สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การติดตามรถยนต์ด้วยจีพีเอส

GPS Car Tracking

โดย

นายกิตติรัฐ คำอินทร์

นายชัยทัศน์ อินถา

มค.
กศ.บ.
ก.ก.

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....83082
วัน,เดือน,ปี.....5 ส.ค. 2551

b.....11964121.....
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GPS Car Tracking

By

MR. KITTIRAT KHAM-IN

MR. CHAITHAT INTHA

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFIILMENT OF

THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR IN DEPARTMENT OF INFORMATION ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2007

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การติดตามรถยนต์ด้วยจีพีเอส
	GPS Car Tracking
ชื่อนักศึกษา	นายกิตติรัฐ คำอินทร์ รหัสประจำตัว 47012090
	นายชัยทัศน์ อินถา รหัสประจำตัว 47012094
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ. อุทัย ศรีธีระวิโรจน์
	ผศ.ดร. สมเกียรติ อุดมหรรษากุล
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
	สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ
ภาควิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2550

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับความเห็นชอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาเป็นที่เรียบร้อยแล้ว

( )

ผศ. อุทัย ศรีธีระวิโรจน์

อาจารย์ที่ปรึกษา

( )

ผศ. ดร. สมเกียรติ อุดมหรรษากุล

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การติดตามรถยนต์ด้วยจีพีเอส
ชื่อนักศึกษา	นายกิตติรัฐ คำอินทร์ รหัสประจำตัว 47012090
	นายชัยทัศน์ อินถา รหัสประจำตัว 47012094
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.อุทัย ศรีธีระวิโรจน์
	ผศ.ดร.สมเกียรติ อุดมหรรษากุล
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตร์
	สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ
ภาควิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2550

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นการประยุกต์ใช้งาน GPS (Grobal Position System) ซึ่งใช้ดาวเทียมบอกพิกัด (GPS) เพื่อวัตถุประสงค์ในการควบคุมและติดตามการเดินรถ โดยจะรายงานข้อมูลการใช้งานยานพาหนะ เช่น บอกพิกัดตำแหน่งของรถยนต์ โดยการแสดงตัวเลขในตำแหน่ง ละติจูด และลองติจูด เพื่อให้สามารถตรวจสอบพฤติกรรมการใช้งานรถได้ และส่งข้อมูลมายังศูนย์ควบคุมผ่าน SMS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	GPS Car Tracking	
Student	Mr. Kittirat Kham-in	ID. 47012090
	Mr. Chaithat Intha	ID. 47012094
Advisor	Asst. Prof. U-thai Sritheeravirojana	
	Asst. Prof. Dr. Somkait Udomhunsakul	
Graduate Level	Bachelor Degree of Information Engineering	
Department	Information Engineering	
Academic Year	2007	

ABSTRACT

This thesis present a GPS (Grobal Position System) application. The location data of vehicle is reported by GPS and send to controlling center for display current location. The behavior of driver is verified by location which display on computer at controlling center using SMS.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่ 1 บทนำ 1

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ 3

2.1 โครงสร้างของระบบจีพีเอส 5

2.1.1 ส่วนของกลุ่มดาวเทียม 5

2.1.2 ส่วนสถานีควบคุม 7

2.1.3 ส่วนของผู้ใช้ 8

2.2 การให้บริการจีพีเอส (GPS Service) 11

2.2.1 บริการบอกตำแหน่งแบบสมบูรณ์หรือ พีพีเอส 11
(PPS : Precisc Positioning Service)

2.2.2 บริการบอกตำแหน่งแบบมาตรฐานหรือ เอสพีเอส 12
(SPS : Standard Positioning Service)

2.3 Selective Availabillity (SA) 12

2.4 การทำงานของเครื่องรับ จีพีเอส 13

2.4.1 การเลือกดาวเทียม (Satellite Selection) 13

2.4.2 การรับสัญญาณดาวเทียม (Satellite Signal Acquisition) 13

2.5 ระบบพิกัดอ้างอิงของจีพีเอส 15

2.6 มาตรฐานเอ็นเอ็มอีเอ (NMEA) และโปรโตคอลที่ใช้ในการสื่อสารของจีพีเอส 20

2.6.1 มาตรฐานเอ็นเอ็มอีเอ (NMEA) 20

2.6.2 การอินเตอร์เฟสทางไฟฟ้า (Electrical Interface) 20

2.6.3 มาตรฐานเอ็นเอ็มอีเอ-0183 20

2.6.4 โปรโตคอลเอ็นเอ็มอีเอ-0183 21

2.6.5 ข้อมูลเอ็นเอ็มอีเอ (NMEA Message) 21

2.6.6 รายละเอียดภายในเรคอร์ดต่างๆ ของข้อมูลเอ็นเอ็มอีเอ 21

2.7 การสื่อสารข้อมูลอนุกรม 28

2.7.1 ความเร็วของการสื่อสารข้อมูลอนุกรม 28

2.7.2 รูปแบบของการส่งข้อมูลอนุกรม 29

2.8 มาตรฐานพอร์ตอนุกรมแบบอาร์เอส-232 (RS-232) 29

2.9 โค้ด (Code) 33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

2.10 หน่วยความจำ อีสแควพรอม (E^2PROM) แบบไอสแควซี(24XX) 35

2.10.1 คุณสมบัติของหน่วยความจำ อีสแควพรอม แบบไอสแควซี 35

2.10.2 การจัดขาสัญญาณของหน่วยความจำ 24XX 36

บทที่ 3 การคำนวณและการสร้าง 39

3.1 การออกแบบอุปกรณ์เก็บค่าพิกัดจากดาวเทียมจีพีเอส 39

3.1.1การจัดการสัญญาณจากโมดูลจีพีเอส 39

3.1.2 วงจรเชื่อมต่อสัญญาณมาตรฐานแบบอาร์เอส-232 40

3.1.3 วงจรส่งสัญญาณของหน่วยความจำอีสแควพรอม 40

3.2 ส่วนรับสัญญาณจากโมดูล จีพีเอส 41

3.2.1 ส่วนโมดูลจีพีเอส 41

3.2.2 วงจรการเชื่อมต่อจีพีเอสโมดูล 42

3.3 การทดสอบสัญญาณจากโมดูล จีพีเอส 43

3.4 วงจรไมโครคอนโทรเลอร์ 45

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 46

4.1 การตรวจสอบการทำงานของโมดูลจีพีเอส 46

4.2 การตรวจสอบการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ 47

4.3 ส่วนประกอบของชิ้นงาน 50

บทที่ 5 บทวิจารณ์และบทสรุป 54

5.1 สรุปผลการทดลอง 54

5.2 ปัญหาที่พบในการทดลอง 54

5.3 แนวทางพัฒนาต่อไป 54

หนังสืออ้างอิง

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ 1.1 แสดงดาวเทียม GPS 1
รูปที่ 2.1 การทำงานของระบบจีพีเอสอย่างง่าย 3
รูปที่ 2.2 แสดงจำนวนและวงโคจรของดาวเทียมจีพีเอส 6
รูปที่ 2.3 แสดงจำนวนและการโคจรของดาวเทียมจีพีเอสทั้ง 24 ดวง ใน Orbit Plane 6
รูปที่ 2.4 สัญญาณดาวเทียมจีพีเอส 6
รูปที่ 2.5 แสดงสถานีควบคุมภาคพื้นดินทั้ง 5 จุด 7
รูปที่ 2.6 แสดงภาพการแทรคดาวเทียมอย่างน้อย 4 ดวง 13
รูปที่ 2.7 Block Diagram อย่างง่ายของเครื่องรับจีพีเอส 14
รูปที่ 2.8 ระยะทางจากดาวเทียมมาถึงเครื่องรับจีพีเอส และ Clock Bias 14
รูปที่ 2.9 การหาความยาวของวายเมื่อทราบความยาวเอกซ์, แซด และค่ามุมต่างๆ 15
รูปที่ 2.10 การหาพิกัดในระบบจีพีเอส 15
รูปที่ 2.11 ทรงกลมจำลองที่สร้างล้อมรอบดาวเทียมรัศมี 22,000 กิโลเมตร 16
รูปที่ 2.12 การตัดกันของทรงกลมสองทรงกลม 16
รูปที่ 2.13 การตัดกันของทรงกลมสามทรงกลม 17
รูปที่ 2.14 จุดตัดกันของดาวเทียม เอ และ บี 18
รูปที่ 2.15 จุดตัดกันของดาวเทียม เอ และบี ในกรณีที่เกิดเวลาผิดพลาดไป 18
รูปที่ 2.16 จุดตัดกันของดาวเทียม เอ, บี, ซี ในกรณีที่เวลาผิดพลาดไป 18
รูปที่ 2.17 จุดตัดกันอย่างถูกต้องของดาวเทียม เอ, บี, ซี 19
รูปที่ 2.18 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกเข้ากับคอมพิวเตอร์แบบ Null Modem 32
รูปที่ 2.19 การต่ออุปกรณ์ภายนอกเข้ากับคอมพิวเตอร์แบบอาร์เอส-232 โดยสัญญาณเพียง 3 เส้น 32
รูปที่ 2.20 ตารางรหัส ASCII แทนตัวอักษร 34
รูปที่ 2.21 บล็อกไดอะแกรมของหน่วยความจำอีสแควพรอมตระกูล 24XX 35
รูปที่ 2.22 ขาสัญญาณโดยทั่วไปของไอซี 24XX 36
รูปที่ 2.23 รหัสคอนโทรไบต์ของ 24XX/32/64/128/256 ของไมโครชิพ 37
รูปที่ 3.1 โฟล์วชาร์ทของการจัดการสัญญาณจากโมดูลจีพีเอส 39
รูปที่ 3.2 วงจรเชื่อมต่อสัญญาณมาตรฐานแบบอาร์เอส-232 40
รูปที่ 3.3 วงจรหน่วยความจำอีสแควพรอม 41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ 3.4 GPS GM-82 module 42

รูปที่ 3.5 วงจรภายในGPS GM-82 module 42

รูปที่ 3.6 วงจร เชื่อมต่อ GPS Module 43

รูปที่ 3.7 วิธีการเปิดใช้โปรแกรม Hyper Terminal 44

รูปที่ 3.8 สัญญาณจีพีเอสที่ได้ออกมาโดยดูจากโปแกรม Hyper Terminal 44

รูปที่ 3.9 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ 45

รูปที่ 4.1 สัญญาณที่จีพีเอสส่งออกมาโดยดูจากโปรแกรมไฮเปอร์เทอร์มินอล 46

รูปที่ 4.2 เช็ควงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ 47

รูปที่ 4.3 ทดสอบโปรแกรมการส่งผ่านข้อมูลทีละไบต์ 48

รูปที่ 4.4 sms ที่ส่งมาจากคำสั่งในรูปที่ 4.6 โดยจะส่งคำว่า 1RM ตามที่กำหนดไว้ 49

รูปที่ 4.5 คำสั่ง AT-Command ส่ง sms 49

รูปที่ 4.6 ชิ้นงานภายใน 50

รูปที่ 4.7 ลักษณะหน้าจอโทรศัพท์เคลื่อนที่เมื่อมีการเรียกเข้าเพื่อขอดูพิกัด ณ ขณะนั้น 51

รูปที่ 4.8 ลักษณะหน้าจอโทรศัพท์เคลื่อนที่เมื่อได้รับ sms 51

รูปที่ 4.9 แสดงข้อมูลที่เก็บไว้ใน EEPROM 52

รูปที่ 4.10 โปรแกรมแผนที่แสดงเส้นทางการเดินรถเมื่อกดปุ่ม Read ที่ชิ้นงาน 53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ 2.1 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างระบบจีพีเอสและระบบกลอนนาส 4

ตารางที่ 2.2 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ดจีจีเอ 21

ตารางที่ 2.3 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ดจีแอลแอล 23

ตารางที่ 2.4 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ตจีเอสเอ 23

ตารางที่ 2.5 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ดจีเอสวี 24

ตารางที่ 2.6 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ดอาร์เอ็มซี 25

ตารางที่ 2.7 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ดวีทีจี 26

ตารางที่ 2.8 ตารางสรุปคุณสมบัติของ 6 เรคอร์ดหลักในข้อมูลเอ็นเอ็มอีเอ 27

ตารางที่ 2.9 การจัดขาของคอนเน็กเตอร์พอร์ตอนุกรมตามมาตรฐานอาร์เอส-232 ทั้งแบบ *DB-25*และ *DB-9* 30

ตารางที่ 2.10 คอนโทรไบต์ของหน่วยความจำแบบไอสแควซีบัสของไมโครชิพ 38

ตารางที่ 4.1 ตรวจสอบความแม่นยำของจีพีเอสเมื่อวางตำแหน่งเดิมเป็นเวลา 20 นาที 47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

นับตั้งแต่ยุคก่อนประวัติศาสตร์มนุษย์เราพยายามคิดค้นวิธีที่เชื่อถือได้ในการบอกตำแหน่งที่อยู่ เพื่อใช้นำทางไปยังสถานที่ที่พวกเขาประสงค์จะไปถึง มนุษย์ถ้ำเคยใช้ก้อนหินและกิ่งไม้ทำเครื่องหมายบนเส้นทางที่ใช้ล่าสัตว์ นักเดินเรือยุคแรกอาศัยการเดินเรือไปตามแนวชายฝั่ง เพื่อป้องกันการหลงทางในการแล่นเรือออกสู่มหาสมุทรครั้งแรก พวกเขาพบว่าสามารถเขียนจะเส้นทางการเดินเรือเพื่อนำทางในการอ้างอิงจากตำแหน่งของดวงดาวบนท้องฟ้า และต้องเป็นตอนกลางคืนที่ท้องฟ้าโปร่งด้วย แต่ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และความก้าวหน้าของเทคโนโลยีได้ทำให้เกิดระบบ GPS ขึ้น

รูปที่1.1 แสดงดาวเทียม GPS

โดยการวางระบบ GPS เพื่อใช้งานเริ่มต้นขึ้นเป็นครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ. 1978 โดยดาวเทียม GPS ใช้งานชุดแรกประกอบด้วยดาวเทียม 10 ดวง มีชื่อเรียกว่า Block I ผลิตขึ้นโดย Rockwell International Coporation ภายใต้การสนับสนุนของหน่วยงานด้านการทหารของสหรัฐอเมริกา โดยมุ่งเป้าไปที่การใช้งานด้านทหาร และความมั่นคงเป็นหลัก ต่อมาในช่วง ค.ศ. 1989 ถึง ค.ศ.1993 ระบบ GPS ถูกขยายออกจนมีดาวเทียมประจำการเพิ่มเป็น 23 ดวง จนกระทั่งในปี ค.ศ. 1994 ดาวเทียมดวงที่ 24 ได้ถูกส่งขึ้นสู่วงโคจรและทำให้ระบบดาวเทียม GPS พื้นฐานเต็มครบทั้งระบบได้ในที่สุด ปัจจุบันระบบ GPS ได้รับการพัฒนาอยู่อย่างต่อเนื่องเพื่อประโยชน์ในงานด้านอื่นๆ ที่นอกเหนือจากด้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทหารด้วย ในปัจจุบันได้มีการนำเอาระบบจีพีเอส (GPS : Global Positioning System) มาใช้งานอยู่ด้วยกันหลายด้าน เช่นงานที่เกี่ยงข้องกับการสำรวจ เช่น ภูมิศาสตร์, วิศวกรรมศาสตร์ สิ่งแวดล้อม, งานด้านการขนส่ง ซึ่งระบบจีพีเอสนี้ จากคลื่นวิทยุของโลก และวิธีการนี้สามารถให้ความถูกต้องได้อย่างเพียงพอในการบอกตำแหน่งบนโลก

ซึ่งในส่วนของโครงงานนี้ จะประกอบไปด้วยชุดอุปกรณ์ที่แบ่งออกเป็นสองส่วน โดยส่วนหนึ่งเป็นส่วนที่ติดอยู่บนพาหนะ มีความสามารถในการเก็บรายละเอียดต่างๆ ของการเดินทาง อาทิ เช่น เส้นทางการเดินรถ วันที่ เวลาในการเดินทาง ค่าพิกัดต่างๆ แล้วเก็บข้อมูลที่ได้ลงในหน่วยความจำที่สามารถเคลื่อนที่ได้สะดวกเพื่อนำข้อมูลเหล่านั้นไปประมวลผล ในส่วนที่ 2 ซึ่งจะติดตั้งในอยู่ในสำนักงาน หรืออาคาร เพื่อเก็บข้อมูลการเดินรถที่ได้ เพื่อนำไปใช้งานในด้านการตรวจสอบว่าขณะนี้รถอยู่ตำแหน่งไหนโลกโดยดูจากพิกัดบนโลก เพื่อนำไปใช้ในกรณีที่รถเกิดการสูญหาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

มนุษย์เรามีวิวัฒนาการการบ่งบอกมาตั้งแต่สมัยแรกๆ ด้วยวิธีการมองและสังเกตจากดวงดาว ซึ่งก็เป็นวิธีการที่ใช้ได้ดี เราเพราะดวงดาวอยู่ห่างจากโลกเรามาก ทำให้เราสามารถมองเห็นกลุ่มดาวต่างๆในบริเวณกว้าง แต่ว่ามีข้อเสียคือ การสังเกตดวงดาวนั้นทำได้เฉพาะกลางคืนและต้องเป็นกลางคืนที่ท้องฟ้าเปิดเท่านั้น

ต่อมามนุษย์ได้สร้างระบบขึ้นมาเรียกว่า ระบบโลว์ราน (LORAN) โดยหลักการแล้วจะใช้คลื่นวิทยุซึ่งติดตั้งตามพื้นที่ส่วนต่างๆ และอีกระบบต่อมาใช้ระบบดาวเทียมเหมือนจีพีเอส คือ ระบบที่เรียกว่า ทรานส์ซิต ซิสเตม (TRANSIT SYSTEM) หรือ แซทนาฟ (SATNAF) แต่ทั้งสองระบบนี้ก็ได้เลิกใช้งานไปแล้ว เนื่องจากในส่วนของระบบโลว์รานนั้นสามารถที่จะบอกตำแหน่งได้เพียงบริเวณหนึ่งๆเท่านั้น มาสามารถที่จะบอกตำแหน่งได้ครอบคลุมทั้งหมด ส่วนระบบทรานส์ซิดซิสเตมนั้น สามารถที่จะบอกตำแหน่งครอบคลุมพื้นที่ได้มากกว่าแต่มีข้อเสีย คือ วงโคจรของระบบทรานส์ซิต ซิสเตมนั้นอยู่ในระดับที่ต่ำ และมีจำนวนน้อยเกินไป

กระทรวงกลาโหมของสหรัฐอเมริกา จึงได้ดำเนินโครงการ โกลบอลโพสิชั่นนิ่ง ซิสเตม (Global Positioning System) ขึ้นมา โดยจีพีเอสจะใช้ดาวเทียมจำนวน 24 ดวง โคจรอยู่ในระดับสูงพ้นจากการรบกวนของคลื่นวิทยุโดยให้ความถูกต้องและเพียงพอที่จะชี้ตำแหน่งได้ทุกแห่งบนโลกตลอดเวลา 24 ชั่วโมง และในปัจจุบันมีการนะเอาจีพีเอสมาใช้ในงานหลากหลายสาขาที่เกี่ยวข้องกับการสำรวจ เช่น ภูมิศาสตร์, วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม และยังมีระบบค้นหาที่มีลักษณะเดียวกันกับจีพีเอส แต่เป็นของประเทศรัสเซีย นั่นคือ ระบบกลอนนาส (Glonass)

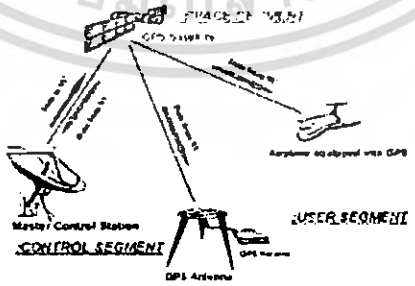


Fig. 2: Different segments of a GPS

รูปที่ 2.1 การทำงานของระบบจีพีเอสอย่างง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลอนนาส (Glonass)

กลอนนาส (GLONASS : Global 'Naya Navigation Naya Sputnikovaya Sistema) เป็นระบบนำร่องของประเทศรัสเซียที่มีสถานีส่งสัญญาณโคจรอยู่เหนือพื้นโลกเช่นเดียวกันกับระบบจีพีเอส และการวางระบบโดยรวมก็มีความคล้ายกับระบบจีพีเอส คือ มีทั้งส่วนที่โคจรอยู่ในอวกาศ ส่วนที่เป็นสถานีควบคุมบนพื้นโลกและส่วนผู้ใช้ ข้อเปรียบเทียบระห่างระบบจีพีเอสและระบบกลอนนาส แสดงได้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างระบบจีพีเอสและระบบกลอนนาส

รูปแบบวงโคจร	จีพีเอส	กลอนนาส
จำนวนดาวเทียม	24	4
จำนวนระนาบของวงโคจร	6	3
มุมเอียงวงโคจร (องศา)	55	56.8
รัศมีวงโคจร (กิโลเมตร)	26,560	25,510
วงรอบ (ชั่วโมง : นาที)	11:58	11:16

คุณสมบัติของสัญญาณ	จีพีเอส	กลอนนาส
คลื่นพาห์ (MHz)	L1 : 1,575.42 C/A Code on L1	L1 : (1,602 + 0.5625n) L2 : (1,246 + 0.4375n)
รหัส	CDMA C/A Code on L1 P Code on L1,L2	FDMA C/A Code on L1 P Code on L1,L2
ความถี่ของรหัส	C/A Code : 1.023 P Code : 10.23	C/A Code : 0.511 P Code : 5.11

มาตรฐานที่ใช้อ้างอิง	จีพีเอส	กลอนนาส
ระบบพิกัดเวลา	WGS-84	SGS-85
ระบบเวลา	UTC (USNO)	UTC (SU)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ความแม่นยำตามที่ออกแบบไว้	จีพีเอส	กลอนนาส
ตามแนวตั้ง (m)	100	100
ตามแนวนอน (m)	140	150

จากตารางที่ 2.1 จะเห็นได้ว่า ระบบจีพีเอสและระบบกลอนนาสนั้นคล้ายกันมาก แต่ละข้อแตกต่างที่โดดเด่นคือ ในระบบจีพีเอสมีเอสเอ (S/A) เพื่อลดความแม่นยำลง แต่ระบบกลอนนาสจะไม่มีการใช้เอสเอ

2.1 โครงสร้างของระบบจีพีเอส

ระบบจีพีเอสประกอบด้วย 3 ส่วนคือ ส่วนของกลุ่มดาวเทียม (Space Segment) ส่วนสถานีควบคุม (Operation Control Segment) และส่วนของผู้ใช้ (User Equipment Segment) โดยมีรายละเอียดของแต่ละส่วนดังนี้

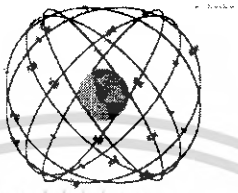
2.1.1 ส่วนของกลุ่มดาวเทียม

ในระบบดาวเทียมจีพีเอส จะประกอบด้วยดาวเทียมทั้งหมด 24 ดวง โดยดาวเทียมจำนวน 21 ดวง จะใช้บอกพิกัด ส่วนที่เหลือ 3 ดวงจะสำรองเอาไว้ ดาวเทียมทั้ง 24 ดวงนี้จะมีวงโคจรอยู่ 6 วงโคจรด้วยกัน โดยแบ่งจำนวนดาวเทียมวงโคจรละ 4 ดวง และมีรัศมีวงโคจรสูงจากพื้นโลกประมาณ 20,000 กิโลเมตร(12,000 ไมล์) ดังรูปที่ 2.2

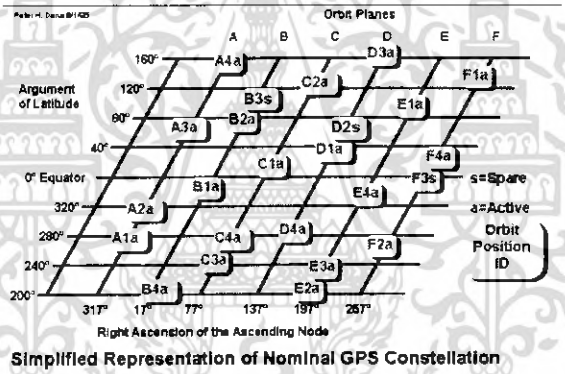
ดาวเทียมจะโคจรครบ 1 รอบโดยใช้เวลาประมาณ 11 ชั่วโมง 58 นาที ดาวเทียมจึงควรถูกวางในระนาบโคจร 4 ดวงขึ้นไป สำหรับการบอกตำแหน่งที่จะต้องสังเกตได้ ณ ทุกๆที่บนโลก ดาวเทียมจะส่งสัญญาณเพื่อการวัดระยะทาง (Ranging Signal) บน 2 ความถี่ แอลหนึ่ง (L1) ที่ 1575.42 เมกกะเฮิรตซ์ และแอลสอง (L2) ที่ 1227.60 เมกกะเฮิรตซ์ โดยสัญญาณจะต้องถูกส่งออกมาด้วยกำลังซึ่งมาพอจะทำให้ความแรงของสัญญาณที่ผิวโลกมีค่าอย่างน้อยเท่ากับ 160 dBw สัญญาณดาวเทียมจะถูกส่งออกด้วยเทคนิค สเปรดสเปรคตรัม (Spread Spectrum) โดยใช้รหัสที่แตกต่างกัน 2 แบบคือ รหัสซีเอโค้ด (C/A : Coarse/Acquisition Code) ที่ความถี่ 1.023 เมกกะเฮิรตซ์ บนแอลหนึ่ง และรหัสพีวายโค้ด (Precision Code) ความถี่ 10.23 เมกกะเฮิรตซ์ บนแอลหนึ่งและแอลสอง ทั้งรหัสซีเอโค้ดและรหัสพีวายโค้ดสามารถถูกใช้เพื่อบอกระยะทางระหว่างดาวเทียมกับผู้ใช้งานได้ แต่ตามปกติรหัสพีจะถูกเข้ารหัสไว้และสามารถถูกใช้เพื่อบ่งบอกระยะทางระหว่างทางการเท่านั้น รหัสพีจะถูกเข้ารหัสอีกครั้งจะเรียกว่ารหัสวาย ส่วนข่าวสารการนำร่อง (Navigation Massage) คือข้อมูลไบอัสสัญญาณนาฬิกาของดาวเทียม (Satellite Clock Bais Data) ข้อมูลอีฟี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

