

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบระบุตำแหน่งรถยนต์ ผ่านระบบโทรศัพท์
CAR POSITION MONITORING SYSTEMS VIA GSM



โดย

นางสาวจงจิตร ไพรมี

นายยุทธนา กอกายแก้ว

นายวิษณุ กองศรีกุลคิลก

ช/พ.
จ/ค
๒๕๔๙

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 72045
วัน,เดือน,ปี..... 7 ส.ย. 2550

b. 117 b 2330
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบระบุตำแหน่งรถยนต์ ผ่านระบบโทรศัพท์
CAR POSITION MONITORING SYSTEMS VIA GSM



ปริญญาานิพนธ์สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบระบุตำแหน่งรถยนต์ผ่านระบบโทรศัพท์มือถือ

CAR MONITERING VIA GSM

นางสาวจงจิตร ไพรมี รหัส 47015201

นายยุทธนา กอภัยแก้ว รหัส 47015258

นายวิษณุ กองศรีกุลคลิก รหัส 47015260

โครงการได้รับการตรวจสอบแล้ว พร้อมทั้งจะทำการสอบได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบระบุตำแหน่งรถยนต์ผ่านระบบโทรศัพท์

นางสาว จงจิตร ไพรมี รหัส 47015201
 นาย ยุทธนา กอภายแก้ว รหัส 47015257
 นาย วิษณุ กองศรีกุลติลก รหัส 47015260
 ดร.สุพันธ์ ตั้งจิตกุลสมัน อาจารย์ที่ปรึกษา
 ปีการศึกษา 2549

บทคัดย่อ

ในทุกวันนี้ปัญหาการโจรกรรมรถยนต์เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง และยังไม่มียุทธวิธีแก้ไขได้อย่างจริงจัง การป้องกันการโจรกรรมรถยนต์แบบเดิมๆ ก็ไม่ได้ทำให้เจ้าของสามารถตรวจสอบสถานะของรถยนต์ หรือยานพาหนะของเราให้อยู่ในสายตาได้ตลอดเวลา ทางเลือกใหม่ของผู้ใช้ยานพาหนะคือ เทคโนโลยีล่าสุดในการติดตามยานพาหนะด้วยดาวเทียม GPS (Global Positioning System) และส่งข้อมูลตำแหน่งพิกัดของยานพาหนะกลับมาทางระบบ GSM หรือระบบวิทยุ

โครงการฉบับนี้ ต้องการสร้างระบบการรักษาความปลอดภัยให้กับรถยนต์ โดยอาศัยตัวระบุตำแหน่งพิกัดที่เรียกว่า GPS ส่งผ่านข้อมูลผ่านเครือข่ายโทรศัพท์ระบบ GSM ทำให้เจ้าของรถยนต์สามารถตรวจสอบตำแหน่งของรถยนต์ได้ในภาวะปกติ และในกรณีที่ถูกโจรกรรม

CAR MONITORING SYSTEM VIA GSM

Miss Jongjit Praimee ID 47015201

Mr. Yuttana Kokaykaew ID 47105257

Mr. Witsanu Kongsrikuldilok ID 47015260

Assoc. Prof. Dr. Supan Tungjitkusolmun

Advisor Educational Year 2006

Abstract

Nowadays, car – stealing problem has continually become serious, but no practical solution has been found to solve such problem. Moreover, the old solution to the problem does not enable car owners to keep their eyes on their vehicle's status or position. The new alternative to solve car – stealing problem is the brand new technology for positioning vehicles using satellites (Global Positioning System) that can send information including the vehicle's position and via GSM and radio system.

This project aims at creating car security system by using GPS to send the information through GSM mobile phone system in order to enable car owners to locate the position of their cars at any time.

กิตติกรรมประกาศ

รายงานฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ดี คณะผู้จัดทำ ขอขอบพระคุณ อาจารย์ที่ปรึกษา คร.สุพันธ์ ตั้งจิตกุลสมัน ที่ให้คำปรึกษาแนะนำและเอื้อเฟื้ออุปกรณ์เครื่องมือต่างๆ ในการทำ ปรินต์งานฉบับนี้ รวมถึงอาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้มาจนถึงวันนี้ ขอขอบคุณ พี่ไอ้ ที่คอยชี้แนวทางให้ ขอขอบคุณพี่บอล ที่ช่วยหาข้อมูล และแนวทางการแก้ปัญหา ขอขอบคุณบ่าว ที่ช่วยแนะนำการเขียน โปรแกรม ขอขอบคุณรุ่งโรจน์ ที่ให้ยืมคอมพิวเตอร์เล่น Internet และขอขอบคุณเพื่อนๆทุกคนในภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ที่ช่วยเป็นกำลังใจให้

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณผู้มีพระคุณยิ่งของพวกเรา คุณพ่อ คุณแม่ ที่ให้การเลี้ยงดู ความรัก และความห่วงใย ตลอดจนร่างกายที่ครบ 32 สติปัญญา และสภาพจิตใจที่ดีมาจนถึงวันนี้ และให้โอกาสในการศึกษาที่ดี และทำให้เราเป็นคนดีที่จะสามารถพัฒนาสังคมและ ประเทศชาติ ได้ ในอนาคตคุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากปรินต์งานฉบับนี้ ผู้วิจัยขอ มอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

คณะผู้จัดทำ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูปภาพ	VIII
สารบัญตาราง	X
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 วัตถุประสงค์	1
1.2 จุดประสงค์ของโครงการ	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ	1
1.4 หลักการทำงาน	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 ภาพรวมของระบบ (System Overview)	3
2.1.1 กลุ่มดาวเทียม (Space Segment)	3
2.1.2 สถานีควบคุม (Operation Control Segment)	5
2.1.2.1 สถานีสังเกตการณ์	6
2.1.2.2 สถานีควบคุมหลัก (Master Control Station)	6
2.1.2.3 สายอากาศภาคพื้นดิน (Ground Uplink Antenna Facility)	7
2.1.3 ส่วนของผู้ใช้ (User Receiving Equipment)	7
2.2 ส่วนประกอบของเครื่องรับสัญญาณ GPS	7
2.2.1 สายอากาศ (Antenna)	8
2.2.2 เครื่องรับสัญญาณ (Receive)	8
2.2.3 โปรเซสเซอร์ของเครื่องรับสัญญาณ	9
(Navigation/Receiver Processor)	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.2.4 อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต (Input-Output Element)	9
2.2.5 แหล่งจ่ายไฟ (Supply)	9
2.3 การให้บริการของระบบ GPS (GPS Services)	10
2.3.1 การบอกตำแหน่งแบบสมบูรณ์ (Precise Positioning Service (PPS))	10
2.3.2 มาตรฐานของการบอกตำแหน่ง (Standard Positioning Service (SPS))	10
2.4 สัญญาณ GPS จากดาวเทียม (GPS Satellite Signal)	11
2.4.1 Coarse/Acquisition Code (C/A)	11
2.4.2 P-Code	12
2.4.3 ข่าวสารการนำร่อง (Navigation Message)	12
2.5 เครื่องรับสัญญาณ GPS (GPS Receiver)	14
2.5.1 การเลือกดาวเทียม (Satellite Selection)	14
2.5.2 การรับสัญญาณดาวเทียม (Satellite Signal Acquisition)	14
2.5.3 การรับสัญญาณข้อมูล (Data Detection)	15
2.6 ระบบพิกัดอ้างอิงของ จีพีเอส	16
2.7 การคำนวณหาระยะพิกัดของเครื่องรับสัญญาณ	21
2.8 ความคลาดเคลื่อนในระบบ GPS	23
2.8.1 Ephemeris Data Error	23
2.8.2 Satellite Clock Error	23
2.8.3 Security Signal	24
2.8.4 Ionosphere Error	24
2.8.5 Troposphere Errors	24
2.8.6 Multipath Error	24
2.8.7 Receiver Error	24
2.8.8 ความคลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจากการจับกลุ่มของดาวเทียม	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.9 มาตรฐานของ NMEA-0183	26
2.9.1 โปรโตคอลของ NMEA 183	27
2.9.2 รายละเอียดภายในเรคอร์ดต่าง ๆ ของข้อมูล NMEA	27
2.10 การรับส่งข้อมูลอนุกรม (UART) ของ 8051 และ 8052	33
2.11 GSM AT Command กับมือถือ	37
2.11.1 ตัวอย่างคำสั่ง GSM AT Command	37
2.11.2 โหมดของการรับส่งข้อมูล	38
2.11.3 การรับข้อความเอสเอ็มเอสในพีดียูโหมด	38
2.11.4 การส่งข้อความเอสเอ็มเอสในพีดียูโหมด	40
2.11.5 การแปลงตัวอักษรชนิด 7 บิต เป็น ข้อมูล 8 บิต	41
บทที่ 3 การคำนวณและการสร้าง	42
3.1 ภาพรวมของโครงการ	42
3.2 วงจรที่ติดตั้งในรถยนต์	42
3.2.1 ส่วน โมดูลจีพีเอส	44
3.2.2 ส่วนของวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้งาน	46
3.2.3 ส่วนของโทรศัพท์มือถือ	48
3.3 วงจรในส่วนของภาครับ	49
3.4.1 ตัวโทรศัพท์มือถือ	50
3.4.2 ส่วนของตัวไมโครคอนโทรลเลอร์	50
3.4.3 คอมพิวเตอร์	50
3.4 วงจรเชื่อมต่อสัญญาณมาตรฐานแบบอาร์เอส – 232	51
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	53
4.1 การตรวจสอบการทำงานของ โมดูลจีพีเอส	53
4.2 ขั้นตอนการทดลองและผลการทดลอง	55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 บทวิจารณ์และบทสรุป	60
หนังสืออ้างอิง	61
ภาคผนวก	62



สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 1.1 Block diagram ส่วนแรก (ในรถยนต์)	2
รูปที่ 1.2 Block diagram ส่วนที่สอง (ภายนอกรถยนต์)	2
รูปที่ 2.1 แสดงภาพของระบบ GPS	3
รูปที่ 2.2 กลุ่มดาวเทียม GPS มีวงโคจร 6 ระนาบแต่ละระนาบจะมีดาวเทียมอยู่ 4 ดวง	4
รูปที่ 2.3 ภาพรวมของสถานีควบคุม	5
รูปที่ 2.4 แสดงที่ตั้งของสถานีควบคุม	6
รูปที่ 2.5 แสดงการใช้งานในส่วนของผู้ใช้	7
รูปที่ 2.6 ส่วนประกอบของเครื่องรับสัญญาณ GPS	8
รูปที่ 2.7 แสดงสัญญาณของ GPS จากดาวเทียม	11
รูปที่ 2.8 แสดง Spectrum ของสัญญาณจากดาวเทียม	12
รูปที่ 2.9 แสดงภาพข่าวสารการนำร่อง	13
รูปที่ 2.10 แสดงภาพบล็อกไดอะแกรมของการรับสัญญาณข้อมูล	15
รูปที่ 2.11 แสดงการถอดรหัสข้อมูลข่าวสารการนำร่อง	16
รูปที่ 2.12 การหาความยาวของวงเวียนเมื่อทราบความยาวเอกซ์, แซด และค่ามุมต่าง ๆ	16
รูปที่ 2.13 การหาพิกัดในระบบจีพีเอส	17
รูปที่ 2.14 ทรงกลมจำลองที่สร้างล้อมรอบดาวเทียมมีรัศมี 22,000 กิโลเมตร	17
รูปที่ 2.15 การตัดกันของทรงกลมสองทรงกลม	18
รูปที่ 2.16 การตัดกันของทรงกลมสามทรงกลม	18
รูปที่ 2.17 จุดตัดกันของดาวเทียม เอ และ บี	19
รูปที่ 2.18 จุดตัดกันของดาวเทียม เอ และ บี ในกรณีที่เวลาผิดพลาดไป	19
รูปที่ 2.19 จุดตัดกันของดาวเทียม เอ, บี, ซี ในกรณีที่เวลาผิดพลาดไป	20
รูปที่ 2.20 จุดตัดกันอย่างถูกต้องของดาวเทียม เอ, บี, ซี	20
รูปที่ 2.21 แสดงการกำหนดพิกัดแบบละติจูด, ลองจิจูด และความสูง	24
รูปที่ 2.22 แสดงภาพ POOR GDOP	25
รูปที่ 2.23 ผลของ POOR GDOP แสดงให้เห็นถึงพื้นที่การตัดกันที่กว้างมาก	25
รูปที่ 2.24 แสดง GOOD GDOP	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 2.25 ผลของ GOOD GDOP แสดงให้เห็นถึงพื้นที่การตัดกันที่แคบลง	26
รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมของวงจรขึ้นที่ 1	42
รูปที่ 3.2 วงจรภายในตัวรถ	44
รูปที่ 3.3 โมดูลจีพีเอส	44
รูปที่ 3.4 HOLUX GM-82	45
รูปที่ 3.5 วงจรส่วนของภาคส่ง GPS	47
รูปที่ 3.6 แสดงภาพโทรศัพท์มือถือ SIEMENS รุ่น C35	48
รูปที่ 3.7 ส่วนของภาครับ	49
รูปที่ 3.8 แสดงส่วนของภาครับจีพีเอส	50
รูปที่ 3.9 วงจรช่วยของภาครับ	51
รูปที่ 3.10 วงจรเชื่อมต่อกับสัญญาณมาตรฐานแบบอาร์เอส -232	52
รูปที่ 4.1 สัญญาณที่ได้ออกมาจาก โมดูลจีพีเอส โดยดูจากโปรแกรม ไฮเปอร์เทอร์มินอล	53
รูปที่ 4.2 ประโยคอาร์เอ็มซีที่ได้ออกมาจาก โมดูลจีพีเอส	53
รูปที่ 4.3 แสดงสถานะขณะรอดอยู่ในสถานะปกติ	55
รูปที่ 4.4 แสดงการส่งข้อความเตือนผ่านไฮเปอร์เทอร์มินอล	56
รูปที่ 4.5 ข้อความเตือนที่ปรากฏยังโทรศัพท์มือถือ	56
รูปที่ 4.6 แสดงการส่งพิกัดผ่านไฮเปอร์เทอร์มินอล	57
รูปที่ 4.7 พิกัดที่ปรากฏยังโทรศัพท์มือถือ	57
รูปที่ 4.8 แสดงการเปลี่ยนหมายเลขผ่านไฮเปอร์เทอร์มินอล	58
รูปที่ 4.9 แสดงการตัดการทำงานผ่านทางไฮเปอร์เทอร์มินอล	58
รูปที่ 4.10 แสดงค่าที่นำไปการพล็อตค่าพิกัดลงบนแผนที่	59

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ด GGA	27
ตารางที่ 2.2 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ด GLL	29
ตารางที่ 2.3 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ด GSA	29
ตารางที่ 2.4 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ด GSV	30
ตารางที่ 2.5 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ด RMC	31
ตารางที่ 2.6 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ด VTG	32
ตารางที่ 2.7 ตารางสรุปคุณสมบัติของ 6 เรคอร์ดหลักในข้อมูลเอ็นเอ็มอีเอ	33
ตารางที่ 2.8 แสดงรายละเอียดในรีจิสเตอร์ SCON และการ SET – UP	35
ตารางที่ 2.9 ตารางการใช้ไทม์เมอร์ 1 กำหนดบอดเรท	36
ตารางที่ 2.10 ส่วนประกอบของสตรึงการรับข้อความเอสเอ็มเอส	39
ตารางที่ 2.11 ส่วนประกอบของข้อมูลที่ส่ง	40
ตารางที่ 3.1 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ด RMC	45
ตารางที่ 3.2 แสดงตำแหน่งขาของ GPS MODULE	46
ตารางที่ 3.3 แสดงตำแหน่งขาสัญญาณของโทรศัพท์มือถือ SIEMENS รุ่น C35	49
ตารางที่ 4.1 ค่าจาก โมดูลจีพีเอส ณ จุดเดียวกัน	54

บทที่ 1

บทนำ

1.1 วัตถุประสงค์

ปัจจุบันการค้นหาและติดตามวัตถุต่างๆ เป็นสิ่งที่จำเป็น เพราะไม่สามารถที่จะติดตามวัตถุได้ตลอดเวลา จึงได้มีการคิดค้นอุปกรณ์ขึ้นมาใช้งานแทนเพื่อให้สะดวกต่อการทำงาน ซึ่งสามารถประหยัดเวลาและลดค่าใช้จ่ายได้ เช่น การติดตามรถยนต์เพื่อป้องกันการสูญหาย การค้นหาตำแหน่งของรถเมื่อเกิดการหลงทาง และเป็นตัวบอกตำแหน่งในการเดินทาง

1.2 จุดประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อศึกษาและประยุกต์ใช้งาน GPS ให้สามารถระบุตำแหน่งละติจูด และลองจิจูดได้
2. เพื่อศึกษาและออกแบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์ให้สามารถทำงานร่วมกันได้
3. เพื่อศึกษาและประยุกต์ใช้งานร่วมกับโทรศัพท์มือถือ โดยผ่านระบบ GSM

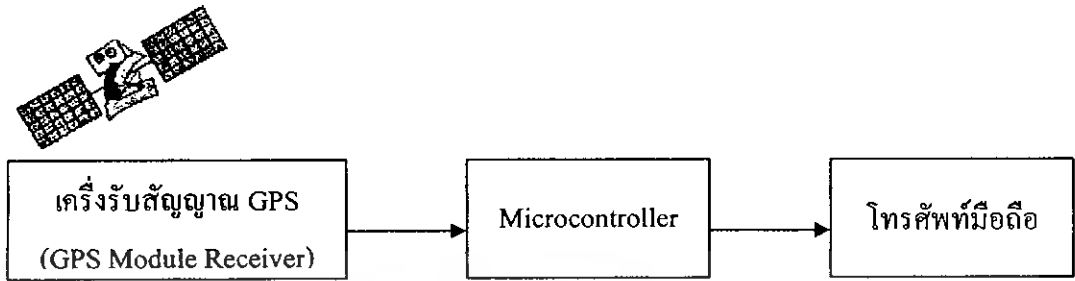
1.3 ขอบเขตของโครงการ

ในส่วนของภาคการศึกษาที่หนึ่ง จะศึกษาในส่วนของ GPS และส่วนของวงจรคอนโทรลเลอร์ ว่ามีหลักการทำงานอย่างไร

ในส่วนของภาคการศึกษาที่สอง จะทำการเชื่อมต่อในส่วนของ GPS และวงจรคอนโทรลเลอร์เข้าด้วยกัน และทำการส่งข้อมูลผ่านระบบโทรศัพท์มือถือ

1.4 หลักการทำงาน

การทำงานของวงจรจะมีด้วยกัน 2 ส่วน ส่วนที่ 1 คือ ส่วนที่อยู่ภายในรถยนต์ ซึ่งจะประกอบไปด้วยเครื่องรับสัญญาณ GPS ซึ่งในส่วนนี้จะเป็นการรับพิกัดละติจูด และลองจิจูด แล้วนำพิกัดละติจูด และลองจิจูดที่ได้นี้ส่งไปยัง โทรศัพท์มือถือ เมื่อมีการบุกรุกเข้าไปในตัวรถโดยไม่ได้รับอนุญาต ดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 Block diagram ส่วนแรก (ในรถยนต์)

ส่วนที่ 2 คือส่วนที่อยู่ภายนอกรถยนต์ ซึ่งประกอบด้วย ตัวโทรศัพท์มือถือเพื่อรับค่าละติจูดและลองจิจูด ตัวถอดรหัสข้อมูล และเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อทำการพล็อตลงแผนที่ ดังรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 Block diagram ส่วนที่สอง (ภายนอกรถยนต์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

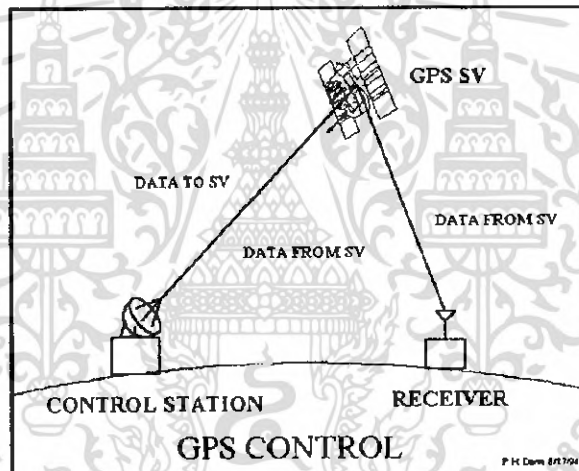
บทที่ 2

ทฤษฎีหลักการ

2.1 ภาพรวมของระบบ (System Overview)

GPS ประกอบด้วย 3 ส่วนใหญ่ๆ คือ

1. กลุ่มดาวเทียม (Space Segment)
2. สถานีควบคุม (Operation Control Segment)
3. ส่วนของผู้ใช้ (User Equipment Segment)



รูปที่ 2.1 แสดงภาพของระบบ GPS

2.1.1 กลุ่มดาวเทียม (Space Segment)

กลุ่มดาวเทียม GPS ประกอบด้วยดาวเทียมนาฬิกาดาว 24 ดวง ในวงโคจรเซมิซิงโครนัส (Semi-Synchronous Orbit) (ประมาณ 12 ชั่วโมง) ดาวเทียมจะถูกจัดใน 6 ระนาบวงโคจร ซึ่งจะมีดาวเทียม 4 ดวงในแต่ละระนาบ ระนาบวงโคจรจะมีมุมเอียง (Inclination angle) 55 องศา สัมพันธ์กับเส้นศูนย์สูตร (Equator) ของโลก และดาวเทียมจะมีความสูงเฉลี่ยของการโคจร 20,200 กิโลเมตร (10911 Nautical Miles) เหนือพื้นผิวโลก ดาวเทียมจะโคจรครบ 1 รอบ โดยใช้เวลาประมาณ 11 ชั่วโมง 58 นาที เนื่องจากโลกก็หมุนรอบตัวเอง ดาวเทียมจะวนตามเส้นทางเหนือพื้นผิวโลก ซ้ำกันทุกๆ 23 ชั่วโมง 56 นาที ผู้ใช้ที่อยู่ ณ ตำแหน่งคงที่บนพื้นดิน จะเห็นดาวเทียมดวงเดิมในแต่ละวัน ผ่านเส้นทางเดิมในท้องฟ้า แต่ดาวเทียมจะขึ้นและตกเร็วขึ้น 4 นาทีในแต่ละวัน เนื่องจากผลต่าง 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นาฬิกาของเวลาที่โลกหมุนรอบตัวเอง กับ 2 เท่าของเวลาที่ดาวเทียมโคจรครบ 1 รอบ ดาวเทียมถูกวางตำแหน่งในระนาบวงโคจรที่จะให้ดาวเทียม 4 ดวงขึ้นไป ซึ่งมีความสัมพันธ์ทางเรขาคณิตที่ดี สำหรับการบอกตำแหน่ง จะถูกสังเกตได้ ณ ทุกๆ ที่บนโลก



