลแบบนี้จึงใช้เนื้อที่ในการจัดเก็บน้อยกว่าสามารถแก้ไขได้ในภายหลังโดยที่มาตราส่วนไม่ผิดไปจากเดิม

### 2.3.2 ระบบพิกัดบนแผนที่

ระบบพิกัดบนแผนที่จะมีการอ้างอิงพิกัดที่เหมือนกับระบบพิกัดฉากในทางเลขาคณิตที่ประกอบไปด้วยแกน X และแกน Y โดยจุดกำเนิดหมายถึงจุดตัดระหว่างแกน X และแกน Y เมื่อแทนด้วยระบบพิกัดบนแผนที่แล้ว แกน X จะหมายถึงเส้น Latitude และแกน Y จะหมายถึงเส้น Longitude เมื่อพิจารณาในระบบพิกัดบนโลกแล้วเราจะพิจารณาเป็นลักษณะของ 3 มิติคือ X, Y, Z โดย Z จะหมายถึงค่าความสูง ระบบนี้จะใช้ในการอ้างอิงในระบบระบุตำแหน่ง GPS

Latitude เป็นเส้นที่ลากวนรอบโลกในแนวอน โดยพิกัด Latitude ก็คือระยะทางเชิงมุมที่วัดไปทางเหนือและใต้ของเส้นศูนย์สูตร นับจาก 0 องศาไปทางเหนือและทางใต้ 90 องศา โดยเส้นศูนย์สูตรก็คือเส้น Latitude ที่วนรอบจุดศูนย์กลางของโลก

Longitude เป็นเส้นแนวตั้งที่ลากระหว่างขั้วโลกเหนือกับขั้วโลกใต้ ทุกเส้นของ Longitude จะต้องตัดกับเส้นศูนย์สูตร โดยเส้น Longitude ที่ศูนย์อยู่ที่ กรีนนิช (Greenwich) ประเทศอังกฤษ โดยพิกัด Longitude คือ ระยะทางเชิงมุมที่วัดจากเส้น Longitude ที่ศูนย์ ไปทางตะวันออก 180 องศาตะวันออก และทางตะวันตก 180 องศาตะวันตก

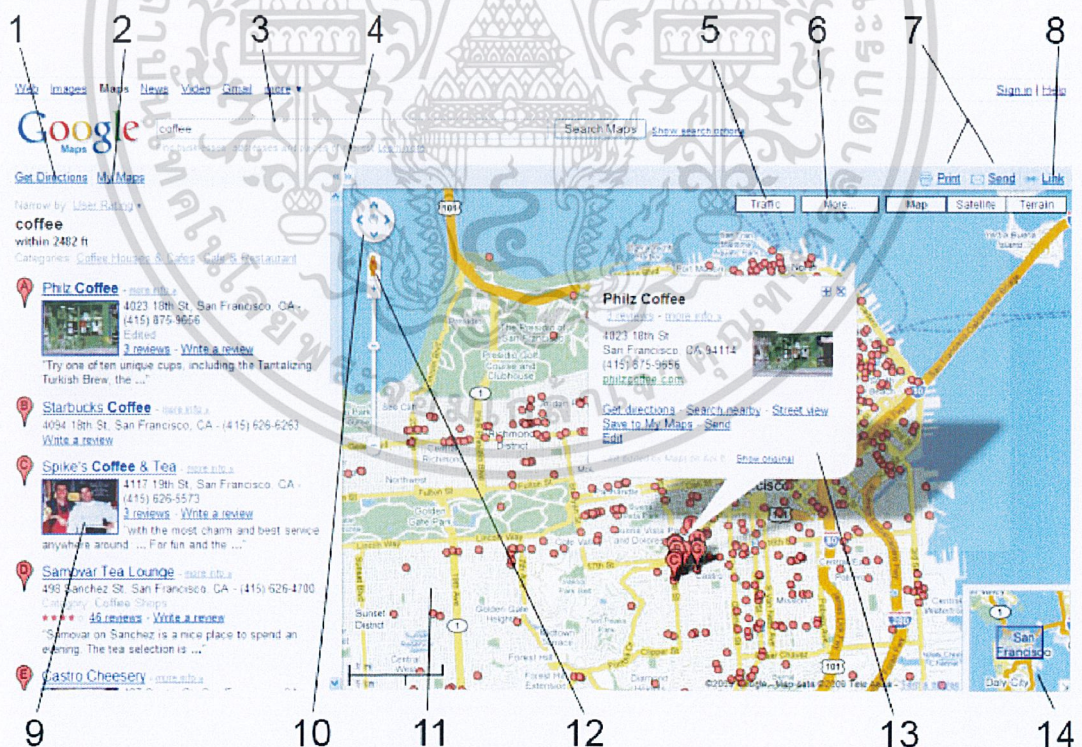
### 2.3.3 ระบบกูเกิลแผนที่ (Google Map)

กูเกิลแผนที่ คือบริการแผนที่ที่สามารถดูในเว็บเบราว์เซอร์ซึ่งขึ้นอยู่กับตำแหน่งที่ต้องการ สามารถดูแผนที่พื้นฐานหรือแผนที่ที่กำหนดเองและข้อมูลธุรกิจท้องถิ่น รวมถึงตำแหน่งของธุรกิจข้อมูลที่อยู่ติดต่อ และเส้นทางรถขับชี้ด้วย คลิกและลากแผนที่เพื่อดูส่วนที่ติดกันได้ทันที ดูภาพจากดาวเทียมของตำแหน่งที่ต้องการ สามารถขยายและกวดดูได้

ผู้ใช้ทุกคนที่มีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต และเว็บเบราว์เซอร์ที่สนับสนุน จะสามารถใช้บริการฟรีนี้ในคอมพิวเตอร์และจะสามารถเพิ่มความสามารถของการใช้งานหากสมัครเป็นสมาชิกของเว็บไซต์

สามารถดูกูเกิลแผนที่ได้หลายวิธี:

- ไปที่ [maps.google.co.th](http://maps.google.co.th)
- ดูหน้าเว็บที่มีกูเกิลแผนที่ฝังอยู่
- ดูกูเกิลแผนที่บนโทรศัพท์มือถือ
- ดูแผนที่ส่วนบุคคลที่สร้างโดย ผลิตภัณฑ์ Google Earth Enterprise



รูปที่ 2.8 คุณลักษณะที่มีในกูเกิลแผนที่ [8]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 19 และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ขอเส้นทาง - คลิกที่คุณลักษณะนี้เพื่อขอเส้นทาง
  2. แผนที่ของฉัน - ใช้สำหรับดูและสร้างแผนที่ที่กำหนดเอง
  3. ค้นหา - ใช้สำหรับค้นหาสถานที่และธุรกิจต่างๆ คลิกปุ่มสี่เหลี่ยมด้านขวาของช่องค้นหาเพื่อดูหรือแก้ไขสถานที่ที่บันทึกไว้
  4. แสดง/ซ่อน - คลิกที่ลูกศรด้านซ้ายเพื่อซ่อนหรือแสดงแผงด้านซ้าย และคลิกลูกศรด้านขวาเพื่อย่อและขยายแผนที่
  5. การจราจร - คลิกที่นี่เพื่อดูข้อมูลการจราจร
  6. เพิ่มเติม... - คลิกที่นี่เพื่อเปิดหรือปิดเลย์เอ้อต์ต่างๆ เราสามารถดูแผนที่ขนส่ง รูปภาพ ข้อมูลวิกิพีเดียและอื่นๆ ขึ้นอยู่กับพื้นที่ที่เรากำลังค้นหา
  7. พิมพ์/ส่ง - คลิกเพื่อพิมพ์หรือ ส่งแผนที่
  8. ลิงก์ไปยังหน้าเว็บนี้ - คลิกเพื่อสร้างที่อยู่เว็บ (URL) ของแผนที่ในเบราว์เซอร์ โดยสามารถแบ่งปันกับผู้อื่น ได้เรียนรู้เพิ่มเติม
  9. ผลการค้นหา - ช่องนี้จะแสดงผลการค้นหา คลิกที่ผลการค้นหาใดก็ได้ที่ต้องการเพื่อดูข้อมูลเพิ่มเติม
  10. ตัวควบคุมทิศทาง - ใช้เพื่อควบคุมทิศทางในแผนที่
  11. แผนที่ - พื้นที่นี้จะแสดงผลการค้นหาแผนที่ และอีกมากมาย
  12. Street View - คลิกที่คุณลักษณะนี้เพื่อย่อหรือขยายแผนที่
  13. หน้าต่างข้อมูล - หน้าต่างนี้จะแสดงข้อมูลเพิ่มเติมเมื่อเราคลิกที่เครื่องหมายหรือผลการค้นหา
  14. แผนที่ภาพรวม - แสดงอาณาเขตของพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ที่ครอบคลุมแผนที่ที่กำลังดูอยู่
- มุมมองเริ่มต้นที่ก่อกำเนิดแผนที่แสดงนั้น กำหนดจากตำแหน่งของเรา อย่างไรก็ตามหากเราต้องการใช้ตำแหน่งอื่น ให้ป้อนที่อยู่ที่เหมาะสมในช่องค้นหาและคลิกค้นหาแผนที่ เรายังสามารถใช้สถานที่ที่เราบันทึกไว้ได้อีกด้วย เมื่อที่อยู่ของเราปรากฏให้คลิกทำให้ที่นี่เป็นตำแหน่งเริ่มต้นของฉันทันในหน้าต่างข้อมูลที่อยู่ปรากฏเป็นตำแหน่งเริ่มต้นของเราแล้ว

## 2.4 ระบบยืนยันบุคคล RFID

เทคโนโลยี RFID (Radio Frequency Identification) ใช้ประโยชน์จากสัญญาณความถี่วิทยุโดยใช้เสาอากาศขนาดเล็กเป็นตัวเชื่อมสัญญาณ ระหว่างตัวส่งและตัวรับ เนื่องจากความก้าวล้ำทางการผลิต สามารถที่สร้างเสาอากาศให้มีขนาดเล็กมาก เทียบเท่าหัวไม้ขีดไฟ ซึ่งโดยปกติเสาอากาศที่ว่าจะถูกฝังลงไปเป็นส่วนหนึ่งของเนื้อพลาสติกของบัตร ซึ่งยังมีตัวส่งกำลังเพื่อให้งานได้ด้วย

ปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยี RFID มาใช้ในบัตรต่างๆ เช่น บัตรประจำตัวประชาชน, บัตรเอทีเอ็ม, บัตรสำหรับผ่านเข้าออกห้องพัก, บัตรโดยสารของสายการบิน, บัตรจอดรถ หรือแม้แต่ในฉลากสินค้า RFID ก็ถูกนำมาใช้ในการเก็บบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับสินค้า

### 2.4.1 ประวัติและความเป็นมาของเทคโนโลยี RFID

RFID ถูกพัฒนามาในยุค ค.ศ. 1970 อุปกรณ์ RFID ที่มีการประดิษฐ์ขึ้นใช้งานเป็นครั้งแรกนั้น เป็นผลงานของ Leon Theremin เพื่อนำไปใช้ในการบังคับวัตถุในระยะไกล และสามารถอ่านข้อมูลจากป้าย (RFID Tag) ได้พร้อมๆ กันหลายป้าย โดยที่ Reader ไม่ต้องสัมผัสกับตัวป้าย (RFID Tag) การอ่านข้อมูลสามารถอ่านได้แม้ในสภาพที่ทัศนวิสัยไม่ดี

ยุคเริ่มแรกของการใช้ RFID ในเชิงพาณิชย์ ได้แก่ ระบบกันขโมย ในห้างสรรพสินค้า โดยที่ตัวสินค้าจะมีการติด RFID แบบ 1 บิต (ซึ่งจะมีค่าเป็น '0' หรือ '1') เมื่อมีการชำระสินค้า สินค้า Reader และเขียนข้อมูล RFID จะทำการเปลี่ยนค่าบิต เป็น '0' ทำให้สามารถนำสินค้าออกจากร้านได้ แต่หากมีการนำสินค้าออกจากร้านโดยวัตถุที่ติด RFID มีบิตเป็น '1' สัญญาณเตือนจะดังขึ้น

ในช่วงต้นปี ค.ศ. 1990 บริษัท ไอบีเอ็มได้พัฒนาและจดสิทธิบัตร RFID ในย่าน UHF (ย่านความถี่ตั้งแต่ 300 MHz ถึง 3 GHz) แต่เมื่อ บริษัทไอบีเอ็ม มีปัญหาด้านการเงิน จึงได้ขายสิทธิบัตรเกี่ยวกับ RFID ให้กับบริษัท Intermec ในช่วงกลาง ค.ศ. 1990 ซึ่งในขณะนั้นการใช้งานอุปกรณ์ RFID ยังไม่แพร่หลายมากนักเนื่องจากอุปกรณ์มีราคาสูง

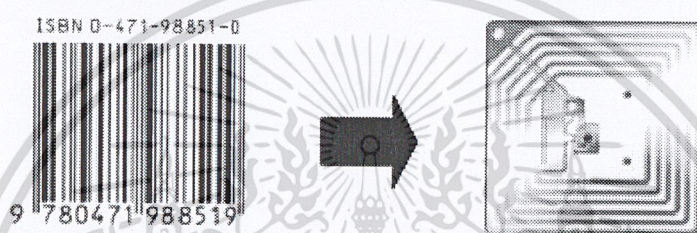
กลับมาได้รับความนิยมนอีกครั้ง ในปี ค.ศ. 1999 เมื่อ UCC (Uniform Code Council) EAN International บริษัท Procter & Gamble และ บริษัท Gillette ได้ร่วมก่อตั้งศูนย์ Auto-ID ขึ้นที่สถาบันเทคโนโลยีแมสซาชูเซตส์ (MIT) ประเทศสหรัฐอเมริกา เพื่อพัฒนาแนวทางการใช้ RFID ในห่วงโซ่อุปทาน สำหรับติดตามสินค้าที่ส่งในสายโซ่อุปทานของตนเอง

ภายหลังได้มีการนำ RFID มาประยุกต์ใช้กับงานด้านๆ กันอย่างแพร่หลาย ไม่ว่าจะเป็นการเก็บค่าทางด่วนอัตโนมัติ โดยนำ RFID Tag ติดกับรถ และติด Reader ที่ด่านเก็บเงิน หรือในทางด้านการเกษตรของสหรัฐ มีการนำ RFID Tag แบบ Passive ชนิดความถี่ 25 kHz สำหรับติดที่ตัววัว เพื่อใช้เก็บข้อมูลการฉีดวัคซีนของวัวแต่ละตัว เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา<sup>21</sup> และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.4.2 ลักษณะของ RFID

RFID ในปัจจุบันมีลักษณะเป็นป้ายอิเล็กทรอนิกส์ (RFID Tag) ที่สามารถอ่านค่าได้โดยผ่านคลื่นวิทยุจากระยะห่าง เพื่อตรวจ ติดตามและบันทึกข้อมูลที่ติดอยู่กับ RFID Tag ซึ่งนำไปฝังไว้ในหรือติดอยู่กับวัตถุต่างๆ เช่น ผลิตภัณฑ์ กล่อง หรือสิ่งของใดๆ สามารถติดตามข้อมูลของวัตถุ 1 ชิ้นว่า คืออะไร ผลิตที่ไหน ใครเป็นผู้ผลิต ผลิตอย่างไร ผลิตวันไหน และเมื่อไร ประกอบไปด้วยชิ้นส่วนที่ขึ้น และแต่ละชิ้นมาจากที่ไหน รวมทั้งตำแหน่งที่ตั้งของวัตถุนั้นๆ ในปัจจุบันว่าอยู่ส่วนใดในโลก โดยไม่จำเป็นต้องอาศัยการสัมผัส (Contact-Less) หรือต้องเห็นวัตถุนั้นๆ ก่อนทำงาน โดยใช้ เครื่องอ่านที่สื่อสารกับ RFID Tag ด้วยคลื่นวิทยุในการอ่านและเขียนข้อมูล RFID



รูปที่ 2.9 การเปรียบเทียบระหว่างระบบบาร์โค้ดกับระบบ RFID [9]

มีข้อได้เปรียบเหนือกว่าระบบบาร์โค้ดดังนี้

- มีความละเอียด และสามารถบรรจุข้อมูลได้มากกว่า ซึ่งทำให้สามารถแยกความแตกต่างของสินค้าแต่ละชิ้นแม้จะเป็น SKU (Stock Keeping Unit) สินค้าชนิดเดียวกันก็ตาม
- ความเร็วในการอ่านข้อมูลจาก RFID Tag เร็วกว่าแถบบาร์โค้ดหลายสิบเท่า
- สามารถอ่านข้อมูลได้พร้อมกันหลายๆ RFID Tag
- สามารถส่งข้อมูลไปยังเครื่องรับได้โดยไม่ต้องนำไปจ่อในมุมที่เหมาะสมอย่างการใช้เครื่องอ่านบาร์โค้ด (Non-Line of Sight)
- ค่าเฉลี่ยของความถูกต้องของการอ่านข้อมูลด้วยเทคโนโลยี RFID จะอยู่ที่ประมาณ 99.5 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ความถูกต้องของการอ่านข้อมูลด้วยระบบบาร์โค้ดอยู่ที่ 80 เปอร์เซ็นต์
- สามารถเขียนทับข้อมูลได้ ทำให้สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ซึ่งจะลดต้นทุนของการผลิต RFID Tag สินค้า คิดเป็นประมาณ 5% ของรายรับของบริษัท
- สามารถจัดปัญหาที่เกิดขึ้นจากการอ่านข้อมูลซ้ำที่อาจเกิดขึ้นในระบบบาร์โค้ด
- ความเสียหายของ RFID Tag น้อยกว่าเนื่องจากไม่ต้องติดไว้ภายนอกบรรจุภัณฑ์
- ระบบความปลอดภัยสูงกว่า ยากต่อการปลอมแปลงและลอกเลียนแบบ
- ทนทานต่อความเปียกชื้น แรงสั่นสะเทือน การกระทบกระแทก

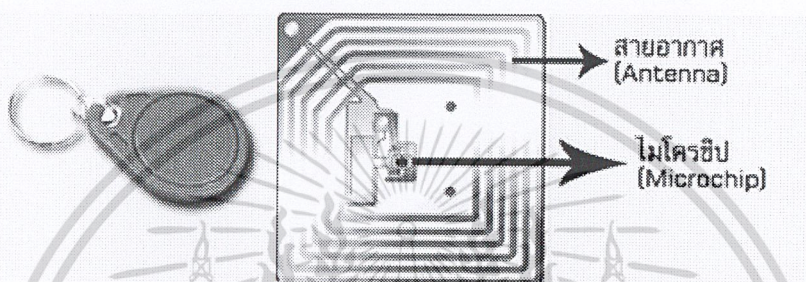
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.4.3 องค์ประกอบของ RFID

มีองค์ประกอบหลักๆ อยู่ 2 ส่วนคือ

1. ทรานสปอนเดอร์ หรือ ป้าย (Transponder/ RFID Tag) มาจากคำว่าทรานสมิตเตอร์ (Transmitter) ผสมกับคำว่าเรสปอนเดอร์ (Responder) ในที่นี้ขอเรียก RFID Tag ซึ่ง RFID Tag นั้นใช้สำหรับติดกับวัตถุต่างๆ โดย RFID Tag ทำหน้าที่ส่งสัญญาณหรือข้อมูลที่บันทึกอยู่ใน RFID Tag ตอบสนองไปที่ Reader การสื่อสารระหว่าง RFID Tag และ Reader จะเป็นการสื่อสารกันโดยอาศัยช่องความถี่วิทยุผ่านอากาศ



รูปที่ 2.10 โครงสร้างภายใน RFID Tag [10]

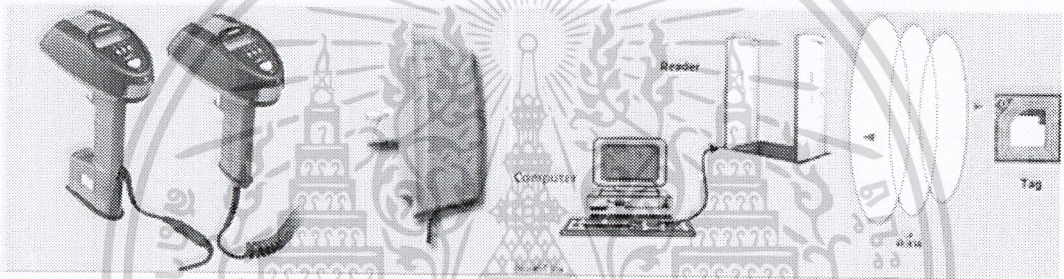
โครงสร้างภายใน RFID Tag จะประกอบด้วย 2 ส่วนหลักๆ คือ

1.1 ไมโครชิป (Microchip) ทำหน้าที่ เก็บข้อมูลของวัตถุ ในหน่วยความจำ ซึ่งในหน่วยความจำนี้อาจเป็นแบบอ่านได้อย่างเดียว (ROM) หรือ ทั้งอ่านและเขียน (RAM) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการในการนำไปใช้งาน โดยปกติ หน่วยความจำแบบ ROM จะเก็บข้อมูลด้วยความปลอดภัย เช่น สิทธิในการเข้าออกประตู ส่วน RAM ใช้เก็บข้อมูลชั่วคราวในระหว่างที่ RFID Tag และ Reader ทำการติดต่อสื่อสารกัน นอกจาก ROM และ RAM แล้ว ยังมีหน่วยความจำแบบ EEPROM เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลการสื่อสารระหว่าง RFID Tag และ Reader และข้อมูลยังคงอยู่ถึงแม้จะไม่มีพลังงานไฟฟ้าป้อนให้แก่ RFID Tag

1.2 สายอากาศ (Antenna) คือ ขดลวดขนาดเล็กทำหน้าที่เป็นเสาอากาศ สำหรับรับ-ส่งสัญญาณคลื่นความถี่วิทยุ และ สร้างพลังงานป้อนให้กับ ไมโครชิป

สายอากาศจะแผ่สัญญาณวิทยุจำนวนหนึ่งออกมา เพื่อกระตุ้นให้ RFID Tag อ่านหรือเขียนข้อมูลลงไป สายอากาศมีได้หลากหลายขนาดและรูปร่าง เพื่อให้เหมาะสมกับวัตถุที่จะนำ RFID Tag ไปติดตั้ง และเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการรับ-ส่งสัญญาณคลื่นความถี่วิทยุ สายอากาศจะถูกติดไปโดยตรงกับ Transceiver ให้เป็นอุปกรณ์ติดกัน

2. เครื่องสำหรับอ่าน / เขียน ข้อมูลในป้าย (Interrogator / Reader) ในที่นี้ขอเรียก Reader การอ่าน หรือ เขียนข้อมูลใน RFID Tag นั้น จะกระทำผ่านคลื่นความถี่วิทยุ โดย Reader สามารถอ่านรหัสได้โดยไม่ต้องเห็น RFID Tag หรือ RFID Tag นั้นซ่อนอยู่ในวัตถุ และ ไม่จำเป็นต้องที่ Reader และ RFID Tag จะต้องอยู่ในแนวเส้นตรงกับคลื่นความถี่วิทยุ เพียงอยู่ในบริเวณที่สามารถรับคลื่นความถี่วิทยุได้ ก็สามารถอ่าน หรือ เขียนข้อมูลได้ และการอ่านข้อมูลสามารถอ่านได้ที่หลายๆ RFID Tag ในเวลาเดียวกันซึ่ง Reader ที่ดีต้องมีระบบป้องกันเหตุการณ์เช่นนี้ เรียกว่าระบบ "Hands Down Polling" โดย Reader จะสั่งให้ RFID Tag หยุดการส่งข้อมูลในกรณีเกิดเหตุการณ์ดังกล่าว หรืออาจมีบางกรณีที่มี RFID Tag หลายอันอยู่ในบริเวณสนามแม่เหล็กไฟฟ้าพร้อมกัน หรือที่เรียกว่า "Batch Reading" Reader ควรมีความสามารถที่จะจัดลำดับการอ่าน RFID Tag ที่ละตัวได้



รูปที่ 2.11 ตัวอย่าง Reader และการทำงานของ Reader [10]

#### 2.4.4 ประเภทของ RFID Tag

แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ตามรูปแบบการนำไปใช้งาน ราคา โครงสร้างภายในและหลักการทำงาน ดังนี้

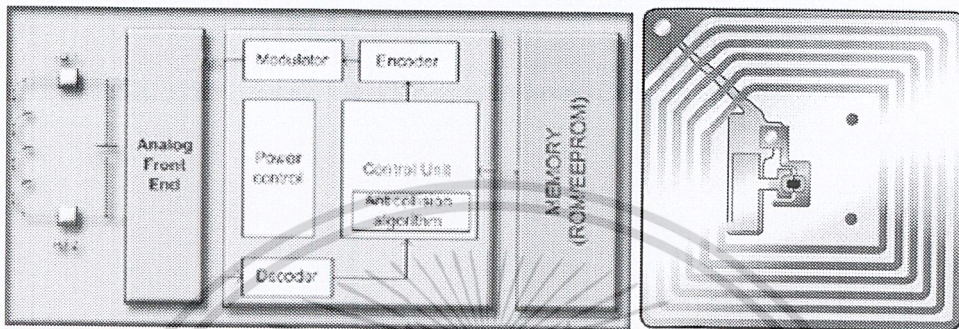
1. Passive Tag ไม่มีแหล่งพลังงาน หรือแบตเตอรี่ภายใน RFID Tag เพราะการทำงานอาศัยพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากการเหนี่ยวนำคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจาก Reader (มีวงจรกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กอยู่ในตัว) หรือ ที่เรียกว่าอุปกรณ์ Transceiver