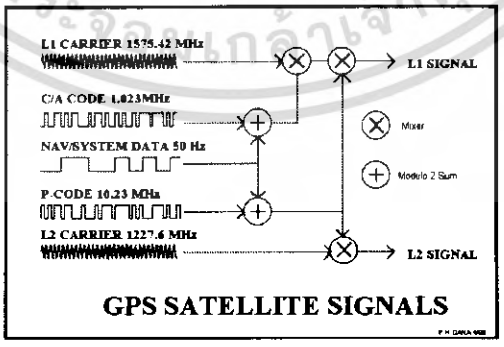
เมอริส (Satellite Ephiemeris Data) สำหรับดาวเทียมที่จะส่งสัญญาณข้อมูลเพื่อใช้ในการแก้ไขความผิดพลาดที่เกิดจากการเดินทางผ่านชั้นบรรยากาศชั้นไอโอโนสเฟียร์ (Ionospheric Signal Propagation Correction Data) นั้นมีข้อมูลอัลมาแนคของดาวเทียม (Satellite Almanac Data) และดาวเทียมทุกดวงในกลุ่มส่วนสถานีควบคุม



รูปที่ 2.2 แสดงจำนวนและวงโคจรของดาวเทียมจีพีเอส



รูปที่ 2.3 แสดงจำนวนและการโคจรของดาวเทียมจีพีเอสทั้ง 24 ดวง ใน Orbit Plane



รูปที่ 2.4 สัญญาณดาวเทียมจีพีเอส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 ส่วนสถานีควบคุม

สถานีการควบคุมภาคพื้นดินของระบบจีพีเอส ประกอบด้วยสถานีภาคพื้นดินที่ตั้งกระจายอยู่บนภูมิภาคต่างๆ ของโลก หน้าที่ของสถานีควบคุมภาคพื้นดินก็คือการติดต่อสื่อสาร (Tracking) กับดาวเทียม ทำการคำนวณผล(Computation) การตรวจสอบการทำงาน ตำแหน่งที่อยู่ และวงโคจรของดาวเทียมจีพีเอส ว่าทั้งหมดถูกต้องอย่างที่ควรเป็นหรือไม่ สำหรับสถานีควบคุมภาคพื้นดินในปัจจุบันมีที่ตั้งอยู่ 5 แห่งด้วยกัน ได้แก่ ที่เกาะฮาวาย (Hawaii) กวาจาลิน (Kwajalein) ดิเอโกคาร์เซีย (Diego Carcia) เกาะแอสเซนชั่น (Ascension Island) และที่โคโลราโดสปริง (Colorado Spring) รัฐโคโลราโด ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยที่สถานีควบคุมหลัก(Master Control Station) ซึ่งเป็นศูนย์ควบคุมการทำงานของระบบดาวเทียมจีพีเอสตั้งอยู่ที่เมือง โคโลราโดสปริง (Colorado Spring) รัฐโคโลราโด ประเทศสหรัฐอเมริกา ทุกสถานีอยู่ภายใต้การควบคุมของ U.S Department of Defense

รูปที่ 2.5 แสดงสถานีควบคุมภาคพื้นดินทั้ง 5 จุด

สถานีควบคุมมีหน้าที่รับผิดชอบการทำงานของดาวเทียมจีพีเอส เช่น การรักษาตำแหน่งของดาวเทียม (Station Management) ตรวจสอบสภาพและสถานะของระบบต่างๆบนดาวเทียม แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ระดับพลังงานของแบตเตอรี่ การเปิดดาวเทียมสำรอง ปรับปรุงข้อมูลอีฟีเมอริสข้อมูลอัลมาแนคและตัวชี้ค่าอื่นๆ ในข่าวสารการนำร่องวันละครั้งหรือตามแต่ความจำเป็น ค่าอีฟีเมอริสพารามิเตอร์ คือข้อมูลที่แม่นยำของวงโคจรดาวเทียมที่จะปรับปรุงทุกๆ 4-6 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับดาวเทียมแต่ละรุ่น ข้อมูลอัลมาแนคเป็นสับเซตของอีฟีเมอริสพารามิเตอร์ที่ไม่เที่ยงตรงมาก จะประกอบไปด้วย 7 พารามิเตอร์จากอีฟีเมอริส 15 ตัว ซึ่งใช้ในการทำนายตำแหน่งโดยประมาณของดาวเทียมและการรับสัญญาณ นอกจากนี้สถานีควบคุมจะทำการวัดค่าซูโดเรนจ์ (Pseudo Range) และเดลต้าเรนจ์ (Delta Range) เพื่อกำหนดตัวแปรแก้ไขเวลา, ข้อมูลอัลมาแนค และข้อมูลอีฟีเมอริส ส่วนสถานีควบคุมประกอบด้วย 3 ส่วนคือ สถานีควบคุมหลัก (Master Control Stition : MCS) สถานีสังเกตการณ์ (Monitor Station : MS) และจานสายอากาศภาคพื้นดิน (Ground Antenna : GA)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานีสังเกตการณ์

สถานีสังเกตการณ์จะมีเครื่องรับสัญญาณจีพีเอสทั้ง 2 ความถี่ (L1และL2) โดยจะทำการวัดค่าซูโดเรนจ์ และเดลต้าเรนจ์ของแต่ละดาวเทียมที่ผ่านสถานีและมีนาฬิกา Cesium 2 ตัวที่ตั้งเวลาเพื่อใช้ในการอ้างอิงกับเวลาของระบบจีพีเอส

สัญญาณจากดาวเทียมที่ส่งมาถึงสถานีสังเกตการณ์นั้นมีการหักเหและล่าช้าในชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ และโทรโพสเฟียร์ เรียกการล่าช้านี้ว่า ไอโอโนสเฟียร์ดีเลย์ (Ionosphere Delay) และโทรโพสเฟียร์ดีเลย์ (Troposphere Delay) การล่าช้านี้จะทำให้เกิดการผิดพลาดของข้อมูล ซึ่งการแก้ไขนั้นสถานีสังเกตการณ์จะรวบรวมข้อมูลจากสัญญาณที่ได้รับทั้ง 2 ความถี่ อุณหภูมิ ความดันบรรยากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ และจะส่งไปยังสถานีควบคุมหลักโดยกรมอุตุนิยมวิทยาของสหรัฐอเมริกา เพื่อการคำนวณหาค่าความผิดพลาดและหาข้อมูลที่ต้องใช้ต่อไป

สถานีควบคุมหลัก

สถานีควบคุมมีหน้าที่ในการประมวลผลข้อมูลที่ได้รับจากสถานีสังเกตการณ์เพื่อตรวจสอบและกำหนดค่าสัญญาณนาฬิกาของดาวเทียม ข้อมูลอัลมาแนค ข้อมูลอีฟีเมอริสให้ถูกต้องโดยการเริ่มจากแก้ไขค่าซูโดเรนจ์ที่เกิดจากการล่าช้าเนื่องจากการผ่านชั้นบรรยากาศของทุกๆสถานีสังเกตการณ์จากนั้นจึงนำไปผ่านคาลมานฟิลเตอร์ (Kalman Filter) เพื่อให้ได้ค่าอีฟีเมอริสและค่าการเหลื่อมของสัญญาณนาฬิกาที่ถูกต้องโดยฟิลเตอร์จะถูกอัพเดททุกๆ 15 นาที ด้วยค่าตำแหน่งของดาวเทียมที่ถูกคำนวณในระบบโคออดิเนตแบบเอิร์ธเซนเตอร์เอิร์ธฟิกซ์ (Earth – Center Earth – Fixed : ECEF) สถานีควบคุมหลักจะเป็นศูนย์กลางในการทำงานของส่วนควบคุม ตั้งอยู่ที่ฐานทัพอากาศ Falcon, Colorado Spring, CO. ส่วนสถานีสังเกตการณ์จะกระจายอยู่ตามที่ต่างๆ เพื่อรับสัญญาณจากดาวเทียมในย่านแอลแบนด์ (L-Band) และจะส่งสัญญาณเตือนไปยังสถานีควบคุมหลักภายใน 60 วินาที หากตรวจพบความผิดพลาด

สายอากาศภาคพื้นดิน

จะทำหน้าที่ส่งคำสั่งและข้อมูลนำร่องรวมทั้งข้อมูลอื่นๆ ที่เรียกว่า ทีทีแอนด์ซี (TT&C : Telemetry, Tracking and Command) ซึ่งเตรียมไว้โดยสถานีควบคุมหลัก สำหรับดาวเทียมแต่ละดวง ข้อมูลเหล่านี้จะถูกส่งไปยังสายอากาศภาคพื้นดิน และเก็บไว้จนกว่าดาวเทียมจะผ่านมาโดยส่งผ่านคลื่นความถี่ย่านเอสแบนด์ (S-Band) สายอากาศจะตั้งอยู่คู่กับสถานีสังเกตการณ์

2.1.3 ส่วนของผู้ใช้

ผู้ใช้ประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ ส่วนที่เกี่ยวข้องกับพลเรือน (Civilian) และส่วนที่เกี่ยวกับทางทหาร (Military) ในส่วนของผู้ใช้จะมีหน้าที่พัฒนาเครื่องรับสัญญาณ (Receiver) ให้ทันสมัยและสะดวกแก่การใช้งาน สามารถที่จะใช้ได้ในทุกแห่งในโลก และให้ค่าที่มีความถูกต้องสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบที่สำคัญคือ เครื่องรับสัญญาณจีพีเอสโดยจะรับสัญญาณแอลแบนด์ที่ถูกส่งมาจากดาวเทียม และนำมาคำนวณเพื่อหาตำแหน่ง, ความเร็ว และเวลาของเครื่องรับ จากนั้นจะนำค่าไปประยุกต์ใช้งานตามลักษณะการใช้งาน

1. สายอากาศ

สัญญาณจากดาวเทียมจะถูกรับเข้ามาทางสายอากาศ ซึ่งเป็นสายอากาศที่มีโพลาไรซ์ของคลื่นแบบวงกลมหมุนขวาและรับได้ในช่วงเกือบครึ่งวงกลมโดยทั่วไปครอบคลุม 160 องศา โดยมีกำลังขยายต่างๆ ตั้งแต่ประมาณ 2.5 dBic ที่จุดสูงสุดของกำลังขยายไปจนถึง 0 dBic ที่มุมเอเลเวชั่น 10 องศานี้ กำลังขยายจะเป็นลบ เนื่องจากสัญญาณดาวเทียมเป็นแบบวงกลมหมุนขวา สายอากาศแบบโคนีคอลเฮลิกซ์ หรือรูปแบบอื่นๆ ที่ใช้งานได้จึงเหมาะสม เครื่องรับจีพีเอสที่แทรครหัสพีวายโค้ด ที่อยู่ในแอลหนึ่งและแอลสอง ต้องการแบนด์วิดธ์ 20.46 เมกะเฮิรตซ์ สำหรับทั้งสองความถี่ ถ้าเครื่องรับแทรคเฉพาะรหัสซีเอโค้ดที่อยู่บนแอลหนึ่ง สายอากาศเครื่องรับจะต้องมีแบนด์วิดธ์อย่างน้อย 2.046 เมกกะเฮิรตซ์ รูปแบบของสายอากาศที่ใช้มีหลายรูปแบบ การเลือกใช้สายอากาศนั้นโดยรวมแล้วจะดูจากค่าพารามิเตอร์ต่างๆของสายอากาศ เช่น เกทแพทเทิร์น ขนาดของพื้นที่ที่ตั้ง คุณสมบัติทางแอโรไดนามิก ฯลฯ การเลือกใช้สายอากาศยังต้องคำนึงถึงความต้านทานเนื่องจากการรบกวนจากสัญญาณอื่นๆด้วย

2. เครื่องรับ

ชนิดของเครื่องรับพื้นฐานในปัจจุบันมี 2 ชนิด คือ เครื่องรับที่แทรคทั้งรหัสพีวายโค้ดและซีเอโค้ด และเครื่องรับที่แทรคเฉพาะรหัสซีเอโค้ด ผู้ใช้พีพีเอสโดยทั่วไปจะใช้เครื่องรับที่แทรครหัสพีวายโค้ดบนแอลหนึ่งและแอลสอง เครื่องรับแบบนี้จะเริ่มทำงานโดยการแทรครหัสซีเอโค้ดบนแอลหนึ่งเพียงอย่างเดียว แล้วสับเปลี่ยนมาทำการแทรครหัสพีวายโค้ดบนแอลหนึ่งและแอลสอง การแทรครหัสวายถูกเอนคริพ และเครื่องรับไม่มีอุปกรณ์คริพมาโคกราฟฟิคที่เหมาะสม เครื่องรับจะทำการแทรครหัสซีเอโค้ดบนแอลหนึ่งเป็นหลัก ผู้รับแบบเอสพีเอสจะใช้เครื่องรับที่แทรคโค้ดรหัสซีเอโค้ดบนแอลหนึ่งเพียงอย่างเดียว เนื่องจากแอลหนึ่งเป็นเพียงความถี่เดียวที่ส่งรหัสซีเอโค้ด

เครื่องรับส่วนใหญ่จะมีช่องสัญญาณหลายช่อง โดยแต่ละช่องสัญญาณจะแทรคสัญญาณจากดาวเทียมดวงเดียว สัญญาณย่านความถี่ต่อจากฟิลเตอร์นั้นจะตามด้วยปรีแอมปลิฟายเออร์เพื่อขยายสัญญาณ สัญญาณอาร์เอฟจะถูกดาวน์คอนเวอร์เตอร์เป็นสัญญาณอินเตอร์มีเดียตฟรีเควนซี่ (Intermediate Frequency) หรือ สัญญาณไอเอฟในเครื่องรับสมัยใหม่ สัญญาณไอเอฟจะถูกสุ่มตัวอย่างและทำการดิจิไตซ์โดยเอทูดีคอนเวอร์เตอร์ อัตราการสุ่มตัวอย่างโดยทั่วไปจะเป็น 8 – 12 เท่าของอัตราชิพของรหัสพีอาร์เอ็น (1.023 เมกกะเฮิรตซ์ สำหรับซีเอโค้ดในแอลหนึ่ง และ 10.23 เมกกะเฮิรตซ์ สำหรับพีวายในแอลหนึ่ง และแอลสอง) อัตราการสุ่มตัวอย่างอย่างน้อยที่สุดจะเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สองเท่าของแบนด์วิดธ์สูงสุดของข่าวสาร เพื่อเป็นไปตามกฎของไนสวิตส์ สำหรับเครื่องรับที่แทรคเฉพาะรหัสซีเอโค้ดแบนด์วิดธ์สูงสุดของข่าวสารจะมากกว่า 20 เมกกะเฮิรตซ์ แซมเปิลจะถูกส่งออกไปยังดิจิตอลซิกแนลโปรเซสเซอร์ ดิจิตอลซิกแนลโปรเซสเซอร์จะมีเอ็นแชนแนลช่องสัญญาณที่ขนานกัน เพื่อการแทรคสัญญาณคลื่นพาห์และรหัสพร้อมๆกัน ได้จากดาวเทียมเอ็นดวง(ในเครื่องปัจจุบัน เอ็นมีค่าตั้งแต่ 5 – 12) แต่ละช่องสัญญาณจะบรรจุโค้ดแทรคกิ้งลูป และแคร์เรียแทรคกิ้งลูป เพื่อแทรครหัสและคลื่นพาห์ ซึ่งก็คือการดีมอดูเลตข่าวสารการนำร่องนั่นเอง ช่องสัญญาณจะคำนวณการวัดที่แตกต่างกัน 3 ชนิด คือ ซูโดเรนจ์, เดลต้าเรนจ์ และอินทิเกรตดอปเปอร์ ขึ้นอยู่กับการทำงาน ค่าที่วัดได้ และข่าวสารการนำร่องที่ถูกมอดูเลตออกมา จะส่งต่อไปยังโปรเซสเซอร์

3. โปรเซสเซอร์

โปรเซสเซอร์จะทำการควบคุมและสั่งงานให้เครื่องรับจีพีเอสทำงานตามลำดับการปฏิบัติงาน เริ่มจากการค้นหาสัญญาณตามด้วยการแทรคและการดึงข้อมูลออกมา นอกจากนั้นโปรเซสเซอร์จะให้ผลลัพธ์ของตำแหน่ง, ความเร็ว และเวลา พีวีทีของเครื่องรับจากค่าที่วัดได้จากเครื่องรับในการใช้งานบางอย่างอาจมีโปรเซสเซอร์แยกกัน เพื่อคำนวณหาผลลัพธ์พีวีที และการใช้งานในการนำร่องอื่นๆ โปรเซสเซอร์ส่วนใหญ่จะให้ผลลัพธ์พีวีทีด้วยความถี่ 1 เฮิรตซ์เป็นพื้นฐาน อย่างไรก็ตามเครื่องรับที่ถูกออกแบบสำหรับงานเกี่ยวกับการบินจะต้องการความถูกต้องแม่นยำ และการตอบสนองที่เร็วกว่า โดยทั่วไปแล้วต้องการการคำนวณผลลัพธ์พีวีทีที่อัตราอย่างน้อย 5 เฮิรตซ์ ผลลัพธ์ที่คำนวณออกมาได้และข้อมูลการนำร่องที่เกี่ยวข้องจะถูกส่งออกไปยังอุปกรณ์อินพุท/เอาท์พุท

4. อุปกรณ์อินพุท/เอาท์พุท

เป็นอุปกรณ์อินเตอร์เฟสระหว่างชุดเครื่องรับจีพีเอสและผู้ใช้ อุปกรณ์ไอโอแบบพื้นฐานมีอยู่ 2 ชนิด คือ รวมอยู่ในตัวเครื่องและภายนอกอุปกรณ์ไอโอ จะเป็นส่วนควบคุมและแสดงผล (CDU : Control Display Unit) ซีดียูจะให้ผู้ใช้ป้อนข้อมูลเข้าแสดงสถานะพารามิเตอร์การนำร่องต่างๆ เครื่องรับขนาดมือถือ หรือขนาดเล็กจะมีซีดียูรวมอยู่ในตัวเครื่อง ในการติดตั้งแบบอื่นๆอุปกรณ์ไอโอจะถูกรวมไว้ในแผงควบคุมร่วมกับอุปกรณ์อื่นๆ นอกจากนั้นงานบางอย่างต้องทำงานร่วมกันกับเซนเซอร์อื่นๆ ในการอินเตอร์เฟสเพื่อป้อนข้อมูลอินพุทเข้า และเอาท์พุทออก อินเตอร์เฟสที่มีอยู่ทั่วไป คือ ARINC 429, MIL – STD 1553V, RS 232 และRF422

5. แหล่งจ่ายไฟ

มีทั้งที่อยู่ในตัวเครื่องรับเองหรือแบบภายนอก หรือทั้งสองแบบรวมกัน อัลคาไลน์แบตเตอรี่หรือลิเทียมแบตเตอรี่ใช้สำหรับแหล่งจ่ายภายใน เช่น ในเครื่องรับจีพีเอสแบบมือถือ แหล่งจ่ายภายนอกใช้สำหรับงานที่เครื่องรับจีพีเอสใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อื่นๆ เช่น เครื่องรับแบบที่เป็นการ์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ดิดตั้งในเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลหรือที่ติดตั้งในเรือ, เครื่องบิน นอกจากนี้การใช้แบตเตอรี่ภายในก็เพื่อรักษาข้อมูลที่เก็บไว้ในเม็มโมรี่

2.2 การให้บริการจีพีเอส (GPS Service)

มีอยู่ 2 ระดับ คือ บริการบอกตำแหน่งแบบสมบูรณ์หรือ พีพีเอส (PPS : Precisc Positioning Service) และบริการบอกตำแหน่งแบบมาตรฐานหรือ เอสพีเอส (SPS : Standard Positioning Service)

2.2.1 บริการบอกตำแหน่งแบบสมบูรณ์หรือ พีพีเอส (PPS : Precisc Positioning Service)

พีพีเอสเป็นบริการที่ให้ตำแหน่ง ความเร็ว และเวลาที่ถูกต้องเฉพาะผู้ที่ได้รับอนุญาตให้ใช้งานเท่านั้น พีพีเอสจะเน้นไปในทางทหาร การได้รับอนุญาตให้ใช้พีพีเอสนั้น จะพิจารณาโดย U.S.Military User , NATO Militaly User และกองทัพอื่นๆ หรือพลเรือน เช่น Australian Defence Forces , U.S Defense Mapping Agency พีพีเอสจะให้ค่าความคลาดเคลื่อนประมาณ 16 เมตรและความผิดพลาดทางด้านเวลาไม่เกิน 100 นาโนเซค แต่ผู้ใช้งานที่ไม่ได้รับอนุญาตจะให้ค่าออกมาที่แตกต่างกัน คือ ประมาณ 37 เมตร และ 197 นาโนเซค ภายใต้เงื่อนไขการทำงานโดยปกติของระบบเครื่องรับแบบพีพีเอส สามารถให้ความถูกต้องของความเร็วมีค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 0.2 เมตรต่อวินาที แต่ขึ้นกับการออกแบบเครื่องรับด้วย

การแอคเซส พีพีเอส ถูกควบคุมโดยเทคนิคคริฟมาโตกราฟฟิก 2 อย่าง คือ เอสเอ (SA : Selective Availabillity) และเอเอส (AS : Anti – Spoofing) เอสเอจะใช้ในการลดความถูกต้องของจีพีเอสทั้งการบอกตำแหน่ง ความเร็ว เวลาแก่ผู้ใช้งานที่ไม่ได้รับอนุญาต เอสเอจะทำงานโดยใส่ค่าผิดพลาดซูโดแรนดอมให้กับสัญญาณดาวเทียมเอเอส จะมีผลบนดาวเทียมทุกดวงเพื่อป้องกันไม่ให้ผู้ที่ไม่ได้รับอนุญาตนำสัญญาณไปใช้วัดระยะได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ ซึ่งเทคนิคนี้จะนำเอาเอนคริพท์รหัสพีเป็นรหัสวาย ในรหัสซีเอโค้ดจะไม่มีการทำแบบนี้

เอนคริพท์ชั้นคีย์ และเทคนิคเฉพาะจะถูกจัดให้กับผู้ใช้พีพีเอส ซึ่งจะทำให้สามารถขจัดผลของเอสเอและเอเอสออกไป และทำให้ได้รับความแม่นยำสูงสุดของจีพีเอส พีพีเอสซึ่งไม่มีคริพมาโครกราฟฟิกคีย์ที่ถูกต้องจะมีประสิทธิภาพเหมือนเครื่องรับเอสพีเอส และเครื่องเอสพีเอสสามารถใช้ได้กับทั้งรหัสพีวาย หรือรหัสซีเอโค้ด หรือกับทั้งคู่ ความถูกต้องสูงสุดของจีพีเอสจะได้รับจากการใช้รหัสพีวายบนทั้งความถี่ แอลหนึ่งและแอลสอง เครื่องรับซึ่งสามารถใช้รหัสพีวายได้นั้นมักจะใช้รหัสซีเอโค้ดเพื่อเริ่มต้นในการรับสัญญาณดาวเทียมจีพีเอส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 บริการบอกตำแหน่งแบบมาตรฐานหรือ เอสพีเอส (SPS : Standard Positioning Service)

เอสพีเอส เป็นบรการที่ให้ความถูกต้องน้อยกว่า แต่จะใช้ได้กับผู้ใช้งานทั้งหมดในสภาวะปกติ ระดับของเอสเอจะถูกควบคุมเพื่อให้ค่าความถูกต้องในแนวเส้นขอบฟ้า 100 เมตร มีค่าประมาณ 156 เมตร เครื่องรับเอสพีเอสมีความสามารถด้านความถูกต้องของเวลาประมาณ 337 นาโนเซค การลดความถูกต้องของระบบสามารถเพิ่มขึ้นได้ถ้ามีความจำเป็น เช่น ในยามมีศึกสงครามโดยประธานาธิบดีสหรัฐอเมริกาเท่านั้นที่มีอำนาจสั่งการผ่าน U.S National Command Authority เพื่อเปลี่ยนระดับของเอสเอเป็นระดับอื่นนอกเหนือจากในยามสงบ บริการเอสพีเอสนั้นมีไว้ให้พลเรือนทั่วไปใช้งานและให้กองทัพใช้ในยามสงบ

2.3 Selective Availabillity (SA)

ต้นกำเนิดความผิดพลาดที่ใหญ่ที่สุดสำหรับผู้ใช้งานจีพีเอส คือ เอสเอ โดยเอสเอจะถูกตั้งใจให้เกิดขึ้นโดยกระทรวงกลาโหมของสหรัฐอเมริกาเพื่อลดความแม่นยำของผู้ใช้งาน เอสเอเริ่มใช้งานอย่างเป็นทางการในวันที่ 25 มีนาคม พ.ศ.2533 การลดความแม่นยำนั้นกระทำได้โดยการจัดการกับข้อมูลอีฟีเมอริส ที่ส่งออกมา (ส่วนประกอบทางความคลาดเคลื่อนของนาฬิกา) เราแทนส่วนประกอบทางความคลาดเคลื่อนของวงโคจรเป็น ε และแทนส่วนประกอบทางความคลาดเคลื่อนของนาฬิกาเป็น δ ผลของ เอสเอ โดยการสั่นสะเทือนของนาฬิกาบนดาวเทียมจะเห็นได้ในการรบกวนที่แปรผันตามเวลาที่แปรผันตามเวลาของซูโดเรนจ์ จะเห็นได้ว่าความคลาดเคลื่อนแสดงแนวโน้มซึ่งประกอบด้วยการออสซิลเลตที่ไม่แน่นอน

ผลของเอสเอที่กระทำโดยการจัดการกับข้อมูลอีฟีเมอริส สามารถทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการหาตำแหน่งของดาวเทียมของผู้ใช้ ความคลาดเคลื่อนจะสามารถทำให้เกิดขึ้นได้หลายแบบ เนื่องจากข้อมูลอีฟีเมอริสมีพารามิเตอร์อยู่ 15 ส่วนประกอบทางความคลาดเคลื่อนของวงจร ε จะเป็นผลรวมทางเวคเตอร์ของความคลาดเคลื่อนของอีฟีเมอริสที่มีอยู่กับส่วนประกอบทางวงโคจร

