สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์ผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่

GLOBAL POSITIONING
ON CELLULAR MOBILE TELEPHONE SYSTEM

T119451

นายเทอดภูมิ สายชาลี
นายพงษ์พิเชฐ อภิญญาภิบาล
นายรุ่งโรจน์ ตั้งสิงห์เจริญ

666
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....119451
วัน,เดือน,ปี.....7 S.A. 2554
b.....
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GLOBAL POSITIONNING
ON CELLULAR MOBILE TELEPHONE SYSTEM

THERDPHUM SAICHALEE
PONGPICHET APINYAPIBAL
RUNGROJ TUNGSINGJAROEN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN INSTRUMENTATION ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

.....

หัวข้อปริญญานิพนธ์ ระบบระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์ผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่

GLOBAL POSITIONING ON CELLULAR MOBILE TELEPHONE SYSTEM

นักศึกษาผู้จัดทำ นายเทอดภูมิ สายชาลี รหัสนักศึกษา 50010594

นายพงษ์พิเชฐ อภิญญาภิบาล รหัสนักศึกษา 50011019

นายรุ่งโรจน์ ตั้งสิงห์เจริญ รหัสนักศึกษา 50011313

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมการวัดคุม

ปีการศึกษา 2553

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
อาจารย์ สุธรรม สัทธรรมสกุล รศ.วิศรุต ศรีรัตนะ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์ผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่	
	GLOBAL POSITIONING ON CELLULAR MOBILE TELEPHONE SYSTEM	
นักศึกษาผู้จัดทำ	นายเทอดภูมิ สายชาลี	รหัสนักศึกษา 50010594
	นายพงษ์พิเชฐ อภิญญาภิบาล	รหัสนักศึกษา 50011019
	นายรุ่งโรจน์ ตั้งสิงห์เจริญ	รหัสนักศึกษา 50011313
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ สุธรรม สัทธรรมสกุล	
	รศ.วิศรุต ศรีรัตนะ	
ปีการศึกษา	2553	

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นการใช้ประโยชน์จากเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ให้บริการทั่วประเทศไทย มาใช้เป็นตัวกลางในการติดต่อสื่อสารข้อมูลกับผู้ใช้งานที่ต้องการทราบพิกัดหรือตำแหน่งของยานพาหนะ ที่มีการติดตั้งอุปกรณ์นี้ โดยสามารถบอกพิกัดหรือตำแหน่งของยานพาหนะในขณะนั้นในลักษณะของข้อความสั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Global Positioning on Cellullar Mobile Telephone System
Authors	Mr.Therdphum Saichalee
	Mr.Pongpichet Apinyapibal
	Mr.Rungroj Tungsingjaroen
Thesis Advisor	Mr.Sutham Satthamsakul
	Assoc.Prof. Witsarut Srira tana
Year	2010

ABSTRACT

This project is the application of cellular mobile telephone system, which cover service area of Thailand. The vehicles have installed this device can send the global positions to user's mobile phone in short message (SMS) format.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ทางคณะผู้จัดทำ ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ สุธรรม สัทธรรมสกุล ที่ให้คำปรึกษาแนะนำ เอื้อเฟื้ออุปกรณ์เครื่องมือต่างๆในการทำปริญญานิพนธ์นี้ รวมถึงอาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ และขอบคุณเพื่อนๆทุกคนในภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุมและควบคุม ที่ได้ให้กำลังใจซึ่งกันและกันตลอดมา

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณผู้ที่พระคุณอย่างยิ่งของพวกเรานั่นคือ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ได้ให้การเลี้ยงดู ดูแลเอาใจใส่เป็นอย่างดี ให้กำลังใจเสมอมาทำให้พวกเรามีกำลังใจเป็นอย่างมาก และในอนาคตคุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ พวกเราขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....VII

สารบัญภาพ.....VIII

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความสำคัญของปริญญานิพนธ์.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์.....1

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์.....1

1.4 ขั้นตอนการศึกษา.....2

1.5 ประโยชน์คาดว่าจะได้รับ.....2

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ.....3

2.1 ระบบ GPS.....3

2.2 องค์ประกอบที่สำคัญของระบบ GPS.....3

2.2.1 ส่วนอวกาศ (Space Segment).....3

2.2.2 ส่วนควบคุม (Control Segment).....5

2.2.3 ส่วนผู้ใช้งาน (User Segment).....6

2.3 ส่วนประกอบของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS.....7

2.4 ประเภทเครื่องรับสัญญาณ GPS.....7

2.4.1 เครื่องรับแบบเรียงลำดับสัญญาณดาวเทียม.....7

2.4.1.1 Starved-Power Single Receivers.....8

2.4.1.2 Single Channel Receivers.....8

2.4.1.3 Fast-Multiplexing Single Receivers.....8

2.4.1.4 Two-Channel Sequencing Receivers.....8

2.4.2 Continuous Receivers.....9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.5 หลักการคำนวณตำแหน่งของจุดบนพื้นโลก.....10
2.6 หลักการทำงานของ GPS.....11
2.6.1 การรับสัญญาณจากดาวเทียมเพื่อให้ได้พิกัดตำแหน่ง.....11
2.6.2 การวัดระยะจากดาวเทียม.....12
2.6.3 การได้เวลาที่ถูกต้อง.....13
2.6.4 การต้องรู้ตำแหน่งดาวเทียม.....13
2.6.5 การหน่วงเวลาของสัญญาณในการเดินทางผ่านชั้นบรรยากาศ.....13
2.7 เวลาสากลเชิงพิกัด (UTC Time).....16
2.8 รหัสสุ่มเทียม (Pseudo Random Code).....16
2.9 GSM.....18
2.10 AT Command.....22
2.10.1 หลักการรับส่ง SMS ของโทรศัพท์มือถือ.....22
2.10.2 โหมดของการรับส่งข้อมูล SMS.....22
2.10.3 รูปแบบในการส่งข้อมูลในรูป SMS ผ่าน AT Command.....22
2.10.4 การส่ง Short Message Service : SMS.....23
2.11 NMEA 0183 Protocol.....23
2.12 การแปลงหน่วยระบบพิกัดแบบ DMS และ DD จากเครื่อง GPS.....28
2.12.1 วิธีการแปลงหน่วยระบบพิกัดแบบ DMS เป็นแบบ DD.....29
2.12.2 วิธีการแปลงหน่วยระบบพิกัดแบบ DD เป็นแบบ DMS.....30
2.12.3 วิธีการแปลงหน่วยในระบบพิกัดแบบ DMS เป็นแบบ DM.....31
2.12.4 วิธีการแปลงหน่วยในระบบพิกัดแบบ DM เป็นแบบ DD.....31
2.13 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC18F887.....32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.13.1 มาตรฐานพอร์ตอนุกรมแบบ RS-232.....34
2.13.2 มาตรฐานการรับส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส (UART).....37

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน.....39
3.1 องค์ประกอบของระบบ.....39
3.2 รายละเอียดการออกแบบส่วนต่างๆ ของระบบ.....40
3.2.1 การออกแบบส่วน Hardware.....40
3.2.2 การออกแบบส่วน โปรแกรม.....42

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง.....43
4.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....43
4.1.1 การทดลองในส่วนของ GPS Module.....43
4.1.2. การทดลองในส่วนของ GSM Module.....46
4.1.3 การทดลองให้ไมโครคอนโทรลเลอร์สั่งงาน
GPS Module และ GSM Module.....49
4.2 ผลการทดลองการแสดงตำแหน่งในรูปแบบ SMS.....50
4.3 ผลการทดสอบความเที่ยงตรงในการระบุพิกัด.....51

บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์.....52
5.1 ปัญหาที่พบในการทดลอง.....52
5.2 แนวทางการพัฒนาต่อ.....52

บรรณานุกรม.....53

ภาคผนวก.....54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

4.1 การแปลงค่าพิกัด GPS.....45

4.2 การคำนวณความเที่ยงตรงในการระบุพิกัด GPS.....51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 การโคจรของดาวเทียม GPS รอบโลก.....4

2.2 สถานีควบคุมระบบดาวเทียม.....5

2.3 แสดงการใช้งาน GPS.....6

2.4 แสดงองค์ประกอบของระบบดาวเทียม GPS.....7

2.5 ภาพแสดงการคำนวณตำแหน่งจุดบนพื้นโลก.....10

2.6 แสดงการวัดตำแหน่งบนพื้นโลก.....11

2.7 การรับสัญญาณจากดาวเทียมเพื่อให้ได้ค่าพิกัดตำแหน่ง.....12

2.8 ภาพเวลามาตราฐานโลก.....16

2.9 แสดงการนำร่องทางบก ทางน้ำ ทางอากาศ.....17

2.10 ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM.....18

2.11 โครงสร้างของระบบ GSM.....18

2.12 Base Station System (BSS).....20

2.13 Switching System (SS).....21

2.14 รูปโครงข่ายการส่ง SMS.....23

2.15 ไมโครคอนโทรเลอร์PIC16F887.....33

2.16 พอร์ตอนุกรม RS-232 to USB.....34

2.17 ระดับสัญญาณของ RS232.....36

2.18 แสดงรูปแบบการส่งข้อมูลของ RS232.....36

3.1 องค์ประกอบของระบบติดตามรถยนต์ด้วย GPS ผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่.....39

3.2 ภาพวงจรในส่วนของวงจรหลัก.....41

3.3 ภาพวงจรในส่วนวงจรแหล่งจ่ายไฟ.....41

3.4 โฟลว์ชาร์ทการทำงานของระบบ.....42

4.1 การต่อวงจร GPS เข้ากับ MAX232.....43

4.2 การตั้งค่าในโปรแกรม Hyper Terminal.....44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

4.3 ค่าที่ได้จากการต่อ GPS กับ MAX232.....44
4.4 วงจรไมโครคอลโทรลเลอร์ต่อเข้ากับ GPS Module.....45
4.5 ภาพจากผลการทดลองของไมโครคอลโทรลเลอร์ต่อเข้ากับ GPS Module.....45
4.6 การทดลองการส่ง SMS ผ่านโปรแกรม HiLo starter development tool 1.3.4.....46
4.7 แสดงค่าที่ได้รับบนจอโทรศัพท์เคลื่อนที่.....47
4.8 การสั่งงานผ่านโปรแกรม Hyper Terminal.....47
4.9 การส่ง SMS มายังโทรศัพท์เคลื่อนที่.....48
4.10 ค่าที่ได้จากโมดูลที่ส่งมายังโทรศัพท์เคลื่อนที่.....48
4.11 ค่าพิกัดตำแหน่งเทียบกับแผนที่ใน Google Map.....49
4.12 อุปกรณ์เครื่องรับ GPS ที่ติดตั้งภายในรถยนต์.....49
4.13 แสดงละติจูด ลองติจูด เวลาและวันเดือนปี บนจอโทรศัพท์เคลื่อนที่.....50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญของปริญญานิพนธ์

ปัจจุบันเทคโนโลยี GPSได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก โดยส่วนใหญ่จะถูกนำไปใช้ประโยชน์ในการนำทาง แต่ก็มีบางส่วนถูกนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ เช่น ติดในรถยนต์สำหรับขนส่งสินค้า จุดประสงค์เพื่อเป็นการตรวจสอบว่ารถยนต์คันดังกล่าว ถูกนำไปใช้ตามเส้นที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยข้อมูลของตำแหน่งจะถูกส่งไปเก็บยังเครื่องแม่ข่ายของผู้ให้บริการ ทำให้สามารถตรวจสอบเส้นทางการเคลื่อนที่ของรถยนต์คันนั้นๆ ได้ ต่อมาเมื่อเทคโนโลยี GPS มีราคาที่ถูกลงจึงได้มีการขยายกลุ่มเป้าหมายจากบริษัทขนส่ง มาเป็นผู้ใช้รถยนต์ทั่วไป เพื่อใช้ในตรวจสอบและติดตามรถยนต์เมื่อถูกโจรกรรม แต่จากข้อจำกัดในเรื่องของค่าใช้จ่ายจากระบบเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ เกิดจากการส่งข้อมูลของตำแหน่งไปเก็บยังเครื่องแม่ข่าย รวมไปถึงค่าใช้จ่ายของผู้ให้บริการที่ดูแลเครื่องแม่ข่ายเพื่อให้สามารถตรวจสอบข้อมูลย้อนหลังได้ ซึ่งสำหรับผู้ใช้รถยนต์ทั่วไปอาจไม่จำเป็นนักหากต้องเสียค่าใช้จ่ายดังกล่าว เนื่องจากจะไม่ได้ใช้ประโยชน์จากระบบดังกล่าวเลย จึงเป็นที่มาของแนวคิดในการทำอุปกรณ์นี้

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1. เพื่อศึกษาการทำงานและการต่อใช้งานอุปกรณ์ระบุพิกัดจากดาวเทียม (GPS)
2. เพื่อศึกษาการทำงานและการต่อใช้งานอุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่
3. เพื่อศึกษาการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆกับไมโครคอนโทรลเลอร์ และสามารถเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมและติดต่ออุปกรณ์ต่างๆ ได้
4. สามารถออกแบบอุปกรณ์ระบุพิกัดของรถยนต์ด้วย GPS ที่สามารถให้ข้อมูลของพิกัดผ่านระบบโทรศัพท์ได้

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

สามารถแจ้งพิกัดทางภูมิศาสตร์ของตัวอุปกรณ์ ณ ขณะที่ทำการเรียกเข้าไปยังตัวอุปกรณ์โดยการตอบกลับเป็นข้อความสั้นมายังโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

ทำการศึกษาทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องกับปริญญานิพนธ์ ทำการออกแบบวงจรในการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรเลอร์เข้ากับอุปกรณ์เพื่อใช้เป็นตัวควบคุม จากนั้นทำการเขียนโปรแกรมเพื่อให้กับไมโครคอนโทรเลอร์ควบคุมอุปกรณ์ทั้งระบบให้สามารถทำงานได้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถนำไปใช้ในการตรวจสอบพิกัดของรถยนต์หรือสิ่งอื่น รวมทั้งสามารถติดตามการเคลื่อนที่ได้ โดยผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 ระบบ GPS

ระบบ GPS ย่อมาจาก Global Positioning System เป็นระบบที่ใช้ในการระบุตำแหน่งบนพื้นโลก เป็นเทคโนโลยีที่สามารถระบุตำแหน่งบนพื้นโลกได้อย่างแม่นยำไม่ว่าในเวลาหรือสภาพอากาศแบบใด โดยระบบอาศัยการทำงานของดาวเทียมซึ่งโคจรอยู่เหนือพื้นโลก ระบบดาวเทียมที่ใช้ในการนำร่องอย่างเต็มระบบมีทั้งหมด 24 ดวงหรือมากกว่านั้น ดาวเทียมทั้งหมดถูกควบคุมเส้นทางการโคจรจากสถานีควบคุมที่อยู่บนพื้นโลก ดาวเทียมเหล่านี้จะทำหน้าที่ส่งคลื่นความถี่สูงมายังพื้นโลก หากใครมีเครื่องรับสัญญาณGPS (GPS Receiver) ก็สามารถรับสัญญาณได้ทันที สัญญาณที่ได้รับเมื่อนำมาผ่านการคำนวณ การถอดรหัสจะให้ได้ผลลัพธ์ออกมาเป็นค่าพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลกที่เครื่องรับตั้งอยู่ในเวลานั้นๆ เครื่องรับจะต้องรับสัญญาณจากดาวเทียมอย่างน้อย 4 ดวง ซึ่งเป็นจำนวนที่มากพอที่จะคำนวณหาค่าพิกัดบนพื้นโลกได้

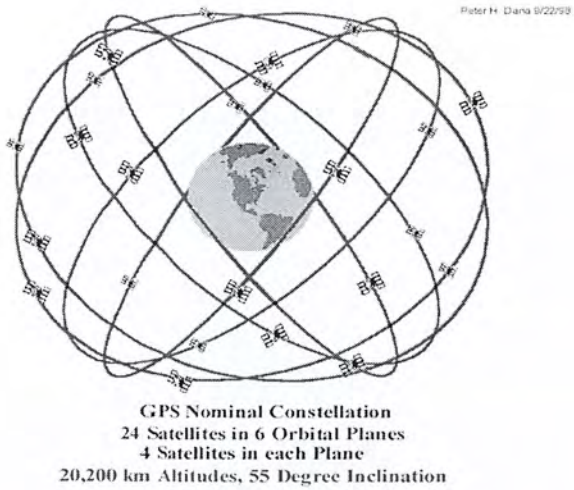
2.2 องค์ประกอบที่สำคัญของระบบ GPS

องค์ประกอบสำคัญของระบบ GPS มีอยู่ 3 ส่วนหลัก ได้แก่ ส่วนอวกาศ (Space Segment), ส่วนควบคุมการทำงาน (Control Segment) และส่วนผู้ใช้งาน (User Segment)

2.2.1 ส่วนอวกาศ(Space Segment)

การทำงานของระบบ GPS ประกอบไปด้วยกลุ่มดาวเทียมทั้งหมด 24 ดวง โดยดาวเทียมจำนวน 21 ดวงจะใช้ในการบอกพิกัด ส่วนที่เหลืออีก 3 ดวง จะสำรองเอาไว้ แบ่งระนาบการโคจรของดาวเทียมออกเป็น 6 ระนาบ ทำมุม 60 องศาระหว่างกัน แต่ละระนาบจะมีดาวเทียมระนาบละ 4 ดวง โดยแต่ละวงโคจรของดาวเทียมจะทำมุม 55 องศากับแนวเส้นศูนย์สูตร โดยมีรัศมีวงโคจร 20,200 กิโลเมตร ดาวเทียมโคจรรอบโลก 1 รอบ ใช้เวลาประมาณ 11 ชั่วโมง 58 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.1 การโคจรของดาวเทียม GPS รอบโลก

หน้าที่ของดาวเทียมเหล่านี้คือ

- ควบคุมความแม่นยำของเวลาโดยใช้ค่าเฉลี่ยที่ได้จากนาฬิกาอะตอม (Atomic clock) ในดาวเทียมเอง
- การรับและเก็บสำเนาข้อมูลที่ส่งมาจากส่วนควบคุมภาคพื้นดิน
- ส่งข้อมูลและสัญญาณไปยังผู้ใช้(เครื่องรับสัญญาณ GPS) ด้วยความถี่ 2 ค่า
- โคจรรอบโลกเพื่อส่งสัญญาณครอบคลุมพื้นที่การใช้งานทั่วโลก

ดาวเทียมแต่ละดวงจะส่งคลื่นความถี่ในการบอกตำแหน่งค่าพิกัดของดาวเทียมด้วย 2 ความถี่คือ ความถี่ Link1 (L1): 1,575.42 MHz และความถี่ Link2 (L2): 1,227.60 MHz ซึ่งเป็นย่านL-Band เพื่อไม่ให้สัญญาณเกิดการกระจายตัวในชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ ย่านความถี่นี้จะทำให้สัญญาณถูกส่งไปอย่างมีทิศทาง และง่ายต่อการสะท้อนหรือปิดกั้นด้วยวัตถุ ที่เข้ามาขวางสัญญาณดาวเทียมจะถูกส่งโดยใช้เทคนิคสเปรดสเปกตรัม (Spread - Spectrum) โดยใช้รหัสที่แตกต่างกัน 2 อย่าง คือ รหัส C/A (Coarse/Acquisition code) ที่มีความถี่ 1.023 MHz บน L1 และรหัส P (Precision code) ความถี่ 10.23 MHz บนทั้ง L1 และ L2 ทั้ง C/A และรหัส P สามารถใช้เพื่อบอกระยะทางระหว่างดาวเทียมกับผู้ใช้งาน รหัส P จะถูกเข้ารหัสไว้และสามารถใช้เพื่อบอกระยะระหว่างกันเท่านั้น รหัส P ที่ถูกนำไปเข้ารหัสอีกครั้งเรียกว่า รหัส Y

เพื่อสะดวกในการอ้างถึงดาวเทียม จะมีการอ้างถึง 3 วิธี คือ

- กำหนดตัวอักษร A-F ให้กับระนาบแต่ละระนาบและ 1-4 ให้กับดาวเทียมในระนาบ
- กำหนดโดยใช้หมายเลขดาวเทียมนาฬิตาร์ที่ถูกกำหนดโดย U.S. Air Force การบ่งชี้ดาวเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กำหนดโดยใช้รหัสพีซูโดแรนดอม(Pseudorandom Code) ดาวเทียมแต่ละตัวจะมีรหัสพีซูโดแรนดอมไม่เหมือนกัน จึงไม่สามารถใช้ความแตกต่างนี้ในการอ้างถึงดาวเทียมได้

2.2.2 ส่วนควบคุม (Control Segment)

สถานีควบคุมหลักภาคพื้นดิน ประกอบด้วยสถานีที่กระจายตามภูมิภาคต่างๆของโลกมีหน้าที่ก็คือ ตรวจสอบการทำงาน การรักษาตำแหน่งของดาวเทียมและวงโคจรของดาวเทียม GPS สำหรับสถานีควบคุมภาคพื้นดินในปัจจุบันตั้งอยู่ 5 แห่งด้วยกัน ได้แก่ เกาะฮาวาย (Hawaii) กวาจาลิน (Kwajalein) ดิเอโกคาร์เซีย (Diego Carcia) เกาะแอสเซนชัน (Ascension Island) และโคโรลาโด สหรัฐอเมริกา ทุกสถานีอยู่ภายใต้การควบคุมของ U.S. Department of Defense (DoD) หน้าที่การดำเนินงานมีดังนี้

- ทั้ง 5 สถานีเป็นสถานีรับข้อมูล ข้อมูลที่ได้รับจะถูกส่งไปยังสถานีควบคุมหลักที่โคโรลาโด

- สถานีควบคุมหลัก (Master Control) มีหน้าที่ประมวลผลข้อมูลเพื่อหาพิกัดตำแหน่งที่ถูกต้องบนเส้นทางโคจรและค่าเวลาดาวเทียม เพื่อควบคุมและแก้ไขการทำงานต่างๆของดาวเทียมให้มีความถูกต้องอยู่ตลอดเวลา

- ส่วนสถานีควบคุม 3 แห่ง (Ascension Island, Diego Carcia, Kwajalein) ทำหน้าที่ Up link ข้อมูลต่างๆไปยังดาวเทียม ได้แก่ ข้อมูลเส้นทางการโคจรและค่าเวลาที่ต้องปรับแก้ไปยังดาวเทียม

Global Positioning System (GPS) Master Control and Monitor Station Network

ภาพที่ 2.2 สถานีควบคุมระบบดาวเทียม

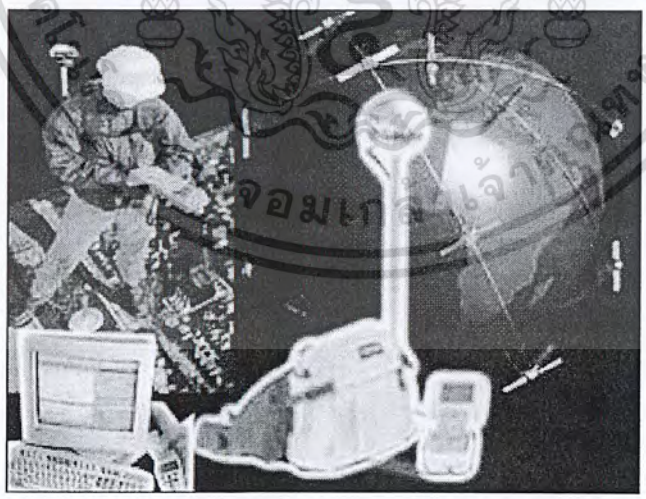
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการ Up link ข้อมูลแต่ละสถานีจะสามารถเห็นดาวเทียมแต่ละดวงได้วันละ 1 ครั้ง นั่นหมายความว่าดาวเทียมแต่ละดวงจะติดต่อกับสถานีดังกล่าวได้เพียง 3 ครั้ง คำสั่งควบคุมจากภาคพื้นดินจะสามารถถูกส่งไปยังดาวเทียมได้ทุกๆ 5 ชั่วโมง หากจำเป็น สำหรับการคำนวณค่าเส้นทางการโคจรของดาวเทียม GPS หรือที่เรียกทางเทคนิคว่า อีฟีเมอร์ไรด์ (Ephemerides) และการคำนวณความคลาดเคลื่อนของนาฬิกาบนดาวเทียม GPS เป็นสองหน้าที่ที่สำคัญมากที่สถานีควบคุมภาคพื้นดินรับผิดชอบจัดการเนื่องจากดาวเทียม GPS เคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงมาก (ประมาณ 4 กม./ชม.) แต่เส้นทางดังกล่าวจะต้องถูกควบคุมให้แน่นอนตายตัวหลังจากดาวเทียมถูกปล่อยออกไปในอวกาศ หากไม่มีความผิดพลาดดาวเทียม ก็จะเริ่มโคจรรอบโลกลักษณะเส้นทางรูปวงรีหรือทางเทคนิคเรียก Keplerian Ellipse

สำหรับนาฬิกาที่ใช้เป็นฐานเวลาในดาวเทียม GPS เป็นนาฬิกาอะตอม ความคลาดเคลื่อนของนาฬิกาบนดาวเทียม GPS จะถูกปรับแก้ลักษณะเดียวกับการปรับแก้เส้นทางโคจรของดาวเทียม โดยกำหนดให้มีความแม่นยำของเวลาไว้ที่ค่า ± 340 นาโนวินาที (ความคลาดเคลื่อนเพียง 1 วินาที ใน 7 หมื่นปี)

2.2.3 ส่วนผู้ใช้งาน (User Segment)

ผู้ใช้ประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ ส่วนที่เกี่ยวข้องกับทางทหาร (Military) และทางพลเรือน (Civilian) ซึ่งทางพลเรือนจะได้รับสัญญาณโดยไม่มีค่าใช้จ่าย แต่ผู้ใช้ต้องรับผิดชอบหาจานรับ(Antenna) และเครื่องรับ (Receiver) เอง



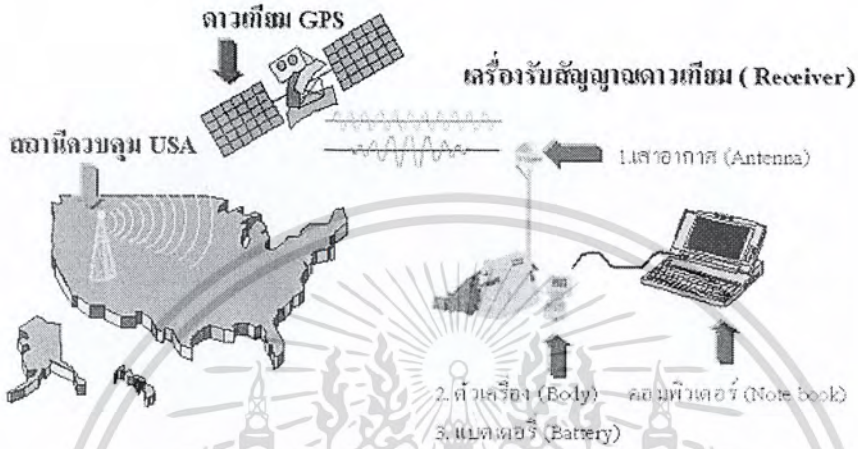
ภาพที่ 2.3 แสดงการใช้งาน GPS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ส่วนประกอบของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS

โดยทั่วไปเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม (Receiver) ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก คือ

1. ตัวเครื่อง(Body)
2. ส่วนให้พลังงาน(Power Supply)
3. ส่วนเสาอากาศ (Antenna)



ภาพที่ 2.4 แสดงองค์ประกอบของระบบดาวเทียม GPS

2.4 ประเภทเครื่องรับสัญญาณ GPS

เครื่องรับสัญญาณ GPS แบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ เครื่องประเภทที่สามารถรับดาวเทียมได้ 4 ดวง หรือมากกว่าได้พร้อมกันทีเดียว กับเครื่องที่มีการรับดาวเทียมโดยการเรียงลำดับ และแต่ละกลุ่มยังแบ่งย่อยได้อีกคือ

2.4.1 เครื่องรับแบบเรียงลำดับสัญญาณดาวเทียม

ปกติเครื่องรับ GPS จะต้องมีข้อมูลจากดาวเทียมอย่างน้อย 4 ดวง จึงสามารถคำนวณหาตำแหน่งที่ได้เครื่องรับ ที่ใช้เรียงลำดับใช้ช่องรับสัญญาณเพียงช่องเดียว รับข้อมูลจากดาวเทียมดวงหนึ่งระยะหนึ่งแล้วเปลี่ยนไปยังอีกดวงหนึ่ง เครื่องประเภทนี้จะมีแผงวงจรเล็ก ดังนั้นจึงมีราคาถูกกว่าและใช้กำลังน้อยกว่า ข้อเสียของการเรียงลำดับสัญญาณอาจเกิดขาดตอนและทำให้มีผลต่อความถูกต้องของผลที่ได้ ในกลุ่มนี้จะมี "Starved Power" Single-Channel Receivers, Two Chanel Receivers, และเครื่องแบบเก่า Fast Multiplexing Single Receivers

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1.1 Starved-Power Single Receivers

เครื่องแบบนี้ออกแบบให้พกพาได้และสามารถ ทำงานได้ด้วยถ่านไฟฉายขนาดเล็ก การจำกัดการใช้กระแสไฟโดยให้ปิดการทำงานตัวเอง โดยอัตโนมัติเมื่อแสดงตำแหน่งครั้งสองครั้งใน 1 นาที เหมาะสำหรับใช้งานบอกตำแหน่งส่วนตัว เช่น นักไต่เขาหรือแล่นเรือในเวลากลางวัน โดยไม่ต้องมีถ่านไฟฉายหลายก้อนนับว่าเป็นเครื่องที่ใช้การได้ สามารถให้ความถูกต้องที่ดีกว่าระบบ LORAN และทำงานได้ทุกที่บนโลกข้อเสีย คือ ความถูกต้องของ GPS ไม่ดี และต่อเชื่อมกับอุปกรณ์อื่นไม่ได้ และไม่สามารถใช้วัดหาความเร็วได้ การที่หาความเร็วไม่ได้ เนื่องจากต้องปิดเครื่องเองในระหว่างการวัดเพราะว่าเครื่องใช้แผงวงจรนาฬิกาที่กินไฟน้อย (นาฬิกาจะต้องเดินอยู่ตลอดเวลา) นาฬิกาที่ใช้จึงไม่ให้ความถูกต้องเท่าที่ควร

2.4.1.2 Single Channel Receivers

เหมือนกับแบบที่ 2.4.1.1 เป็นเครื่องรับสัญญาณช่องเดียวใช้ทำงานหาระยะจากดาวเทียมทุกดวง แต่ที่ไม่เหมือนคือเครื่องรับช่องเดียวแบบมาตรฐานไม่จำกัดที่กำลังไฟ ดังนั้นจึงทำการรับต่อเนื่องได้ มีผลทำให้ความถูกต้องสูงกว่า และใช้วัดหาความเร็วได้ จากที่มีเพียงช่องเดียวที่ต้องใช้ทั้งการรับข้อมูลดาวเทียมและคำนวณหาระยะจึงไม่สามารถหาตำแหน่งต่อเนื่องได้ ยิ่งกว่านั้นตามเหตุผลของวิชาการความไม่เที่ยงตรงของนาฬิกา มีผลโดยตรงต่อความถูกต้องของการวัดหาความเร็วเครื่องราคาถูกบางชนิดใช้นาฬิการาคาถูกเพื่อให้ราคาเครื่องลดลง

2.4.1.3 Fast-Multiplexing Single Receivers

เครื่องประเภทนี้เหมือนกับเครื่องทั้งสองประเภทที่กล่าวมาข้างต้น ซึ่งจะรับสัญญาณได้ช้า แต่เครื่องรับนี้สามารถเปลี่ยนดาวเทียมได้เร็วกว่ามากข้อดี คือ สามารถทำการวัดได้ในขณะที่กำลังรับข้อมูลจากดาวเทียม ดังนั้นเครื่องทำงานได้อย่างต่อเนื่อง และการที่มีนาฬิกาไม่เที่ยงจึงมีผลต่อเครื่องประเภทนี้น้อย เครื่องแบบนี้ต้องการใช้แผงวงจรที่ค่อนข้างซับซ้อนและราคาพอๆกับเครื่องแบบสองช่องรับสัญญาณที่ใช้เครื่องซึ่งให้ความถูกต้องสูงกว่า

2.4.1.4 Two-Channel Sequencing Receivers

การเพิ่มช่องรับสัญญาณขึ้นอีกหนึ่งช่องช่วยให้เครื่องเพิ่มขีดความสามารถขึ้น อย่างเห็นได้ชัด ข้อหนึ่งความแรงสัญญาณ Signal-to-Noise เป็นสองเท่าทันทีหมายถึงสามารถจับสัญญาณภายใต้สภาวะที่ไม่ดีได้ และสามารถรับดาวเทียมดวงที่อยู่ระดับต่ำใกล้เส้นขอบฟ้าได้ จากการที่ช่องหนึ่งสามารถรับข้อมูลตำแหน่งอย่างต่อเนื่องได้ ในขณะที่อีกช่องหนึ่งค้นหาดาวเทียมดวงต่อไป เครื่องแบบสองช่องนี้จะทำงานแบบนำร่องได้โดยไม่ต้องมีการขาดตอน และความเร็วก็จะมีค่าที่ถูกต้องขึ้น ความจริงเครื่องรับสองช่องที่มีคุณภาพดีก็สามารถใช้คำนวณหาและตัดค่าที่เวลาของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นาพิกาเครื่องรับไม่ดีทิ้งเพื่อใช้ในการวัดหาความเร็ว ข้อเสียของเครื่องแบบสองช่องคือ มีราคาสูงกว่าและกินไฟมากกว่า ในเครื่องรับรุ่นใหม่บ้างก็มักใช้แบบ IC ที่สามารถเพิ่มช่องรับสัญญาณที่สองในราคาที่ไม่ต่างกับราคานาพิกาดีๆหนึ่งเรือน แต่กระนั้นเครื่องแบบสองช่องยังมีราคาแพงกว่าเครื่องแบบช่องเดียวมาก ทั้งนี้ เนื่องจากผู้ที่ต้องการใช้งานแบบสองช่องมักต้องการความถูกต้องและต้องการเครื่องที่แข็งแรงรวมถึงสามารถควบคุมสั่งการและมีการแสดงผลที่ดีกว่า