รูปที่ 2.2 กลุ่มดาวเทียม GPS มีวงโคจร 6 ระนาบแต่ละระนาบจะมีดาวเทียมอยู่ 4 ดวง

ดาวเทียมจะส่งสัญญาณเพื่อวัดระยะทาง (Ranging Signal) บน 2 ความถี่ D-band : Link 1 (L1) ที่ 1575.42 MHz และ Link 2 (L2) ที่ 27.6 MHz สัญญาณดาวเทียมจะถูกส่งโดยใช้เทคนิคสเปกตรัมแพร่กระจาย (Spread - Spectrum) โดยใช้รหัสที่แตกต่างกันอยู่ 2 อย่าง คือ รหัส C/A (coarse/acquisition code) ที่มีความถี่ 1.023 MHz บน L1 และ รหัส P (Precision Code) ความถี่ 10.23 MHz บนทั้ง L1 และ L2 ทั้ง รหัส C/A และ รหัส P สามารถถูกใช้เพื่อบอกระยะทางระหว่างดาวเทียมกับผู้ใช้งาน รหัส P จะถูกเข้ารหัสไว้ และสามารถใช้เพื่อบอกระยะทางระหว่างทางการเท่านั้น รหัส P ที่ถูกนำไปเข้ารหัสอีกครั้งจะเรียกว่า รหัส Y ส่วนข่าวสารการนำร่อง (Navigation-Message) คือ ข้อมูลไบอัสสัญญาณนาฬิกาของดาวเทียม (Satellite clock - bias data), ข้อมูลอีพิเมอร์อิส (Satellite Ephemeris Data) สำหรับดาวเทียมที่ส่งสัญญาณ, ข้อมูลเพื่อใช้ในการแก้ไขความผิดพลาดที่เกิดจากการเดินทางผ่านบรรยากาศชั้นไอโอโนสเฟียร์ (Ionospheres signal Propagation-correction data) , ข้อมูลอัลมาแนคของดาวเทียม (Satellite almanac data) สำหรับดาวเทียมทุกดวงในกลุ่ม

เพื่อความสะดวกในการอ้างถึงดาวเทียม จะมีวิธีการอ้างถึง 3 วิธี คือ

- กำหนดตัวอักษร A-F ให้กับระนาบในแต่ละระนาบและ 1-4 ให้กับดาวเทียมในระนาบ
- กำหนดโดยใช้หมายเลขดาวเทียมนาฟตาร์ที่ถูกกำหนดโดย U.S. Air Force ในการบ่งชี้ดาวเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กำหนดโดยใช้รหัสโคแวนดอม (Pseudorandom Code) ดาวเทียมแต่ละดวงจะมีรหัสโคแวนดอมที่ไม่เหมือนกัน จึงไม่สามารถใช้ความถี่ในการอ้างถึงดาวเทียมได้

2.1.2 สถานีควบคุม (Operation Control Segment)

สถานีควบคุมมีส่วนรับผิดชอบการทำงานของดาวเทียม GPS เช่น การรักษาตำแหน่งดาวเทียม (Station Keeping), ตรวจสอบสภาพและระบบต่างๆบนดาวเทียม, ตรวจสอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar cell), ระดับพลังงานของแบตเตอรี่, การเปิดดาวเทียมสำรอง, ปรับปรุงข้อมูลเวลา, ข้อมูลอีพีมเมอร์ริส (Ephemeris), ข้อมูลอัลมาแนค (Almanac) และเป็นตัวชี้ค่าอื่นๆในข่าวสารการนำร่องวันละครั้งหรือตามแต่ความจำเป็น

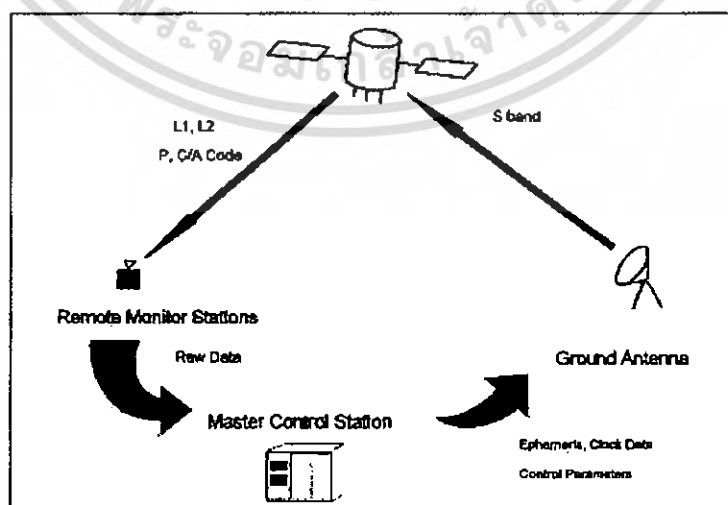
ค่า อีพีมเมอร์ริส พารามิเตอร์ (Ephemeris Parameter) คือ ข้อมูลที่แม่นยำของวงโคจรดาวเทียม ซึ่งจะกระทำทุกๆ 4 ถึง 6 ชั่วโมง

ข้อมูลข่าวสารการนำร่อง (Navigation Message Data) สามารถเก็บไว้ได้อย่างน้อย 14 วัน ถึง 210 วัน ทุกๆ 4 ถึง 6 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับดาวเทียมแต่ละรุ่น

ข้อมูลอัลมาแนค เป็น ซับเซต (Subset) ของ อีพีมเมอร์ริส พารามิเตอร์ ที่ไม่เที่ยงตรงมาก ซึ่งจะประกอบด้วย 7 พารามิเตอร์ จาก อีพีมเมอร์ริสพารามิเตอร์ 15 ตัว ซึ่งใช้ในการทำนายตำแหน่งโดยประมาณของดาวเทียมและการรับสัญญาณ

นอกจากนี้ สถานีที่ควบคุม จะทำการวัด ชูโดเรนจ์ (Pseudo Range) และ เดลตาเรนจ์ (Delta range) เพื่อกำหนดตัวแปรแก้ไขเวลา, ข้อมูลอัลมาแนค และ ข้อมูลอีพีมเมอร์ริส

ส่วนควบคุม ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ สถานีควบคุมหลัก (Master Control Station (MCS)), สถานีสังเกตการณ์ (Monitor Station), งานสายอากาศ ภาคพื้นดิน (Ground Antenna)



รูปที่ 2.3 ภาพรวมของสถานีควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.1 สถานีสังเกตการณ์

สถานีสังเกตการณ์ จะมีเครื่องรับ GPS ทั้ง 2 ความถี่ (L1 และ L2) ซึ่งจะทำการวัด ชูโคเรนซ์ และ เคลตาเรนซ์ ของแต่ละดาวเทียมที่สังเกตเห็นอย่างต่อเนื่อง และมีนาฬิกา ซีเซียม (Cesium) 2 ตัว อ้างอิงกับเวลาของระบบ GPS ตำแหน่งศูนย์กลางเฟส (Phase Center) ของสายอากาศของเครื่องรับสามารถรู้ได้อย่างแม่นยำ

สัญญาณจากดาวเทียมที่ส่งมาถึงสถานีสังเกตการณ์นั้นมีการหักเห และ ล่าช้า (Delay) ในชั้น ไอโอโนสเฟียร์ และ โทรโปสเฟียร์ เรียกการล่าช้านี้ว่า ไอโอโนสเฟียร์ดีเลย์ (Ionosphere Delay) และ โทรโปสเฟียร์ดีเลย์ (Troposphere Delay) การล่าช้าทำให้เกิดการผิดพลาดของข้อมูล ซึ่งการแก้ไขนั้นสถานีสังเกตการณ์จะรวบรวมข้อมูลจากสัญญาณที่ได้รับทั้ง 2 ความถี่ อุณหภูมิ ความดันบรรยากาศ ความชื้นสัมพัทธ์และจะส่งไปยังสถานีควบคุมหลัก โดยกรมอุตุนิยมวิทยาของสหรัฐอเมริกา เพื่อทำการคำนวณหาค่าความผิดพลาดของข้อมูล

2.1.2.2 สถานีควบคุมหลัก (Master Control Station)

สถานีควบคุมหลักมีหน้าที่ในการประมวลผลข้อมูล ที่ได้จากสถานีสังเกตการณ์ เพื่อตรวจสอบและกำหนดค่าสัญญาณนาฬิกาของดาวเทียม ข้อมูลอัลมาเนค ข้อมูลอีพีเมอร์สให้ถูกต้อง โดยเริ่มการแก้ไขค่าชูโคเรนซ์ที่เกิดจากการล่าช้าเนื่องจากการผ่านชั้นบรรยากาศของทุกๆ สถานีสังเกตการณ์ จากนั้นจึงนำไปผ่านคาลมานฟิลเตอร์ (Kalman Filter) เพื่อให้ได้ค่าและค่าการเคลื่อนของสัญญาณนาฬิกาที่ถูกต้อง โดยฟิลเตอร์จะถูกอัปเดตทุกๆ 15 นาทีด้วยค่าตำแหน่งของดาวเทียมที่ถูกคำนวณในระบบ โคอไดเนตแบบเอิร์ธเซนเตอร์เอิร์ธฟิกซ์ (Earth-Center Earth-Fixed (ECEF))



รูปที่ 2.4 แสดงที่ตั้งของสถานีควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

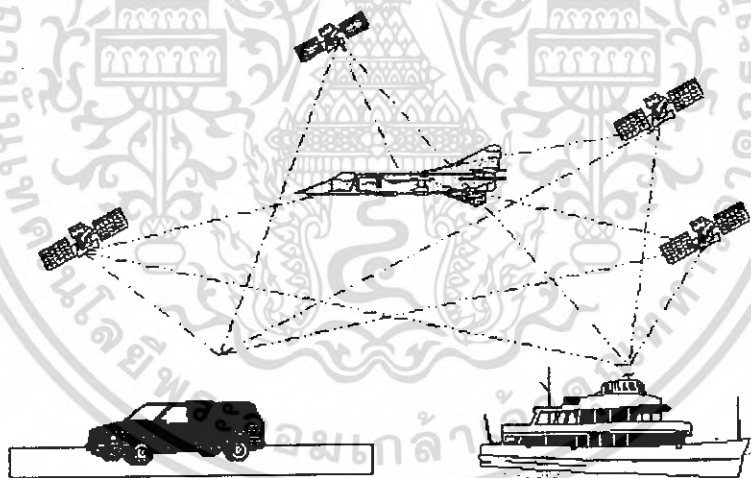
สถานีควบคุมหลักจะเป็นศูนย์กลางในการทำงานของส่วนควบคุม ตั้งอยู่ที่ฐานทัพอากาศ Falcon, Colorado, Hawaii, ส่วนสถานีสังเกตการณ์จะกระจายอยู่ตามที่ต่างๆ เพื่อรับสัญญาณจากดาวเทียม ในย่าน L-Band และส่งสัญญาณเดือนไปสถานีควบคุมหลักภายใน 60 วินาที

2.1.2.3 สายอากาศภาคพื้นดิน (Ground Uplink Antenna Facility)

สถานีสายอากาศภาคพื้นดิน จะทำการส่งคำสั่ง และข้อมูลการนำร่อง และข้อมูลอื่นๆ ที่เรียกว่า TT&C (Telemetry, Tracking and Command) Data ซึ่งเตรียมพร้อมโดย สถานีควบคุมหลักสำหรับดาวเทียมแต่ละดวง ข้อมูลเหล่านี้จะถูกส่งไปยังสายอากาศภาคพื้นดิน และเก็บไว้จนกว่าดาวเทียมจะผ่านมา โดยส่งผ่านคลื่นความถี่ S-Band โดยจะตั้งอยู่คู่กับสถานีสังเกตการณ์

2.1.3 ส่วนของผู้ใช้ (User Receiving Equipment)