ในปัจจุบันนี้ได้พยายามมีการผลักดันให้ยกเลิกการลดค่าความผิดพลาดลงจากเดิม โดยให้เหตุผลว่า ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นนั้นสามารถใช้เทคนิคดิฟเฟอเรนเชียลขจัดออกไปได้เกือบหมด นอกจากนั้นระบบกลอนนาส ซึ่งเป็นระบบนำร่องของรัสเซียให้ค่าความผิดพลาดเพียง 50 เมตรเท่านั้น

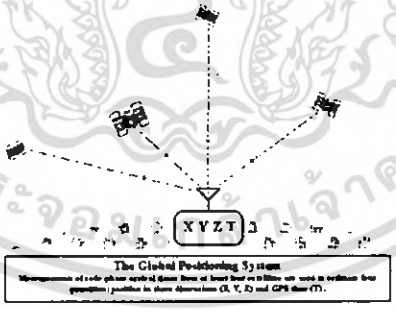
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การทำงานของเครื่องรับ จีพีเอส

2.4.1 การเลือกดาวเทียม (Satellite Selection)

กระบวนการแทรคกิ้งจะเริ่มขึ้นโดยเครื่องรับจีพีเอสจะหาว่าดาวเทียมดวงไหนที่เป็นไปได้ในการแทรคกิ้ง ถ้าเครื่องสามารถตัดสินการมองเห็นดาวเทียมได้ทันที มันจะเล็งดาวเทียมเป้าหมายเพื่อจะทำการแทรคและเริ่มกระบวนการรับสัญญาณการมองเห็นดาวเทียม (Satellite Visibility) จะดัดสินจากข้อมูลอัลมาแนค (GPS Satellite Almanac) และค่าการประมาณ (หรือ user point) เริ่มต้นของเวลาและตำแหน่งของเครื่องรับ ซึ่งถ้าเครื่องรับไม่มีค่าเหล่านี้เก็บไว้ มันจะเริ่มทำการสำรวจท้องฟ้า (Search the Sky) ซึ่งจะค้นหาซูโดแรนดอมน้อยส์ ซึ่งก็คือรหัสซีเอโค้ดจนล็อคได้จากดาวเทียมดวงหนึ่งที่อยู่ในวิสัย เมื่อดาวเทียมถูกแทรคเรียบร้อย เครื่องรับจะสามารถดีมอดูเลตข้อมูลการนำร่องและได้รับค่าปัจจุบันของข้อมูลอัลมาแนคเช่นเดียวกับสถานะของดาวเทียมที่เหลือทั้งหมดในกลุ่ม การเลือกดาวเทียมนั้นขึ้นอยู่กับสถาปัตยกรรมของเครื่องรับ มันอาจจะเลือกกลุ่มที่ดีที่สุดในดาวเทียมที่มองเห็น หรือใช้ดาวเทียมที่มีสภาพดีทั้งหมดเพื่อใช้พิจารณาตำแหน่ง ความเร็วและเวลา ผลจากการคำนวณมักจะมีความถูกต้องมากกว่าการใช้ดาวเทียม 4 ดวง ถึงแม้ว่ามันจะต้องการความซับซ้อนของเครื่องรับและการประมวณผลมากกว่า

เครื่องรับส่วนใหญ่จะแทรคดาวเทียมได้มากกว่า 4 ดวง แต่น้อยกว่าที่เห็นในวิสัยทั้งหมด ซึ่งเนื่องจากการประนีประนอมระหว่างความซับซ้อน ความถูกต้อง และความแข็งแรงของเครื่องรับที่ใช้วิธีเลือกกลุ่มที่ดีที่สุดก็ทำเช่นเดียวกันโดยขึ้นอยู่กับการประมาณความถูกต้อง



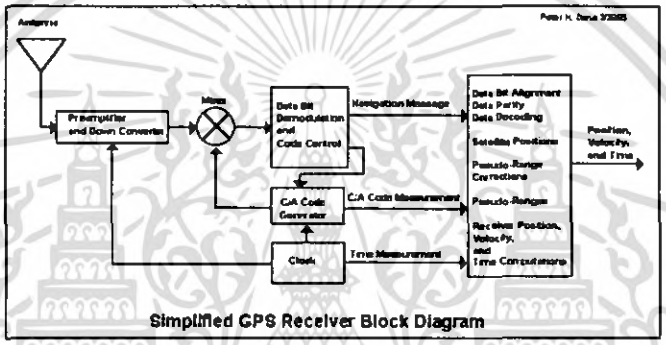
รูปที่ 2.6 แสดงภาพการแทรคดาวเทียมอย่างน้อย 4 ดวง

2.4.2 การรับสัญญาณดาวเทียม (Satellite Signal Acquisition)

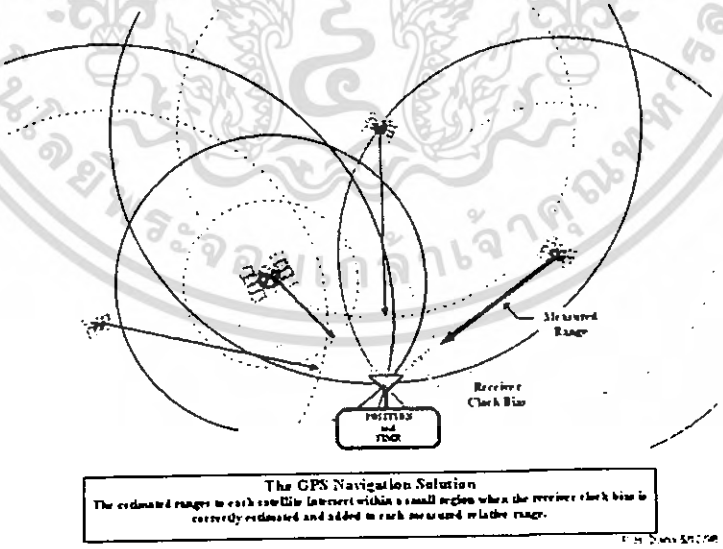
กำลังของสัญญาณดาวเทียมที่พื้นผิวโลกจะมีค่าต่ำกว่าระดับของเสียงรบกวน เนื่องจากการมอดุเลตสัญญาณ โดยวิธีสเปรกตรัมความสูงของวงโคจรและกำลังส่งของดาวเทียม เพื่อที่จะนำสัญญาณกลับคืนมา เครื่องรับสัญญาณจะใช้เทคนิคโค้ดคิรีเลชั่นโดยจะสร้างสัญญาณเลียนแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณที่รับเข้ามาและนำมาจัดให้ตรงกับสัญญาณที่ได้รับมา โดยเครื่องรับก็จะเลื่อนสัญญาณเลียนแบบให้ตรงกับสัญญาณดาวเทียม เมื่อโค้ดเกิดการตรงกันสัญญาณก็จะถูกคอมเพรสสัญญาณกลับมาเป็นความถี่พาห์ ต้นกำเนิดความล่าช้าของสัญญาณในรหัสของเครื่องรับ คือ เวลาที่ใช้ในการเดินทางของสัญญาณระหว่างดาวเทียมกับเครื่องรับ ทำให้ได้ระยะทางออก (เรียกว่า Pseudorange) เพราะว่ามันยังไม่ใช่ระยะทางที่แท้จริงเนื่องจากยังไม่ได้ลบค่าไบอัสของสัญญาณนาฬิกา (Clock Bias) ของเครื่องรับออกไป ปกติเครื่องรับจะใช้วิธีการเฟสล็อคลูปเพื่อซิงโครไนซ์สัญญาณที่เครื่องรับสร้างขึ้นภายในกับสัญญาณที่ได้รับจากดาวเทียมโค้ดแทรคกิ้งลูป จะใช้คลื่นพาห์แทรคกิ้งลูปทั้งสองจะช่วยกันและกันเพื่อที่จะได้รับและแทรคสัญญาณดาวเทียมดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 Block Diagram อย่างง่ายของเครื่องรับจีพีเอส

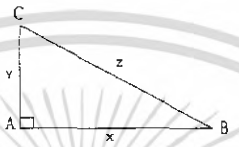


รูปที่ 2.8 ระยะทางจากดาวเทียมมาถึงเครื่องรับจีพีเอส และ Clock Bias

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

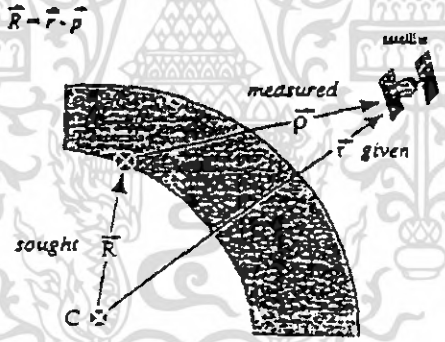
2.5 ระบบพิกัดอ้างอิงของจีพีเอส

ในวิชาเรขาคณิตพื้นฐานที่เคยศึกษามาเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยม ทำให้เราทราบว่าถ้ารู้เส้นรอบรูปสามเหลี่ยมและมุมภายในรูปสามเหลี่ยมจะสามารถหาเส้นที่สามได้อย่างถูกต้อง ตัวอย่างเช่น สมมุติว่ามีรูปสามเหลี่ยมทางเรขาคณิตอย่างง่ายดังรูปที่ 2.9 โดยอาศัยความรู้เบื้องต้นจะเขียนได้ว่า $y^2 = z^2 - x^2$ หรือกล่าวอย่างง่ายๆ ว่าถ้ารู้ความยาวของแซด และเอกซ์ และมุมต่างๆแล้วจะหาค่าความยาวของวายได้



รูปที่ 2.9 การหาความยาวของวายเมื่อทราบความยาวเอกซ์, แซด และค่ามุมต่างๆ

ทำนองเดียวกันจะอาศัยแนวคิดนี้ในการกำหนดพิกัดบนพื้นโลกของระบบจีพีเอสได้ดังรูปที่ 2.10



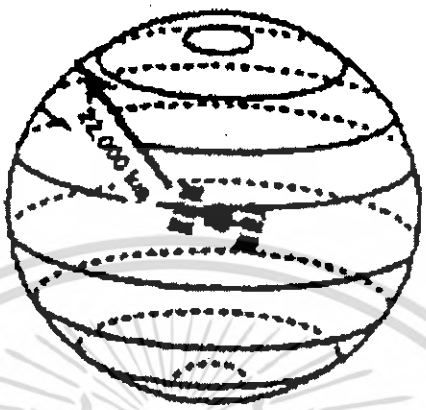
รูปที่ 2.10 การหาพิกัดในระบบจีพีเอส

จากรูปที่ 2.10 ถือว่าจุดซีเป็นศูนย์กลางของโลก สายอากาศอยู่ที่พื้นผิวโลก ดาวเทียมลอยอยู่เหนือพื้นผิวโลก เครื่องรับที่ต่ออยู่กับสายอากาศสามารถวัดค่าค่า ดาวเทียมอยู่ห่างจากสายอากาศเท่าใด (P) และดาวเทียมส่งข้อมูลมาบอกเครื่องรับว่าตัวมันห่างจากจุดซีเท่าใด (r) ตัวเครื่องรับก็จะหาได้ว่าตำแหน่งของสายอากาศอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางของโลกเท่าใดโดยอาศัยสมการคณิตศาสตร์เข้าช่วย คือ

$$\bar{R} = \bar{r} - \bar{p}$$

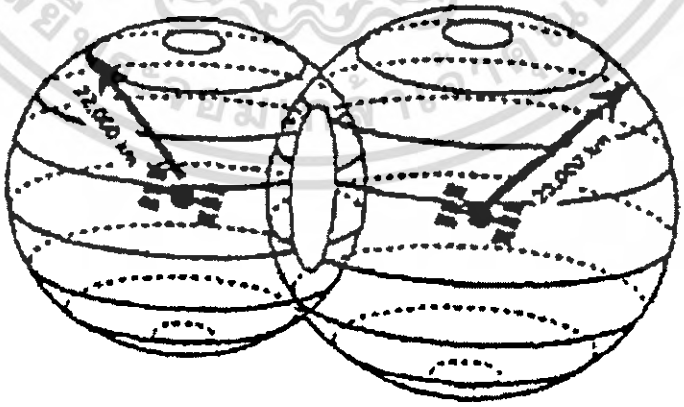
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเด็นต่อมาคือเครื่องรับมีหลักในการวัดระยะห่างระหว่างตัวมันกับดาวเทียมอย่างไรในช่วงแรกขอสมมุติว่า ดาวเทียมดวงแรกโคจรอยู่เหนือพื้นโลก 22,000 กิโลเมตร ดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 ทรงกลมจำลองที่สร้างล้อมรอบดาวเทียมรัศมี 22,000 กิโลเมตร

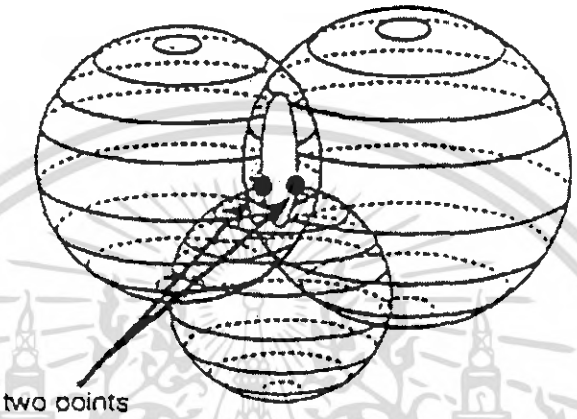
รูปที่ 2.11 จะเห็นว่าเครื่องรับที่อยู่บนพื้นโลกอาจจะอยู่บริเวณใดก็ได้บนพื้นผิวทรงกลมที่สร้างขึ้นมาล้อมรอบดาวเทียมเพราะเราไม่ทราบว่าที่จุดใดของทรงกลมแตะอยู่กับพื้นโลก รู้เพียงว่าจะมีอยู่จุดหนึ่งเท่านั้นที่สัมพันธ์กับพื้นผิวโลก ถ้ามีดาวเทียมอีกดวงหนึ่งโคจรอยู่เหนือพื้นดิน 23,000 กิโลเมตร เราก็จะสร้างทรงกลมได้อีกลูกหนึ่ง ถ้าทรงกลมทั้งสองมีการตัดกัน ผลที่ได้จะเป็นวงกลมเล็กๆเกิดขึ้น เครื่องรับน่าจะอยู่ที่ใดที่หนึ่งในวงกลมนี้ ซึ่งยังคงเป็นพื้นที่ที่กว้างเกินไป



รูปที่ 2.12 การตัดกันของทรงกลมสองทรงกลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้ามีดาวเทียมอีกดวงเป็นดวงที่สามโคจรอยู่เหนือพื้นโลก 24,000 กิโลเมตร ก็จะสามารถสร้างทรงกลมได้อีกลูกหนึ่ง ถ้าทรงกลมทั้งสามนั้นมีการตัดกันผลที่ได้จะเป็นจุดสองจุดที่ขอบวงกลมเล็กๆ เครื่องรับน่าจะอยู่ที่จุดใดจุดหนึ่งในสองจุดนี้ แต่จะมีเพียงจุดเดียวเท่านั้นที่เป็นไปได้ในทางทฤษฎี (ซึ่งสามารถคำนวณได้โดยอาศัยสมการทางคณิตศาสตร์เข้าช่วย)

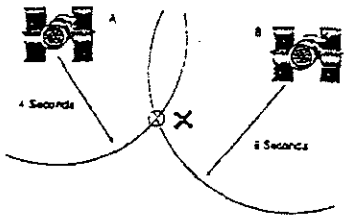


รูปที่ 2.13 การตัดกันของทรงกลมสามทรงกลม

ประเด็นถัดมาลองมาดูว่าตัวเครื่องรับสัญญาณจะรู้ว่าดาวเทียมอยู่ห่างจากสายอากาศของเครื่องรับเป็นระยะทางเท่าใดอย่างไร โดยหลักการแล้วถือว่าคลื่นเดินทางจากดาวเทียมมายังเครื่องรับด้วยความเร็วเท่ากับความเร็วแสงดังนั้นถ้าสมมุติว่าดาวเทียมส่งข้อมูล เอบีซี ออกมาจากดาวเทียมเมื่อเวลา 08.00 นาฬิกา แล้วเครื่องรับรับข้อมูล เอบีซี ได้ในเวลา 08.01 นาฬิกา แสดงว่าข้อมูลใช้เวลาในการเดินทางจากดาวเทียมมายังสายอากาศใช้เวลา 1 นาที เมื่อนำค่านี้มาคำนวณด้วยความเร็วของแสงก็จะทำให้ได้ระยะทางออกมาเช่นเดียวกัน

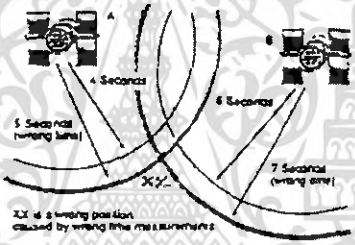
ดังนั้นแทนที่เราจะบอกเป็นระยะทางว่าดาวเทียมโคจรอยู่สูงจากพื้นผิวโลกกี่กิโลเมตร เราอาจบอกเป็นเวลาก็ได้ เช่น ดาวเทียมสองดวงอยู่ห่างจากสายอากาศ 4 และ 6 วินาที เพื่อให้ง่ายขึ้นจะมองทรงกลมที่สมมุติขึ้นมาล้อมรอบดาวเทียมแค่สองมิติเป็นวงกลมล้อมรอบดาวเทียม เอ และ บี และสมมุติว่าเกิดจุดตัดกันออกมาที่จุดเอกซ์ ดังรูปที่ 2.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
83082



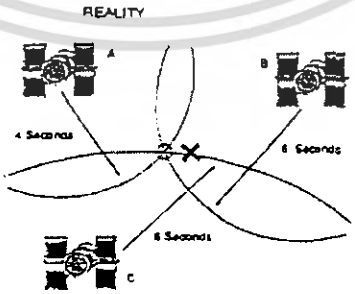
รูปที่ 2.14 จุดตัดกันของดาวเทียม เอ และ บี

แต่ถ้าเวลาที่ได้เกิดการผิดพลาดไปจากที่ควรเป็นจะด้วยสาเหตุใดก็ตาม เช่น ดาวเทียม เอ จาก 4 วินาที เป็น 5 วินาที และดาวเทียม บี จาก 6 วินาที เป็น 7 วินาที ผลที่เกิดขึ้นก็คือแทนที่จะเกิดจุดตัดขึ้นที่จุดเอกซ์ แต่กลับเกิดที่จุดเอกซ์เอกซ์ ดังรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 จุดตัดกันของดาวเทียม เอ และบี ในกรณีที่เกิดเวลาผิดพลาดไป

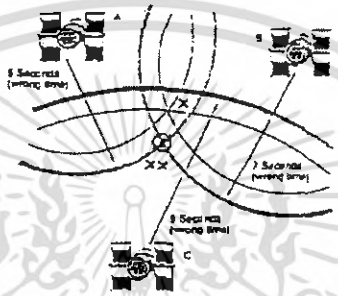
แม้ว่าดาวเทียมดวงที่สาม (ดาวเทียม ซี) เข้าช่วยเพื่อหาตำแหน่งที่แน่นอนดังกล่าวมาแล้วในตอนต้น ถ้าเวลาผิดพลาดไปก็จะเกิดจุดตัดที่ผิดพลาดขึ้นมาเช่นกัน ดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 จุดตัดกันของดาวเทียม เอ, บี, ซี ในกรณีที่เวลาผิดพลาดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.16 จะเห็นว่าจุดที่ถูกต้องตามที่ต้องการในครั้งแรกก็คือจุดเอกซ์ ซึ่งจะเป็นจุดตัดจุดเดียวเท่านั้น ไมโครโปรเซสเซอร์ในเครื่องรับจะเริ่มทำการปรับค่าความผิดพลาดของเวลาของดาวเทียมแต่ละดวง การทำงานเช่นนี้จำต้องอาศัยดาวเทียมอีกดวงหนึ่งเข้าช่วยเพื่อทำการปรับตั้งเวลาในเครื่องรับให้แม่นยำขึ้น จากนั้นจึงทำการขยับเวลาที่ทำการวัดได้จากดาวเทียมแต่ละดวงเพื่อทำการลดค่าผิดพลาดให้น้อยลง เมื่อทำการปรับได้อย่างถูกต้องแล้วก็จะทำให้ได้จุดตัดออกมาอย่างถูกต้อง ดังรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 จุดตัดกันอย่างถูกต้องของดาวเทียม เอ, บี, ซี

จากที่ได้อธิบายมาข้างต้นจะเห็นว่าความแม่นยำของเวลาเป็นหัวใจของระบบทีเดียว ดังนั้นบนดาวเทียมจีพีเอสจึงมีนาฬิกาอะตอมที่มีความแม่นยำสูงบรรจุอยู่ถึง 4 เครื่อง นาฬิกาเหล่านี้จะถูกปรับตั้งให้มีความแม่นยำสูงอยู่ตลอดเวลาโดยสถานีควบคุมภาคพื้นดิน จากแนวความคิดที่กล่าวมานี้ถ้าเครื่องรับรับสัญญาณอยู่บนพื้นโลกจะทำให้เครื่องรับทราบว่าตัวมันห่างจากดาวเทียมเท่าใดเสมือนกับได้ระยะทางด้านหนึ่งของสามเหลี่ยมแล้ว คือด้านพี ด้านที่สองของสามเหลี่ยมคืออาร์ เครื่องรับจะทราบได้โดยดาวเทียมจะส่งข้อมูลมาบอกว่ามันอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางของโลกเท่าใด ดังนั้นเครื่องรับจะคำนวณได้ว่ามันอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางของโลกเท่าใด

เนื่องจากพิกัดที่ได้จากเครื่องจีพีเอสมักจะอยู่ในรูปของ ละติจูด, ลองติจูด หรือค่าตัวแปรเอกซ์ วาย, แซด การกำหนดค่าดาตัมผิดจะทำให้เกิดความผิดพลาดขึ้นอย่างมาก

จีโอเดติคดาตัม คือ การกำหนดระบบอ้างอิงที่ใช้อธิบายขนาดและรูปร่างของโลก ว่าควรมีลักษณะอย่างไรในสมัยโบราณถือว่าโลกแบน ดังนั้นระนาบอ้างอิงจึงเป็นแพลนระนาบต่อมาพบว่าโลกเป็นทรงกลม ระบบอ้างอิงจึงถูกเปลี่ยนมาเป็นทรงกลมไปด้วยจนภายหลังพบว่ารูปร่างของโลกที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุดเป็นรูปไข่ และใช้มาจนถึงปัจจุบันนี้ เมื่อผนวกเข้ากับระบบการกำหนดพิกัดอ้างอิงก็จะทำให้สามารถกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลกได้อย่างแม่นยำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 มาตรฐานเอ็นเอ็มอีเอ (NMEA) และโปรโตคอลที่ใช้ในการสื่อสารของจีพีเอส

2.6.1 มาตรฐานเอ็นเอ็มอีเอ (NMEA)

เอ็นเอ็มอีเอเป็นโปรโตคอลสำหรับการสื่อสารซึ่งเกิดขึ้นโดยองค์กรกลางคือ National Marine Electronics Association ในแรกเริ่มนั้นเอ็นเอ็มอีเอถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้แลกเปลี่ยนข้อมูลกับเซ็นเซอร์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการเดินเรือเป็นหลัก ต่อมาเมื่อระบบจีพีเอสถูกนำมาใช้และมีบทบาทในการเดินเรือมากขึ้นตามวันเวลาที่ผ่านไป จึงทำให้เอ็นเอ็มอีเอถูกพัฒนาเป็นมาตรฐานกลางสำหรับสื่อสารระหว่างอุปกรณ์รับสัญญาณจีพีเอสและอุปกรณ์พ่วงอื่นๆ (Terminal equipment) แต่ถึงกระนั้นก็ยังคงมีอยู่ที่อุปกรณ์รับสัญญาณจีพีเอสอยู่บ้าง บางผู้ผลิตที่มีโปรโตคอลเฉพาะสำหรับใช้งานเอง แต่เนื่องจากเป็นเพียงส่วนน้อยเท่านั้นเราจึงไม่ขอกล่าวถึง

สำหรับมาตรฐานเอ็นเอ็มอีเอที่หมายถึงในที่นี้คือมาตรฐานซึ่งมีชื่อเรียกอย่างเต็มว่า เอ็นเอ็มอีเอ- 0183 เวอร์ชัน 1.5 หรือ 2.2 ซึ่งเป็นเวอร์ชันมาตรฐานที่ใช้กัน อย่างไรก็ตามมาตรฐานเอ็นเอ็มอีเอ-0183 เวอร์ชัน 2.2 ซึ่งเป็นมาตรฐานที่ถูกประกาศใช้มาตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม ค.ศ.1997 เป็นเวอร์ชันซึ่งใหม่กว่าและในปัจจุบันอุปกรณ์รับสัญญาณจีพีเอสส่วนใหญ่สามารถรองรับได้

2.6.2 การอินเตอร์เฟสทางไฟฟ้า (Electrical Interface)

มาตรฐานนี้สามารถใช้เป็นระบบที่มีตัวส่ง (Talker) เดียวและมีตัวรับ (Listener) สายที่แนะนำให้ใช้เป็นชิลด์ทวิสท์แพร์โดยต่อกราวด์ที่ตัวส่งเท่านั้นมาตรฐานไม่ได้กำหนดชนิด คอนเนคเตอร์ (Connector) เจาะจง

2.6.3 มาตรฐานเอ็นเอ็มอีเอ-0183

มาตรฐานที่เอาท์พุทจะเป็นแบบอีไออี-422 และมีสายสัญญาณ 2 เส้น คือ เอ และบี โวลต์เตจบนเส้นอาจจะเป็นเหมือนกับสายทีทีแอลซีเดี่ยวแบบเดิม ขณะที่บีโวลต์เตจจะกลับทางกันกับเอ เช่น เอเป็น +5 บีจะเป็นกราว ในการใช้งานจะใช้สายเพียงสายเดียว คือ สายเอในอีไอเอ-422 อาจถูกเชื่อมต่อกับอาร์เอส-232 ซึ่งเป็นอินพุทของเครื่องคอมพิวเตอร์ในมาตรฐานเอ็นเอ็มอีเอ-0183 ตัวอักขระที่ใช้คือแอสกีซึ่งสามารถพิมพ์ได้ เอ็นเอ็มอีเอ-0183 นั้น ข้อมูลจะถูกส่งด้วยอัตรา 4800 บิตต่อวินาที ข้อมูลจะถูกส่งในรูปของประโยค แต่ละประโยคเริ่มต้นด้วย $ และแคร์เรียรีเทอร์นและไลน์ฟีด