2.4.2 Continuous Receivers

เป็นเครื่องรับที่สามารถรับสัญญาณดาวเทียมพร้อมกันได้ตั้งแต่ 4 ดวงขึ้นไป และสามารถแสดงผลค่าตำแหน่งและความเร็วได้ทันที การรับดาวเทียมได้ทั้ง 4 ดวง พร้อมกับที่มีค่าในการวัดหาในขณะที่มีการเปลี่ยนตำแหน่งรวดเร็วหรือต้องการความถูกต้องสูง ดังนั้นเครื่องแบบนี้จึงนำมาใช้ในงานรังวัดและทางด้านวิทยุ ซึ่งจะพบว่าจะมีช่องรับสัญญาณทั้ง 4,5,8 10 และ 12 ช่อง นอกจากข้อดีที่ใช้วัดตำแหน่งอย่างต่อเนื่องได้แล้ว เครื่องรับ GPS แบบหลายช่องสามารถช่วยขจัดปัญหา GDoP ได้อีกด้วย คือ แทนที่จะรับดาวเทียม 4 ดวงใดก็ได้ จะคำนวณหาค่า GDoP ดาวเทียม 4 ดวงของกลุ่มดาวเทียมที่ขึ้นอยู่ และทำการวัดจากดาวกลุ่มที่มีค่า GDoP ต่ำสุด เครื่องรับ 4 ช่องสัญญาณ สามารถให้ค่า Signal to Noise Ratio เพิ่มขึ้นเป็นสองเท่าของเครื่อง 2 ช่อง และเป็นสี่เท่าของเครื่องรับแบบช่องเดียว และโดยการเปรียบเทียบค่าการรับของแต่ละช่อง เครื่องสามารถปรับตั้งค่าพิกัดเทียมระหว่างช่องรับสัญญาณ ซึ่งช่วยทำให้การวัดมีความถูกต้องดีขึ้น นอกเหนือจากข้อดี ข้อเสียที่กล่าวแล้ว ยังมีข้ออื่นมาพิจารณาอีกคือ มีเครื่องแบบใหม่สามารถได้ค่าความถูกต้องสูงมาก โดยการใช้ทั้งรหัส Pseudo Random ที่กล่าวมาแล้ว และใช้ความถี่ของคลื่นพาห์ (Carrier Frequency) ซึ่งทำให้เครื่องรับทำงานมีความเที่ยงตรงสูง ที่รหัส Pseudo Random ไม่สามารถให้ได้ และใช้ในการวัดหาเวลาได้แม่นยำมากขึ้น ซึ่งช่วยในการบอกตำแหน่งได้ดีขึ้นด้วย และมีบางเครื่องที่ไม่ต้องใส่ค่าประมาณตำแหน่งและเวลาโดยประมาณให้เครื่องก่อนทำการวัด เครื่องรับแบบนี้สามารถใส่ค่าเริ่มตำแหน่งได้โดยตัวของมันเอง ข้อที่ควรพิจารณา คือ การต่อเชื่อมกับอุปกรณ์อื่นและความสะดวก เนื่องจากเครื่องแสดงได้เฉพาะพิกัดภูมิศาสตร์ บางเครื่องไม่สามารถต่อเข้ากับเครื่องมืออื่น หรือคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก (PC) ได้ และข้อใหญ่ที่ต้องพิจารณา คือ ความแข็งแรงทนทานหากต้องใช้งานในพื้นที่ที่เป็นทะเล หรือในพื้นที่ป่าเขา เรื่องของไฟและความร้อนที่เกิดขึ้นเป็นประเด็นสำคัญที่ต้องนำมาพิจารณา ทางสถิติแสดงให้เห็นว่าอัตราของค่าความผิดพลาดจะเพิ่มเป็นสองเท่าของความร้อนในเครื่องเพิ่มทุก 7 องศาฟาเรนไฮต์ เครื่องรับรุ่นใหม่ปัจจุบันได้เพิ่มประสิทธิภาพให้แก่เครื่องรับ GPS อีกหลายประการ เช่น ใช้การประมวลผลที่ซับซ้อน แสดงผลด้วยจอภาพรายละเอียดเครื่องรับ GPS อาจแสดงจุดตำแหน่งบนแผนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 หลักการคำนวณตำแหน่งของจุดบนพื้นโลก

กำหนดให้

CO-ORDINATE ของตำแหน่งที่ต้องการทราบเป็น X,Y,Z

CO-ORDINATE ของดาวเทียมดวงที่ 1 เป็น X_1,Y_1,Z_1

CO-ORDINATE ของดาวเทียมดวงที่ 2 เป็น X_2,Y_2,Z_2

CO-ORDINATE ของดาวเทียมดวงที่ 3 เป็น X_3,Y_3,Z_3

CO-ORDINATE ของดาวเทียมดวงที่ 4 เป็น X_4,Y_4,Z_4

ความผิดพลาดของเวลาบนดาวเทียมกับเวลาบนพื้นโลก เป็น t_0

เวลาที่สัญญาณจากดาวเทียมดวงที่ 1 เดินทาง เป็น t_1

เวลาที่สัญญาณจากดาวเทียมดวงที่ 2 เดินทาง เป็น t_2

เวลาที่สัญญาณจากดาวเทียมดวงที่ 3 เดินทาง เป็น t_3

เวลาที่สัญญาณจากดาวเทียมดวงที่ 4 เดินทาง เป็น t_4

ความเร็วของคลื่นสัญญาณเป็น C

จะได้ 4 สมการ ที่แสดงระยะทางระหว่างดาวเทียมทั้ง 4 กับจุดที่ต้องการทราบตำแหน่ง คือ

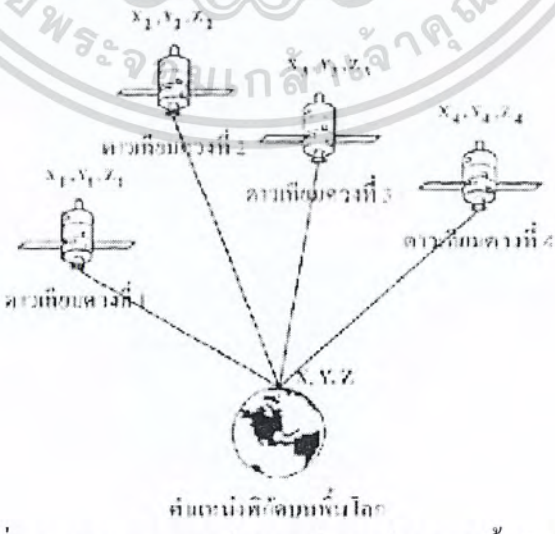
$$(X-X_1)^2 + (Y-Y_1)^2 + (Z-Z_1)^2 = (C \times (t_1-t0))^2 \quad (2.1)$$

$$(X-X_2)^2 + (Y-Y_2)^2 + (Z-Z_2)^2 = (C \times (t_2-t0))^2 \quad (2.2)$$

$$(X-X_3)^2 + (Y-Y_3)^2 + (Z-Z_3)^2 = (C \times (t_3-t0))^2 \quad (2.3)$$

$$(X-X_4)^2 + (Y-Y_4)^2 + (Z-Z_4)^2 = (C \times (t_4-t0))^2 \quad (2.4)$$

โดยที่ค่า (X_1,Y_1,Z_1), (X_2,Y_2,Z_2), (X_3,Y_3,Z_3), (X_4,Y_4,Z_4) เป็นค่าที่ถูกส่งมาจากดาวเทียม และค่า t_1,t_2,t_3,t_4 สามารถหาได้จากการ CORRELATE CODE ที่ส่งลงมากับ CODE ที่ถูกสร้างขึ้นในเครื่องรับ จะทำให้สามารถคำนวณค่าตัวแปร X,Y,Z และ t_0 ได้



ภาพที่ 2.5 ภาพแสดงการคำนวณตำแหน่งจุดบนพื้นโลก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 หลักการทำงานของ GPS

หลักการพื้นฐานของ GPS เป็นเรื่องที่ไม่ซับซ้อนแต่อุปกรณ์ของเครื่องมือถูกสร้างขึ้นด้วยวิทยาการขั้นสูง การทำงาน GPS นั้นต้องคำนึงถึงสิ่งต่างๆต่อไปนี้ คือ

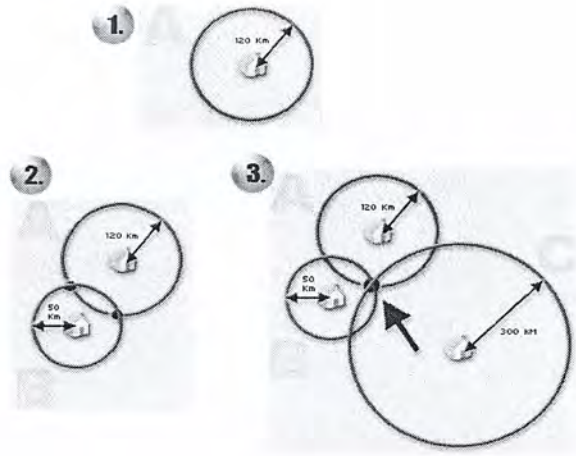
1. การรับสัญญาณจากดาวเทียมเพื่อให้ได้พิกัดตำแหน่ง
2. การวัดระยะจากดาวเทียม
3. การได้เวลาที่ถูกต้อง
4. การต้องรู้ตำแหน่งดาวเทียม
5. การหน่วงเวลาของสัญญาณในการเดินทางผ่านชั้นบรรยากาศ

ภาพที่ 2.6 แสดงการวัดตำแหน่งบนพื้นโลก

2.6.1 การรับสัญญาณจากดาวเทียมเพื่อให้ได้พิกัดตำแหน่ง

GPS จะต้องหาระยะระหว่างดาวเทียมกับเครื่องรับ GPS ดาวเทียมจะเป็นเหมือนหมุดหลักฐานสำหรับการวัดระยะ สิ่งที่ต้องรู้เพื่อใช้ในการคำนวณ คือ ตำแหน่งของดาวเทียมดวงนั้น เพื่อให้ได้ระยะทางที่ถูกต้อง สมมติว่าห่างจากดาวเทียม A 11,000 ไมล์ สามารถหาได้ว่าระยะทางจากดาวเทียม B 12,000 ไมล์ ตัดกัน ถ้าได้ระยะจากดาวเทียมดวงที่ 3 ก็จะบอกตำแหน่งที่แน่นนอนยิ่งขึ้น เช่น ระยะจากดาวเทียม C 13,000 ไมล์ สามารถบอกตำแหน่งที่ทรงกลมตัดกันอยู่เพียง 2 จุด แล้วก็วัดหาระยะดาวเทียมดวงที่ 4 หรือวัดระยะจากดาวเทียม 3 ดวงก็สามารถบอกตำแหน่งได้ เพราะ 2 ค่าที่ได้จะมีอยู่ค่าหนึ่งที่ไม่เป็นจริง เพราะอยู่ห่างจากโลกมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.7 การรับสัญญาณจากดาวเทียมเพื่อให้ได้ค่าพิกัดตำแหน่ง

2.6.2 การวัดระยะจากดาวเทียม

ระยะทางจากเครื่องรับถึงดาวเทียมต้องมีวิธีการหาระยะ วิธีการหาระยะหาได้จากสมการ คือ อัตราความเร็วคูณด้วยเวลา เช่น ถ้ารถยนต์เคลื่อนด้วยความเร็ว 60 กม./ชม. เวลา 2 ชม. รถยนต์จะเคลื่อนที่ได้ระยะ 120 กม. ระบบ GPS จะทำงานเพื่อหาว่าสัญญาณวิทยุที่ส่งมาจากดาวเทียมจนถึงเครื่องรับใช้เวลาเดินทางเท่าใด แล้วนำเวลาที่หาได้มาคำนวณระยะทางคลื่นวิทยุเดินทางด้วยความเร็วแสงคือ 186,000 ไมล์/วินาที ถ้ารู้เวลาที่ดาวเทียมเริ่มปล่อยสัญญาณวิทยุที่แน่นอน และเวลาที่เริ่มรับสัญญาณนั้น ก็จะสามารถได้เวลาที่คลื่นวิทยุเดินทาง ทำเวลาเป็นวินาทีคูณกับ 186,000 ไมล์ ก็จะได้ระยะทางจากเครื่องรับถึงดาวเทียม ซึ่งต้องได้ระยะเช่นนี้ 3 ค่าจากดาวเทียม 3 ดวง จึงจะนำมาหาตำแหน่งได้ นาฬิกาที่ใช้ต้องเป็นนาฬิกาที่ดีมาก เพราะเวลาที่ได้ต้องเร็วมากเพราะแสงเดินทางได้เร็วมาก โดยปกติถ้าดาวเทียมที่ส่งสัญญาณอยู่เหนือศีรษะเวลาที่คลื่นวิทยุใช้เวลาเดินทางมาถึงจะใช้เวลาเพียง 0.06 วินาทีเท่านั้น

ด้วยเหตุนี้ GPS จึงได้นำเอาวิวัฒนาการทางอิเล็คทรอนิกส์มาใช้เพื่อให้ได้ความถูกต้องของเวลาที่ละเอียดถูกต้อง โดยที่ GPS จำเป็นต้องรู้เวลาเป็นนาโนวินาที หรือ 0.000000001 วินาที แล้วจะรู้เวลาที่สัญญาณเริ่มส่งมาจากดาวเทียมได้อย่างไร เคล็ดลับที่สำคัญในการหาเวลาเดินทางของคลื่นวิทยุก็คือ ต้องรู้เวลาที่แน่นอนที่สัญญาณเริ่มเดินทางออกจากดาวเทียม ผู้ออกแบบ GPS ใช้หลักการจำลองแบบสัญญาณที่ส่งมาจากดาวเทียม และสัญญาณที่อยู่ในเครื่องรับให้เป็นแบบเดียวกัน ดังนั้นเครื่องทั้งสองจะต้องสร้างรหัสในเวลาที่ตรงกัน (Pseudo Random code) ดังนั้นสิ่งที่ต้องกระทำก็คือ การรอรับรหัสที่ดาวเทียมปล่อยออกมาและมองย้อนกลับไปว่าเครื่องได้เริ่มสร้างรหัสที่มีรูปเหมือนกันเป็นเวลานานเท่าใด เวลาที่แตกต่างกันก็คือเวลาที่คลื่นวิทยุใช้เวลาเดินทางมาถึงเครื่องรับ ข้อดีของการใช้รหัสที่ส่งเป็นชุดหรือตัวเลขหลายตัว คือสามารถเปรียบหาตรงเวลาใดก็ได้ตามต้องการ ไม่จำเป็นต้องใช้เลขหนึ่งอย่างเดียว ใช้ตัวเลขคู่ใดก็ได้ รหัส Pseudo Random Code ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GPS ไม่ใช่ตัวเลขตามที่กล่าวมา ทั้งในดาวเทียมและเครื่องรับจะสร้างชุดรหัสเชิงตัวเลขที่ซับซ้อน การที่ต้องสร้างให้ซับซ้อนก็เพื่อสามารถนำรหัสทั้งสองมาเปรียบเทียบกันได้ง่ายไม่วุ่นวาย และยังมีเหตุผลทางวิชาการประกอบด้วย รหัสซ้ำซ้อนนี้ทำให้เห็นเหมือนคลื่นวิทยุที่ต่อเนื่องกันยาวๆ

2.6.3 การได้เวลาที่ถูกต้อง

แสงเดินทางด้วยความเร็ว 186,000 ไมล์/วินาที ถ้าเครื่องรับนับเวลาคลาดไป 1/100 วินาที ผลก็คือการวัดจะผิดไปถึง 1,860 ไมล์ และจะรู้ได้ว่าเครื่องรับและดาวเทียมได้สร้างรหัสตรงเวลาเดียวกันได้ ปัญหานี้สามารถอธิบายได้คือในดาวเทียมใช้นาฬิกาอะตอม ซึ่งจะให้เวลาที่ถูกต้อง โดยในดาวเทียมแต่ละดวงจะมีนาฬิกาอะตอมติดตั้งอยู่ถึง 4 เครื่อง ทั้งนี้เพื่อให้แน่ใจว่าจะต้องใช้เวลาจากนาฬิกาเครื่องใดเครื่องหนึ่งอย่างแน่นอน นาฬิกาอะตอมไม่ได้เดินด้วยพลังงานอะตอม ที่ให้ชื่ออะตอมเพราะว่าใช้การเคาะจังหวะจากอนุภาคของสารเฉพาะ เหมือนเครื่องเคาะจังหวะ อะตอมนี้จะให้เวลาที่แน่นอนและถูกต้องที่สุด ถ้านาฬิกาอะตอมบอกเวลาเที่ยง 12.00 น. ก็หมายถึงเวลาเที่ยง 12.00 น. จริงๆ แต่มีวิธีให้หาเวลาได้ถูกต้องที่เครื่องรับ GPS โดยเพียงติดนาฬิกาที่มีความถูกต้องธรรมดา

2.6.4 การต้องรู้ตำแหน่งดาวเทียม

- วงโคจรสูงมากประมาณ 11,000 ไมล์
- วงโคจรอาจคลาดเคลื่อน (Ephemeris Errors) เนื่องจากแรงโน้มถ่วง (Gravity) ของดวงจันทร์และดวงอาทิตย์
- สถานีควบคุมจะใช้เรดาร์ในตรวจสอบการโคจรของดาวเทีย GPS ตลอดเวลา แล้วส่งข้อมูลไปปรับแก้ข้อมูลวงโคจรและเวลาของดาวเทียม เมื่อข้อมูลได้รับการปรับแก้แล้วจะถูกส่งมายังเครื่องรับ GPS

2.6.5 การหน่วงเวลาของสัญญาณในการเดินทางผ่านชั้นบรรยากาศ

ในชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ (Ionosphere) และชั้นบรรยากาศโลก (Atmosphere) เป็นที่ทราบแล้วว่าในระบบ GPS ได้จัดทำทุกส่วนให้ได้ความถูกต้อง เช่น ใช้นาฬิกาอะตอมในดาวเทียม และมีการวัดระยะเพิ่มขึ้นอีกหนึ่งระยะ เพื่อใช้ขจัดความคลาดเคลื่อนของนาฬิกาในเครื่องรับ และข้อความส่งจากดาวเทียมจะมีรายงานค่าปรับแก้วงโคจรทุกนาที สาเหตุของความคลาดเคลื่อนอีกสองสามประการที่ขจัดได้ยากและ ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นเห็นได้ชัดที่สุด เกิดจากบรรยากาศชั้นไอโอโนสเฟียร์ ซึ่งเป็นชั้นของอนุภาคประจุไฟฟ้า สูงจากโลกระหว่าง 80-120 ไมล์ อนุภาคเหล่านี้มีผลต่อความเร็วของแสง และความเร็วของสัญญาณวิทยุจากดาวเทียม GPS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสงเดินทางด้วยความเร็วคงที่เมื่ออยู่ในสุญญากาศ ซึ่งอยู่ในชั้นอวกาศที่สูงมาก แต่เมื่อแสงหรือสัญญาณวิทยุเดินทางผ่านตัวกลางที่มีความหนาแน่น เช่น ชั้นที่มีอนุภาคประจุไฟฟ้าที่หนาหลายไมล์ย่อมทำให้ความเร็วลดลงบ้าง และการที่คลื่นวิทยุเดินทางช้าลงนี้จะทำให้ระยะที่ได้ไม่ถูกต้องหากว่าใช้ความเร็วของแสงคงที่ มีสองวิธีที่จะใช้ลดความคลาดเคลื่อนของระยะทางจากการที่สัญญาณเดินทางช้า ทางที่หนึ่งต้องรู้ค่าความแปรเปลี่ยนเฉลี่ยรายวันตามสภาพบรรยากาศชั้นไอโอโนสเฟียร์ความหนาแน่นปานกลางจึงสามารถนำมาเป็นค่าแก้กับทุกค่าที่วัดได้ ซึ่งได้ควาถูกต้องสูงขึ้น แต่สภาพอากาศตามความเป็นจริงจะไม่คงที่ปานกลางตลอดเวลา ดังนั้น การนำค่าเฉลี่ยมาใช้จะไม่ถูกต้องทั้งหมด อีกทางหนึ่งโดยการวัดหาค่าความแปรความเร็วของสัญญาณวิทยุ โดยการวัดความเร็วสัมพัทธ์ของสัญญาณสองแบบที่ส่งมาจากดาวเทียมพร้อมกัน วิธีการนี้เป็นแขนงวิชาฟิสิกส์ที่ผู้ศึกษาจำนวนน้อยมีแนวคิดพื้นฐานดังนี้ เมื่อแสงผ่านชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์จะเดินทางช้าลงเป็นอัตราส่วนกลับกับความถี่ของสัญญาณยกกำลังสองถ้าความถี่ยิ่งต่ำการเดินทางจะยิ่งช้าลง วิธีนี้ใช้การเปรียบเทียบเวลาที่สัญญาณจาก GPS ที่มีความถี่ต่างกันเดินทางถึงเครื่องรับก็จะได้ค่าเวลาที่คลื่นเดินทางช้าไป วิธีการแก้แบบนี้มักใช้กับเครื่อง GPS ที่มีความละเอียดถูกต้องสูง ที่เรียกว่าเครื่องรับความถี่คู่ (Dual Frequency) จะช่วยขจัดค่าความคลาดเคลื่อนจากไอโอโนสเฟียร์ได้เป็นส่วนมาก หลังจากเดินทางผ่านบรรยากาศชั้นไอโอโนสเฟียร์ซึ่งอยู่สูงกว่า ก็ถึงชั้นบรรยากาศโลกที่มีละอองไอน้ำในอากาศซึ่งมีผลต่อความเร็วของสัญญาณ ค่าความคลาดเคลื่อนจึงเกิดเช่นเดียวกับที่เกิดในบรรยากาศชั้นไอโอโนสเฟียร์ ค่าคลาดเคลื่อนดังกล่าวยังไม่มีการปรับแก้ได้ ซึ่งรวมอยู่ในค่าความคลาดเคลื่อนรวมของการบอกตำแหน่งโดยเครื่อง GPS เป็นระยะประมาณ 25 เมตร สาเหตุอื่นที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อน ได้แก่ ความเที่ยงของนาฬิกา นาฬิกาอะตอมในดาวเทียมที่ว่าถูกต้องมากยังมีความคลาดเคลื่อนได้เหมือนกับ DoD ติดตามความเที่ยงของนาฬิกาอะตอมและทำการปรับแก้ก็ยังคงมีความคลาดเคลื่อนเล็กน้อยอยู่ในความคลาดเคลื่อนของเครื่อง GPS ส่วนเครื่องรับที่ตั้งอยู่บนพื้นดินมีโอกาสผิดพลาด การคำนวณทางคณิตศาสตร์ในโปรแกรมของเครื่องทำให้ต้องเลือกตัดค่าสังเกตบางค่าทิ้ง เมื่อถูกรบกวนด้วยคลื่นวิทยุ อาจทำให้รหัส Pseudo Random มีลักษณะผิดเพี้ยนทำให้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทำงานไม่ถูกต้อง ความคลาดเคลื่อนอาจมีขนาดเล็กมากหรือขนาดใหญ่มาก ค่าที่ใหญ่ก็สามารถรู้ได้ง่ายกว่าเพราะเห็นได้ชัด ถ้ามีค่าเล็กน้อยก็เป็นการยากที่จะหาได้พบ ความคลาดเคลื่อนแบบนี้มีผลทำให้การบอกตำแหน่งผิดไป 0.5 – 1 เมตร

ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากดาวเทียมและเครื่องรับ Multipath Error ความคลาดเคลื่อนจากจำนวนเส้นทางที่มีมากกว่า 1 เส้นทาง เกิดจากการที่สัญญาณที่ส่งจากดาวเทียมตกกระทบไปยังวัตถุอื่นจึงสะท้อนเข้าเครื่องรับสัญญาณส่วนนี้ไม่เป็นสัญญาณจากดาวเทียมมีผลต่อการรับเหมือนกับการรับสัญญาณทีวี คือทำให้เกิดภาพพร่าซ้อนให้เห็นบนจอ GPS รุ่นใหม่ วิธีการประมวลผลที่ดีขึ้นและการใช้เสาอากาศที่ป้องกันสัญญาณซ้อนได้ แต่ในบางครั้งถ้าเกิดรุนแรงมาก ก็จะมีผลต่อการวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GPS สาเหตุของการเกิดการคลาดเคลื่อนทั้งหมดเป็นผลทำให้การวัด GPS ไม่แน่นอน ซึ่งความหมายว่า แทนที่จะกล่าวว่าของอยู่ห่างไป 10 ฟุต (3.5 เมตร) ต้องกล่าวว่าของอยู่ห่างไป 10 ฟุต บวกหรือลงเศษหนึ่งส่วนสิบนิ้ว เป็นต้นหรือเปรียบเทียบได้อีกอย่างเช่นเหมือนกับกำลังใช้ไม้บรรทัดที่ปลายข้างที่ใช้วัดหักหรือลบไป ทำให้ไม่สามารถบอกระยะที่แน่นอนที่เดียวได้ แต่ยังดีที่มีค่าความคลาดเคลื่อนทั้งหมดรวมกันแล้วก็จะมีไม่มาก ผลการใช้ GPS จะบอกตำแหน่งได้ถูกต้องอยู่ในระยะไม่เกิน 25 เมตร และจะถูกต้องยิ่งขึ้นถ้าเครื่องรับคุณภาพดี เพื่อให้ได้ค่าความถูกต้องที่ดีที่สุด เครื่องรับที่ดีจะใช้หลักการของวิชาเรขาคณิต ซึ่งเรียกว่า Geometric Dilution of Precision (GDoP)

GDoP เป็นค่าที่ให้ความถูกต้องของตำแหน่งที่เครื่องรับ GPS โดยค่าตำแหน่งที่คำนวณได้มาจากการหาระยะจากดาวเทียมหลายดวง ลักษณะการประกอบรวมกลุ่มของดาวเทียมรูปเรขาคณิต หรือขนาดของมุมของดาวเทียมแต่ละดวงภายในกลุ่ม จะมีส่วนทำให้ความคลาดเคลื่อนเพิ่มหรือน้อยลง เหมือนกับคนเล่นสนุกเกอร์ที่ต้องเลือกลูกที่มีมุมแทงลูกให้ลงหลุมได้ง่าย ซึ่งบางลูกอยู่ในมุมที่ดีแทงได้เต็มลูก บางลูกต้องแทงบางมากอาจผิดได้ ดูจากรูปจะเห็นว่าผลที่เกิดจาก GDoP ระยะที่วัดได้อยู่บนเส้นวงกลมที่ดาวเทียมเป็นจุดศูนย์กลาง และเนื่องจากระยะที่วัดได้มีขนาดไม่แน่นอนเส้นรอบวงจึงเป็นเส้นหนา เช่น ระยะแทนที่จะเป็น 10,000 ไมล์ ก็จะเป็นรัศมีระยะ 10,000 +/- 0.001 ไมล์ (9,999.999-10,000.001 ไมล์) ดังนั้นเวลาวาดเส้นรอบวงจะมีความกว้างเป็นแถบ ขนาด 0.002 ไมล์ ดังนั้น ตำแหน่ง X ที่ใช้เป็นแถบสี่เหลี่ยม "X" หรือ ได้ว่าเนื่องจากผลลัพธ์ไม่แน่นอนตำแหน่งจึงไม่อยู่เป็นจุด แต่จะอยู่ในที่หนึ่งที่ใดก็ได้ในแถบสี่เหลี่ยมนี้ ดังนั้น GDoP จะได้มาจากมุมระหว่างดาวเทียมที่จะทำให้เกิดรูปแถบสี่เหลี่ยมขึ้น รูปสี่เหลี่ยมที่เกิดขึ้นอาจสวยงามดีได้ฉาก หรือยืดยาวและโต สรุปว่าถ้าจะให้ได้ผลดีควรจะเลือกวัดจากกลุ่มดาวเทียมที่มุมระหว่างดาวเทียมมีขนาดโต สาเหตุนี้ในเครื่องรับ GPS จะมีโปรแกรมให้วิเคราะห์ตำแหน่งของดาวเทียมที่อยู่บนท้องฟ้า และเลือกวัดจากชุดดาวเทียม 4 ดวง ที่มีค่า GDoP ดีที่สุด ในเครื่องรับประเภทละเอียดจะเลือกวัดจากดาวเทียมที่เห็นในท้องฟ้าขณะนั้น โดยวิธีนี้จะทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนจาก GDoP เหลือน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 เวลาสากลเชิงพิกัด (UTC Time)

ภาพที่ 2.8 ภาพเวลามาตราฐานโลก

เวลาสากลเชิงพิกัด (อังกฤษ: Coordinated Universal Time; ตัวย่อ: UTC) คือ หน่วยเวลาที่ใช้ในการอ้างอิงการหมุนของโลก โดยใช้เครื่องหมาย บวก (+) หรือ ลบ (-) เทียบจากหน่วย เวลาสากล ซึ่งเป็นระบบอ้างอิงจาก เวลามาตรฐานกรีนิช (GMT) จุดอ้างอิงของเวลาสากลเชิงพิกัดคือที่ลองจิจูดที่ 0° ที่ตัดผ่าน Royal Greenwich Observatory ในกรีนิช, ลอนดอน, สหราชอาณาจักร (และเป็นสาเหตุหลักที่เวลา GMT ยังคงมีใช้อยู่ในปัจจุบัน) ซึ่งประเทศไทยจะทำการบวกเวลาเพิ่ม 7 ชั่วโมง

2.8 รหัสสุ่มเทียม (Pseudo Random Code)

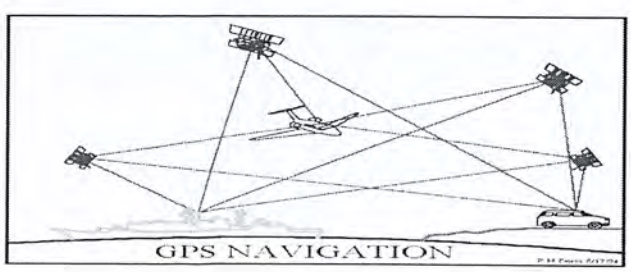
รหัส Pseudo Random ช่วยให้ระบบ GPS ทำงานได้มีประสิทธิภาพและราคาไม่แพง การใช้รหัส Pseudo Random จะทำให้ GPS กลายเป็นเครื่องใช้ทั่วไปที่ทุกคนใช้ได้ก่อนหน้านี้ การทำงานโดยการใช้รหัส Pseudo Random เครื่อง GPS สามารถหาเวลาที่ต่างกันระหว่างเครื่องรับกับดาวเทียมได้ แต่นั่นเป็นเพียงส่วนหนึ่งเท่านั้น เหตุผลที่สร้าง Pseudo Random code ก็คือ การประหยัด จะเปรียบเทียบให้เห็นต้องดูจากดาวเทียมทีวี ซึ่งกระจายเสียงด้วยสัญญาณกำลังแรงดีมาก แต่ส่วนเครื่องรับบนโลกยังต้องใช้จานรับดาวเทียมทรงโค้งกลมขนาดใหญ่ ถ้า GPS ต้องใช้จานรับแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เดียวกันจะต้องมีความเทอะทะ ดาวเทียม GPS โคจร ซึ่งต้องรับโดยหมุนไปหาตำแหน่งดาวเทียมทั้ง 4 ดวง จะต้องเป็นที่ยุ่งยากมาก การใช้ Pseudo Random ช่วยให้ลดความจำเป็นอื่นทั้งหมดในการส่งข้อมูล ดังนั้นการส่งสัญญาณ GPS จึงกินกำลังไฟน้อย และสัญญาณ GPS อ่อนมากที่ไม่รับเอาสัญญาณวิทยุรบกวนอื่น สัญญาณวิทยุรบกวนอื่นเกิดขึ้นเป็นคลื่นไม่เป็นรูปแบบ รหัสPseudo Random ดูก็คล้ายคลื่นวิทยุรบกวนนี้มาก แต่มีข้อแตกต่างที่สำคัญคือ รูปร่างของคลื่น Pseudo Random ไปเปรียบเข้ากับคลื่นวิทยุรบกวน การเปรียบเทียบจะแบ่งคลื่นออกเป็นช่วงเวลา ตามรูปให้ส่วนที่เหมือนกันเป็น "X" เห็นตามตัวอย่างจากที่คลื่นไม่มีรูปแบบแบบสุ่มโอกาสที่เกิดขึ้นได้เหมือนกันประมาณครึ่งหนึ่ง ถ้าให้ค่าคลื่นที่เหมือนกันเป็น 1 และที่ไม่เหมือนกันเป็น -1 จะพบว่าหลังจากเปรียบเทียบนาน ๆ จะได้ค่าสุดท้ายเป็น 0 ถ้า GPS เริ่มส่งสัญญาณเข้าเครื่องรับที่มีรูปแบบเหมือนกับ Pseudo Random สัญญาณนี้ถึงแม้จะอ่อน จะถูกทำให้แรงขึ้นแล้วนำมาเปรียบเทียบกันได้ และถ้าเลื่อนรหัสที่ส่งจากดาวเทียม จะได้คลื่นที่เข้ากันได้มากขึ้นและคะแนนก็จะมากขึ้นเรื่อยๆ ยิ่งเปรียบเทียบนานตัวเลขจะเพิ่มมากขึ้น และจากที่ผลการเปรียบเทียบ ให้ผลตรงกันข้ามคลื่นวิทยุรบกวนซึ่งจะมีค่าเกือบศูนย์ช่วงเวลานี้จะส่งกำลังขยายให้แก่สัญญาณดาวเทียมมากขึ้นเป็นพันเท่า รหัส Pseudo Random ช่วยให้จับสัญญาณที่อ่อนมากได้ หมายถึงในเครื่อง GPS ไม่ต้องใช้ไฟมาก และมีวิธีการเพิ่มความแรงสัญญาณ เครื่องรับจึงใช้เสาอากาศขนาดเล็กได้ ทั้งนี้เพราะสัญญาณ GPS มีข้อมูลน้อย ตรงกันข้ามกับสัญญาณทีวีที่ข้อมูลมาก หลักการของ Pseudo Random Code มีการทำงานในการเปรียบเทียบสัญญาณเหมือนกันหลาย ๆ รอบ การเปรียบเทียบนี้จะทำให้ช้าเมื่อเทียบกับแบบที่ต้องใช้สัญญาณทีวี ดังนั้นวิธีการ GPS จึงนำมาใช้กับดาวเทียมทีวีไม่ได้

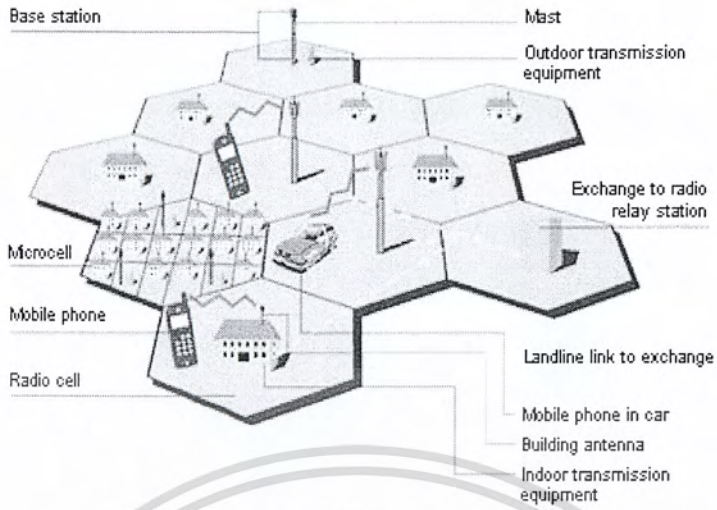
การควบคุมระบบรหัส Pseudo Random มี 2 แบบ คือ C/A code และ P-code รหัส P-code จะเก็บไว้ใช้เฉพาะทางราชการทหารและ P-code จะไม่เกิดการติดขัด DoD ยังสามารถลดความถูกต้องของ C/A code ได้ การทำโดยมาตรการ Selective Availability หรือ S/A วิธี S/A ที่สำคัญก็คือการทำให้นาฬิกาดาวเทียมบอกเวลาคลาดเคลื่อน ถ้านำเวลานี้ไปใช้ก็จะได้ตำแหน่งที่มีความคลาดเคลื่อนมาก ประโยชน์อีกข้อของ Pseudo Random คือ ดาวเทียมทุกดวงสามารถใช้คลื่นความถี่เดียวกันได้ โดยไม่เกิดการรบกวนต่อกัน ดาวเทียมแต่ละดวงจะมี Pseudo Random code เป็นของเฉพาะตัว ดังนั้นเวลาเครื่องรับนำรหัสมาใช้ต้องให้ถูกตามหมายเลขดาวเทียมนั้น



ภาพที่ 2.9 แสดงการนำร่องทางบก ทางน้ำ ทางอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
119451