#### ตารางที่ 2.3 ข้อดีและข้อเสียของ Passive Tag

ข้อดี	ข้อเสีย
1. น้ำหนักเบา	1. ระยะการรับส่งข้อมูลสั้น (ระยะไกลสุดเพียง 1.5 เมตร)
2. Tag มีขนาดเล็ก	2. หน่วยความจำมีขนาดเล็ก (ประมาณ 32 ถึง 128 บิต)
3. ราคาถูก	3. Reader ต้องมีกำลังส่งที่สูง
4. อายุการใช้งานไม่จำกัด	4. อาจเกิดผิดพลาดหากทำงานในบริเวณที่มีสัญญาณรบกวน

โครงสร้างภายใน Tag แบบ Passive Tag ประกอบด้วย

- 1) ส่วนการควบคุมการทำงานของภาครับส่งสัญญาณวิทยุ (Analog Front-End)
- 2) ส่วนควบคุมภาคลอจิก (Digital Control Unit)
- 3) ส่วนของหน่วยความจำ (Memory) อาจจะเป็นแบบ ROM หรือ EEPROM

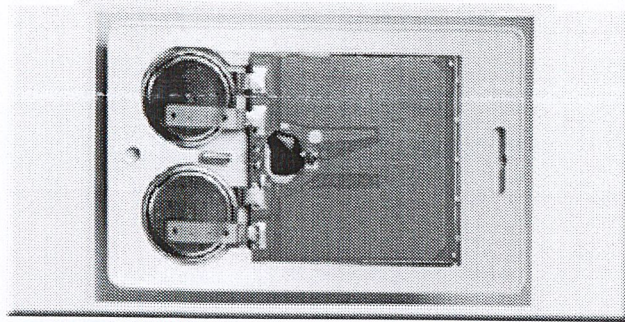


รูปที่ 2.12 โครงสร้างภายในของ Passive Tag [10]

2. Active Tag จะมีแบตเตอรี่อยู่ภายในซึ่งใช้เป็นแหล่งจ่ายไฟขนาดเล็ก เพื่อป้อนพลังงานไฟฟ้าให้ RFID Tag ทำงาน การที่ต้องใช้แบตเตอรี่จึงทำให้ RFID Tag มีอายุการใช้งานจำกัดตามอายุของแบตเตอรี่ เมื่อแบตเตอรี่หมดจะไม่สามารถนำ RFID Tag มาใช้งานได้อีก แต่สามารถออกแบบวงจรของ RFID Tag ให้ใช้กระแสไฟน้อยๆ ในการทำงาน ก็อาจจะมีอายุการใช้งานนานนับสิบปี

ตารางที่ 2.4 ข้อดีและข้อเสียของ Active Tag

ข้อดี	ข้อเสีย
1. มีหน่วยความจำขนาดใหญ่ (ประมาณ 1 Mbytes)	1. ราคาสูง
2. ระยะการรับส่งข้อมูลไกล (ระยะไกลสุด 6 เมตร)	2. Tag มีขนาดใหญ่
3. ทำงานในบริเวณที่มีสัญญาณรบกวนได้ดี	3. ระยะเวลาในการทำงานที่จำกัด ตามอายุของแบตเตอรี่ประมาณ 3-7 ปี



รูปที่ 2.13 โครงสร้างภายในของ Active Tag [10]

ในปัจจุบันนิยมใช้ Tag แบบ Passive Tag มากกว่าแบบ Active Tag เนื่องจาก Passive Tag ได้เปรียบในเรื่องของราคาและอายุการใช้งาน

นอกจากการแบ่ง RFID Tag ตามชนิดของ Tag แล้ว ยังสามารถแบ่ง Tag ได้ตาม ประเภท รูปแบบในการใช้งานได้ 3 แบบ คือ

1. แบบที่สามารถถูกอ่านและเขียนข้อมูลได้อย่างอิสระ (Read-Write)
2. แบบเขียนได้เพียงครั้งเดียวแต่อ่านได้อย่างอิสระ (Write-One, Read-Many: WORM)
3. แบบอ่านได้เพียงอย่างเดียว (Read-Only)

#### 2.4.5 หลักการทำงานเบื้องต้นของระบบ RFID

1. Reader จะปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกมาตลอดเวลา และคอยตรวจจับว่ามี RFID Tag เข้ามาอยู่ในบริเวณสนามแม่เหล็กไฟฟ้าหรือไม่ หรือก็คือการคอยตรวจจับที่มีการมอดูเลต สัญญาณเกิดขึ้นหรือไม่

2. เมื่อมี RFID Tag เข้ามาอยู่ในบริเวณสนามแม่เหล็กไฟฟ้า RFID Tag จะได้รับพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากการเหนี่ยวนำของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเพื่อให้ RFID Tag เริ่มทำงาน และจะส่งข้อมูลในหน่วยความจำที่ผ่านการมอดูเลตกับคลื่นพาหะแล้วออกมาทางสายอากาศที่อยู่ภายใน RFID Tag

3. คลื่นพาหะที่ถูกส่งออกมาจาก RFID Tag จะเกิดการเปลี่ยนแปลงแอมพลิจูด, ความถี่ หรือเฟส ขึ้นอยู่กับวิธีการมอดูเลต

4. Reader จะตรวจจับความเปลี่ยนแปลงของคลื่นพาหะแปลงออกมาเป็นข้อมูลแล้วทำการถอดรหัสเพื่อนำข้อมูลไปใช้งานต่อไป

#### วิธีการรับส่งข้อมูลระหว่าง RFID Tag และ Reader

โดยมากมักจะใช้วิธีการมอดูเลตทางแอมพลิจูดหรือใช้การมอดูเลตทางแอมพลิจูดบวกกับการเข้ารหัสแมนเชสเตอร์ (Manchester encoded AM) แต่ทว่าในปัจจุบันก็มี RFID Tag ที่ใช้การมอดูเลตแบบอื่นๆ เช่น การมอดูเลตแบบเฟสชิฟต์คีย์อิง (Phase Shift Keying: PSK) ฟรีแควนซ์

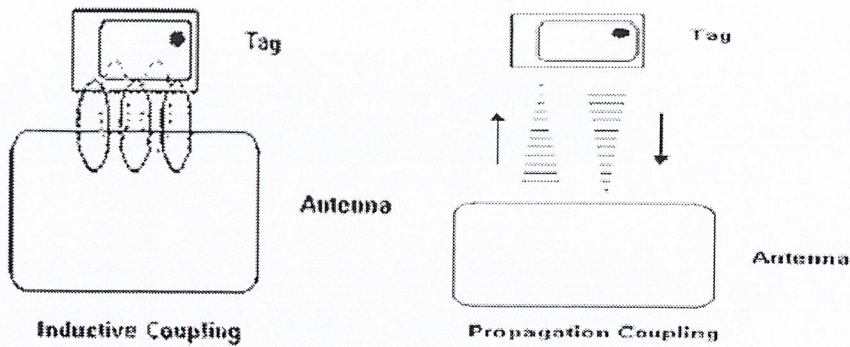
ซีพีเคียอิง (Frequency Shift Keying: FSK) หรือการใช้การมอดูเลตทางความถี่ (Frequency Modulation: FM)

ในการรับส่งข้อมูลหรือสัญญาณวิทยุระหว่าง RFID Tag กับ Reader จะได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อเมื่อสายอากาศมีความยาวที่เหมาะสมกับความถี่พาหะที่ใช้งาน เช่น เมื่อความถี่ใช้งานเป็น 13.56 MHz ความยาวของเสาอากาศ (เป็นเส้นตรง) ที่เหมาะสมก็คือ 22.12 ในทางปฏิบัติไม่สามารถนำเสาอากาศที่ใหญ่ขนาดนั้นมาใช้งานกับ RFID Tag ขนาดเล็กได้ สายอากาศที่ดูจะเหมาะสมจะใช้ร่วมกับ RFID Tag มากที่สุดก็คือ สายอากาศที่เป็นขดลวดขนาดเล็กหรือที่มีชื่ออย่างเป็นทางการว่าสายอากาศแบบแมกเนติกไดโพล (Magnetic dipole Antenna) รูปแบบของสายอากาศแบบนี้ก็จะมีอยู่หลากหลายทั้งแบบที่เป็นขดลวดพันแกนอากาศหรือแกนเฟอร์ไรต์แบบที่เป็นวงลูปที่ทำขึ้นจากลวดทองแดงบนแผ่นวงจรพิมพ์ ทั้งที่เป็นลูปแบบวงกลมและสี่เหลี่ยม ทั้งนี้ความเหมาะสมในการใช้งานก็แตกต่างกันไปตามความถี่พาหะและประเภทของงานด้วยเช่นกัน

นอกจากการรับส่งข้อมูลแล้วสายอากาศก็ยังทำหน้าที่เป็นแหล่งจ่ายไฟให้กับ RFID Tag ด้วย โดยอาศัยหลักการทำงานตามแนวคิดของไมเคิล ฟาราเดย์ เรื่องแรงดันเหนี่ยวนำในขดลวดที่เกิดขึ้นจากเส้นแรงแม่เหล็ก (จาก Reader) ที่มีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามเวลา (Time-varying magnetic field) พุ่งผ่านสายอากาศของ RFID Tag เมื่อ RFID Tag และเครื่องอ่านตั้งอยู่ห่างกันในระยะ 0.16 เท่าของความยาวของคลื่นพาหะที่ใช้ เรียกปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นว่า Transformer-type Coupling ซึ่งเป็นปรากฏการณ์แบบเดียวกับการเกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นระหว่างขดลวดปฐมภูมิ (Primary) และขดลวดทุติยภูมิ (Secondary) ในทรานส์ฟอร์มเมอร์ (Transformer) จะเป็นวงจรพื้นฐานสำหรับอธิบายกลไกที่เกิดขึ้นในการส่งข้อมูลของ RFID Tag

#### **การป้องกันการชนกันของสัญญาณข้อมูล (Anti-Collision)**

ในการที่จะรับข้อมูลจาก RFID Tag หลาย ๆ อัน ทั้ง Tag และตัว Reader ต้องได้รับการออกแบบให้รองรับสถานะที่มี RFID Tag มากกว่า 1 อันทำงาน (ส่งสัญญาณ) มิเช่นนั้นแล้วสัญญาณพาหะก็จะมีการส่งออก ในเวลาเดียวกันทำให้เกิดการชนของสัญญาณ (Collusion) จะทำให้ไม่มีข้อมูลใด ๆ ส่งถึงตัว Reader เลย การติดต่อกันระหว่าง RFID Tag กับ Reader เปรียบเสมือน巴士แบบอนุกรม แต่巴士ชนิดนี้จะใช้อากาศเป็นตัวกลางในการส่งสัญญาณ ในระบบ巴士ที่ใช้เคเบิลเป็นตัวกลางก็ต้องมีการควบคุมไม่ให้เกิดการชนกันของสัญญาณ RFID ก็จำเป็นที่จะต้องมีการป้องกันให้มีการส่งสัญญาณจาก RFID Tag อันเดียวต่อช่วงเวลานั้นเช่นกัน

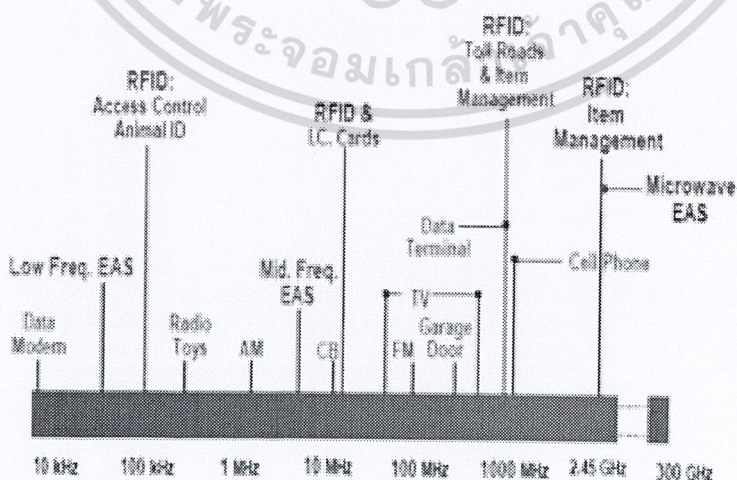


รูปที่ 2.14 การสื่อสารระหว่าง RFID Tag และ Reader [4]

#### 2.4.6 คลื่นพาหะและมาตรฐานของระบบ RFID

ในปัจจุบันได้มีการรวมกลุ่มระหว่างแต่ละประเทศ เพื่อทำการกำหนดมาตรฐานความถี่คลื่นพาหะของระบบ RFID โดยมีสามกลุ่มใหญ่ๆ คือ กลุ่มประเทศในยุโรปและแอฟริกา (Region1), กลุ่มประเทศอเมริกาเหนือและอเมริกาใต้ (Region2) และสุดท้ายคือกลุ่มประเทศตะวันออกไกลและออสเตรเลีย (Region3) ซึ่งแต่ละกลุ่มประเทศจะกำหนดแนวทางในการเลือกใช้ความถี่ต่างๆ ให้แก่บรรดาประเทศสมาชิก

อย่างไรก็ตาม ความถี่ของคลื่นพาหะที่นิยมใช้งานในย่านความถี่ต่ำ ย่านความถี่ปานกลาง และย่านความถี่สูงก็คือ 125 kHz, 13.56 MHz และ 2.45 GHz ตามลำดับดังที่แสดงไว้ในตาราง นอกจากนี้รัฐบาลของแต่ละประเทศ โดยทั่วไปจะมีการออกกฎหมายเกี่ยวกับระเบียบการใช้งานย่านความถี่ต่างๆ รวมถึงกำลังส่งของระบบ RFID ด้วย



รูปที่ 2.15 ย่านความถี่ต่างๆ [4]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครูอาจารย์ในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 ย่านความถี่ต่างๆ ของระบบ RFID และการใช้งาน

ย่านความถี่		ระยะทาง	การใช้งาน
ย่านความถี่ต่ำ (Low Frequency : LF)	125-134 kHz	18 in.	ปลุสตั้ว หรือ RFID Tag สินค้า กันขโมยที่อ่านในระยะใกล้ หรือระบบกันขโมยรถยนต์
ย่านความถี่สูง (High Frequency : HF)	13.553–13.567MHz	3 ft. อ่านได้เร็ว	ห้องสมุด สมาร์ทการ์ด ระบบ ติดตามหนังสือ ระบบปิดเปิด ประตู
ย่านความถี่สูงยิ่ง (Ultra High Frequency : UHF)	400 – 1000 MHz	10 – 30 ft. อ่านได้เร็วมาก	ตู้สินค้า รถบรรทุก แท่นยก สินค้า (Pallet)
ย่านความถี่ไมโครเวฟ (Microwave Frequency)	2.45 GHz, 5.8 GHz	>30 ft.	อุปกรณ์ไร้สาย

#### มาตรฐานของ RFID

มาตรฐานระหว่างประเทศสำหรับการใช้งาน RFID มี 2 หน่วยงานหลัก คือ

1. International Organization of Standard (ISO)
2. EPC Global

โดยที่มาตรฐานของ RFID มีการกำหนดไว้ 4 ด้านคือ

1. มาตรฐานด้านเทคโนโลยี (Technology)
2. มาตรฐานรูปแบบของข้อมูล (Data format)
3. มาตรฐานวิธีการทดสอบ (Conformance)
4. มาตรฐานการใช้งาน (Applications)

#### อัตราการรับส่งข้อมูลและแบนด์วิดท์

อัตราการรับส่งข้อมูล (Data Transfer Rate) จะขึ้นอยู่กับความถี่ของคลื่นพาหะ ความถี่ของคลื่นพาหะยิ่งสูง อัตราการรับส่งข้อมูลก็จะยิ่งสูงตามไปด้วย ส่วนการเลือกแบนด์วิดท์ หรือ ย่านความถี่นั้นก็จะมีผลต่ออัตราการรับส่งข้อมูลเช่นกัน โดยมีหลักว่า แบนด์วิดท์ควรจะมีค่ามากกว่าอัตราการรับส่งข้อมูลที่ต้องการอย่างน้อยสองเท่า

ตัวอย่าง ถ้าใช้แบนด์วิดท์ในช่วง 2.4-2.5 GHz ก็จะสามารถรองรับอัตราการรับส่งข้อมูล

ได้ประมาณ 2 megabits ต่อวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา<sup>29</sup> และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่การใช้แบนด์วิดท์ที่กว้างเกินไปก็อาจทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับสัญญาณรบกวนมาก หรือทำให้ S/N Ratio ต่ำลงนั่นเอง ดังนั้นการเลือกใช้แบนด์วิดท์ให้ถูกต้องก็เป็นส่วนสำคัญในการพิจารณา

### ระยะการรับส่งข้อมูลและกำลังส่ง

ระยะการรับส่งข้อมูลในระบบ RFID ขึ้นอยู่กับปัจจัยสำคัญต่างๆ ดังนี้

1. กำลังส่งของตัวอ่านข้อมูล (Reader/Interrogator Power)
2. กำลังส่งของ RFID Tag (Tag Power)
3. สภาพแวดล้อม

## 2.5 การใช้งานMicrocontroller dsPIC

### 2.5.1 การตอบสนองสัญญาณอินเทอร์รัปต์จากภายนอก

ในMicrocontroller dsPIC ได้รับการเพิ่มเติมความสามารถด้านการจัดการและตอบสนองอินเทอร์รัปต์อย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นแหล่งกำเนิดสัญญาณอินเทอร์รัปต์และอินเทอร์รัปต์เวกเตอร์ ทำให้ข้อจำกัดด้านอินเทอร์รัปต์ที่เคยมีในMicrocontroller PIC หดหายไปอย่างไรก็ตาม แม้ว่าจะมีแหล่งกำเนิดอินเทอร์รัปต์มากมาย แต่ด้วยการจัดการของ โมดูลควบคุมอินเทอร์รัปต์ (Interrupt controller module) สามารถทำให้การจัดการเกี่ยวกับการเลือกใช้และการตอบสนองอินเทอร์รัปต์สามารถทำได้อย่างเป็นระบบและไม่ซับซ้อนเกินไป

คุณสมบัติเด่นโดยสรุปของโมดูลควบคุมอินเทอร์รัปต์ใน dsPIC30F4011 มีดังนี้

- กำหนดระดับความสำคัญในการตอบสนองอินเทอร์รัปต์ได้ 8 ระดับ
- มีแหล่งกำเนิดสัญญาณอินเทอร์รัปต์ 44 แหล่ง
- รองรับการขัดจังหวะจากโปรเซสเซอร์หรือโปรเซสเซอร์แทร์ป (Processor trap) หรืออาจเรียกง่าย ๆ ว่า การอินเทอร์รัปต์จากซีพียู ได้อีก 4 แบบ
- มีอินเทอร์รัปต์เวกเตอร์ 44 ตำแหน่ง รวมกับอินเทอร์รัปต์อันเนื่องมาจากการทำงานของซีพียูหรือซีพียูแทร์ปเวกเตอร์อีก 4 ตำแหน่ง เป็น 48 ตำแหน่ง โดยได้รับการจัดสรรในรูปแบบของตาราง เรียกว่า ตารางอินเทอร์รัปต์เวกเตอร์ (Interrupt Vector Table : IVT)
- มีตารางอินเทอร์รัปต์เวกเตอร์เสริม (Alternate Interrupt Vector Table : AIVT) เพื่อรองรับการตีบั๊ก

รีจิสเตอร์ควบคุมและแสดงสถานการณ์อินเทอร์รัปต์ มีทั้งสิ้น 22 ตัว คือ

- INTCON1 และ INTCON2 เป็นรีจิสเตอร์ควบคุมหลัก โดยรีจิสเตอร์ INTCON1 ใช้ในการเอ็นเนเบิลแหล่งกำเนิดสัญญาณอินเทอร์รัปต์จากภายในMicrocontrollerและใช้แสดง

สถานะของการอินเทอร์รัปต์ ในขณะที่รีจิสเตอร์ INTCON2 ใช้ควบคุมแหล่งกำเนิดสัญญาณอินเทอร์รัปต์จากภายนอกและจัดการเกี่ยวกับตารางอินเทอร์รัปต์เวกเตอร์เสริม

- IFSx เป็นรีจิสเตอร์แสดงสถานะแฟล็กของการอินเทอร์รัปต์ โดยตัวอักษร x หมายถึง หมายเลขของรีจิสเตอร์ เนื่องจากใน dsPIC มีรีจิสเตอร์ IFS ทั้งหมด 3 ตัวคือ IFS0, IFS1 และ IFS2 เหตุที่ต้องมีมากก็เนื่องจาก dsPIC มีแหล่งกำเนิดสัญญาณอินเทอร์รัปต์มากมายนั่นเอง
- IECx เป็นรีจิสเตอร์สำหรับเอ็นเนเบิลการตอบสนองอินเทอร์รัปต์ โดยตัวอักษร x หมายถึง หมายเลขของรีจิสเตอร์ เนื่องจากใน dsPIC มีรีจิสเตอร์ IEC ทั้งหมด 3 ตัวคือ IEC0, IEC1 และ IEC2
- IPCx เป็นรีจิสเตอร์กำหนดระดับความสำคัญของแหล่งกำเนิดสัญญาณอินเทอร์รัปต์ โดยตัวอักษร x หมายถึง หมายเลขของรีจิสเตอร์ เนื่องจากใน dsPIC มีรีจิสเตอร์ IPC ทั้งหมด 12 ตัวคือ IPC0 ถึง IPC11 เพื่อรองรับแหล่งกำเนิดสัญญาณอินเทอร์รัปต์ทั้ง 44 แหล่ง โดยแต่ละแหล่งสามารถกำหนดระดับความสำคัญได้ 8 ระดับ
- SR เป็นรีจิสเตอร์แสดงสถานะของซีพียู โดยในบางบิตของรีจิสเตอร์ STATUS (บิต 5 ถึง 7 ซึ่งก็คือบิต IPL0 ถึง IPL2) ถูกใช้ในการกำหนดระดับความสำคัญของการอินเทอร์รัปต์
- CORCON เป็นรีจิสเตอร์ควบคุมการทำงานของหน่วยประมวลผลกลาง โดยในบิต 3 ของรีจิสเตอร์ CORCON ซึ่งก็คือบิต 3 ถูกใช้ในการแสดงระดับความสำคัญของการอินเทอร์รัปต์

## 2.5.2 การสื่อสารข้อมูลอนุกรมโดยใช้โมดูล UART

คุณสมบัติของโมดูล UART ใน dsPIC

- สื่อสารข้อมูลแบบสองทิศทาง (ฟูลดูเพิล็กซ์ : full-duplex) ในแบบ 8 และ 9 บิต
- เลือกการสื่อสารข้อมูลแบบตรวจสอบบิตพริตตี้คู่ (Even) หรือคี่ (Odd) และไม่ตรวจสอบบิตพริตตี้ (None) สำหรับรูปแบบสื่อสารข้อมูลในแบบ 8 บิต มีบิตหยุด (Stop bit) 1 หรือ 2 บิต
- มีส่วนกำเนิดอัตราบอด (Baud rate Generator) ขนาด 16 บิต สำหรับกำหนดจังหวะและอัตราเร็วในการสื่อสารข้อมูลอนุกรมแยกอิสระเพื่อลดภาระการทำงานของโมดูลไทมเมอร์
- กำหนดอัตราบอดได้ตั้งแต่ 38 บิตต่อวินาที (bps) ถึง 1.875 เมกะบิตต่อวินาที (Mbps)
- บัฟเฟอร์ข้อมูลขาส่ง (TX) และขารับ (RX) ขนาด 4 เวิร์ด แยกส่วนกัน
- มีบิตแฟล็กแจ้งข้อผิดพลาดในกรณีต่างๆ ของการสื่อสาร สามารถตรวจจับความผิดพลาดในการสื่อสารข้อมูลอนุกรม ได้แก่

- ความผิดพลาดทางพริตตี้ (Parity Error : PE)
- รับข้อมูลไม่ทัน (Buffer Overrun Error : OE)
- เฟรมข้อมูลผิดพลาด (Framing Error : FE)

- สนับสนุนความสามารถในการอินเทอร์รัปต์แอดเดรส (ข้อมูลบิต 9 เป็น “1”)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้เห็นได้โปรดใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 31 และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อินเทอร์เฟซต์แวกเตอร์แยกตำแหน่งกันระหว่างการส่งและรับข้อมูล (RX)
- สามารถทำงานในโหมด Loopback