ถ้าข้อมูลสำหรับฟิลด์ (Field) ไม่สามารถหาได้ ฟิลด์จะถูกเว้นข้ามไปแต่คอมม่าที่ทำหน้าที่แบ่งฟิลด์ยังคงถูกส่งไปโดยไม่เว้นช่องว่าง เพราะว่าในแต่ละฟิลด์มีความยาวไม่คงที่หรือไม่มีข้อมูลเครื่องรับจะระบุตำแหน่งของฟิลด์ของข้อมูลที่ต้องการ โดยการนับเครื่องหมายคอมม่าเช็คซัมที่เลือกได้ว่าจะมีหรือไม่ประกอบด้วย “*” และ 2 บิตของเลขฐาน 16 แทนการเอกซ์คูซีฟออร์ของตัวอักษรทั้งหมดแต่ไม่รวม “$” และ “*” ในการใช้งานจะมีความต้องการใช้เช็คซัมในบางประโยค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในมาตรฐานจะอนุญาตแต่ละผู้ผลิตในการนิยามรูปแบบประโยค ประโยคเหล่านี้เริ่มต้นด้วย "$GP" และตัวอักษรสามตัว ที่ตามมาเป็นไอดีที่ถูกกำหนดมาจากโรงงานตามด้วยข้อมูลซึ่งเป็นไปตามรูปแบบทั่วไปของประโยคมาตรฐาน

2.6.4 โปรโตคอลเอ็นเอ็มอีเอ-0183

เอ็นเอ็มอีเอ คือ โปรโตคอลมาตรฐานที่ถูกนำมาใช้โดยเครื่องรับจีพีเอสเพื่อส่งข้อมูล เอ็นเอ็มอีเอ-0183 เอาท์พุทจะเป็นโปรโตคอล อีไอเอ-422เอ แต่เราสามารถนำไปใช้งานร่วมกับ อาร์เอส-232 ได้โดยอัตราการส่งข้อมูลเป็น 4800 บิตต่อวินาที, 8 ดาต้าบิต, ไม่มีพาริตี้บิต แต่มีหนึ่งสตอบบิต และประโยคของเอ็นเอ็มอีเอ-0183 จะเป็นแอสกีทั้งหมด แต่ละประโยคจะเริ่มต้นด้วย "$" และจบลงด้วย "<CR><LF>" และข้อมูลจะถูกแบ่งขั้นด้วย "," เครื่องรับจีพีเอสบางตัวไม่ส่งฟิลด์ข้อมูลเช็คซัม (ถูกเพิ่มเข้าไปในบางกรณี)

2.6.5 ข้อมูลเอ็นเอ็มอีเอ (NMEA Message)

ข้อมูลเอ็นเอ็มอีเอ คือ ข้อมูลที่ส่งออกมาจากโมดูลรับสัญญาณจีพีเอสข้อมูลในข้อมูลเอ็นเอ็มอีเอสามารถแบ่งได้เป็นเรคอร์ด (Record) หรือฟิลด์ย่อยโดยในแต่ละเรคอร์ดจะประกอบด้วยอักขระแอสกีซึ่งมีความยาวรวมไม่เกิน 80 ตัวอักษร เราสามารถอ่านดูข้อมูลเอ็นเอ็มอีเอที่ว่านี้ได้โดยการใช้ซอฟต์แวร์สื่อสาร เช่น *Hyper Terminal* เรคอร์ดข้อมูลในข้อมูลเอ็นเอ็มอีเอแต่ละเวอร์ชั่นอาจมีมากน้อยแตกต่างกัน

2.6.6 รายละเอียดภายในเรคอร์ดต่างๆ ของข้อมูลเอ็นเอ็มอีเอ

- GGA (Global Positioning System Fixed Data)

เรคอร์ดนี้ประกอบด้วยข้อมูลซึ่งใช้บอกถึงตำแหน่งพิกัด ละติจูด, ลองติจูด, เวลา, จำนวนดาวเทียมที่ใช้ในการคำนวณพิกัด (Satellite used) และความสูงของน้ำทะเล (MSL Altitude) โดยตัวอย่างของเรคอร์ด จีจีเอ (GGA) ที่โมดูลรับสัญญาณจีพีเอสส่งออกมา จะมีโครงสร้างเป็นดังนี้

4GPGGA,161229.487,3723.2475,N,12158.3416,W,1,07,1.0,9.0,,,,0000*18<CR><LF>

ตารางที่ 2.2 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ดจีจีเอ

Name	Example	Units	Description
Message ID	$GPGGA		GGA protocal header
UTC Posotion	161229.487		hhmmss.sss
Latitude	3723.2475		ddmm.mmmm
N/S Indicator	N		N=north or S=south

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

Name	Example	Units	Description
Longitude	12158.3416		dddmm.mmmm
E/W Indicator	W		E=east or W=west
Position Fix Indicator	1		
Satellite Used	07		Range 0 to 12
HDOP	1.0		Horizontal Dilution of Precision
MSL Altitude	9.0	Meters	
Units	M	Meters	
Geoid Separation		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

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

- GLL (Geographic Position – Latitude/Longitude)

เรคอร์ดนี้ประกอบด้วยข้อมูลซึ่งบอกตำแหน่งพิกัด ละติจูด, ลองติจูด, ทิศทาง, เวลา และสถานะในการรับสัญญาณ (Status) โดยตัวอย่างเรคอร์ดจีแอลแอล (GLL) ที่โมดูลรับสัญญาณจีพีเอสส่งออกมาจะมีโครงสร้างเป็นดังนี้

$GPGLL,3732.2475,N,12158.3416,W,161229.487,A*2C<CR><LF>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ดจีแอลแอล

Name	Example	Units	Description
Message ID	$GPGLL		GLL prorocal 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 Satellite)

เรคอร์ดนี้ประกอบด้วยข้อมูลซึ่งใช้บอกตำแหน่งพิกัดละติจูด, ลองติจูด, ทิศทาง, เวลา และสถานะในการรับสัญญาณ โดยตัวอย่างของเรคอร์ดจีเอสเอ (GSA) ที่โมดูลรับสัญญาณจีพีเอสส่งออกมาจะมีโครงสร้างเป็นดังนี้

ตารางที่ 2.4 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ดจีเอสเอ

Name	Example	Units	Description
Message ID	$GPGSA		GSA Protocal header
Mode 1	A		
Mode 2	3		
Satellite Used	07		Sv on Channel 1
Satellite Used	02		Sv on Channel 2
…			…
Satellite Used			Sv on Channel 12
PDOP	1.8		Position Dilution of Precision

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

Name	Example	Units	Description
HDOP	1.0		Horizontal Dilution of Precision
VDOP	1.5		Vertical Dilution of Precistion
Checksum	*33		
<CR><LF>			End of message termination

Value	Discription
1	Fix not available
2	2D
3	3D

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

- GSV (GNSS Satellite in View)

เรคอร์ดนี้ประกอบด้วยข้อมูลซึ่งใช้บอกถึงค่าทางเทคนิคต่างๆ ที่ได้รับจากดาวเทียมจีพีเอสที่โมดูลรับสัญญาณได้โดยตัวอย่างของเรคอร์ดจีเอสวี (GSV) ที่โมดูลรับสัญญาณจีพีเอสส่งออกมาจะมีโครงสร้างเป็นดังนี้

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

$GPGSV2,2,07,09,23,313,42,04,19,159,41,15,12,041,42*41<CR><LF>

ตารางที่ 2.5 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ดจีเอสวี

Name	Example	Units	Description
Message ID	$GPGSV		GSV protocal header
Number of Messages	2		Range 1 to 3
Messages Number	1		Range 1 to 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 (ต่อ)

Name	Example	Units	Description
Satellites in View	07		
Satellites ID	07		Channel 1 (Range 1 to 32)
Elevation	79	Degrees	Channel 1 (Maximum 90)
Azimuth	048	Degrees	Channel 1 (True, Range 0 to 359)
SNR (C/No)	42	dBHz	Range 0 to 99,null when not tracking
...			...
Satellite ID	27		Channel 4 (Range 1 to 32)
Elevation	27	Degrees	Channel 4 (Maximum 90)
Azimuth	138	Degrees	Channel 4 (True, Range 0 to 359)
SNR (C/No)	42	dBHz	Range 0 to 99, null when not tracking
Checksum	*71		
<CR><LF>			End of message termination

- RMC (Recommended Minimum Specific GNSS Data)

เรคอร์ดนี้ประกอบด้วยข้อมูลซึ่งบอกถึงวันที่และเวลา, สถานะในการรับสัญญาณ, ตำแหน่งพิกัดละติจูดและลองติจูด, ทิศทาง และความเร็ว โดยตัวอย่างของเรคอร์ดอาร์เอ็มซี (RMC) ที่โมดูลรับสัญญาณจีพีเอสส่งออกมามีโครงสร้างเป็นดังนี้

$GPRMC,161229.487,A,3723.2475,N,12158.3416,W,0.13,309.62,120598,,*10<CR><LF>

ตารางที่ 2.6 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ดอาร์เอ็มซี

Name	Example	Units	Description
Message ID	$GPRMC		RMC protocal header
UTC Position	161229.487		hhmmss.sss

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 (ต่อ)

Name	Example	Units	Description
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		Degrees	E=east or W=west
Checksum	*10		
<CR><LF>			End of message termination

- VTG (Course Over Ground and Ground Speed)

เรคอร์ดนี้ประกอบด้วยข้อมูลซึ่งใช้บอกทิศทางและความเร็ว โดยตัวอย่างเรคอร์ดวีทีจี (VTG) ที่โมดูลรับสัญญาณจีพีเอสส่งออกมา จะมีโครงสร้างเป็นดังนี้

$GPVTG,309.62,T,,M,0.13,N,0.2,K*6E<CR><LF>

ตารางที่ 2.7 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ดวีทีจี

Name	Example	Units	Description
Message ID	$GPVTG		VTG protocal header
Course	309.62	Degrees	Measured heading
Reference	T		True
Course		Degrees	Measured heading
Reference	M		Magnetic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.7 (ต่อ)

Name	Example	Units	Description
Speed	0.13	Knots	Measured horuzontal speed
Units	N		Knots
Speed	0.2	Km/hr	Measured horuzontal speed
Units	K		Kilometer per hour
Checksum	*6E		
<CR><LF>			End of message termination

จากรายละเอียดของแต่ละเรคอร์ดภายในข้อมูลเอ็นเอ็มอีเอที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าแต่ละเรคอร์ดต่างก็มีประโยชน์ใช้สอยเฉพาะตัวที่แตกต่างกันออกไปซึ่งเราสามารถหยิบมาใช้งานได้ตามความเหมาะสม เมื่อต้องการนำข้อมูลใดมาใช้งานก็ต้องเลือกเรคอร์ดที่เหมาะสมซึ่งมีข้อมูลนั้นๆ อยู่ ตัวอย่างเช่น ในกรณีที่ต้องการทราบความเร็วในการเคลื่อนที่ก็จะต้องเลือกอ่านเรคอร์ดอาร์เอ็มซี หรือวีทีจี เป็นต้น ในที่นี้ได้สรุปและจัดหมวดหมู่คุณสมบัติของแต่ละเรคอร์ดไว้ดังตารางที่ 2.8 เพื่อเป็นการสรุปและเพื่อให้สามารถหยิบยกมาใช้สอยได้โดยง่าย

ตารางที่ 2.8 ตารางสรุปคุณสมบัติของ 6 เรคอร์ดหลักในข้อมูลเอ็นเอ็มอีเอ

กลุ่มข้อมูลที่ต้องการ	เรคอร์ดที่เก็บข้อมูลที่ต้องการ
การระบุพิกัดตำแหน่ง	$GPGGA, $GPGLL, $GPRMC
ความเร็ว	$GPRMC, $GPVTG
วัน, เวลา	$GPRMC, $GPGGA, $GPGLL
ระดับแนวระนาบ, ความสูง	$GPGSA, $GPGGA
ข้อมูลของดาวเทียม	$GPGSV
สถานะของตัวรับ	$GPGGA, $GPGSA
การแก้ไขในเรื่อง DGPS	$GPGGA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 การสื่อสารข้อมูลอนุกรม

การสื่อสารข้อมูลอนุกรมเป็นการรับหรือส่งข้อมูลในลักษณะกลุ่มของบิตครั้งละ 1 บิต เรียงลำดับเรื่อยไปจนสิ้นสุดแต่ในบางกรณีก็สามารถรับส่งข้อมูลครั้งละหลายๆบิตได้หากแต่จะต้องมีการตกลงกันระหว่างตัวส่งกับตัวรับว่า จะส่งข้อมูลคราวกี่บิต ตัวรับจะต้องรอข้อมูลมาให้ครบทุกบิตเสียก่อนจึงทำการประมวลผล ส่งผลให้การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมอาจจะมีความเร็วในการรับส่งข้อมูลต่ำกว่าแบบขนาน ในด้านจำนวนสายสัญญาณการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมจะใช้จำนวนสายที่น้อยกว่ามากเนื่องจากการสื่อสารข้อมูลแบบขนานมีการโอนถ่ายมาพร้อมกันจึงมีความจำเป็นต้องใช้จำนวนเส้นสัญญาณมากขึ้นตามจำนวนบิตของข้อมูลด้วย ในขณะที่การสื่อสารแบบอนุกรมนั้นต้องการเส้นสัญญาณเพียงสองหรือสามเส้นเท่านั้นแต่อัตราการรับส่งข้อมูลอาจต่ำกว่าแบบขนานทำให้ระยะทางในการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมสามารถทำได้มากกว่าแบบขนานดังนั้นการสื่อสารแบบขนานจึงไม่เหมาะสมในการสื่อสารกับอุปกรณ์ภายนอกเป็นระยะทางไกลๆ เพราะจะทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมาก

การสื่อสารแบบอนุกรมนั้นแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ การสื่อสารอนุกรมแบบซิงโครนัสและการสื่อสารอนุกรมแบบอะซิงโครนัส โดยการสื่อสารอนุกรมแบบซิงโครนัสนั้นจะมีสัญญาณนาฬิการ่วมอยู่กับการรับและส่งด้วยตัวอย่างการส่งข้อมูลแบบซิงโครนัส ได้แก่ คีย์บอร์ดของคอมพิวเตอร์ซึ่งสายเส้นหนึ่งจะเป็นของสัญญาณนาฬิกาส่วนสายอีกเส้นหนึ่งจะเป็นสายของข้อมูล ดังนั้นการติดต่อกันแบบซิงโครนัสนี้จะต้องใช้สายในการเชื่อมต่ออย่างน้อยที่สุด 3 เส้น คือ สายสัญญาณนาฬิกา, สายข้อมูล และสายกราวด์ และสองคือ การสื่อสารอนุกรมแบบอะซิงโครนัสนั้น คือการรับและส่งข้อมูลไปในสายโดยไม่จำเป็นต้องมีสัญญาณนาฬิการ่วมด้วย เหมือนกับการส่งข้อมูลแบบซิงโครนัสแต่จะใช้การกำหนดค่าสัญญาณนาฬิกาทั้งภาครับและภาคส่งให้มีค่าเท่ากัน ซึ่งเรียกสัญญาณนาฬิกาที่ใช้ในการกำหนดค่าให้ภาครับและภาคส่งนี้ว่า อัตราการถ่ายทอดข้อมูล หรือบอดเรต (Baudrate) มีหน่วยเป็น บิตต่อวินาที (bit per second : bps)

2.7.1 ความเร็วของการสื่อสารข้อมูลอนุกรม

เนื่องจากการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมเป็นการรับ/ส่งข้อมูลในลักษณะกลุ่มของบิตข้อมูล (Bit Stream) ดังนั้น จึงต้องให้ความสนใจในการพิจารณาเรื่องอัตราในการรับ/ส่งบิตเหล่านี้เป็นอันดับแรกโดยทั่วไปมักจะระบุกันในหน่วยของจำนวนบิตข้อมูลภายในเวลาหนึ่งวินาที เรียกว่า อัตราบอต ตามค่ามาตรฐานเหล่านี้ ได้แก่ 110, 150, 300, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200 บอด ข้อมูลทั้งแปดบิตนี้หากว่าถูกส่งออกมาด้วย 9600 บอด จะใช้เวลาในการส่งข้อมูลหนึ่งบิตมีค่าเท่ากับ 1/9600 หรือ 104 us และเวลาในการส่งข้อมูลทั้งแปดบิตมีค่าเท่ากับ 8*104 หรือ 832 us

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2 รูปแบบของการส่งข้อมูลอนุกรม

การสื่อสารอนุกรมแบบซิงโครนัสจะใช้การแปลงข้อมูลขนานให้เป็นอนุกรมแล้วเพิ่มเติมบิตบางอย่างร่วมไปกับการส่งข้อมูลจริงซึ่งรูปแบบของข้อมูลที่ใช้ในการรับส่งแบบอะซิงโครนัสประกอบด้วย 4 ส่วนด้วยกัน ได้แก่

1. บิดเริ่มต้น (Stat Bit) ซึ่งจะมีขนาด 1 บิต

บิตเริ่มต้นมีหน้าที่สำหรับการบ่งบอกให้ทราบถึงตำแหน่งเริ่มต้นก่อนบิตข้อมูลตามปกติแล้วค่าของบิตเริ่มต้นจะเป็นระดับลอจิกต่ำ

2. บิตข้อมูลแบบอนุกรมจะมีขนาด 5,6,7 หรือ 8 บิต

3. บิดแสดงภาวะความเป็นเลขคู่หรือเลขคี่ (Parity Bit) จะมีขนาด 1 บิตหรือไม่มี

บิตนี้มีหน้าที่เพื่อการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล โดยทั่วไปมักเรียกว่าบิตพาริตี้และจะนำไปต่อท้ายบิตของข้อมูล ค่าของบิตนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนค่าของบิตที่เป็น 1 ซึ่งจะเป็นได้สองลักษณะ คือ พาริตี้คู่ (Even Parity) หรือพาริตี้คี่ (Odd Parity) ตัวอย่างเช่น ระบบที่ติดต่อกันโดยระบุว่าจะใช้พาริตี้คู่ ทางด้านส่งจะนำค่าข้อมูลมาพิจารณาหาจำนวนของบิตที่มีค่า 1 หากเป็นจำนวนคู่อยู่แล้ว ค่าของพาริตี้จะมีค่าเป็นศูนย์ แต่หากว่าจำนวนของบิดที่มีค่าเป็น 1 เป็นเลขจำนวนคี่ ค่าของพาริตี้ก็จะมีค่า 1 การพิจารณาทางด้านรับเป็นการตรวจสอบจำนวนบิตที่มีค่าเป็น 1 ของข้อมูลที่ได้รับมาทั้งหมดรวมทั้งบิตพาริตี้ ถ้ามีค่าเป็นเลขจำนวนคู่ แสดงว่าข้อมูลที่ได้รับเข้ามานี้ถูกต้องแต่หากไม่เป็นเลขจำนวนคู่แสดงว่าเกิดการผิดพลาดของข้อมูลขึ้น เป็นต้น.

4. บิตสุดท้าย (Stop Bit) จะมีขนาด 1, 1.5, หรือ 2 บิต

บิตสุดท้ายเป็นบิตที่เพิ่มขึ้นเพื่อระบุถึงของเขตการสิ้นสุดของกลุ่มบิตข้อมูล บิตสุดท้ายสามารถโปรแกรมได้คือ 1 บิต 1 $\frac{1}{2}$ บิต และ 2 บิต ดังนั้นกรณีของการส่งข้อมูล 8 บิต หากข้อมูลถูกส่งออกไปด้วยอัตราเร็ว 9600 บอด เวลาโดยรวมในการส่งข้อมูลหนึ่งไบต์ จะมีค่าเป็น 12*104 หรือ 1.25 ms

2.8 มาตรฐานพอร์อนุกรมแบบอาร์เอส-232 (RS-232)

มาตรฐานการเชื่อมต่อแบบอนุกรมอาร์เอส-232 เป็นมาตรฐานอุตสาหกรรมที่ออกมาเพื่อใช้กับการส่งข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส 2 ทิศทาง โดยมาตรฐานในอดีตนั้นถูกออกแบบมาเพื่อการส่งผ่านข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยังโมเด็มเพียงอย่างเดียวเท่านั้น เพื่อที่นำข้อมูลจากโมเด็มนี้สื่อสารผ่านสายโทรศัพท์ไปยังคอมพิวเตอร์อีกชุดหนึ่งที่อยู่ห่างไกลกัน โดยคณะกรรมการวางมาตรฐานที่มีชื่อว่า EIA RS-232 มาตรฐานนี้ในช่วงแรกจะใช้คอนเน็กเตอร์เป็นแบบ DB-25 โดยกำหนดความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยาวสูงสุดของสายสัญญาณไว้ที่ 50 ฟุต มีระดับสัญญาณตั้งแต่ -3 ถึง -12 V แสดงว่ามีข้อมูล (MASK) และ +3 ถึง +12 V แสดงว่าเป็นช่องว่าง (Space)

มาตรฐานอาร์เอส-232 ได้กำหนดรูปแบบของอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อข้อมูล (Data Terminal Equipment : DTE) กับวงจรข้อมูลปลายทาง (Data Circuit Terminating : DCE) ไว้ว่าอุปกรณ์ DTE จะต้องเป็นอุปกรณ์ที่มีการประมวลผลในตัว เช่น ไมโครคอนโทรลเลอร์ หรือ ไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีความสามารถในการสร้างข้อมูลแบบอนุกรมได้ ส่วนอุปกรณ์ DCE จะทำหน้าที่เป็นเพียงตัวรับข้อมูลที่ส่ง DTE มาจากเท่านั้น โดยการรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ทั้งสองจะกระทำผ่านมาตรฐานอาร์เอส-232

ข้อแตกต่างระหว่างอุปกรณ์ DTE และ DCE อย่างหนึ่งที่เห็นได้ชัด คือ คอนเน็กเตอร์ของ DTE เป็นตัวผู้ ส่วนคอนเน็กเตอร์ DCE จะเป็นตัวเมีย ซึ่งพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปจะเป็นส่วนคอนเน็กเตอร์ที่อยู่ในโมเด็มจะเป็นแบบ DCE

คอนเน็กเตอร์สำหรับพอร์ตอาร์เอส-232 และการเชื่อมต่อ

มาตรฐานการเชื่อมต่อแบบอนุกรมอาร์เอส-232 จะใช้คอนเน็กเตอร์แบบ DB-25 ตัวผู้ หรือ DB-9 ตัวผู้ ซึ่งคอนเน็กเตอร์แบบ DB-25 จะมีขาต่อใช้งานเพียง 9 เส้นเช่นเดียวกับคอนเน็กเตอร์แบบ DB-9 เนื่องจากขาอื่นที่เคยใช้งานในอดีต ปัจจุบันมีการใช้งานที่ไม่มากนักจึงถูกยกเลิกไป ดังตารางที่ 2.9

ตารางที่ 2.9 การจัดขาของคอนเน็กเตอร์พอร์ตอนุกรมตามมาตรฐานอาร์เอส-232 ทั้งแบบDB-25 และ DB-9

คอนเน็กเตอร์แบบ DB-9	คอนเน็กเตอร์แบบ DB-25	ชื่อของสายสัญญาณ	ชนิดของสายสัญญาณ
1	8	Data Carrier Detect : DCD	อินพุท
2	3	Receive Data : RD	อินพุท
3	2	Transmitted Data : TD	เอาท์พุท
4	20	Data Terminal Ready : DTR	เอาท์พุท
5	7	Signal Ground : GND	-
6	6	Data Set Ready : DSR	อินพุท
7	4	Request To Send : RTS	เอาท์พุท
8	5	Clear To Sent : CTS	อินพุท
9	22	Ring Inticator : RI	อินพุท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอกนั้นแสดงดังในรูป 2.18 ลูกศรในรูปแสดงถึงทิศทางของข้อมูล ซึ่งเป็นการแบบ Null Modem หรือการเชื่อมต่อโดยตรงไม่ต้องผ่านโมเด็ม โดยมีการตรวจสอบหรือแฮนด์เช็กเต็มรูปแบบ ส่วนในรูปที่ 2.19 เป็นการเชื่อมต่อแบบในลักษณะที่ใช้สายสัญญาณเพียง 3 เส้น โดยเส้นหนึ่งสำหรับรับส่งข้อมูล และเส้นสุดท้ายเป็นกราวด์ สำหรับหน้าที่ในการทำงานแต่ละขาของพอร์ตอนุกรมแบบอาร์เอส-232 มีดังนี้

Data Carier Detect : DCD หรืออาจเรียกว่า Carrier Detect : CD ขานี้จะแอกทีฟเมื่อมีการส่งสัญญาณพาห์จากอุปกรณ์สื่อสารข้อมูล เช่น โมเด็มสำหรับการใช้งานปกติ ขานี้จะไม่ถูกใช้งานมากนัก

Receive Data : RD ขานี้ใช้เพื่อรับสัญญาณอนุกรมเข้ามายังคอมพิวเตอร์ โดยนำข้อมูลที่อ่านได้เก็บไว้ในรีจิสเตอร์ บัฟเฟอร์

Transmitted Data : TD ใช้ส่งข้อมูลออกจากคอมพิวเตอร์ โดยนำข้อมูลที่เก็บอยู่ในบัฟเฟอร์สำหรับส่งข้อมูลส่งออกไป

Data Terminal Ready : DTR เป็นขาสัญญาณที่ส่งออกมาจากคอมพิวเตอร์ให้อุปกรณ์รับรู้ว่าต้องการติดต่อด้วย โดยขา DTR นี้ต้องเชื่อมต่อกับ DSR ของอุปกรณ์ปลายทางและขา DTR ของอุปกรณ์ปลายทางต้องเชื่อมต่อกับขา DSR ของคอมพิวเตอร์ ถ้าใช้การเชื่อมต่อเป็นแบบ Null Modem ซึ่งใช้สายในการเชื่อมต่อเพียงสามเส้นจะต้องต่อขา DTR และDSR ของตัวมันเองเข้าด้วยกันและต้องต่อกับขาด้วยในกรณีที่โปรแกรมที่โปรแกรมสื่อสารที่ใช้มีการตรวจจับสัญญาณพาห์