ส่วนของผู้ใช้นั้น ส่วนประกอบที่สำคัญคือ เครื่องรับสัญญาณ GPS โดยจะสามารถรับสัญญาณ L-Band ที่ถูกส่งมาจากดาวเทียมและนำมาคำนวณเพื่อหาพิกัดของตำแหน่ง, ความเร็วและเวลา (Position, Velocity Time) ของเครื่องรับจากนั้นจะนำค่าไปประยุกต์ใช้งานตามแต่ลักษณะการใช้งาน



รูปที่ 2.5 แสดงการใช้งานในส่วนของผู้ใช้

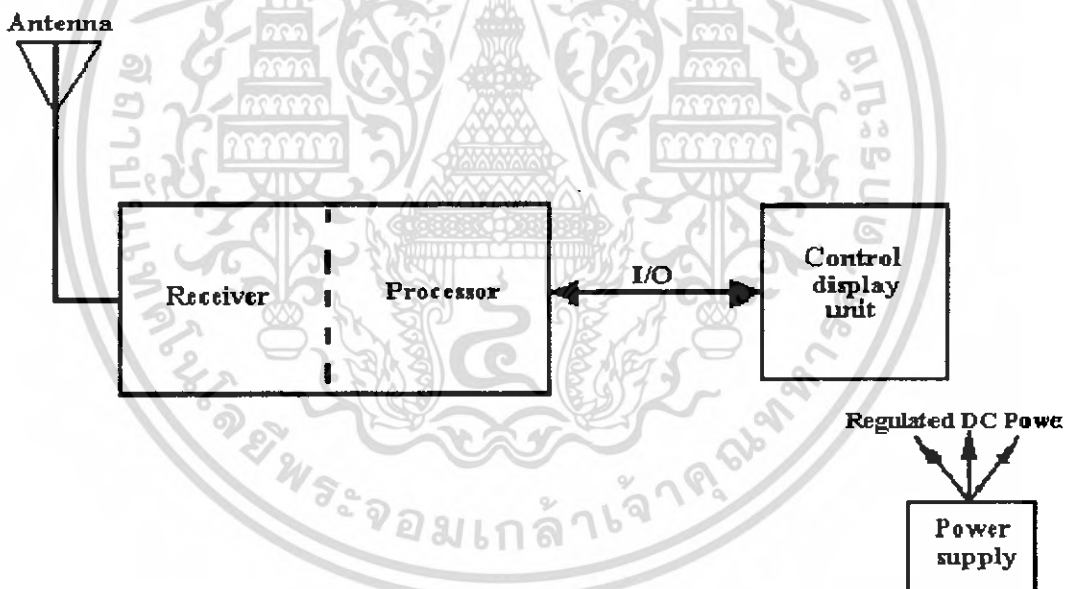
2.2 ส่วนประกอบของเครื่องรับสัญญาณ GPS

บล็อกโคโอดแกรมของเครื่องรับ GPS จะเป็นไปตามภาพที่ 2-6 ชุดอุปกรณ์จะประกอบไปด้วย 5 ส่วนที่สำคัญ คือ สายอากาศ, เครื่องรับ (Receiver), โปรเซสเซอร์, อุปกรณ์อินพุท เอาท์พุท เช่น ส่วนควบคุมและแสดงผล (control Display Unit (CDU)) และส่วนของแหล่งจ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 สายอากาศ (Antenna)

สัญญาณจากดาวเทียมจะถูกรับเข้ามาผ่านสายอากาศ ซึ่งเป็นสายอากาศที่มีโพลาไรซ์ของคลื่นแบบวงกลมหมุนขวา (Right hand Circular Polarized) และรับได้ในวงเกือบครึ่งทรงกลม โดยทั่วไปจะครอบคลุม 160 องศา มีอัตราขยาย (Gain) ตั้งแต่ประมาณ 2.5 dBic ที่จุดสูงสุดของกำลังขยายของสายอากาศไปจนถึงใกล้ค่า 0 dBic ที่มุมเอเลเวชัน 10 องศา ข้างใต้มุม องศาที่ค่ากำลังขยายจะเป็นลบ เนื่องด้วยสัญญาณจากดาวเทียมเป็นแบบวงกลมหมุนวนขวา หรือรูปแบบอื่นๆ จึงเหมาะสม เครื่องรับ GPS ที่แทรกรหัส P(Y) ที่อยู่ในทั้ง L1 และ L2 ต้องการแบนด์วิดท์ 20.46 MHz สำหรับทั้งสองความถี่ ถ้าเครื่องรับแทรกเพียงแคร์หัส C/A ที่อยู่ใน L1 สายอากาศและเครื่องรับจะต้องมีแบนด์วิดท์อย่างน้อย 2.046 MHz แบบของสายอากาศที่ใช้มีหลายรูปแบบ โดยการเลือกใช้สายอากาศนั้น รวมๆ แล้วดูจากค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของสายอากาศ การเลือกใช้สายอากาศ ยังต้องคำนึงถึงความต้านทานเนื่องมาจากการรบกวนจากสัญญาณอื่นด้วย



รูปที่ 2.6 ส่วนประกอบของเครื่องรับสัญญาณ GPS

2.2.2 เครื่องรับสัญญาณ (Receive)

เครื่องรับจะรับสัญญาณอนาล็อกจากสายอากาศ แล้วทำการแปลงสัญญาณให้เป็นสัญญาณดิจิทัลโดยใช้ A/D คอนเวอร์เตอร์ (Converter) โดยอัตราการสุ่มตัวอย่างทั่วไปจะเป็นแปดถึงสิบสองเท่าของอัตราการชิพของรหัส PRN (1.023 MHz สำหรับรหัส C/A ใน L1 และ 10.23 MHz สำหรับ P(Y) ใน L1 และ L2) โดยอัตราการสุ่มตัวอย่างน้อยที่สุดจะเป็นสองเท่าของข่าวสารจะมากกว่า 20 MHz ข้อมูลหลังการแซมปลิง (Sampling) จะถูกส่งต่อไปยังดิจิทัลชิกแนลเอกซารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรเซสเซอร์ (Digital Signal Processor (DSP)) เพื่อทำการคิมอดูเลตข้อมูลข่าวสารออกจากคลื่นพาหะ ค่าที่วัดได้และจะถูกส่งต่อไปยัง โปรเซสเซอร์

2.2.3 โปรเซสเซอร์ของเครื่องรับสัญญาณ (Navigation/Receiver Processor)

โปรเซสเซอร์ของเครื่องรับสัญญาณจะทำการควบคุม และสั่งงานให้เครื่องรับทำงานตามลำดับการปฏิบัติงาน เริ่มจาก การค้นหาสัญญาณ ตามด้วยการแทรก และการดึงข้อมูลจากสัญญาณ นอกจากนี้โปรเซสเซอร์ จะให้ผลลัพธ์ของพิกัดของตำแหน่ง ความเร็ว และเวลาของเครื่องรับ (ผลลัพธ์ PVT) จากค่าที่วัดได้จากเครื่องรับสัญญาณ ในการใช้งานบางอย่าง อาจมีโปรเซสเซอร์ แยกกันเพื่อใช้ในการคำนวณหาผลลัพธ์ PVT และใช้ทำงานในหน้าที่การนำร่องอื่นๆ ในเครื่องรับที่ถูกออกแบบสำหรับงานเกี่ยวกับการบินจะต้องการความถูกต้องแม่นยำและตอบสนองเร็วกว่า (High-dynamic) โดยทั่วไปแล้วจะต้องการ การคำนวณ ผลลัพธ์ PVT ที่อัตราอย่างน้อย 5 MHz ผลลัพธ์ที่ถูกคำนวณออกมาได้ และข้อมูลนำร่องที่เกี่ยวข้องจะถูกส่งต่อไปยังอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต

2.2.4 อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต (Input-Output Element)

อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต เป็นอุปกรณ์อินเทอร์เฟซ ระหว่างเครื่องGPS กับผู้ใช้โดยจะมีอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุตแบบพื้นฐานอยู่ 2 ชนิด คือ รวมอยู่ในตัวเครื่อง สำหรับงานในหลายๆ แบบ อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต จะเป็นส่วนควบคุมแสดงผล (Control Display Unit (CDU)) CDU จะอนุญาตให้ผู้ใช้ป้อนข้อมูลเข้า และแสดงสถานะและพารามิเตอร์การนำร่องต่างๆ เครื่องรับสัญญาณขนาดเล็กจะมี CDU รวมอยู่ในตัวเครื่อง เช่น ในงานยานอวกาศ หรือในเรือ อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต จะถูกรวมไว้ในแผงควบคุม รวมไปถึงอุปกรณ์อื่นๆ นอกจากนี้ งานบางอย่าง ที่ทำงานร่วมกับเซนเซอร์ อื่นๆ ต้องการ การอินเทอร์เฟซ เพื่อป้อนข้อมูลอินพุต และส่งข้อมูลเอาต์พุตออก

2.2.5 แหล่งจ่ายไฟ (Supply)

แหล่งจ่ายไฟ มีทั้งแบบอยู่ในตัวชุดเครื่องรับเอง หรือแบบภายนอก หรือทั้งสองแบบรวมกัน อัลคาไลน์ (Alkaline) แบตเตอรี่ หรือลิเทียมแบตเตอรี่ ถูกใช้สำหรับแหล่งจ่ายไฟภายใน ตัวอย่างเช่น ในเครื่อง GPS แบบมือถือ แหล่งจ่ายไฟภายนอกใช้ในกรณีที่เครื่องรับGPS ถูกใช้ร่วมกับงานอื่นๆ อย่างเช่น เครื่องแบบที่เป็นการ์ดที่ติดตั้งอยู่ในตัวคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล หรือที่ติดตั้งอยู่ในเรือ, เครื่องบิน นอกจากนี้ยังมีการใช้แบตเตอรี่ภายในเพื่อรักษาข้อมูลที่เก็บไว้ใน RAM

2.3 การให้บริการของระบบ GPS (GPS Services)

การให้บริการในระบบ GPS มีอยู่ 2 ระดับ คือ บริการการบอกตำแหน่งแบบสมบูรณ หรือ PPS (Precise Positioning Service (PPS)) และบริการการบอกตำแหน่งแบบมาตรฐาน หรือ SPS (Standard Positioning Service (SPS))

2.3.1 การบอกตำแหน่งแบบสมบูรณ (Precise Positioning Service (PPS))

การให้บริการบอกตำแหน่งแบบสมบูรณ (PPS) เป็นบริการที่บอกพิกัดตำแหน่ง, ความเร็ว และเวลาที่ถูกต้อง เฉพาะผู้ใช้งานที่ได้รับอนุญาตเท่านั้น PPS จะเน้นไปในทางทหาร การได้รับอนุญาตให้ใช้ PPS นั้นจะพิจารณาจาก U.S. Department Of Defense (DOD) ผู้ใช้งานที่ได้รับอนุญาตให้ใช้ PPS ประกอบด้วย U.S. Military user, NATO military user และกองทัพอื่นๆ หรือพลเรือน เช่น Australian Defense Forces , U.S. Defense Mapping Agency PPS จะให้ค่าความคลาดเคลื่อนประมาณ 16 m (16 meters Spherical Error Probable (SEP) (3-D,50%) position accuracy) และ ความผิดพลาดทางด้านเวลาไม่เกิน 100 ns (100 ns (one sigma) Universal Coordinated time (UTC) time transfer accuracy) แก่ผู้ใช้งานที่ได้รับอนุญาตและจำให้ค่าประมาณ 37 เมตร (3-D,95%) และ 97 ns(95%) ภายใต้เงื่อนไขการทำงาน โดยปกติของระบบเครื่องบอกพิกัดตำแหน่งแบบ PPS สามารถให้ความถูกต้องของความเร็ว มีค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 0.2 m/s (0.2 m/s 3-D velocity accuracy) แต่ก็ขึ้นอยู่กับความสามารถและการออกแบบเครื่องรับสัญญาณ