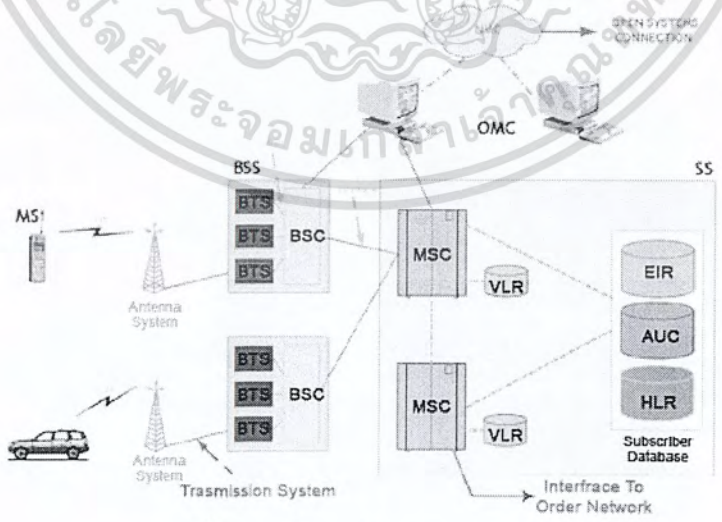
2.9 GSM



ภาพที่ 2.10 ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM

ระบบ GSM ย่อมาจาก Global System for Mobile Communications เป็นหนึ่งใน ระบบเซลลูล่าร์ดิจิตอล (Digital Cellular) ชั้นนำ GSM ใช้สัญญาณเสียงแบบ TDMA (Time Division Multiple Access) แถบแคบ ซึ่งอนุญาตให้โทรได้ 8 สายพร้อมกันในช่องความถี่วิทยุเดียวกัน โดยใช้ความถี่ในการติดต่อกับสถานีเบสที่ 890-960 เมกะเฮิร์ทซ์

โครงสร้างของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM



ภาพที่ 2.11 โครงสร้างของระบบ GSM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างของระบบ GSM จะประกอบไปด้วย 4 ส่วนใหญ่ ๆ ดังนี้

1. เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Mobile Station, Mobile Equipment)

1.1 เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ (MS, ME)

International Mobile Equipment Identity (IMEI) คือหมายเลขประจำเครื่อง Mobile phone ซึ่งจะมีเลขเดียวในโลกยาว 15 หลัก

IMEI = TAC + FAC + SNR + SPARE

TAC คือ Type Approval Code 6 หลัก กำหนดโดยองค์กรกลาง GSM

FAC คือ Final Assembly Code 2 หลัก กำหนดโดยผู้ผลิต Mobile

SNR คือ Serial Number 6 หลัก กำหนดโดยผู้ผลิต Mobile

SPARE คือ ตัวเลขเพื่อเอาไว้ 1 หลัก

สามารถตรวจสอบรหัส IMEI ในเครื่องโทรศัพท์ได้โดยการกด *#06#

1.2 ซิมการ์ด (SIM card)

International Mobile Subscriber Identity (IMSI) ย่อมาจาก Subscriber Identity Module เป็นอุปกรณ์ซึ่งใส่ในเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่เพื่อให้เครื่องสามารถติดต่อกับเครือข่ายได้ ซิมการ์ดไม่เก็บหมายเลข IMSI (International Mobile Subscriber Identity) ซึ่งเป็นหมายเลขที่ไม่ซ้ำกับ SIM อื่นๆ ทั่วโลกหมายเลขนี้ จะผูกกับหมายเลขโทรศัพท์ของเจ้าของ SIM โดยมีฐานข้อมูลเก็บที่HLR

IMSI = MCC + MNC + MSIN

MCC คือ Mobile country code 3 หลัก

MNC คือ Mobile Network Code 1-2 หลัก

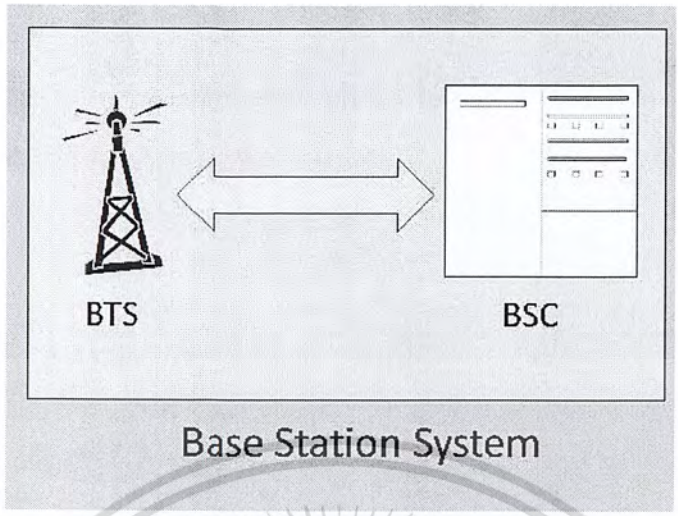
MSIN คือ Mobile Station Identification Number

MCC ของประเทศไทยคือ 520

(MNC ของ AIS GSM = 01, DTAC = 18, GSM1800 = 23, True Move = 99)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบสถานีฐาน (BSS)



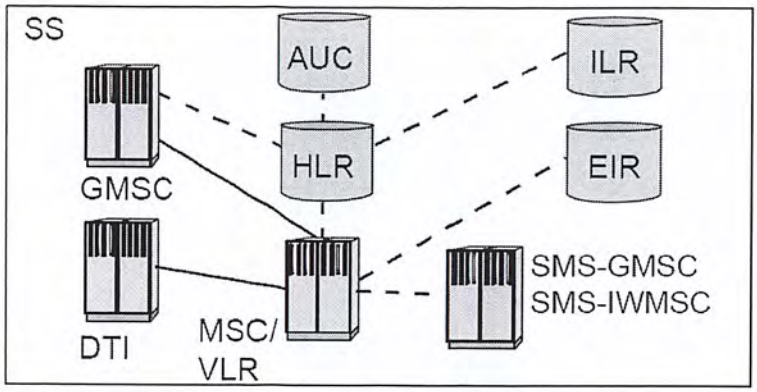
ภาพที่ 2.12 Base Station System (BSS)

1.3 สถานีฐาน (Base Transceiver Station-BTS) คือเสาสัญญาณที่ติดตั้งอยู่ตามตึก หรือตามข้างถนน ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวกลางระหว่างผู้ใช้งานระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่กับเครือข่ายของผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยอาศัยคลื่นวิทยุเป็นสื่อกลางในการติดต่อสื่อสารกับโทรศัพท์ที่ของผู้ใช้งาน

1.4 ส่วนควบคุมสถานีฐาน (Base Station Controller-BSC) คือชุมสายหนึ่งที่ทำหน้าที่ควบคุมเกี่ยวกับคลื่นวิทยุในระบบ เช่น ควบคุมการ Handover จัดการเกี่ยวกับช่องสัญญาณวิทยุต่าง ๆ และเก็บข้อมูลเกี่ยวกับ Cell นอกจากนี้ยังจะทำการควบคุมกำลังส่งสัญญาณของสถานีฐานและโทรศัพท์เคลื่อนที่อีกด้วย ในการทำงานนั้น MSC แต่ละ MSC จะควบคุม BSC 1 BSC หรือมากกว่านั้น และในแต่ละ BSC จะควบคุม BTS หลาย ๆ BTS

Switching System (SS) จะทำหน้าที่สลับสัญญาณจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง ซึ่งรวมถึงการเชื่อมโยงกับชุมสายอื่นด้วย ตลอดจนการเก็บข้อมูลตำแหน่งของเครื่องลูกข่ายใน Network ประกอบไปด้วย 5 ส่วน ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.13 Switching System (SS)

1.5 ชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Mobile Services Switching Center -MSC) ทำหน้าที่ติดต่อจุดเชื่อมต่อสัญญาณเข้าออกชุมสาย, ควบคุมการสื่อสาร, ส่งข้อมูลเชื่อมต่อกับชุมสายอื่น, เก็บข้อมูลการใช้บริการและควบคุมการย้ายข้ามเซลล์

1.6 หน่วยเก็บข้อมูลท้องถิ่นหรือฐานข้อมูลผู้ใช้บริการท้องถิ่น (Visiting Location Register -VLR) ทำหน้าที่เป็นฐานข้อมูลเพื่อเก็บข้อมูลชั่วคราวของเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ใช้บริการข้ามเขต ต่างชุมสาย รวมทั้งบอกตำแหน่งปัจจุบันของเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ด้วย

1.7 หน่วยเก็บข้อมูลหลักของผู้ใช้บริการหรือฐานข้อมูลหลักของผู้ใช้บริการ (Home Location Register - HLR) ทำหน้าที่เป็นฐานข้อมูลเก็บข้อมูลของผู้ใช้บริการ(ข้อมูลในซิมการ์ด) เช่น หมายเลขโทรศัพท์ในซิมการ์ดยอดเงินบริการที่ใช้, บริการเสริม ต่างๆ ในซิมการ์ด

1.8 ศูนย์ตรวจสอบการใช้งาน (Authentication Center -AUC) ใช้สาหรับเก็บ AUTHENTICATION เพื่อตรวจสอบว่าผู้ใช้โทรศัพท์ได้ลงทะเบียนอย่างถูกต้องหรือไม่และใช้สำหรับระบบการป้องกันการดักฟัง

1.9 หน่วยเก็บข้อมูลเลขหมายประจำเครื่อง (Equipment Identity Register -EIR) เป็น DATABASE ที่เก็บข้อมูล IDENTITY ของเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่เพื่อป้องกันไม่ให้โทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ไม่ลงทะเบียนหรือได้มาอย่างไม่ถูกต้องตามกฎหมาย เข้ามาใช้งานในระบบได้ การติดตั้ง ELR ส่วนใหญ่จะอยู่ร่วมกับ AUC Operation and Maintenance Center (OMC)ทำหน้าที่ควบคุมและบริหารการทำงานของระบบ โครงข่ายโดยรวมจัดการกับปัญหาของอุปกรณ์บางส่วนที่อาจเกิดความเสียหายการปรับตั้งค่าต่างภายในระบบให้เหมาะสม การจัดการเรื่องสมาชิกผู้ใช้บริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของระบบซึ่งรวมไปถึงการคิดค่าบริการและ ออกบิลเก็บค่าบริการการทำงานของ OMC ส่วนใหญ่แล้วจำต้องมีการติดต่อสื่อสารกับฐานข้อมูล HLR

2.10 AT Command

AT-command คือ ชุดคำสั่งมาตรฐานที่ใช้ติดต่อสื่อสารกับโทรศัพท์มือถือ โดยส่วนมากมักใช้ในการสื่อสารกับอุปกรณ์สื่อสารต่างๆ เช่น โมเด็มหรืออุปกรณ์ DTE (Data Terminal Equipment) ในชุดคำสั่งพื้นฐานนั้นบริษัท Hayes ได้เป็นผู้ออกแบบคิดค้นเพื่อใช้กับโมเด็มของตนและต่อมาบริษัทผู้ผลิตมือถือยี่ห้อต่างๆ ได้พัฒนามาใช้กับผลิตภัณฑ์ของตนเป็นเหตุให้คำสั่งพิเศษบางคำสั่งไม่เหมือนกันในผลิตภัณฑ์ต่างยี่ห้อกัน และความสามารถของโทรศัพท์ในบางรุ่น จะไม่รองรับคำสั่งดังกล่าว เนื่องจากไม่ได้มีวงจรส่วนของโมเด็มบรรจุอยู่ภายใน

2.10.1 หลักการรับส่ง SMS ของโทรศัพท์มือถือ

SMS ย่อมาจาก Short Message Service เป็นบริการส่งข้อความสั้นๆจากโทรศัพท์มือถือต้นทางผ่านชุมสายไปยังโทรศัพท์มือถือปลายทาง โดยสามารถส่งได้สูงสุด 160 ตัวอักษรต่อครั้ง ตามข้อกำหนดมาตรฐานขององค์การ ETSI (European Telecommunications Standards Institute)

2.10.2 โหมดของการรับส่งข้อมูล SMS

แบ่งออกเป็น 2 โหมดคือ Text Mode และ PDU Mode (Protocol Description Unit Mode) การส่งข้อความใน Text Mode นั้นจะเป็นการนำข้อความที่ต้องการส่งมาเข้ารหัสก่อน (โดยตัวเครื่องเอง) แล้วจึงส่งข้อมูลในรูป PDU Mode อีกครั้งหนึ่ง แต่ในบางเครื่องก็ไม่สนับสนุนการส่งแบบ Text Mode ผ่านทาง AT Command แต่หากเป็น PDU Mode จะสามารถส่งได้ เนื่องจากเครื่องจะไม่ต้องทำอาศัยการแปลงข้อมูลอีกชั้น

2.10.3 รูปแบบในการส่งข้อมูลในรูป SMS ผ่าน AT Command

มี 2 รูปแบบ คือ Text Mode และ PDU Mode

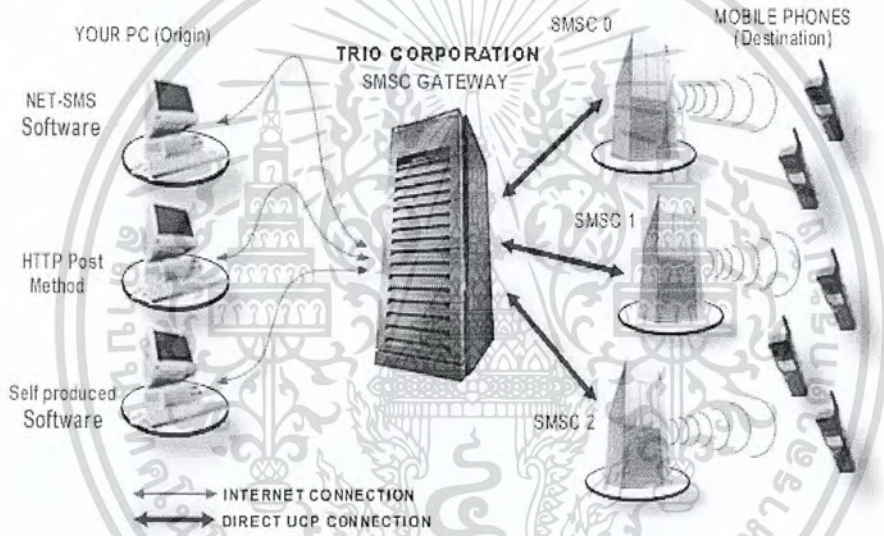
1.Text Mode เป็นการส่งข้อมูลในรูปของตัวอักษรได้โดยตรง ซึ่งตัวเครื่องส่วนใหญ่ไม่รองรับการส่งข้อมูลรูปแบบนี้ผ่านทาง AT Command จึงไม่สามารถใช้งานได้สมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.PDU Mode PDU ย่อมาจาก PACKET DATA UNIT เป็นรูปแบบการส่งข้อความ SMS อีกรูปแบบหนึ่งที่ต้องมีการเข้ารหัสข้อมูลที่สลับซับซ้อนแต่ตัวเครื่องจะสามารถ รับรู้ได้ทุกเครื่องที่รับคำสั่ง AT Command ได้

2.10.4 การส่ง Short Message Service : SMS

ลักษณะการใช้งาน จะคล้ายกับการส่งอีเมลล์ แต่จะส่งผ่านทางโทรศัพท์มือถือ สามารถส่งไปยังผู้รับโดยไม่ต้องกังวลว่าพื้นที่ของผู้รับจะมีสัญญาณหรือไม่ ในขณะนั้น หากทางปลายทางไม่มีสัญญาณระบบ SMS นี้จะเก็บข้อมูลไว้จนกว่าปลายทางจะมีสัญญาณ ทางระบบจึงจะทำการส่งข้อมูลไปในทันที นอกจากนี้แล้ว SMS ยังสามารถส่งข้อความที่ได้รับมาต่อไปยังเลขหมายอื่นๆได้อย่างไม่จำกัดอีกด้วย



ภาพที่ 2.14 โครงข่ายการส่ง SMS

2.11 NMEA 0183 Protocol

มาตรฐาน NMEA 0183 กำหนดขึ้นโดยองค์กรกลางที่มีชื่อว่า National Electronic Association NMEA Message ซึ่งหมายถึงข้อมูลที่ส่งออกมาจากโมดูลรับสัญญาณ GPS สำหรับข้อมูลใน NMEA Sentence จะแบ่งออกเป็นเรคอร์ด (Record) หรือฟิลด์ (Field) ย่อยโดยในแต่ละเรคอร์ดจะประกอบด้วยอักขระแอสกี้ (ASCII) ที่มีความยาวไม่เกิน 80 ตัวอักษร ซึ่งสามารถอ่านข้อมูลจาก NMEA Sentence ได้โดยการใช้ซอฟแวร์สื่อสาร เช่น Secure CRT ตัวอย่างประเภทของ Sentence บน NMEA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AAM – Waypoint Arrival Alarm

ALM – Almanac data

APA – Auto Pilot A sentence

APB – Auto Pilot B sentence

BOD – Bearing Origin to Destination

BWC – Bearing using Great Circle route

DTM – Datum being used.

GGA – Fix information

GLL – Lat/Lon data

GSA – Overall Satellite data

GSV – Detailed Satellite data

MSK – send control for a beacon receiver

MSS – Beacon receiver status information.

RMA – recommended Loran data

RMB – recommended navigation data for GPS

RMC – recommended minimum data for GPS

RTE – route message

VTG – Vector track an Speed over the Ground

WCV – Waypoint closure velocity (Velocity Made Good)

WPL – Waypoint information

XTC – cross track error

XTE – measured cross track error

ZTG – Zulu (UTC) time and time to go (to destination)

ZDA – Date and Time

HCHDG – Compass output

PSLIB – Remote Control for a DGPS receiver

คำขึ้นต้นประโยคของ NMEA คือ ชนิดของข้อมูลเพื่อกำหนดส่วนอื่นๆของประโยค NMEA ซึ่งในแต่ละชนิดของข้อมูลจะถูกกำหนดขึ้นโดยมาตรฐานของ NMEA เอง เช่น ประโยค GGA จะใช้ในการเจาะจงเอาเฉพาะส่วนข้อมูลที่สำคัญ เช่น ค่าพิกัดของ GPS Module ในประโยคอื่นๆอาจมีการบอกข้อมูลในลักษณะคล้ายๆกัน ชนิดข้อมูลของประโยค NMEA ใน GPS Module ที่สำคัญมีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$GPGGA

ข้อมูลที่เป็นประโยค

```
$GPGGA,123519,4807.038,N,01131.000,E,1,08,0.9,545.4,M,46.9,M,,*47
```

มีความหมายดังต่อไปนี้

GGA : Global Positioning System Fix Data (เจาะจงข้อมูลที่สำคัญ)

123519 : Fix taken at 12:35:19 UTC

4807.038, N : ละติจูด (Latitude) 48 องศาเหนือ 07.038 ลิปดา

01131.000, E : ลองจิจูด (Longitude) 11 องศาตะวันออก 31.000' ลิปดา

1 = กำหนดคุณภาพ, 0 = ผิดพลาด

1 = GPS fix (SPS)

2 = DGPS fix

3 = PPS fix

4 = เวลาจริงของ Kinematics

5 = ทศนิยม RTK

6 = ประมาณการ (คำนวณการสิ้นสุด)

7 = ควบคุม input

8 = Simulation

08 : จำนวนของดาวเทียมที่มีการติดตาม

0.9 : ความเทียงตรงของตำแหน่งในแนวดิ่ง

545.4,M : ความสูงเหนือระดับน้ำทะเล (เมตร)

46.9, M : ความสูงเหนือระดับน้ำทะเล ทรงกลมของโลกแบบ WGS584 (เมตร)

*47 : ตรวจผลรวมของข้อมูล (checksum data), ขึ้นต้นด้วย * เสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$GPGSA

ข้อมูลที่เป็นประโยค

```
$GPGSA,A,A,3,04,05,,09,12,,,24,,,,,2.5,1.3,2.1*39
```

มีความหมายดังต่อไปนี้

GSA : ข้อมูลดาวเทียมทั้งหมด

A : เลือกโดยอัตโนมัติ 2D หรือ 3D fix (M = ควบคุมเอง)

3 : 3D fix – ค่าประกอบด้วย : 1= no fix, 2 = 2มิติ (2D fix), 3 = 3มิติ (3D fix)

04, 05 : รหัส PRNS ของดาวเทียมถูกใช้เพื่อการกำหนด (fix) (ในอวกาศใช้ 12)

2.5 : PDOP (ความเที่ยงตรง)

1.3 : ความเที่ยงตรงในแนวราบ (HDOP)

2.1 : ความเที่ยงตรงในแนวดิ่ง (VAOP)

*39 : ตรวจผลรวมของข้อมูล (Checksum Data), ขึ้นต้นด้วย * เสมอ

$GPRMC

ข้อมูลที่เป็นประโยค

```
$GPRMC,123519,A,4807.038,N,01131.000,E,022.4,084.4,23394,003.1,W*6A
```

มีความหมาย ดังต่อไปนี้

RMC : บอกข้อมูลที่เล็กที่สุดของ GPS

123519 : กำหนดการกระทำที่เวลา 12:35:19 UTC

A : สถานะ A= ทำงาน หรือ V= ไม่ทำงาน

4807.038, N : ละติจูด 48 องศาเหนือ 07.038 ลิปดา

01131.000, E : ลองจิจูด 11 องศาตะวันออก 31.000 ลิปดา

22.4 : ความเร็วบนพื้นโลก (knots)

84.4 : มุมของการติดตามดาวเทียมในหน่วยองศา

23394 : วันที่ 23 เดือน 3 (มีนาคม) ปี ค.ศ. 1990

003.1, W : การเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็ก

*6A : ตรวจผลรวมของข้อมูล (checksum data), ขึ้นต้นด้วย * เสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$GPGSV

ข้อมูลที่เป็นประโยค

```
$GGSV,2,1,08,01,40,083,46,02,17,308,41,12,07,344,39,14,22,228,45*75
```

มีความหมายดังต่อไปนี้

GSV : ข้อมูลดาวเทียมซึ่งมีรายละเอียดมาก

2 : จำนวนของประโยคสำหรับข้อมูลทั้งหมด

1 : ประโยคที่ 1 ของ 2

08 : จำนวนของดาวเทียมที่รับได้

01 : จำนวนดาวเทียม PRN

40 : มุมเงย (Evaluation), องศา

083 : มุมกว้าง (Azimuth), องศา

46 : ค่า SRN – ยิ่งสูงยิ่งดี สำหรับดาวทียม 4 ดวงขึ้นไปต่อ 1 ประโยค

*75 : ตรวจผลรวมของข้อมูล (Checksum Data), ขึ้นต้นด้วย * เสมอ

$GPGLL

ข้อมูลที่เป็นประโยค

```
$GPGLL,4916.45,N,12311.12,W,225444,A,*31
```

มีความหมายดังต่อไปนี้

GLL : ตำแหน่งทางภูมิศาสตร์, ละติจูดและลองจิจูด

4916.45, N : ละติจูด 49 องศาเหนือ 16.45 ลิปดา

12311.12, W : ลองจิจูด 123 องศาตะวันตก 11.12 ลิปดา

225444 : กำหนดค่าที่เวลา UTC 22:54:44

A : ข้อมูลทำงาน หรือ V = ไม่ทำงาน

*31 : ตรวจผลรวมของข้อมูล (checksum data), ขึ้นต้นด้วย * เสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$GPVTG

ข้อมูลที่เป็นประโยค

$GPVTG, 054.7,T,034.4, M,005.5,N,010.2,K

มีความหมายดังต่อไปนี้

VTG : การติดตามวงโคจรดาวเทียม และ ความเร็วบนพื้นโลก

054.7, T : ผลการติดตามวงโคจรดาวเทียม

034.4, M : ผลการติดตามวงโคจรดาวเทียมแบบแม่เหล็ก

005.5, N : ความเร็วบนพื้นโลก, หน่วยน็อต (knots)

010.2, K : ความเร็วบนพื้นโลก, กิโลเมตรต่อชั่วโมง

2.12 การแปลงหน่วยระบบพิกัดแบบ DMS , DD และ DM จากเครื่อง GPS

การแสดงพิกัดบนเครื่อง GPS (Global Positioning System) ที่ใช้อยู่โดยทั่วไปในประเทศไทย จะนิยมใช้แค่สองระบบเท่านั้น คือ พิกัดภูมิศาสตร์ และพิกัดกริด UTM (Universal Transverse Mercator) การอ่านค่าในระบบพิกัด UTM นั้นไม่ยุ่งยากเท่าไหร่ เพราะอ่านตัวเลขตามค่า East (ค่า X) และ ค่า North (ค่า Y) และหน่วยของ UTM เป็นเมตร ส่วนการอ่านค่าระบบพิกัดภูมิศาสตร์ค่อนข้างยุ่งยาก เพราะเครื่องGPS บางรุ่น บางยี่ห้อแสดงค่าพิกัดภูมิศาสตร์ในหน่วยแบบที่เรียกว่า องศา ลิปดา ฟิลิปดา (DMS : Degree Minute Second) หรือแสดงเป็นหน่วยในระบบพิกัดแบบค่าตัวเลขทศนิยม (DD : Decimal Degree) และ DM (Degrees Minutes) เพื่อนำไปใช้ในคอมพิวเตอร์ เมื่อต้องการใช้งานแบบใดแบบหนึ่ง จึงต้องมี การแปลง (Convert) ค่าหน่วย DMS เป็น DD หรือ DD เป็น DMS หรือ DMS เป็น DM และ DM เป็น DD

ค่าพิกัดภูมิศาสตร์แบบที่เรียกว่า องศา ลิปดา ฟิลิปดา เป็นหน่วยแบบ DMS (Degree Minute Second) เหมือนกับหน่วยของเวลา บอกเวลาเป็น ชั่วโมง นาที และวินาที

ค่าองศา (Degree) 1 องศา มี 60 ลิปดา

ค่าลิปดา (Minute) 1 ลิปดา มี 60 ฟิลิปดา

ค่าฟิลิปดา (Second) 1 ฟิลิปดา มีค่าระยะทางประมาณ 30.48 ม. หรือ 100 ฟุต บริเวณศูนย์

ตัวอย่างเช่น อำเภอหาดใหญ่ ตั้งอยู่ที่ค่าพิกัดภูมิศาสตร์

ละติจูด 100 องศา 27 ลิปดา 15 ฟิลิปดา เหนือ

ลองจิจูด 7 องศา 2 ลิปดา 25 ฟิลิปดา ตะวันออก

Latitude : 7 ° 2 ′ 25 ″ N, Longitude : 100 ° 27 ′ 15 ″ E

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าละติจูด (Latitude) และ ค่าลองจิจูด (Longitude) จำเป็นจะต้องบอกทิศด้วยเพื่อให้ทราบว่าพิกัดอยู่ทางซีกไหนของโลก โดย ละติจูด มีค่า 0-90 องศา เหนือ,ใต้ (North : N, South : S) (เป็นค่าของมุมที่วัดจากเส้นศูนย์สูตร (Equator) ไปยังขั้วโลกเหนือและใต้ข้างละ 90 องศา เหนือ-ใต้)

ส่วนลองจิจูด มีค่า 0-180 องศา ตะวันออก, ตะวันตก (East : E, West : W) (เป็นค่าของมุมที่วัดจากเมริเดียนปฐม (Prime Meridian) ไปทางตะวันออก 180 องศา ตะวันออก และทางตะวันตก 180 องศา ตะวันตก) เมริเดียนปฐมเริ่มต้นที่ เมืองกรีนิช (Greenwich) ประเทศอังกฤษ

หน่วยแบบ DD (Decimal Degree) หมายถึง ค่าตัวเลขทศนิยม ที่เป็นเลขฐานสิบในหน่วยแบบ DD โดยบอกเป็นค่าองศามีทศนิยม

ตัวอย่างเช่น บ้านในอำเภอหาดใหญ่ ตั้งอยู่ที่ค่าพิกัดภูมิศาสตร์

ละติจูด 7. 040277 องศา เหนือ, ลองกิจูด 100.45416 องศา ตะวันออก

Latitude : 7.040277 ° N, Longitude : 100.45416 ° E

สำหรับหน่วยแบบ DM (Degrees Minutes) หมายถึง ค่าตัวเลขทศนิยม เช่นเดียวกันกับ DD โดยบอกเฉพาะค่าองศา และค่าลิปดา ส่วนค่าฟิลิปดา ปัดเป็นตัวเลขทศนิยมของค่าลิปดา

ตัวอย่างเช่น บ้านในอำเภอหาดใหญ่ ตั้งอยู่ที่ค่าพิกัดภูมิศาสตร์

ละติจูด 7 องศา 2. 416667 ลิปดาเหนือ,ลองจิจูด 100 องศา 27.25 ลิปดา ตะวันออก

Latitude : 7 ° 2 .416667′ N, Longitude : 100 ° 27.25 ′ E

2.12.1 วิธีการแปลงหน่วยระบบพิกัดแบบ DMS เป็นแบบ DD

นำค่า DMS มาแปลงเป็นหน่วยในระบบพิกัดแบบค่าตัวเลขทศนิยม DD (Decimal Degree) เพื่อนำไปใช้ในคอมพิวเตอร์ได้โดยสมการนี้

$$DD = Degree + (Minute*60 + Second) / 3600 \quad (2.5)$$

หรือ $$DD = (Seconds/3600) + (Minutes/60) + Degrees \quad (2.6)$$

ตัวอย่าง แปลงค่าพิกัดในหน่วย DMS ให้เป็น DD

เช่น อำเภอหาดใหญ่ ตั้งอยู่ที่ ละติจูด 7 องศา 2 ลิปดา 25 ฟิลิปดา เหนือ

ลองจิจูด 100 องศา 27 ลิปดา 15 ฟิลิปดา ตะวันออก

จาก สมการที่ 2.5

จะได้ ละติจูด = 7 + (2*60+25) / 3600

= 7.040277

ลองจิจูด = 100 + (27*60+15) / 3600

= 100.45416

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือจาก สมการที่ 2.6

จะได้ ละติจูด = (25/3600) + (2/60) + 7

= 7.040277

ลองจิจูด = (15/3600)+(27/60)+100

= 100.45416

ดังนั้น ค่า DD ที่ตั้งอำเภอหาดใหญ่อยู่ที่ ละติจูด 7.040277 เหนือ, ลองจิจูด 100.45416 ตะวันออก

2.12.2 วิธีการแปลงหน่วยระบบพิกัดแบบ DD เป็นแบบ DMS

สามารถทำได้ 2 วิธี ดังนี้

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

1. เลือก START แล้วเลือก Programs->Accessories->Calculator
2. จากโปรแกรม Calculator เลือก View menu และเลือก Scientific
3. พิมพ์ค่าพิกัดในรูปแบบ DD เช่น 100.45416
4. แล้วกดปุ่ม dms
5. จะแสดงค่าพิกัด DMS ขึ้นมา คือ 100.2714976 หมายถึง 100 องศา 27 ลิปดา 15 ฟิลิปดา

วิธีที่ 2 เป็นการคำนวณด้วยมือง่าย ๆ โดยทำตามขั้นตอนดังนี้

1 จากค่าตัวเลขพิกัดในรูปแบบ DD ตัวอย่างเช่น 100.45416 ตัวเลขก่อนหน้าจุดทศนิยม จะเป็นค่าของหน่วยองศา ในที่นี่คือ 100 องศา

2. นำตัวเลขหลังทศนิยมคูณด้วย 60 เช่น .45416 x 60 = 27.2496

3. นำค่าที่คำนวณได้ 27.2496 ตัวเลขก่อนหน้าจุดทศนิยม จะเป็นค่าของหน่วยลิปดา ในที่นี่คือ 27 ลิปดา

4. นำตัวเลขหลังทศนิยมจากผลคูณในข้อ 2 คูณด้วย 60 เช่น .2496 x 60 = 14.976

5. นำค่าที่คำนวณได้ 14.976 ตัวเลขก่อนหน้าจุดทศนิยม จะเป็นค่าของหน่วยฟิลิปดา ในที่นี่ปัดทศนิยมเป็น 15 ฟิลิปดา

6. เมื่อนำตัวเลขมาอ่านรวมกันจะได้ 100 องศา 27 ลิปดา 15 ฟิลิปดา เหมือนกับคำนวณด้วยเครื่องคิดเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.12.3 วิธีการแปลงหน่วยในระบบพิกัดแบบ DMS เป็นแบบ DM

การแปลงค่า DMS ให้เป็นค่าพิกัดแบบตัวเลขทศนิยม DM ทำได้ดังนี้

Degrees = Degrees

Minutes.m = Minutes + (Seconds / 60)

ตัวอย่าง 100 องศา 27 ลิปดา 15 ฟิลิปดา

Degrees = Degrees

100 องศา = 100 องศา

Minutes.m = Minutes + (Seconds / 60)

=27+(15/60)

= 27.25

ค่า DM ที่ได้ ก็คือ 100 องศา 27.25 ลิปดา (100 ° 27.25 ′)

2.12.4 วิธีการแปลงหน่วยในระบบพิกัดแบบ DM เป็นแบบ DD

การแปลงค่า DM ให้เป็นค่าพิกัดแบบตัวเลขทศนิยม DD ทำได้ดังนี้

.d = Minutes.m / 60

Decimal Degrees = Degrees + .d

ตัวอย่าง 100 องศา 27.25 ลิปดา

.d = Minutes.m / 60

=27.25 / 60

= 0.4542

Decimal Degrees = Degrees + .d

=100 + 0.4542

= 100.4542

ค่า DD ที่ได้ ก็คือ 100.4542 องศา (100.4542 °)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.13 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC18F887

เป็นอุปกรณ์ไอซี (IC: Integrated Circuit) ที่สามารถโปรแกรมการทำงานได้ซับซ้อน สามารถรับข้อมูลในรูปสัญญาณดิจิตอลเข้าไปทำการประมวลผลแล้วส่งผลลัพธ์ข้อมูลดิจิตอลออกมา เพื่อนำไปใช้งานตามที่ต้องการได้

ไมโครคอนโทรลเลอร์ภายในชิพจะมีหน่วยความจำ,และพอร์ต อยู่ในชิพเพียงตัวเดียว ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นไมโครโพรเซสเซอร์ชนิดหนึ่ง เช่นเดียวกับหน่วยประมวลผลกลาง (CPU: Central Processing Unit) ที่ใช้ในคอมพิวเตอร์ แต่ได้รับการพัฒนาแยกออกมาภายหลังเพื่อนำไปใช้ในวงจรทางด้านงานควบคุม คือ แทนที่ในการใช้งานจะต้องต่อวงจรภายนอกต่าง ๆ เพิ่มเติม เช่นเดียวกับไมโครโปรเซสเซอร์ ก็จะทำการรวมวงจรที่จำเป็น เช่น หน่วยความจำ, ส่วนอินพุท/เอาท์พุท บางส่วนเข้าไปในตัว ไอซีเดียวกัน และเพิ่มวงจรบางอย่างเข้าไปด้วยเพื่อให้มีความสามารถเหมาะสมกับการใช้ในงานควบคุม เช่น วงจรตั้งเวลา, วงจรการสื่อสารอนุกรม วงจรแปลงสัญญาณอนาลอคเป็นดิจิตอล เป็นต้น สรุปคือ