### การกำหนดให้โมดูล UART ทำงาน

โมดูล UART ใน Microcontroller dsPIC ใช้รูปแบบข้อมูลในมาตรฐาน NRZ นั่นคือ มีบิตเริ่มต้น 1 บิต, บิตข้อมูล 8 หรือ 9 บิต และบิตปิดท้าย 1 หรือ 2 บิต ส่วนบิตพาริตีสามารถเลือกได้แบบคู่ (Even), คี่ (Odd) หรือไม่มี (None) โดยปกติแล้วจะเลือกใช้รูปแบบ 8N1 คือ มีบิตเริ่มต้น 1 บิต, บิตข้อมูล 8 บิต และบิตปิดท้าย 1 บิต สำหรับ dsPIC30F4011 สามารถกำหนดได้ที่บิต PDSEL1, PDSEL0 และ STSEL ซึ่งเป็นบิต 2, 1 และ 0 ตามลำดับในรีจิสเตอร์ U1MODE ส่วนการกำหนดอัตราบอดนั้นกระทำผ่านรีจิสเตอร์ UXBRG ขนาด 16 บิต

การรับส่งข้อมูลในโมดูล UART นั้นจะรับและส่งข้อมูลบิต LSB หรือบิตนัยสำคัญต่ำสุดก่อน โดยตัวรับและส่งข้อมูลในโมดูล UART ของ dsPIC จะทำงานเป็นอิสระแยกจากกัน โดยใช้อัตราบอดและรูปแบบข้อมูลเหมือนกัน จึงสามารถรับส่งข้อมูลได้ 2 ทิศทางพร้อมกันตลอดเวลา

#### 1. การเอ็นเนเบิล โมดูล UART ให้ทำงาน

ทำได้โดยการเซตบิต UARTEN ซึ่งเป็นบิต 15 ในรีจิสเตอร์ U1MODE และเซตบิต UTXEN ซึ่งเป็นบิต 10 ในรีจิสเตอร์ U1STA ทั้งนี้ที่เอ็นเนเบิล ขา U1TX และ U1RX จะถูกกำหนดให้ทำงานเป็นขาพอร์ตเอาต์พุตและอินพุตตามลำดับ โดยไม่สนใจการกำหนดทิศทางที่เกิดขึ้นก่อนหน้า

#### 2. การคิสเอเบิลโมดูล UART

ทำได้โดยการเคลียร์บิต UARTEN ซึ่งเป็นบิต 15 ในรีจิสเตอร์ U1MODE โดยปกติโมดูล UART จะถูกคิสเอเบิลหลังจากที่เกิดการรีเซต ซึ่งเป็นการกำหนดสถานะในเบื้องต้น จากนั้นหากต้องการให้ทำงานจะต้องมีการเอ็นเนเบิลภายหลัง เมื่อโมดูล UART ถูกคิสเอเบิล ขา U1TX และ U1RX จะถูกปลดออกจากโมดูล UART สามารถนำไปใช้งานเป็นพอร์ตอินพุตและเอาต์พุตทั่วไปได้ทันที

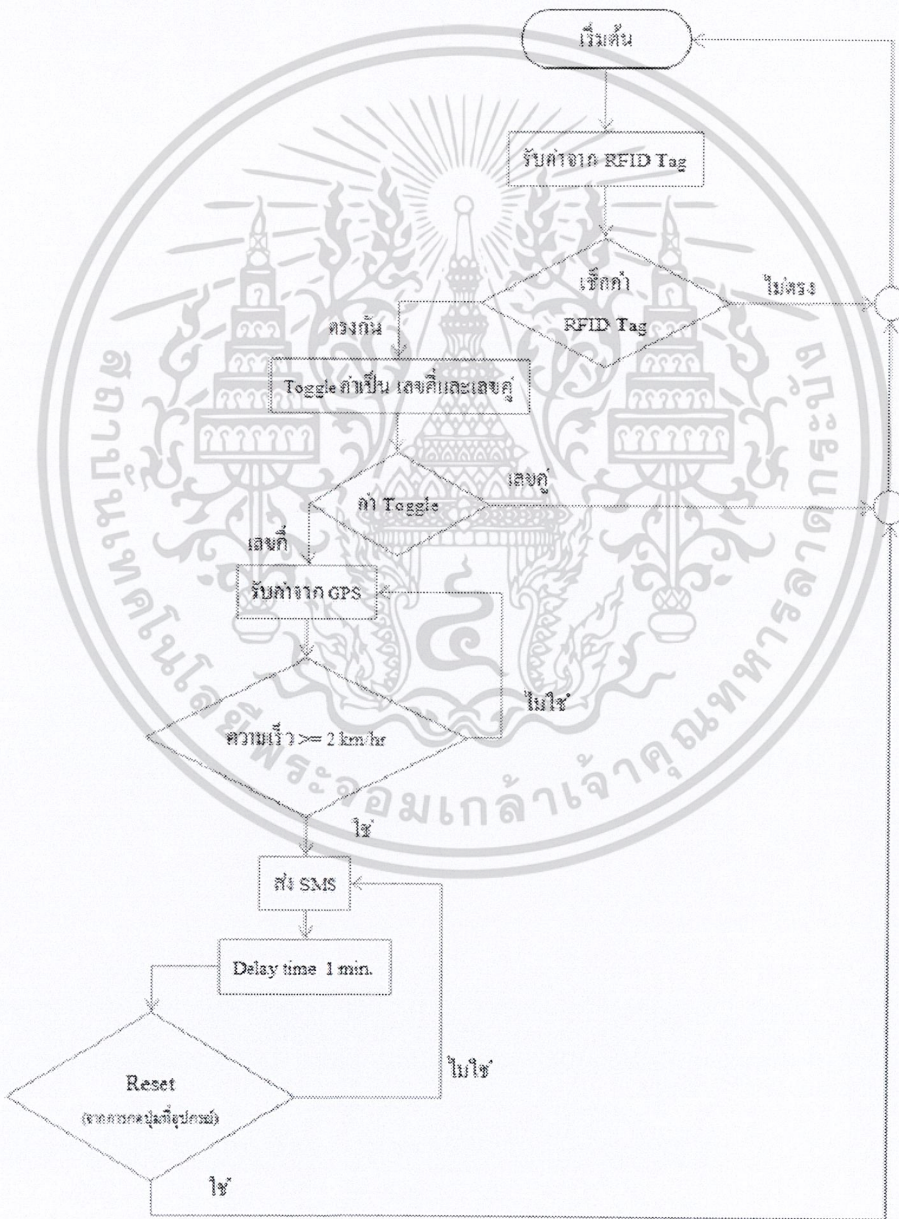
นอกจากนั้นในภาวะที่โมดูล UART ถูกคิสเอเบิล ค่าในบัฟเฟอร์ทั้งหมดจะถูกเคลียร์ เช่นเดียวกับบิตแฟล็กแจ้งสถานะความผิดพลาดทั้งหมดจะถูกเคลียร์ด้วย ส่วนตัวนับอัตราบอดจะอยู่ในภาวะรีเซต หลังจากทีคิสเอเบิล โมดูล UART แล้วกลับมาเอ็นเนเบิลใหม่ การทำงานทั้งหมดจะเริ่มต้นใหม่ทั้งหมด

# บทที่ 3

## การออกแบบและโครงสร้างของระบบ

### 3.1 การออกแบบระบบ

ในการสร้างชิ้นงานใดๆ จำเป็นต้องมีการออกแบบระบบก่อน เพื่อกำหนดขอบเขตในการทำงานและประสิทธิภาพของชิ้นงานที่จะเกิดขึ้นเมื่อชิ้นงานสำเร็จออกมา การออกแบบนี้เป็นการออกแบบโดยใช้วิธี Flow chart



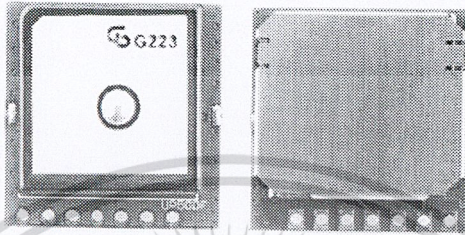
รูปที่ 3.1 Flow chart ของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา<sup>33</sup> และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3.2 โครงสร้างของระบบ

โครงสร้างด้านอุปกรณ์ (Hard ware) ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้

### 3.2.1 GPS Module



รูปที่ 3.2 GPS Module รุ่น SUP500F [11]

การเชื่อมต่อ GPS Module รุ่น SUP500F

ขา 1: RX UART 3V.

ขา 2: TX UART 3V.

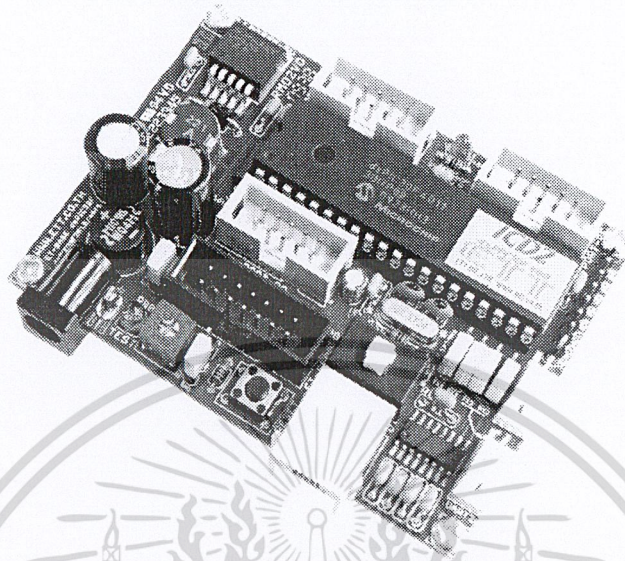
ขา 3: System Ground

ขา 4: VDD. 3.0 – 5.5 V.

ขา 5: Back up Battery 3 V. หรือ VDD.

GPS Module รุ่น SUP500F นี้ มีสายอากาศในตัว และมี Baud rate ที่ตั้งค่าเฉพาะคือ 9600 bps

### 3.2.2 Microcontroller



รูปที่ 3.3 บอร์ดMicrocontroller ET-BASE dsPIC30F4011 [12]

ET-BASE dsPIC30F4011 เป็นบอร์ดMicrocontrollerในตระกูล dsPIC30F ซึ่งเลือกใช้ Microcontrollerรุ่น 40 Pin เบอร์ dsPIC30F4011 ของMicrochips เป็น MCU ประจำบอร์ด โดย dsPIC30F4011 เป็น MCU ซึ่งใช้การประมวลผลข้อมูลแบบ 16 บิต จากค่าย Microchips ซึ่งมีจุดเด่นในด้านของความสามารถในการประมวลผลข้อมูลสัญญาณแบบดิจิทัลเหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับนำไปประยุกต์ใช้ในงานควบคุมต่างๆ โดยโครงสร้างภายในจะเป็นการผสมผสานระหว่าง Microcontroller (MCU) และวงจร DSP (Digital Signal Processing) รวมเข้าไว้ด้วยกัน หรืออาจเรียก MCU ตระกูล dsPIC30F ว่าเป็น DSC หรือ Digital Signal Controller ก็ได้ โดยโครงสร้างของบอร์ด ET-BASE dsPIC30F2010/4011 ได้รับการออกแบบให้บอร์ดมีขนาดเล็กเหมาะต่อการนำไปประยุกต์ใช้งานเป็นหลัก โดยภายในบอร์ดได้บรรจุเอาวงจรที่จำเป็นต่อการใช้งาน และสะดวกต่อการพัฒนาโปรแกรม มีความยืดหยุ่น สามารถปรับเปลี่ยนสัญญาณ I/O เพื่อนำไปประยุกต์ใช้งานในลักษณะต่างๆ ให้สอดคล้องและเหมาะสมกับความต้องการใช้งานได้ในหลายๆ ลักษณะตามต้องการ

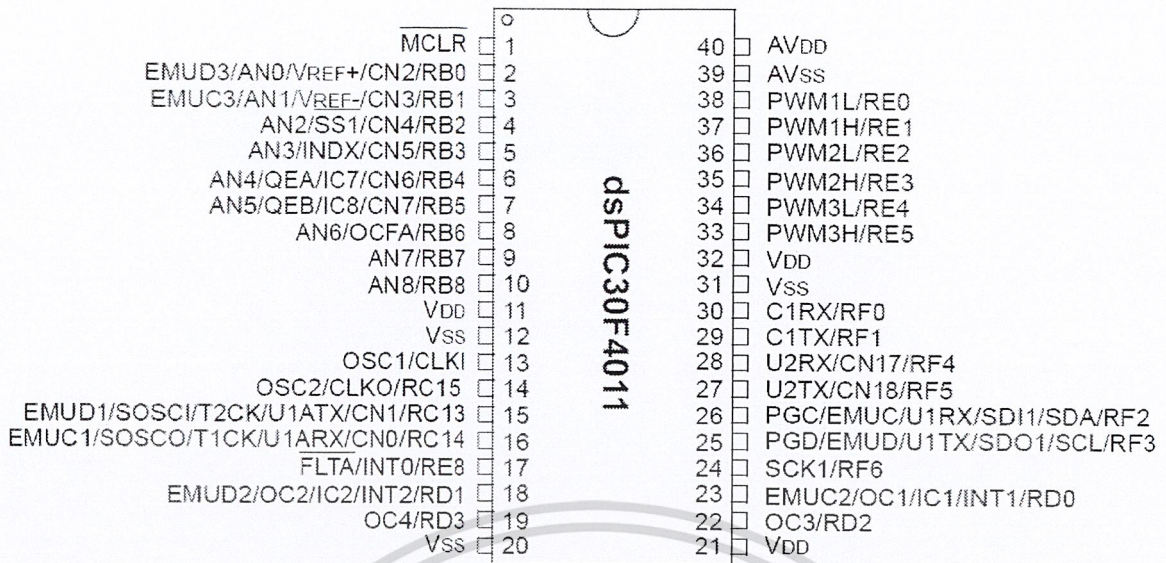
#### คุณสมบัติของบอร์ด

- เลือกใช้ MCU ตระกูล dsPIC30F4011 ของ Microchips เป็น MCU ประจำบอร์ด โดยคุณสมบัติเด่นๆ ของ MCU ได้แก่

- มีหน่วยความจำ Flash 48 Kbyte

- O มีหน่วยความจำ RAM ขนาด 2 Kbyte
- O มีหน่วยความจำ EEPROM ขนาด 1 Kbyte สำหรับเก็บข้อมูลใช้งาน
- O มีพอร์ต I/O ขนาด 29 Bit
- O มี 16Bit Timer/Counter จำนวน 5 ชุด
- O มี Input Capture จำนวน 4 ช่อง
- O มี Output Compare จำนวน 4 ช่อง
- O มี ADC 10Bit/500Ksps จำนวน 9 ช่อง
- O มี PWM Motor Control จำนวน 6 ช่อง พร้อม Quadrature Encode Interface (QEI)
- O มี UART จำนวน 2 ช่อง
- O มี SPI จำนวน 1 ช่อง และมี I2C จำนวน 1 ช่อง
- O มีวงจร Watchdog, Power-ON Reset, PWM
  - ใช้ Crystal ความถี่ 7.3728MHz สามารถใช้ PLL คูณความถี่เพื่อ Run ความถี่ 29.4912 MHz ได้
  - มีพอร์ตสื่อสารอนุกรม UART แบบ RS-232 จำนวน 2 ช่อง พร้อม Jumper สำหรับเลือกใช้งาน UART หรือ GPIO ได้ตามต้องการ โดยใช้ขั้วต่อ UART แบบ CPA-4 Pin มาตรฐาน ETT
  - มีขั้ว ICSP มาตรฐาน ICD2 แบบ RJ11 สำหรับใช้ร่วมกับชุดพัฒนาโปรแกรมและ Debugger ที่รองรับการทำงานตามมาตรฐาน ICD2 ของ Microchips เช่น ICD2 หรือ Pickit2 ได้
  - มี Switch สำหรับสลับสัญญาณระหว่าง Program/Debug(PGM) และ ใช้งานปกติ(RUN) พร้อม LED แสดงโหมดการทำงานของบอร์ด
  - มีขั้วต่อสัญญาณ I/O แบบ Header ขนาด 2x5 จำนวน 3 ชุด และ Header 1x8 Pin 1 ชุด
  - Header 14Pin สำหรับ Character LCD พร้อม VR ปรับความสว่าง
  - มี Switch Reset สำหรับสั่ง Reset การทำงานของ MCU ภายในบอร์ด
  - มี LED สำหรับทดสอบการทำงาน โดยใช้ RB0 ในการควบคุม พร้อม Jumper ตัดต่อสัญญาณ
  - Power AC/DC Input พร้อม Regulate แบบ Switching เบอร์ LM2575 ขนาด 5V/1A ลดปัญหาความร้อนจากวงจร Regulate และ LED แสดงสถานะแหล่งจ่าย Power
  - ขนาด PCB Size 8 x 6 cm.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 36 และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 การจัดขั้วสัญญาณของ dsPIC30F4011 [12]

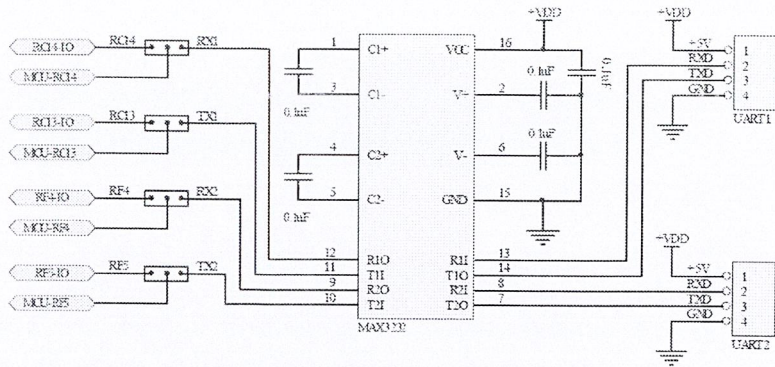
### การใช้งาน RS-232

พอร์ต RS-232 เป็นสัญญาณ RS-232 ซึ่งผ่านวงจรแปลงระดับสัญญาณจาก MAX3232 เรียบร้อยแล้ว โดยจะมีวงจร UART ใช้งานจำนวน 2 ช่อง โดยสัญญาณของ RS-232 แต่ละช่อง จะจัดหัวเป็นแบบ CPA-4PIN (RS-232) ดังรูป



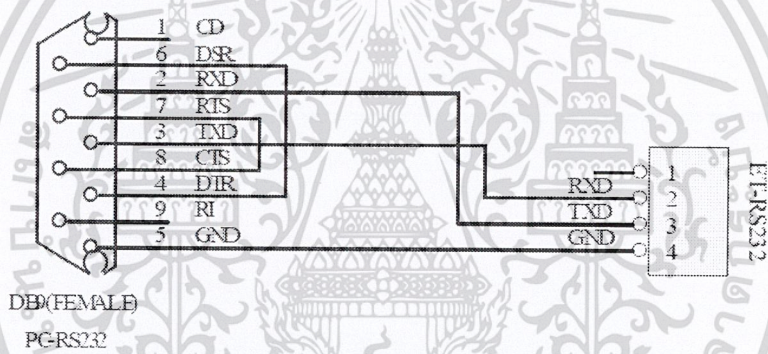
รูปที่ 3.5 ลักษณะพอร์ต RS-232 [12]

โดยวงจรการทำงานของ UART (RS-232) ทั้ง 2 ช่อง สามารถเลือกใช้งานหรือไม่ใช้งาน จาก Jumper ได้ เพื่อใช้เลือกว่าจะให้สัญญาณของ MCU ทำหน้าที่เป็น I/O หรือ UART ดังวงจร

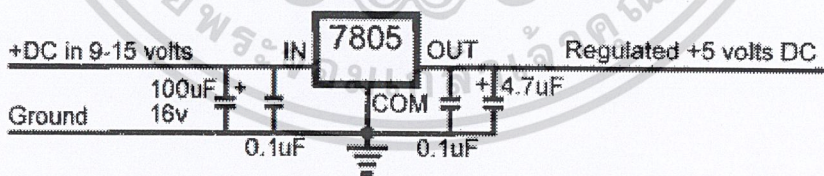


รูปที่ 3.6 วงจรการทำงานของ UART (RS-232) [12]

สำหรับ Cable ที่จะใช้ในการเชื่อมต่อ RS-232 ระหว่าง Comport ของเครื่องคอมพิวเตอร์ PC เข้ากับขั้วต่อ RS-232 ของบอร์ด ET-BASE dsPIC30F4011 นั้น เป็นดังนี้



รูปที่ 3.7 วงจรสาย Cable สำหรับ RS-232



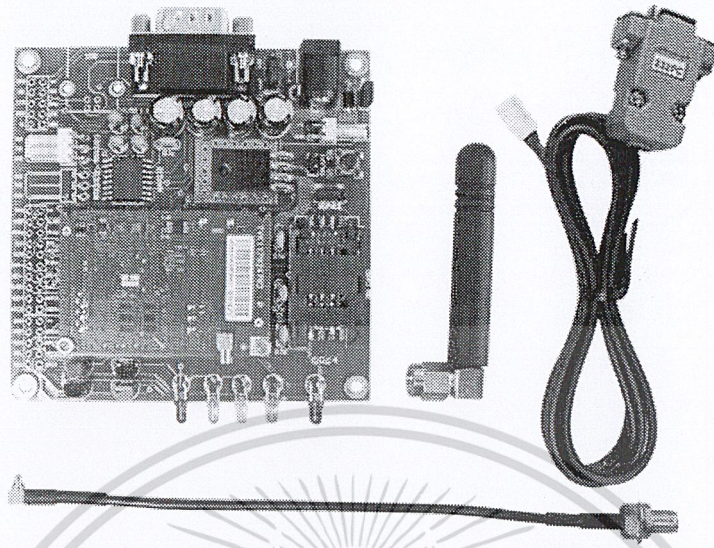
รูปที่ 3.8 วงจรแปลงกระแสไฟจาก 9 – 15 V. เป็น 5 V.