การแอคเซส (Access) ข้อมูล PPS จะใช้เทคนิคคริปโตกราฟฟิก (cryptographic) 2 อย่าง คือ SA (Selection Availability (SA)) และ เอเอส (Anit-Spofing (S-A)) เทคนิค SA จะใช้ในการลดความถูกต้องของค่า PVT โดยจะใส่ค่าความผิดพลาดสุโตเรนคอม (Pseudorandom) ให้กับสัญญาณดาวเทียม เอเอส จะมีผลบนดาวเทียมทุกดวงเพื่อป้องกันไม่ให้ผู้ไม่ได้รับอนุญาต นำสัญญาณไปใช้วิเคราะห์ได้อย่างถูกต้องสมบูรณ ซึ่งเทคนิคนี้จะเอนคริป (Encrypt) สัญญาณรหัส P ให้เป็นสัญญาณในรหัส Y

Encryption keys และเทคนิคอื่นๆจะถูกใช้เฉพาะกับผู้ใช้ที่ได้รับอนุญาต ทำให้ SA และ AS ไม่เป็นผล เครื่องรับจะได้ประสิทธิภาพสูงสุดเนื่องจากระบบ GPS จะให้ได้ผลดีที่สุดถ้าใช้รหัส P(Y) บนทั้ง L1 และ L2 ในการคำนวณ

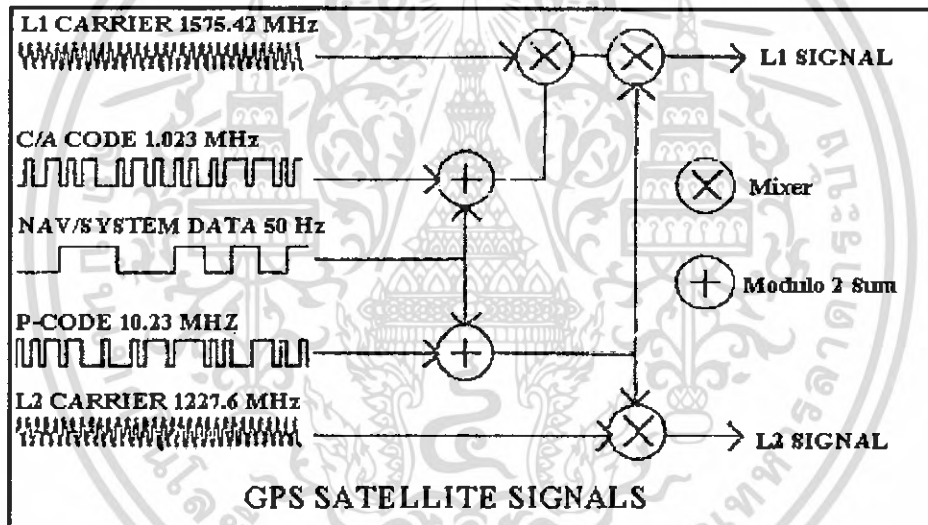
2.3.2 มาตรฐานของการบอกตำแหน่ง (Standard Positioning Service (SPS))

ระบบ GPS เป็นระบบที่ผู้ใช้บริการสามารถใช้สัญญาณ L1 ได้เพียงอย่างเดียวในการหาพิกัด GPS เป็นบริการที่ให้ความถูกต้องน้อยกว่า แต่จะใช้งานได้กับผู้ใช้ทั้งหมดในช่วงเวลาที่ไม่มีสงคราม ระดับ SA จะถูกควบคุมเพื่อให้ค่าความถูกต้องในแนว 100 เมตร (100m, 95%) และ 337 ns (337 ns, 95%) แต่ในช่วงเวลาสงครามอาจมีการลดค่าความถูกต้องลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาดูเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 สัญญาณ GPS จากดาวเทียม (GPS Satellite Signal)

ดาวเทียมจะส่งสัญญาณคลื่นไมโครเวฟสองความถี่ออกมา โดยความถี่ทั้งสองนี้จะทำหน้าที่จะเป็นคลื่นพาหะ คือสัญญาณความถี่พาหะ L1 (1575.42 MHz) และ L2 (1227.60 MHz) ความถี่พาหะจะถูกมอดูเลตโดยเซปราคสเปกตรัมรหัส ประกอบด้วยขบวนของรหัส (Pseudorandom Noise) ที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวของดาวเทียมแต่ละดวง ข้อมูลข่าวสารการนำร่อง ดาวเทียมทุกดวงส่งคลื่นความถี่พาหะที่เหมือนกัน (L1, L2 Carrier Signal) แต่สัญญาณไม่รบกวนกันเป็นเพราะรหัส PRN ที่มอดูเลตเข้าไป ดังนั้นสัญญาณจากดาวเทียมดวงใดๆ สามารถแยกดูได้โดยใช้เทคนิคย้อนกลับ เรียกเทคนิคนี้ว่า Code Division Multiple Access (CDMA) โดยการที่เครื่องรับจะจำลองรหัส PRN ของดาวเทียมดวงที่ต้องการเพื่อทำการมอดูเลตค่าสัญญาณ



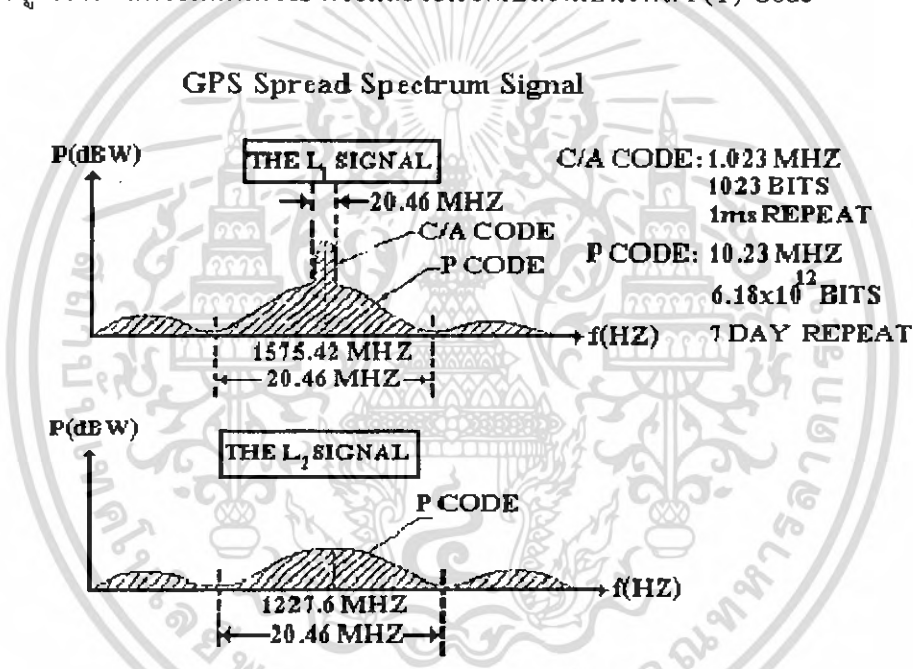
รูปที่ 2.7 แสดงสัญญาณของ GPS จากดาวเทียม

สัญญาณพาหะ L1 จะถูกมอดูเลตโดยรหัส PRN 2 อันและมอดูเลตกับรหัสข้อมูลข่าวสารแบบ Binary Phase Shift Key (BPSK) โดยข้อมูลจะอยู่ในรูปกระจายแถบความถี่ (Spread - Spectrum) สัญญาณพาหะ L2 จะถูกมอดูเลตโดยรหัส PRN 1 อัน และข้อมูลข่าวสาร โดยรหัสที่ถูกมอดูเลตกับคลื่นพาหะมีอยู่ 3 ชนิด คือ

2.4.1 Coarse/Acquisition Code (C/A) เป็นข้อมูลรหัส PRN มีลักษณะเป็นไบนารี (Binary Code) มีความถี่ 1.023 MHz ขนาดความยาว 1024 บิต มีคาบเวลา 1ms รหัส C/A จะถูก Exclusive-OR กับข้อมูลข่าวสารการนำร่องก่อนที่จะส่งออกจากดาวเทียมโดยมอดูเลชัน (Modulation) กับพาหะ L1 เพียงอย่างเดียวทำให้ผู้ใช้บริการระบบ SPS ไม่สามารถคำนวณความเอกสารถ้าเข้าของสัญญาณอันเนื่องมาจากบรรยากาศชั้น Ionosphere อนุได้้อย่างละเอียดเพราะต้องใช้ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เทคนีสัญญาณ L2 รหัส C/A จะถูกเข้ารหัสด้วยเทคนิค SA เพื่อให้เกิดความผิดพลาดเกิดขึ้นเล็กน้อย สาเหตุเนื่องมาจากปัญหาทางความมั่นคง

2.4.2 P-Code เป็นข้อมูลรหัส PRN แบบไบนารีมีความถี่ 1.023 MHz ขนาดยาว 7 วัน โดยจะเริ่มใหม่ทุกๆเที่ยงคืนวันเสาร์-อาทิตย์ รหัส P-Code จะเหมือนกับรหัส C/A คือ Exclusive-OR กับข้อมูลข่าวสารการนำร่องแต่จะถูกมอดูเลตกับทั้งคลื่นพาหะ L1 และ L2 ทำให้ผู้ใช้บริการแบบ PSP สามารถใช้คลื่นทั้งสองคำนวณความล่าช้าอันเนื่องมาจากบรรยากาศได้อย่างละเอียด รหัส P-Code จะถูกเข้ารหัสเช่นเดียวกับรหัส C/A แต่รหัส P-Code จะถูกเข้ารหัสเช่นเดียวกับรหัส C/A แต่ P-Code จะถูกเข้ารหัสด้วยเทคนิค AS ด้วยและจะเรียกเปลี่ยนเป็นรหัส P(Y)-Code



รูปที่ 2.8 แสดง Spectrum ของสัญญาณจากดาวเทียม

2.4.3 ข่าวสารการนำร่อง (Navigation Message)

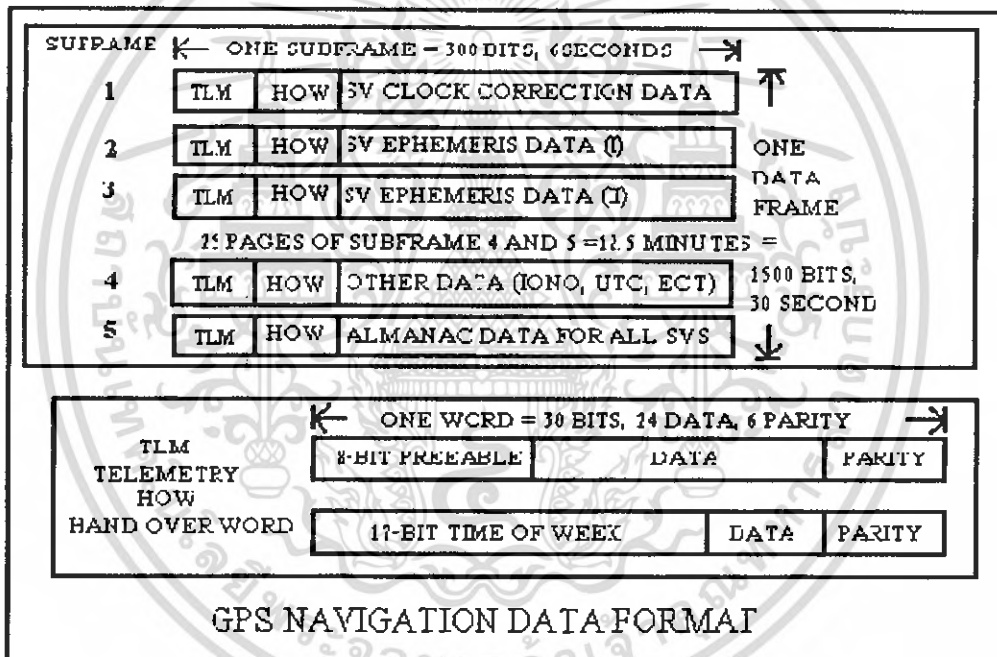
ข่าวสารการนำร่องมีความถี่ 50 Hz จะรวมอยู่ที่ทั้งในรหัส P(Y) และ C/A ด้วยวิธี Exclusive-OR ข่าวสารการนำร่องจะมีข้อมูลเอกลักษณ์ของดาวเทียมที่ส่งสัญญาณ และข้อมูลทั่วไปของดาวเทียมดังนี้