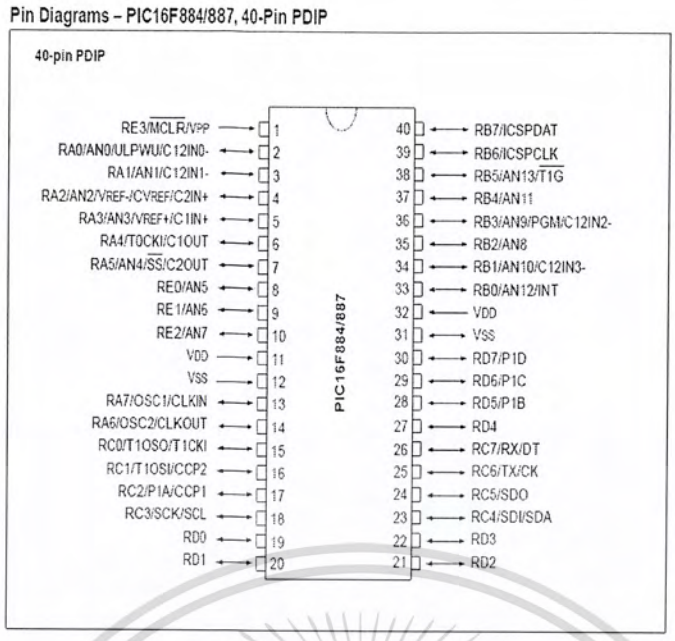
Microcontroller = Microprocessor + Memory + I/O

ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานอย่างกว้างขวาง โดยมักจะเป็นการนำไปใช้ฝังในระบบของอุปกรณ์อื่นๆ (Embedded Systems) เพื่อใช้ควบคุมการทำงานบางอย่าง เช่น ใช้ในรถยนต์, เตาอบไมโครเวฟ, เครื่องปรับอากาศ, เครื่องซักผ้าอัตโนมัติ เป็นต้น เพราะว่าไมโครคอนโทรลเลอร์มีข้อดีเหมาะสมต่อการใช้ในงานควบคุมหลายประการ เช่น

- ชิพไอซีและระบบที่ได้มีขนาดเล็ก
- ระบบที่ได้มีราคาถูกกว่าการใช้ชิพไมโครโพรเซสเซอร์
- วงจรที่ได้จะมีความซับซ้อนน้อย ช่วยลดข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นได้ในการต่อวงจร
- มีคุณสมบัติเพิ่มเติมสำหรับงานควบคุมโดยเฉพาะซึ่งใช้งานได้ง่าย
- ช่วยลดระยะเวลาในการพัฒนาระบบได้

ไมโครคอนโทรลเลอร์มีหลายยี่ห้อ หลายตระกูล และหลายเบอร์ด้วยกัน ซึ่งแต่ละเบอร์ก็จะมีโครงสร้างภายในและความสามารถในการทำงานที่แตกต่างกันทำให้เลือกใช้กับงานอย่างเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.15 ไมโครคอนโทรเลอร์ PIC16F887

คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC18F887

-มีประสิทธิภาพง่ายต่อการโปรแกรม

-ไมโครคอนโทรลเลอร์ CMOS 8 - bit FLASH

-256 ไบต์ EEPROM หน่วยความจำข้อมูลของตนเอง

- การเขียนโปรแกรม, ICD, 2 Comparators, 14 ช่อง 10 บิตแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล (A / D)

-PWM และ 1 Enhanced เปรียบเทียบฟังก์ชั่น PWM , พอร์ตอนุกรมซิงโครที่สามารถ กำหนดค่า เป็นทั้ง 3 สาย Serial Peripheral Interface (SPI ™) หรือ 2 - wire Inter - Integrated Circuit (I^2C ™) บัสและ Enhanced Universal Asynchronous Receiver Transmitter (EUSART) ทั้งหมดของคุณสมบัติเหล่านี้ทำให้มันเหมาะสำหรับการเพิ่มเติมในระดับการใช้งานระดับสูง เครื่องใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมหรือการใช้งานของผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.13.1 มาตรฐานพอร์ตอนุกรมแบบ RS-232

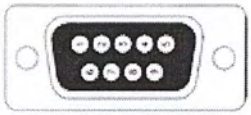
ภาพที่ 2.16 พอร์ตอนุกรม RS-232 to USB

มาตรฐานการเชื่อมต่อแบบอนุกรม RS-232 เป็นมาตรฐานอุตสาหกรรมที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการส่งข้อมูลแบบอนุกรมแบบอะซิงโครนัส 2 ทิศทาง โดยความสามารถของ RS-232 ในอดีตนั้นออกแบบมาเพื่อการส่งผ่านข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยังโมเด็มเพียงอย่างเดียว เพื่อที่จะนำข้อมูลจากโมเด็มนี้ส่งผ่านสายโทรศัพท์ไปยังคอมพิวเตอร์อีกชุดหนึ่งซึ่งอยู่ห่างไกล โดยสมาคมอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ (Electronics Industries Association: EIA) ได้วางมาตรฐานที่มีชื่อเรียกว่า EIA RS-232 มาตรฐานนี้ในช่วงแรกจะใช้ขั้วต่อเป็นแบบ DB-25 โดยกำหนดความยาวสูงสุดของสายสัญญาณไว้ที่ 50 ฟุต มีค่าระดับสัญญาณตั้งแต่ -3 โวลต์จนถึง -12 โวลต์ แสดงว่ามีข้อมูล (Mark) และค่าระดับสัญญาณ +3 โวลต์จนถึง +12 โวลต์ แสดงว่าเป็นช่องว่าง (Space)

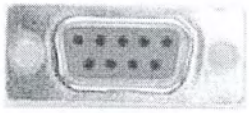
มาตรฐาน RS-232 ถูกใช้ในการกำหนดรูปแบบการสื่อสารข้อมูลระหว่างอุปกรณ์เชื่อมต่อข้อมูล (Data Terminal Equipment: DTE) กับวงจรข้อมูลปลายทาง (Data Circuit Terminating: DCE) อุปกรณ์ DTE จะต้องเป็นอุปกรณ์ที่มีการประมวลผลในตัว เช่น ไมโครคอนโทรลเลอร์หรือไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีความสามารถในการสร้างบิตข้อมูลแบบอนุกรมได้ ส่วนอุปกรณ์ DCE ทำหน้าที่เป็นเพียงตัวรับข้อมูลที่ส่งมาจาก DTE เท่านั้น

มาตรฐาน RS-232 เป็นมาตรฐานการเชื่อมต่อข้อมูลแบบอนุกรม จำกัดการส่งข้อมูลที่ระยะ 50 ฟุต และอัตราความเร็วในการส่งสูงสุดไม่เกิน 20 kbps มีแบบ 9 PIN (DB9) และ 25 PIN (DB25) แต่ในที่นี้จะกล่าวถึง DB9 อย่างเดียวเนื่องจากโครงการนี้ใช้ DB9 ในการทำโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



DB9 ตัวผู้ เมื่อมองจากด้านหลัง



ตัวเมีย		ตัวผู้
Pin	**Description**	**Type**
1	Data Carrier Detect (DCD)	Input
2	Received Data (RXD)	Input
3	Transmitted Data (TXD)	Output
4	Data Terminal Ready (DTR)	Output
5	Signal Ground (GND)	Input
6	Data Set Ready (DSR)	Input
7	Requests To Send (RTS)	Output
8	Clear to Send (CTS)	Input
9	Ring Indicator (RI)	Input

การทำงานของขาสัญญาณ DB9

TXD : เป็นขาที่ใช้ส่งข้อมูล

RXD : เป็นขาที่ใช้รับข้อมูล

DTR : แสดงสภาวะพอร์ตว่าเปิด ใช้งาน

DSR : ตรวจสอบว่าพอร์ต ที่ติดต่อด้วย เปิดอยู่หรือไม่

- เมื่อเปิดพอร์ตอนุกรม ขา DTR จะ ON เพื่อให้อุปกรณ์ได้รับทราบว่าต้องการติดต่อด้วย
- ในขณะเดียวกันก็จะตรวจสอบขา DSR ว่าอุปกรณ์พร้อมหรือไม่

RTS : แสดงสภาวะพอร์ตว่าต้องการส่งข้อมูล

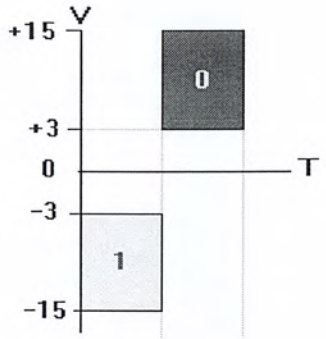
CTS : ตรวจสอบว่าพอร์ตที่ติดต่ออยู่ ต้องการส่งข้อมูลหรือไม่

- เมื่อต้องการส่งข้อมูลขา RTS จะ ON และจะส่งข้อมูลออกที่ขา TXD เมื่อส่งเสร็จก็จะ OFF
- ขณะเดียวกันก็จะตรวจสอบขา CTS ว่าอุปกรณ์ต้องการส่งข้อมูลหรือไม่

GND : ขา ground

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับสัญญาณของ RS232

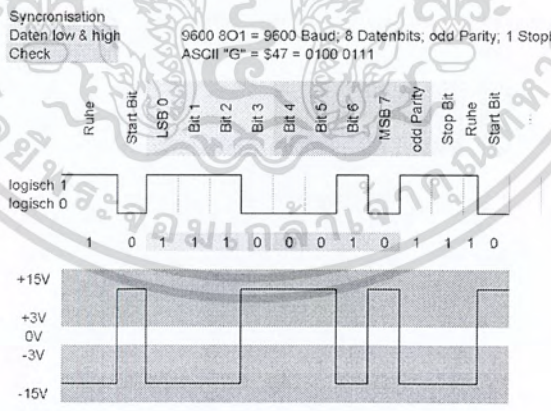


ภาพที่ 2.17 ระดับสัญญาณของ RS232

สัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้น ในสายนำสัญญาณ มักจะมีแรงดันเป็นบวก เมื่อเทียบกับกราวน์ ดังนั้นเพื่อป้องกันสัญญาณรบกวนนี้ จึงออกแบบแรงดัน ของโลจิก "1" เป็นลบ คือ อยู่ในช่วง -3V ถึง -15V ส่วนแรงดัน ของโลจิก "0" อยู่ในช่วง +3V ถึง +15V และเหตุที่ระดับสัญญาณ ของ RS232 อยู่ในช่วง +15V ถึง -15V ก็เพื่อให้ต่อ สายสัญญาณไปได้ไกลขึ้น

อัตราการส่งข้อมูล (Baud rate) ของ RS232

อัตราเร็วในการส่งข้อมูล ขึ้นอยู่กับชนิดของสายสัญญาณ , ระยะทางและปริมาณของสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้น โดยอัตราเร็วที่ใช้สูงสุด จะ ไม่เกิน 20 kbps



ภาพที่ 2.18 แสดงรูปแบบการส่งข้อมูลของ RS232

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- บิตเริ่มต้น (Start bit) มีขนาด1 บิต
- บิตข้อมูล (Data) มีขนาด 5,6,7 หรือ 8 บิต
- บิตตรวจสอบพาริตี้ (Parity bit) มีขนาด 1 บิตหรือไม่มี
- บิตหยุด (Stop bit) มีขนาด 1, 1.5, 2 บิต

สถานะการส่งข้อมูล

- เมื่อไม่มีการส่งข้อมูลขา data จะมีสถานะเป็นโลจิก "1" หรือ สถานะหยุดรอ (Waiting stage)
- เมื่อเริ่มต้นส่งข้อมูลจะให้ขา data เป็นโลจิก "0" เป็นจำนวน 1 บิต เรียกว่าบิตเริ่มต้น (Start bit)
- จากนั้นก็จะเริ่มต้นส่งข้อมูล โดยส่งบิตต่ำไปก่อน (LSB)
- แล้วตามด้วยพาริตี้บิต (จะมีหรือไม่ก็ได้ ขึ้นอยู่กับการติดตั้งค่า ของทั้งสองฝ่าย)
- สุดท้ายตามด้วยโลจิก "1" อย่างน้อย 1 บิต (มีขนาด 1, 1.5, หรือ 2 บิต) เพื่อแสดงว่าสิ้นสุดข้อมูล

2.13.2 มาตรฐานการรับส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส (UART)

UART มาจากคำว่า Universal Asynchronous Receiver Transmitter หมายถึงอุปกรณ์ที่ ทำหน้าที่รับและส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัสนั่นเอง สำหรับการสื่อสารอนุกรมบนคอมพิวเตอร์แล้ว UART ถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของการสื่อสารอนุกรม

หน้าที่หลักของ UART คือแปลงข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบขนานจากหน่วยประมวลผลกลางให้อยู่ในรูปแบบอนุกรมแบบอะซิงโครนัส แล้วทำการส่งข้อมูลออกไป และแปลงสัญญาณอนุกรมแบบอะซิงโครนัสที่ป้อนเข้ามายัง UART ให้เป็นแบบขนานก่อนที่จะส่งเข้าสู่หน่วยประมวลผลกลาง ซึ่งนอกจาก UART จะส่งข้อมูลไปยังหน่วยประมวลผลกลางแล้ว ยังจะแจ้งรายละเอียดอื่น ๆ ของข้อมูลให้คอมพิวเตอร์รับทราบด้วย เช่น อัตราความเร็วในการรับส่งข้อมูลหรืออัตราบอด รูปแบบการส่งข้อมูล ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นระหว่างการส่งข้อมูล เช่น ความผิดพลาดจากพาริตี้ เฟรมข้อมูลโอเวอร์รัน (Overrun) เป็นต้น

ภายใน UART จะมีวงจรสร้างโปรแกรมอัตราบอดได้ โดยการกำหนดค่าตัวหารให้กับสัญญาณนาฬิกาของ UART โดยตัวหารนี้จะมีขนาด 16 บิตดังนั้นจะสามารถกำหนดตัวหารอยู่ในช่วง 1 ถึง 65,535

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐานการรับส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัสที่ใช้คอมพิวเตอร์โดยทั่วไปจะมี UART ที่ใช้งานกันอยู่ 2 เบอร์ คือ 8250 และ 16550 สำหรับ UART เบอร์ 8250 เป็น UART มาตรฐานที่ใช้กันมานาน UART เบอร์นี้มีบัฟเฟอร์สำหรับรับข้อมูลและส่งข้อมูลเป็นตำแหน่งเดียวกัน ทำให้การรับและส่งข้อมูลถูกจำกัดความเร็วอยู่ที่ 57.6 กิโลบิตต่อวินาที สำหรับ UART เบอร์ 16550 จะเพิ่มส่วนของชิปรีจิสเตอร์แบบ FIFO (First In First Out) ขนาด 16 ไบต์ ทำให้สามารถสนับสนุนความเร็วในการรับส่งข้อมูลที่ระดับ 256 กิโลบิตต่อวินาทีได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบระบบระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์ผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่

การออกแบบระบบระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์ผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่นั้น จะนำทฤษฎีที่ได้ทำการศึกษาในบทที่ 2 มาในการออกแบบและพัฒนาระบบ โดยในบทนี้จะกล่าวถึงภาพรวมของระบบระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์ผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ และอธิบายรายละเอียดของส่วนต่างๆในระบบ

3.1 องค์ประกอบของระบบ

การออกแบบระบบนั้นมีองค์ประกอบโดยรวมซึ่งแสดงได้ดังภาพที่ 3.1 ซึ่งในที่นี้จะยกตัวอย่างการใช้งานโดยสมมติว่าอุปกรณ์ดังกล่าวติดตั้งอยู่ภายในรถยนต์ หลักการทำงานของระบบจะเริ่มจากผู้ใช้งานที่ต้องการทราบพิกัดทางภูมิศาสตร์ของรถยนต์คันดังกล่าว จะทำการโทรศัพท์เข้าไปยังตัวอุปกรณ์ผ่านระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ เมื่อตัวอุปกรณ์รับรู้ว่ามีการติดต่อเข้ามาไมโครคอลโทรลเลอร์จะสั่งงานให้ทำการวางสายโทรศัพท์ จากนั้นจะทำการรับค่าของพิกัดทางภูมิศาสตร์จากอุปกรณ์ GPS แล้วทำการแปลงเป็นค่าพิกัดที่ถูกต้อง สุดท้ายจะทำการส่งค่าพิกัดนั้นไปยังอุปกรณ์ GSM เพื่อนำค่าพิกัดนั้นส่งไปหาผู้ใช้งาน ในรูปแบบของข้อความสั้น

ภาพที่ 3.1 องค์ประกอบของระบบระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์ผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบและพัฒนา ระบบระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์ผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ จะถูกแบ่งออกเป็นส่วนต่างๆ ดังนี้

- ส่วนของอุปกรณ์ (Hardware) ซึ่งจะทำหน้าที่ระบุตำแหน่งของรถยนต์ โดยภายในจะประกอบด้วย GPS Module, GSM Module และ PIC16F887 โดยไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อระหว่าง GPS Module และ GSM Module
- ส่วนของโปรแกรม (Software) ทำการเขียนโปรแกรมเพื่อใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ให้สามารถส่งข้อมูลพิกัดตำแหน่งผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ในรูปแบบ SMS

3.2 รายละเอียดการออกแบบส่วนต่างๆ ของระบบ

3.2.1 การออกแบบส่วน Hardware

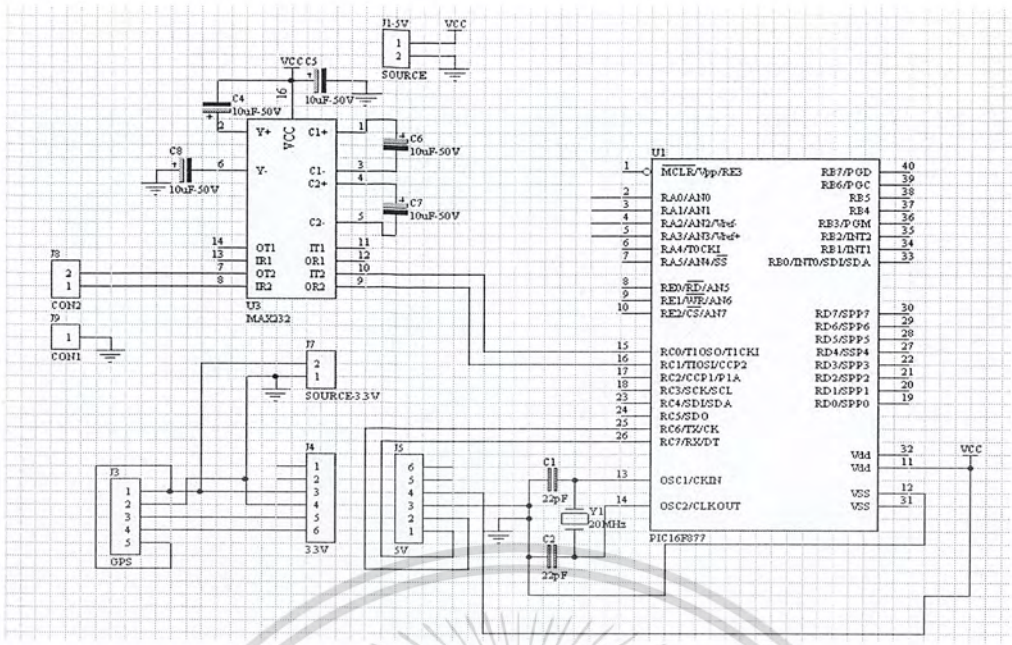
การออกแบบระบบติดตามรถยนต์ด้วย GPS ผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่โดยใช้อุปกรณ์ต่างๆดังนี้

1. Microcontroller ตระกูล PIC เบอร์ PIC16F887
2. GSM module ของ Sagem รุ่น Hilo/NC
3. GPS Engine Board EM-408

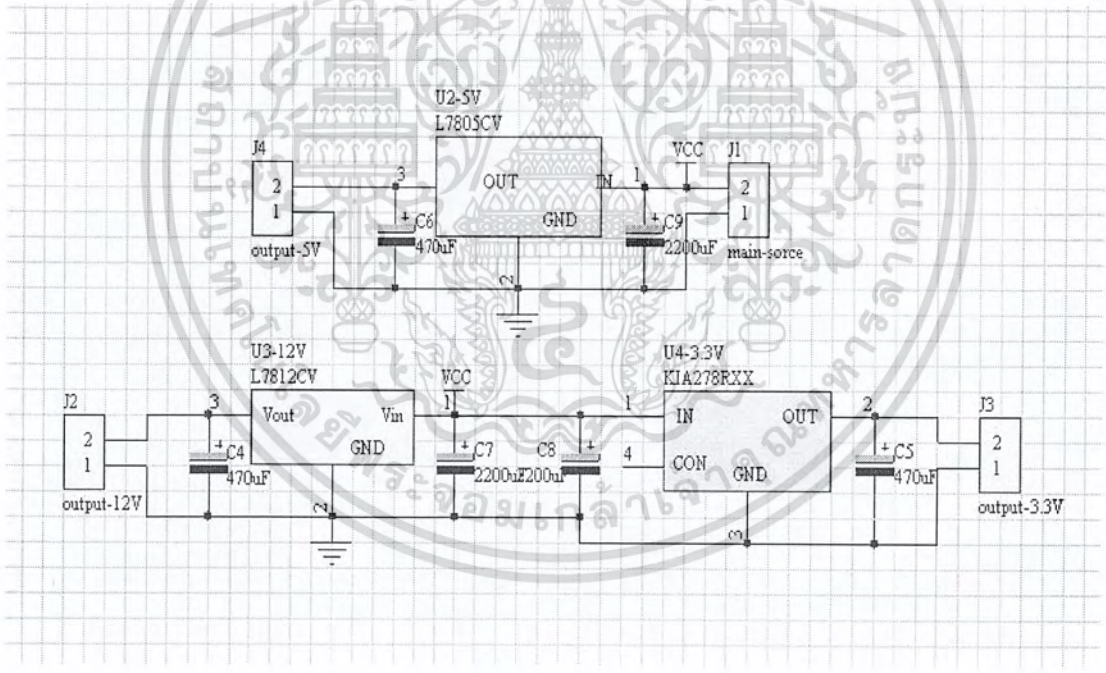
นำอุปกรณ์ข้างต้นมาออกแบบและพัฒนาโดยใช้ภาษา C ในการเขียนควบคุม PIC16F887 ด้วยโปรแกรม PIC C Compiler โดยใช้ไมโครคอลโทรลเลอร์ควบคุมการรับส่งค่าต่างๆระหว่าง GSM Module และ GPS Module เพื่อส่งค่าพิกัดตำแหน่งของรถยนต์ในรูปแบบ SMS ไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยกำหนดให้

1. เมื่อผู้ใช้งานต้องการทราบพิกัดตำแหน่ง สามารถใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่โทรเข้ามาโดยไมโครคอนทรอลเลอร์จะทำการสั่งให้ GSM Module วางสาย
2. ไมโครคอนทรอลเลอร์จะทำการวนรับค่าจาก GPS Module เพื่อรอรับพิกัดที่ต้องการ
3. ส่ง SMS ไปยังเลขหมายปลายทางของผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.2 ภาพวงจรในส่วนของวงจรหลัก

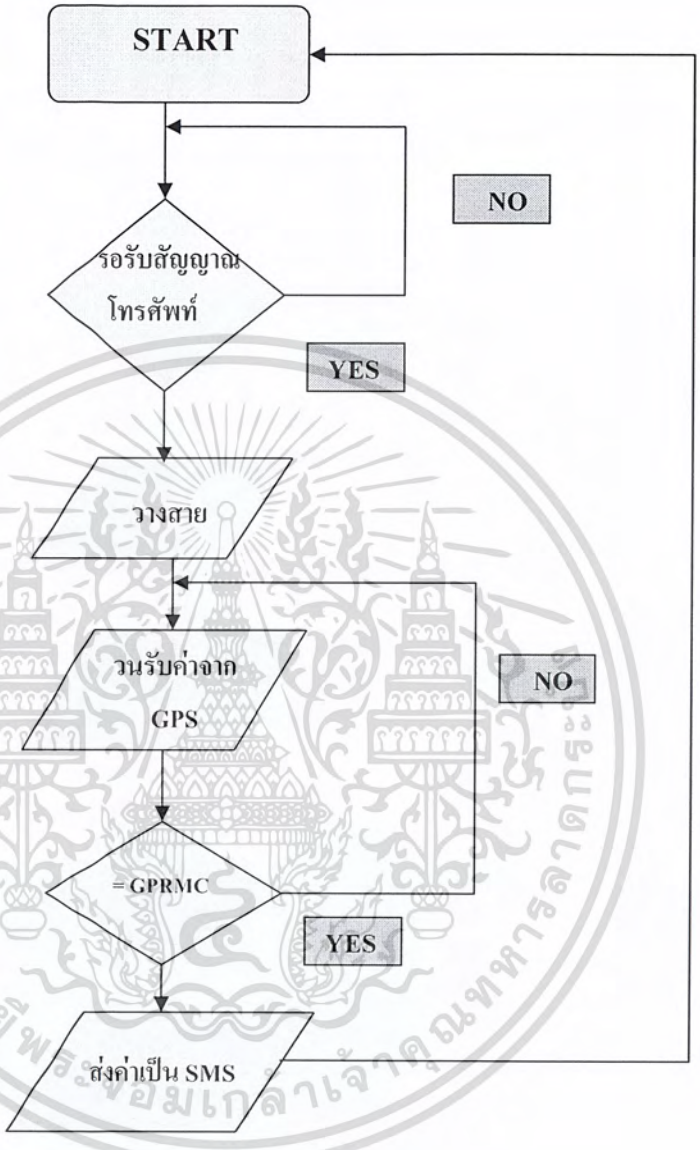


ภาพที่ 3.3 ภาพวงจรในส่วนวงจรแหล่งจ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 การออกแบบส่วนโปรแกรม

โดยในส่วนนี้จะขออธิบายถึงหลักการทำงานโปรแกรมหลักของระบบ ดังภาพที่ 3.2 โฟลว์ชาร์ทการทำงานของระบบ



ภาพที่ 3.4 โฟลว์ชาร์ทการทำงานของระบบ

สำหรับขั้นตอนการทำงานงานของโปรแกรม ดังรูปที่ 3.4 ไมโครคอลโทรลเลอร์ เริ่มต้นจากรอรับสัญญาณโทรศัพท์ (หากไม่มีสายเรียกเข้ามาจะทำการวนลูปไปยังจุดเริ่มต้น) จากนั้นจะทำการวางสาย ไมโครคอลโทรลเลอร์จะทำการวนรอรับค่าจาก GPS เฉพาะค่า $GPRMC (หากไม่มีจะทำการวนลูปกลับไปยังการรอรับค่า GPS) เมื่อได้ค่าที่ต้องการแล้วก็จะทำการส่ง SMS ไปยังโทรศัพท์เลขหมายปลายทางของผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การดำเนินงานและผลการทดสอบระบบระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์ผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่

เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินงานและการทดสอบการใช้งานอุปกรณ์ระบบระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์ ไปแสดงผลบนหน้าจอโทรศัพท์เคลื่อนที่ในรูปแบบข้อความสั้น (SMS) โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

4.1.1 การทดลองในส่วนของ GPS Module

ขั้นตอนในการทดลอง GPS Module

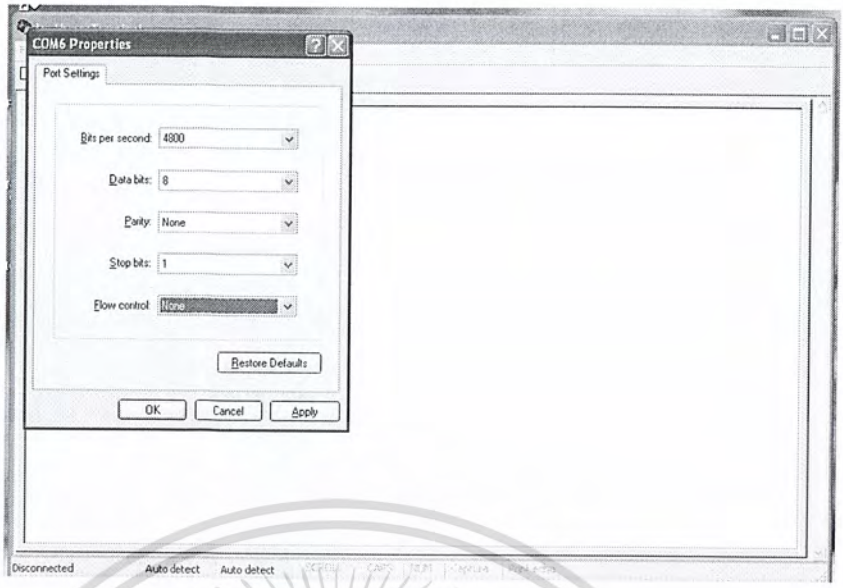
1. ทำการทดสอบ GPS Module

- ทำการต่อวงจร GPS Module เข้ากับ MAX232ดังภาพด้านล่าง

ภาพที่ 4.1 การต่อวงจร GPS เข้ากับ MAX232

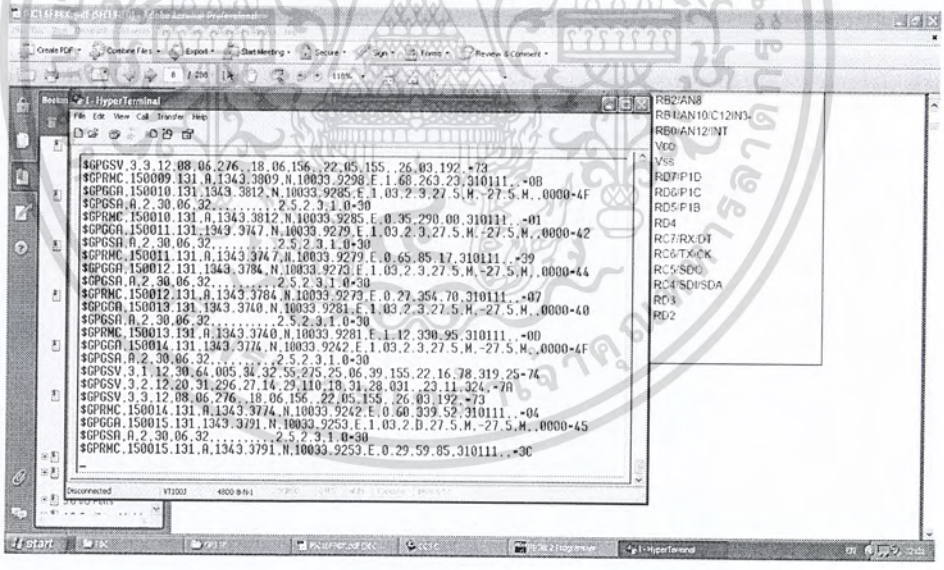
- ทำการตั้งค่าในโปรแกรม Hyper Terminal ตามภาพที่ 4.2 โดยค่าที่ทำการตั้งประกอบไปด้วย ค่าอัตรา Baud rate = 4800 , Data bit = 8 , Parity bit = None , Stop bit = 1 และ Flow control = None

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.2 การตั้งค่าในโปรแกรม Hyper Terminal

-ทำการบันทึกค่าผลการทดลอง

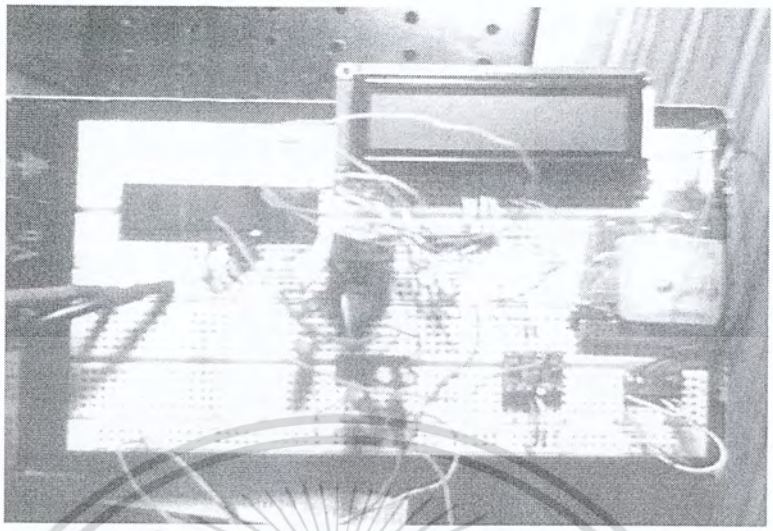


ภาพที่ 4.3 ค่าที่ได้จากการต่อ GPS กับ MAX232

2. ทำการเขียนโปรแกรมควบคุมบนไมโครคอลโทรลเลอร์ ให้สามารถติดต่อกับ GPS Module ผ่านทางโปรแกรม Hyper Terminal

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ทำการต่อวงจรเพื่อทำการทดลอง



ภาพที่ 4.4 วงจรไมโครคอลโทรลเลอร์ต่อเข้ากับ GPS Module

-ทำการเขียนโปรแกรมทดสอบ

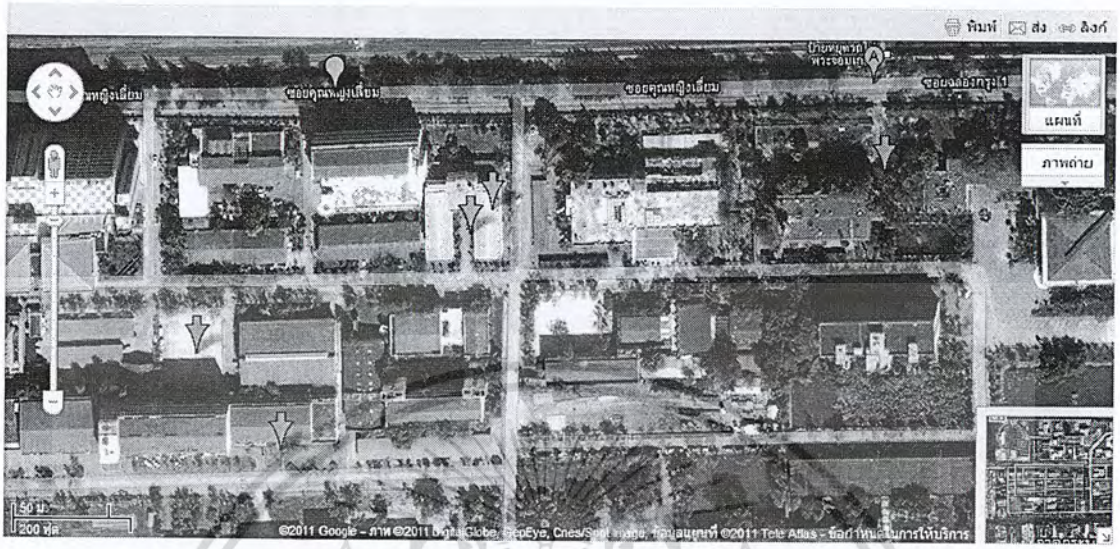
-ทำการบันทึกผลการทดลองได้ตามค่าที่แสดงในตารางที่4.1

ตารางที่4.1 ค่าที่แสดงจากGPS

สถานที่	ค่า Latitude	ค่าLongitude	ค่าที่ได้จากการแปลงพิกัด	
			ค่า Latitude	ค่าLongitude
ห้องlabภาค	1343.6476N	10046.4739E	13.72746N	100.774565E
หน้าภาค	1343.6411N	10046.4678E	13.7273516667N	100.7744633333E
ใต้ตึก12ชั้น	,,,,,,,,,,	,,*.46.378,E	ไม่สามารถแปลงพิกัดได้	ไม่สามารถแปลงพิกัดได้
หน้าลานCC	1343.6077N	10046.3890E	13.726795N	100.77315E
หลังภาควิศ	1343.5814N	10046.4134E	13.7263566667N	100.7735566667E
ใต้ตึกวิศวกร	,,,,,,,,,,	,,*46.5437E	ไม่สามารถแปลงพิกัดได้	ไม่สามารถแปลงพิกัดได้
หน้าตึกวิศว	1343.6579N	10046.5843E	13.7276316667N	100.776405E

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-นำค่าที่ได้จากการแปลงพิกัดใส่ลงใน Google Maps