วงจรแปลงไฟฟ้ากระแสตรง 9 – 15 โวลต์เป็น 5 โวลต์ ต้องใช้อุปกรณ์ดังนี้

1. ไอซี 7805 เป็นตัวแปลงกระแสไฟ
2. ตัวเก็บประจุ(Capacitor) แบบอิเล็กโทรไลต์ ขนาด 0.1 uF เป็นตัวกรองประจุให้กระแสไฟไม่กระตุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา<sup>38</sup> และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.3 GSM Module

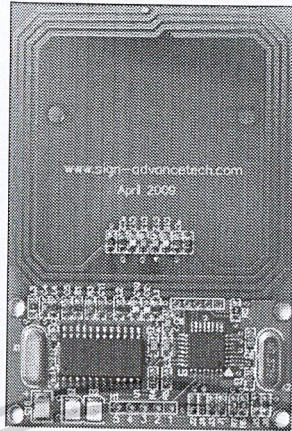


รูปที่ 3.9 บอร์ด GR-64 GSM/GPRS สายอากาศ และสายเชื่อมต่อ RS-232 [13]

GR-64 เป็นโมดูล GSM/GPRS รองรับได้ 4 ความถี่ ได้แก่ GSM 850/900/1800/1900 MHz สามารถติดต่อโดยผ่านทาง RS-232 ด้วย AT Command โดยตัวโมดูลประกอบด้วย Power supply ส่วนของ Sim card และสายอากาศ บนบอร์ด PCB ทำให้สามารถนำมาใช้ในการพัฒนา หรือนำไปประยุกต์ใช้ในงานที่หลากหลาย โดยมีคุณสมบัติ ดังนี้

- Quad Band GSM/GPRS Radio Device 850/900/1800/1900 MHz
- Mobile class B
- TCP/UDP/IP protocol stack
- 2x UARTs Connectivity Serial Baud rate from 1200 to 460,800 bits/s
- Up to 12 x programmable general purpose I/Os
- 4 x ACD inputs
- Real time clock with alarm output

### 3.2.4 RFID Module โมดูล



รูปที่ 3.10 RFID Module รุ่น GM500A Mifare Read/Write Module V1.0 [11]

GM500A Mifare Read/Write Module V1.0 เป็น RFID Module (Radio Frequency Identification) ได้รับการออกแบบให้สามารถอ่านและเขียนได้ โดยรับคำสั่งที่ Port UART และ I2C ซึ่งเราสามารถกำหนดเองได้ ภายใน โมดูลสร้างเสาอากาศที่มีประสิทธิภาพสูง และมีน้ำหนักเบา สามารถทำงานระยะห่างถึง 8 เซนติเมตร

#### คุณสมบัติ

- สนับสนุน RFID Tag Mifare 1 K, Mifare 4 K และ Mifare Ultra light
- โปรโตคอลสื่อสาร  
UART: เหมาะสำหรับคอมพิวเตอร์ส่วนตัว และ Microcontroller 8 bit  
Baud rate 9600 – 115200 bps  
I2C: เหมาะสำหรับ Microcontroller อัตราสูงสุด 400 Kbps
- ตรวจจับ RFID Tag อัตโนมัติ
- มีเสาอากาศภายในตัว
- ใช้ไฟฟ้า DC 4.5 V ถึง 5.5 V VDD
- ระยะดำเนินงาน : สูงสุด 8 เซนติเมตร หรือขึ้นอยู่กับ RFID Tag
- อุณหภูมิการจัดเก็บ :  $-40^{\circ}\text{C}$  ถึง  $+85^{\circ}\text{C}$
- อุณหภูมิในการทำงาน :  $-20^{\circ}\text{C}$  ~  $+70^{\circ}\text{C}$
- ขนาด :  $80 \times 55 \times 7$  มิลลิเมตร
- มี LED เป็นไฟอัตโนมัติเมื่ออยู่ในช่วงการตรวจหา RFID Tag

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 40. และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 การกำหนดค่าในแต่ละขาของ RFID GM500A

Pins	Description	Type	Max
1	Card Status	OUT	Tag detect signal Low level indicating tag in detection High level indicating tag out
2	TX/ SDA	Out/In	Serial Output/Serial data line
3	RX/ SCL	In/In	Serial Input/Serial clock line
4	VCC	Pwr	Power Vcc
5	GND	Pwr	Power Gnd



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา<sup>41</sup> และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

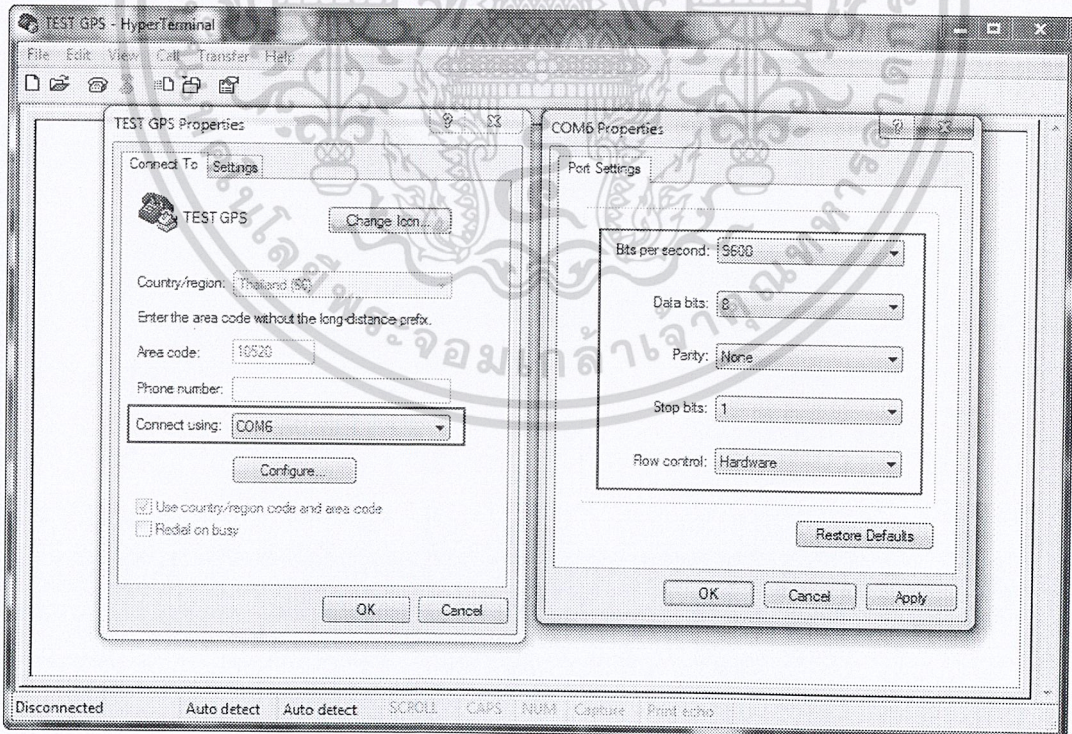
### การทดลองและผลการทดลอง

#### 4.1 การทดลอง

##### 4.1.1 การทดลองรับค่าจาก GPS Module

ขั้นตอนการเชื่อมต่อ

1. เชื่อมต่อขา TX ของ GPS Module เข้ากับขา RX ของ Microcontroller และเชื่อมต่อไฟกระแสดตรง 5 โวลต์และไฟกราวด์ 0 โวลต์และแบตเตอรี่ แบคอัพ 3 โวลต์สำหรับจ่ายกระแสไฟให้หน่วยความจำแบคอัพของ GPS
2. เชื่อมต่อ UART เข้ากับ คอมพิวเตอร์ โดยแปลงสัญญาณผ่าน MAX232 และใช้ USB to Serial เพื่อความสะดวกในการทดลองกับคอมพิวเตอร์แบบพกพา
3. เปิดโปรแกรม Hyper Terminal กำหนดพอร์ตการเชื่อมต่อ com6 กำหนดค่าทำงานพอร์ต Bit per second : 9600 bps, Data bits : 8, Parity : None, Stop bits : 1 และ Flow control : Hardware

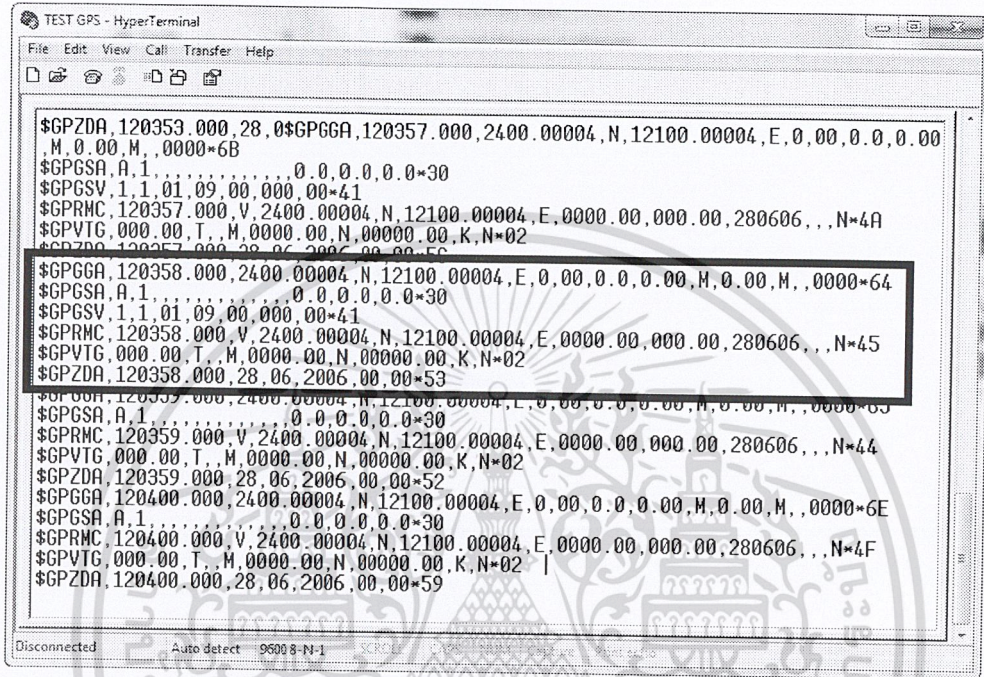


รูปที่ 4.1 การกำหนดค่าพอร์ต ในโปรแกรม Hyper Terminal

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา<sup>42</sup> และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำการกำหนดค่าพอร์ตในการใช้งานโปรแกรม Hyper Terminal ดั้งขั้นตอนทั้ง 3 ขั้นตอนแล้ว จะได้ผลการทดลองเป็นข้อมูลในประโยคของ NMEA-183

### ผลการทดลองรับค่า GPS Module



```
TEST GPS - HyperTerminal
File Edit View Call Transfer Help
$GPZDA,120353.000,28,06,2006,00,00.000004,E,0,00,0.0,0.0,00
,M,0.00,M,0.0000*6B
$GPGSA,A,1,,,,,,,,,,,,,0.0,0.0,0.0*30
$GPGSV,1,1,01,09,00,000,00*41
$GPRMC,120357.000,V,2400.00004,N,12100.00004,E,0.000,00.000,00,280606,.,N*4A
$GPVTG,000.00,T,M,0000.00,N,00000.00,K,N*02
$GPZDA,120357.000,28,06,2006,00,00.000004,E,0,00,0.0,0.0,00
,M,0.00,M,0.0000*64
$GPGSA,A,1,,,,,,,,,,,,,0.0,0.0,0.0*30
$GPGSV,1,1,01,09,00,000,00*41
$GPRMC,120358.000,V,2400.00004,N,12100.00004,E,0.000,00.000,00,280606,.,N*45
$GPVTG,000.00,T,M,0000.00,N,00000.00,K,N*02
$GPZDA,120358.000,28,06,2006,00,00*53
$GPZDA,120359.000,28,06,2006,00,00.000004,E,0,00,0.0,0.0,00
,M,0.00,M,0.0000*63
$GPGSA,A,1,,,,,,,,,,,,,0.0,0.0,0.0*30
$GPRMC,120359.000,V,2400.00004,N,12100.00004,E,0.000,00.000,00,280606,.,N*44
$GPVTG,000.00,T,M,0000.00,N,00000.00,K,N*02
$GPZDA,120359.000,28,06,2006,00,00*52
$GPGSA,A,1,,,,,,,,,,,,,0.0,0.0,0.0*30
$GPRMC,120400.000,V,2400.00004,N,12100.00004,E,0.000,00.000,00,280606,.,N*4F
$GPVTG,000.00,T,M,0000.00,N,00000.00,K,N*02
$GPZDA,120400.000,28,06,2006,00,00*59
Disconnected Auto detect 9600 8-N-1
```

รูปที่ 4.2 ข้อมูลที่ได้รับจาก GPS Module ผ่านโปรแกรม Hyper Terminal

เมื่อทำการตั้งอุปกรณ์ไว้ที่อาคาร 12 ชั้น คณะวิศวกรรมศาสตร์แล้ว รอระยะเวลาในการรับส่งสัญญาณระหว่าง GPS กับดาวเทียมประมาณ 10 นาที จะได้ค่าข้อมูลดังรูปที่ 4.2

เมื่อทำการย้ายสถานที่ในการทดลองจากอาคาร 12 ชั้น ไปยังอาคารกิจกรรมนักศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์ ค่าที่จะได้จะมีการเปลี่ยนแปลงดังข้อมูลในรอบของรูปที่ 4.3

```

TEST GPS - HyperTerminal
File Edit View Call Transfer Help
$GPGSV,3,2,12,19,42,026,28,23,36,187,,08,16,328,20,03,14,037,28*7D
$GPGSV,3,3,12,28,13,292,,20,09,175,,06,03,040,,32,03,151,*75
$GPRMC,182310.997,V,1343.62672,N,10046.50533,E,0005.65,010.59,150211,,N,44
$GPVTG,010.59,T,M,0005.65,N,00010.46,K,N=0A
$GPZDA,182310.997,15,02,2011,00,00*5C
$GPGGA,182311.997,1343.62672,N,10046.50533,E,0,00,98.8,25.90,M,-25.89,M,,0000*7F
$GPGSA,A,1,,,,,,,,,07.1,98.8,57.9*04
$GPGSV,3,1,12,11,60,147,,13,54,233,,07,45,343,38,24,42,143,*72
$GPGSV,3,2,12,19,42,026,29,23,36,187,,08,16,328,19,03,14,037,28*76
$GPGSV,3,3,12,28,13,292,,20,09,175,,06,03,040,,32,03,151,*75
$GPRMC,182311.997,V,1343.62672,N,10046.50533,E,0003.13,010.59,150211,,N,42
$GPVTG,010.59,T,M,0003.13,N,00005.81,K,N=02
$GPZDA,182311.997,15,02,2011,00,00*5D
$GPGGA,182312.997,1343.62672,N,10046.50533,E,0,00,92.3,23.50,M,-23.89,M,,0000*7D
$GPGSA,A,1,,,,,,,,,00.4,92.5,56.0*09
$GPGSV,3,1,12,11,60,147,,13,54,233,,07,45,343,38,24,42,143,*72
$GPGSV,3,2,12,19,42,026,28,23,36,187,,08,16,328,18,03,14,037,27*79
$GPGSV,3,3,12,28,13,292,,20,09,175,,06,03,040,,32,03,151,*75
$GPRMC,182312.997,V,1343.62672,N,10046.50533,E,0005.65,010.59,150211,,N,46
$GPVTG,010.59,T,M,0005.65,N,00010.46,K,N=0A
$GPZDA,182312.997,15,02,2011,00,00*5E
Disconnected Auto detect 9600 S-N-1

```

รูปที่ 4.3 ข้อมูลที่ได้รับจาก GPS Module ผ่าน โปรแกรม Hyper Terminal

ข้อมูลที่ได้รับจาก GPS เมื่อเปลี่ยนสถานที่แล้ว จะมีความแตกต่างกันเล็กน้อยเนื่องจาก ระยะห่างจากสถานีที่รับอุปกรณ์ทั้งสองไม่แตกต่างกันมากนัก เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่โลก

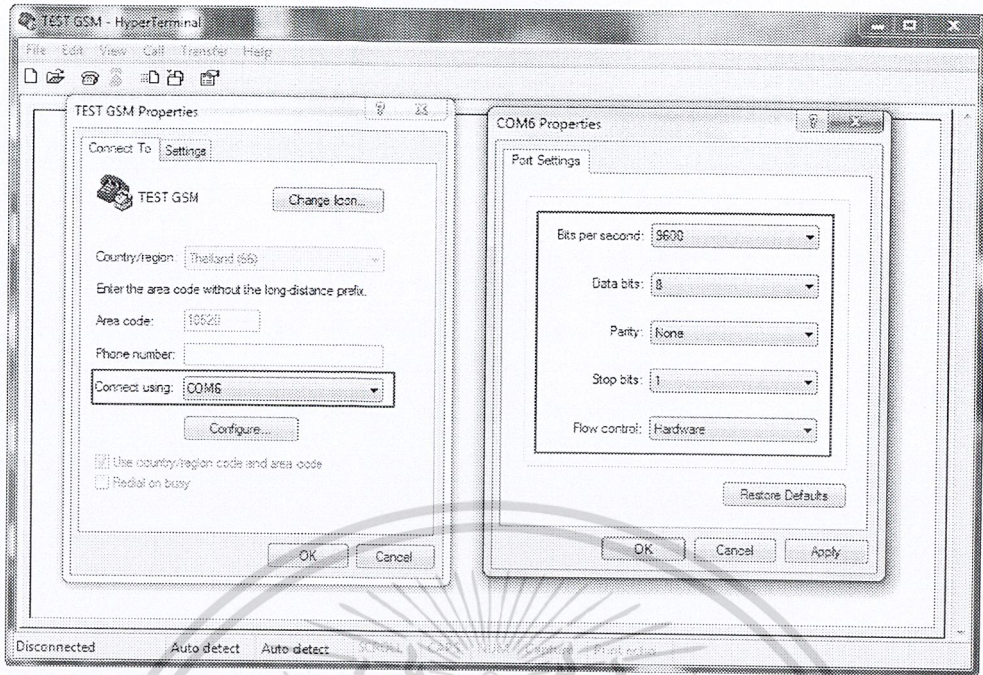
#### 4.1.2 การทดลองรับค่าจาก GSM Module

ขั้นตอนการเชื่อมต่อ

1. เชื่อมต่อ GSM Module เข้ากับ Microcontroller โดยเชื่อมต่อไฟกระแสดตรง 5 โวลต์ และไฟกราวด์ 0 โวลต์ เข้าขารับไฟของ GSM Module 5 โวลต์ เชื่อมต่อขา TX RX และ ไฟกราวด์ กับ Microcontroller
2. เชื่อมต่อ UART เข้ากับ คอมพิวเตอร์ โดยแปลงสัญญาณผ่าน MAX232 และใช้ USB to Serial เพื่อความสะดวกในการทดลองกับคอมพิวเตอร์แบบพกพา
3. เปิดโปรแกรม Hyper Terminal กำหนดพอร์ตการเชื่อมต่อ com6 กำหนดค่าทำงาน พอร์ต Bit per second : 9600 bps, Data bits : 8, Parity : None, Stop bits : 1
4. ใช้คำสั่ง AT command กำหนดการส่งข้อความดังนี้

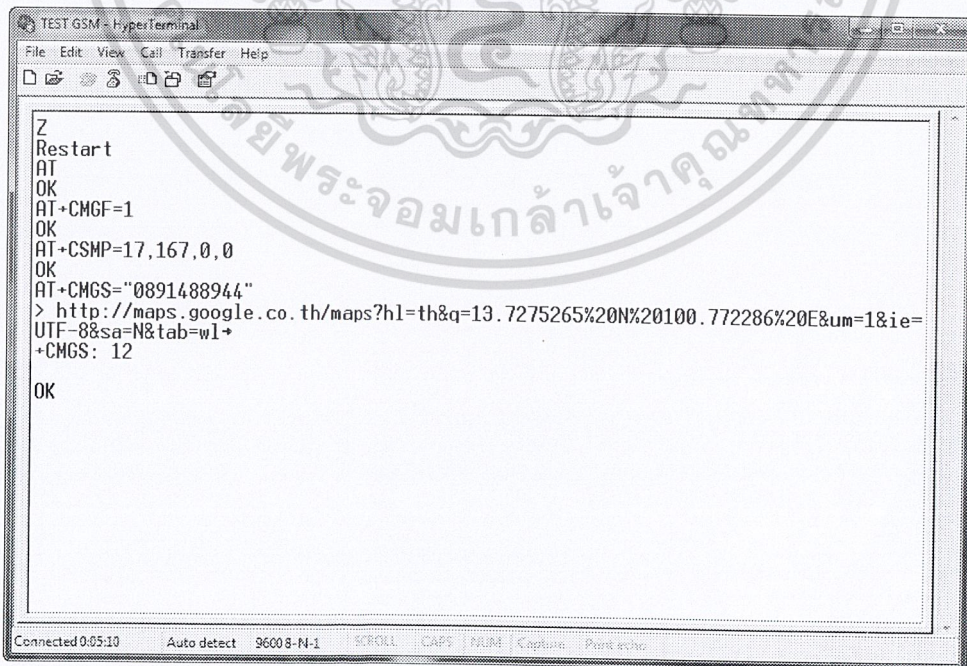
AT+CMGF=1 //Enter	กำหนดการส่งข้อความ เป็น TEXT Mode
AT+CSMP = 17,167,0,0//Enter	กำหนดพารามิเตอร์ในการส่งข้อความ
AT+CMGS="0890744865" //Enter	กำหนดเบอร์โทรศัพท์ปลายทาง
TEXT ตามด้วย Ctrl+Z //Enter	ใส่ข้อความและกด Ctrl+Z เพื่อส่งข้อความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 การกำหนดค่าพอร์ต ใน โปรแกรม Hyper Terminal

เมื่อทำการตั้งค่าการใช้งาน โปรแกรม Hyper Terminal ดังขั้นตอนทั้ง 3 ขั้นตอนแล้ว การตั้งค่าขั้นตอนที่ 4 จะเป็นการตั้งค่าการส่งข้อความไปยัง GSM Module ผลการทดลองการรับค่าจาก GSM Module

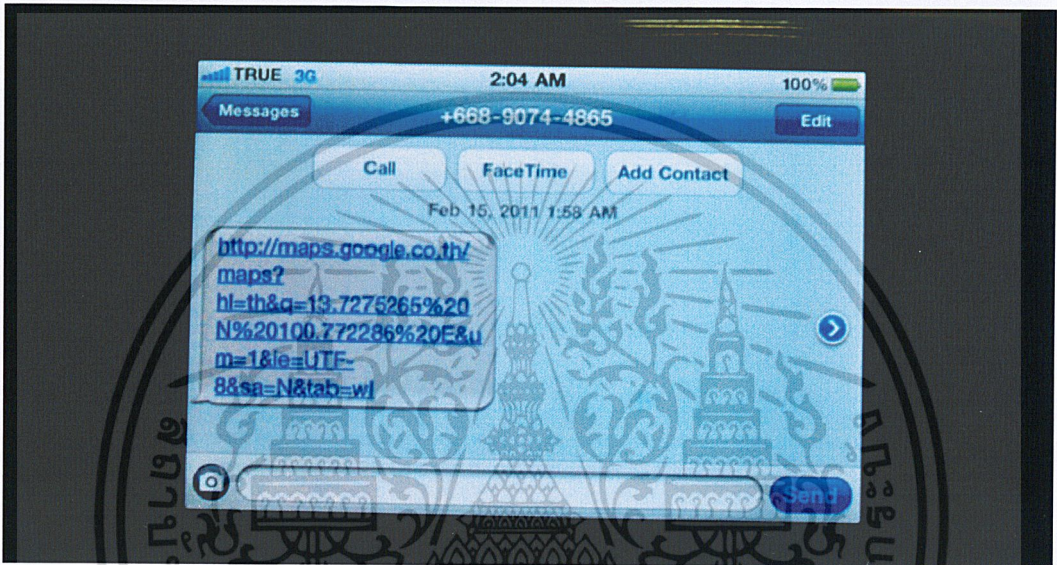


รูปที่ 4.5 การกำหนดค่าการส่งข้อความ ใน โปรแกรม Hyper Terminal

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ดูแลเห็นประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 45 และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

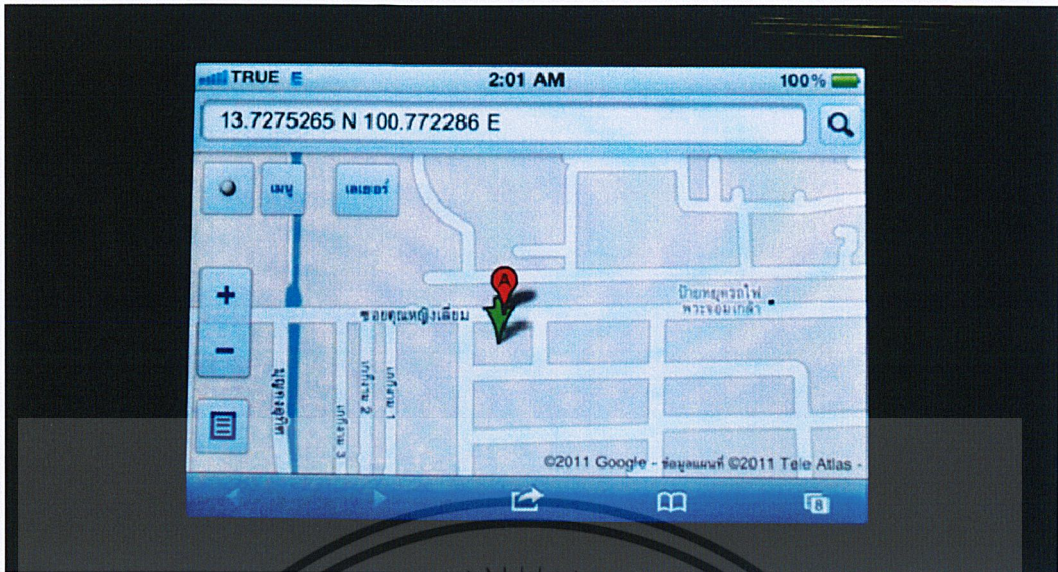
จากคำสั่ง AT command ที่ได้กำหนดค่าในการส่งข้อความ มีผลเป็นดังนี้

1. AT+CMGF=1 //Enter                    ตั้งการส่งข้อความเป็น TEXT Mode
2. AT+CSMP = 17,167,0,0//Enter        ตั้งค่าพารามิเตอร์ในการส่งข้อความ
3. AT+CMGS="0890744865" //Enter      กำหนดเบอร์โทรศัพท์ปลายทาง
4. TEXT ตามด้วย Ctrl+Z //Enter        ใส่ข้อความในรูปแบบ Url ทำให้สามารถเข้าเว็บไซต์ของแผนที่หรือ Google ได้โดยตรง จากนั้นกด Ctrl+Z เพื่อส่งข้อความ



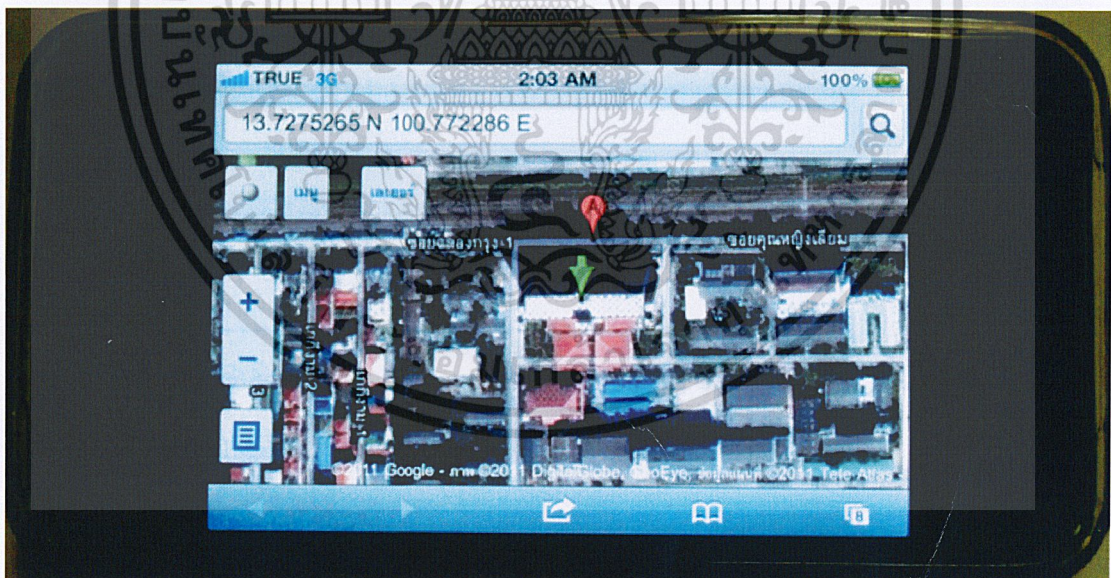
รูปที่ 4.6 ข้อความในโทรศัพท์เคลื่อนที่เมื่อทำการพิมพ์คำสั่งใน โปรแกรม Hyper Terminal