- เวลาขณะที่ส่งข้อมูลออกจากดาวเทียม (time of transmission of the message)
- Hand-Over Word(HOX) for the transition form C/A-Code to P(Y)-Code tracking
- ข้อมูลการแก้ไขสัญญาณนาฬิกา (Clock Correction)
- ข้อมูลอีพีมอริส

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ข้อมูลแสดงสถานะของดาวเทียมส่งสัญญาณ (Health data for the Transmitting satellite)
- ข้อมูลอัลมาเนค (Almanac and Health data for all satellite)
- ค่าโคเอฟฟิเชียนต์สำหรับจำลองชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ (Coefficients for the Ionosphere delay mode)
- ค่าโคเอฟฟิเชียนต์เพื่อคำนวณเวลา UTX (Coefficients to calculate UTC)

ข่าวสารการนำร่องจะประกอบด้วย 25 เฟรมข้อมูล แต่ละเฟรมมี 1500 บิต โดยแต่ละเฟรมจะถูกแบ่งเป็น 5 เฟรมย่อย เฟรมย่อยละ 50 บิต ข้อมูลในเฟรมย่อยที่ 1-3 ในแต่ละเฟรมจะเหมือนกัน ใช้เวลาในการรับข้อมูลทั้งหมดของเฟรมย่อย 6 วินาที



รูปที่ 2.9 แสดงภาพข่าวสารการนำร่อง

เฟรมย่อยที่ 1 จะบรรจุข้อมูลการแก้ไขสัญญาณนาฬิกาสำหรับดาวเทียมที่ส่ง และมีพารามิเตอร์บ่งบอกถึงความแม่นยำและสภาพของสัญญาณ

เฟรมย่อยที่ 2,3 จะบรรจุพารามิเตอร์ (Ephemeris parameter) เพื่อที่ใช้ในการคำนวณหาตำแหน่งของดาวเทียม สำหรับคำนวณหาตำแหน่งเครื่องรับต่อไป

เฟรมย่อยที่ 4,5 จะเป็นข้อมูลที่เปลี่ยนแปลงตลอด 25 เฟรม โดยจะบรรจุข้อมูลแสดงสถานะของดาวเทียมข้อมูลอัลมาเนค และข้อมูล UTC และข้อมูลจำลองสถานะของบรรยากาศ

HOW จะมีข้อมูลที่บอกถึงเวลาของดาวเทียมและเวลาของรหัส P(Y) ที่มีคาบเวลายาวถึง 7 วัน เพื่อให้เครื่องรับสามารถใช้ในการถอดรหัส P(Y)

TLM จะมีข้อมูลเริ่มต้นที่ช่วยให้เครื่องรับสามารถใช้ในการ delete ข้อมูลเริ่มต้นในแต่ละเฟรมย่อย

2.5 เครื่องรับสัญญาณ GPS (GPS Receiver)

2.5.1 การเลือกดาวเทียม (Satellite Selection)

กระบวนการแทรค (Tracking) จะเริ่มขึ้นโดย เครื่องรับจะหาว่าดาวเทียมดวงไหนที่เป็นไปได้ ในการแทรค (Tracking) ถ้าเครื่องรับสามารถตัดสินใจมองเห็นดาวเทียมได้ทันที มันจะเลือกดาวเทียมเป้าหมายเพื่อจะทำการแทรค(Tracking) และเริ่มกระบวนการรับสัญญาณ การมองเห็นดาวเทียม (Satellite Visibility) จะตัดสินใจจากข้อมูลอัลมานาค (GPS Satellite almanac) และ ค่าการประมาณ หรือ User input เริ่มต้นของเวลาและตำแหน่งของเครื่องรับ ซึ่งถ้าเครื่องรับไม่มีค่าเหล่านี้เก็บไว้ มันจะเริ่มทำการสำรวจท้องฟ้า (Search the sky) ซึ่งจะค้นหา ซูโดเรนดอมนอยส์ ซึ่งก็คือรหัส C/A จนล็อก (Lock) ได้จากดาวเทียมหนึ่งที่อยู่ใต้วงโคจร เมื่อดาวเทียมถูกแทรคเรียบร้อยแล้ว เครื่องรับจะสามารถดีมอดูเลต ข้อมูลการนำร่องและ ได้รับค่าปัจจุบันของข้อมูลอัลมานาค เช่นเดียวกับสถานะสุขภาพ ของดาวเทียมที่เหลือทั้งหมดในกลุ่ม การเลือกดาวเทียมนั้น ขึ้นอยู่สถาปัตยกรรมของเครื่องรับ มันอาจจะเลือกกลุ่มที่ดีที่สุดใต้วงโคจรในดาวเทียมที่มองเห็น หรือ ใช้ดาวเทียมที่มีสุขภาพดีทั้งหมดเพื่อใช้พิจารณาหาตำแหน่ง ความเร็ว และเวลาผลจากการคำนวณมักจะมีความต้องการมากกว่าการใช้ดาวเทียม 4 ดวง ถึงแม้ว่ามันจะต้องการความซับซ้อนของการประมวลผล และเครื่องรับมากกว่า

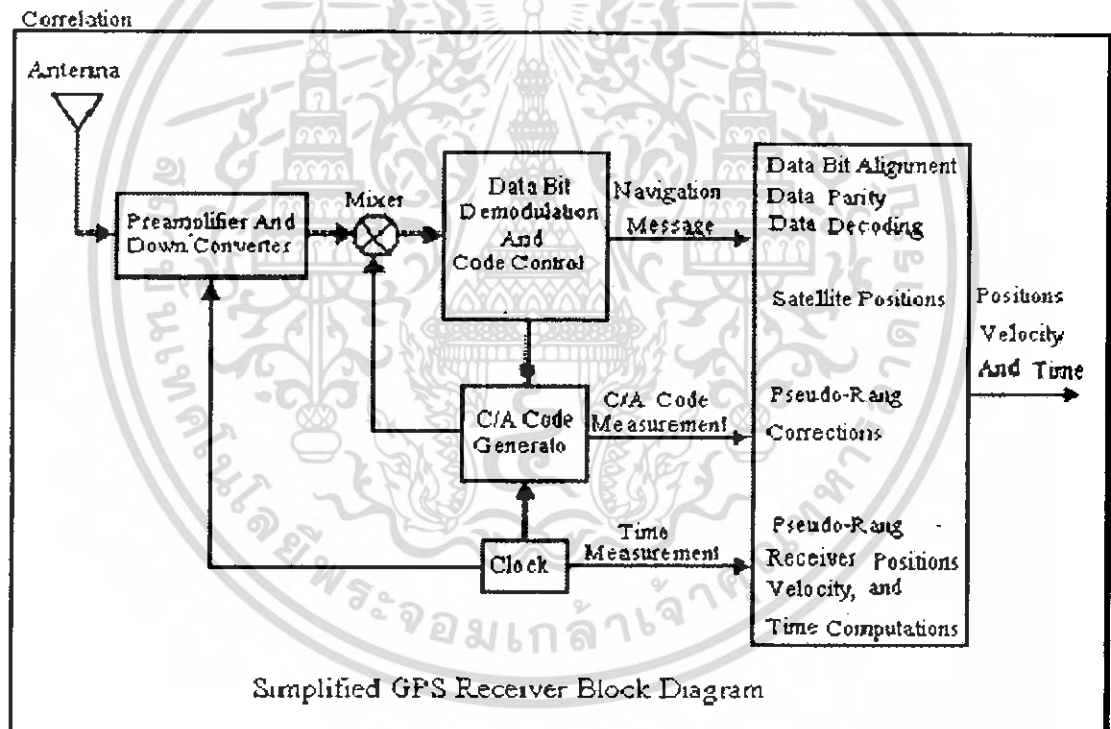
เครื่องรับสัญญาณส่วนใหญ่จะแทรค(Tracking) ดาวเทียมมากกว่า 4 ดวง แต่น้อยกว่าที่เห็น เนื่องจากการความซับซ้อน, ความถูกต้อง และความแข็งแกร่ง (Robustness) เครื่องรับที่ใช้วิธีเลือกกลุ่มที่ดีที่สุดก็ทำเช่นเดียวกัน โดยขึ้นอยู่กับเรขาคณิต, การประมาณความถูกต้อง

2.5.2 การรับสัญญาณดาวเทียม (Satellite Signal Acquisition)

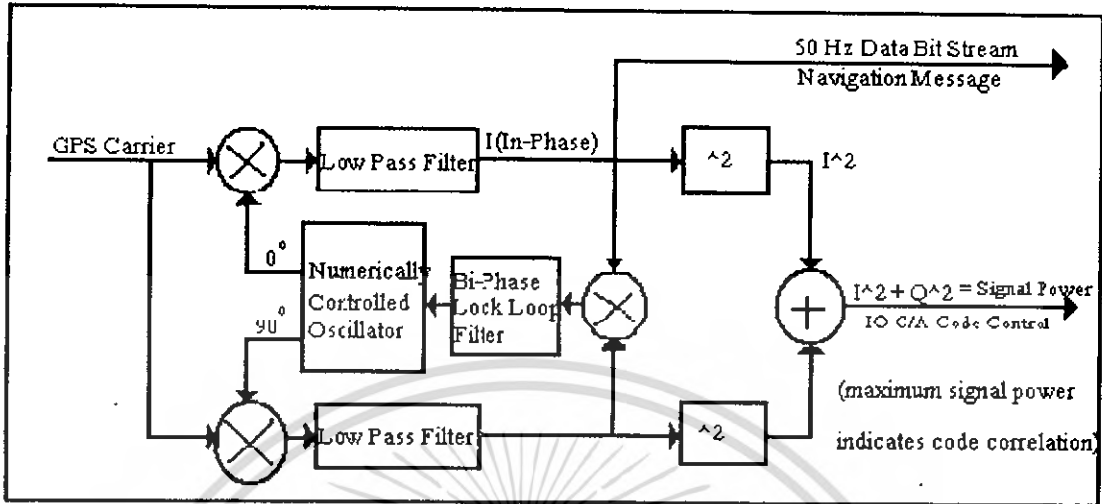
สัญญาณดาวเทียมที่ส่งออกมาเมื่อมาถึงเครื่องรับ สัญญาณที่ได้จะมีกำลังอ่อนและจะถูกบดบังโดย Noise เครื่องรับจึงจำเป็นต้องทำการจำลองสัญญาณที่ได้รับเข้ามา และนำมาเรียงให้ตรงกับสัญญาณดาวเทียม จากนั้นจึงทำการคอมเพรสกลับมาให้เป็นสัญญาณจริง เรียกวิธีนี้ว่า เทคนิค Code Correlation

2.5.3 การรับสัญญาณข้อมูล (Data Detection)