Signal Ground : GND กราวด์ของระบบ

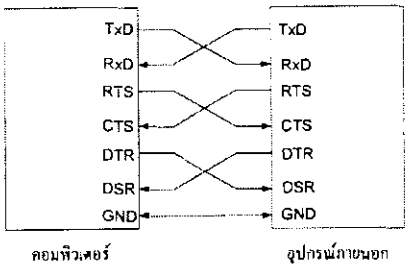
Data Set Ready : DSR ขานี้จะใช่คู่กับขา DTR เพื่อตรวจสอบการเชื่อมต่อกันระหว่างคอมพิวเตอร์ปลายทางซึ่งขา DSR นี้จะเป็นขาสำหรับรับข้อมูลจากภายนอกซึ่งถูกส่งมาจากขา DSR

Request to send : RTS เป็นขาสำหรับส่งสัญญาณร้องขอให้ทางอุปกรณ์ปลายทางส่งข้อมูลกลับมายังคอมพิวเตอร์ โดยขาที่รับสัญญาณ RTS ก็คือขา CTS ในกรณีที่ใช้การเชื่อมต่อแบบ Null Modem 3 สาย จึงต้องเชื่อมต่อขา RTS กับ CTS ของตัวมันเองเข้าด้วยกัน เพื่อที่จะทำให้การรับและส่งข้อมูลเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา

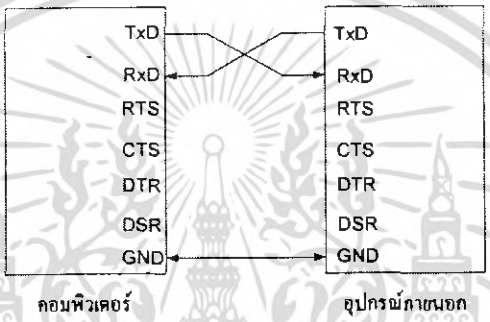
Clear to sent : CTS ขานี้จะคอยรับสัญญาณจากขา RTS เมื่อรับสัญญาณได้ ข้อมูลที่ขา TD จะถูกส่งออกไป ดังนั้นขานี้จึงถูกใช้เพื่อการตรวจสอบการต่อพ่วงว่าพร้อมที่จะรับข้อมูลหรือไม่

Ring Indicator : RI ใช้ในการแสดงสถานะสัญญาณเรียกจากสัญญาณโทรศัพท์ ปกติในการสื่อสารโดยทั่วไปสายนี้จะไม่ถูกใช้งาน จะใช้งานก็ต่อเมื่อมีการเชื่อมต่อกับโมเด็มและโปรแกรมมีการตรวจสอบสัญญาณนี้เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.18 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกเข้ากับคอมพิวเตอร์แบบ Null Modem



รูปที่ 2.19 การต่ออุปกรณ์ภายนอกเข้ากับคอมพิวเตอร์แบบอาร์เอส-232 โดยสัญญาณเพียง 3 เส้น

UART

UART ย่อมาจากคำว่า Universal Asynchronous Receiver Transmitter หมายถึง อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รับและส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัสนั่นเอง สำหรับการสื่อสารอนุกรมบนคอมพิวเตอร์แล้ว ถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของการสื่อสารอนุกรม

หน้าที่หลักของ UART คือ หน้าที่แปลงข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบขนานจากคอมพิวเตอร์ให้อยู่ในรูปแบบอนุกรมซิงโครนัส แล้วส่งออกไป และทำหน้าที่แปลงสัญญาณอนุกรมแบบอะซิงโครนัสที่ป้อนเข้ามายัง UART ให้เป็นแบบขนานก่อนที่จะส่งเข้าสู่คอมพิวเตอร์ ซึ่งนอกจาก UART จะส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์แล้ว ยังแจ้งข้อมูลอื่นๆ ให้คอมพิวเตอร์รับทราบด้วยเช่น อัตราเร็วในการรับส่งข้อมูล (บอดเรต), รูปแบบการส่งข้อมูล, ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นระหว่างการถ่ายทอดข้อมูล เป็นต้น

ภายในจะส่วนของวงจรสร้างบอดเรตแบบโปรแกรมได้ (Programmable Buadrate Generator) โดยการกำหนดค่าตัวหารให้กับสัญญาณนาฬิกา โดยตัวหารนี้มีขนาด 16 บิต ดังนั้นจึงสามารถกำหนดตัวหารอยู่ในช่วง 1-65,535 สามารถรับส่งข้อมูลได้ทั้งฮาร์ฟดูเพล็กซ์ (half duplex) และฟูลดู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพล็กซ์ (full duplex) โดยการส่งแบบฮาร์ฟดูเพล็กซ์เป็นการส่งแบบทิศทางเดียว ส่วนการส่งแบบฟูลดูเพล็กซ์สามารถรับและส่งแบบข้อมูลได้ในคราวเดียวกัน

ระดับแรงดันที่ใช้งานสำหรับพอร์ตอนุกรม

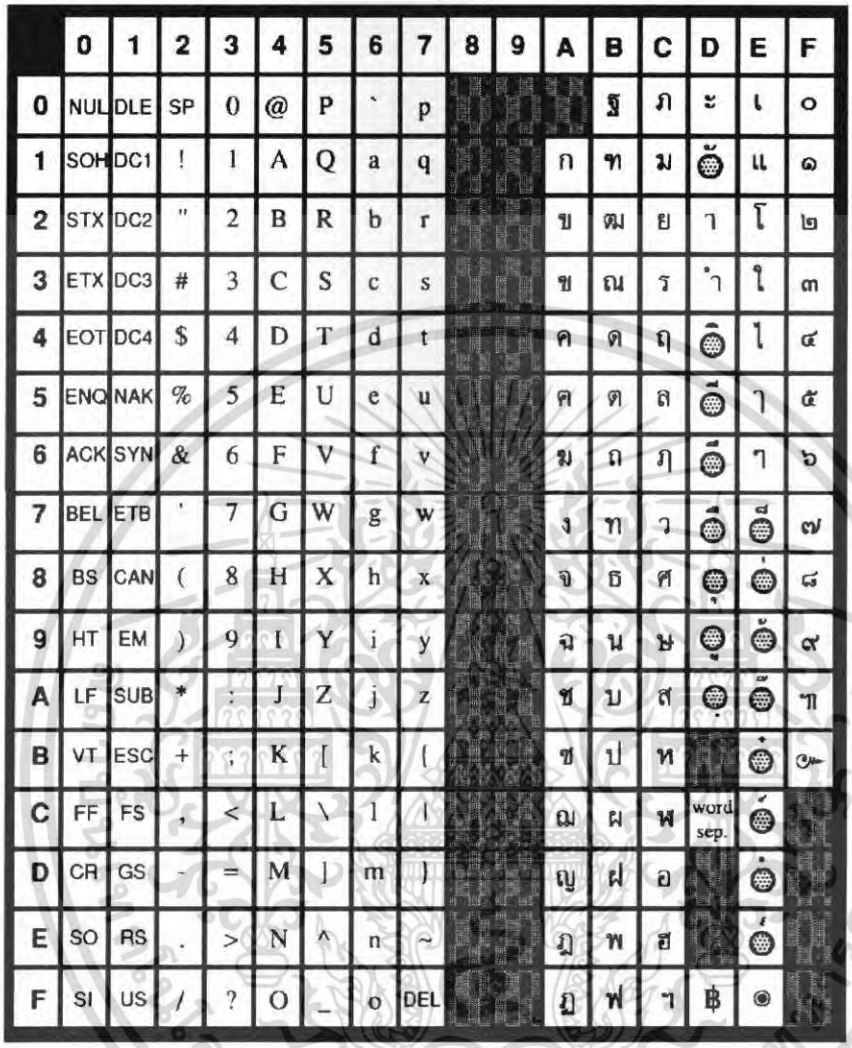
มาตรฐานการสื่อสารข้อมูลของพอร์ตอนุกรม ได้ระบุช่วงระกับแรงดันสำหรับการทำงานของพอร์ตอนุกรมไว้ว่า ที่ลอจิก "0" จะมีระดับสัญญาณ +3 ถึง +15V ส่วนลอกจิก "1" จะมีระดับสัญญาณ -3 ถึง -15V ระกับสัญญาณนั้นทำให้ไม่สามารถที่จะนำขาเอาท์พุตใดๆ ต่อเข้ากับลอจิกเกตเพื่อใช้งานได้โดยตรง จะต้องผ่านวงจรเพื่อที่จะเปลี่ยนระดับแรงดันเสียก่อน โดยปกติจะใช้ไอซีพวก RS-232 transceiver ที่นิยมมากคือ MAX 232 หรือ ICL 232ไอซีกลุ่มนี้จะทำหน้าที่แปลงระดับแรงดันของ RS 232ให้อยู่ในระดับทีทีแอล โดยลอจิก "0" ซึ่งเดิมมีระดับสัญญาณ +3 ถึง+15V จะถูกแปลงเป็น 0 ส่วนลอจิก "1" ซึ่งเดิมมีระดับสัญญาณ -3 ถึง -15V จะถูกแปลงเป็น 5 ทั้งนี้เพื่อให้สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ดิจิตอลอื่นๆ ที่ใช้ระดับแรงดันทีทีแอลได้

2.9 โค้ด (Code)

รหัสหรือโค้ดคืออักษรหรือตัวเลขที่ใช้แทนการทำงานอย่างใดอย่างหนึ่งเช่น 76H หรือ 01110110b ถ้าเป็นรหัสคำสั่งของ Z-80 ก็จะมีความหมายว่า HALT มาตรฐานของรหัสมีอยู่หลายแบบเช่น Hex code, Binary Code, EBCDIC, ASCII ในที่นี้จะขอกล่าวถึงเฉพาะASCII Code รหัส ASCII (American Standard Code for Information Interchange) เป็นรหัสที่พัฒนาขึ้นโดยสถาบันมาตรฐานแห่งชาติสหรัฐอเมริกา(American National Standard Institute) :ANSIสามารถใช้แทนข้อมูลอักขระและคำสั่งได้มากขึ้นจะเป็นโค้ดแบบ 7 บิต เช่นอักษร A,B,C แทนด้วยค่าดังนี้ 41H,42H,43H และมีการขยายเป็นรหัสแบบ 8 บิต โดยเพิ่มบิตสูงสุด(หรือบิตซ้ายสุด) ที่เติมเข้าอาจจะเพียงแค่เติม 0 เข้าไป หรือไม่ก็นำมาใช้เป็น parity bit การอ่านค่าตารางให้นำตัวเลขแนวนอนและแนวตั้งมาเรียงต่อกัน เช่น ตัวอักขระA ก็คือ 41h, ตัวเลข 1 คือ 31h เป็นต้น

สมมติว่าต้องการเก็บคำว่า BINGO ก็จะได้เป็น 42h 49h 4Eh 47h 4Fh ตามลำดับดังรูปที่ 2.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0	NUL	DLE	SP	0	@	P	`	p				ฐ	ภ	ะ	เ	๐
1	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q			ก	ฑ	ม	◌ั	แ	๑
2	STX	DC2	"	2	B	R	b	r			ข	ฒ	ย	า	โ	๒
3	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s			ฃ	ณ	ร	◌ำ	ใ	๓
4	EOT	DC4	$	4	D	T	d	t			ค	ด	ฤ	◌ิ	ไ	๔
5	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u			ฅ	ต	ล	◌ี	ๅ	๕
6	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v			ฆ	ถ	ฦ	◌ึ	ๆ	๖
7	BEL	ETB	'	7	G	W	g	w			ง	ท	ว	◌ื	◌็	๗
8	BS	CAN	(	8	H	X	h	x			จ	ธ	ศ	◌ุ	◌่	๘
9	HT	EM	)	9	I	Y	i	y			ฉ	น	ษ	◌ู	◌้	๙
A	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z			ช	บ	ส	◌ฺ	◌๊	ฯ
B	VT	ESC	+	;	K	[	k	{			ซ	ป	ห		◌๋	฿
C	FF	FS	,	<	L	\	l	|		ฌ	ผ	ฬ	word sep.	◌์	
D	CR	GS	-	=	M	]	m	}			ญ	ฝ	อ		◌ำ	
E	SO	RS	.	>	N	^	n	~			ฎ	พ	ฮ		◌ั	
F	SI	US	/	?	O	_	o	DEL			ฏ	ฟ	ฯ	฿	◉	

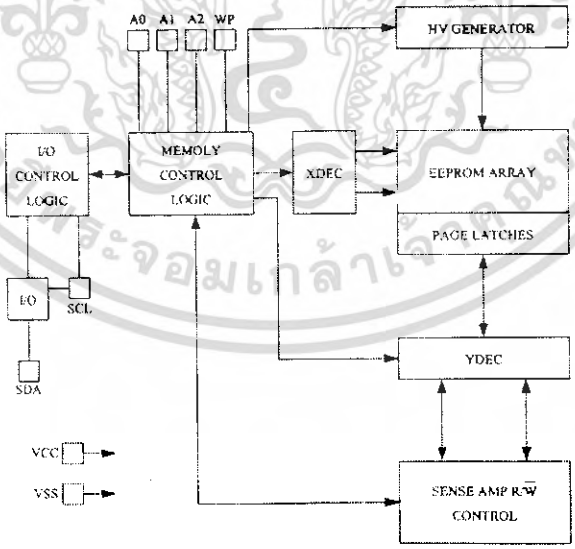
รูปที่ 2.20 ตารางรหัส ASCII แทนตัวอักษร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 หน่วยความจำ อีสแควพรอม (E^2PROM) แบบไอสแควซี(24XX)

2.10.1 คุณสมบัติของหน่วยความจำ อีสแควพรอม แบบไอสแควซี

หน่วยความจำแบบอีอีพรอม หรือที่นิยมเรียกกันสั้นๆว่าอีสแควพรอมนั้น จัดเป็นหน่วยความจำประเภทหน่วยความจำถาวร เนื่องจากสามารถเก็บรักษาข้อมูลไว้ภายในตัวไว้ได้ถึงแม้ว่าจะไม่มีการจ่ายไฟเลี้ยงให้กับหน่วยความจำก็ตาม ซึ่งหน่วยความจำแบบนี้จะมีจุดเด่นประการหนึ่งคือสามารถทำการลบและเขียนซ้ำได้หลายๆครั้งด้วยสัญญาณทางไฟฟ้า ซึ่งทำให้มีความสะดวกมากในการออกแบบวงจรและการนำไปประยุกต์ใช้งาน โดยหน่วยความจำนี้จะมีรูปแบบในการเชื่อมต่อกับตัวแม่ได้หลายแบบแต่สำหรับหน่วยความจำแบบที่นิยมนำมาใช้เชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้แก่ หน่วยความจำที่ใช้วิธีการเชื่อมต่อแบบอนุกรมซึ่งนิยมเรียกว่าซีเรียลอีอีพรอม ซึ่งจะใช้สัญญาณในการเชื่อมต่อน้อยเส้น โดยหน่วยความจำอีอีพรอม แบบที่กำลังได้รับความนิยมในการใช้งานในปัจจุบันได้แก่หน่วยความจำที่ใช้เชื่อมต่ออนุกรมไอสแควบัสในตระกูล24XX(มีรหัสเบอร์ขึ้นด้วย 24) ซึ่งหน่วยวามจำแบบนี้มีคุณสมบัติที่น่าสนใจหลายประการ คือมีตัวถังขนาดเล็กใช้สัญญาณในการเชื่อมต่อน้อยเส้น และสามารถเก็บข้อมูลไว้ได้นานกว่า 200 ปี นอกจากนี้ยังสามารถลบและเขียนซ้ำได้ถึง 1ล้านครั้ง(อ้างอิงจากไมโครชิพ) จึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้งาน ในด้านที่เกี่ยวข้องกับการเก็บรักษาข้อมูล ที่ต้องการพื้นที่ของหน่วยความจำ จำนวนมากแต่ไม่ต้องการความเร็วในการอ่านเขียน และไม่ได้เปลี่ยนแปลงค่าข้อมูลบ่อยมากนักได้เป็นอย่างดี

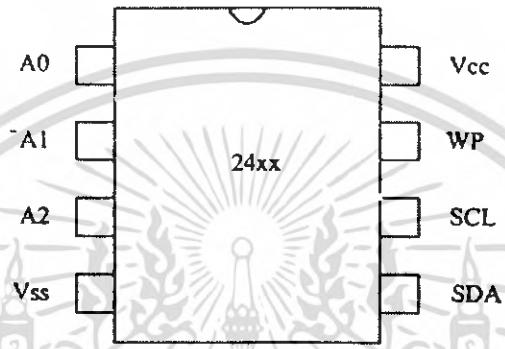


รูปที่ 2.21 บล็อกไดอะแกรมของหน่วยความจำอีสแควพรอมตระกูล 24XX

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10.2 การจัดขาสัญญาณของหน่วยความจำ 24XX

สำหรับลักษณะรูปร่างของหน่วยความจำตระกูล 24XXนั้นจะมี8ขาโดยมีให้เลือกใช้ทั้งแบบที่เป็นตังถังตีนตะขาบขนาด8ขาหรือ DIP8 (Dual in-line Package) และแบบที่เป็นตัวถังแบบอุปกรณ์พื้นผิว หรือ SOP8 (Small Outline Package) โดยทั้ง 2 แบบจะมีลักษณะของการจัดเรียงขาสัญญาณเหมือนกันดังนี้



รูปที่ 2.22 ขาสัญญาณโดยทั่วไปของไอซี 24XX

- A0 ,A1 ,A2 เป็นขาสัญญาณแอดเดรสอินพุท ใช้สำหรับกำหนดตำแหน่งการทำงานของอีสแควพรอมแต่ละตัวที่จะเชื่อมต่อกันภายในบัส ซึ่งขาสัญญาณแอดเดรสนี้แต่ละตัวอาจมีไม่เท่ากันบางตัวอาจมี3ขาบางตัวอาจมี1หรือ2ขา บางตัวอาจไม่มีเลย โดยถ้าตัวใดไม่มีการออกแบบให้กำหนดค่าแอดเดรสจากทางฮาร์ดแวร์ได้ ขาเหล่านี้จะถูกปล่อย(NC)ไว้
- VSS เป็นขาสัญญาณอ้างอิง หรือ GND
- SDA เป็นขาข้อมูลแบบ2ทิศทางของไอสแควซี สำหรับรับส่งข้อมูลระหว่าอีสแควพรอมและไมโครคอนโทรเลอร์โดยจะทำหน้าที่เป็นอินพุทในการรับข้อมูลจากไมโครคอนโทรเลอร์ที่จะส่งให้กับอีสแควพรอม และในทางกลับกันก็จะทำหน้าที่เป็นเอาท์พุท สำหรับส่งข้อมูลจากอีสแควพรอมให้กับไมโครคอนโทรเลอร์
- SCL เป็นขาสัญญาณนาฬิกาอินพุทของไอสแควซี ใช้สำหรับควบคุมการรับส่งหรืออ่านเขียนข้อมูลระหว่างไมโครคอนโทรเลอร์ และอีสแควพรอม
- WP เป็นขาสัญญาณไรท์โพเทค (Write Protect) โดยมีสภาวะเป็นอินพุท ทำหน้าที่ป้องกันการเขียนข้อมูลให้กับอีอีพรอม โดยถ้าขานี้มีสภาวะเป็น “0” จะสามารถสั่งเขียนข้อมูลให้กับอีสแควพรอมได้ถ้าขานี้มีสภาวะเป็น “1” จะไม่สามารถเขียนข้อมูลให้กับอีสแควพรอมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งปัจจุบันหน่วยความจำในกลุ่มนี้จะมีผลิตออกจำหน่ายเพื่อให้ผู้ใช้ได้เลือกใช้งานกันตามความเหมาะสมมากมายหลายเบอร์ โดยส่วนมากจะมีรหัสเริ่มด้วย24 เช่น 2416, 2432,2464,24128,24256 และ 24512 เป็นต้น ซึ่งหน่วยความจำเหล่านี้จะเป็นแบบที่ใช้การเชื่อมต่อแบบไอสแควซีบัสเหมือนกันหมด และจะมีลักษณะของขาสัญญาณที่เข้ากันได้ทุกประการสามารถนำไปทดแทนได้โดยแต่ละเบอร์จะมีความแตกต่างกันในบางเรื่อง เช่นขนาดของจำนวนความจุในการเก็บข้อมูล ความเร็วในการเขียนข้อมูลให้กับหน่วยความจำ และระดับแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงในการทำงาน เป็นต้น ซึ่งผู้ใช้เองสามารถออกแบบวงจรและเลือกดิดตั้งหน่วยความจำ เพื่อใช้งานกับบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ได้มากมายหลายเบอร์ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์และขนาดของหน่วยความจำที่ต้องการ โดยอีสแควพรอมในตระกูล24XXในกลุ่มนี้บางเบอร์สามารถต่อร่วมกันภายในบัสเดียวกันได้มากกว่า1ตัวโดยแต่ละตัวจะมีขาแอดเดรส สำหรับกำหนดรหัสตำแหน่งของอุปกรณ์ภายในบัสจากฮาร์ดแวร์(ขาสัญญาณ A0 A1 และ A2) ได้เช่นเบอร์ 24XX32 ,64 ,128 และ24XX256 ของไมโครชิพ เป็นต้น โดยหน่วยความจำแต่ละตัวจะมีรหัสในการติดต่อเรียกว่าคอนโทรไบต์ซึ่งมีลักษณะดังนี้

บิต7	บิต6	บิต5	บิต4	บิต3	บิต2	บิต1	บิต0
1	0	1	0	A2	A1	A0	$R/\overline{W}$

รูปที่ 2.23 รหัสคอนโทรไบต์ของ 24XX/32/64/128/256 ของไมโครชิพ

สำหรับหน่วยความจำเบอร์24XX32, 24XX64, 24XX128, 24XX256 ของไมโครชิพนั้นจะเห็นได้ว่ารหัสคอนโทรไบต์ในตำแหน่ง4บิตบน (บิต7,6 ,6 และ4) มีค่าเป็น "1010" ส่วนบิต 3, 2 และ1นั้นจะอยู่กับสภาวะทางลอจิกของขาสัญญาณ A2 ,A1 และA0 ในวงจร ซึ่งจากคุณสมบัติดังกล่าวจะทำให้สามารถทำการต่อหน่วยความจำดังกล่าวได้มากถึง 8 ตัวภายในบัสเดียวกัน โดยกำหนดสภาวะของขาสัญญาณลอจิกแอดเดรสที่แตกต่างกันออกไป โดยสามารถสรุปให้เห็นได้ดังตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เบอร์(ความจุ)	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
24XX32 (4K x 8)	1	0	1	0	A2	A1	A0	R/W
24XX64 (8K x 8)	1	0	1	0	A2	A1	A0	R/W
24XX128 (16K x 8)	1	0	1	0	A2	A1	A0	R/W
24XX256 (32K x 8)	1	0	1	0	A2	A1	A0	R/W

ตารางที่ 2.10 คอนโทรไบต์ของหน่วยความจำแบบไอสแควซีบัสของไมโครชิพ

จากตารางจะเห็นว่า หน่วยความจำอีสแควพรอมแบบไอสแควซีบัส 24XX32/64/128/256 ของไมโครชิพนั้นจะมีคอนโทรไบต์ที่เหมือนกันทุกเบอร์ แต่จะมีความแตกต่างกันที่ขนาดความจุในการเก็บรักษาข้อมูลของแต่ละเบอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การคำนวณและการสร้าง

3.1 การออกแบบอุปกรณ์เก็บค่าพิกัดจากดาวเทียมจีพีเอส

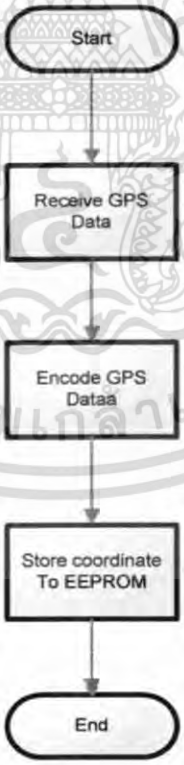
ส่วนนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดในการออกแบบและขั้นตอนการทำงานของอุปกรณ์เก็บค่าพิกัดจากดาวเทียมจีพีเอส โดยรายละเอียดในการออกแบบทั้งหมดแบ่งออกเป็น 2 ส่วนด้วยกัน

1. การัดการสัญญาณจากโมดูลีพีเอส เกี่ยวกับการรับสัญญาณจากดาวเทียมจีพีเอส และเลือกสัญญาณจีพีเอสเพื่อนำมาบันทึกค่าในอีสแควร์พรอม

2. การติดต่อกับโทรศัพท์ จะเกี่ยวกับว่ามีคำสั่งใหม่ส่งมาทาง SMS หรือไม่ เพื่อจะได้ทราบพิกัดของ รถยนต์

3.1.1 การจัดการสัญญาณจากโมดูลจีพีเอส

ในโครงงานนี้เราต้องการค่าพิกัดละติจูด ลองติจูด และเวลาดังนั้นจึงต้องทำการเลือกข้อมูลที่โมดูลจีพีเอสส่งออกมาให้ตรงกับที่เราต้องการ แล้วนำมาเลือกเฉพาะค่าที่เราต้องการ

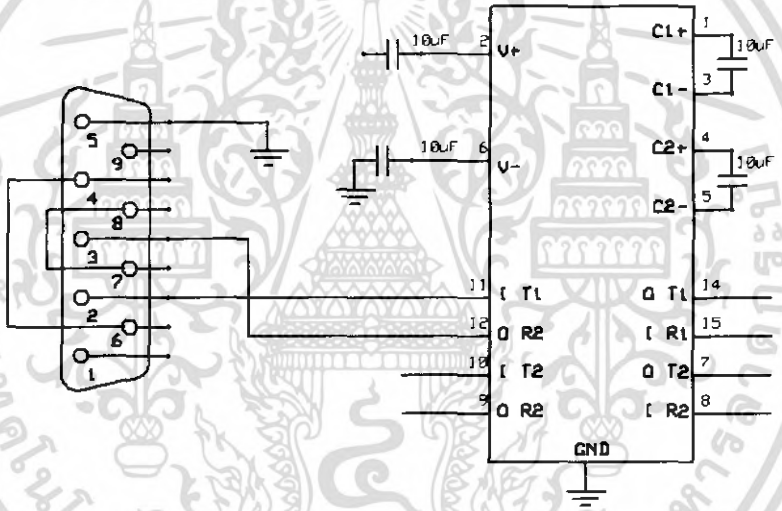


รูปที่ 3.1 โฟล์วชาร์ทของการจัดการสัญญาณจากโมดูลจีพีเอส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 วงจรเชื่อมต่อสัญญาณมาตรฐานแบบอาร์เอส-232

การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมระหว่าอุปกรณ์ต่างๆกับไมโครคอนโทรลเลอร์ จะใช้วงจรเชื่อต่อสัญญาณมาตรฐานแบบอาร์เอส-232 ทำหน้าที่แปลงสัญญาณอนุกรมที่ใช้ติดต่อกันระหว่างไมโครคอลโทรลเลอร์อุปกรณ์ต่างๆ สำหรับโครงงานนี้ได้เลือกใช้ไอซี MAX232 ทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมต่อสัญญาณมาตรฐานแบบอาร์เอส-232 การสื่อสารข้อมูลมาตรฐานแบบอาร์เอส-232 จะกำหนดให้ระดับแรงดัน +3 โวลต์ ถึง +25โวลต์ แทนสัญลักษณ์ลอจิก 0 และแรงดัน -25โวลต์ถึง-3 โวลต์แทนสัญลักษณ์ 1 เนื่องจากไอซีนี้ต้องการไฟเลี้ยงเพียง +5 โวลต์เท่านั้นแต่สามารถให้สัญญาณเอาท์พุตออกมา +10 โวลต์ และ -10 โวลต์โดยรูปที่3.2 จะเป็นการแสดงการเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับไอซี MAX232 เพื่อเชื่อมต่อไปยังอุปกรณ์ต่างๆ



รูปที่3.2 วงจรเชื่อมต่อสัญญาณมาตรฐานแบบอาร์เอส-232

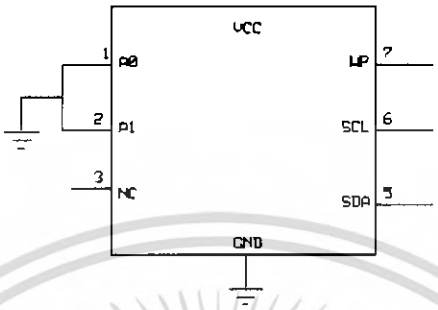
3.1.3 วงจรส่งสัญญาณของหน่วยความจำอีสแควพรอม

หน่วยความจำที่เลือกมาใช้คือ 24LC512 เป็นไอซีอีสแควพรอมแบบอนุกรม โดยใช้บัสไอซีสแควซึ่งสามารถต่อในบัสเดียวกัน ซึ่งแต่ละตัวมีความจุ 64 กิโลไบต์ ทำให้หน่วยความจำมีความจุสุดมากถึง *512* กิโลไบต์โดยมีขาที่ใช้ดังนี้คือ

- SDA เป็นขาที่ใช้รับ-ส่งข้อมูล
- SCL เป็นขาที่ใช้ควบคุมการรับส่งข้อมูล ซึ่งควบคุมโดยตัวแม่เท่านั้น
-A0,A1,A2 เป็นขี่ใช้กำหนดแอดเดรสของไอซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยมีลักษณะวงจรเป็นดังนี้



รูปที่3.3 วงจรหน่วยความจำอีสแควพรอม

3.2ส่วนรับสัญญาณจากโมดูล จีพีเอส

3.2.1 ส่วนโมดูลจีพีเอส

จากโมดูลจีพีเอส ที่เราเลือกจะให้ข้อมูลออกมาหลายประโยค แต่เราเลือกใช้งานเพียงประโยคอาร์เอ็มซีเท่านั้นโดยในประโยคอาร์เอ็มซีจะมีข้อมูลที่เราต้องการครบถ้วนคือ เวลายูทีซี (UTC Time), ละติจูด,ลองติจูด ซึ่งประโยคอาร์เอ็มซี มีรูปแบบดังนี้

$GPRMC,hhmmss.sss,a,ddmm.mmmm,n,dddmm.mmmm,e,sss.ss,ggg.gg,ddmmyy,,*K<CR><LF>

ข้อมูลที่เราเลือกใช้มีเพียงค่าละติจูดกับลองติจูด และเวลาเท่านั้น ซึ่งถ้าเราไม่ทำการลดขนาดข้อมูลเราจะต้องเก็บข้อมูลใน 1 ประโยคของอาร์เอ็มซีถึง 77 ไบต์ซึ่งเป็นการสิ้นเปลือง ดั้งนั้นจึงได้มีการทำการลดขนาด(รูปแบบของข้อมูลที่จีพีเอสรับได้จะเป็นอักขระแอสกี ซึ่งอักขระ1 ตัวจะมีขนาดเท่ากับ 1 ไบต์)แต่เราเลือกใช้เพียงละติจูดลองติจูดและเวลา เพราะฉะนั้นเราก็จะจัดการกับข้อมูลในขนาดที่เล็กลง

$GPRMC,hhmmss.sss,a,ddmm.mmmm,n,dddmm.mmmm,e,sss.ss,ggg.gg,ddmmyy,,*K<CR><LF>

ข้อมูลที่ขีดเส้นใต้คือข้อมูลที่เรานำไปใช้งานจริง ซึ่งจะเห็นว่ามีขนาดเพียง 30 ไบต์ ซึ่งทำให้เราสามารถจัดการกับข้อมูลที่มีขนาดน้อยลง เพราะเราเลือกใช้เพียงข้อมูลที่เราต้องการใช้งานจริงเท่านั้น ยกตัวอย่างเช่น ข้อมูลที่ออกจาก โมดูลจีพีเอสเป็น

$GPRMC,hhmmss.sss,a,ddmm.mmmm,n,dddmm.mmmm,e,sss.ss,ggg.gg,ddmmyy,,*K<CR><LF>

เมื่อเราทำการลดขนาดแล้วจะได้ข้อมูลดังนี้

hhmmss ddmm.mmmm n dddmm.mmm e

$GPRMC,075233.000,A,1343.5119,N,10046.1812,E,3.05,273.26,110907,,,D*61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

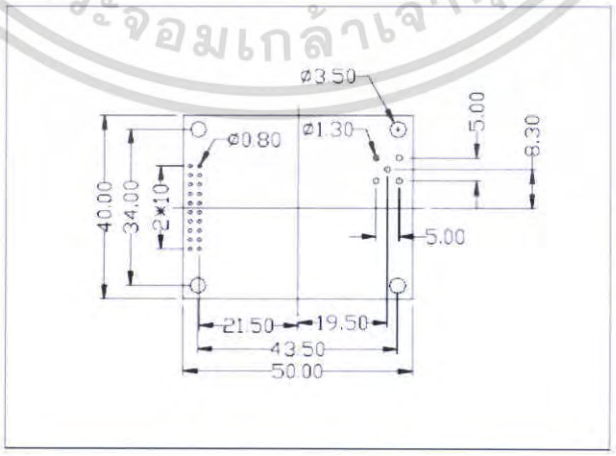
ในที่นี้เราจะได้ข้อมูลเป็น

เวลา	=	07.52.33 (Universal Transverse Mercator)
	=	14.52.33 (Local Time)
ละติจูด	=	13 องศา 43.5119 ลิปดา
N/S	=	N
ลองติจูด	=	100 องศา 46.1812 ลิปดา
E/W	=	E

3.2.2 วงจรการเชื่อมต่อจีพีเอสโมดูล

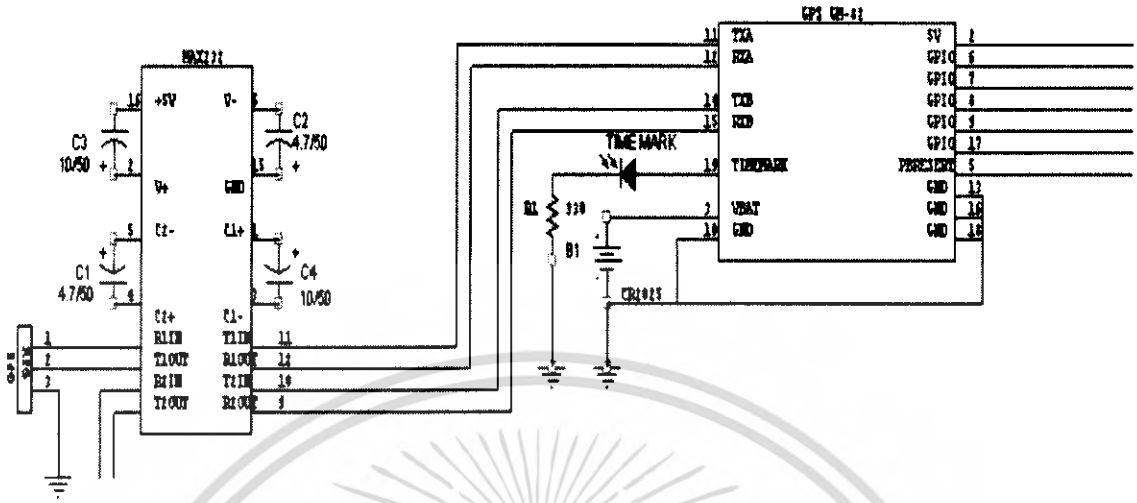
โมดูลจพีเอสที่เราใช้นั้นคือ GPS GM-82 Module ดังรูปที่ 3.4 และแสดงวงจร Connect GPS Module ได้ดังรูปที่ 3.6

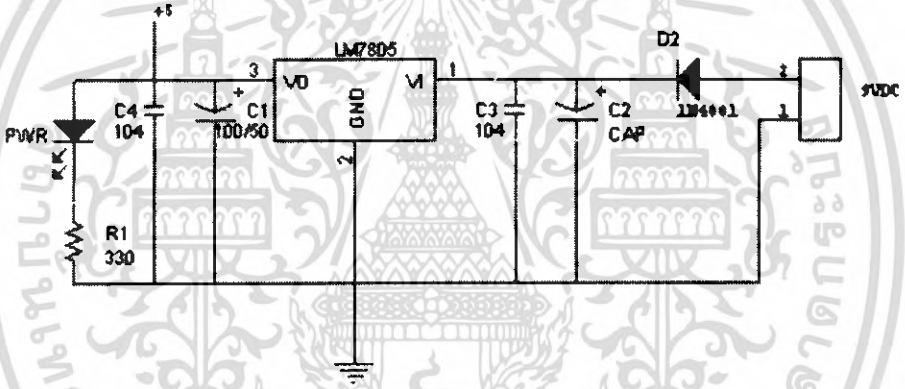
รูปที่ 3.4 GPS GM-82 module



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.5 วงจรภายในGPS GM-82 module



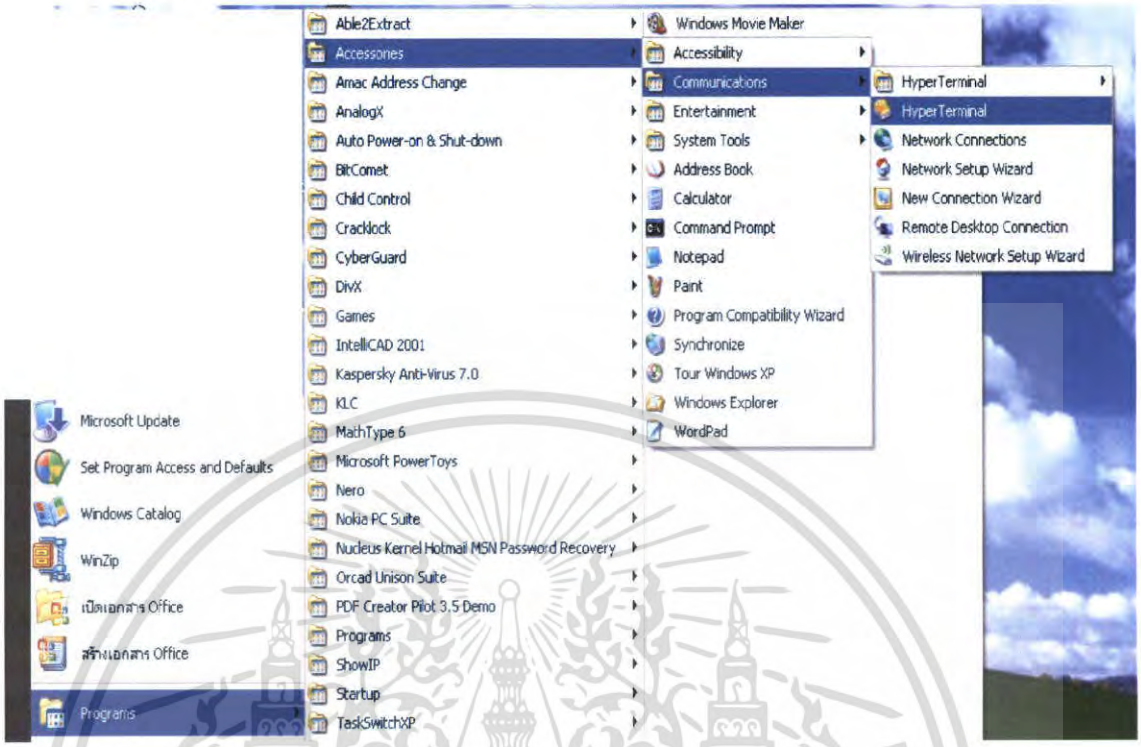


รูปที่ 3.6 วงจร เชื่อมต่อ GPS Module

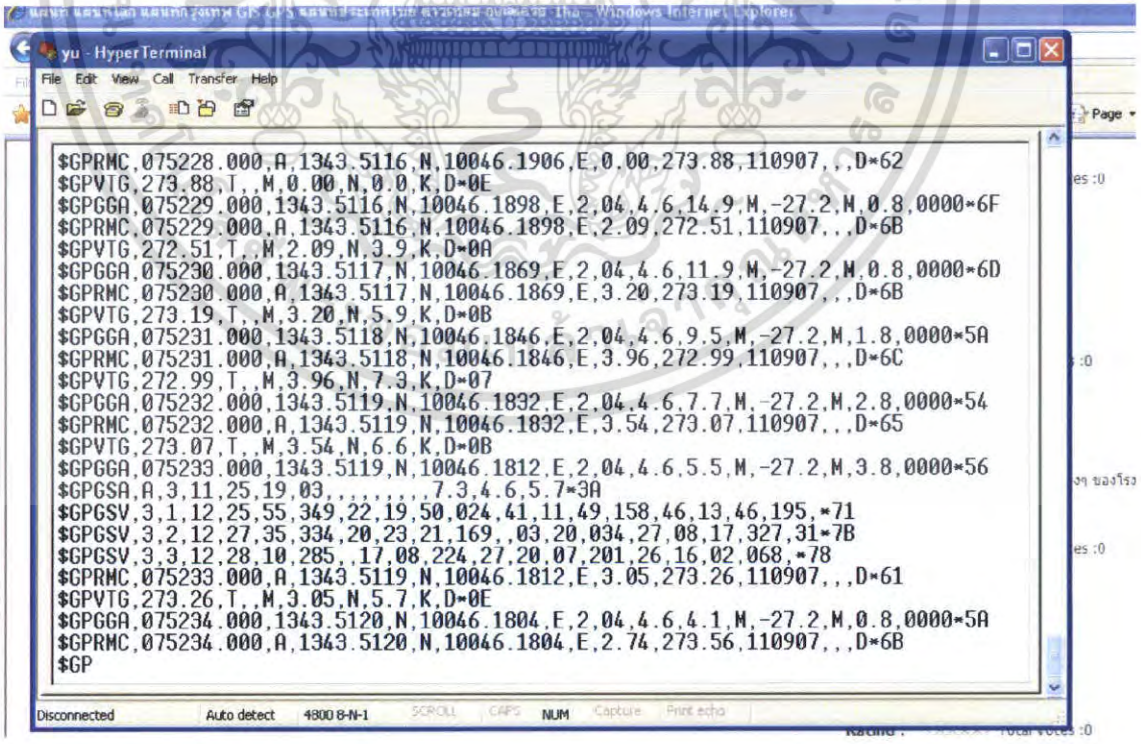
3.3 การทดสอบสัญญาณจากโมดูล จีพีเอส

ในการทดสอบว่าเครื่องรับสัญญาณจีพีเอส(จีพีเอสโมดูล) นั้นสามารถที่จะรับสัญญาณจีพีเอสจากดาวเทียมได้หรือไม่นั้น จะทำได้โดยนำจีพีเอสโมดูลมาต่อเข้ากับวงจรเชื่อมต่อสัญญาณมาตรฐานแบบอาร์เอส-232 ซึ่งตัวไอซี MAX232 จากนั้นไปต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์โดยดูจากโปรแกรม Hyper Terminal ดังรูป3.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 วิธีการเปิดใช้โปรแกรม Hyper Terminal

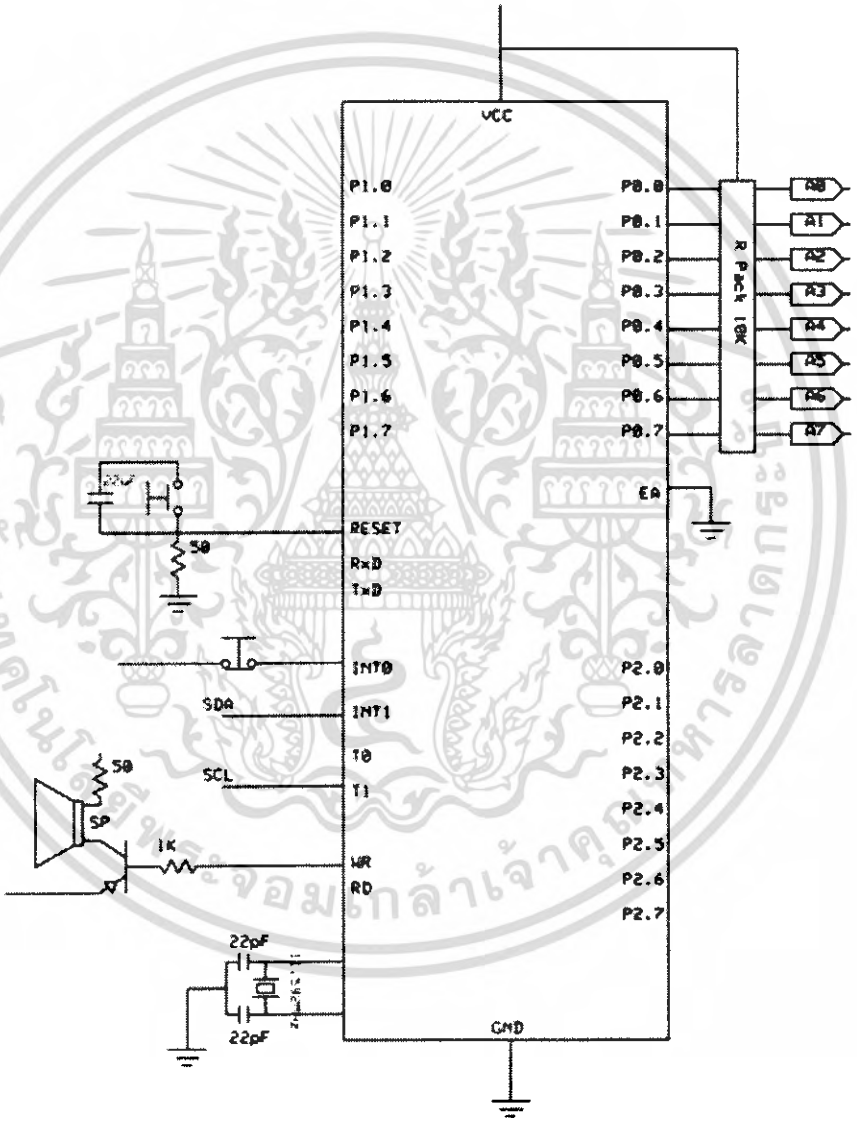


รูปที่ 3.8 สัญญาณจีพีเอสที่ได้ออกมาโดยดูจากโปแกรม Hyper Terminal

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 วงจรไมโครคอนโทรเลอร์

วงจรไมโครคอนโทรเลอร์เป็นศูนย์กลางของการควบคุม จะทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางประมวลผลต่างๆคือ การจัดสัญญาณโมดูลจีพีเอส จะเกี่ยวกับการรับสัญญาณจากดาวเทียวจีพีเอส เลือกสัญญาณจีพีเอสแล้วนำมาบันทึกในอีสแควพรอม, ส่งพิกัดไปยังหมายเลขปลายทางโดย SMS ซึ่งในที่นี้ได้เลือกใช้เบอร์P89V51RD2BN ซึ่งมีหน่วยความจำถึง64 KB



รูปที่ 3.9 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

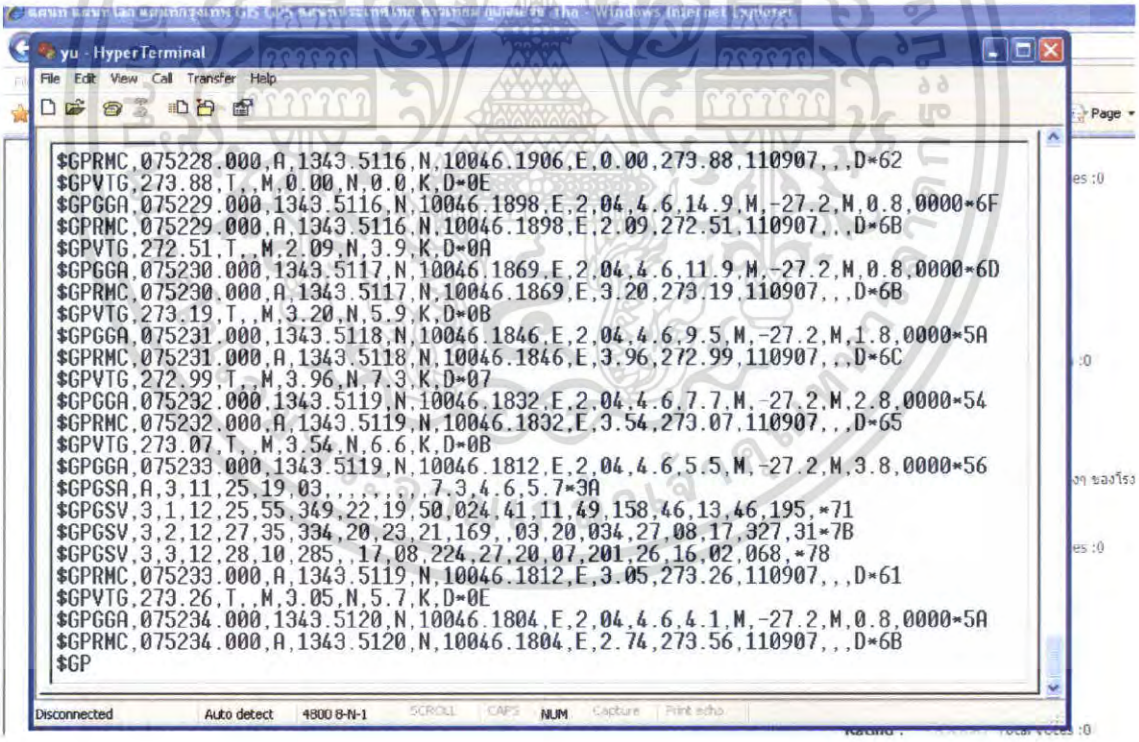
บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

กล่าวถึงรายละเอียดผลการทำงานของชิ้นงานและโปรแกรม โดยขั้นแรกจะทำการต่อโมดูลจีพีเอสกับคอมพิวเตอร์ผ่านทางไฮเปอร์เทอร์มินอล เพื่อตรวจสอบดูว่าโมดูลจีพีเอสนั้นส่งค่าอะไรออกมาบ้าง ในขั้นตอนต่อไปเราจะนำข้อมูลที่ได้จากโมดูลจีพีเอสเข้าไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ได้เขียนโปรแกรมลดขนาดข้อมูลที่กรองได้แล้วตรวจสอบผลโดยใช้โปรแกรมไฮเปอร์เทอร์มินอลและผลการทำงานอย่างละเอียดของชิ้นงาน

4.1 การตรวจสอบการทำงานของโมดูลจีพีเอส

เราทำการตรวจสอบสัญญาณที่ส่งออกมาจากโมดูลจีพีเอส โดยต่อโมดูลจีพีเอสเข้ากับคอมพิวเตอร์โดยผ่านทางโปรแกรมไฮเปอร์เทอร์มินอลเพื่อดูสัญญาณที่โมดูส่งออกมา



รูปที่ 4.1 สัญญาณที่จีพีเอสส่งออกมาโดยดูจากโปรแกรมไฮเปอร์เทอร์มินอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

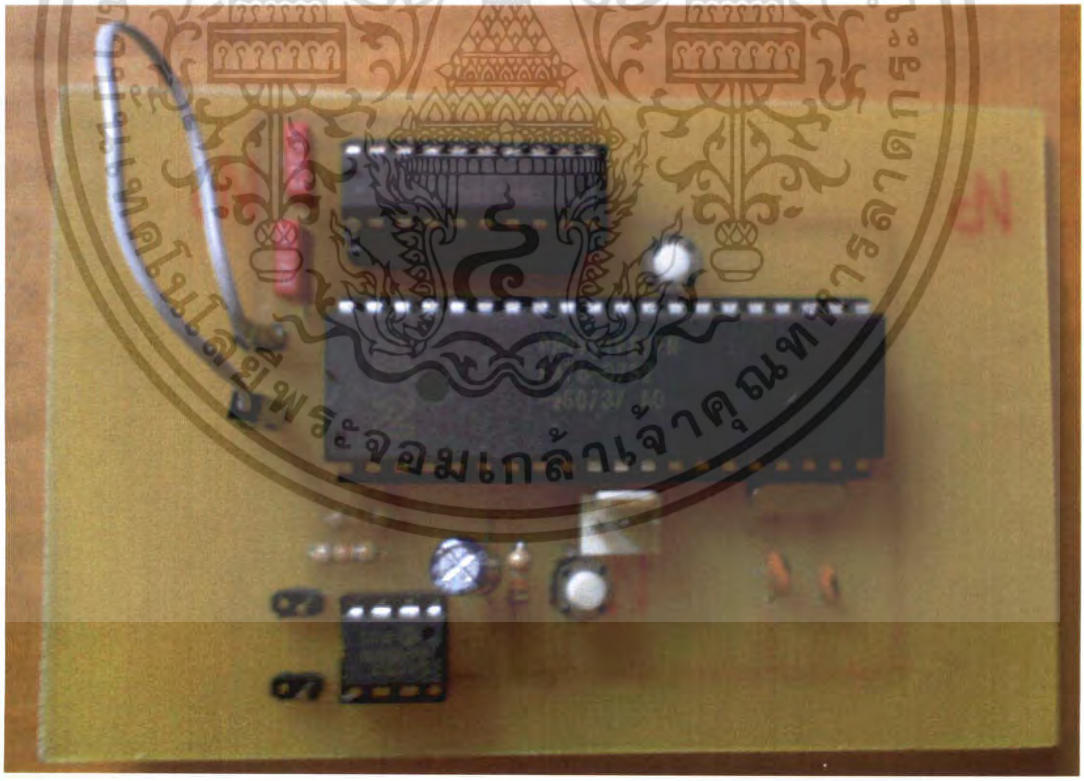
และเราจะตรวจสอบดูความแม่นยำของจีพีเอส โดยใช้วิธีการกำหนดให้จีพีเอสรับค่าพิกัดในตำแหน่งเดิมเป็นเวลา 20 นาที และดูว่าค่า Latitude กับ Longitude นั้นเปลี่ยนแปลงไปมากน้อยเพียงใด