เมื่อพิมพ์คำสั่งในขั้นตอนที่ 4 แล้ว GSM Module จะทำงานโดยการส่งข้อความในโหมดข้อความตัวอักษร ไปยังเบอร์โทรศัพท์ปลายทางที่กำหนดไว้ จากรูปที่ 4.5 เป็นข้อความทั้งหมดที่โทรศัพท์ที่ได้รับจาก GSM Module



รูปที่ 4.7 ภาพแผนที่เมื่อนำข้อความไปเปิดในบราวเซอร์

ข้อความที่ได้รับจาก GSM Module มีลักษณะเป็นข้อความ URL ซึ่งสามารถกดที่ข้อความนี้เพื่อดูตำแหน่งที่อุปกรณ์อยู่ผ่านเว็บไซต์ <http://map.google.com>

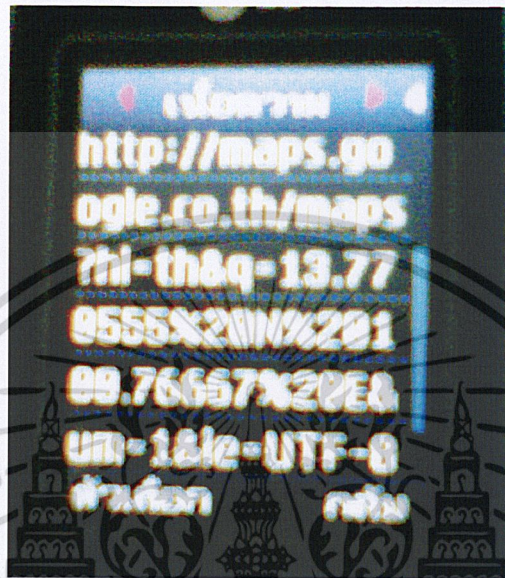


รูปที่ 4.8 ภาพถ่ายดาวเทียมเมื่อนำข้อความไปเปิดในบราวเซอร์

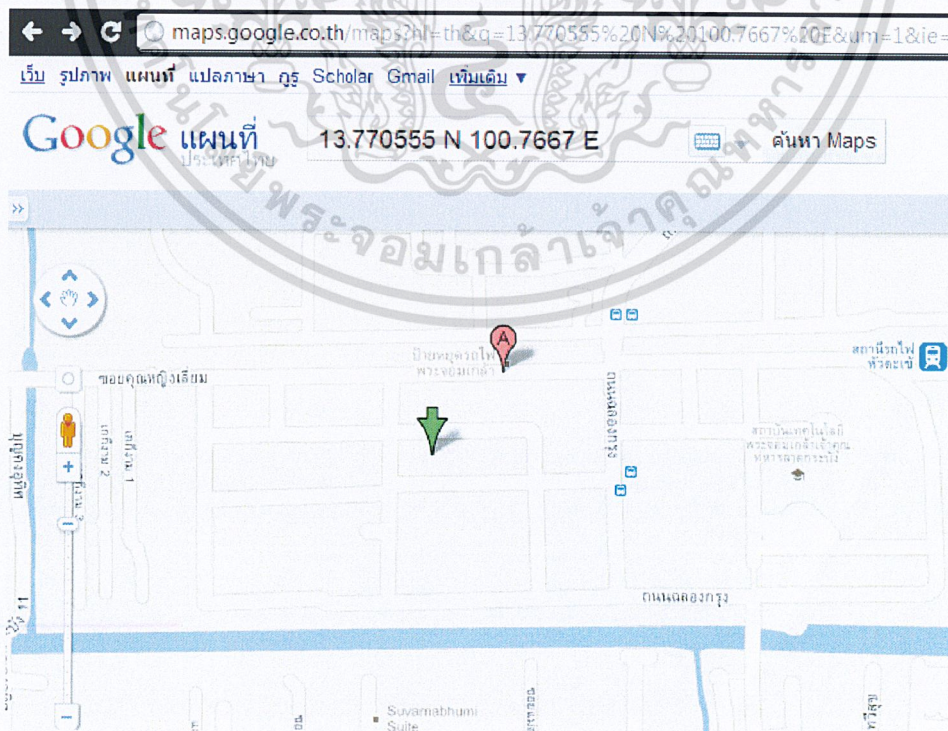
เมื่อเปิดข้อความในเว็บไซต์ <http://map.google.com> แล้ว ยังสามารถเลือกรูปแบบในการแสดงผลของภาพแผนที่ที่ได้ ดังรูปที่ 4.8 เป็นการแสดงผลแบบภาพถ่ายดาวเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 47 จะต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

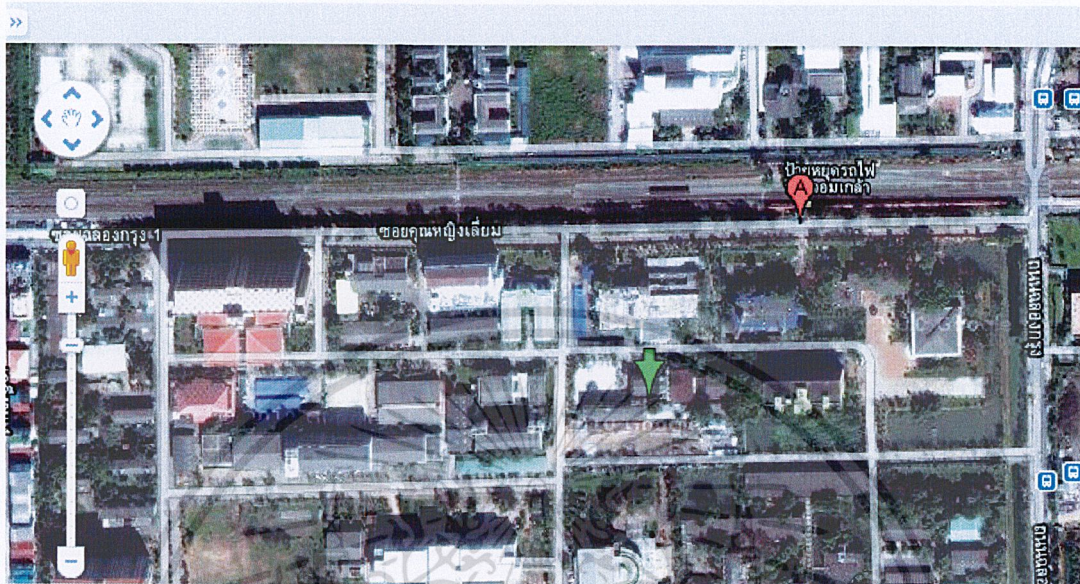
เมื่อทำการย้ายสถานที่ในการทดลอง จากอาคาร 12 ชั้น เป็นอาคารกิจกรรมนักศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์ แล้วทำการส่งข้อความไปยังโทรศัพท์ และหากโทรศัพท์ของเราไม่สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ เราสามารถนำข้อความที่ได้รับจาก GSM Module มาพิมพ์ในเว็บเบราว์เซอร์ จากนั้นทำการเปิดแผนที่ในเว็บไซด์ และ จะได้ภาพแผนที่ดังนี้



รูปที่ 4.9 ข้อความในโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ไม่สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่รูปที่ 4.10 ภาพแผนที่เมื่อนำข้อความที่ได้รับไปพิมพ์ในเบราว์เซอร์ ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 48 ชั่วโมงต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 ภาพถ่ายดาวเทียม เมื่อนำข้อความที่ได้รับ ไปพิมพ์ในบราวเซอร์

#### 4.1.3 การทดลองรับค่าจาก RFID Module

##### ขั้นตอนการเชื่อมต่อ

1. เชื่อมต่อ RFID Module รุ่น GM500A เข้ากับ Microcontroller โดยเชื่อมต่อไฟกระแสดตรง 5 โวลต์และไฟกราวด์ 0 โวลต์ เข้าขารับไฟของ RFID Module 5 โวลต์ เชื่อมต่อขา TX RX และ ไฟกราวด์ กับ Microcontroller และเชื่อมต่อขา 1 (I/O) ของ RFID เข้ากับขา RB0 ซึ่งตั้งค่าให้เป็นขารับข้อมูลเข้า
2. เชื่อมต่อ UART เข้ากับ คอมพิวเตอร์ โดยแปลงสัญญาณผ่าน MAX232 และใช้ USB to Serial เพื่อความสะดวกในการทดลองกับคอมพิวเตอร์แบบพกพา
3. เปิดโปรแกรม GM-500A Software Test V. 1.0.0 เพื่อทำการลือกอิน RFID Tag โดยการแตะ RFID Tag ที่ตัว Reader และตั้งค่าให้กับ RFID Tag



เนื่องจากพิกัดที่ได้เป็นพิกัดแบบ DMS (Degrees Minute Seconds) ต้องทำการแปลงค่าเป็น DD (Decimal Degrees) เพื่อให้สามารถนำไปใช้ในคอมพิวเตอร์ได้ โดยใช้สมการ

$$DD = \text{Degree} + ((\text{Minute} * 60) + \text{Seconds}) / 3600$$

จะได้ Latitude คือ  $13 + ((43 * 60) + 39) / 3600 = 13.7275$

Longitude คือ  $100 + ((46 * 60) + 20) / 3600 = 100.7722$

Latitude 13.7275 องศา เหนือ และ Longitude 100.7722 องศา ตะวันออก

- ประโยคแสดงความเร็ว ซึ่งในประโยคนี้ไม่มีความเร็ว

\$GPVTG,000.00,T,,M,0000.00,N,00000.00,K,N\*02

- ประโยคแสดงความเร็ว ซึ่งในประโยคนี้มีความเร็วเป็น 1.61 km/hr

\$GPVTG,181.59,T,,M,0000.87,N,00001.61,K,A\*00

- จากการทดลองในข้อที่ 4.1.2 เป็นการทดสอบคำสั่ง AT Command ที่ใช้สั่งให้ GSM Module ทำงาน โดยเป็นการตั้งค่าให้ส่งข้อความเป็นตัวอักษรและกำหนดเบอร์โทรศัพท์ปลายทาง จากนั้นนำข้อความที่ได้จากข้อที่ 4.1.1 มาแปลงเป็นประโยค URL แล้วทำการส่งข้อความไปยังเบอร์โทรศัพท์ปลายทาง เมื่อเราเปิดข้อความดังกล่าวในบราวเซอร์ในโทรศัพท์จะสามารถเห็นตำแหน่งของ GPS ได้ โดยเราสามารถเลือกให้แสดงเป็นภาพแผนที่หรือภาพถ่ายดาวเทียมได้จากส่วนเสริมของเว็บไซต์ <http://maps.google.co.th>
- จากการทดลองในข้อที่ 4.1.3 เป็นการทดสอบโปรแกรม Mifare study program เพื่อล็อกอิน RFID Tag และทำการตั้งค่า RFID เพื่อไม่ใช้ซ้ำกับ Tag อื่น ทำให้สามารถใช้ผลการทดลองนี้ในการยืนยันตน (Authentication) ได้

## บทที่ 5

# สรุปผลการทดลอง

### 5.1 สรุปผลการทดลอง

- ระบบระบุตำแหน่ง GPS จะต้องใช้เวลาในการเชื่อมต่อกับดาวเทียมประมาณ 10 นาที ซึ่งค่าที่ได้ในช่วงเวลานี้จะไม่ครบถ้วนและสมบูรณ์ ไม่สามารถนำมาคำนวณได้ แต่เนื่องจากการใช้งานจริง เราได้ติดตั้งอุปกรณ์กับรถยนต์ซึ่งมีไฟเลี้ยงเชื่อมต่อตลอดเวลา ช่วงเวลาในการเชื่อมต่อนี้จึงไม่เป็นปัญหาในการใช้งาน

- ระบบระบุตำแหน่ง GPS สามารถคำนวณพิกัดและความเร็วของอุปกรณ์ได้ตลอดเวลา โดยค่าพิกัดและความเร็วที่ได้ สามารถแปลงเป็นตำแหน่งที่อุปกรณ์อยู่ ณ เวลาที่อ้างอิงในข้อความที่ GSM Module ส่งมาให้

- ระบบ RFID สามารถยืนยันตัวตนและตรวจสอบเจ้าของรถและเปิดปิดระบบติดตามรถยนต์ได้

- ระบบ GSM สามารถส่งข้อความไปยัง โทรศัพท์เคลื่อนที่ของเจ้าของรถได้อัตโนมัติ หากได้รับคำสั่งจากMicrocontroller

- สามารถเปิดข้อความในเว็บเบราว์เซอร์ได้

### 5.2 ปัญหา

1. หากวางอุปกรณ์สำหรับทดลองไว้ใกล้อาคารสูง หรือไม่สามารถเห็นท้องฟ้าชัดเจน จะทำให้ไม่สามารถรับค่าได้ หรือค่าที่ได้จะผิดเพี้ยน เพราะหากไม่เห็นท้องฟ้าอุปกรณ์จะไม่สามารถเชื่อมต่อกับดาวเทียมได้ และหากอยู่ใกล้อาคารสูงสัญญาณที่ส่งมาจะถูกสะท้อนออกไป เกิดการสูญหายของสัญญาณ และสัญญาณที่ได้จะผิดเพี้ยน ไม่สามารถนำมาคำนวณได้

2. ใช้ GPS Module จากประเทศจีน ซึ่งหาซื้อยากในประเทศไทย เมื่อพังเสียหายทำให้หาเครื่องใหม่มาทดแทนได้ยาก

3. การใช้โมดูลหลายตัวทำให้หน่วยความจำในMicrocontrollerไม่พอในการทำงาน ทำให้บางครั้งMicrocontrollerไม่สามารถทำงานได้

### 5.3 แนวทางแก้ไข

1. วางอุปกรณ์ GPS ในที่โล่งหรือเห็นท้องฟ้าได้ และไม่วางใกล้ส่วนของอาคารสูง เช่น กำแพง เพื่อกันการสะท้อนของสัญญาณจากดาวเทียม

2. ควรใช้ GPS Module ที่มีขายทั่วไป เนื่องจากง่ายต่อการศึกษา และหาซื้อง่าย

3. ควรวางแผนการใช้อุปกรณ์ในส่วน of หน่วยความจำและเลือกใช้รุ่นที่เหมาะสม

## บรรณานุกรม

- [1] ประจัน พลังสันติกุล การเขียนโปรแกรมควบคุมMicrocontroller dsPIC30F ด้วยคอมไพเลอร์ MPLAB C บริษัท แอปซอพท์เทค จำกัด 2553
- [2] นคร ภักดีชาติ คู่มือการทดลอง dsPIC Microcontroller เบื้องต้น ด้วยโปรแกรมภาษา C กับ MPLAB C30 บริษัท อิน โนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด 2547
- [3] <http://paranya.blogspot.com/>
- [4] [http://www.student.chula.ac.th/~49801110/system\\_a.htm](http://www.student.chula.ac.th/~49801110/system_a.htm)
- [5] [http://202.143.156.4/edplaza/index.php?option=com\\_content&view=article&id=62:-global-positioning-system-gps&catid=29:2010-05-16-09-38-11&Itemid=53](http://202.143.156.4/edplaza/index.php?option=com_content&view=article&id=62:-global-positioning-system-gps&catid=29:2010-05-16-09-38-11&Itemid=53)
- [6] <http://www.gpsdeedee.com/index.php?lay=show&ac=article&Id=538825828>
- [7] <http://blog.s1015.com/?p=118>
- [8] <http://map.google.com>
- [9] [http://www.rfidbasic.com/main.php?topic\\_id=8](http://www.rfidbasic.com/main.php?topic_id=8)
- [10] [http://rfid-datacom.blogspot.com/2008/09/rfid\\_8109.html](http://rfid-datacom.blogspot.com/2008/09/rfid_8109.html)
- [11] <http://www.thaieasyelec.com>
- [12] <http://www.etteam.com>
- [13] <http://www.silaresearch.com>



ภาคผนวก

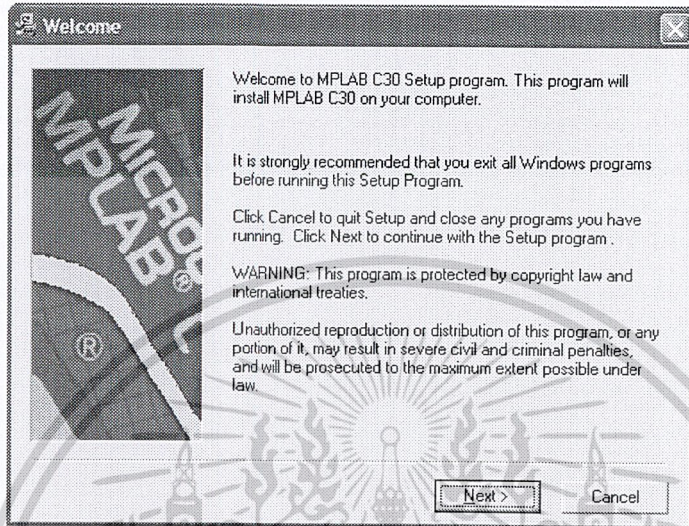
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

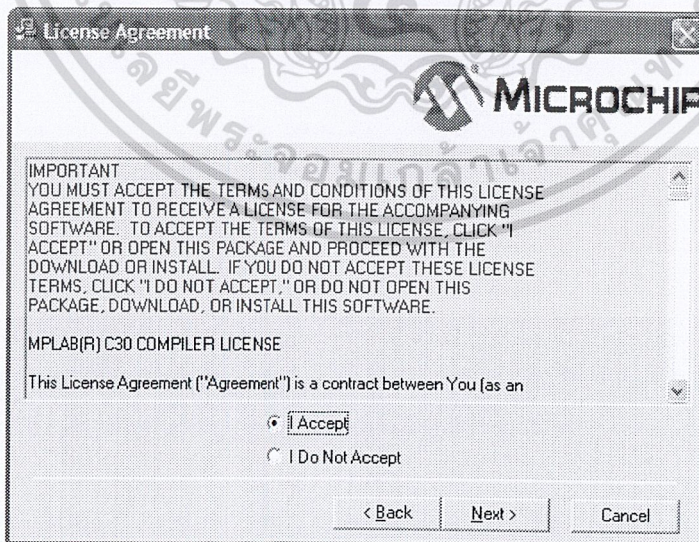
## การติดตั้ง MPLAB IDE v8.56

1. ทำการเรียกโปรแกรม MPLAB v8.56.EXE ขึ้นมาทำงาน จะได้หน้าจอดังรูปที่ ก.1 คลิกปุ่ม Next เพื่อไปยังขั้นตอนต่อไป



รูปที่ ก.1 หน้าต่างแรกเป็นการทักทายและคำแนะนำเล็กน้อยจากผู้พัฒนาซอฟต์แวร์

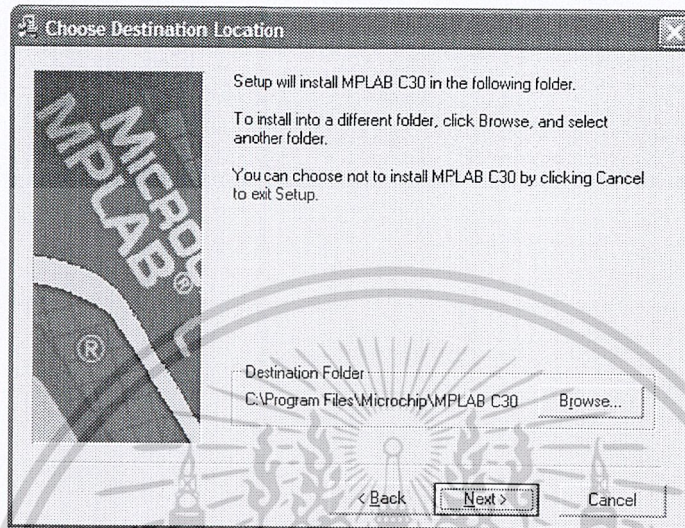
2. เป็นขั้นตอนที่จะบอกเงื่อนไขและสิทธิของการใช้ซอฟต์แวร์ ถ้าเลือกไม่ยอมรับ (I Do Not Accept) ก็จะไม่สามารถติดตั้งโปรแกรมได้ ดังนั้นจึงต้องเลือกยอมรับ (I Accept) และคลิก Next เพื่อดำเนินการต่อไป



รูปที่ ก.2 หน้าต่างแสดงเงื่อนไขและสิทธิในการใช้ซอฟต์แวร์

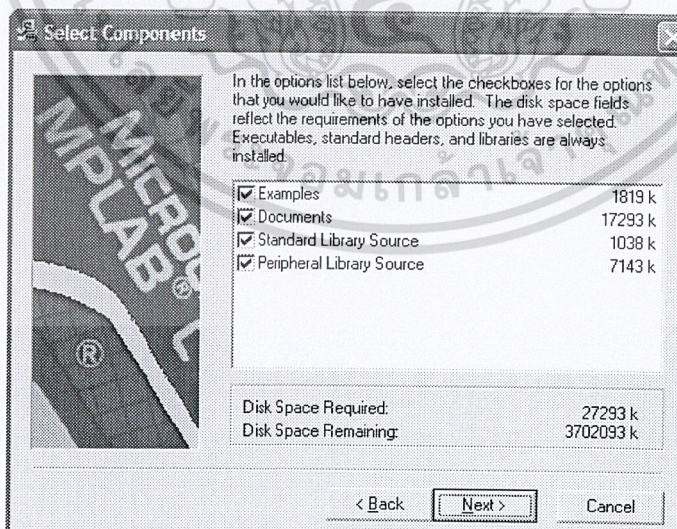
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อที่ 56 และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เป็นการกำหนดโฟลเดอร์สำหรับติดตั้งโปรแกรม ซึ่งได้กำหนดค่าเบื้องต้นเป็น C:/Program Files/Microchip/MPLAB C30 แต่ถ้าต้องการกำหนดเป็นโฟลเดอร์อื่นก็คลิกที่ Brown เพื่อเลือกโฟลเดอร์ที่ต้องการ จากนั้นคลิกปุ่ม Next เพื่อไปยังขั้นตอนต่อไป



รูปที่ ก.3 กำหนดโฟลเดอร์สำหรับติดตั้ง โปรแกรม

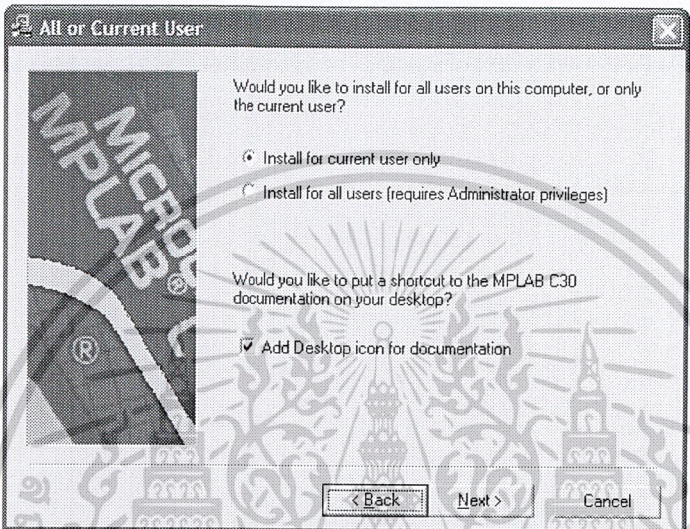
4. ในขั้นตอนนี้เป็นการเลือก Option ที่เราต้องการจะติดตั้ง และบอกขนาดพื้นที่หน่วยความจำของแต่ละ Option จะต้องใช้ จากนั้นคลิกปุ่ม Next เพื่อไปยังขั้นตอนต่อไป



รูปที่ ก.4 หน้าต่างแสดง Option และหน่วยความจำของแต่ละ Option ใช้

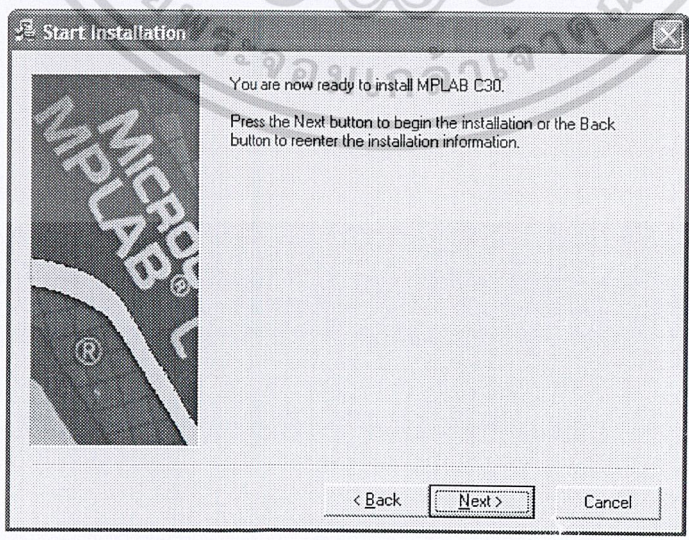
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงแก้ไข และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ในหน้าจอจะมีสองขั้นตอน ขั้นตอนแรกจะเป็นการตั้งค่าเพื่อเลือกว่าการติดตั้งโปรแกรมจะสามารถใช้ได้เฉพาะ User ที่ติดตั้ง หรือสามารถใช้ร่วมกันได้หมดทุก User ภายในเครื่อง เลือก Install for current user only เพื่อเลือกให้ติดตั้งเฉพาะ User นี้เท่านั้น และขั้นตอนที่สองจะเป็นการกำหนดว่าจะให้สร้าง shortcut ที่หน้า desktop หรือ ไม่ เลือก Add Desktop icon for documentation เพื่อเพิ่ม shortcut ไปยังหน้า desktop จากนั้นคลิกปุ่ม Next เพื่อไปยังขั้นตอนต่อไป