ข้อมูลที่เครื่องรับสัญญาณได้รับจากดาวเทียม เป็นข้อมูลที่มีการมอดูเลตกันของคลื่นพาหะ รหัส C/A รหัส P(Y) ของข้อมูลข่าวสาร ในการถอดคลื่นพาหะจะใช้ Low Pass Filter เพื่อแยกเอาคลื่นพาหะออก เครื่องรับจะใช้ตัวสังเคราะห์ความถี่ สร้างเฟสที่คงที่ และใช้เทคนิคเฟสล็อกลูป (Phase-locked-loop) ในการล็อกข้อมูล (เรียก Carrier Tracking Loop) ไว้เพื่อการ detect สัญญาณส่วนการถอดรหัส C/A นอกจากจะทำการสร้างสัญญาณ C/A จำลองขึ้นจากคุณลักษณะของดาวเทียมแต่ละดวงเพื่อกำหนดและล็อกข้อมูล รหัส C/A (เรียก Code Tracking Loop) จึงทำการแยกรหัส C/A ออกมา ส่วนรหัส P(Y) เนื่องจากมีความยาวคาบสัญญาณถึง 7 วัน จึงใช้วิธี Phase Lock Loop ไม่ได้ จึงใช้ข้อมูลที่อยู่ใน HOW ในการทราบเวลาที่แน่นอนในการทำงาน



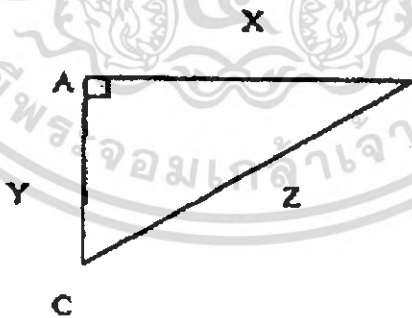
รูปที่ 2.10 แสดงภาพบล็อกไดอะแกรมของการรับสัญญาณข้อมูล



รูปที่ 2.11 แสดงการถอดรหัสข้อมูลข่าวสารการนำร่อง

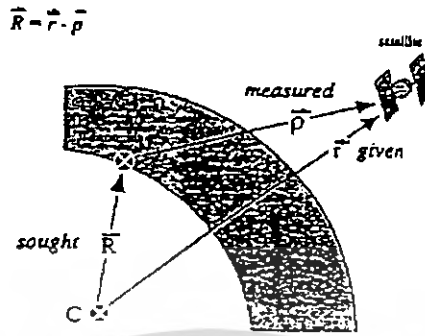
2.6 ระบบพิกัดอ้างอิงของ จีพีเอส

ในวิชาเรขาคณิตพื้นฐานที่เคยศึกษามาเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยม ทำให้ทราบว่าถ้ารู้เส้นรอบรูปสามเหลี่ยมและมุมภายในรูปสามเหลี่ยมจะสามารถหาเส้นที่สามได้อย่างถูกต้อง ตัวอย่างเช่น สมมุติว่ามีรูปสามเหลี่ยมทางเรขาคณิตอย่างง่ายดังรูปที่ 2.9 โดยอาศัยความรู้เบื้องต้นจะเขียนได้ว่า $y^2 = z^2 - x^2$ หรือกล่าวได้ง่าย ๆ ว่าถ้ารู้ความยาวของแซด และเอกซ์ และมุมต่าง ๆ แล้วจะหาความยาวของวายได้



รูปที่ 2.12 การหาความยาวของวายเมื่อทราบความยาวเอกซ์, แซด และค่ามุมต่าง ๆ

ทำนองเดียวกันจะอาศัยแนวคิดนี้ในการกำหนดพิกัดบนพื้นผิวโลกของระบบจีพีเอส ได้ดังรูปที่ 2.10

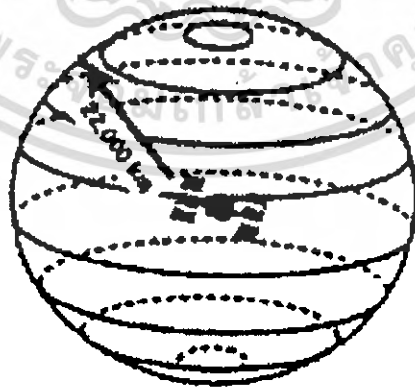


รูปที่ 2.13 การหาพิกัดในระบบจีพีเอส

จากรูปที่ 2.13 ถือว่าจุดซีเป็นศูนย์กลางของโลก สายอากาศอยู่ที่พื้นผิวโลก ดาวเทียมลอยอยู่เหนือพื้นผิวโลก เครื่องรับที่ต่ออยู่กับสายอากาศสามารถวัดได้ว่า ดาวเทียมอยู่ห่างจากสายอากาศเท่าใด (P) และดาวเทียมส่งข้อมูลมาบอกเครื่องรับว่าตัวมันห่างจากจุดซีเท่าใด (r) ตัวเครื่องรับก็จะหาได้ว่าตำแหน่งของสายอากาศอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางของโลกเท่าใด โดยอาศัย สมการทางคณิตศาสตร์เข้าช่วย คือ

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

ประเด็นต่อมาคือเครื่องรับมีหลักการ ในการวัดระยะห่างระหว่างตัวมันกับดาวเทียมอย่างไร ในช่วงแรกขอสมมุติว่า ดาวเทียมดวงแรก โคจรอยู่เหนือพื้นโลก 22,000 กิโลเมตร ดังรูปที่ 2.11

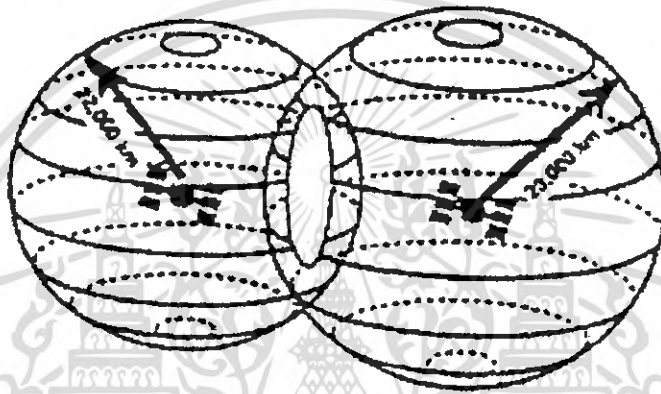


รูปที่ 2.14 ทรงกลมจำลองที่สร้างล้อมรอบดาวเทียมมีรัศมี 22,000 กิโลเมตร

72045

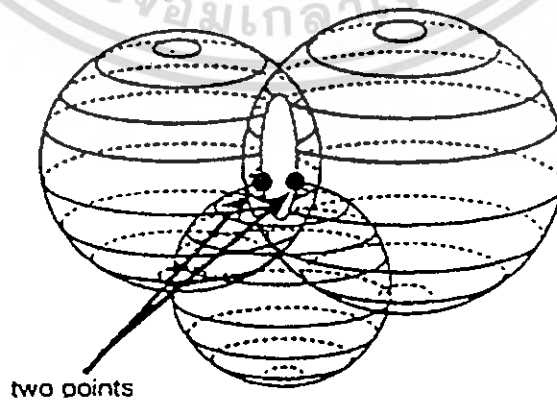
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.14 จะเห็นว่าเครื่องรับที่อยู่บนพื้นผิวโลกอาจจะอยู่บริเวณใดก็ได้บนพื้นผิวทรงกลมที่สร้างขึ้นมาล้อมรอบดาวเทียมเพราะเราไม่รู้ว่าที่จุดใดของทรงกลมแต่ละอยู่กับพื้นโลก รู้แต่เพียงว่าจะมีอยู่จุดหนึ่งเท่านั้นที่สัมพันธ์กับพื้นผิวโลก ถ้ามีดาวเทียมอีกดวงหนึ่ง โคจรอยู่เหนือพื้นดิน 23,000 กิโลเมตรดังรูปที่ 2.15 เราก็จะสร้างทรงกลมได้อีกลูกหนึ่งถ้าทรงกลมทั้งสองมีการตัดกันผลที่ได้จะเป็นวงกลมเล็ก ๆ เกิดขึ้นเครื่องรับน่าจะอยู่ที่ใดที่หนึ่งในวงกลมนี้ ซึ่งยังคงเป็นพื้นที่ที่กว้างเกินไป



รูปที่ 2.15 การตัดกันของทรงกลมสองทรงกลม

ถ้ามีดาวเทียมอีกดวงเป็นดวงที่สามโคจรอยู่เหนือพื้นโลก 24,000 กิโลเมตรก็สามารถสร้างทรงกลมได้อีกลูกหนึ่ง ถ้าทรงกลมทั้งสามมีการตัดกันผลที่ได้จะเป็นจุดสองจุดที่ขอบของวงกลมเล็ก ๆ เครื่องรับน่าจะอยู่จุดใดจุดหนึ่งในสองจุดนี้ แสดงในรูปที่ 2.16 แต่จะมีจุดเดียวเท่านั้นที่เป็นไปได้ในทางทฤษฎี (ซึ่งสามารถคำนวณได้โดยอาศัยคณิตศาสตร์เข้าช่วย)

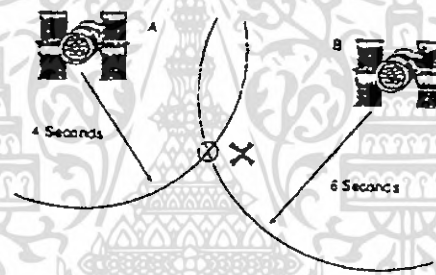


รูปที่ 2.16 การตัดกันของทรงกลมสามทรงกลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

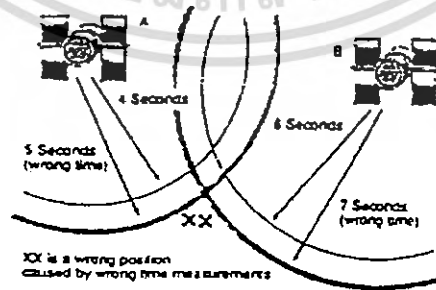
ประเด็นถัดมาลองมาคิดว่าตัวเครื่องรับสัญญาณจะรู้ว่าดาวเทียมอยู่ห่างจากสายอากาศของเครื่องรับเป็นระยะทางเท่าใดอย่างไร โดยหลักการแล้วถือว่าคลื่นเดินทางจากดาวเทียมมายังเครื่องรับด้วยความเร็วเท่ากับความเร็วแสง ดังนั้นถ้าสมมุติว่าดาวเทียมส่งข้อมูล เอบีซี ออกมาจากดาวเทียมเมื่อเวลา 8.00 นาฬิกาแล้วเครื่องรับรับข้อมูล เอบีซี ได้เวลา 8.01 นาฬิกาแสดงว่าข้อมูลใช้เวลาเดินทางจากดาวเทียมมายังสายอากาศใช้เวลา 1 นาที เมื่อนำค่านี้ออกด้วยความเร็วของแสงก็จะทำให้ได้ระยะทางออกมาเช่นเดียวกัน

ดังนั้นแทนที่เราจะบอกเป็นระยะทางว่าดาวเทียมโคจรอยู่สูงจากพื้นผิวโลกกี่กิโลเมตร เราอาจบอกเป็นเวลาที่ก็ได้ เช่นดาวเทียมสองดวงอยู่ห่างจากสายอากาศ 4 และ 6 วินาที เพื่อให้ง่ายขึ้นจะมองทรงกลมที่สมมุติขึ้นมาล้อมรอบดาวเทียมแค่สองมิติเป็นวงกลมล้อมรอบดาวเทียม เอ และ บี และสมมุติว่าเกิดจุดตัดกันออกมาที่จุด เอกซ์ ดังรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 จุดตัดกันของดาวเทียม เอ และ บี