ตารางที่ 4.1 ตรวจสอบความแม่นยำของจีพีเอสเมื่อวางตำแหน่งเดิมเป็นเวลา 20 นาที

เวลา	ละติจูด	ลองติจูด	จำนวนดาวเทียม
14.32	1343.5120N	10046.1804E	5
14.52	1343.5119N	10046.1832E	6

4.2 การตรวจสอบการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

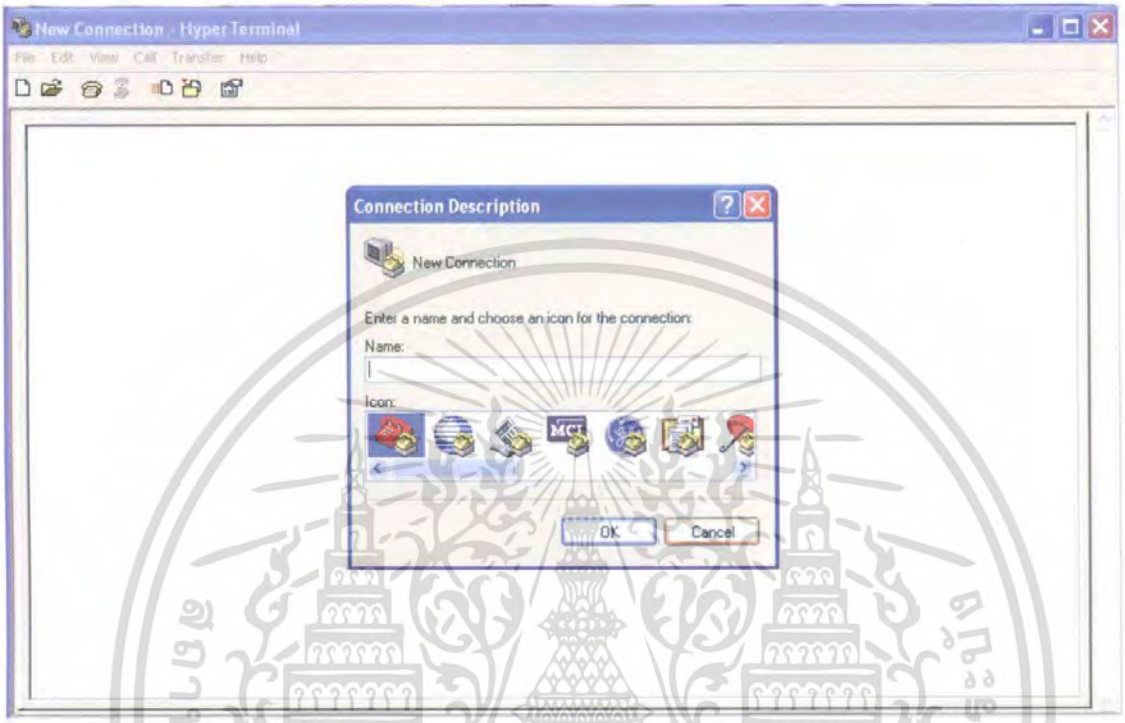
เราลองต่อวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์แล้วเช็คดูว่าวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เราต่อนั้นใช้งานได้



รูปที่ 4.2 เช็ควงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

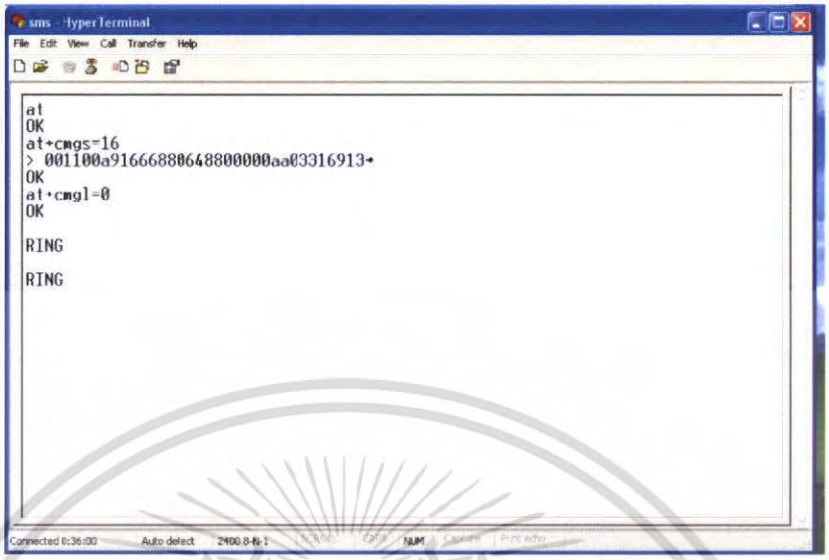
ต่อมาเราทดสอบโปรแกรมการส่งผ่านข้อมูลทีละไบต์



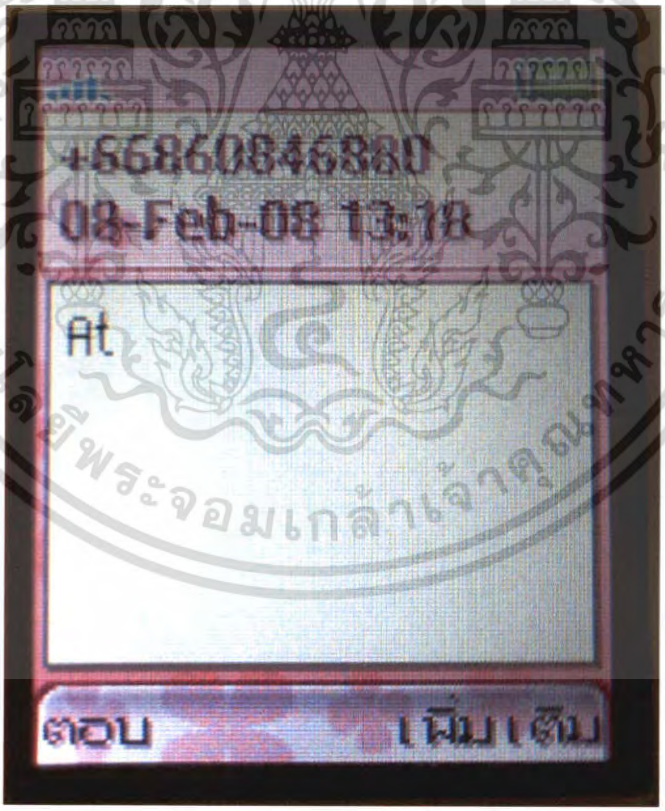
รูปที่ 4.3 ทดสอบโปรแกรมการส่งผ่านข้อมูลทีละไบต์

เราทำการทดลองให้โทรศัพท์ส่ง sms โดยใช้คำสั่ง AT-Command ผ่านทางโปรแกรมไฮเปอร์เทอร์มินอล เลขหมายปลายทางคือ 0860846880 ข้อความที่จะส่งคือ "At" เราจะต้องแปลงเป็น PDU Code ก่อน ได้ดังนี้ "0011000A9166688064880000AA03316913"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 คำสั่ง AT-Command ส่ง sms



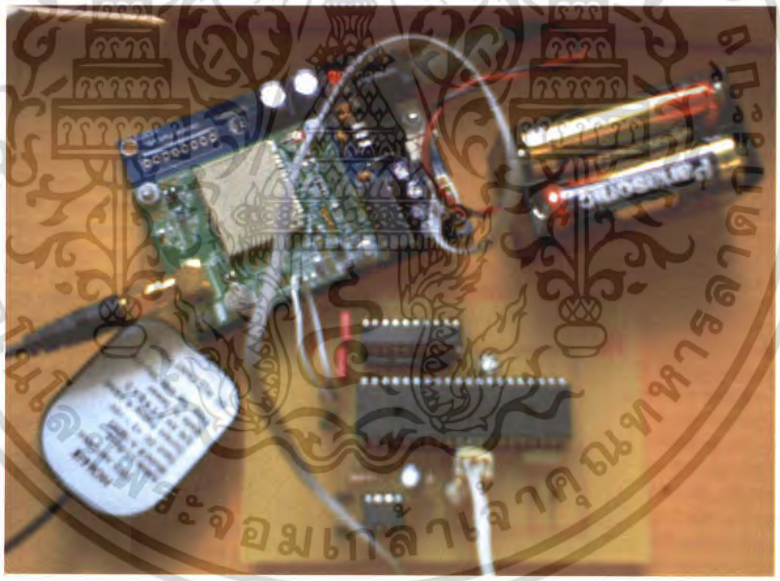
รูปที่ 4.5 sms ที่ส่งมาจากคำสั่งในรูปที่ 4.4 โดยจะส่งคำว่า AT ตามที่กำหนดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นต่อไปจะเป็นการทดลองโดยใช้ชิ้นงานที่สมบูรณ์ทุกส่วนแล้วมาทดลองโดยจะเก็บผลตามขั้นตอนที่จะนำมาใช้งานจริงโดยมีขั้นตอนดังนี้

- นำชิ้นงานไปติดในรถยนต์โดยส่งค่าทางพอร์ตอนุกรม
- ในกรณีที่รถที่ติดชิ้นงานไปนั้นขับออกนอกกรอบพื้นที่ตามเวลาที่กำหนด มือถือก็จะทำการส่ง sms ไปยังปลายทาง เพื่อเตือนว่ารถนี้ได้ทำการออกนอกพื้นที่ ณ ตำแหน่งที่ส่งไป
- ในกรณีที่มือถือต้นทางต้องการที่จะรู้ตำแหน่งที่รถที่ติดชิ้นงานอยู่ มือถือต้นทางก็จะทำการโทรออกไปยังมือถือปลายทางที่ติดอยู่กับชิ้นงานอยู่ แล้วมือถือปลายทางจะทำการวางสายเพื่อส่ง sms กลับมายังมือถือต้นทาง ซึ่งจะส่งตำแหน่ง ณ ปัจจุบันกลับมา

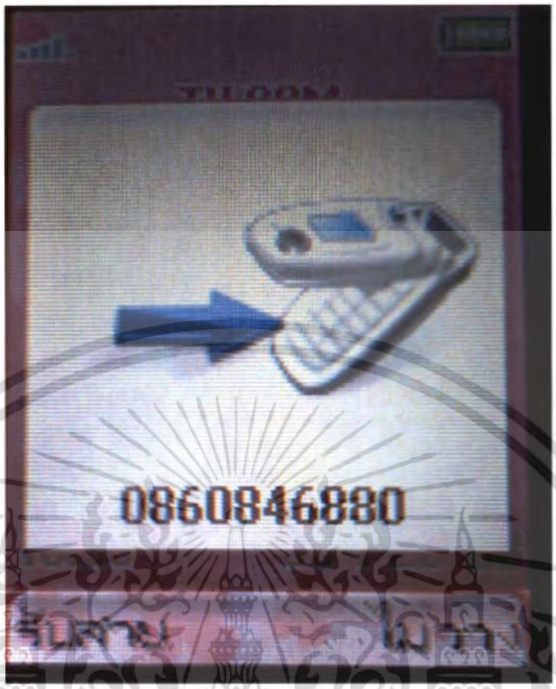
4.3 ส่วนประกอบของชิ้นงาน



รูปที่ 4.6 ชิ้นงานภายใน

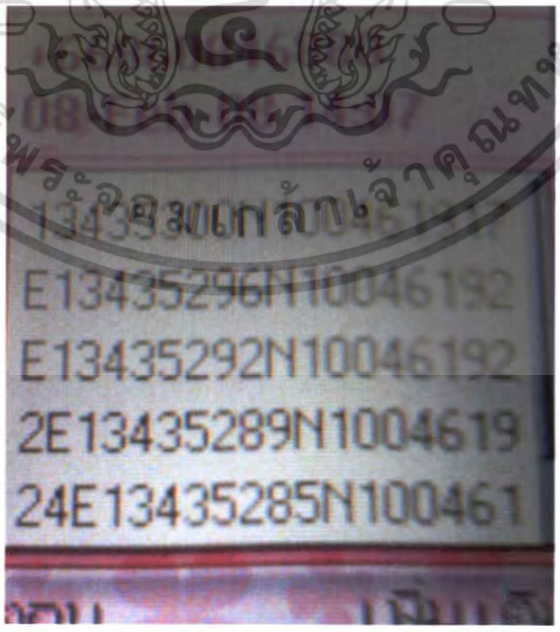
ในกรณีที่มือถือต้นทางต้องการที่จะรู้ตำแหน่งที่รถติดชิ้นงานอยู่ มือถือต้นทางก็จะทำการโทรออกไปยังมือถือปลายทางที่ติดอยู่กับชิ้นงานอยู่ แล้วมือถือปลายทางจะทำการวางสายเพื่อส่ง sms กลับมายังมือถือต้นทางโดยจะได้รับ sms ดังรูปข้างล่างนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 ลักษณะหน้าจอโทรศัพท์เคลื่อนที่เมื่อมีการเรียกเข้าเพื่อขอดูพิกัด ณ ขณะนั้น

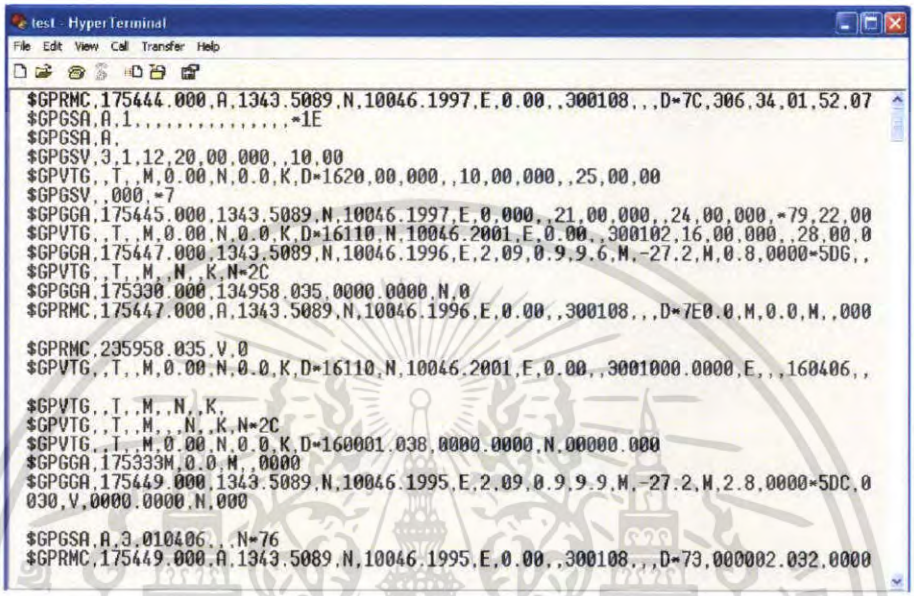
โทรศัพท์เคลื่อนที่จะทำการตัดสายเองตามที่โปรแกรมตั้งไว้



รูปที่ 4.8 ลักษณะหน้าจอโทรศัพท์เคลื่อนที่เมื่อได้รับ sms

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

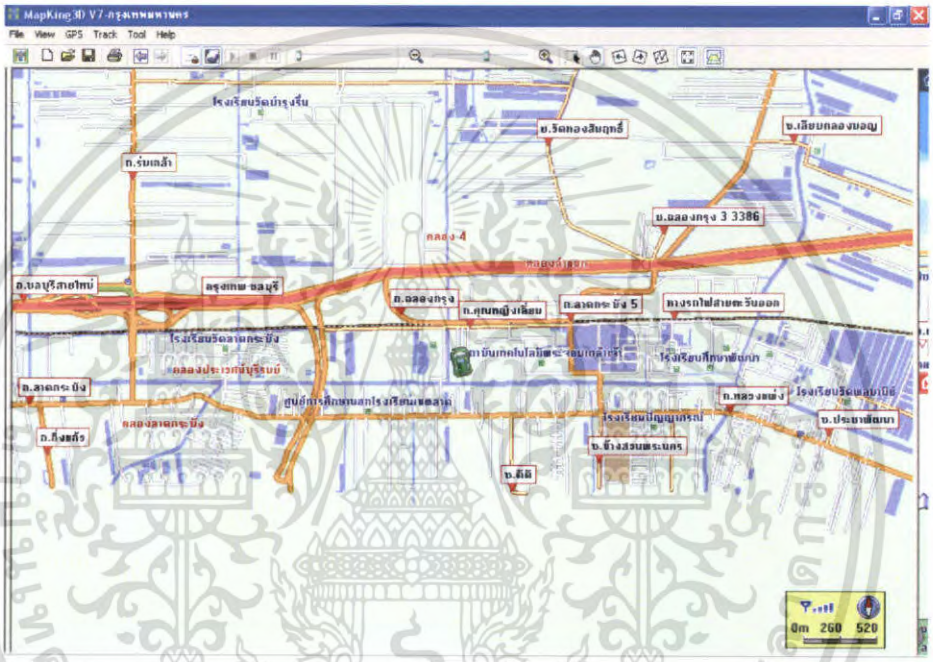
ทำการดูข้อมูลที่เก็บไว้ใน EEPROM โดยต่อชิ้นงานเข้ากับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ Baudrate เท่ากับ 9600 ได้ผลดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 แสดงข้อมูลที่เก็บไว้ใน EEPROM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเราต้องการดูเส้นทางที่รถเดินทาง ที่เก็บข้อมูลไว้ในหน่วยความจำอีสแควพรอม สามารถทำได้โดย นำชิ้นงานต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรม กดปุ่ม Read ที่ตัวชิ้นงาน โปรแกรมจะทำการแสดงเส้นทางการเดินทางของรถที่ได้เก็บไว้ในหน่วยความจำ ทางโปรแกรมแผนที่ ดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 โปรแกรมแผนที่แสดงเส้นทางการเดินรถเมื่อกดปุ่ม Read ที่ชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทวิจารณ์และบทสรุป

5.1 สรุปผลการทดลอง

การติดตามรถยนต์นั้นแบ่งขั้นตอนการออกแบ่งเป็น 2 ส่วนหลัก คือ

1. ระบบแจ้งบอกพิกัดไปยังส่วนควบคุม ได้แก่ การจัดการสัญญาณจากโมดูลจีพีเอส และการติดต่อกับโทรศัพท์ ซึ่งในส่วนการจัดการสัญญาณจีพีเอสจะทำหน้าที่บันทึกพิกัดตามระยะเวลาที่กำหนดในอีสแควร์พรอม ส่วนการติดต่อกับโทรศัพท์ก็จะทำหน้าที่รับคำสั่งจากผู้สั่งการ และตอบสนองต่อคำสั่งนั้น

2. ระบบศูนย์ควบคุม ได้แก่ การสั่งงาน แจ้งเตือน และแสดงผล ซึ่งเกี่ยวกับการนำพิกัดที่ได้รับแจ้งมาทำการประมวลผล เพื่อตรวจสอบความสามารถในการไปถึงจุดหมาย และแจ้งเตือนถึงสถานะ

5.2 ปัญหาที่พบในการทดลอง

1. สายอากาศของโมดูลจีพีเอสที่จะต้องอยู่ในตำแหน่งที่มองเห็นท้องฟ้า จึงสามารถรับสัญญาณจากดาวเทียมจีพีเอสได้

2. เครื่องรับสัญญาณจีพีเอสต้องรับสัญญาณจากดาวเทียมอย่างน้อย 3 ดวง จึงจะสามารถคำนวณพิกัดได้แม่นยำ

3. ต้องใช้เวลาในการเปิดเครื่องทิ้งไว้สักครู่ เนื่องจากข้อมูลที่ได้หลังจากเปิดโมดูลจีพีเอสหลังจากปิดเครื่องเป็นเวลานาน ไม่สามารถนำมาประมวลผลได้

5.3 แนวทางพัฒนาต่อไป

นำระบบฐานข้อมูลมาจัดการข้อมูลที่เก็บไว้ในหน่วยความจำอีสแควร์พรอม ซึ่งจะสามารถนำข้อมูลที่ผ่านการจัดการข้อมูลแล้วไปใช้ประโยชน์ เช่น การวาดเส้นทางการเดินรถลงในแผนที่ เพื่อเก็บเป็นฐานข้อมูลต่อไป หรือประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

อารัมภีย์ จันทร์ไย และโสรัตย์ อนุหะวรากร. 2546. **อุปกรณ์นำร่อง GPS สำหรับติดตั้งในรถยนต์**. เล่มที่.248 วารสารเซมิดินดักค์เตอร์อิเล็กทรอนิกส์ . กรุงเทพฯ :

อรรพล บุญยะโภคา และคณะ. **เรียนรู้และปฏิบัติการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอกผ่านพอร์ตอนุกรม**. Inex(Innovative Experiment). กรุงเทพฯ :

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#pragma code
#include <reg51f.h>
#include <stdio.h>
#include <math.h>
#include <intrins.h>
#include <string.h>
#include <absacc.h>
#include <ctype.h>
#include <stdlib.h>

sfr CKCON = 0x8f;

sbit rxd = P3^3;
sbit gled = P0^0;
sbit rled = P0^1;
sbit yled = P0^2;
sbit buzzer = P0^3;
sbit push_but27 = P2^7;
sbit SCAL2 = P1^1;
sbit SCA2 = P1^0;

unsigned char bdata Bbuff1 = 0;

sbit outroute = Bbuff1^0;
sbit validflag = Bbuff1^1;
sbit lNF1 = Bbuff1^2;
sbit lNF2 = Bbuff1^3;
sbit bfF = Bbuff1^4;
sbit ringflag = Bbuff1^5;
sbit lockflag = Bbuff1^6;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
unsigned char xdata INB[200];    //GPS recieve
unsigned char xdata INB1[50];    //RI recieve
unsigned char xdata TMB[50];     //GPS com
unsigned char xdata OUTB[100]; //232 out

unsigned char bus,buff,tmp=0,Job,bus1,buf2,datprv;
unsigned int msec,cts,ctsU,poi=0,ctr,passrmc,passrmc1,datato;

unsigned int xdata SRTcnt2,ckmin,gpsflag;
unsigned char xdata SRTcnt5,SRTcnt6,Delmt,Delmt2,lngth1,lngth2,lngth3,shifttmp;
unsigned long xdata lath,lonh;
unsigned char xdata Hr,Mn,sec,dat11;
unsigned int xdata epind;

code char Info1[10]={"AT+CMGS=53"}; //if number=6629876543 in pdu change
0011000A9166927856340000FF10
code char Info2[28]={"0011000A9166365114700000FF2D"};
code char Info4[12]={"0011000A9166"};
code char Info5[8]={"0000FF2D"};

unsigned char Info3[8];
unsigned char xdata PDUBuff[96],TBuff[48],BufEEP[45];
unsigned char S_Count;
unsigned int S_Index;

void DLms1(unsigned int x);
unsigned char HexToAsc(unsigned char X)
{
        unsigned char Temp;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        Temp = X;
        if(Temp>9){Temp=Temp+0x37;}
        else{Temp=Temp+0x30;}
        return(Temp);
}
void delayee()
{
        _nop_();_nop_();_nop_();_nop_();_nop_();_nop_();
}
void FindPDU(unsigned char Index)
{
        unsigned char i;
        for (i=0;i<Index;i++)
        {
                PDUBuff[i*2]=HexToAsc(TBuff[i]>>4);
                PDUBuff[(i*2)+1]=HexToAsc(TBuff[i]&0x0F);
        }
        strncpy(OUTB,PDUBuff,(i*2+1));
        cts=(i*2)+1,ctsU=0;TI=1;
        while(cts);
}
/************function*****************
function : send PDU
purpose : rotate number
input : d-num of number
return : RBuff[]
*************************************/
void SendPDU(unsigned char CountASC)
{
        unsigned char i,j,k,Temp,Temp2;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        float TCount;
        TCount=(CountASC*7)/8.0;
        S_Index=(unsigned int)(TCount*10);
        if((S_Index%10)>0){S_Index=S_Index+10;}
        S_Index=(S_Index/10)*2;
        i=0;
        for(j=0;j<S_Index;j++)
        {
                k=j%7;
                if(j!=0)&&(k==0)){i++;}
                Temp2=BufEEP[i]>>k;
                if(i==(S_Count-1)){Temp=0x00;}
                else Temp=(BufEEP[i+1]<<(7-k));
                TBuff[j]=Temp|Temp2;
                i++;
        }
        FindPDU(S_Index/2);
}
void sendsms()
{
        strcpy(OUTB,"at\r");
        cts=3,ctsU=0;TI=1;
        while(cts);
                DLms1(5000);
                strcpy(OUTB,Info1);
                cts=10,ctsU=0;TI=1;
                while(cts);
                DLms1(30);
                strcpy(OUTB,"/r");
                cts=1,ctsU=0;TI=1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                while(cts);
                DLms1(100);
                strcpy(OUTB,Info2);
                cts=28,ctsU=0;TI=1;
                while(cts);
                Dlms1(100);
                SendPDU(45);
                OUTB[0]=0x1A;
                cts=1,ctsU=0;TI=1;
                while(cts);
                DLms1(500);
}
void sendsms1()
{
        strcpy(OUTB,"at\r");
        cts=,ctsU=0;TI=1;
        while(cts);
                DLms1(5000);
                strcpy(OUTB,Info1);
                cts=10,ctsU=0;TI=1;
                while(cts);
                DLms1(10);
                strcpy(OUTB,"/r");
                cts=1,ctsU=0;TI=1;
                while(cts);
                DLms1(100);
                strcpy(OUTB,Info4);
                cts=12,ctsU=0;TI=1;
                while(cts);
                Dlms1(5);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            strcpy(OUTB,Info3);
            cts=8,ctsU=0;TI=1;
            while(cts);
            DLms1(5);
            strcpy(OUTB,Info5);
            cts=8,ctsU=0;TI=1;
            while(cts);
            DLms1(5);
            SendPDU(45);
            OUTB[0]=0x1A;
            cts=1,ctsU=0;TI=1;
            while(cts);
            DLms1(500);
}
void DLms1(unsigned int x)
{
        ET2=0; //Prevent interrupt during check msec
        msec=x;
        ET2=1;
        while(1)
        {
            ET2=0;
            if(msec==0){break;}
            ET2=1;
        }
        ET2=1;
}
void Time2(void) interrupt 5 using 2 //Jump to here every 1 ms
{
        if(msec>0){msec--;}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        if(datato>0){datato--;}
        if(ckmin>0){ckmin--;}
        if(gpsflag>0){gpsflag--;}
        TF2=0;
}
/******GPS interrupt and capture word todata*******/
void INTRPT1(void) interrupt 2
{
        IE1=0;
        ET0=1;
        TL0=0x54;
        TH0=0xFC;
        TR0=1;
        EX1=0;
        bus=0;
        buff=0;
}
void timer0en(void) interrupt 1
{
        TL0=0xA0;
        TH0=0xFD;
        bus++;
        EX1=0;
        if(bus<9)
        {
                buff=buff>>1;
                tmp=0;
                if (rxd==1)tmp=0x80;
                buff=buff|tmp;
                TR0=1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}
if (bus==9)
{
        INB[poi]=buff;
        if(INB[poi]==','){Delmt++;}
        bus=0;
        TR0=0;
        IE1=0;
        ET0=0;
        poi++;
                switch(Job)
                {
                case 0: if(INB[0]=='$'){Delmt=0;Job=1;}
                                else{Delmt=Job=0;poi=0;}
                                break;
                case 1: if(poi==3)
                                {
                                        if((INB[1]=='G')&&(INB[2]=='P'))
                                        {
                                                Job=2;Delmt=0;
                                        }
                                        else{poi=Delmt=Job=0;}}
                                break;
                case 2:  if(poi==6)
                                {
                                        INB[0]=INB[1]=INB[2]=='  ';

if((INB[3]=='G')&&(INB[4]=='G')&&(INB[5]=='A')&&(!INF1))
                                        {
                                                Job=3;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    poi=9;
                    INB[3]=INB[4]=INB[5]=0;
                    Delmt=0;
                }

if((INB[3]=='R')&&(INB[4]=='M')&&(INB[5]=='C')&&(!INF2))
                {
                    Job=4;
                    poi=69;
                    INB[3]=INB[4]=INB[5]=0;
                    Delmt=0;

if(Job==2){poi=Delmt=Job=0;}
                }
                break;
            }
        case 3: if(Delmt>9)
            {
                passrmc=poi;
                poi=Job=Delmt=0;
                INF1=1;
            }
        break;
    case 4:  if(Delmt>10)
            {
                passrmc1=poi;
                poi=Job=Delmt=0;
                INF2=1;
            }
        break;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    }
                    EX1=1;
        }
}