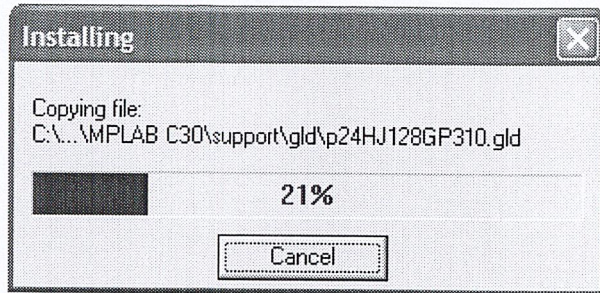
รูปที่ ก.5 เลือก User ที่จะติดตั้ง และเลือกสร้าง Shortcut ไว้ที่ Desktop

6. ในขั้นตอนนี้จะขึ้นหน้าต่างถามความพร้อมที่จะติดตั้ง ถ้าหากต้องการแก้ไขการตั้งค่าที่ผ่านๆมาให้คลิก Back ถ้าไม่ต้องการแก้ไขและพร้อมติดตั้งแล้วให้คลิก Next เพื่อเริ่มการติดตั้งโปรแกรม



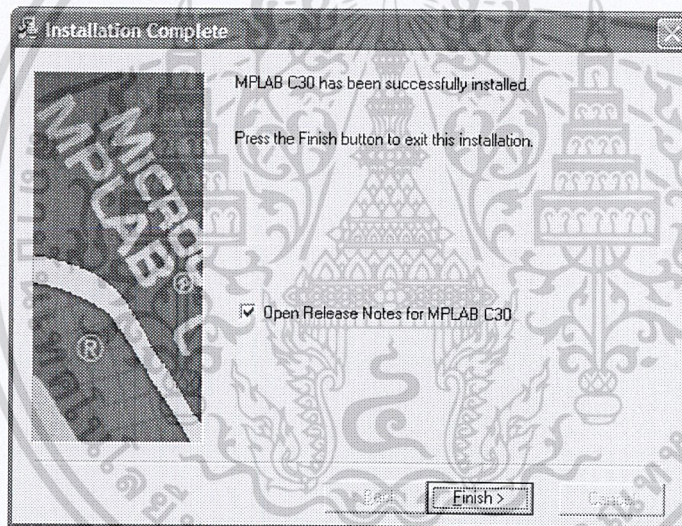
รูปที่ ก.6 หน้าต่างแสดงการตรวจสอบความพร้อมในการติดตั้ง

7. ทำการติดตั้ง



รูปที่ ก.7 เปอร์เซ็นต์ในการติดตั้ง

8. การติดตั้งเสร็จสมบูรณ์ คลิกปุ่ม Finish เพื่อสิ้นสุดการทำงาน



รูปที่ ก.9 ติดตั้งเสร็จสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อ<sup>59</sup> และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

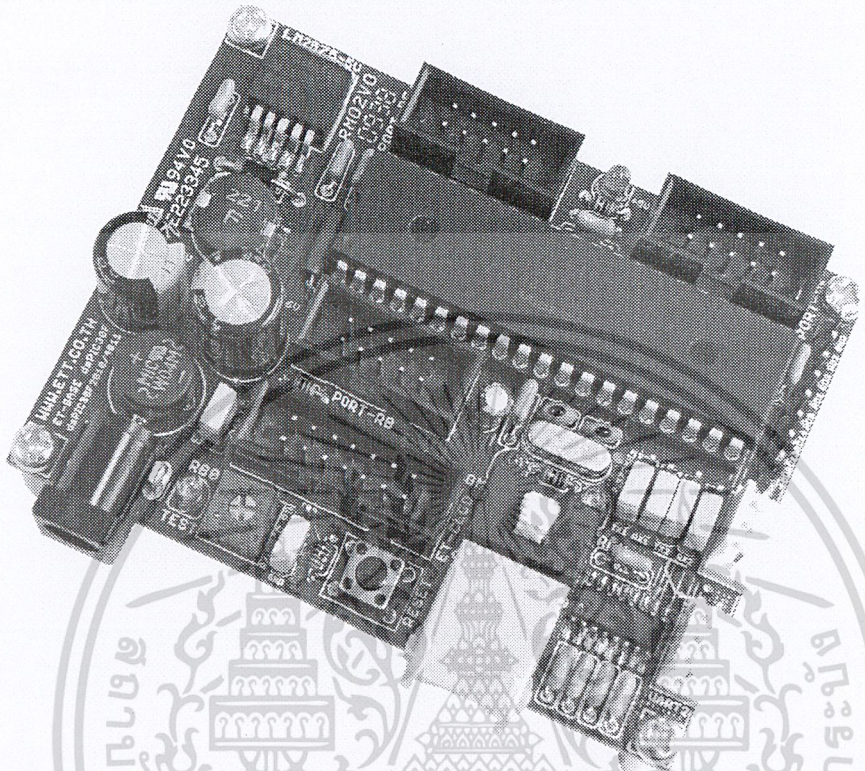


ภาคผนวก ข.

DATA SHEET

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ET-BASE dsPIC30F2010/4011

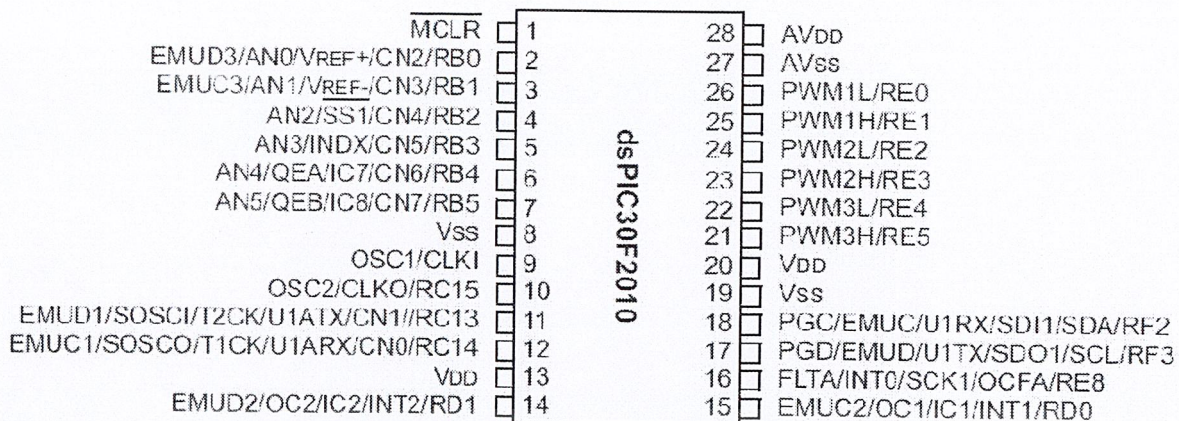


ET-BASE dsPIC30F2010/4011 เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล dsPIC30F ซึ่งเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่น 28 Pin เบอร์ dsPIC30F2010 หรือ รุ่น 40 Pin เบอร์ dsPIC30F4011 ของ Microchips เป็น MCU ประจำบอร์ด โดย dsPIC30F2010/4011 เป็น MCU ซึ่งใช้การประมวลผลข้อมูลแบบ 16 บิต จากค่าย Microchips ซึ่งมีจุดเด่นในด้านของความสามารถในการประมวลผลข้อมูลสัญญาณแบบดิจิทัลเหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับนำไปประยุกต์ใช้ในงานควบคุมต่างๆ โดยโครงสร้างภายในจะเป็นการผสมผสานระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCU) และวงจร DSP (Digital Signal Processing) รวมเข้าไว้ด้วยกัน หรืออาจเรียก MCU ตระกูล dsPIC30F ว่าเป็น DSC หรือ Digital Signal Controller ก็ได้

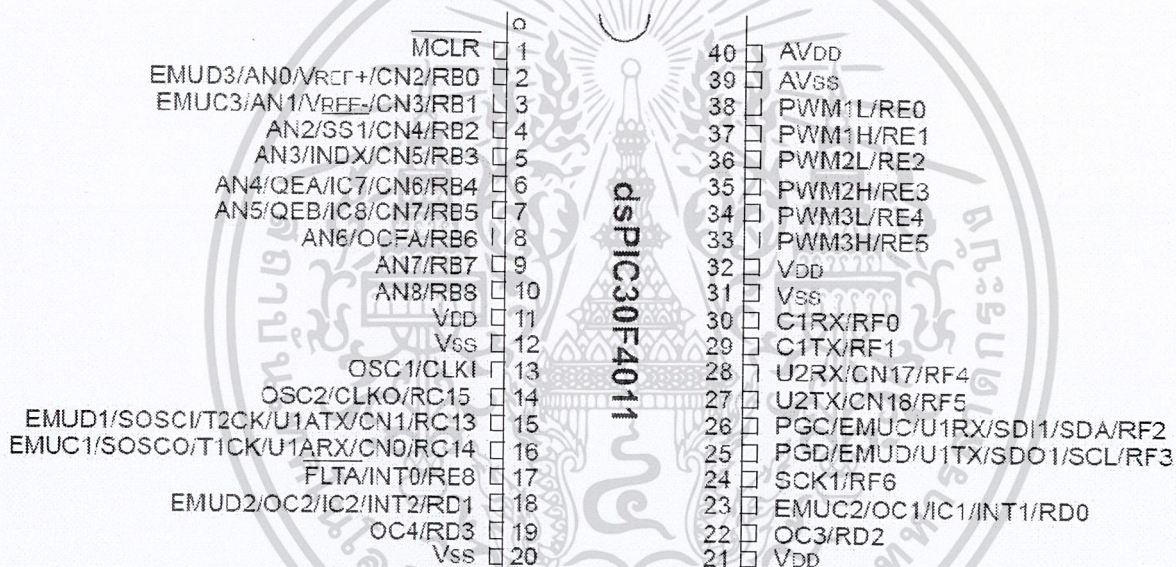
โดยโครงสร้างของบอร์ด ET-BASE dsPIC30F2010/4011 ได้รับการออกแบบให้บอร์ดมีขนาดเล็กเหมาะต่อการนำไปประยุกต์ใช้งานเป็นหลัก โดยภายในบอร์ดได้บรรจุเอาวงจรที่จำเป็นต่อการใช้งาน และสะดวกต่อการพัฒนาโปรแกรม มีความยืดหยุ่น สามารถปรับเปลี่ยนสัญญาณ I/O เพื่อนำไปประยุกต์ใช้งานในลักษณะต่างๆ ให้สอดคล้องและเหมาะสมกับความต้องการใช้งานได้ในหลายๆลักษณะตามต้องการ

## คุณสมบัติของบอร์ด

- เลือกใช้ MCU ตระกูล dsPIC30F2010 หรือ dsPIC30F4011 ของ Microchips เป็น MCU ประจำบอร์ด โดยคุณสมบัติเด่นๆของ MCU ได้แก่
  - o มีหน่วยความจำ Flash 12KByte(dsPIC20F2010) หรือ 48KByte(dsPIC30F4011)
  - o มีหน่วยความจำ RAM ขนาด 512Byte(dsPIC30F2010) หรือ 2KByte(dsPIC30F4011)
  - o มีหน่วยความจำ EEPROM ขนาด 1KByte สำหรับเก็บข้อมูลใช้งาน
  - o มีพอร์ต I/O ขนาด 19 Bit(dsPIC30F2010) หรือ 29 Bit(dsPIC30F4011)
  - o มี 16Bit Timer/Counter จำนวน 3 ชุด(dsPIC30F2010) หรือ 5 ชุด(dsPIC30F4011)
  - o มี Input Capture จำนวน 4 ช่อง
  - o มี Output Compare จำนวน 2 ช่อง(dsPIC30F2010) หรือ 4 ช่อง(dsPIC30F4011)
  - o มี ADC 10Bit/500Ksps จำนวน 6 ช่อง(dsPIC30F2010) หรือ 9 ช่อง(dsPIC30F4011)
  - o มี PWM Motor Control จำนวน 6 ช่อง พร้อม Quadrature Encode Interface(QEI)
  - o มี UART จำนวน 1 ช่อง(dsPIC30F2010) หรือ 2 ช่อง (dsPIC30F4011)
  - o มี SPI จำนวน 1 ช่อง และ มี I2C จำนวน 1 ช่อง
  - o มีวงจร Watchdog, Power-ON Reset, PWM
- ใช้ Crystal ความถี่ 7.3728MHz สามารถใช้ PLL คุณความถี่เพื่อ Run ความถี่ 29.4912MHz ได้
- มีพอร์ตสื่อสารอนุกรม UART แบบ RS232 จำนวน 1 ช่อง สำหรับ dsPIC30F2010 และ 2 ช่อง สำหรับ dsPIC30F4011 พร้อม Jumper สำหรับเลือกใช้งาน UART หรือ GPIO ได้ตามต้องการ โดยใช้ขั้วต่อ UART แบบ CPA-4 Pin มาตรฐาน อีทีที
- มีขั้ว ICSP มาตรฐาน ICD2 แบบ RJ11 สำหรับใช้ร่วมกับชุดพัฒนา โปรแกรมและ Debugger ที่รองรับการทำงานตามมาตรฐาน ICD2 ของ Microchips เช่น ICD2 หรือ Pickit2 ได้
- มี Switch สำหรับสลับสัญญาณระหว่าง Program/Debug(PGM) และ ใช้งานปรกติ(RUN) พร้อม LED แสดงโหมดการทำงานของบอร์ด
- มีขั้วต่อสัญญาณ I/O แบบ Header ขนาด 2x5 จำนวน 3 ชุด และ Header 1x8 Pin อีก 1 ชุด
- Header 14Pin สำหรับ Character LCD พร้อม VR ปรับความสว่าง
- มี Switch Reset สำหรับสั่ง Reset การทำงานของ MCU ภายในบอร์ด
- มี LED สำหรับทดสอบการทำงาน โดยใช้ RB0 ในการควบคุม พร้อม Jumper ตัดต่อสัญญาณ
- Power AC/DC Input พร้อม Regulate แบบ Switching เบอร์ LM2575 ขนาด 5V/1A ลดปัญหาความร้อนจากวงจร Regulate และ LED แสดงสถานะแหล่งจ่าย Power
- ขนาด PCB Size เล็กเพียง 8 x 6 cm.



รูปแสดงการจัดขาสัญญาณของ dsPIC30F2010



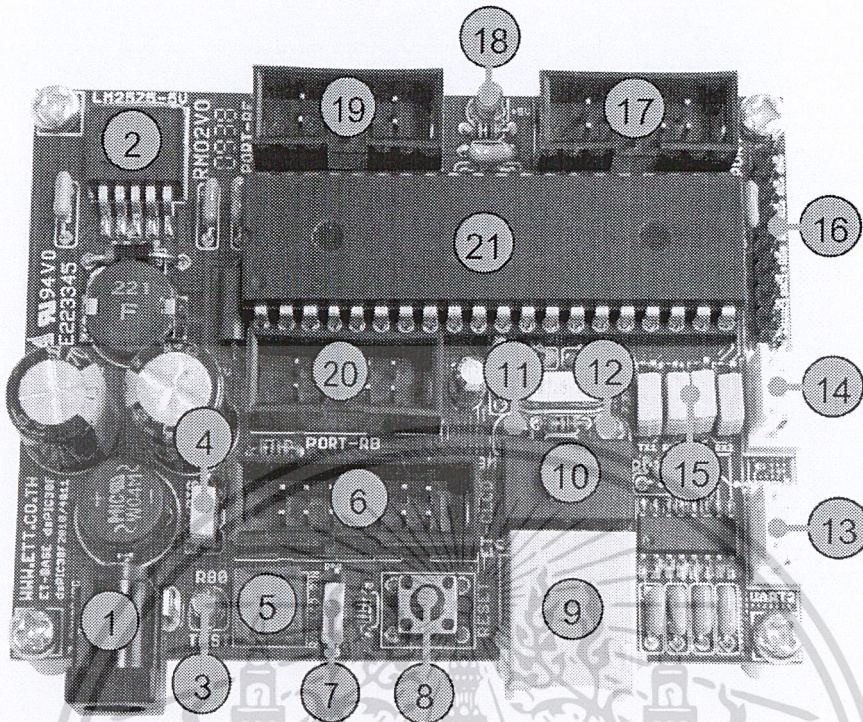
รูปแสดงการจัดขาสัญญาณของ dsPIC30F4011

Device	Pins	Program Mem. Bytes/Instructions	SRAM Bytes	EEPROM Bytes	Timer 16-bit	Input Cap	Output Comp/Std PWM	Motor Control PWM	A/D 10-bit 500 Ksps	Quad Enc	UART	SPI™	I <sup>2</sup> C™	CAN
dsPIC30F2010	28	12K/4K	512	1024	3	4	2	6 ch	6 ch	Yes	1	1	1	-
dsPIC30F3010	28	24K/8K	1024	1024	5	4	2	6 ch	6 ch	Yes	1	1	1	-
dsPIC30F4012	28	48K/16K	2048	1024	5	4	2	6 ch	6 ch	Yes	1	1	1	1
dsPIC30F3011	40/44	24K/8K	1024	1024	5	4	4	6 ch	9 ch	Yes	2	1	1	-
dsPIC30F4011	40/44	48K/16K	2048	1024	5	4	4	6 ch	9 ch	Yes	2	1	1	1
dsPIC30F5015	64	66K/22K	2048	1024	5	4	4	8 ch	16 ch	Yes	1	2	1	1
dsPIC30F6010	80	144K/48K	8192	4096	5	8	8	8 ch	16 ch	Yes	2	2	1	2

ตารางแสดง คุณสมบัติความแตกต่างของ dsPIC30F เบอร์ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อที่<sup>63</sup> และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## โครงสร้างบอร์ด ET-BASE dsPIC30F2010/4011



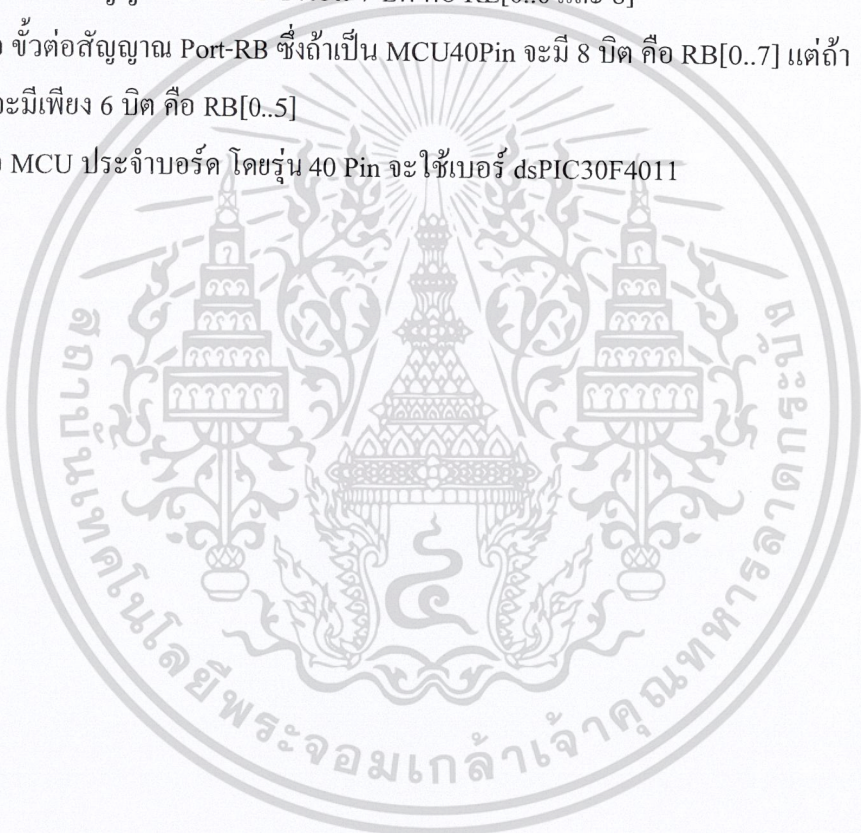
- หมายเลข 1 คือ ขั้วต่อแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงวงจรของบอร์ด ใช้กับแหล่งจ่ายไฟ 7-20VAC/DC
- หมายเลข 2 คือ IC Regulate แบบ Switching ขนาด 5V/1A
- หมายเลข 3 คือ LED TEST สำหรับทดสอบการทำงานของบอร์ด โดยควบคุมจาก RBO
- หมายเลข 4 คือ Jumper สำหรับ ตัด ต่อ สัญญาณ RBO กับ LED TEST
- หมายเลข 5 คือ VR ปรับค่า สำหรับใช้ปรับความสว่างของหน้าจอแสดงผล LCD
- หมายเลข 6 คือ ขั้วต่อ 14PIN IDE สำหรับเชื่อมต่อกับ LCD แบบ Character
- หมายเลข 7 คือ Jumper สำหรับเลือกรูปแบบการควบคุมขา R/W ของ LCD โดยถ้าใช้ MCU รุ่น 28Pin ต้องเลือกไว้ด้าน GND เสมอและไม่สามารถสั่งอ่านข้อมูลจาก LCD ได้
- หมายเลข 8 คือ สวิตช์ Reset สำหรับ Reset การทำงานของ MCU เมื่ออยู่ในโหมด Run
- หมายเลข 9 คือ ขั้วต่อ ICD2 สำหรับใช้เชื่อมต่อกับเครื่อง โปรแกรมและดีบั๊กตามมาตรฐาน ICD2
- หมายเลข 10 คือ สวิตช์ สำหรับเลือกโหมดการทำงานระหว่าง Run(RUN) และ Program(PGM)
- หมายเลข 11 คือ LED สีแดง แสดงสถานะ PGM เมื่อบอร์ดทำงานใน Program Mode
- หมายเลข 12 คือ LED สีเขียว แสดงสถานะ RUN เมื่อบอร์ดทำงานใน Run Mode
- หมายเลข 13 คือ ขั้วต่อ UART2 ซึ่งมีเฉพาะใน MCU รุ่น 40 Pin (dsPIC30F4011) เท่านั้น โดยเป็นสัญญาณแบบ RS232 โดยใช้ Pin ของ RF4(RX2) และ RF5(TX2) เป็นสัญญาณเชื่อมต่อ
- หมายเลข 14 คือ ขั้วต่อ UART1 โดยเป็นสัญญาณแบบ RS232 มีอยู่ใน MCU ทั้งรุ่น 28 Pin

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

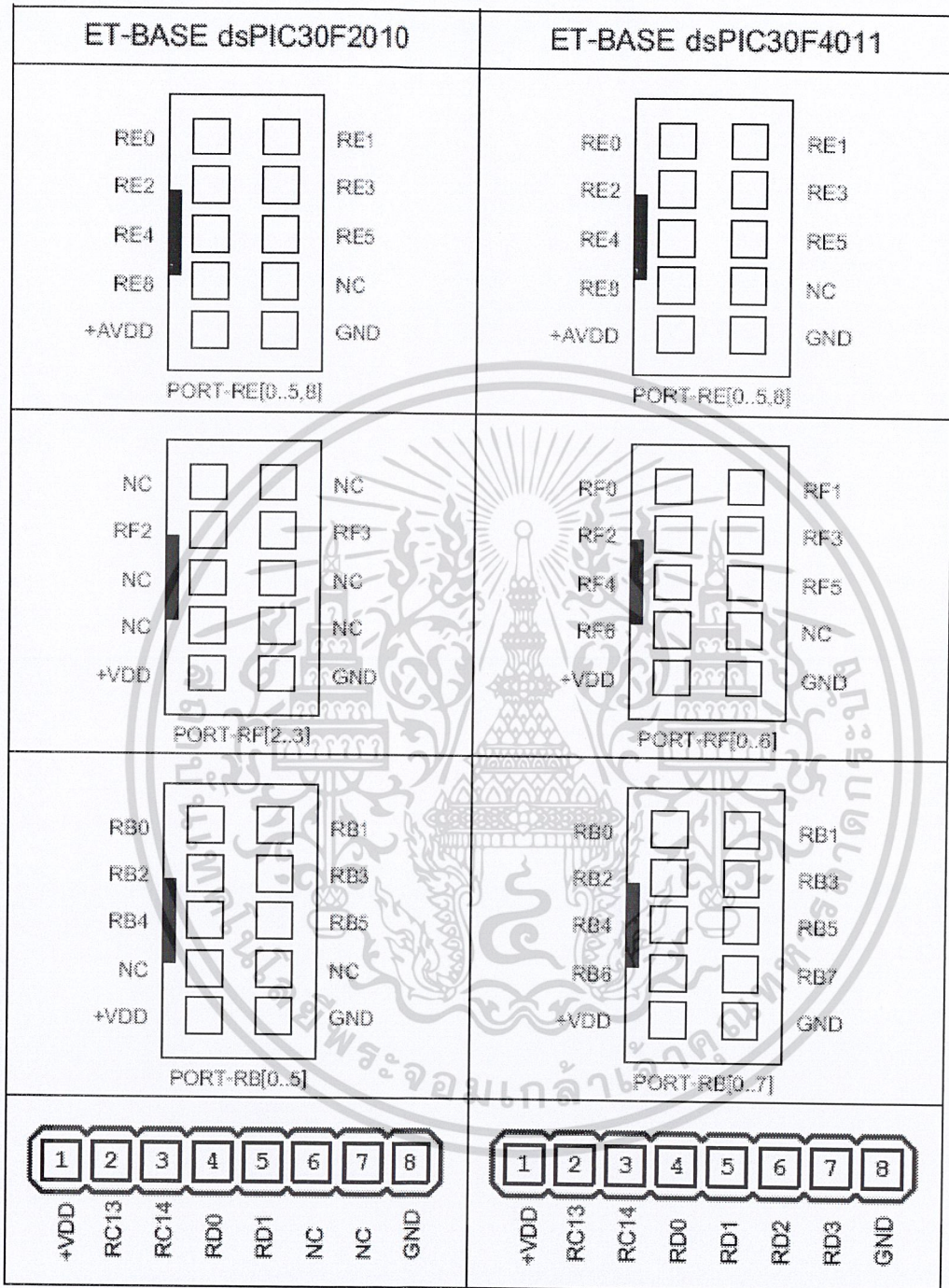
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อที่ 64 และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และรุ่น 40 Pin ซึ่งใช้ Pin ของ RC13(TX1),RC14(RX1) เป็นสัญญาณเชื่อมต่อ