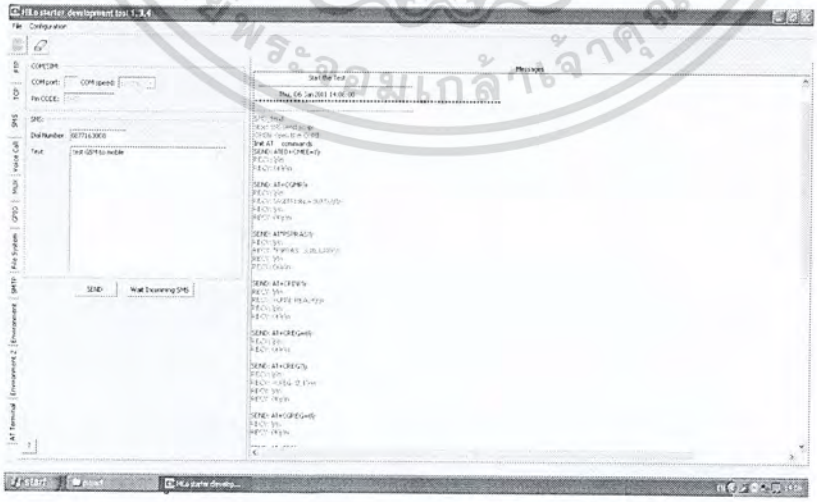


ภาพที่ 4.5 ภาพจากผลการทดลองของไมโครคอลโทรลเลอร์ต่อเข้ากับ GPS Module

4.1.2 การทดลองในส่วนของ GSM Module

ขั้นตอนในการทดลอง GSM Module

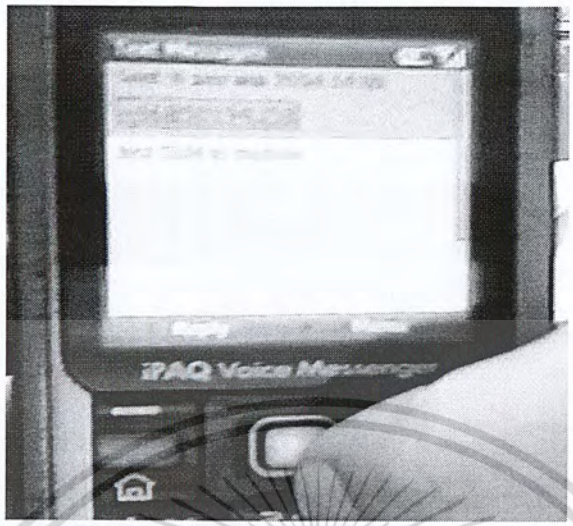
1. ในการทดลองขั้นที่ 1 จะเป็นการทดลองในส่วนของการทดสอบโมดูล โดยใช้โปรแกรม HiLo starter development tool 1.3.4 ซึ่งเป็นเป็นโปรแกรมการทดสอบของทาง SAGEM โดยจะทำการส่งข้อความสั้น(SMS) ผ่านทางโปรแกรม ซึ่งได้ผลดังนี้



ภาพที่ 4.6 การทดลองการส่งข้อความสั้น(SMS) ผ่านโปรแกรม HiLo starter development tool 1.3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

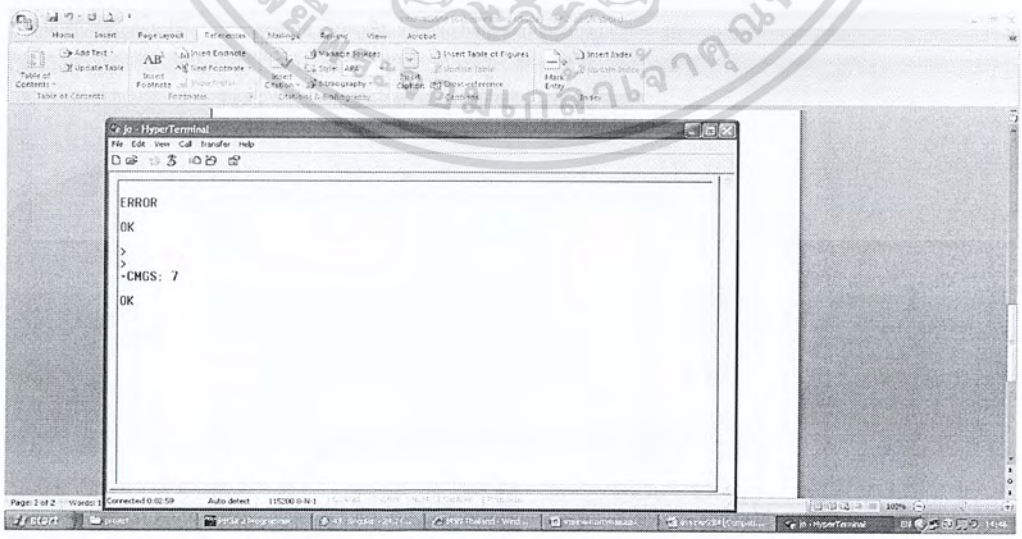
2. ทำการดูค่าที่ทดสอบในโทรศัพท์เคลื่อนที่ทำการส่งมาดังภาพที่ 4.12



ภาพที่ 4.7 แสดงค่าที่ได้รับบนจอโทรศัพท์เคลื่อนที่

3. ทำการทดสอบการส่งข้อความสั้น(SMS) ผ่านทางโปรแกรม Hyper Terminal เพื่อทำการทดสอบคำสั่งในการส่งข้อความสั้น(SMS)

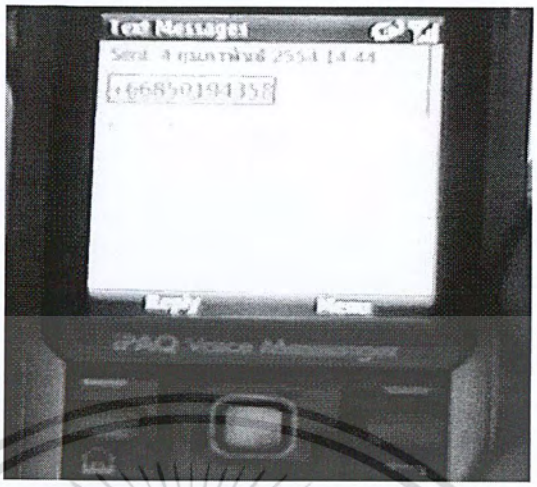
- เปิดโปรแกรม HyperTerminal แล้วทำการเลือก Com Port ที่เชื่อมต่อกับ GSM Module และใช้คำสั่ง AT command ในการสั่งงาน GSM Module โดยใช้คำสั่ง AT command (ในการส่งข้อความสั้น(SMS)) ที่ใช้ในการทดลอง



ภาพที่ 4.8 การสั่งงานผ่านโปรแกรม Hyper Terminal

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-ทำการดูค่าที่โปรแกรม Hyper Terminal สั่งโมดูลส่งค่ามายังโทรศัพท์เคลื่อนที่



ภาพที่ 4.9 การส่งข้อความสั้น(SMS) มายังโทรศัพท์เคลื่อนที่

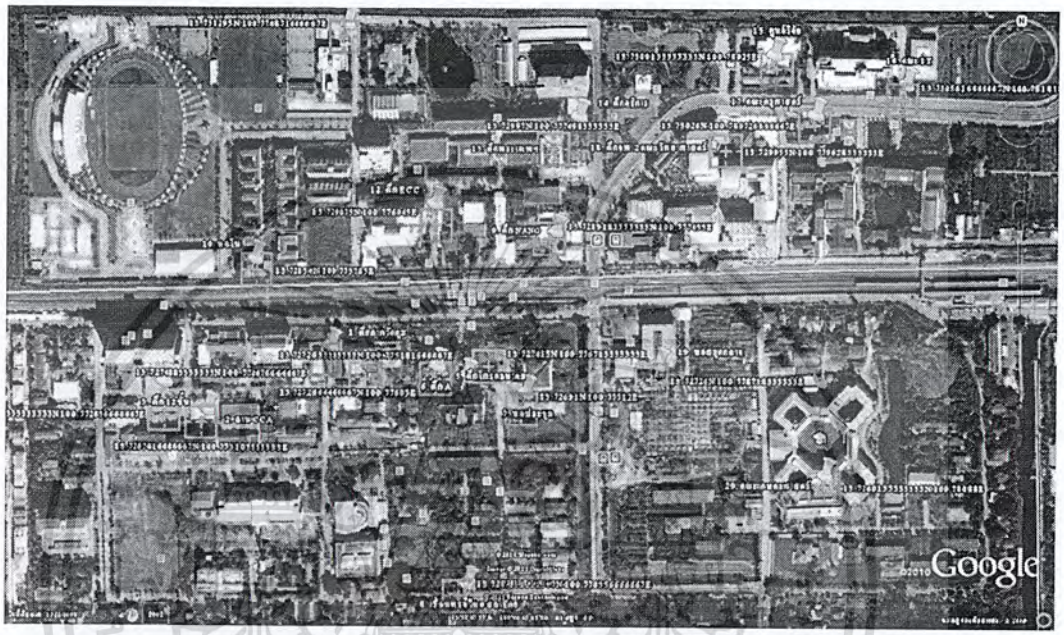
4. การเขียนไมโครคอลโทรลเลอร์ให้สามารถติดต่อกับ GSM Module ทำการดูค่าที่โทรศัพท์เคลื่อนที่

ภาพที่ 4.10 ค่าที่ได้จากโมดูลที่ส่งมายังโทรศัพท์เคลื่อนที่

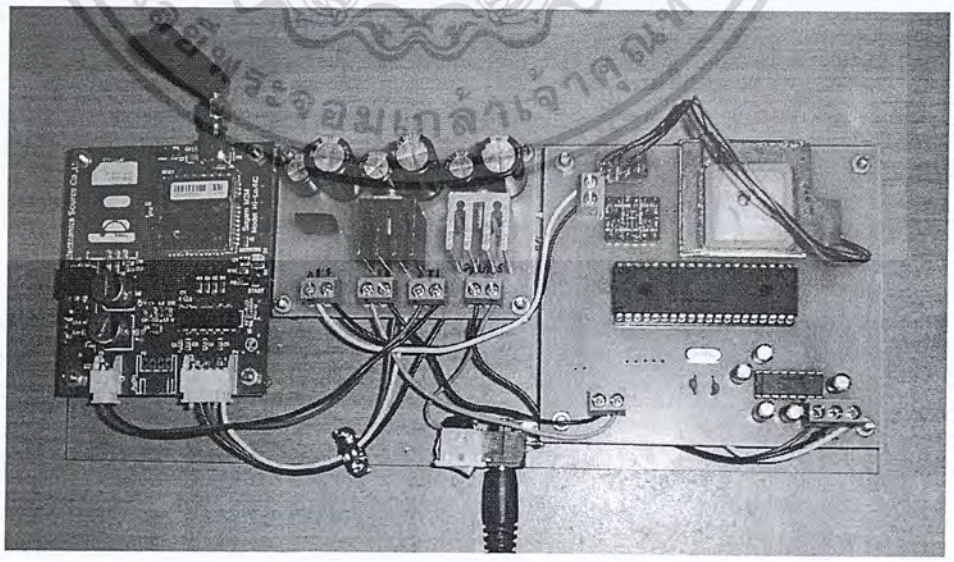
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 การทดลองให้บอร์ดไมโครคอลโทรลเลอร์สั่งงาน GPS Module และ GSM Module

วิธีการทดลอง ให้ทำการต่อ GSM Module เข้ากับไมโครคอลโทรลเลอร์ที่ Port UART ทำการต่อ GPS Module โดยนำสัญญาณขา Tx จาก GPS Module เข้าที่ตัวเพิ่มสัญญาณลอจิกจาก 3.3 V เป็น 5 V ต่อเข้ากับไมโครคอลโทรลเลอร์ที่ ขา Rx ตามลำดับ จากนั้นทำการทดลองอุปกรณ์ GPS Tracking จำนวน 20 จุด



ภาพที่ 4.11 ค่าพิกัดตำแหน่งเมื่อเทียบกับ Google Maps

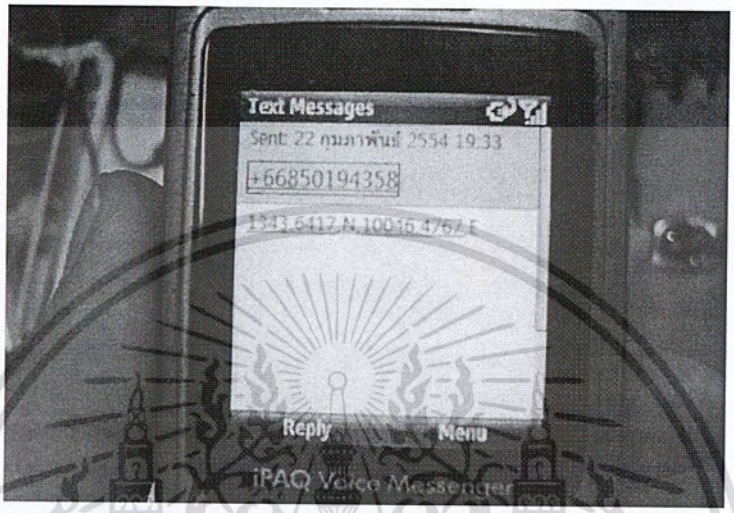


ภาพที่ 4.12 อุปกรณ์ GPS Tracking ที่ติดตั้งภายในรถยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการทดสอบการแสดงตำแหน่งในรูปแบบข้อความสั้น (SMS)

เมื่อทำการต่ออุปกรณ์(Hardware) เรียบร้อยแล้ว และใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ใช้งานทำการโทรเข้ามา ระบบจะทำการส่งค่า ละติจูด ลองติจูด เวลาและวันเดือนปีขณะนั้น กลับไปยังหมายเลขโทรศัพท์ของผู้ใช้งาน แสดงผลดังภาพที่ 4.16



ภาพที่ 4.13 แสดงละติจูด ลองติจูด เวลาและวันเดือนปี บนจอโทรศัพท์เคลื่อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการทดสอบความเที่ยงตรงในการระบุพิกัด

ตารางที่ 4.2 การคำนวณความเที่ยงตรงในการระบุพิกัด GPS

ตำแหน่ง	พิกัดที่กำหนด		พิกัดที่ GPS รับได้		ความคลาดเคลื่อน
	ละติจูด	ลองติจูด	ละติจูด	ลองติจูด	(เมตร)
ตึกภาควัดคุม	13.727487°	100.774681°	13.727488°	100.774677°	2.70
ลาน CCA	13.726731°	100.773124°	13.726742°	100.773103°	2.62
ตึก 12 ชั้น	13.727057°	100.772583°	13.726833°	100.772637°	25.02
ตึก B	13.727240°	100.775182°	13.727263°	100.775182°	2.33
ตึกโทรคมนาคม	13.727259°	100.776022°	13.727267°	100.776050°	3.28
ตึก A	13.727134°	100.776375°	13.727415°	100.776713°	48.82
หอประชุม เรื่อนทรงไทย	13.726946°	100.777125°	13.726910°	100.777120°	3.08
สถาปัตย์	13.724693°	100.776414°	13.724707°	100.776357°	6.71
ตึก NANO	13.728839°	100.777483°	13.728918°	100.777455°	10.82
หอใน	13.728517°	100.773716°	13.728540°	100.773785°	8.17
สมาคมศิษย์	13.731285°	100.774869°	13.731295°	100.774872°	2.26
ตึก ECC	13.729167°	100.775976°	13.729075°	100.776045°	11.16
ตึกพระเทพฯ	13.729932°	100.777446°	13.729970°	100.777498°	1.55
ตึกอธิการ	13.730196°	100.777763°	13.730177°	100.777833°	7.84
ศูนย์วิจัย	13.730920°	100.780171°	13.730913°	100.780250°	8.60
คณะ IT	13.730585°	100.781819°	13.730562°	100.781818°	1.11
คณะครุศาสตร์ ตึกจพ.2	13.730217°	100.780684°	13.730260°	100.780727°	7.12
คณะวิทยาศาสตร์	13.729951°	100.779525°	13.729955°	100.779628°	11.14
หอสมุดกลาง	13.727274°	100.778771°	13.727260°	100.778738°	4.08
คณะเกษตรศาสตร์	13.725985°	100.780831°	13.726013°	100.780880°	7.08

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุปและวิจารณ์

จากการทดสอบระบบระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์ผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยมีส่วนประกอบคือ GPS Module , GSM Module และไมโครคอลโทรลเลอร์เพื่อควบคุมและติดต่อส่วนต่างๆของระบบ เมื่อผู้ใช้งานโทรเข้ามาไมโครคอลโทรลเลอร์สั่งการให้ GSM Module วางสาย ไมโครคอลโทรลเลอร์ทำการเก็บค่าพิกัดตำแหน่ง ลองติจูด,ละติจูด จาก GPS Module และนำค่าพิกัดตำแหน่งส่งออกเป็นข้อความสั้นไปยังเลขหมายปลายทางที่กำหนดไว้เพื่อนำไปหาพิกัดบนแผนที่ต่อไป

5.1 ปัญหาที่พบในการทดสอบ

1. การใช้งานในพื้นที่อับสัญญาณไม่สามารถให้พิกัดได้
2. ในพื้นที่ที่มีตึกสูงอยู่จำนวนมาก พิกัดจีพีเอสจะมีความคลาดเคลื่อน เนื่องจากตัวจีพีเอสไม่สามารถรับสัญญาณดาวเทียมได้ครบทุกดวง
3. ในการติดต่อแบบอนุกรมของไมโครคอลโทรลเลอร์ ไม่สามารถใช้พอร์ตเดียวกันได้ เนื่องจากใช้บัฟเฟอร์เดียวกัน

5.2 แนวทางการพัฒนาต่อ

1. สามารถบอกความเร็วและทิศทางของรถขณะเคลื่อนที่ได้
2. สามารถเปลี่ยนเบอร์โทรศัพท์ปลายทางที่ต้องการส่งค่าพิกัดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] จักรพงศ์ สุวรรณไตร,ชิตวีร์ วงษ์จิต. *ระบบติดตามยานพาหนะด้วย GPS ผ่านโทรศัพท์มือถือ*. ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ, 2545.

[2] ประจิน พลังสันติ,*PIC C Programming with CCS C Compiler*,กรุงเทพฯ,2551

[3] Jan Van Sickle,*GPS for Land Surveyors*,6000 Broken Sound Parkway NW,Suit 300 Boca Roton,2008,3nd edition.

[4] Alfred Leick,*GPS Satellite Surveying*,111 River Street,Hoboken,New Jersey,USA,2004,3nd edition.

[5] Asha Mehrotra,*GSM System Engineering*,685 Canton Street Norwood,MA02062,1996.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                //PROJECT  GPS TK//
////////////////////By INS ENG 30//////////////////////////
////////////////////////////////////////////////////////////////



#include <16F887.h> // Defines chip
#include <string.h>
#use delay(clock=18432000) // Defines delay_clock
#fuses HS, NOWDT, NOPROTECT, NOLVP
#use rs232(BAUD=4800, XMIT=PIN_C0, RCV=PIN_C1, PARITY=N, BITS=8,STREAM=GSM)
#use rs232(BAUD=4800,XMIT=PIN_D4,RCV=pin_D5,PARITY=N,BITS =8,STREAM=GPS)
#define CtrlZ 0x1a
#include <stdlib.h>
#include "INPUT.c"

////////////////////////////////////////////////////////////
//-------------------------------------------------------//
//              Read GPS and Send SMS                    //
//-------------------------------------------------------//
////////////////////////////////////////////////////////////



//////////////////////Read Value GPS//////////////////////////


void readMessage()
{
    char c;
    char buffer[80];
    char k;
    char sentent[]="GPRMC";
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    int i;
    do
    {
    while ( fgetc(GPS) != '$' );
        for (k=0;k<6;k++) buffer[k]=fgetc(GPS);
        } while (strncmp(buffer,sentent,5));
            k=0;c=0;
   while ( c !='*' && k<79)
   {
     c = fgetc(GPS);
     buffer[k++]= c;
   }

//////////////////////Send  SMS//////////////////////////

    {
 fprintf(GSM,"AT+CMGF=1\r\n");   //AT COMMAND for Select SMS message format
delay_ms(500);
fprintf(GSM,"AT+CMGS=\"+668XXXXXXXX\"\r\n");//AT COMMAND for Send SMS message
delay_ms(500);
for (i = 13; i <=36; i++)
fprintf(GSM,"%C"buffer[i]);
 delay_ms(500);
putchar(0x1a);
fprintf(GSM,"\n\r");
delay_ms(10000);
    }
}

//////////////////////CheckCallIn//////////////////////////

void CheckCallIn()
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{
    char buffer[10];
    char a;
    char sentent[]="RING";
    {
     buffer[a]=fgetc(GSM);
     if (strcmp(buffer,sentent));
     delay_ms(5000);
     fprintf(GSM,"ATH\r\n");   //AT COMMAND for Disconnect existing connection
    }
}

//////////////////////////MAIN Program//////////////////////////

void main(void)
{
   while(true)
   {
     CheckCallIn();    // loop CheckCallIn
     delay_ms(5000);
     readMessage();   //  loop readMessage
   }
}// end Main
////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
////       (C) Copyright 1996,2003 Custom Computer Services          ////
//// This source code may only be used by licensed users of the CCS C  ////
//// compiler.  This source code may only be distributed to other      ////
//// licensed users of the CCS C compiler.  No other use, reproduction ////
//// or distribution is permitted without written permission.          ////
//// Derivative programs created using this software in object code    ////
//// form are not restricted in any way.                               ////
////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#include <ctype.h>

BYTE gethex1() {
  char digit;

  digit = getc();

  putc(digit);

  if(digit<='9')
   return(digit-'0');
  else
   return((toupper(digit)-'A')+10);
}

BYTE gethex() {
  unsigned int8 lo,hi;

  hi = gethex1();
  lo = gethex1();
  if(lo==0xdd)
   return(hi);
  else
   return( hi*16+lo );
}

void get_string(char* s, unsigned int8 max) {
  unsigned int8 len;
  char c;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  --max;
  len=0;
  do {
   c=getc();
   if(c==8) {  // Backspace
     if(len>0) {
      len--;
      putc(c);
      putc(' ');
      putc(c);
     }
   } else if ((c>=' ')&&(c<='~'))
    if(len<=max) {
     s[len++]=c;
     putc(c);
    }
  } while(c!=13);
  s[len]=0;
}

// stdlib.h is required for the ato_ conversions
// in the following functions
#ifdef _STDLIB

signed int8 get_int() {
 char s[5];
 signed int8 i;

 get_string(s, 5);

 i=atoi(s);
 return(i);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}

signed int16 get_long() {
  char s[7];
  signed int16 l;

  get_string(s, 7);
  l=atol(s);
  return(l);
}
float get_float() {
  char s[20];
  float f;