/*********end GPS interrupt and capture word todato**********/
/*************serial interrupt torecieve mobile**************/

void Serint(void) interrupt 4 using 1
{
        if(RI)
        {
                RI=0;
                if((SBUF!='\n')&&(SBUF!='\r')){INB1[ctr]=SBUF;ctr++;}
                else {ctr=0;}
                if((INB1[0]=='O')&&(INB[1]=='K')){INB1[0]=0;INB[1]=0;}
                if((INB1[0]=='R')&&(INB1[1]=='I')&&(INB1[2]=='N')&&(INB1[3]=='G'))
                {
                        INB1[0]=0;INB1[1]=0;INB1[2]=0;INB1[3]=0;
                        if(ringflag==0) ringflag=1;
                }
        }
        if(TI)
        {
                TI=0;
                if(cts>0)
                {
                        cts--;
                        SBUF=OUTB[ctsU]; //after stop bit TI=1
                        ctsU++;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                }
        }
}
void findlngth(SRTcnt5)
{
        lngth1=lngth2=lngth3=0;
        SRTcnt6=SRTcnt5;
        while((INB[SRTcnt5]!=',')&&(lngth<13))
        {
                SRTcnt5++;
                lngth1++;
                if(SRTcnt5>349){break;}
        }
        SRTcnt5=SRTcnt6;
        while((INB[SRTcnt5]!='.')&&(INB[SRTcnt5]!=',')&&(lngth2<7))
        {
                SRTcnt5++;
                lngth3++;
                if(SRTcnt5>349){break;}
        }
        if((lngth1>12)||(lngth2>6)||(lngth3>4)){lngth1=lngth2=lngth3=0;}
}
void FillNMEA(void) /*******got Hr,Mn,Lat,Lon,Sat,HDOP********/
{
        unsigned char x,y;
        x=9;bfF=1;buf2=0;Delmt2=0;INB[9]=',';
        while(Delmt2<=9)
        {
                if(INB[x]==','){Delmt2++; bfF=0;}
                x++;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
switch(Delmt2)
{
        case(1):if(!bfF)
                        {
                                bfF=1;
                                SRTcnt5=x;
                                findlngth(SRTcnt5);
                                if(lngth2==6)
                                {
                                        Hr=10*(INB[x]-0x30)+INB[x+1]-
0x30;
                                        Mn=10*(INB[x+2]-0x30)+INB[x+3]-
0x30;
                                        sec=10*(INB[x+4]-0x30)+INB[x+5]-
0x30;
                                        Hr=Hr+7;
                                        if(Hr>=24){HR=Hr-24}
                                        TMB[0]=0x30+(Hr/10);
                                        TMB[1]=0x30+(HR%10);
                                        TMB[2]=INB[x+2];
                                        TMB[3]=INB[x+3];
                                        TMB[4]=INB[x+4];
                                        TMB[5]=INB[x+5];
                                        buf2++;
                                }
                        }
        break;
        case(2):if(!bfF)
                        {
                                bfF=1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                        SRTcnt5=x;
                                        findlngth(SRTcnt5);
                                        if(lngth1>8)
                                        {

for(y=0;y,lngth1;y++){TMB[y+6]=INB[x+y];}
                                                shifttmp=lngth1+6;
                                                buf2++
                                        }
                                }
        break;
        case(3):if(!bfF)
                                {
                                        bfF=1;
                                        SRTcnt5=x;
                                        findlngth(SRTcnt5);
                                        if(lngth1==1)
                                        {
                                                TMB[shifttmp]=INB[x];
                                                shifttmp=shifttmp+1;
                                                buf2++
                                        }
                                }
        break;
        case(4):if(!bfF)
                                {
                                        bfF=1;
                                        SRTcnt5=x;
                                        findlngth(SRTcnt5);
                                        if(lngth1>9)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                        {

for(y=0;y,lngth1;y++){TMB[y+shifttmp]=INB[x+y];}
                                                shifttmp=shifttmp+lngth1;
                                                buf2++
                                        }
                                }
        break;
        case(5):if(!bfF)
                                {
                                        bfF=1;
                                        SRTcnt5=x;
                                        findlngth(SRTcnt5);
                                        if(lngth1==1)
                                        {
                                                TMB[shifttmp]=INB[x];
                                                shifttmp=shifttmp+1;
                                                buf2++
                                        }
                                }
        break;
        case(6):if(!bfF)
                                {
                                        bfF=1;
                                        SRTcnt5=x;
                                        findlngth(SRTcnt5);
                                        if(lngth1==1)
                                        {
                                                TMB[shifttmp]=INB[x];
                                                shifttmp=shifttmp+1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                                    buf2++;
                                                }
                                            }
                                    break;
                                }
                        }
}

void EEPROM_Tx_Byte(unsigned char byte)
{
        unsigned char i ;
        for(i=0;i<8;i++)
        {
                SDA2=byte & 0x80;
                SCL2=1;
                delayee();
                SCL2=0;
                delayee();
                byte<<=1;
        }
}

void EPWR(unsigned int address, unsigned char byte)
{
        bit error=0;
        unsigned char high_address, low_address;
        high_address = address >> 8;
        low_address = address & 0x00FF;

        do
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{
        while(1)
        {
                SDA2=0;
                SCL2=0;
                delayee();
                EEPROM_Tx_Byte(0xA0);
                SDA2=1;
                SCL2=1;
                delayee();
                if(SDA2!=0) {error=1; break;}
                SCL2=0;
                delayee();
                EEPROM_Tx_Byte(high_address);
                SDA2=1;
                SCL2=1;
                delayee();
                SCL2=0;
                delayee();
                EEPROM_Tx_Byte(low_address);
                SDA2=1;
                SCL2=1;
                delayee();
                if(SDA2!=0) {error=1; break;}
                SCL2=0;
                delayee();
                EEPROM_Tx_Byte(byte);
                SDA2=1;
                SCL2=1;
                delayee();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    if(SDA2!=0) {error=1; break;}
                    error=0;
                    break;
                }
        }
        while(error);
        SDA2=0;
        SCL2=0;
        delayee();
        SCL2=1;
        delayee();
        SDA2=1;
}

unsigned char EEPROM_Rx_Byte()
{
        unsigned i, byte=0x00;
        for(i=0;i<8;i++)
        {
        SCL2=1;
        delayee();
        byte=(byte<<1)|SDA2;
        SCL=0;
        delayee();
        }
        return byte;
}

unsigned char EPRD(unsigned int address)
{
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
bit error=0;
unsigned char byte, high_address, low_address;
high_address = address>>8;
low_address = address & 0x00FF;

do
{
        while(1)
        {
                SDA2=0;
                SCL2=0;
                delayee();
                EEPROM_Tx_Byte(0xA0);
                SDA2=1;
                SCL2=1;
                delayee();
                if(SDA2!=0) {error=1; break;}
                SCL2=0;
                delayee();
                EEPROM_Tx_Byte(high_address);
                SDA2=1;
                SCL2=1;
                delayee();
                SCL2=0;
                delayee();
                EEPROM_Tx_Byte(low_address);
                SDA2=1;
                SCL2=1;
                delayee();
                if(SDA2!=0) {error=1; break;}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                SDA2=0;
                delayee();
                SCL2=1;
                delayee();
                SDA2=1;
                SDA2=0;
                SCL2=0; delayee();
                EEPROM_Tx_Byte(0xA1);
                SDA2=1;
                SCL2=1;
                delayee();
                if(SDA2!=0) {error=1; break;}
                error=0;
                break;
            }
        }
        while(error);
        SCL2=0;
        delayee();
        byte=EEPROM_Rx_Byte();
        SDA2=1;
        SCL2=1;
        delayee();
        SCL2=0;
        delayee();
        SCL2=1;
        delayee();
        return byte;
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void EEPROM_Init()
{
        SCL2=1;
        SDA2=1;
}

void memtoeep()
{
        unsigned long lathh,lonhh;
        lathh=lath;
        lonhh=lonh;
        if(epind>0xFFF5) {epind=0}      //last recode if shif to 0
                datprv=Hr;
        EPWR(epind,datprv);dat11=EPRD(epind);
        if(dat11!=datprv){EPWR(epind,datprv);dat11=EPRD(epind);}
        epind++;
                datprv=Mn;
        EPWR(epind,datprv);dat11=EPRD(epind);
        if(dat11!=datprv){EPWR(epind,datprv);dat11=EPRD(epind);}
        epind++;
                datprv=sec;
        EPWR(epind,datprv);dat11=EPRD(epind);
        if(dat11!=datprv){EPWR(epind,datprv);dat11=EPRD(epind);}
        epind++;
                if(lonhh>=65535)
                {
                datprv=1;
                lonhh=lonhh-65535;
                }
                else datprv=0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
EPWR(epind,datprv);dat11=EPRD(epind);
if(dat11!=datprv){EPWR(epind,datprv);dat11=EPRD(epind);}
epind++;
        datprv=lonhh>>8;
EPWR(epind,datprv);dat11=EPRD(epind);
if(dat11!=datprv){EPWR(epind,datprv);dat11=EPRD(epind);}
epind++;
        datprv=lonhh&0xff;
EPWR(epind,datprv);dat11=EPRD(epind);
if(dat11!=datprv){EPWR(epind,datprv);dat11=EPRD(epind);}
epind++;
        if(lathh>=65535)
        {
        datprv=1;
        lathh=lathh-65535;
        }
        else datprv=0;
EPWR(epind,datprv);dat11=EPRD(epind);
if(dat11!=datprv){EPWR(epind,datprv);dat11=EPRD(epind);}
epind++;
        datprv=lathh>>8;
EPWR(epind,datprv);dat11=EPRD(epind);
if(dat11!=datprv){EPWR(epind,datprv);dat11=EPRD(epind);}
epind++;
        datprv=lathh&0xff;
EPWR(epind,datprv);dat11=EPRD(epind);
if(dat11!=datprv){EPWR(epind,datprv);dat11=EPRD(epind);}
epind++;
        datato=3000;
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void clearmem()
{
        unsigned int eepind;
        eepind=0;
        datato=10000;
        while(eepind<=epind)
        {
        EPWR(eepind,0xFF);
        eepind++;
        if(datato==0){break;}
        }
        epind=0;
}

unsign int findlock()
{
        unsigned int addr;
        unsigned char dat12;
        dat12=EPRD(0); if(dat12>30){return 0;}
        addr=0;
        while(addr<0xFFFF)
        {
                dat12=EPRD(addr); addr++;
                if(dat12++0xff)
                {
                        addr--;
                        break;
                }
        }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        return addr;
}

void eeprequest(unsigned int addr)
{
        unsign long DLatL,DLonL,tmpDLon,tmpDLat;

        //GGA
        strcpy(OUTB,"$GPGGA,");
        cts=7;ctsU=0;TI=1;
        while(cts);
        DLms1(5);
        OUTB[0]=EPRD(addr)/10+'0';
        OUTB[1]=EPRD(addr)%10+'0';
        OUTB[2]=EPRD(addr+1)/10+'0';
        OUTB[3]=EPRD(addr+1)%10+'0';
        OUTB[4]=EPRD(addr+2)/10+'0';
        OUTB[5]=EPRD(addr+2)%10+'0';
        OUTB[6]='.';
        OUTB[7]='5';
        OUTB[8]='5';
        OUTB[9]=',';
        cts=10;ctsU=0;TI=1;
        while(cts);
        DLms1(5);
        DLatL=EPRD(addr+7);
        DLatL<<=8;
        DLatL=DLatL|EPRD(addr+8);
        if((EPRD(addr+6))==1){DLatL=DLatL+65535;}
        tmpDLat=(DLatL*36)/60000;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DLatL=((((DLatL*36/10)-(tmpDLat*6000))*10)/6);
OUTB[0]='1';
OUTB[1]='3';
OUTB[2]=tmpDLat/10+'0';
OUTB[3]=tmpDLat%10+'0';
OUTB[4]='.';
OUTB[5]=((DLatL%10000)/1000)+'0';
OUTB[6]=((DLatL%1000)/100)+'0';
OUTB[7]=((DLatL%100)/10)+'0';
OUTB[8]=((DLatL%10))+'0';
OUTB[9]=',';
OUTB[10]='N';
OUTB[11]=',';
cts=12;ctsU=0;TI=1;
while(cts);
DLms1(5);
DLonL=EPRD(addr+4);
DLonL<<=8;
DLonL=DLonL|EPRD(addr+5);
if((EPRD(addr+3))==1){DLonL=DLonL+65535;}
tmpDLon=(DLonL*36)/60000;
DLonL=((((DLonL*36/10)-(tmpDLonL*6000))*10)/6);
OUTB[0]='1';
OUTB[1]='0';
OUTB[2]='0';
OUTB[3]=tmpDLon/10+'0';
OUTB[4]=tmpDLon%10+'0';
OUTB[5]='.';
OUTB[6]=((DLonL%10000)/1000)+'0';
OUTB[7]=((DLonL%1000)/100)+'0';
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
OUTB[8]=((DLonL%100)/10)+'0';
OUTB[9]=((DLonL%10))+'0';
OUTB[10]=',';
OUTB[11]='E';
OUTB[12]=',';
cts=13;ctsU=0;Tl=1;
while(cts);
DLms1(5);
strcpy(OUTB,"1,05,2.0,-10.7,M,-27.8,M,,*5A");
OUTB[29]='\r';
OUTB[30]='\n';
cts=31;ctsU=0;TI=1;
while(cts);
DLms1(5);

//RMS
strcpy(OUTB,"$GPRMC,");
cts=7;ctsU=0;TI=1;
while(cts);
DLms1(5);
OUTB[0]=EPRD(addr)/10+'0';
OUTB[1]=EPRD(addr)%10+'0';
OUTB[2]=EPRD(addr+1)/10+'0';
OUTB[3]=EPRD(addr+1)%10+'0';
OUTB[4]=EPRD(addr+2)/10+'0';
OUTB[5]=EPRD(addr+2)%10+'0';
OUTB[6]='.';
OUTB[7]='5';
OUTB[8]='5';
OUTB[9]=',';
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
OUTB[10]='A';
OUTB[11]=',';
cts=12;ctsU=0;TI=1;
while(cts);
DLms1(5);
DLatL=EPRD(addr+7);
DLatL<<=8;
DLatL=DLatL|EPRD(addr+8);
if((EPRD(addr+6))==1){DLatL=DLatL+65535;}
tmpDLat=(DLatL*36)/60000;
DLatL=((((DLatL*36/10)-(tmpDLat*6000))*10)/6);
OUTB[0]='1';
OUTB[1]='3';
OUTB[2]=tmpDLat/10+'0';
OUTB[3]=tmpDLat%10+'0';
OUTB[4]='.';
OUTB[5]=((DLatL%10000)/1000)+'0';
OUTB[6]=((DLatL%1000)/100)+'0';
OUTB[7]=((DLatL%100)/10+'0');
OUTB[8]=((DLatL%10))+'0';
OUTB[9]=',';
OUTB[10]='N';
OUTB[11]=',';
cts=12;ctsU=0;T1=1;
while(cts);
DLms1(5);
DLOnL=EPRD(addr+4);
DLonL<<=8;
DLonL=DLonL|EPRD(addr+5);
if((EPRD(addr+3))==1){DLonL=DLonL+65535;}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        tmpDLon(DLonL*36)/60000;
        DLonL=((((DLonL*36/10)-(tmpDLon*6000))*10)/16);
        OUTB[0]='1';
        OUTB[1]='0';
        OUTB[2]='0';
        OUTB[3]=tmpDLon/10+'0';
        OUTB[4]=tmpDLon%10+'0';
        OUTB[5]='.';
        OUTB[6]=((DLonL%10000)/1000)+'0';
        OUTB[7]=((DLonL%1000)/100)+'0';
        OUTB[8]=((DLonL%100)/10)+'0';
        OUTB[9]=((DLonL%10))+'0';
        OUTB[10]=',';
        OUTB[11]='E';
        OUTB[12]=',';
        cts=13;ctsU=0;TI=1;
        while(cts);
        DLms1(5);
        strcpy(OUTB,"0.17,170.48,010100,-0.3,E,N*04");
        OUTB[30]='\r';
        OUTN[31]='\n';
        cts=32;ctsU=0;TI=1;
        while(cts);
        DLMS1(1500);
}

void readtocom()
{
        unsigned int addr;
        addr=0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        while(addr<(epind));
        {
                eeprequest(addr);
                addr=addr+9;
        }
}

void ckswitch()
{
        if(push_but27==0)
        {
                while(push_but27==0);
                readtocom();
                clearmem();
        }
}

void chkroadout()
{
        outroute=1;
        if((lonh>64614)&&(lonh<64915)&&(lath>69654)&&(lath<69663)){outroute=0;}
        if((lonh>64210)&&(lonh<65112)&&(lath>69654)&&(lath<71768)){outroute=0;}
        if((lonh>64925)&&(lonh<68055)&&(lath>71373)&&(lath<72247)){outroute=0;}
        if((lonh>67745)&&(lonh<70932)&&(lath>71787)&&(lath<72360)){outroute=0;}
        if((lonh>70857)&&(lonh<75116)&&(lath>72097)&&(lath<72435)){outroute=0;}
        if((lonh>75022)&&(lonh<75530)&&(lath>72097)&&(lath<72373)){outroute=0;}
        if((lonh>75332)&&(lonh<78181)&&(lath>72031)&&(lath<72313)){outroute=0;}
        if((lonh>77692)&&(lonh<78134)&&(lath>72228)&&(lath<73071)){outroute=0;}
        if((outroute==1)&&(ckmin==0)&&(lockflag==0))
        {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                sendsms();
                lockflag=1;
                yled=0;
                rled=1;
                gled=1;
                buzzer=1;
        }
        if((outroute==0)&&(lockflag==0))
        {
                ckmin=60000;
                rled=0;
                buzzer=0;
        }
        else if(lockflag==0)
        {
                rled=1;
                buzzer=1;
        }
}

void recnumtsend()
{
        DLms1(500);
        strcpy(OUTB,"AT+CLCC\r");
        cts=8;ctsU=0;TI=1;
        while(cts);
        ctr=0;
        while(1);
        {
                if(ctr==27)break;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        }
        Info3[0]=INB1[20];
        Info3[1]=INB1[19];
        Info3[2]=INB1[22];
        Info3[3]=INB1[21];
        Info3[4]=INB1[24];
        Info3[5]=INB1[23];
        Info3[6]=INB1[26];
        Info3[7]=INB1[25];
        DLms1(1500);
        strcpy(OUTB,"AT+CHUP\r");
        cts=8;ctsU=0;TI=1;
        while(cts);
        ctr=0;
        sendsms1();
        ringflag=0;
}

void callation()
{
        lath=(TMB[8]-0x30)*10+(TMB[9]-0x30);
        lath=lath*100000;
        lath=lath/60;
        lath=lath+((((TMB[11]-0x30)*1000)+((TMB[12]-0x30)*100)+((TMB[13]-
0x30)*10)+(TMB[14]-0x30))/6);
        lonh=(TMB[19]-0x30)*10+(TMB[20]-0x30);
        lonh=lonh*100000;
        lonh=lonh/60;
        lonh=lonh+((((TMB[22]-0x30)*1000)+((TMB[23]-0x30)*100)+((TMB[24]-
0x30)*10)+(TMB[25]-0x30))/6);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}
void filllatlon()
{
        BufEEP[0]='T';
        BufEEP[1]='i';
        BufEEP[2]='m';
        BufEEP[3]='e';
        BufEEP[4]='=';
        BufEEP[5]=TMB[0];
        BufEEP[6]=TMB[1];
        BufEEP[7]=':';
        BufEEP[8]=TMB[2];
        BufEEP[9]=TMB[3];
        BufEEP[10]=':';
        BufEEP[11]=TMB[4];
        BufEEP[12]=TMB[5];
        BufEEP[13]=',';
        BufEEP[14]='L';
        BufEEP[15]='O';
        BufEEP[16]='N';
        BufEEP[17]='=';
        BufEEP[18]=TMB[16];
        BufEEP[19]=TMB[17];
        BufEEP[20]=TMB[18];
        BufEEP[21]='.';
        BufEEP[22]=lonh/10000+'0';
        BufEEP[23]=((lonh%10000)/1000)+'0';
        BufEEP[24]=((lonh%1000)/100)+'0';
        BufEEP[25]=((lonh%100)/10)+'0';
        BufEEP[26]=(lonh%10)+'0';
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        BufEEP[27]=TMB[26];
        BufEEP[28]=',';
        BufEEP[29]='L';
        BufEEP[30]='A';
        BufEEP[31]='T';
        BufEEP[32]='=';
        BufEEP[33]=TMB[6];
        BufEEP[34]=TMB[7];
        BufEEP[35]='.';
        BufEEP[36]=lath/10000+'0';
        BufEEP[37]=((lath%10000)/1000)+'0';
        BufEEP[38]=((lath%1000)/100)+'0';
        BufEEP[39]=((lath%100)/10)+'0';
        BufEEP[40]=(lath%10)+'0';
        BufEEP[41]=TMB[15];
        BufEEP[42]=',';
        if(TMB[27]=='1')
        {
                BufEEP[43]='A';
                BufEEP[44]='c';
        }
        else
        {
                BufEEP[43]='N';
                BufEEP[44]='O';
        }
}
void setintiliazetimer()
{
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CKCON=0x01;
        TMOD=0x21;                  //time1 mode 2
        TH1=0xf6;                   //GSM 9.6Kbaud 18.432 MHz
        SCON=0x50;                  //model & rcv enb
        TR1=1;                      //start baud clock
        //Timer 0 for gps signal recieve
        TH0=0xFC;
        TL0=0x40;
        TR0=0;
        rxd=1;
        //Timer2(1 ms) interrupt init
        T2CON=0x00;
        T2MOD=0x00;
        IE=0x84;
        RCAP2L=TL2=0x00;
        RCAP2H=TH2=0xf4;
        TR2=1;
        TF2=0;
        IT0=1;
        IT1=1;
}
void filldatagps()
{
        if((INF2==1)&&(INF1==1))
        {
                FillNMEA();
                callation();
                filllatlon();
                if (TMB[27]=='1'){validflag=1;}
                else if(TMB[27]=='0'){validflag=0;}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    Job=INF1=INF2=0;
                    gpsflag=5000;
        }
}
void main(void)
{
        setintiliazetimer();
        EEPROM_Init();
        validflag=0;
        datato=3000;
        ckmin=60000;
        gpsflag=5000;
        epind=findloc();
        gled=0;
        yled=1;
        rled=0;
        buzzer=0;
        DLms1(1000);
        strcpy(OUTB,"at\r");
        cts=3,ctsU=0;TI=1;
        while(cts);
        DLms1(100);
        while(1)
        {
                if(gpsflag==0)
                {
                        validflag=0;      //if no data of GPS
                }
                filldatagps();            //fill gps in ram
                if(validflag==1)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        {
                chkroadout();
                gled=1;
        }
        else{gled=0;}                   //if no data valid of gps
        if((validflag==1)&&(datato==0))
        {
                memtoeep();             //if 3 sec memto eep
        }
        if(ringflag==1){reenumtsend();}
        ckswitch();                     //232 to com
    }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้