- หมายเลข 15 คือ Jumper สำหรับเลือกการเชื่อมต่อสัญญาณ RC13,RC14,RF4,RF5ว่าจะใช้ขาสัญญาณดังกล่าวทำหน้าที่เป็นขาสัญญาณรับส่งของ RS232 หรือ GPIO สำหรับใช้งานทั่วไป
- หมายเลข 16 คือ ขั้วต่อสัญญาณ RC13,RC14,RD0,RD1,RD2 และ RD3 สำหรับใช้งาน โดยถ้าเป็น MCU รุ่น 28Pin จะไม่มีสัญญาณ RD2 และ RD3 ขาสัญญาณดังกล่าวจะปล่อยว่างไว้
- หมายเลข 17 คือ ขั้วต่อสัญญาณ Port-RF ซึ่งถ้าเป็น MCU รุ่น 40 Pin จะมี 7 บิต คือ RF[0..6] แต่ถ้าเป็น MCU รุ่น 28 Pin จะมีเพียง 2 บิต คือ RF[2] และ RF[3] เท่านั้น
- หมายเลข 18 คือ LED สำหรับแสดงสถานะ ของแหล่งจ่ายไฟ +5V ของบอร์ด
- หมายเลข 19 คือ ขั้วต่อสัญญาณ Port-RE ซึ่งจะมี 7 บิต คือ RE[0..6 และ 8]
- หมายเลข 20 คือ ขั้วต่อสัญญาณ Port-RB ซึ่งถ้าเป็น MCU40Pin จะมี 8 บิต คือ RB[0..7] แต่ถ้าเป็น MCU 28Pin จะมีเพียง 6 บิต คือ RB[0..5]
- หมายเลข 21 คือ MCU ประจำบอร์ด โดยรุ่น 40 Pin จะใช้เบอร์ dsPIC30F4011



ขั้วต่อสัญญาณต่างๆ



รูปแสดง การจัดเรียงสัญญาณของพอร์ต I/O ต่างๆของบอร์ด ET-BASE dsPIC30F2010/4011

The seal of King Mongkut's College of Technology and Art is a circular emblem. It features a central five-tiered umbrella (parasol) supported by two mythical creatures (Gajasingha and Singha). Above the umbrella is a sunburst. The entire emblem is surrounded by a circular border containing Thai text. The text at the top reads 'วิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง' and the text at the bottom reads 'เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง'.

# GR64 GSM/GPRS Modem Integrators Manual

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# 1 Introduction

## 1.1 Target Users

The GR64 wireless modems are designed to be integrated into machine-to-machine or man-to-machine communications applications.

They are intended to be used by manufacturers, system integrators, applications developers and developers of wireless communications equipment.

## 1.2 Prerequisites

It is assumed that the person integrating the wireless modem into an application has a basic understanding of the following:

- GSM networking;
- Wireless communication and antennas (aerials)
- AT commands
- ITU-T standard V.24/V.28
- Micro controllers and programming
- Electronic hardware design

## 1.3 Manual Structure

This manual is composed of three parts.

### Part 1- Overview

This section provides a broad overview of the Gx64 family and includes a list of abbreviations used in the manual.

### Part 2 - Integrating the Wireless modem

This section describes each of the signals available on the GR64 wireless modem, along with mechanical information. The section also provides you with design guidelines and what is needed to commercialize an application from a regulatory point of view.

### Part 3 - Developer's Kit

This section lists the contents of the Developer's Kit and provides the information to setup and use the equipment.

## 2.1 About the GR64

The Sony Ericsson Gx64 family of devices are Quad Band GSM/GPRS wireless modems operating in the GSM 850/900/1800/1900 bands.

These products belong to a new generation of Sony Ericsson wireless modems, and are intended to be used in machine-to-machine applications and man-to-machine applications. They are used when there is a need to send and receive data (by SMS, CSD, or GPRS), and make voice calls over the GSM network.

The GR64 conforms to the European Union (EU) Restriction of Hazardous Substances (RoHS) directive 2002/95/EC.

The GR64 is available in four variants. Table 1: GR64 Variants lists the hardware and software features for each variant. The device is available in two hardware variants. Each hardware variant is available in two software variants. The first hardware variant (/10 and /30) is equipped with PCM compatible pins but does not have a USB interface or an integrated SIM card holder. The second hardware variant (/20 and /40) is equipped with a USB interface and an integrated SIM card holder, but does not have PCM compatible pins.

Table 1: GR64 Variants

Variant	PCM Compatible PINS	VREF Input	USB	SIM Card Holder	Embedded Applications
DPY 102 1494/10	Yes	No	No	No	No
DPY 102 1494/20	No	Yes	Yes	Yes	No
DPY 102 1494/30	Yes	No	No	No	Yes
DPY 102 1494/40	No	Yes	Yes	Yes	Yes

One software variant is designed to be controlled from a micro-controller situated on the host application. The other software variant offers the option to run applications embedded onto the module itself. When using the embedded application version the controlling script can be run internal to the module, with or without the use of an external control.

A typical application, involves a micro-controller and a wireless modem, in which the micro-controller sends AT commands to the wireless modem via an RS232 communications link.

## 2.2 Wireless modems in a Communication System

Figure 2.2-1 and Figure 2.2-2 illustrate the main blocks of a wireless communication system using the wireless modem. Figure 2.2-1 shows the communication system when the script is embedded on the wireless modem and Figure 2.2-2 shows the communication system when a micro-controller is used. They also show the communication principles of the system and the interface between the wireless modem and the application. The definitions in the figures, as used elsewhere in this manual, are in accordance with the recommendations of 3GPP TS 27.007.

The MS (mobile station) represents the wireless modem and SIM card. The wireless modem excluding SIM card, is known as the ME (mobile equipment).

The DTE (data terminal equipment) is the controlling application. This can be either an external host or an internal embedded application.

The DCE (data circuit terminating equipment) is the serial communication interface of the MS.

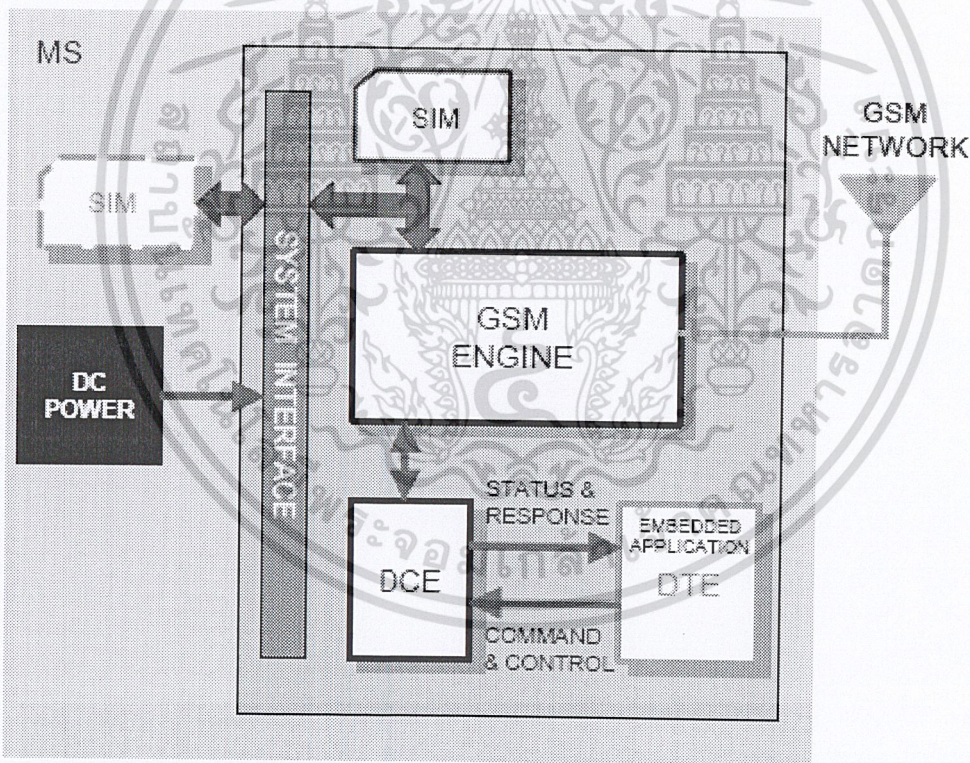


Figure 2.2-1 Main Blocks in a Wireless System (embedded application)

## 2.3 Features

The wireless modem performs a set of telecom services (TS) according to 3GPP release 99 and ITU-T. The functions of the wireless modem are implemented by issuing AT commands over a serial interface.

### 2.3.1 Types of Mobile Station

The GR64 is a fully Quad Band capable GSM/GPRS mobile station with the characteristics shown in the table below.

Feature		GSM850	E-GSM900	GSM1800	GSM1900
Frequency range (MHz)	Tx	824-849	880-915	1710-1785	1850-1910
	Rx	869-894	925-960	1805-1880	1930-1990
Channel spacing		200kHz	200kHz	200kHz	200kHz
Number of channels		124	174	374	299
Number of TD slots		8	8	8	8
Duplex spacing		45MHz	45MHz	95MHz	80MHz
GSM power class		4 (2W)	4 (2W)	1 (1W)	1 (1W)
Modulation		GMSK			
Receive sensitivity		<-102dBm at antenna connector			
GPRS multi-slot class		Class 10			

### 2.3.2 Short Message Service

The wireless modem supports the following SMS services:

- Sending; MO (mobile-originated) with both PDU (protocol data unit) and text mode supported
- Receiving; MT (mobile-terminated) with both PDU and text mode supported
- CBM (cell broadcast message); a service in which a message is sent to all subscribers located in one or more specific cells in the GSM network (for example, traffic reports)
- SMS status report according to 3GPP TS 23.40

The maximum length of a text mode SMS message is 160 characters using 7-bit encoding. The wireless modem supports up to six concatenated messages to extend this function. Concatenation is performed by the host application.

### 2.3.3 Voice Calls

The wireless modem offers the capability of MO (mobile originated) and MT (mobile terminated) voice calls, as well as supporting emergency calls. Multi-party, call waiting and call divert features are available. Some of these features are network-operator specific.

For the inter-connection of audio, the wireless modem offers both single ended and balanced analogue input and output lines. Direct interface to the digital PCM (pulse code modulation) bus used within the wireless modem is available, thus by-passing the internal analogue circuitry. The wireless modems support HR, FR, EFR and AMR vocoders.

### 2.3.4 Data

The wireless modem supports the following data protocols:

- GPRS (General Packet Radio Service)  
The wireless modem is a Class B terminal. The wireless modem is GPRS multi-slot class10 (4+2) enabled, capable of receiving at a maximum of four timeslots per frame (down link), and transmitting in two timeslots per frame (up link). See section 2.3.5 for multi-slot allocation by class.
- CSD (Circuit Switched Data)  
The GR64 wireless modem is capable of establishing a CSD communication at 9.6 kbps over the air.

### 2.3.5 GPRS Multi-Slot Support

GSM Multi-slot classes supported by Gx64 devices

Multislot Class	Maximum slot allocation			Allowable Configuration	Max data rate
	Downlink	Uplink	Active		
8	4	1	5	1 up; 4 down	8-12Kbps Send 32-48Kbps Receive
10	4	2	5	1 up; 4 down	8-12Kbps Send 32-48Kbps Receive
				2 up; 3 down	16-24Kbps Send 24-36Kbps Receive

### 2.3.6 SIM Card

The GR64 supports an external SIM card through its system connector. A variant of the GR64 also supports an on-card SIM. For dual SIM support, automated SIM-switching is available. Both 3V and 1.8V SIM technology is supported. Older, 5V SIM technology is not supported.

A mechanical variant of the GS64 also supports an on-card SIM. For dual SIM support, automated SIM-switching is available. Only one SIM is active at any one time, it is not possible to concurrently register on more than one network.

### 2.3.7 Power Consumption

Feature	Sleep Mode DRX 8	Idle Mode	Transmit Operation
	GSM850 & E-GSM900	Voice/CSD 1.6 mA	17 mA
GSM1800 & GSM1900	Voice/CSD 1.6 mA	16 mA	1450 mA
	Data (GPRS)		

The power consumption figures shown represent typical average current for maximum transmitted power, single uplink (transmit) slot, and single downlink (receive) slot. The module will consume more average power in different multi-slot configurations, the worst case being that of two uplink and three downlink slots.

### 2.3.8 Other Features

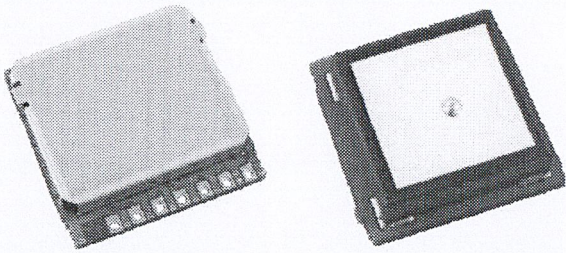
The GR64 supports many other features, including:

- 3GPP TS 27.010 multiplexing
- GPS interoperability
- SIM application tool kit, class 2 release 99 compliant
- On board TCP/IP stack

In addition, customers have the option of a GS64 software variant which adds embedded application functionality.



# SUP500F



## SUP500F FLASH-BASED

### LOW-POWER HIGH-PERFORMANCE LOW-COST 65 CHANNEL GPS SMART ANTENNA MODULE

THE SUP500F IS A COMPACT ALL-IN-ONE GPS RECEIVER MODULE SOLUTION INTENDED FOR A BROAD RANGE OF ORIGINAL EQUIPMENT MANUFACTURER (OEM) PRODUCTS, WHERE FAST AND EASY SYSTEM INTEGRATION AND MINIMAL DEVELOPMENT RISK IS REQUIRED.

THE SUP500F GPS RECEIVER'S -161DBM TRACKING SENSITIVITY ALLOWS CONTINUOUS POSITION COVERAGE IN NEARLY ALL APPLICATION ENVIRONMENTS. ITS HIGH PERFORMANCE SEARCH ENGINE IS CAPABLE OF TESTING 8,000,000 TIME-FREQUENCY HYPOTHESES PER SECOND, OFFERING INDUSTRY-LEADING SIGNAL ACQUISITION AND TTFF SPEED.

THE RECEIVER IS OPTIMIZED FOR APPLICATIONS REQUIRING HIGH PERFORMANCE, LOW POWER, AND LOW COST; SUITABLE FOR A WIDE RANGE OF OEM CONFIGURATIONS INCLUDING MOBILE PHONE, PND, ASSET TRACKING, AND VEHICLE NAVIGATION PRODUCTS.

### FEATURES

- 65 CHANNEL GPS L1 C/A CODE
- PERFORM 8 MILLION TIME-FREQUENCY HYPOTHESIS TESTING PER SECOND
- OPEN SKY HOT START 1 SEC
- OPEN SKY COLD START 29 SEC
- SIGNAL DETECTION BETTER THAN -161DBM
- MULTIPATH DETECTION AND SUPPRESSION
- ACCURACY 2.5M CEP
- MAXIMUM UPDATE RATE 10HZ
- TRACKING CURRENT ~33MA

### APPLICATIONS

- PND
- MID / NETBOOK
- SMART-PHONE
- GEO-TAGGING
- AUTOMATIC VEHICLE LOCATION
- PERSONAL TRACKING

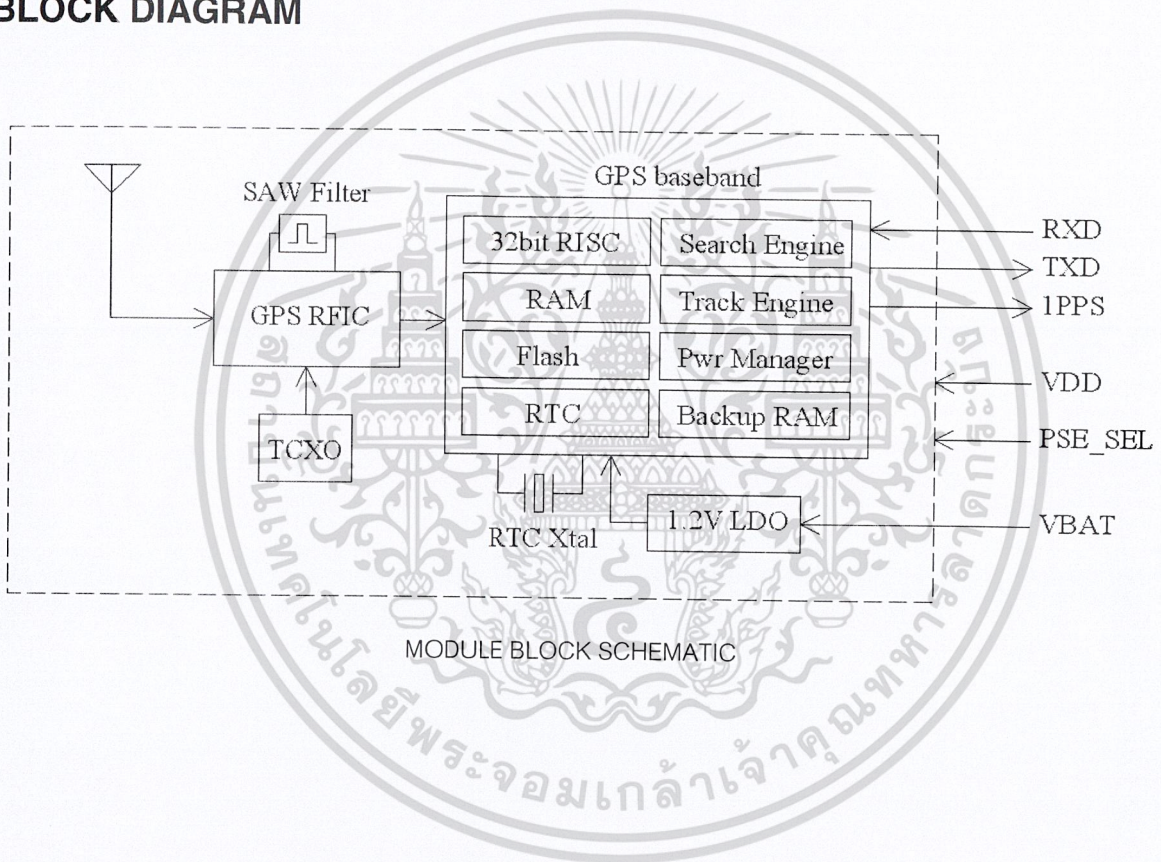
## TECHNICAL SPECIFICATIONS

RECEIVER TYPE	L1 C/A CODE, 65-CHANNEL VENUS 6 ENGINE
ACCURACY	POSITION 2.5M CEP VELOCITY 0.1M/SEC TIME 300NS
STARTUP TIME	1 SECOND HOT START UNDER OPEN SKY 29 SECOND COLD START UNDER OPEN SKY (AVERAGE)
REACQUISITION	1S
SENSITIVITY	-161DBM TRACKING
MULTI-PATH MITIGATION AND SUPPRESSION	ADVANCED MULTI-PATH DETECTION
UPDATE RATE	SUPPORTS 1 / 2 / 4 / 5 / 8 / 10 HZ UPDATE RATE (1HZ DEFAULT)
DYNAMICS	4G (39.2M/SEC <sup>2</sup> )
OPERATIONAL LIMITS	ALTITUDE < 18,000M OR VELOCITY < 515M/S
SERIAL INTERFACE	3V LVTTTL LEVEL
PROTOCOL	NMEA-0183 V3.01 GPGGA, GPGLL, GPGSA, GPGSV, GPRMC, GPVTG*1 9600 BAUD, 8, N, 1
DATUM	DEFAULT WGS-84 USER DEFINABLE
INPUT VOLTAGE	3.0V ~ 5.5V DC
INPUT CURRENT	~33MA TRACKING

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DIMENSION	22MM L X 22MM W
WEIGHT:	9G
OPERATING TEMPERATURE	-40OC ~ +85OC
STORAGE TEMPERATURE	-55 ~ +100OC
HUMIDITY	5% ~ 95%

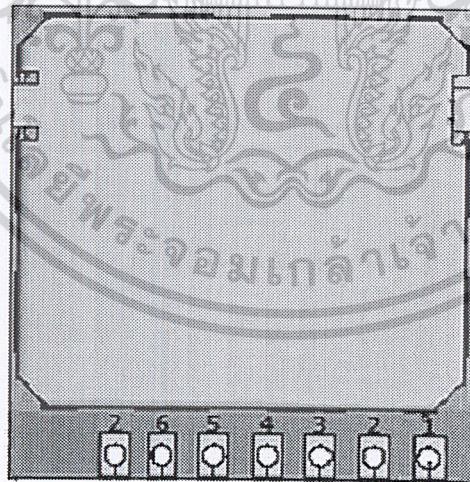
### BLOCK DIAGRAM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

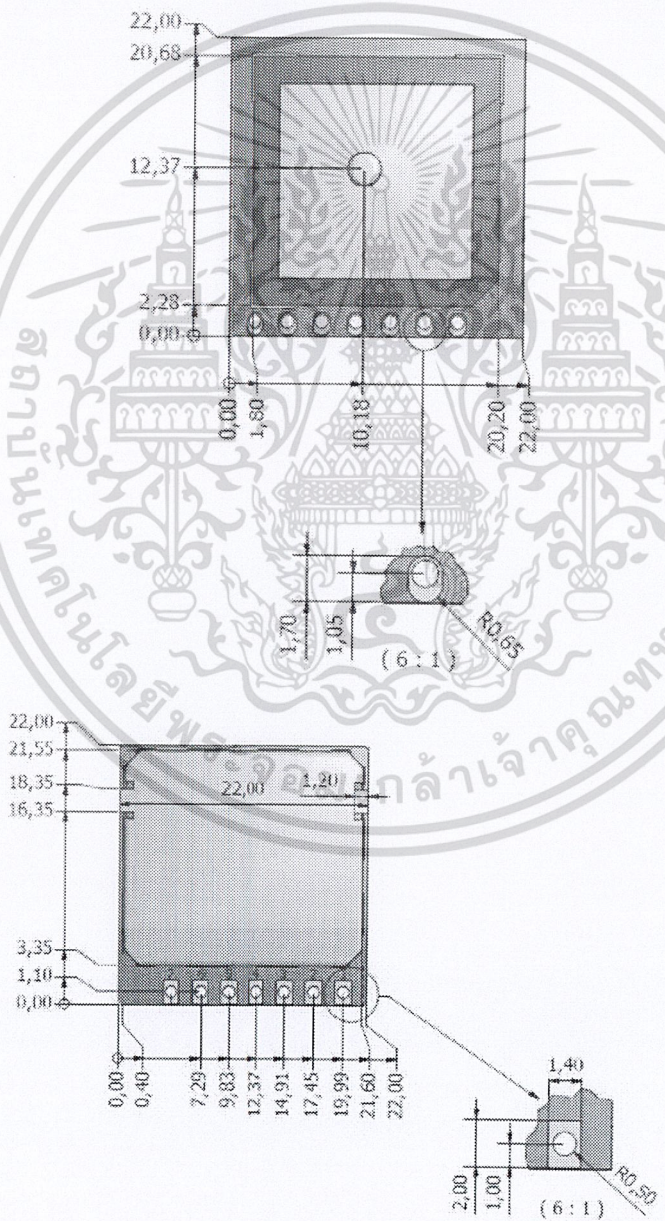
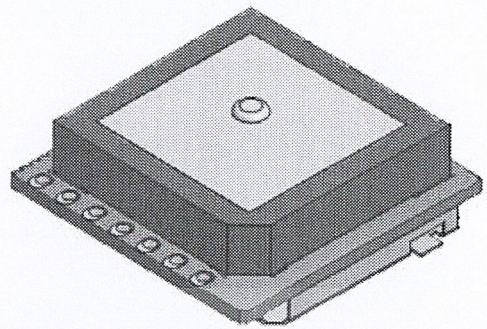
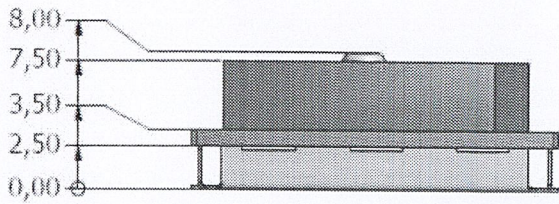
## PIN CONNECTION DESCRIPTION