  get_string(s, 20);
  f = atof(s);
  return(f);
}
#endif
```

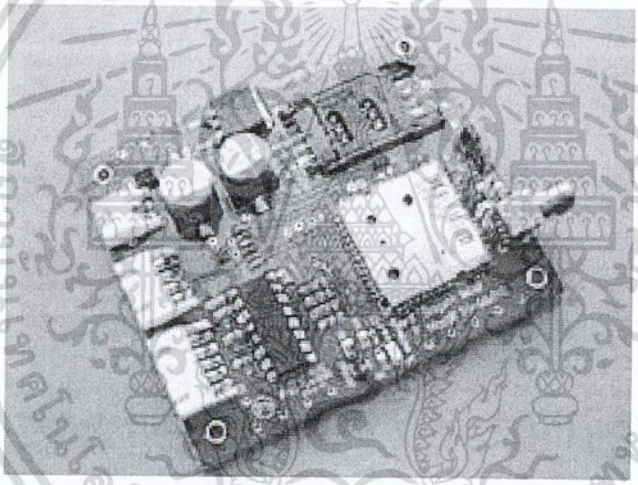
**หมายเหตุ +668XXXXXXXX ใส่เบอร์โทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือบอร์ดทดลอง GSM Module

Model: DEV-253174333-01-V1

(Revision 1.1 – June 2010)



ELECTRONICS SOURCE CO.,LTD.
7/129 Central Plaza Pinkloa Bldg., 17 Fl., Unit 1702
Baromrachonnee Rd., Bangkok-noi, Bangkok 10700
Tel. (662) 884-9210 (6 Lines), 884-9249 to 50
Fax. (662) 884-9214
E-mail address : sales@es.co.th
http://www.es.co.th

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบรรณ

1. บทนำ
2. คุณสมบัติของชุดทดลอง
3. การใช้งานชุดทดลอง
4. การใช้งานซอฟท์แวร์ Hilo Starter Development Tool
5. การอัพเกรดเฟิร์มแวร์
6. FAQ

บทนำ

ในปัจจุบันระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายโดยเฉพาะระบบ GSM หรือ Global System for Mobile communications แต่เดิมนั้นเราอาจจะคุ้นเคยกับการใช้โทรศัพท์เคลื่อที่ในการติดต่อสื่อสารระหว่างกันไม่ว่าจะเป็นเสียง ข้อความสั้นที่เราเรียกว่า SMS หรือแม้กระทั่งการดาวน์โหลดเว็บหรือเพลงผ่านเครือข่าย GPRS ซึ่งล้วนแต่เป็นการสื่อสารระหว่างคนกับคนหรือคนกับระบบคอมพิวเตอร์

ไม่นานมานี้ได้เกิดเทคโนโลยีใหม่โดยอาศัยแนวความคิดว่าระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ควรจะนำมาใช้ประโยชน์ในการสื่อสารระหว่างเครื่องจักรกับเครื่องจักรเรียกว่า M2M (Machine to Machine) จึงได้มีการผลิตโมดูลเอนกประสงค์ที่รวมความสามารถของโทรศัพท์มือปรกติเข้ากับวิธีการเชื่อมต่อหรือ Interface ที่ง่ายต่อการสั่งงานโดยเครื่องจักร(ไมโครคอนโทรลเลอร์) เราเรียกโมดูลดังกล่าวว่า M2M Module หรือ GSM Module บริษัทอิเลคทรอนิคส์ซอร์สได้เล็งเห็นว่าเทคโนโลยีดังกล่าวจะเป็นประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมในประเทศจึงได้คัดเลือก GSM Module ที่มีคุณภาพสูง ราคาประหยัด โดยได้รับความไว้วางใจจากบริษัท Sagem Communications จากประเทศฝรั่งเศษ ให้เป็นผู้จำหน่าย GSM Module ยี่ห้อ Sagemในประเทศไทย

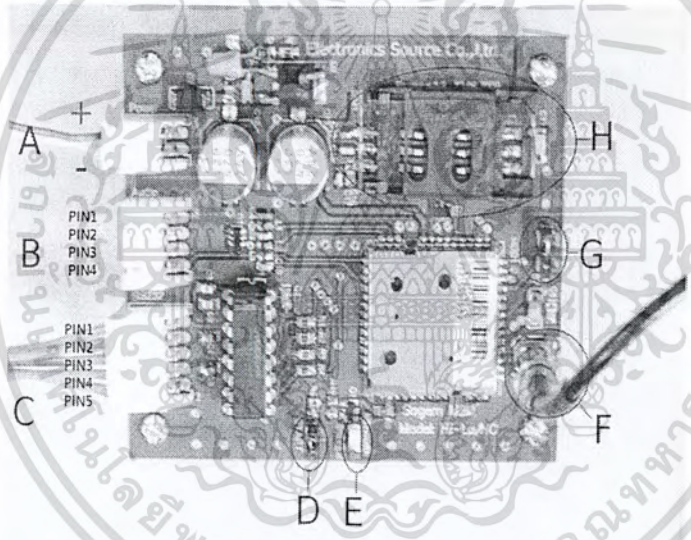
GSM Module ยี่ห้อ Sagem รุ่น HiLo/NC เป็น GSM Module รุ่นหนึ่งที่มีคุณภาพสูง เชื่อถือได้ และราคาประหยัด ทางทีมวิศวกรของทางบริษัทอิเลคทรอนิคส์ซอร์สจึงได้พัฒนาชุดทดลองเพื่อการเรียนรู้การใช้งาน GSM Module รุ่นดังกล่าวเพื่อจำหน่ายให้ผู้สนใจนำไปใช้ในการเรียนรู้และพัฒนาผลิตภัณฑ์ของตนเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติของชุดทดลอง

1) ใช้ GSM Module ของ Sagem รุ่น HiLo/NC สนับสนุนเครือข่าย GSM ความถี่ 850, 900, 1800, 1900 MHz
2) มีฉาดใส่ SIM การ์ดบนบอร์ด
3) ใช้แหล่งจ่ายไฟ DC 9~12Volt
4) สั่งงานผ่านพอร์ท RS232 ความเร็ว 600~115,200 Baud โดยใช้คำสั่ง AT command
5) มีช่องต่อสัญญานเสียง สามารถต่อหูฟังและไมโครโฟนได้โดยตรง
6) ต่อสายอากาศ 50 โอห์ม ผ่านคอนเนคเตอร์แบบ SMA
7) ขนาดของบอร์ด 78 x 66 mm

การใช้งานชุดทดลอง



1) ตำแหน่งของคอนเนคเตอร์ต่างๆบนบอร์ด

รูปที่ 1 แสดงตำแหน่งของจุดต่อต่างๆบนบอร์ด

A) จุดต่อ Power supply (5~30V DC)

B) จุดต่อไมโครโฟนและหูฟัง

PIN1 = MIC -
PIN2 = SPEAKER+
PIN3 = SPEAKER-
PIN4 = MIC+

C) จุดต่อ RS232

PIN1 = RS232 RTS (Connected to pin 8 of DB9 connector)
PIN2 = RS232 RXD (Connected to pin 2 of DB9 connector)
PIN3 = RS232 TXD (Connected to pin 3 of DB9 connector)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PIN4 = RS232 CTS (Connected to pin 7 of DB9 connector)
PIN5 = GND (Connected to pin 5 of DB9 connector)

D) Jumper (JP1) สั่ง Autostart (หรือใช้ต่อเข้าสวิทช์แบบ SPDT เพื่อ Start โมดูลแบบ manual)

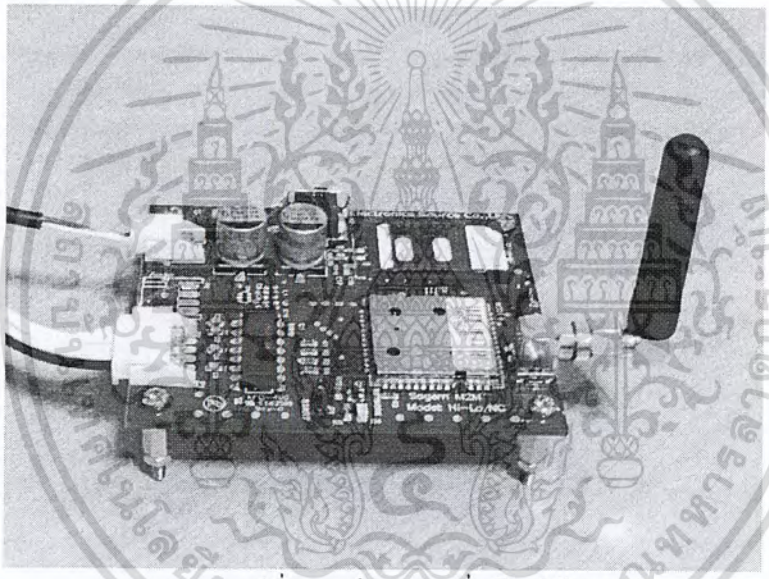
E) LED แสดงสถานะของ GPIO1 (สามารถโปรแกรมให้แสดงสถานะ Network)

F) ขั้วต่อสายอากาศ

G) Jumper เลือกสัญญาณ DTR หากต่อ JP2 สัญญาณ DTR จะต่อลงกราวน์ แต่หากต่อ JP3 จะเป็นการต่อ DTR เข้ากับ DSR หรือ loop back

H) Socket สำหรับใส่ SIM card การใส่ SIM ให้เลื่อนฝาถาดไปทางซ้ายและยกขึ้น ใส่ SIM ลงในร่องบนฝาแล้วกดลง เลื่อนกลับไปทางขวาให้ฝาชิมล๊อกสนิท

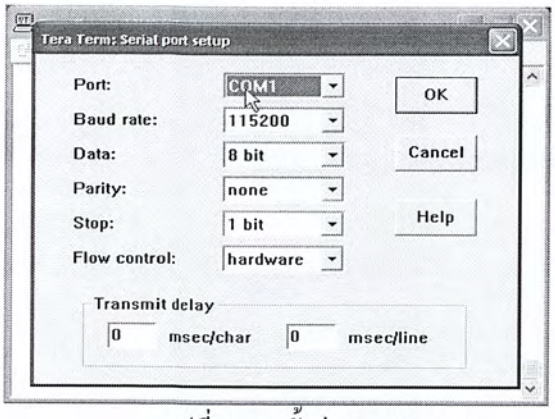
2) ต่อสายอากาศ, สาย RS232 เข้าเครื่อง PC, สายไฟ DC เข้าแหล่งจ่ายไฟ และใส่ SIM การ์ดให้เรียบร้อย โดยยังไม่ต้องป้อนไฟเข้าบอร์ด



รูปที่ 2 บอร์ดทดลองที่พร้อมใช้งาน

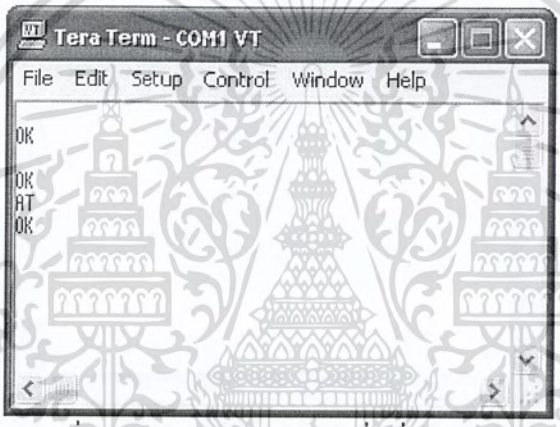
3) เปิดโปรแกรม Tera Term หรือโปรแกรม Serial port terminal ใดๆก็ได้ หลังจากนั้นตั้งค่า COM Port ให้ตรงกับช่องที่ต่อกับบอร์ดทดลอง โดยปรกติ GSM Module จะถูกตั้งค่า Auto baud rate โดยปริยาย ดังนั้นจึงสามารถตั้ง Baud rate ได้ในช่วง 600~115,200 baud ในที่นี้เราจะใช้ที่ 115,200 สำหรับ flow control ให้ตั้งเป็น Hardware หรือ None ก็ได้ แต่ควรเลือก Hardware flow control เนื่องจากในโหมดของ GPRS นั้นจำเป็นต้องใช้ flow control ในการรับ-ส่งข้อมูลปริมาณมากๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



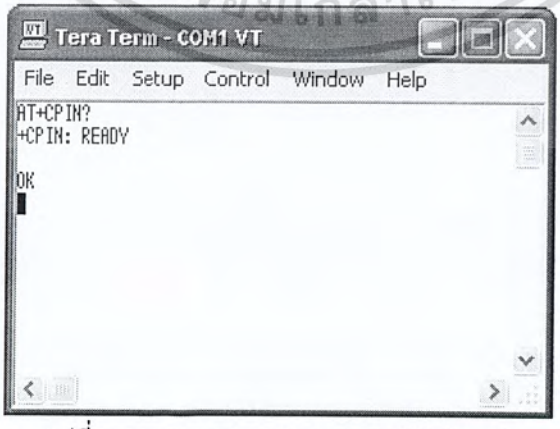
รูปที่ 3 การตั้งค่า Serial port

ป้อนไฟเข้าชุดทดลอง แล้วทดลองพิมพ์ AT <enter> โดยใช้ตัวอักษร<u>ตัวพิมพ์ใหญ่</u> หากทุกอย่างถูกต้อง บอร์ดทดลองจะต้องตอบกลับด้วยคำว่า OK <new line> [สามารถสั่งให้โมดูล Echo คำสั่งกลับมาด้วยคำสั่ง ATE1<enter>]



รูปที่ 4 แสดงการตอบสนองคำสั่งเมื่อป้อน AT<enter>

4) ใช้คำสั่ง AT+CPIN? เพื่อตรวจสอบสถานะของ SIM การ์ด [หาก SIM การ์ดถูกล๊อกด้วย PIN code ให้ใช้คำสั่ง AT+CPIN="*<u>ใส่ pin code ตรงนี้</u>*" <enter> เพื่อปลดล๊อก SIM ก่อน]

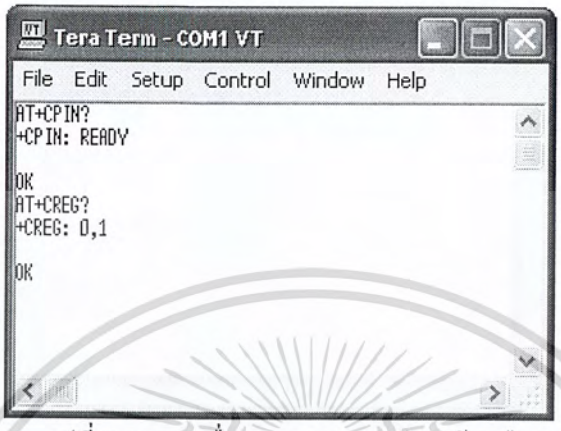


รูปที่ 5 การตรวจสอบสถานะของ SIM card

5) ใช้คำสั่ง AT+CREG? <enter> เพื่อตรวจสอบ สถานะของ GSM Network เราสามารถเรียกคำสั่งนี้ซ้ำๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือใช้คำสั่ง AT+CREG=1 <enter> เพื่อให้รายงานโดยอัตโนมัติ โดยปรกติเราจะถือว่าเมื่อระบบรายงานว่า +CREG x,1 <new line> เป็นการแสดงว่าระบบได้ทำการเชื่อมต่อเข้าเครือข่าย GSM เรียบร้อยแล้ว อย่างไรก็ตามหากระบบรายงานว่า +CREG x,5 <new line> แสดงว่าเป็นการ Roaming ข้ามเครือข่าย

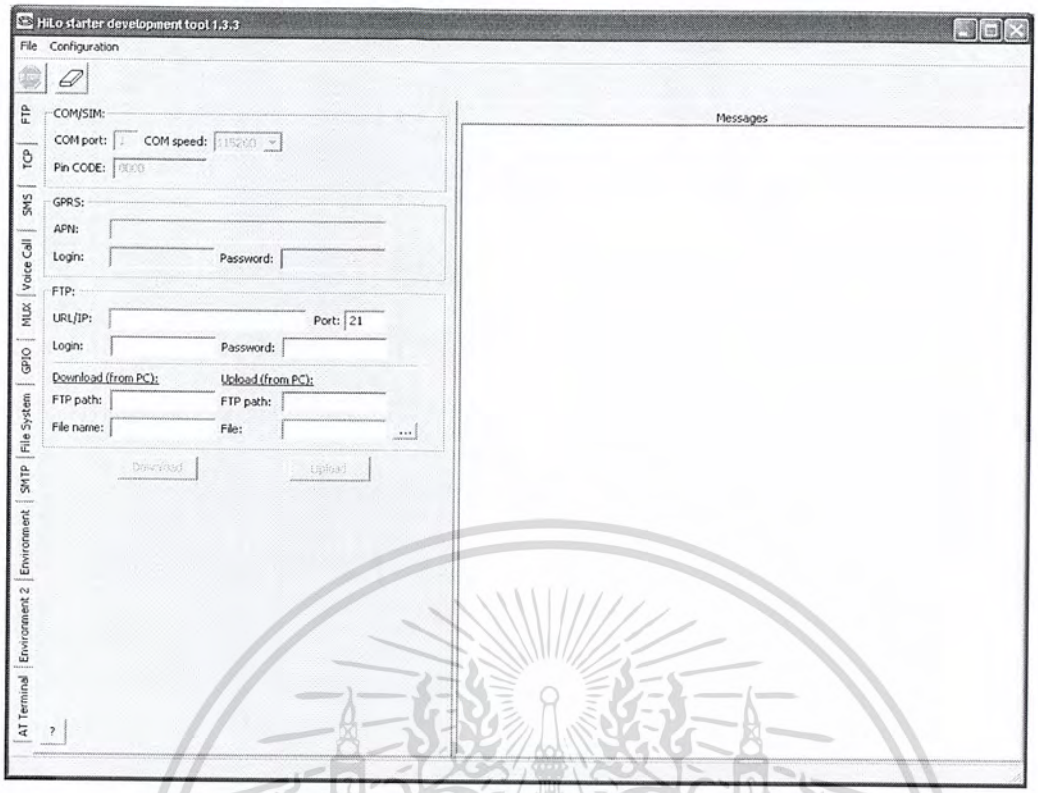


รูปที่ 6 สถานะเมื่อสามารถลงทะเบียนเข้าเครือข่ายได้

การใช้งานซอฟท์แวร์ HiLo Starter Development Tool

เพื่อให้การเรียนรู้การใช้งาน GSM Module ของ Sagem ได้อย่างรวดเร็วทาง Sagem เองได้พัฒนาซอฟท์แวร์สำหรับการศึกษาการสั่งงาน GSM Module รุ่น HiLo เรียกว่า HiLo Starter Development Tool สำหรับการติดตั้งซอฟท์แวร์นั้นให้ทำการแตกไฟล์ HiLo Starter Development Tool 1.3.3.zip ไปไว้ในที่ที่เราสามารถเปิดใช้ได้สะดวก เมื่อแตกไฟล์แล้วเราจะได้ไฟล์ชื่อ HiLo Starter Development Tool 1.3.3.exe เมื่อทำการเปิดไฟล์ดังกล่าวจะได้หน้าต่างดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

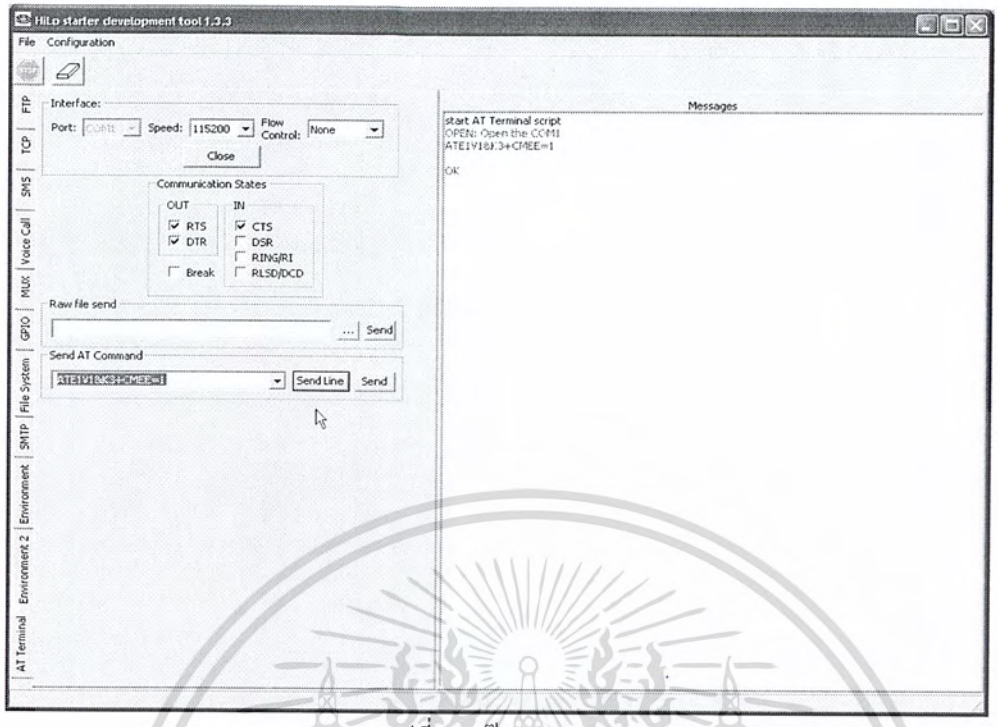


รูปที่ 7 หน้าจอของโปรแกรม Hilo Starter Development Tool version 1.3.3

จากรูปจะปรากฏแท็บเลือกไดอะล็อกต่างๆด้านซ้ายมือ ซึ่งรายละเอียดการใช้งานแต่ละไดอะล็อกมีดังนี้

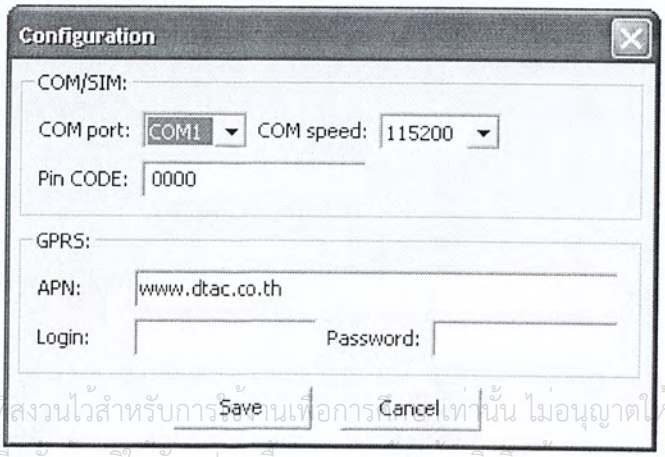
1) AT Terminal เป็นไดอะล็อกเอนกประสงค์สำหรับส่งคำสั่งหรือข้อมูลไปที่ตัวโมดูล โดยที่เราจะต้องกำหนด Port, Speed และ Flow Control หลังจากนั้นจึงกดปุ่ม Open ซึ่งหากเปิดพอร์ทสำเร็จปุ่มนี้จะเปลี่ยนเป็นปุ่ม Close ช่อง Raw file send ใช้สำหรับเลือก file ที่บันทึกข้อมูลที่จะส่งไปที่โมดูลล่วงหน้า โดยสามารถเลือกไฟล์จากปุ่ม[...] และกดส่งโดยปุ่ม [Send] สำหรับช่อง Send AT Command เราสามารถพิมพ์คำสั่ง AT Command หรือข้อความที่ต้องการส่ง หากกดปุ่ม [Send Line] จะทำการส่งโดยเพิ่มระหัส CR ปิดท้ายให้ซึ่งโดมูลจะแปลคำสั่งหลังพบ CR เสมอ หากกดปุ่ม [Send] จะไม่ทำการส่งระหัส CR ปิดท้ายให้ หน้าต่างทางด้านขวาจะแสดงข้อความที่ส่งไปที่โมดูลและการตอบสนองจากโมดูล เราสามารถเคลียร์หน้าต่างด้วยเครื่องมือรูปยางลบบนทูลบาร์ และสามารถบันทึกเป็นไฟล์ไว้อ้างอิงโดยเลือก File → Log บนเมนูบาร์ เมื่อใช้งานแท็บนี้เสร็จแล้วให้กดปุ่ม Close ไม่เช่นนั้นจะไม่สามารถใช้งานแท็บอื่นๆได้ หรือคอมพอร์ทอาจจะไม่สามารถนำไปใช้ได้เนื่องจากโปรแกรมยังไม่ปล่อย resource

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8 แท็บ AT Command

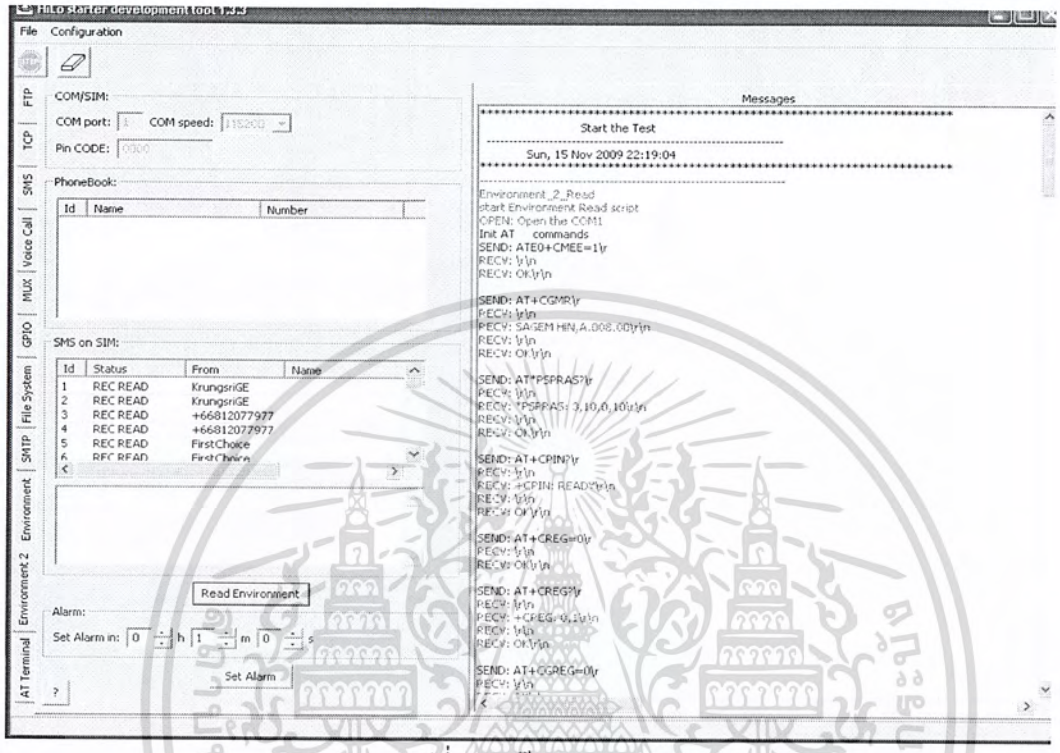
2) การใช้แท็บที่เหลือจะต้องไปกำหนด Configuration ก่อน โดยเลือก Configuration → Configuration จากเมนูบาร์ แล้วทำการใส่หมายเลขCOMพอร์ท, ความเร็ว, PIN ของ Sim card ถ้ามี รวมทั้งค่า GPRS parameters ต่างๆด้วย เสร็จแล้วกดปุ่ม Save



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 9 หน้าต่าง Configuration

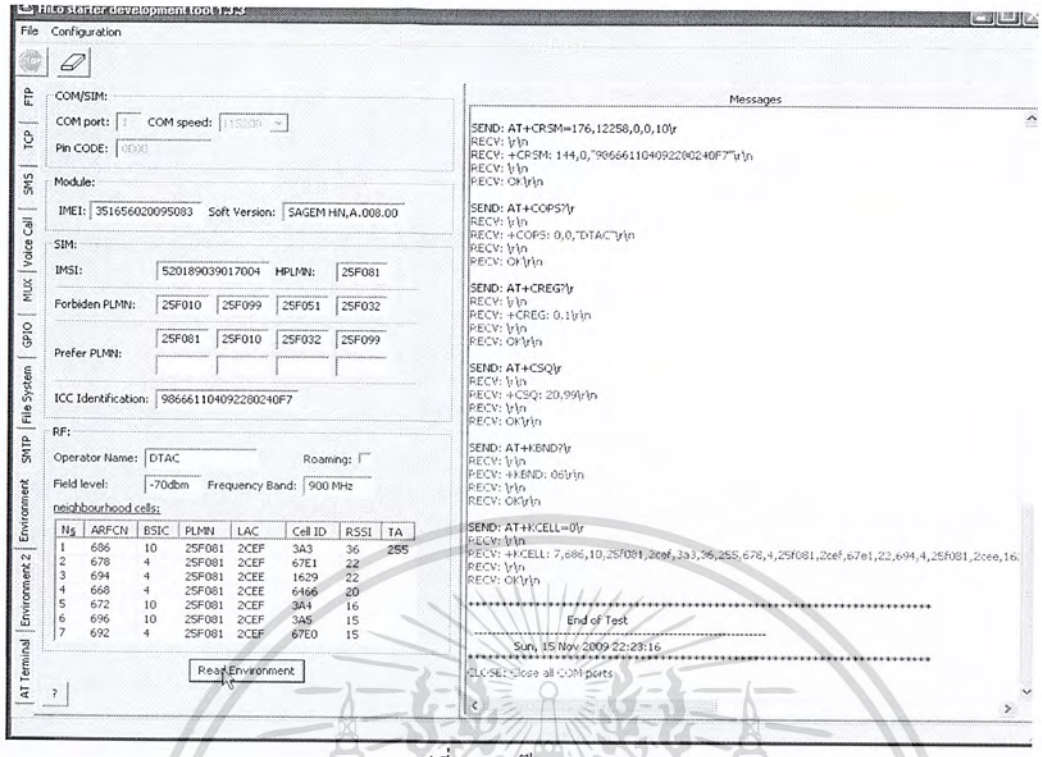
3) แท็บ Environment 2 เป็นตัวอย่างการอ่าน Phone book และ SMS เมื่อเรากดปุ่ม [Read Environment] นอกจากนี้เรายังสามารถตั้งค่า Alarm โดยปุ่ม [Set Alarm] ได้อีกด้วย



รูปที่ 10 แท็บ Environment 2

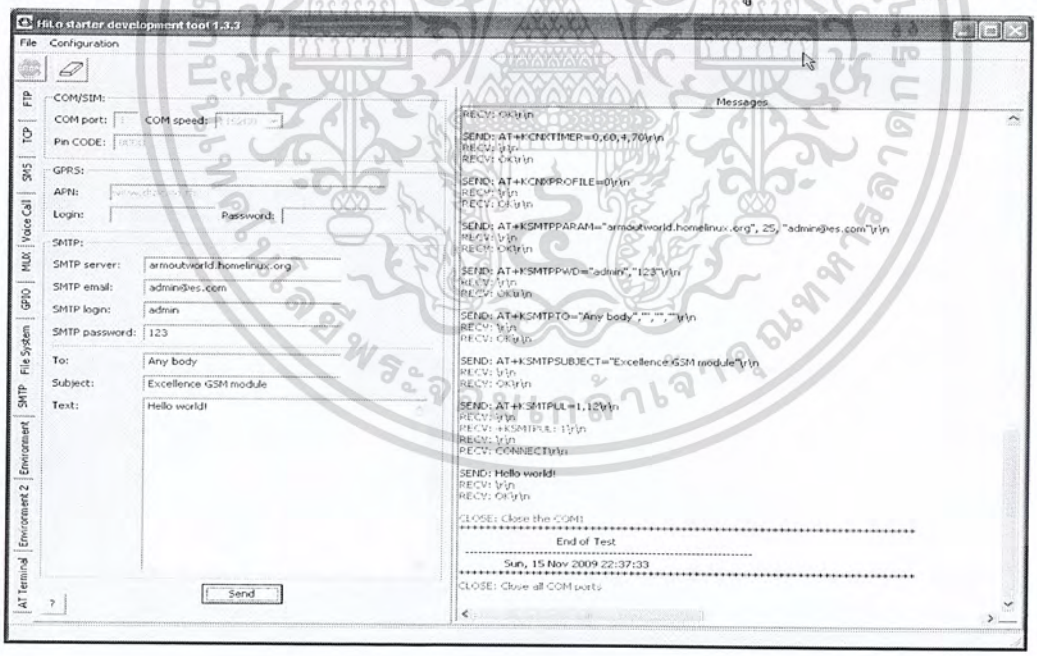
4) แท็บ Environment เป็นการอ่านระหัส IMIE และ Firmware verion ของโมดูล อ่านพารามิเตอร์ของ SIM card และพารามิเตอร์ของ Radio ในขณะนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 12 แท็บ Environment

5) แท็บ SMTP เป็นการทดสอบการใช้ SMTP โปรดตคอลภายในตัวโมดูลในการส่ง Email



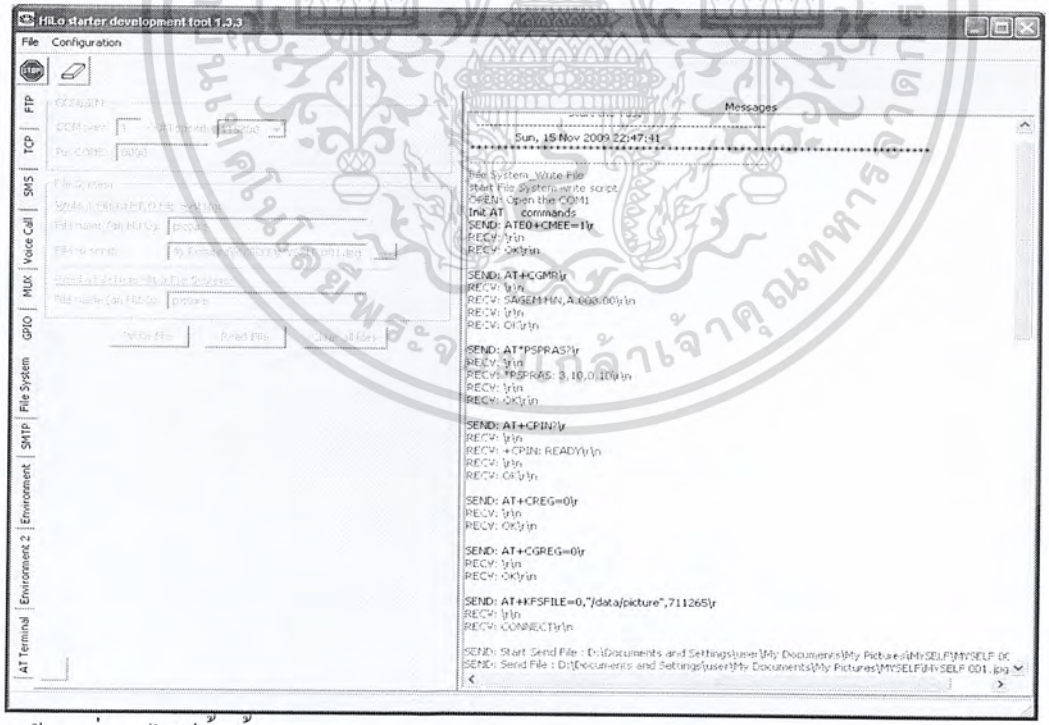
รูปที่ 13 แท็บ SMTP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Time	Thread ID	Message
22:29:08.281	1716	<POP3> Server started on port 110.
22:29:08.312	1716	<SMTP> Server started on port 25.
22:31:05.062	1844	<SMTP> Client connected from 127.0.0.1
22:31:05.062	1844	<SMTP> 220 Quick 'n Easy Mail Server
22:31:08.359	1844	<SMTP> HELP
22:31:08.359	1844	<SMTP> 503 Bad sequence of commands (given out of order)
22:31:11.796	1844	<SMTP> Client disconnected from 127.0.0.1
22:37:24.203	3504	<SMTP> Client connected from 115.67.42.130
22:37:24.203	3504	<SMTP> 220 Quick 'n Easy Mail Server
22:37:25.109	3504	<SMTP> EHLO HILO
22:37:25.109	3504	<SMTP> 250-Supported extensions:250-AUTH PLAIN LOGIN...
22:37:25.921	3504	<SMTP> AUTH LOGIN
22:37:25.921	3504	<SMTP> 334 VXNlcm5hbWU6
22:37:26.906	3504	<SMTP> YWRTAW4=
22:37:26.906	3504	<SMTP> 334 UGFzc3dvcmQ6
22:37:27.578	3504	<SMTP> MTIZ
22:37:27.578	3504	<SMTP> 235 Authentication successful.
22:37:28.562	3504	<SMTP> MAIL FROM:<admin@es.com>
22:37:28.562	3504	<SMTP> 250 OK
22:37:29.359	3504	<SMTP> RCPT TO:<Any body>
22:37:29.359	3504	<SMTP> Forwarding email to: <Any body>
22:37:29.359	3504	<SMTP> 250 OK
22:37:30.125	3504	<SMTP> DATA
22:37:30.125	3504	<SMTP> 354 End with <CRLF>.<CRLF>
22:37:32.093	1716	<SMTP> Incoming message: 0DC9E863AC7845EE9490C55A1E1B...
22:37:32.093	1716	<SMTP> Copying message to: c:\Mailboxes\queue\
22:37:32.093	3504	<SMTP> 250 OK: Queued as: 0DC9E863AC7845EE9490C55A1E1...
22:37:32.890	3504	<SMTP> QUIT
22:37:32.890	3504	<SMTP> 221 Bye
22:37:32.890	3504	<SMTP> Client disconnected from 115.67.42.130

รูปที่ 14 Log ไฟล์ที่บันทึกได้บน Mail server

6) แท็บ File System เป็นการบันทึกไฟล์ไว้ใน Flash memory ภายในตัวโมดูล ซึ่งโมดูล HiLo/NC นั้นอณุญาติให้เราบันทึกไฟล์เก็บไว้เสมือนแผ่นดิสเก็ตขนาด 1MByte เราสามารถบันทึกไฟล์ อ่านไฟล์ หรือ

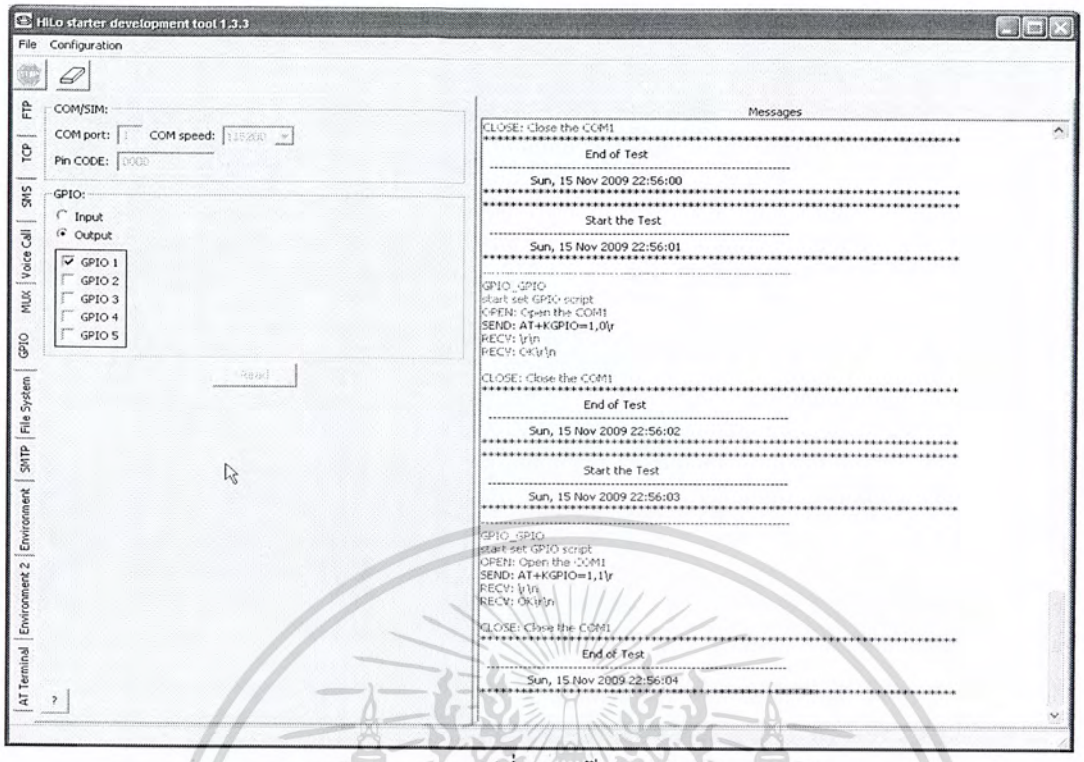


แม้กระทั่งลบไฟล์นั้นทิ้ง

รูปที่ 15 แท็บ File System

7) แท็บ GPIO เป็นการทดสอบ GPIO โดยบอร์ดทดลองของเราสามารถแสดงผล Output ที่ GPIO1

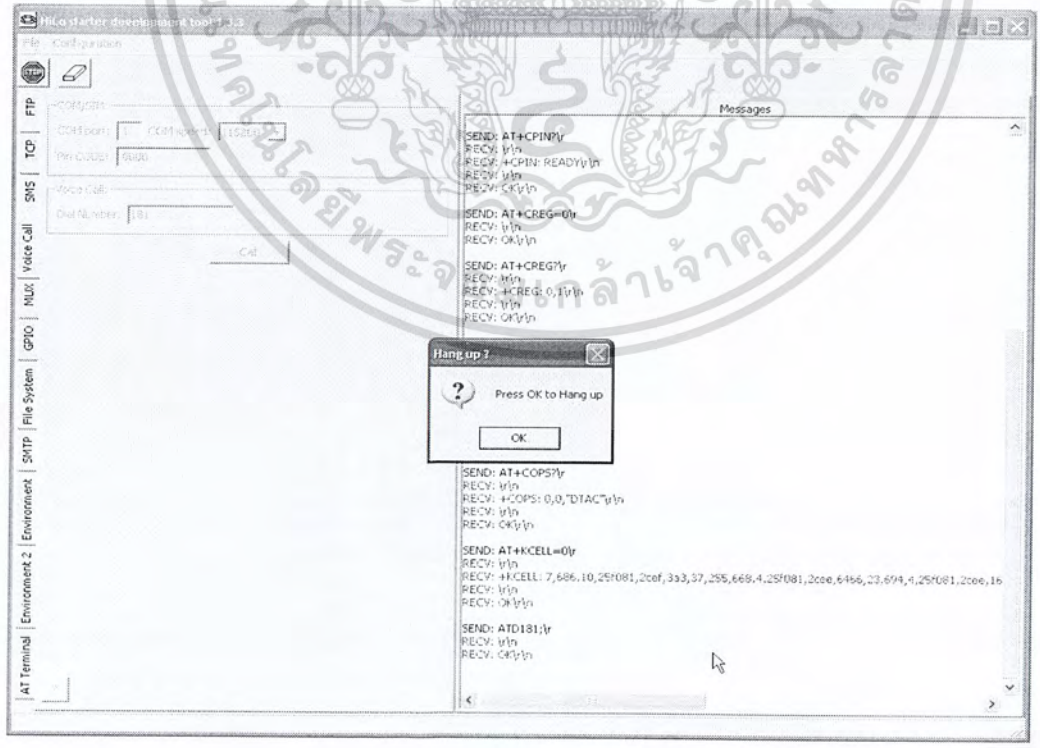
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 16 แท็บ GPIO

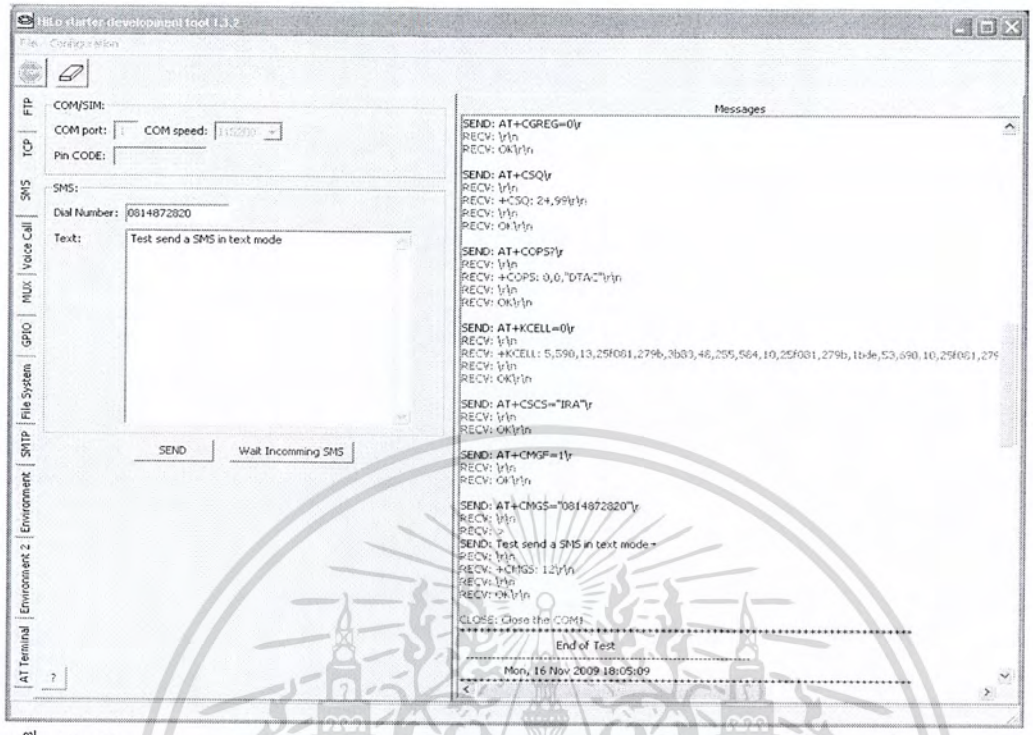
8) แท็บ MUX ยังไม่มีการใช้งาน

9) แท็บ Voice Call ใช้ทดสอบการโทรออกไปยังหมายเลขปลายทาง ควรต่อหูฟังและไมโครโฟนเพื่อที่จะได้ทดลองสนทนากันกับเลขหมายปลายทาง



รูปที่ 17 แท็บ Voice Call

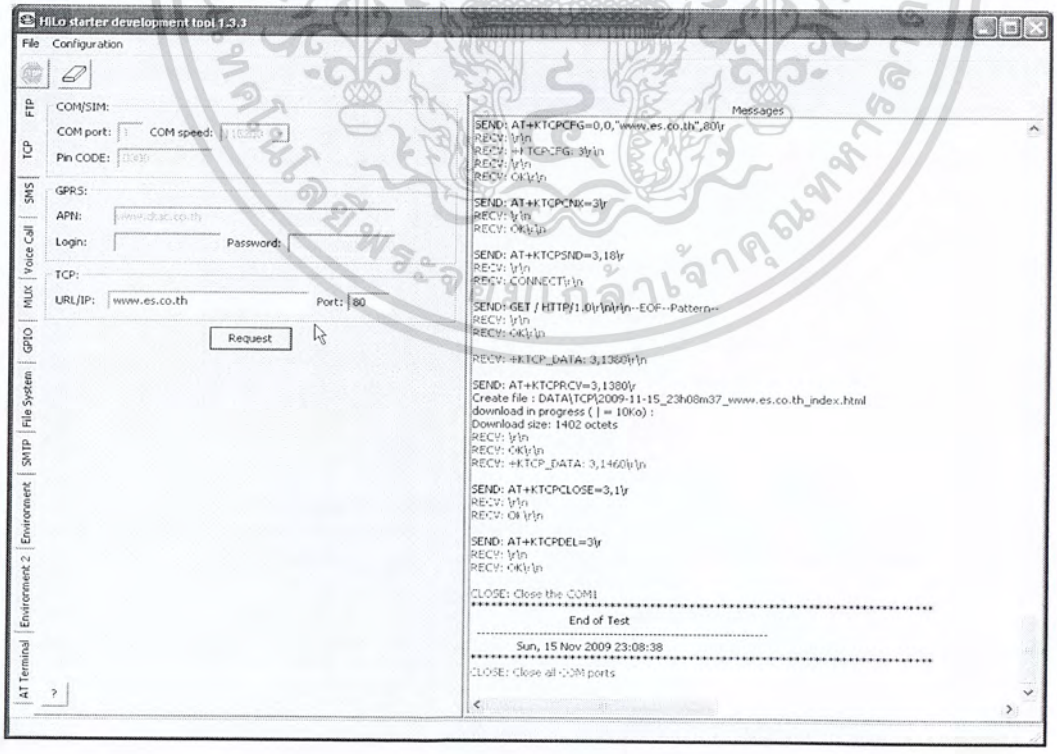
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



10) แท็บ SMS

รูปที่ 18 แท็บ SMS

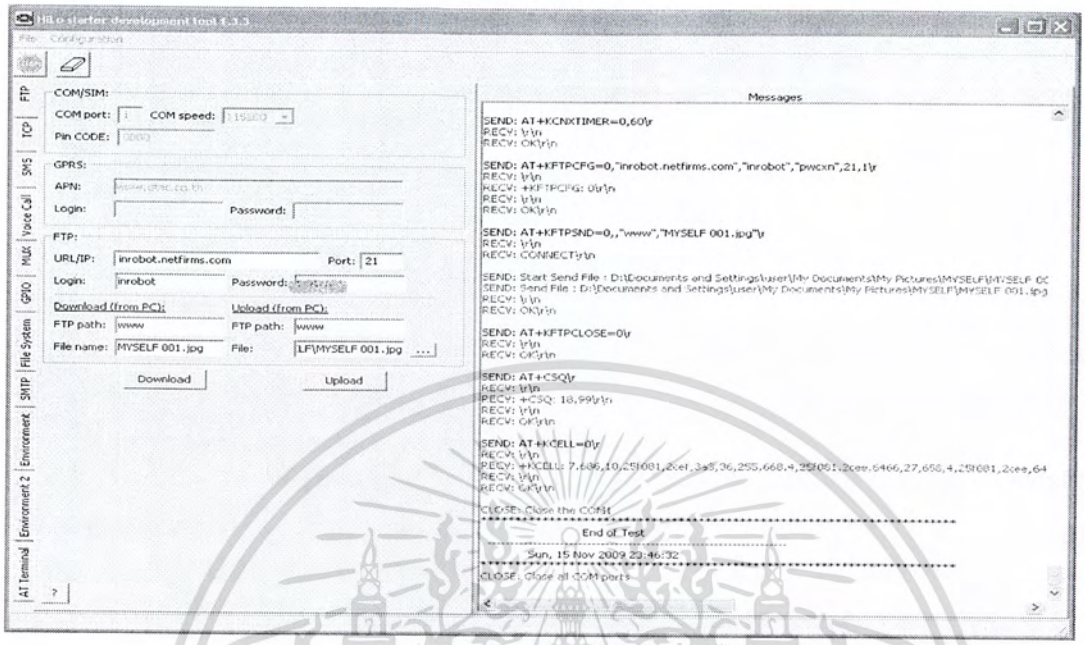
11) แท็บ TCP ใช้ทดลองการ download หน้าเว็บผ่านโปรโตคอล TCP/IP



รูปที่ 20 แท็บ TCP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12) แท็บ FTP เป็นการทดลองการใช้งาน FTP โปรโตคอลภายในตัวโมดูลในการ upload และ download ไฟล์



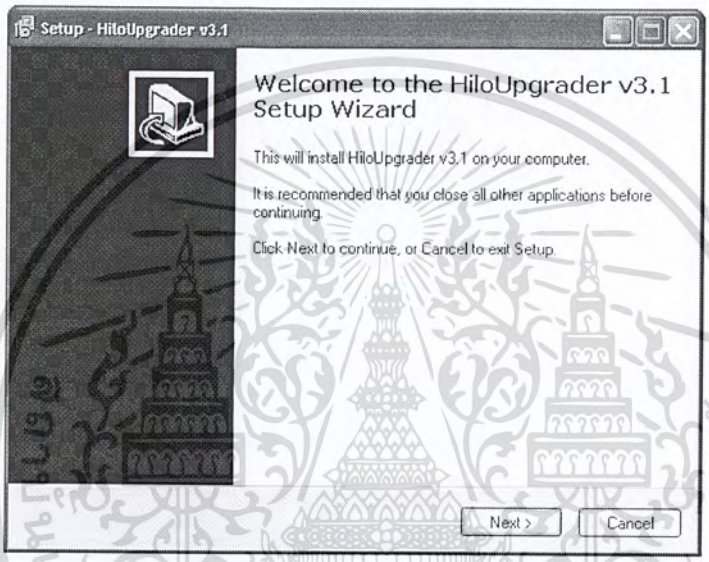
รูปที่ 21 แท็บ FTP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

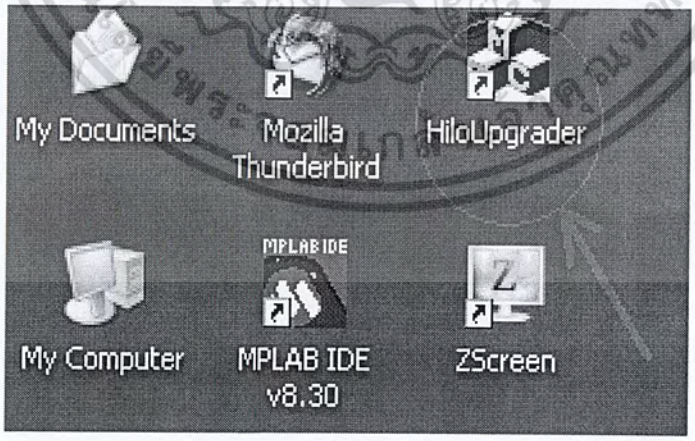
การอัพเกรดเฟิร์มแวร์

เนื่องจากทาง Sagem เองได้มีการพัฒนา Firmware สำหรับ GSM Module อยู่ตลอดเวลา เพื่อเพิ่มศักยภาพและความสามารถใหม่ๆให้กับสินค้า ในการอัพเกรดเฟิร์มแวร์นั้นจำเป็นต้องใช้ซอฟท์แวร์เฉพาะของ Sagem เรียกว่า HiLoUpgrader

1) ติดตั้งโปรแกรม HiLoUpgrader โดยคลายไฟล์ D:\SOFTWARE\HiloUpgrader v3.1 Setup.zip ไปเก็บไว้ที่ C:\TEMPเสร็จแล้วเปิดโปรแกรม HiloUpgrader v3.1 Setup.exe แล้วดำเนินตามคำแนะนำบนหน้าจอจนเสร็จสิ้น



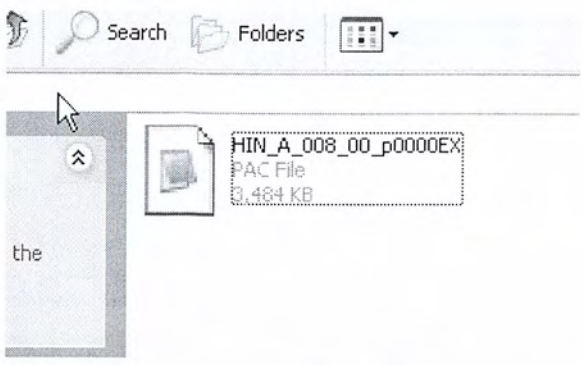
รูปที่ 22 เมื่อเปิดโปรแกรม Hilo Upgrader v3.1 Setup.exe



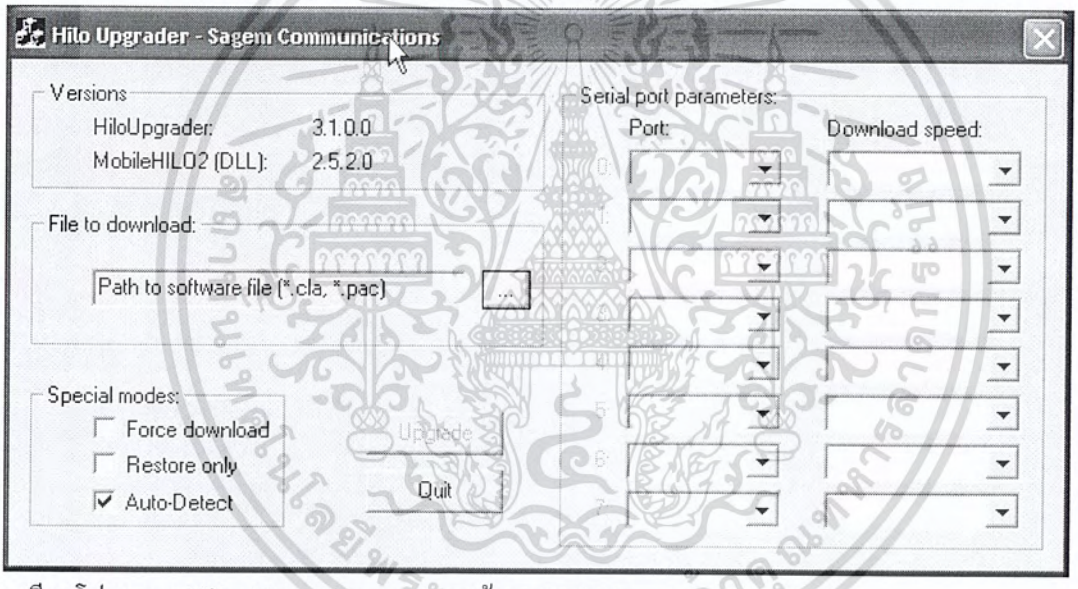
รูปที่ 23 เมื่อติดตั้งโปรแกรม HiloUpgrader เสร็จจะปรากฏ Icon บน Desktop

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) เลือก Firmware version จากรายการในโฟลเดอร์ D:\FIRMWARE แล้วคลายไปเก็บไว้ที่ C:\TEMP



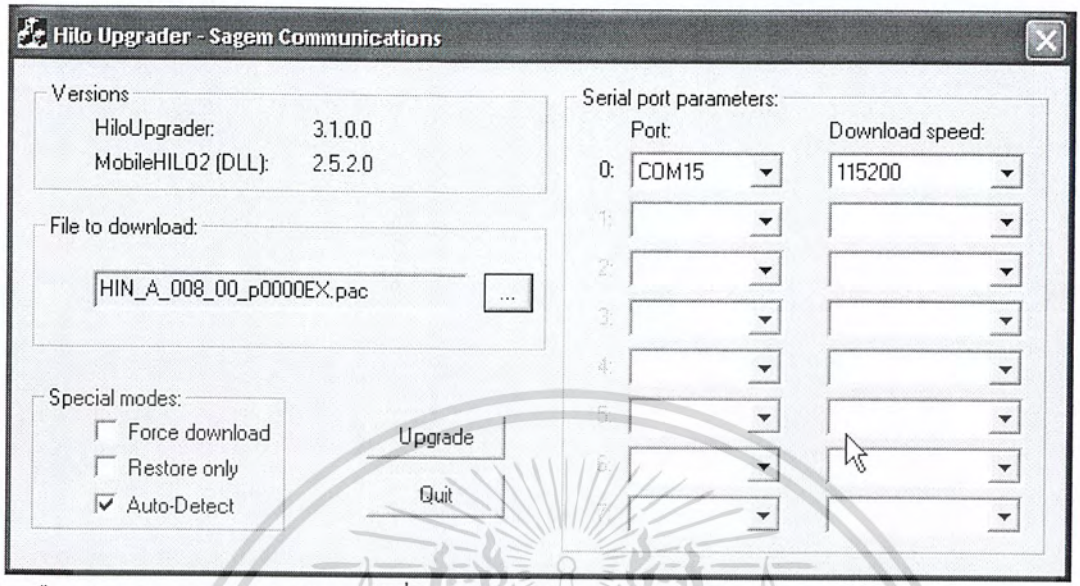
รูปที่ 24 ไฟล์ของ Firmware จะปรากฏเป็นไฟล์นามสกุล .pac



3) เรียกโปรแกรม HiLoUpgrader.exe จากหน้าจอ desktop

รูปที่ 25 เมื่อเรียกโปรแกรม Hilo Upgrader

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



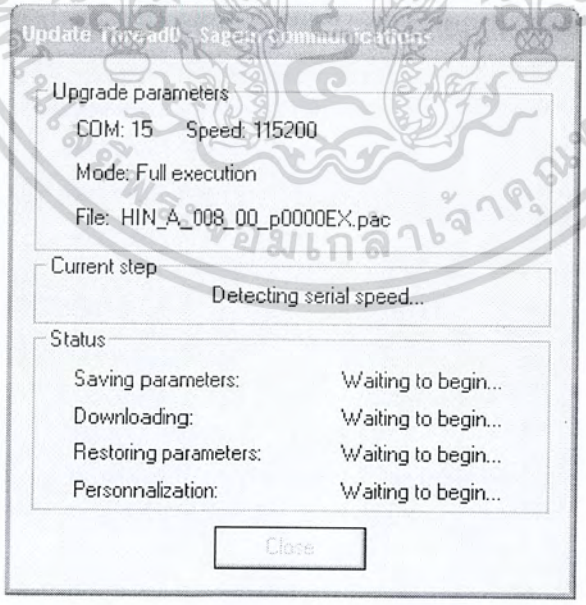
4) เลือก firmware และ COM พอร์ทที่ต่ออยู่กับบอร์ดทดลอง

รูปที่ 26 เลือกเฟิร์มแวร์และพอร์ท

5) ตรวจสอบ DTR jumper อยู่ในตำแหน่ง JP2 และยังไม่ต้องใส่ SIM Card

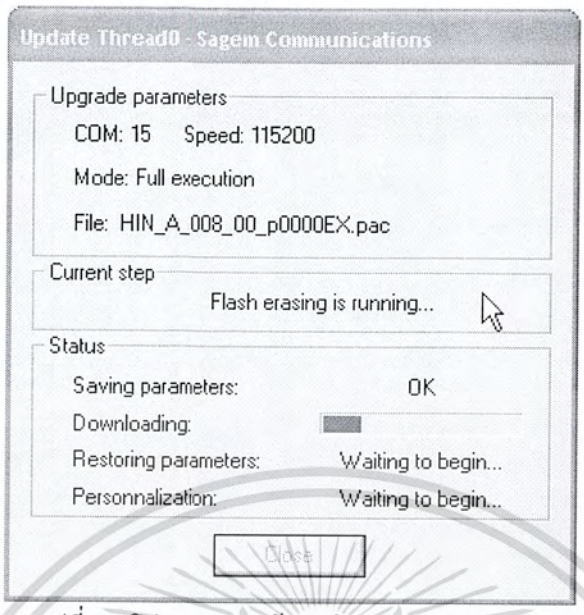
6) จ่ายไฟเข้าบอร์ดทดลอง

7) กดปุ่ม Upgrade รอจนกระบวนการเสร็จสิ้น

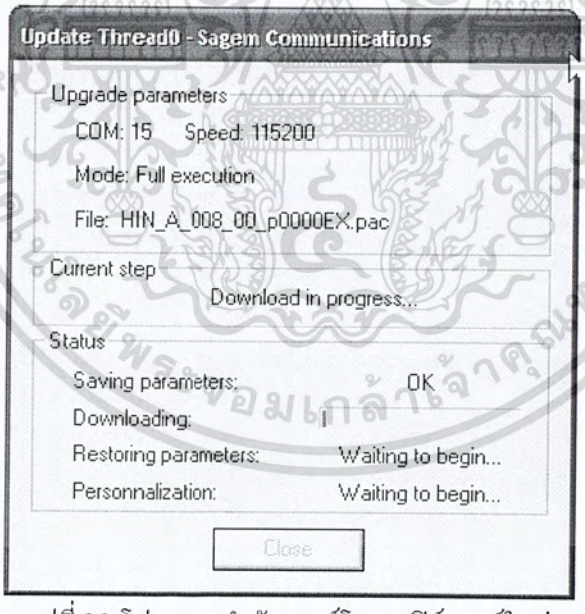


รูปที่ 27โปรแกรมทำการตรวจสอบ Serial port

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

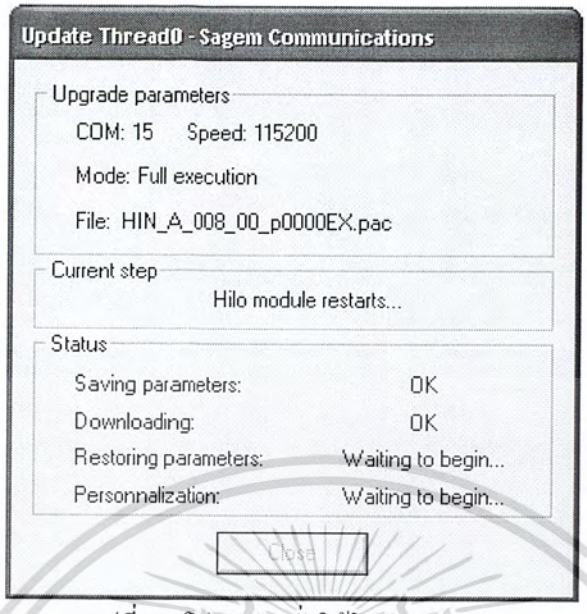


รูปที่ 29 โปรแกรมลบข้อมูลใน Flash memory

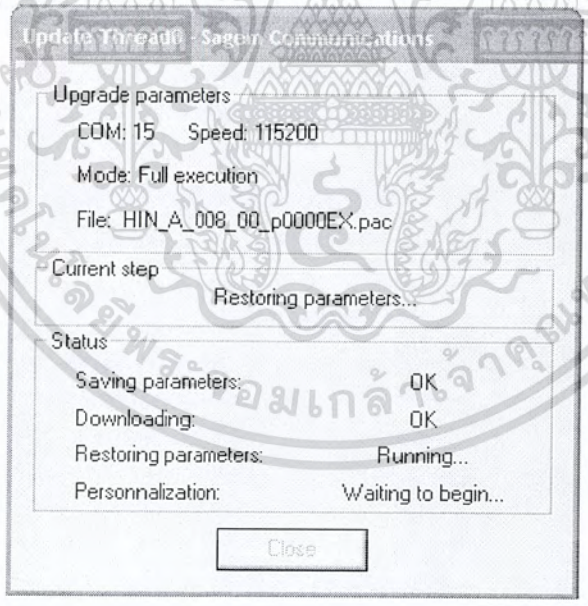


รูปที่ 30 โปรแกรมกำลังดาวน์โหลดเฟิร์มแวร์ใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

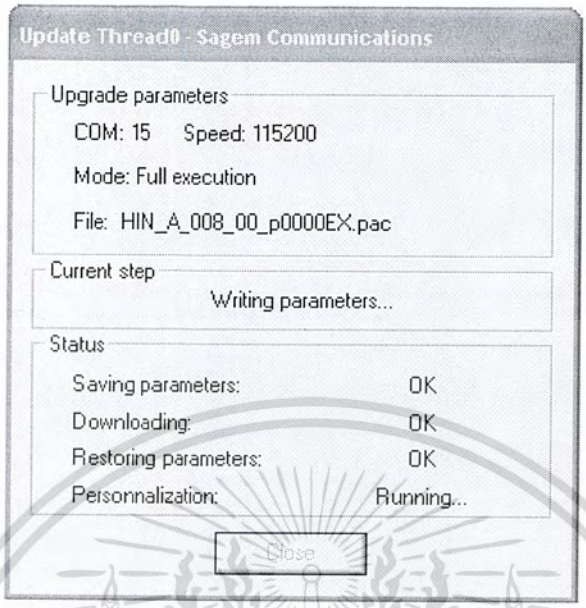


รูปที่ 31 โปรแกรมสั่งให้โมดูล restart