Pin No.	Name	Description
1	RXD	UART input, 3V LVTTL
2	TXD	UART output, 3V LVTTL
3	GND	System ground
4	VDD	Main 3.0V ~ 5.5V supply input
5	VBAT	Backup supply voltage for RTC and SRAM, 1.5V ~ 5.5V Can connect to VDD
6	P1PS	1 pulse per second time mark output
7	PSE_SEL	Search Engine Mode select 1: Low power acquisition mode (default), acquisition current ~55mA 0: Enhanced acquisition mode, acquisition current ~75mA



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อ<sup>78</sup> และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

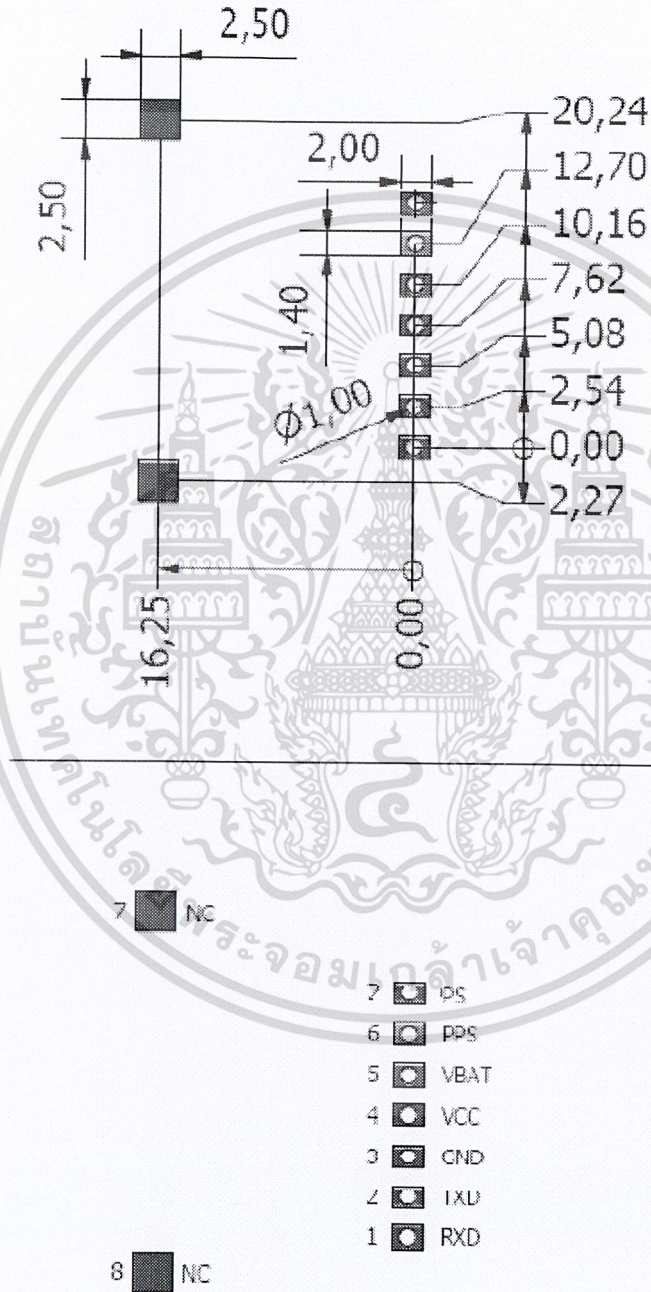
# MECHANICAL DIMENSIONS



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## PCB MOUNTING

THE SUP500F CAN BE MOUNTED ON THE APPLICATION PCB USING STANDARD 2.54MM PITCH 1X6 PIN HEADER. TWO DUMMY SOLDERING PADS ON THE RF SHIELD ARE USED TO FIX THE MODULE TO THE APPLICATION PCB.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## NMEA MESSAGES

THE FULL DESCRIPTIONS OF SUPPORTED NMEA MESSAGES ARE PROVIDED AT THE FOLLOWING PARAGRAPHS.

### **GGA - GLOBAL POSITIONING SYSTEM FIX DATA**

TIME, POSITION AND FIX RELATED DATA FOR A GPS RECEIVER.

STRUCTURE:

\$GPGGA,HHMMSS.SSS,DDMM.MMMM,A,DDDMM.MMMM,A,X,X,X,X,X,M,,,,,XXXX\*HH<CR><LF>

1 2 3 4 5 6 7  
8 9 10 11

### **GLL – LATITUDE/LONGITUDE**

LATITUDE AND LONGITUDE OF CURRENT POSITION, TIME, AND STATUS.

STRUCTURE:

\$GPGLL,DDMM.MMMM,A,DDDMM.MMMM,A,HHMMSS.SSS,A,A\*HH<CR><LF>

1 2 3 4 5 6 7 8

### **GSA – GNSS DOP AND ACTIVE SATELLITES**

GPS RECEIVER OPERATING MODE, SATELLITES USED IN THE NAVIGATION SOLUTION REPORTED BY THE GGA OR GNS SENTENCE AND DOP VALUES.

STRUCTURE:

\$GPGSA,A,X,XX,XX,XX,XX,XX,XX,XX,XX,XX,XX,XX,XX,X.X,X.X,X.X,X.X\*HH<CR><LF>

1 2 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 4 5 6 7

### **GSV – GNSS SATELLITES IN VIEW**

NUMBER OF SATELLITES (SV) IN VIEW, SATELLITE ID NUMBERS, ELEVATION, AZIMUTH, AND SNR VALUE. FOUR SATELLITES MAXIMUM PER TRANSMISSION.

STRUCTURE:

\$GPGSV,X,X,XX,XX,XX,XXX,XX,...,XX,XX,XXX,XX\*HH<CR><LF>

1 2 3 4 5 6 7 4 5 6 7 8

**RMC – RECOMMENDED MINIMUM SPECIFIC GNSS DATA**

TIME, DATE, POSITION, COURSE AND SPEED DATA PROVIDED BY A GNSS NAVIGATION RECEIVER.

STRUCTURE:

\$GPRMC,HHMMSS.SSS,A,DDDMM.MMMM,A,DDDMM.MMMM,A,X,X,X,DDMMYY,,,A\*HH<CR><LF>

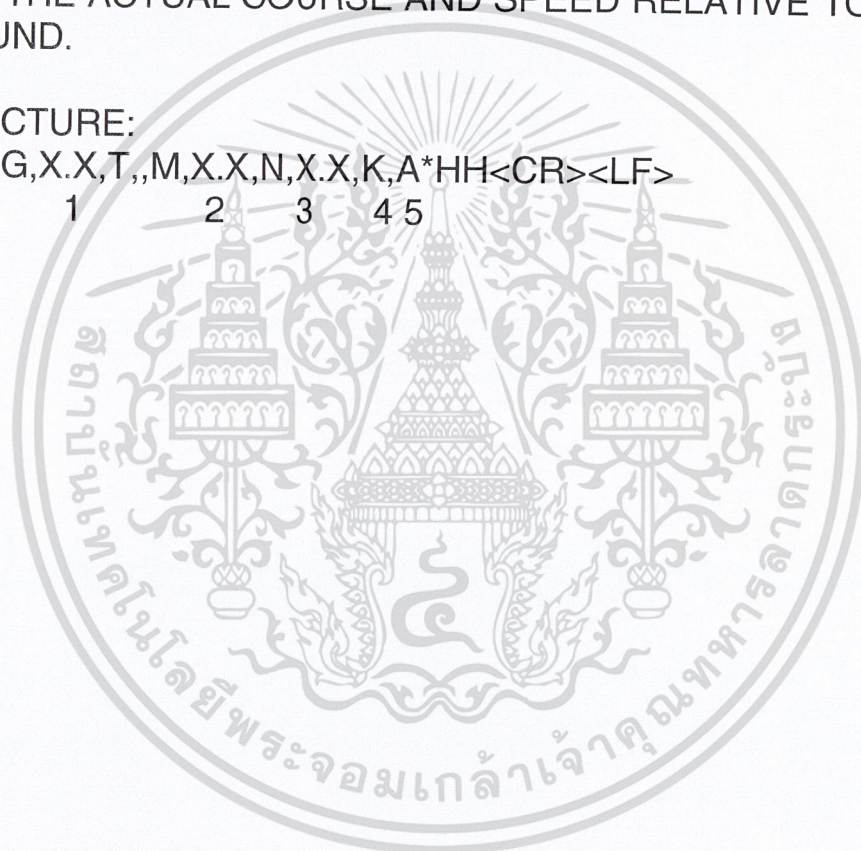
8      9      10 11      1      2      3      4      5      6 7

**VTG – COURSE OVER GROUND AND GROUND SPEED**  
THE ACTUAL COURSE AND SPEED RELATIVE TO THE GROUND.

STRUCTURE:

GPVTG,X.X,T,,M,X.X,N,X.X,K,A\*HH<CR><LF>

1      2      3      4 5



# GM-500A Mifare Read/Write Module Dual Protocols Interface (I2C/UART) User's Manual

## INTRODUCTION

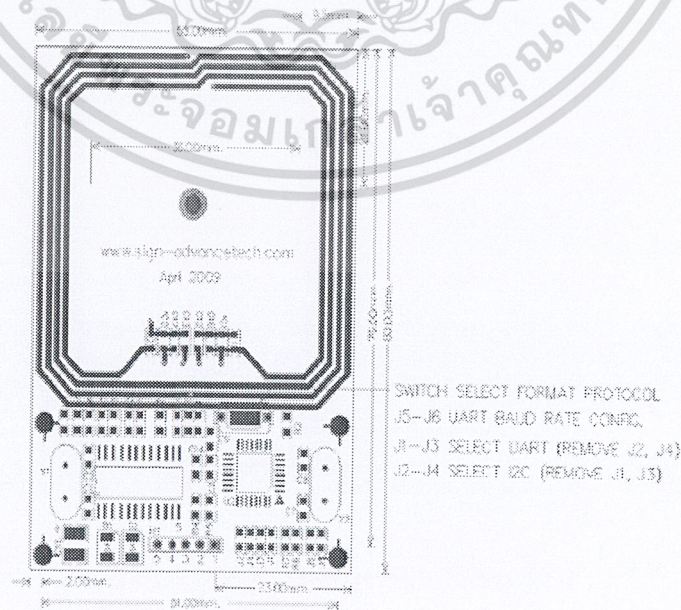
GM-500A Contactless card Read/Write module was designed base on Mifare product of Philips. Users need not take care how to control the PCD. Just send command to reader module over I2C or UART selected by a bottom switch operate contactless card with fully functions.

GM-500A Support Mifare One & Mifare Ultralight, auto request selectable when working with Mifare One GM-500A Module builds in high performance antenna (operating distance up to 80mm.)

## GM-500A FEATURES

- Tag supported: Mifare 1K, Mifare 4K, and Mifare UltraLight
- Communication Protocol:
  - UART: Suitable for PC and 8 bits UART MCU baud rate 9600~115200bps.
  - I2C: Suitable for MCU, max. 400kbps.
- Auto detecting tag
- Built-in antenna
- DC4.5V to DC5.5V VDD operating
- Operating distance: Up to 80mm, depending on tag
- Storage temperature:  $-40^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$
- Operating temperature:  $-20^{\circ}\text{C} \sim +70^{\circ}\text{C}$
- Dimension:  $80 \times 55 \times 7 \text{ mm}$
- Two LEDs, led is auto light when tag in detection range, red led is controlled by host. The OUT pin is low level indicating tag in detection range, and high level indicating tag out

## PINS CONFIGURATION:



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**PINs CONFIGURATION:**

Pins	Discription	Type	Max
1	Card Status	OUT	Tag detect signal low level indicating tag in detection high level indicating tag out
2	TX/ SDA	Out/In	Serial Output/Serial data line
3	RX/ SCL	In/In	Serial Input/Serial clock line
4	VCC	Pwr	Power Vcc
5	GND	Pwr	Power Gnd

**HARDWARE SELECT INTERFACE:**

- J5 & J6 are assembled on the bottom layer of module, are used for configuration baud rate.

UART	I2C
JUMP J1 and J3, Remove J2 and J4	JUMP J2 and J4, Remove J1 and J3

- Switch Select Interface mode  
Default Manufactory is UART Interface. The Switch toggle Interface
  - Press Button switch and power off
  - Press Button switch and power off
  - Release Button switch

Power On	
LED Red Blink	UART Interface
LED Green Blink	I2C Interface

**BAUD RATE SETTING:**

- J5 & J6 are assembled on the bottom layer of module, are used for configuration baud rate.

J5	J6	Baud rate bps
no	no	115,200
yes	no	57,600
no	yes	19,200
yes	yes	9,600

- The communication protocol is byte oriented. Both sending and receiving bytes are in hexadecimal format. The communication parameters are as follows,
  - Baud rate: 9600~115200bps
  - Data: 8 bits
  - Stop: 1 bit
  - Parity: None
  - Flow control: None

**DC CHARACTERISTIC:**

Parameter	Min	Type	Max	Units
Power supply	4.5	5.0	5.5	V
Current consumption	12	50	70	mA
Module start up time	250	500	550	ms
Card response			200	ms
Operating temperature	-25		+72	°C
Storage temperature	-40		+125	°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### UART COMMUNICATION FORMAT: (Protocols of Host to Reader)

- Data package format Host to Reader:

Start header	length	Command	Data	Checksum
--------------	--------	---------	------	----------

- Start header: Communication header From host to module: 0xBA (1 byte)  
Follow to distinguish start header. But Command length will NOT increase.
- Length: Number of bytes from Command length to the last byte of data (1 byte.)
- Command: Command code of this package (1 byte.)
- Data: Parameters and the other data, maybe empty. Variable length depends on the command type.
- Checksum: XOR results from Command length byte to the last byte of data (1 byte.)

#### UART COMMUNICATION FORMAT: (Protocols of Reader to Host)

- Data package format Reader to Host:

Start header	length	Command	Status	Data	Checksum
--------------	--------	---------	--------	------	----------

- Start header: Communication header From host to module: 0xBD (1 byte)  
Follow to distinguish start header. But Command length will NOT increase.
- Length: Number of bytes from Command length to the last byte of data (1 byte.)
- Command: Command code of this package (1 byte.)
- Status: Command code status (1 byte.)
- Data: Parameters and the other data, maybe empty. Variable length depends on the command type.
- Checksum: XOR results from Command length byte to the last byte of data (1 byte.)

#### I2C COMMUNICATION FORMAT: (Protocols of Host to Reader)

- Data package format Host to Reader:

Address (0xA0)	length	Command	Data
----------------	--------	---------	------

- Address: I2C Address of module is 0xA0. (1 byte)
- Length: Number of bytes from Command length to the last byte of data (1 byte.)
- Command: Command code of this package (1 byte.)
- Data: Parameters and the other data, maybe empty. Variable length depends on the command type.

#### I2C COMMUNICATION FORMAT: (Protocols of Host to Reader)

- Data package format Host to Reader:

Address (0xA0)	length	Command	Data
----------------	--------	---------	------

- Address: I2C Address of module is 0xA0. (1 byte)
- Length: Number of bytes from Command length to the last byte of data (1 byte.)
- Command: Command code of this package (1 byte.)
- Data: Parameters and the other data, maybe empty. Variable length depends on the command type.

## I2C COMMUNICATION FORMAT: (Protocols of Reader to Host)

- Data package format Reader to Host:

Address (0xA1)	length	Command	Status	Data
----------------	--------	---------	--------	------

- Address: I2C Address of module is 0xA1. (1 byte)
- Length: Number of bytes from Command length to the last byte of data (1 byte.)
- Command: Command code of this package (1 byte.)
- Status: Command code status (1 byte.)
- Data: Parameters and the other data, maybe empty. Variable length depends on the command type.

## LIST OF COMMAND OVERVIEW:

Command Name	Description
0x01	Select Mifare Card
0x02	Login to a sector
0x03	Read a data block
0x04	Write a data block
0x05	Read a value block
0x06	Write a value block
0x07	Write master key (key A)
0x08	Increment value
0x09	Decrement value
0x0A	Copy value
0x10	Read a data page (UltraLight Card)
0x11	Write a data page (UltraLight Card)
0xA0	Control the led
0xFF	Reset

**LIST OF COMMAND STATUS OVERVIEW:**

Command Name	Description
0x00	Operations successfully
0x01	No Tag
0x02	Login to a sector successfully
0x03	Login to a sector fail
0x04	Read a data block fail
0x05	Write a data block fail
0x06	Unable to read after write
0x0D	Not authenticate
0x0E	Not a value block
0xF0	Checksum Error (UART only)
0xF1	Command code Error

**COMMAND SELECT A Mifare CARD:**

Data package format Host to Reader:

0xBA	length	0x01	Checksum
------	--------	------	----------

Data package format Host to Reader:

0xBD	length	0x01	Status	Serial No.	Card Type	Checksum
------	--------	------	--------	------------	-----------	----------

Status	0x00: Operations successfully 0x01: No Tag 0xF0: Checksum Error (UART only)
Serial Number	Serial number of the card detected if the operation is success, 4 bytes for Mifare Standard, 7 bytes for Mifare UltraLight.
Card Type	0x01: Standard Mifare 1K Card 0x02: Not supported 0x03: Mifare UltraLight Card 0x04: Standard Mifare 4K Card 0x05: Not supported 0x06: Not supported 0x07: Standard Mifare Mini 320Byte Card

**COMMAND LOGIN TO A SECTOR:**

Data package format Host to Reader:

0xBA	length	0x02	Sector	Type	Key	Checksum
------	--------	------	--------	------	-----	----------

Sector:	Sector need to login
Type:	Key type (0xAA: authenticate with KeyA, 0xBB: authenticate with KeyB)
Key:	Authenticate key, 6 bytes

Data package format Reader to Host:

0xBD	length	0x02	Status	Checksum
------	--------	------	--------	----------

Status: 0x00: Operations successfully  
 0x01: No Tag  
 0x02: Login to a sector fails  
 0xF0: Checksum Error (UART only)

**COMMAND READ A DATA BLOCK:**

Data package format Host to Reader:

0xBA	length	0x03	Block	Checksum
------	--------	------	-------	----------

Block: Block number to read, 1 byte

Data package format Reader to Host:

0xBD	length	0x03	Status	Data	Checksum
------	--------	------	--------	------	----------

Status: 0x00: Operations successfully  
 0x01: No Tag  
 0x04: Read a data block fail  
 0xF0: Checksum Error (UART only)

Data: Data return if operation is success, 16 bytes.

**COMMAND WRITE A VALUE BLOCK:**

Data package format Host to Reader:

0xBA	length	0x06	Block	Value	Checksum
------	--------	------	-------	-------	----------

Block: Block number to write, 1 byte  
 Value: Value to write, 4 byte

Data package format Reader to Host:

0xBD	length	0x06	Status	Value	Checksum
------	--------	------	--------	-------	----------

Status: 0x00: Operations successfully  
 0x01: No Tag  
 0x05: Write a value block fail (write fail)  
 0x07: Not a value block  
 0xF0: Checksum Error (UART only)

Value: Value return if operation is success, 4 bytes.

**COMMANDS WRITE A MASTER KEY (KEY A TYPE):**

Data package format Host to Reader:

0xBA	length	0x37	Sector	Key	Checksum
------	--------	------	--------	-----	----------

Block: Sector number to write, 1 byte  
 Key: Authentication key, 6 byte

Data package format Reader to Host:

0xBD	length	0x07	Status	Key	Checksum
------	--------	------	--------	-----	----------

Status: 0x00: Operations successfully  
 0x01: No Tag  
 0x05: Authentication key fail (write fail)  
 0xF0: Checksum Error (UART only)

Key: Authentication key return if operation is success, 6 bytes.

**COMMAND WRITE A DATA BLOCK:**

Data package format Host to Reader:

0xBA	length	0x04	Block	Data	Checksum
------	--------	------	-------	------	----------

Block: Block number to write, 1 byte

Data: Data to write, 16 byte

Data package format Reader to Host:

0xBD	length	0x04	Status	Data	Checksum
------	--------	------	--------	------	----------

Status: 0x00: Operations successfully

0x01: No Tag

0x05: Write a data block fail

0xF0: Checksum Error (UART only)

Data: Data return if operation is success, 16 bytes.

**COMMAND READ A VALUE BLOCK:**

Data package format Host to Reader:

0xBA	length	0x05	Block	Checksum
------	--------	------	-------	----------

Block: Block number to read, 1 byte

Data package format Reader to Host:

0xBD	length	0x05	Status	Value	Checksum
------	--------	------	--------	-------	----------

Status: 0x00: Operations successfully

0x01: No Tag

0x04: Read a value block fail (write fail)

0x07: Not a value block

0xF0: Checksum Error (UART only)

Value: Value return if operation is success, 4 bytes.

**COMMAND INCREMENT A VALUE BLOCK:**

Data package format Host to Reader:

0xBA	length	0x08	Block	Value	Checksum
------	--------	------	-------	-------	----------

Block: Block number to increase, 1 byte

Data: Value to increase, 4 byte

Data package format Reader to Host:

0xBD	length	0x08	Status	Value	Checksum
------	--------	------	--------	-------	----------

Status: 0x00: Operations successfully

0x01: No Tag

0x05: Increase a value block fail (write fail)

0x07: Not a value block

0xF0: Checksum Error (UART only)

Value: Value return if operation is success, 4 bytes.

**COMMAND DECREMENT A VALUE BLOCK:**

Data package format Host to Reader:

0xBA	length	0x09	Block	Value	Checksum
------	--------	------	-------	-------	----------

Block: Block number to decrease, 1 byte

Data: Value to decrease, 4 byte

Data package format Reader to Host:

0xBD	length	0x09	Status	Value	Checksum
------	--------	------	--------	-------	----------

Status: 0x00: Operations successfully  
 0x01: No Tag  
 0x05: decrease a value block fail (write fail)  
 0x07: Not a value block  
 0xF0: Checksum Error (UART only)

Value: Value return if operation is success, 4 bytes.

**COMMAND COPY A VALUE BLOCK:**

Data package format Host to Reader:

0xBA	length	0x0A	source	destination	Checksum
------	--------	------	--------	-------------	----------

Source: The source block copy from, 1 byte  
 Destination: The destination copy to, 1 byte  
 The source and destination must in the same sector

Data package format Reader to Host:

0xBD	length	0x0A	Status	Value	Checksum
------	--------	------	--------	-------	----------

Status: 0x00: Operations successfully  
 0x01: No Tag  
 0x05: Copy a value block fail (write fail)  
 0x07: Not a value block (source)  
 0xF0: Checksum Error (UART only)

Value: The value after copy returns if operation is success, 4 bytes.

**COMMAND READ A DATA PAGE (Mifare UltraLight):**

Data package format Host to Reader:

0xBA	length	0x10	Page	Checksum
------	--------	------	------	----------

Block: Page number to read, 1 byte

Data package format Reader to Host:

0xBD	length	0x10	Status	Data	Checksum
------	--------	------	--------	------	----------

Status: 0x00: Operations successfully  
 0x01: No Tag  
 0x04: Read a data page fail (Read fail)  
 0xF0: Checksum Error (UART only)

Data: Data page return if operation is success, 4 bytes.

**COMMAND WRITE A DATA PAGE (Mifare UltraLight):**

Data package format Host to Reader:

0xBA	length	0x11	Page	Data	Checksum
------	--------	------	------	------	----------

Block: Page number to write, 1 byte  
 Data: Data to write, 4 byte

Data package format Reader to Host:

0xBD	length	0x11	Status	Data	Checksum
------	--------	------	--------	------	----------

Status:           0x00: Operations successfully  
                       0x01: No Tag  
                       0x05: Write a data page fail (write fail)  
                       0xF0: Checksum Error (UART only)

Data:             Data page return if operation is success, 4 bytes.

**COMMAND CONTROL THE LED:**

Data package format Host to Reader:

0xBA	length	0x40	ON/OFF	Checksum
------	--------	------	--------	----------

ON/OFF           0x00 command led turn off  
                       0x01 or Other Command led turn on

Data package format Reader to Host:

0xBD	length	0x40	Status	Checksum
------	--------	------	--------	----------

Status:           0x00: Operations successfully  
                       0xF0: Checksum Error (UART only)

**COMMAND RESET READER:**

Data package format Host to Reader:

0xBA	length	0xFF	Checksum
------	--------	------	----------

No return data package