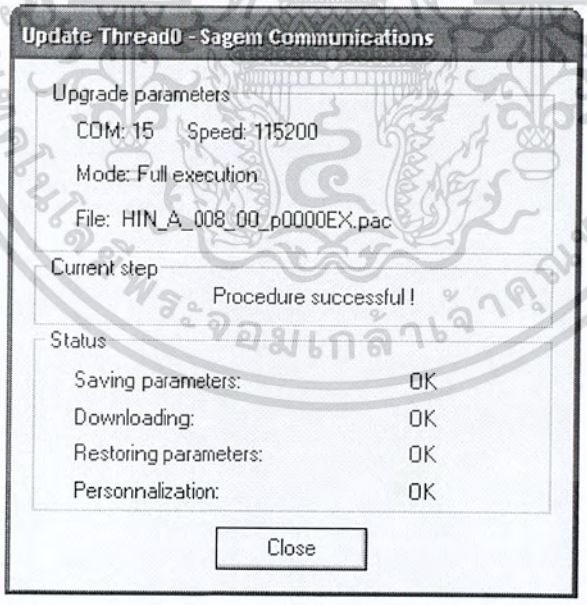


รูปที่ 32 โปรแกรมกำลังบันทึก parameter กลับลงไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



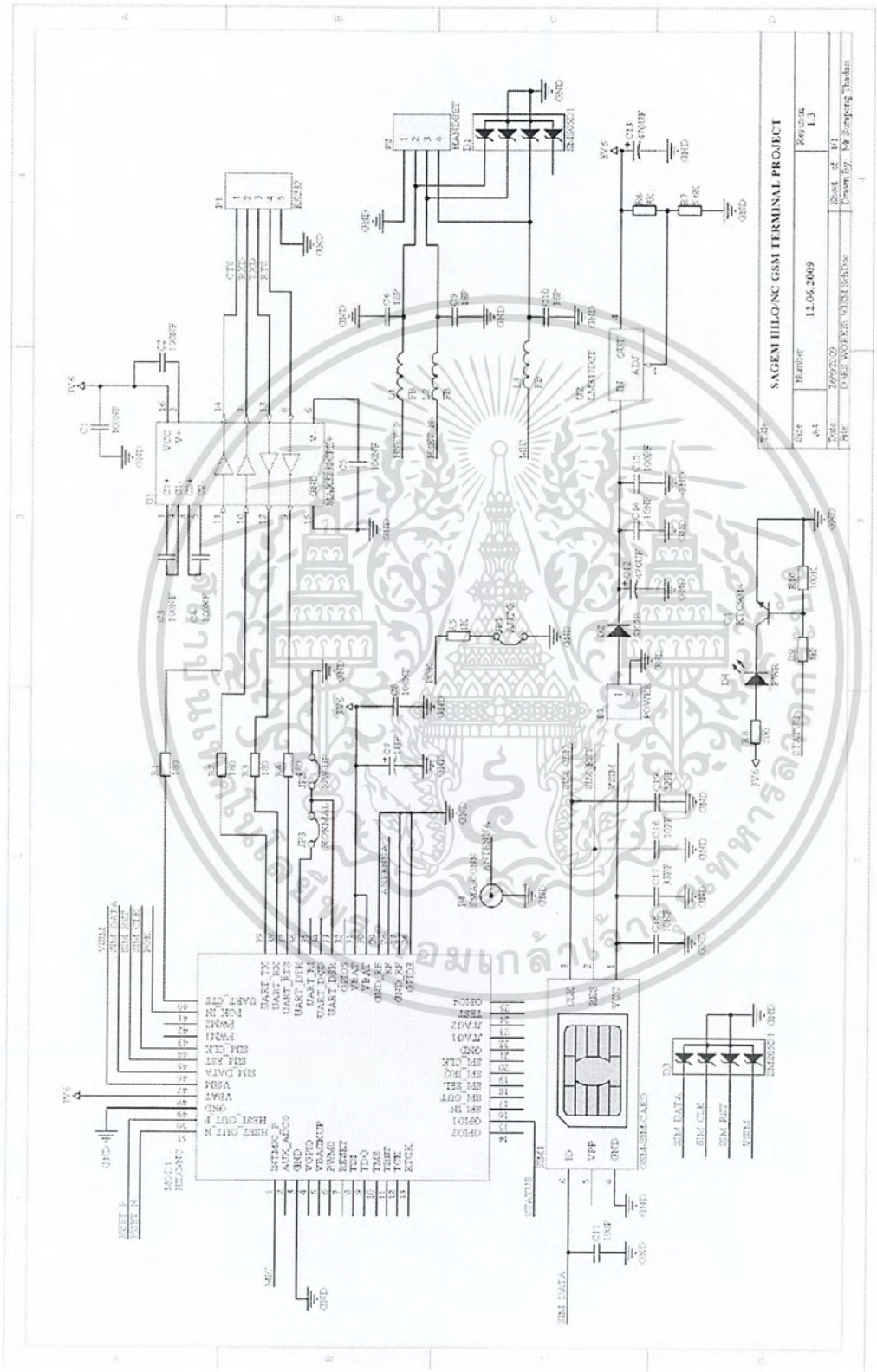
รูปที่ 33 โปรแกรมกำลังบันทึก parameter ชุดที่สอง



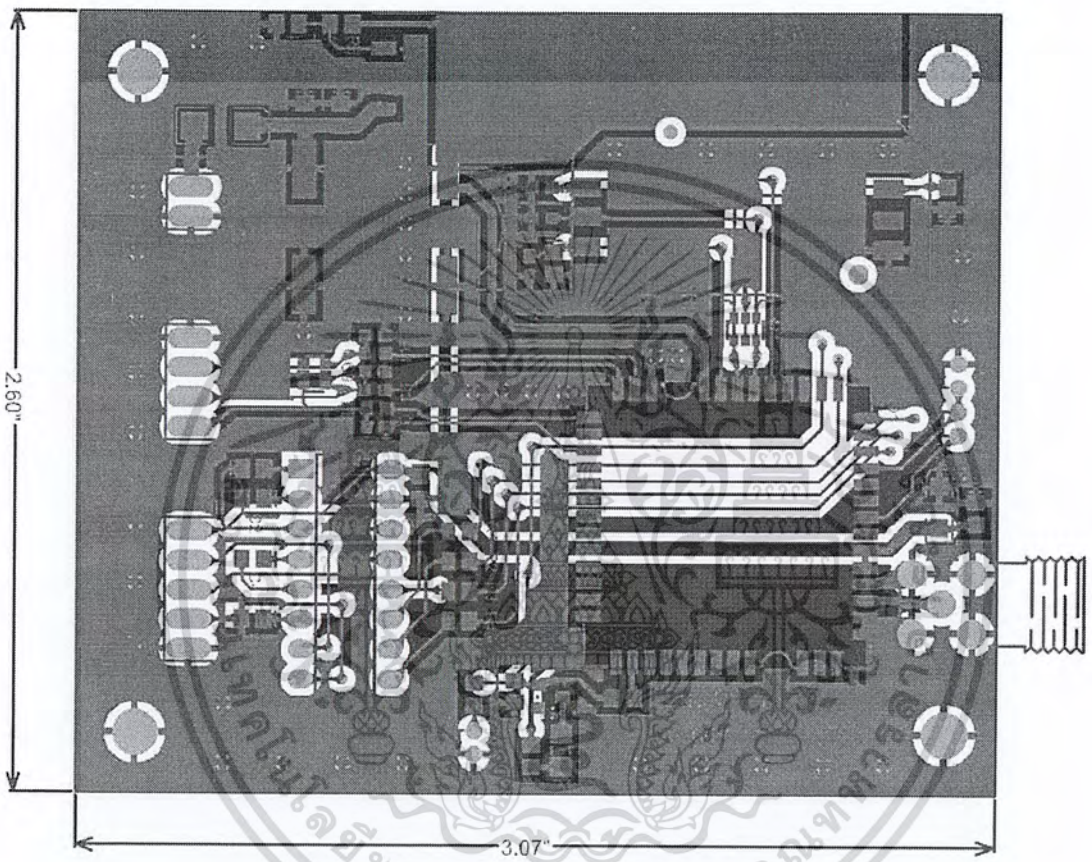
รูปที่ 34 กระบวนการ upgrade firmware เสร็จสิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรและตำแหน่งอุปกรณ์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 35 วงจร

รูปที่ 36 ตำแหน่งของอุปกรณ์บนแผ่นปริ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติและการใช้งานเบื้องต้นของ HiLo/NC

1) คุณสมบัติทั่วไป

อุณหภูมิ	ปรกติ -20 ~ +80 องศาเซลเซียส นอกขอบเขตปรกติ -40 ~ -20 องศาเซลเซียส และ +80 ~ +85 องศาเซลเซียส อุณหภูมิในการเก็บรักษา -40 ~ +85 องศาเซลเซียส
น้ำหนัก	น้อยกว่า 3 กรัม
ความชื้น	อ้างอิง MSL Level 3
ไฟฟ้าสถิตย์(ESD)	สามารถทนต่อไฟฟ้าสถิตย์ที่น้อยกว่า 2 KV
ขนาด	24 x 24 x 2.5 mm
ตัวถัง	เป็น SMD มีขาบัดกรีรอบตัวถัง
แรงดันไฟฟ้า	3.2 ~ 4.5 โวลท์ (ปรกติ 3.6 โวลท์)
ความสิ้นเปลืองพลังงาน	Off mode: 35 uA Minimum standby mode: 1.25mA (ที่ DRX 5) Communication mode: GSM = 220mA DCS = 160mA
ย่านความถี่	GSM850, EGSM900, DCS1800, PCS1900
Voice codec	Half rate, Full rate, Enhace full rate, Adaptive multirate
GSM class	Small MS
กำลังส่ง	Class 4 (2W) for GSM850/EGSM900 Class 1 (1W) for DCS1800/PCD1900
SIM card	รองรับ SIM ชนิด 3V และ 1.8V
ช่องสัญญาณ PWM	สามารถใช้ต่อกับ LED, Vibrator หรือ Buzzer – ต้องมีวงจรบัฟเฟอร์
ช่องสัญญาณเสียง	สามารถต่อไมโครโฟนและหูฟังได้โดยตรง
ช่องสัญญาณ UART	รองรับความเร็ว 115200 baud และสนับสนุน Auto baud rate
Multiplexing	สนับสนุนการทำ software multiplexing ระหว่าง data กับ command บน UART
Data service	CSD, GPRS, FAX
บริการเสริม	Caller Line Identification, Call Waiting, Call Hold, Call Forwarding, Multiparty, Call Barring, Advice of Charge, USSD, CPHS
I/O	5 GPIO, 1 ADC
GSM Release	Rel. 99
GPRS	SMG 31bis, Multislot class 10, Class B terminal, PBCCH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ตำแหน่งขาและการใช้งาน

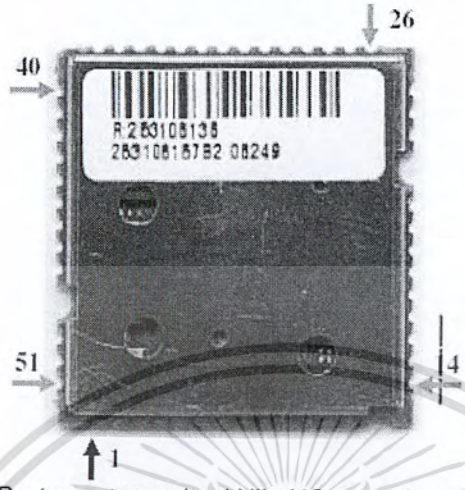


Figure 2: Postage stamp sized HiLoNC 51 pads out front side

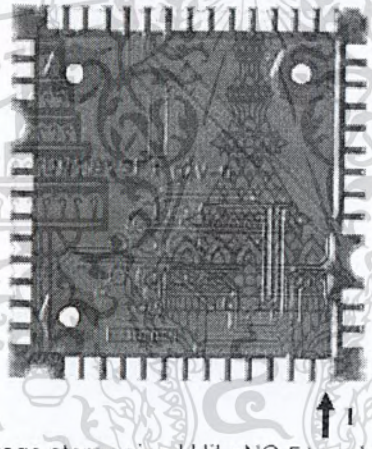


Figure 3: Postage stamp sized HiLoNC 51 pads out back side

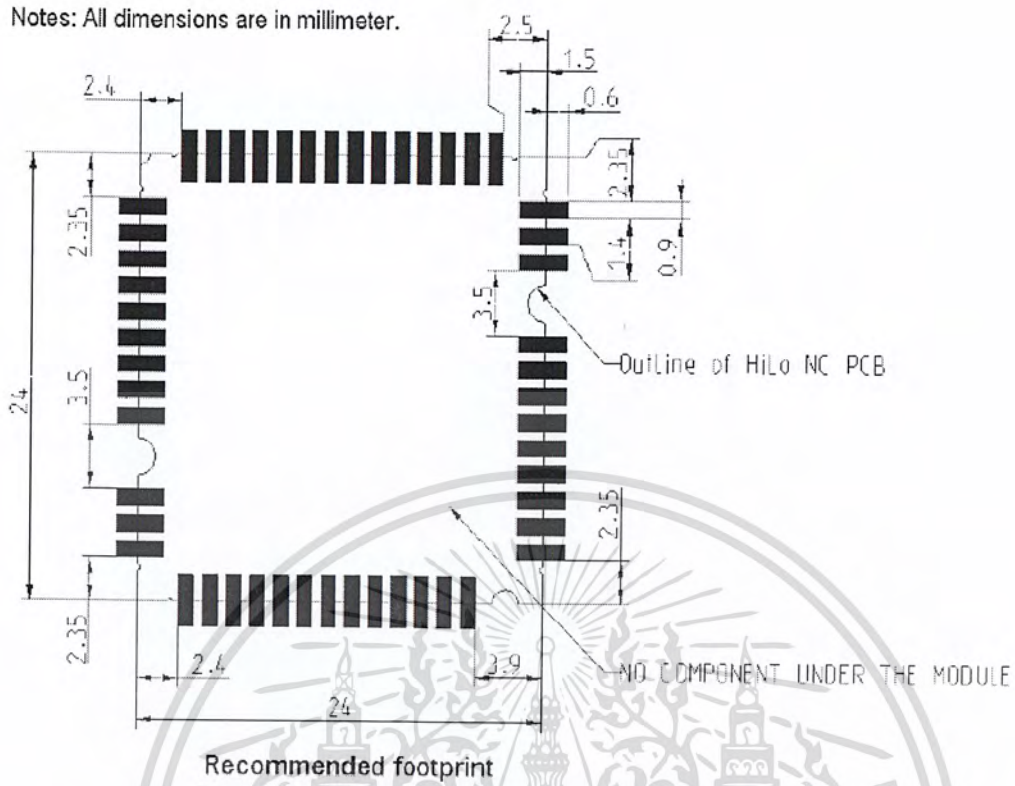
รูปที่ 37 ตำแหน่งขาบนโมดูล

Pad N°	Pad name	IO Type	Description
1	INTMIC_P	Analog input	Differential input from microphone
2	AUX_ADC0	Analog input	Analog input to digital converter
3	GND	Ground	GND
4	VGPIO	Power supply output	+2.8V power supply output
5	VBACKUP	Power supply input/output	power supply for RTC backup
6	PWM0	Digital output	buffer DC PWM 0
7	RESET	Digital input	buffer Module Reset
8	TDI	Digital input	buffer JTAG purpose
9	TDO	Digitak output	buffer JTAG purpose
10	TMS	Digital bi-directional	buffer JTAG purpose
11	TRST	Digital bi-directional	buffer JTAG purpose
12	TCK	Digital bi-directional	buffer JTAG purpose
13	RTCK	Digital bi-directional	buffer JTAG purpose
14	GPIO2	Digital bi-directional	buffer General purpose input/output 2
15	GPIO1	Digital bi-directional	buffer General purpose

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

			input/output 1
16	SPI_IN	Digital bi-directional	buffer SPI data input
17	SPI_OUT	Digital output	buffer SPI data output
18	SPI_SEL	Digital bi-directional	buffer SPI chip select output
19	SPI_IRQ	Digital input	buffer SPI interrupt request input
20	SPI_CLK	Digital bi-directional	buffer SPI clock output
21	GND	Ground	GND
22	JTAG1	Digital bi-directional	buffer JTAG configuration
23	JTAG2	Digital bi-directional	buffer JTAG configuration
24	TEST	Digital bi-directional	buffer JTAG configuration
25	GPIO4	Digital bi-directional	buffer General purpose input/output 4
26	GPIO3	Digital bi-directional	buffer General purpose input/output 3
27	GND_RF	Ground	RF Ground
28	RF	Antenna	RF signal
29	GND_RF	Ground	RF Ground
30	VBAT	Power supply input +3.7 V	power supply (nominal)
31	VBAT	Power supply input +3.7 V	power supply (nominal)
32	GPIO5	Digital bi-directional	buffer General purpose input/output 5
33	UART_DSR	Digital output	buffer UART data set ready
34	UART_DCD	Digital output	buffer UART data carrier detect
35	UART_RI	Digital output	buffer UART ring indicator
36	UART_DTR	Digital input	buffer UART data terminal ready
37	UART_RTS	Digital input	buffer UART request to send
38	UART_RX	Digital input	buffer UART receive
39	UART_TX	Digital output	buffer UART transmit
40	UART_CTS	Digital output	buffer UART clear to send
41	POK_IN	Digital input	Module power on signal
42	PWM2	Digital output	buffer Buzzer PWM
43	PWM1	Digital output	buffer DC PWM 1
44	SIM_CLK	Digital output	buffer SIM clock
45	SIM_RST	Digital output	buffer SIM reset
46	SIM_DATA	Digital	bi-directional buffer SIM data
47	VSIM	Power supply output	SIM power supply
48	VBAT	Power supply input +3.7V	battery power supply (nominal)
49	GND	Ground	GND
50	HSET_OUT_P	Analog output	Differential output to earphone 32 ohms
51	HSET_OUT_N	Analog output	Differential output to earphone

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



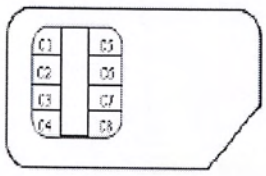
รูปที่ 38 ขนาดฟุทปริ้นที่แนะนำ

Parameter	Name	Min	Typ	Max
VBAT period (ms)	VbatTe [1]	4.614	4.615	DC
VBAT low duration (us)	VbatTi [1]	550	-	VBAT period
VBAT rise time (us)	VbatTr [1]	0	-	-
VBAT fall time (us)	VbatTf [1]	0	-	-
VBAT maximum voltage (V)	VbatMax [1]	-	-	4.5
VBAT minimum voltage (V)	VbatMin [1]	3.2	-	-
VBAT drop voltage (mV)	DeltaVbat [1]	-	-	300 [4]
Transient voltage (V)		2.9	-	-
Noise level (Vrms)@100KHz-1MHz		-	-	50mV

3) การต่อไฟเลี้ยง

รูปที่ 39 ข้อมูลเกี่ยวกับแรงดันไฟเลี้ยง

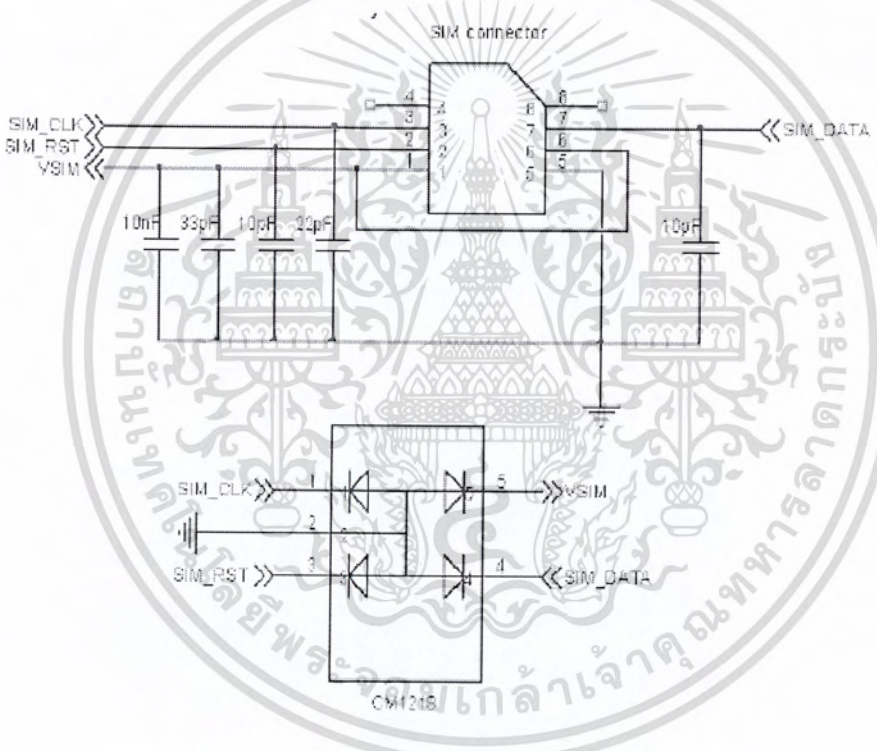
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Names	Assignment	Names	Assignment
C1	VCC	C5	GND
C2	RST	C6	VPP
C3	CLK	C7	I/O
C4	NA	C8	NA

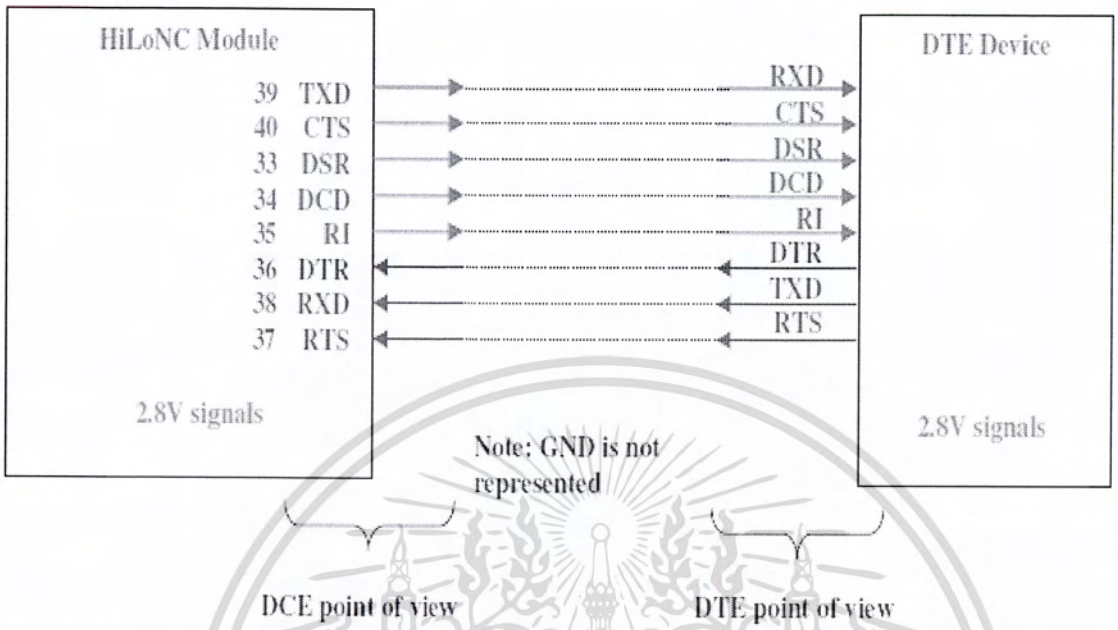
4) การต่อ SIM card

รูปที่ 40 ตำแหน่งขาของ SIM card



รูปที่ 41 การต่อ SIM card และวงจรป้องกัน ESD

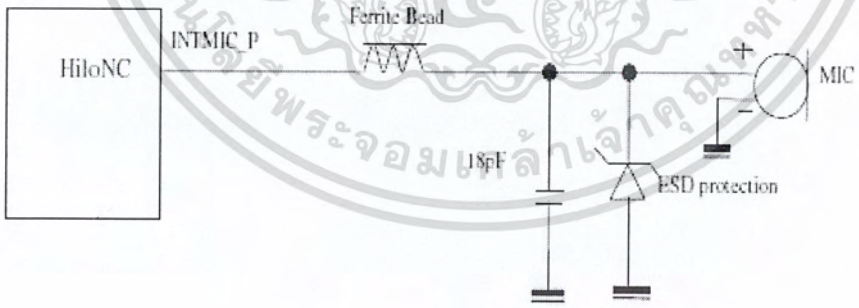
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



5) การต่อช่องสื่อสาร UART

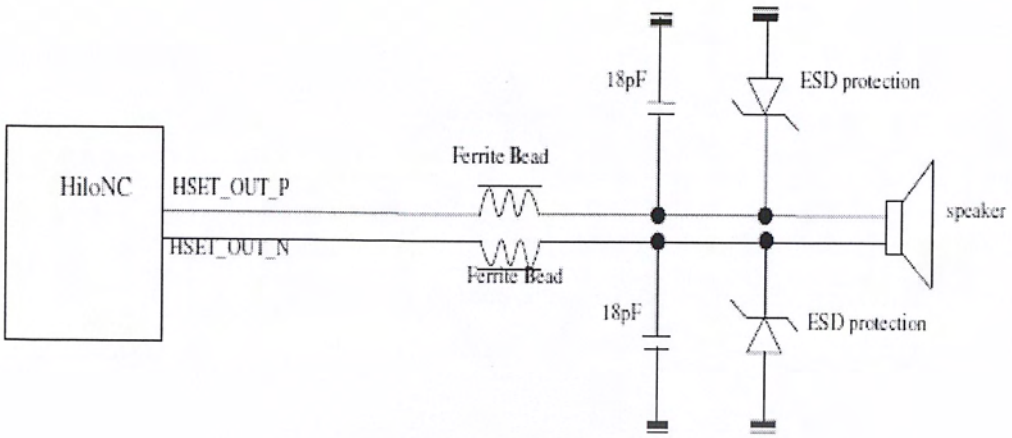
รูปที่ 42 การต่อ UART

6) การต่อสัญญาณเสียงเข้า-ออก



รูปที่ 43 การต่อไมโครโฟน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 44 การต่อลำโพง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FAQ

1) ไม่สามารถติดต่อ GSM module ได้

   1.1 ตรวจสอบว่าโมดูล Power ON หรือยังโดยวัดสัญญาณที่ขา VGIO จะต้องมีไฟออก 2.8 โวลท์ หากไม่ปรากฏให้ตรวจสอบขา POK ว่าจะต้องต่อลงกราวน์ค้างไว้ไม่ต่ำกว่า 2 วินาที

   1.2 ตรวจสอบ MAX232 โดยวัดไฟขา 2 จะได้ประมาณ 5 โวลท์ และขา 6 จะต้องได้ประมาณ -5 โวลท์

2) ไม่สามารถติดต่อเข้าเครื่อข่าย GSM ได้

   2.1 ตรวจสอบสายอากาศว่าต่อไว้ถูกต้องหรือไม่

   2.2 ตรวจสอบ SIM card ด้วยคำสั่ง AT+CPIN?<enter>

   2.3 ตรวจสอบ Network Registration โดยคำสั่ง AT+CREG?<enter>

   2.2 ตรวจสอบ Frequency Band โดยคำสั่ง AT*PSRDBS?<enter>

3) ไม่สามารถรับ-ส่ง GPRS ได้

   2.1 ตรวจสอบว่า Network รองรับ GPRS หรือไม่ด้วย AT+CGREG?<enter>

   2.2 พยายามเชื่อมต่อเข้า Network ด้วย AT+CGATT=1<enter>

   2.3 ตรวจสอบ Flow Control ว่า Enable ด้วย AT&K3 ไว้หรือยัง

4) การใช้ USSD ตรวจสอบยอดเงินมือถือ

   4.1 ใช้คำสั่ง AT*PSCHRU ในการเปิดการแสดงข้อความอัตโนมัติของ +CUSD

   4.2ใช้คำสั่ง AT+CUSD ในการส่งคำสั่งขอดูมูลค่าเงิน เช่น AT+CUSD=1,"*123"<enter>

5) การใช้ SMS ภาษาไทย

   5.1 ตั้งค่า SMS coding เป็น UCS2 ด้วยคำสั่ง AT+CSMP? <enter> แล้วใช้คำสั่งเดิมบันทึก parameterกลับไปใหม่โดยใช้ parameter เดิมยกเว้นตัวที่สี่หรือ dcs เปลี่ยนเป็นหมายเลข 10

   5.2 ตั้งค่าการเข้าระหัส string เป็น Unicode โดย AT+CSCS="UCS2" <enter>

   5.3 Parameter ทุกตัวที่เป็น string จะต้อง/ถูกเข้า ระหัสเป็นunicode โดยหนึ่งตัวอักษรหรืออัขระจะถูกแสดงด้วยระหัสแบบฐานสิบหกจำนวนสี่ตัอักษร เช่น 0E01 จะหมายถึงอักษร ก.ไก่ สองหลักแรกจากซ้ายคือระหัสอักระ หากเป็น 00 จะหมายถึงภาษาอังกฤษ หรือหากเป็น 0E ก็จะเป็นภาษาไทย ตารางภาษาไทยจะอยู่ใน APPLICATION NOTE/U0E00.pdf ใน CD ส่วนภาษาอังกฤษสามารถอิงจาก ASCII table ได้

6) สามารถใช้ GPRS ระหว่าง GSM Module กับ GSM Module ได้หรือไม่

   โดยปรกติ TCP/IP network ของแต่ละ Operator จะถูกติดตั้งหลัง Router และ Firewall โดยจำกัดสิทธิ์ในเรื่องของการกำหนด IP Address เป็น Dynamic และการ Routing จำกัดไปที่ Public IP Address เท่านั้น ดังนั้นจึงไม่สามารถใช้ GPRS ติดต่อระหว่าง GSM Module ด้วยกันได้

7) การใช้ Cell Broadcast Message แสดง Location

   7.1 ใช้คำสั่ง AT*PSCHRU เปิดการแสดงข้อความอัตโนมัติของ +CBM

   7.2 ใช้คำสั่ง AT+CSCB ในการเปิดการรับ Cell Broadcast Message (หมายเลข mids ให้ตรวจสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับ operator แต่โดยปรกติจะเป็นหมายเลข 50

8) LED แสดง Network status ไม่ติด

ใช้คำสั่ง AT+KSYNC=2,1<enter>

หากท่านมีข้อสงสัยหรือต้องการข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อ

บริษัท อิเลคทรอนิคส์ ซอร์ส จำกัด
เลขที่ 7/129 อาคาร เซนทรัลพลาซ่า ปิ่นเกล้า
ชั้น 17 ห้อง 1702
ถนน บรมราชชนนี
เขตบางกอกน้อย
กรุงเทพ 10700
โทร 028849210 หรือ 028849249-50
แฟกซ์ 028849214
หรือทางเว็บไซท์ www.es.co.th

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GPS Engine Board

EM-408

Globalsat Technology Corporation
16F., No. 186, Jian-Yi Road, Chung-Ho City, Taipei Hsien 235, Taiwan
Tel: 886-2-8226-3799/ Fax: 886-2-8226-3899
service@globalsat.com.tw
www.globalsat.com.tw

USGlobalSat, Inc.
14740 Yorba Court, Chino, CA 91710
Tel: 909.597.8525 / Fax: 909.597.8532
oem@usglobalsat.com
www.usglobalsat.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Product Information

- Product Part I.D. **EM-408**
- Product Description

The EM-408 GPS engine board is low cost but maintains high reliability and accuracy making it an ideal choice for integration with OEM/ODM systems. The EM-408 features an integrated patch antenna for complete implementation.

- Product Features

✓ SiRF Star III high performance GPS chipset
✓ Very high sensitivity (Tracking Sensitivity: -159dBm)
✓ Extremely fast TTFF (Time To First Fix) at low signal levels
✓ Supports the NMEA 0183 data protocol
✓ Built-in SuperCap to maintain system data for rapid satellite acquisition
✓ Built-in patch antenna
✓ Foliage Lock for weak signal tracking
✓ Compact in size
✓ All-in-view 20-channel parallel processing
✓ Superior urban canyon performance
✓ WAAS / EGNOS support
✓ RoHS compliant

- Product Specifications

GPS Receiver	
Chipset	SiRF Star III/LP Single
Frequency	L1, 1575.42 MHz
Code	1.023 MHz chip rate
Protocol	Electrical Level: TTL level, Output Voltage Level: 0V~2.85V Baud Rate: 4800 bps ~ 57,600bps (adjustable) Output Message: NMEA 0183 GGA, GSA, GSV, RMC (VTG, GLL optional)
Channels	20

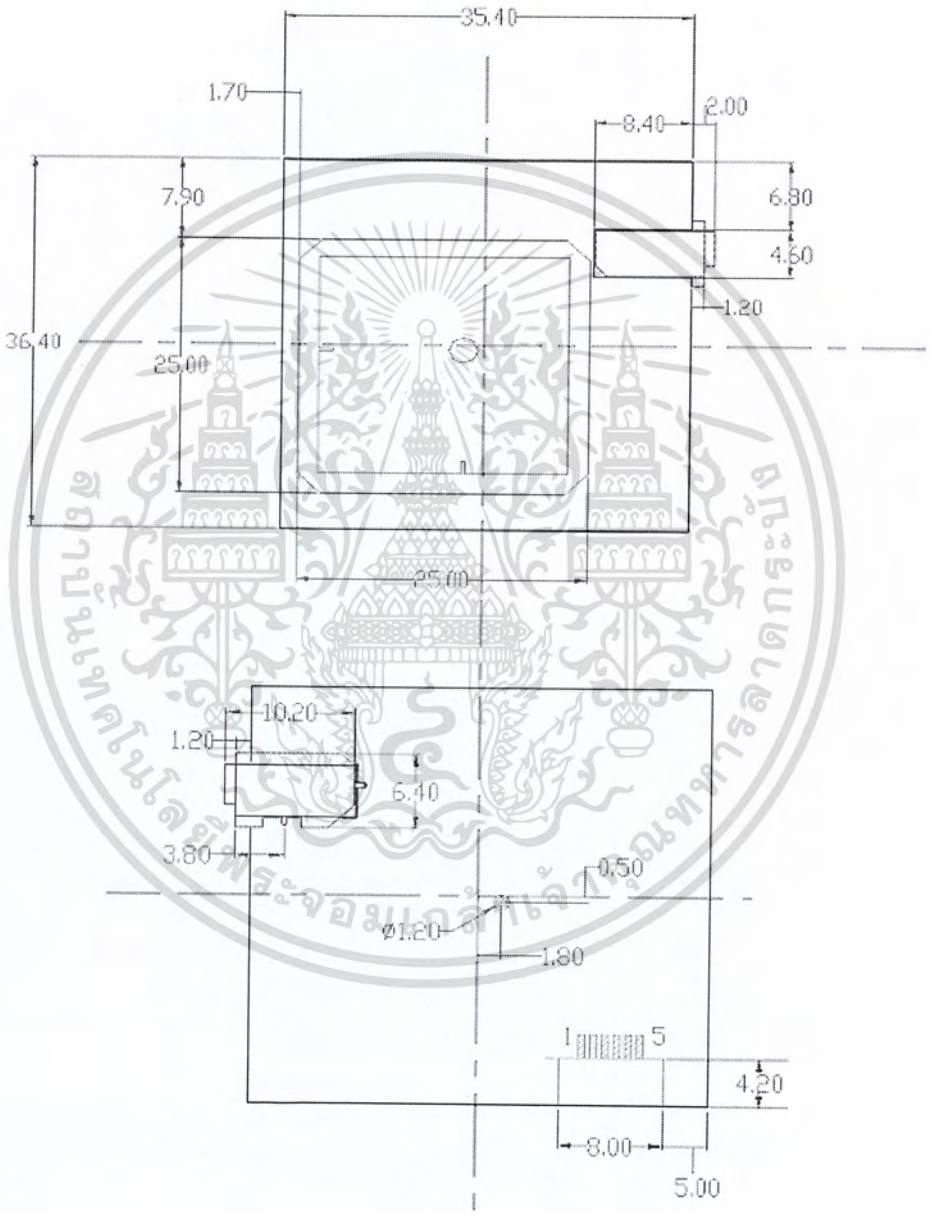
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sensitivity	-159dBm
Cold Start	42 seconds average
Warm Start	38 seconds average
Hot Start	8 second average
Reacquisition	0.1 second average
Accuracy	Position: 10 meters, 2D RMS 5 meters, 2D RMS, WAAS enabled Velocity: 0.1 ms Time: 1μs synchronized to GPS time
Maximum Altitude	18,000 meters (60,000 feet) max
Maximum Velocity	515 meter/second (1000 knots) max
Maximum Acceleration	4G
Datum	WGS-84
Jerk Limit	20m/sec **3
Physical Characteristics	
Dimensions	1.4" x 1.4" x 0.3" (36.4 x 35.4 x 8.3mm)
DC Characteristics	
Power Supply	3.3V DC Input
Power Consumption	44mA (Continuous Mode) 25mA (Trickle Power Mode)
Environmental Range	
Humidity Range	5% to 95% non-condensing
Operation Temperature	-40F to +185F (-40C to 85C)

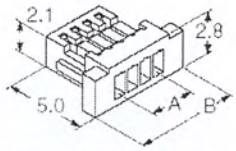
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Technical Information

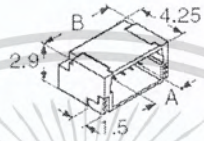
■ Physical Characteristics



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

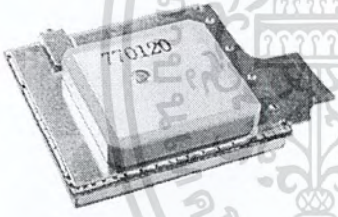


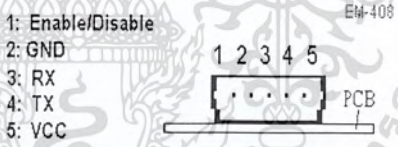
Female Cable Connector
Digi-Key Part No: 455-1380-ND



Male PCB Header
Digi-Key Part No: 455-1805-1-ND

■ Pin Assignment





■ Pin Explanation

ENABLE/DISABLE: On / Off

VCC: (DC power input) This is the main DC supply for a 3.3V power module board.

TX: This is the main transmit channel for outputting navigation and measurement data to user's navigation software or user-written software.

RX: This is the main receive channel for receiving software commands to the engine board from SiRfDemo software or from user-written software. (NOTE*:* When not in use this pin must be kept "**HIGH**" for operation. From Vcc connect a 470 Ohm resistor in series with a 3.2v Zener diode to Ground. Then, connect the Rx input to Zener's cathode to pull the input "**HIGH**".)

GND: GND provides the ground for the engine boards. Be sure to connect all grounds.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

■ Mounting

Recommended mounting methods:

a. Use industrial grade double-sided foam tape. Place it on the bottom side of the engine board.

b. A recessed cavity in your housing design with a foam pad to eliminate shifting or movement.

c. Use provided mounting holes on the GPS engine board PCB.

3. Software Commands

■ NMEA Output Command

GGA-Global Positioning System Fixed Data

Table B-2 contains the values for the following example:

$GPGGA,161229.487,3723.2475,N,12158.3416,W,1,07,1.0,9.0,M,,,,0000*18

Table B-2 GGA Data Format

Name	Example	Units	Description
Message ID	$GPGGA		GGA protocol header
UTC Time	161229.487		hhmmss.sss
Latitude	3723.2475		ddmm.mmmm
N/S Indicator	N		N=north or S=south
Longitude	12158.3416		dddmm.mmmm
E/W Indicator	W		E=east or W=west
Position Fix Indicator	1		See Table B-3
Satellites Used	07		Range 0 to 12
HDOP	1.0		Horizontal Dilution of Precision
MSL Altitude[1]	9.0	meters	
Units	M	meters	
Geoid Separation[1]		meters	
Units	M	meters	
Age of Diff. Corr.		second	Null fields when DGPS is not used
Diff. Ref. Station ID	0000		
Checksum	*18		
<CR><LF>			End of message termination

SiRF Technology Inc. does not support geoid corrections. Values are WGS84 ellipsoid heights.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table B-3 Position Fix Indicator

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

GLL-Geographic Position-Latitude/Longitude

Table B-4 contains the values for the following example:
$GPGLL,3723.2475,N,12158.3416,W,161229.487,A*2C

Table B-4 GLL Data Format

Name	Example	Units	Description
Message ID	$GPGLL		GLL protocol header
Latitude	3723.2475		ddmm.mmmm
N/S Indicator	n		N=north or S=south
Longitude	12158.3416		dddmm.mmmm
E/W Indicator	W		E=east or W=west
UTC Position	161229.487		hhmmss.sss
Status	A		A=data valid or V=data not valid
Checksum	*2C		
<CR><LF>			End of message termination

GSA-GNSS DOP and Active Satellites

Table B-5 contains the values for the following example:
$GPGSA,A,3,07,02,26,27,09,04,15,,,,,1.8,1.0,1.5*33

Table B-5 GSA Data Format

Name	Example	Units	Description
Message ID	$GPGSA		GSA protocol header
Mode1	A		See Table B-6
Mode2	3		See Table B-7
Satellite Used[1]	07		Sv on Channel 1
Satellite Used[1]	02		Sv on Channel 2
.			
Satellite Used[1]			Sv on Channel 12
PDOP	1.8		Position dilution of Precision
HDOP	1.0		Horizontal dilution of Precision

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

VDOP	1.5		Vertical dilution of Precision
Checksum	*33		
<CR><LF>			End of message termination

1. Satellite used in solution.

Table B-6 Mode1

Value	Description
M	Manual-forced to operate in 2D or 3D mode
A	2D automatic-allowed to automatically switch 2D/3D

Table B-7 Mode 2

Value	Description
1	Fix Not Available
2	2D
3	3D

GSV-GNSS Satellites in View

Table B-8 contains the values for the following example:

$GPGSV,2,1,07,07,79,048,42,02,51,062,43,26,36,256,42,27,27,138,42*71

$GPGSV,2,2,07,09,23,313,42,04,19,159,41,15,12,041,42*41

Table B-8 GSV Data Format

Name	Example	Units	Description
Message ID	$GPGSV		GSV protocol header
Number of Messages[1]	2		Range 1 to 3
Message Number[1]	1		Range 1 to 3
Satellites in View	07		
Satellite ID	07		Channel 1(Range 1 to 32)
Elevation	79	degrees	Channel 1(Maximum90)
Azimuth	048	degrees	Channel 1(True, Range 0 to 35
SNR(C/No)	42	dBHz	Range 0 to 99,null when not tra
.....			.....
Satellite ID	27		Channel 4 (Range 1 to 32)
Elevation	27	Degrees	Channel 4(Maximum90)
Azimuth	138	Degrees	Channel 4(True, Range 0 to 35
SNR(C/No)	42	dBHz	Range 0 to 99,null when not tra
Checksum	*71		
<CR><LF>			End of message termination

Depending on the number of satellites tracked multiple messages of GSV data may be required.

RMC-Recommended Minimum Specific GNSS Data

Table B-9 contains the values for the following example:

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$GPRMC,161229.487,A,3723.2475,N,12158.3416,W,0.13,309.62,120598,,*10

Table B-9 RMC Data Format

Name	Example	Units	Description
Message ID	$GPRMC		RMC protocol header
UTC Time	161229.487		hhmmss.sss
Status	A		A=data valid or V=data not valid
Latitude	3723.2475		ddmm.mmmm
N/S Indicator	N		N=north or S=south
Longitude	12158.3416		dddmm.mmmm
E/W Indicator	W		E=east or W=west
Speed Over Ground	0.13	knots	
Course Over Ground	309.62	degrees	True
Date	120598		ddmmyy
Magnetic Variation[2]		degrees	E=east or W=west
Checksum	*10		
<CR><LF>			End of message termination

SiRF Technology Inc. does not support magnetic declination. All "course over ground" data are Geodetic WGS48 directions.

VTG-Course Over Ground and Ground Speed

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

Table B-9 VTG Data Format

Name	Example	Units	Description
Message ID	$GPVTG		VTG protocol header
Course	309.62	degrees	Measured heading
Reference	T		True
Course		degrees	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		Kilometers per hour
Checksum	*6E		
<CR><LF>			End of message termination

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

■ **NMEA Input Command**

A.) Set Serial Port ID:100 Set PORTA parameters and protocol

This command message is used to set the protocol (SiRF Binary, NMEA, or USER1) and/or the communication parameters (baud, data bits, stop bits, parity). Generally, this command is utilize to switch the GPS module back to SiRF Binary protocol mode, where an extensive message commands are readily available. In example, whenever users are interested in altering navigation parameters, a valid message sent and is receive by the recipient module, the new parameters will be stored in battery backed SRAM and then the receiver will restart using the saved parameters.

Format:
$PSRF100,<protocol>,<baud>,<DataBits>,<StopBits>,<Parity>*CKSUM
<CR><LF>

<protocol>	0=SiRF Binary, 1=NMEA, 4=USER1
<baud>	1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400
<DataBits>	8,7. Note that SiRF protocol is only valid f8 Data bits
<StopBits>	0,1
<Parity>	0=None, 1=Odd, 2=Even

Example 1: Switch to SiRF Binary protocol at 9600,8,N,1
$PSRF100,0,9600,8,1,0*0C<CR><LF>
Example 2: Switch to User1 protocol at 38400,8,N,1
$PSRF100,4,38400,8,1,0*38<CR><LF>

**Checksum Field: The absolute value calculated by exclusive-OR the 8 data bits of each character in the Sentence, between, but, excluding "$" and "*". The hexadecimal value of the most significant and least significant 4 bits of the result are converted to two ASCII characters (0-9,A-F) for transmission. First, the most significant character is transmitted.
**<CR><LF> : Hex 0D 0A

B.) Navigation initialization ID:101 Parameters required for start

This command is used to initialize the GPS module for a "Warm" start, by providing real-time position (in X, Y, Z coordinates), clock offset, and time. This action enables the GPS receiver to search for the necessary satellite signals at the correct signal parameters. The newly acquired and stored satellite data will enable the receiver to acquire signals more quickly, and thus, generate a rapid navigational solution.

When a valid Navigation Initialization command is receive, the receiver will restart using the input parameters as a basis for satellite selection and acquisition.

Format
$PSRF101,<X>,<Y>,<Z>,<ClkOffset>,<TimeOfWeek>,<WeekNo>,<chnlCount>,<ResetCfg>
*CKSUM<CR><LF>

<X>	X coordinate position INT32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<Y>	Y coordinate position INT32
<Z>	Z coordinate position INT32
<ClkOffset>	Clock offset of the receiver in Hz, Use 0 for last saved value if available. If this is unavailable, a default value of 75000 for GSP1, 95000 for GSP 1/LX is used. INT32
<TimeOf Week>	GPS Time Of Week UINT32
<WeekNo>	GPS Week Number UINT16 Week No and Time Of Week calculation from UTC time
<chnlCount>	Number of channels to use.1-12. If your CPU throughput is not high enough, you could decrease needed throughput by reducing the number of active channels UBYTE
<ResetCfg>	bit mask 0×01=Data Valid warm/hotstarts=1 0×02=clear ephemeris warm start=1 0×04=clear memory. Cold start=1 UBYTE

Example: Start using known position and time.
$PSRF101,-2686700,-4304200,3851624,96000,497260,921,12,3*7F

C.) Set DGPS Port ID:102 Set PORT B parameters for DGPS input

This command is used to control Serial Port B, an input serial only port used to receive RTCM differential corrections. Differential receivers may output corrections using different communication parameters. The default communication parameters for PORT B are set for 9600 Baud, 8data bits, 0 stop bits, and no parity. If a DGPS receiver is used which has different communication parameters, use this command to allow the receiver decode data correctly. When a valid message is received, the parameters are stored in a battery backed SRAM. Resulting, GPS receiver using the saved Parameters for restart.

Format:
$PSRF102,<Baud>,<DataBits>,<StopBits>,<Parity>*CKSUM<CR><LF>

<baud>	1200,2400,4800,9600,19200,38400
<DataBits>	8
<StopBits>	0,1
<Parity>	0=None,Odd=1,Even=2

Example: Set DGPS Port to be 9600,8,N,1
$PSRF102,9600,8,1.0*12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

D.) Query/Rate Control ID:103 Query standard NMEA message and/or set output rate

This command is used to control standard NMEA data output messages: GGA, GLL, GSA, GSV, RMC, and VTG. Using this command message, standard NMEA message is polled once, or setup for periodic output. In addition, checksums may also be enable or disable contingent on receiving program requirements. NMEA message settings are stored in a battery-backed memory for each entry when the message is accepted.

Format:
$PSRF103,<msg>,<mode>,<rate>,<cksumEnable>*CKSUM<CR><LF>

<msg>	0=GGA,1=GLL,2=GSA,3=GSV,4=RMC,5=VTG
<mode>	0=SetRate,1=Query
<rate>	Output every <rate>seconds, off=0,max=255
<cksumEnable>	0=disable Checksum,1=Enable checksum for specified message

Example 1: Query the GGA message with checksum enabled
$PSRF103,00,01,00,01*25

Example 2: Enable VTG message for a 1Hz constant output with checksum enabled
$PSRF103,05,00,01,01*20

Example 3: Disable VTG message
$PSRF103,05,00,00,01*21

E.) LLA Navigation initialization ID:104 Parameters required to start using Lat/Lon/Alt

This command is used to initialize the GPS module for a "Warm" start, providing real-time position (Latitude, Longitude, Altitude coordinates), clock offset, and time. This action enables the GPS receiver to search for the necessary satellite signals at the correct signal parameters. The newly acquired and stored satellite data will enable the receiver to acquire signals more quickly, and thus, generate a rapid navigational solution.

When a valid LLA Navigation Initialization command is receive, then the receiver will restart using the input parameters as a basis for satellite selection and acquisition.

Format:
$PSRF104,<Lat>,<Lon>,<Alt>,<ClkOffset>,<TimeOfWeek>,<WeekNo>,
<ChannelCount>, <ResetCfg>*CKSUM<CR><LF>

<Lat>	Latitude position, assumed positive north of equator and negative south of equator float, possibly signed
<Lon>	Longitude position, it is assumed positive east of Greenwich and negative west of Greenwich Float, possibly signed
<Alt>	Altitude position float, possibly signed

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<ClkOffset>	Clock Offset of the receiver in Hz, use 0 for last saved value if available.
	If this is unavailable, a default value of 75000 for GSP1, 95000 for GSP1/LX is used.
	INT32
<TimeOfWeek>	GPS Time Of Week
	UINT32
<WeekNo>	GPS Week Number
	UINT16
<ChannelCount>	Number of channels to use. 1-12
	UBYTE
<ResetCfg>	bit mask
	0×01=Data Valid warm/hot starts=1
	0×02=clear ephemeris warm start=1
	0×04=clear memory. Cold start=1
	UBYTE

Example: Start using known position and time.
$PSRF104,37.3875111,-121.97232,0,96000,237759,922,12,3*37

F.) Development Data On/Off ID:105 Switch Development Data Messages On/Off

Use this command to enable development debug information if you are having trouble in attaining commands accepted. Invalid commands will generate debug information that should enable the user to determine the source of the command rejection. Common input rejection problems are associated to invalid checksum or parameter out of specified range. Note, this setting is not preserved across a module reset.

Format: $PSRF105,<debug>*CKSUM<CR><LF>

<debug>	0=Off,1=On
Example: Debug On	$PSRF105,1*3E
Example: Debug Off	$PSRF105,0*3F

G). Select Datum ID:106 Selection of datum to be used for coordinate transformations

GPS receivers perform initial position and velocity calculations using an earth-centered earth-fixed (ECEF) coordinate system. Results may be converted to an earth model (geoid) defined by the selected datum. The default datum is WGS 84 (World Geodetic System 1984) which provides a worldwide common grid system that may be translated into local coordinate systems or map Datum. (Local map Datum are a best fit to the local shape of the earth and not valid worldwide.)

Examples:
Datum select TOKYO_MEAN
$PSRF106,178*32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Name	Example	Units	Description
Message ID	$PSRF106		PSRF106 protocol header
Datum	178		21= WGS84 178= Tokyo_Mean 179= Tokyo_Japan 180= Tokyo_Korea 181= Tpkyo_Okinawa
Checksum	*32		
<CR><LF>			End of message termination

* * *

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้