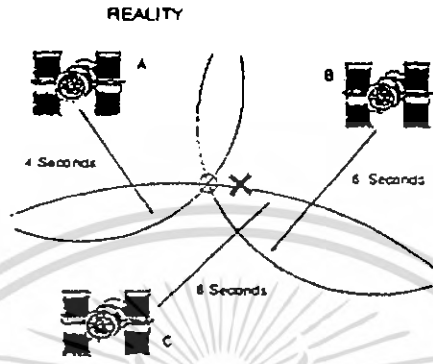
แต่ถ้าเวลาที่วัดได้เกิดการผิดพลาดไปจากที่ควรจะเป็นจะด้วยสาเหตุใดก็ตาม เช่นดาวเทียม เอ จาก 4 วินาทีเป็น 5 วินาที และดาวเทียม บี จาก 6 วินาทีเป็น 7 วินาที ผลที่เกิดขึ้นก็คือแทนที่จะเกิดจุดตัดขึ้นที่จุดเอกซ์ กลับเกิดที่จุดเอกซ์เอกซ์ ดังรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 จุดตัดกันของดาวเทียม เอ และ บี ในกรณีที่เวลาผิดพลาดไป

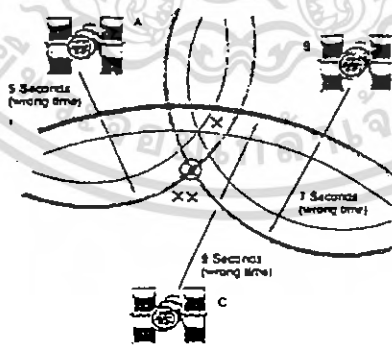
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แม้ว่าจะใช้ดาวเทียมดวงที่สาม (ดาวเทียม ซี) เข้าช่วยเพื่อหาตำแหน่งที่แน่นอนดังกล่าวมาแล้วในตอนต้น ถ้าเวลาผิดพลาดไปก็就会产生จุดตัดที่ผิดพลาดขึ้นมาเช่นกัน ดังรูปที่ 2.19



รูปที่ 2.19 จุดตัดกันของดาวเทียม เอ, บี, ซี ในกรณีที่เวลาผิดพลาดไป

จากรูปที่ 2.19 จะเห็นว่าจุดที่ถูกต้องตามที่ต้องการในครั้งแรกก็คือจุดเอกซ์ ซึ่งจะเป็นจุดตัดจุดเดียวเท่านั้น ไมโครโปรเซสเซอร์ในเครื่องรับจะเริ่มทำการปรับค่าความผิดพลาดของเวลาของดาวเทียมแต่ละดวง การทำเช่นนี้จำเป็นต้องอาศัยดาวเทียมอีกดวงหนึ่งเข้าช่วยเพื่อทำการปรับตั้งเวลาในเครื่องรับให้แม่นยำขึ้น จากนั้นจึงทำการขยับเวลาที่ทำการวัดได้จากดาวเทียมแต่ละดวงเพื่อทำการลดค่าผิดพลาดให้น้อยลงเมื่อทำการปรับได้อย่างถูกต้องแล้วก็จะทำให้ได้จุดตัดออกมาอย่างถูกต้อง ดังรูปที่ 2.20



รูปที่ 2.20 จุดตัดกันอย่างถูกต้องของดาวเทียม เอ, บี, ซี

จากที่ได้อธิบายมาข้างต้นจะเห็นว่าความแม่นยำของเวลาเป็นหัวใจของระบบที่เดียว ดังนั้นบนดาวเทียมจีพีเอสจึงมีนาฬิกาอะตอมที่มีความแม่นยำสูงบรรจุอยู่ถึง 4 เครื่อง นาฬิกาเหล่านี้จะถูกปรับตั้งให้มีความแม่นยำตลอดเวลาโดยสถานีควบคุมภาคพื้นดิน จากแนวความคิดที่กล่าวมานี้ถ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องรับ รับสัญญาณอยู่บนพื้นโลกจะทำให้เครื่องรับทราบว่าตัวมันห่างจากดาวเทียมเท่าใด เหมือนกับได้ระยะทางด้านหนึ่งของสามเหลี่ยมแล้ว คือด้านพีด้านที่สองของสามเหลี่ยมคืออาร์ เครื่องรับจะทราบได้โดยดาวเทียมจะส่งข้อมูลมาบอกว่ามันอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางของโลกเท่าใด ดังนั้นเครื่องรับจะคำนวณได้ว่าตัวมันอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางของโลกเท่าใด

เนื่องจากพิกัดที่ได้จากเครื่องจีพีเอสมักจะอยู่ในรูปของ ละติจูด, ลองจิจูด หรือค่าตัวแปร เอกซ์ วาย แซด การกำหนดค่าตำแหน่งจะทำให้เกิดความผิดพลาดขึ้นอย่างมาก

จีโอเดติกคาคัม คือ การกำหนดระบบอ้างอิงที่ใช้อธิบายขนาดและรูปร่างของโลก ว่าควรมี ลักษณะอย่างไรในสมัยโบราณถือว่าโลกแบน ดังนั้นระนาบอ้างอิงจึงเป็นแผนระนาบต่อมาพบว่า โลกเป็นทรงกลม ระบบอ้างอิงจึงถูกเปลี่ยนเป็นทรงกลมตามไปด้วยจนภายหลังพบว่ารูปร่างของโลกที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุดเป็นรูปไข่ และใช้มาจนถึงปัจจุบันนี้ เมื่อผนวกเข้ากับ ระบบการกำหนดพิกัดอ้างอิงก็จะทำให้สามารถกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลกได้อย่างแม่นยำ

2.7 การคำนวณหาระยะพิกัดของเครื่องรับสัญญาณ

การคำนวณหาพิกัดจากดาวเทียมมายังเครื่องรับ จะสมมติว่าสัญญาณนาฬิกาของดาวเทียม และของเครื่องรับนั้น ซึ่งโครนอสกับเวลาของระบบการหาค่าตำแหน่งของดาวเทียมจะใช้ระบบ ECEF ในการหาข้อมูลโดยเรียกข้อมูลตำแหน่งของดาวเทียมนี้ว่าข้อมูลอีพีเมอริส ข้อมูลที่ได้จะเป็น ข้อมูลเวกเตอร์ตำแหน่งดาวเทียมต่อเวลา ผู้ใช้จะ ใช้ข้อมูลจากดาวเทียมในการกำหนดพิกัดของ ดาวเทียม เพื่อหาจุดตัดดาวเทียม 3 ดวง พิกัดเครื่องส่งสัญญาณ (พิกัดดาวเทียม) (X_i, Y_i, Z_i) รวมถึง เวลาที่ใช้ในการเดินทางของสัญญาณ $(\Delta t_1, \Delta t_2, \Delta t_3)$ ดังนั้นจะได้สมการขึ้นมา 3 สมการและมีตัวแปรที่ต้องการ 3 ตัว คือ พิกัดของผู้ใช้ (u_x, u_y, u_z) จะสามารถหาได้จากการแก้สมการทั้งสาม สมการ

$$\begin{aligned} \sqrt{(x_1 - u_x)^2 + (y_1 - u_y)^2 + (z_1 - u_z)^2} &= R_1 = c(\Delta t_1 + \Delta T) \\ \sqrt{(x_2 - u_x)^2 + (y_2 - u_y)^2 + (z_2 - u_z)^2} &= R_2 = c(\Delta t_1 + \Delta T) \\ \sqrt{(x_3 - u_x)^2 + (y_3 - u_y)^2 + (z_3 - u_z)^2} &= R_3 = c(\Delta t_1 + \Delta T) \end{aligned} \quad ; \text{สมการที่ 2.1}$$

R คือระยะทางที่วัดได้ และ c คือค่าความเร็วสัญญาณมีค่าเท่ากับความเร็วแสง

เนื่องจากสัญญาณเวลาของเครื่องรับสัญญาณทั่วไปไม่เชิงโครนอสกับระบบ ดังนั้นระหว่าง เครื่องรับและดาวเทียมจึงมีการอ้างอิงเวลาที่ต่างกัน เวลาที่วัดได้จากเครื่องรับจึงประกอบด้วยสอง ส่วนคือ เวลาที่ใช้ในการส่งสัญญาณโดยเทียบจากระบบเวลาดาวเทียม เนื่องจากดาวเทียมมีการ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปรับเวลาให้ซิงโครนัสกับระบบเสมอ Δt_1 , เวลาที่เปลี่ยนไปของเครื่องรับ ΔT ดังนั้นระยะทางที่วัดได้เป็น $R = c(\Delta t_1 + \Delta T)$

ระยะทางที่วัดได้นี้เรียกว่า ระยะเทียม (Pseudo rang) และเปลี่ยนใช้สัญลักษณ์ ρ แทนระยะจริง ความแตกต่างระยะจริงกับระยะซูดเรนจ์ คือ ความคลาดเคลื่อนจากระยะทางที่เกิดขึ้นจากความไม่ตรงกันของนาฬิกาเครื่องส่งและเครื่องรับ แต่ยังคงกำหนดให้นาฬิกาของเครื่องส่งจากดาวเทียมซิงโครนัส หมดเวลาที่ไม่ว่ากันนี้เรียกว่า ไบแอส (Bias) ค่านี้เป็นพารามิเตอร์ไม่ทราบค่าที่เพิ่มเข้ามาจึงทำให้ต้องการรับค่าสัญญาณเพิ่มจากดาวเทียมอีกทีหนึ่ง เพื่อสร้างสมการเพิ่มขึ้นในการแก้พารามิเตอร์เวลาไบแอส

$$\begin{aligned}\sqrt{(x_1 - u_x)^2 + (y_1 - u_y)^2 + (z_1 - u_z)^2} &= R_1 = c(\Delta t_1 + \Delta T) \\ \sqrt{(x_2 - u_x)^2 + (y_2 - u_y)^2 + (z_2 - u_z)^2} &= R_2 = c(\Delta t_1 + \Delta T) \\ \sqrt{(x_3 - u_x)^2 + (y_3 - u_y)^2 + (z_3 - u_z)^2} &= R_3 = c(\Delta t_1 + \Delta T) \\ \sqrt{(x_4 - u_x)^2 + (y_4 - u_y)^2 + (z_4 - u_z)^2} &= R_4 = c(\Delta t_1 + \Delta T)\end{aligned}$$

; สมการที่ 2.2

ค่าที่หาได้นั้นจะต้องแปลงเพื่อให้อยู่ในรูปข้อมูล ละติจูด, ลองจิจูด และความสูงเพื่อนำค่าที่ได้มาใช้งานต่อ เนื่องจากเป็นระบบที่เป็นสากลกว่า การแปลงอาศัยสูตร

$$\begin{aligned}\Phi &= \text{atan}\left(\frac{Z + e'^2 b \sin^3 \theta}{p - e'^2 a \cos^3 \theta}\right) \\ \lambda &= \text{atan2}(Y, X) \\ h &= \frac{p}{\cos(\Phi)} - N(\Phi)\end{aligned}$$

; สมการที่ 2.3

โดยที่ Φ, λ, h คือค่า ละติจูด, ลองจิจูด และความสูงตามลำดับ

ค่า X, Y, Z คือค่าของ u_x, u_y, u_z ตามลำดับโดยใช้ระบบ ECEF

$$\begin{aligned}N(\Phi) &= \frac{a}{\sqrt{1 - e'^2 \sin^2 \Phi}}, p = \sqrt{x^2 + y^2} \\ \theta &= \text{atan}\frac{Za}{pb}, e'^2 = \frac{a^2 - b^2}{b^2}\end{aligned}$$

; สมการที่ 2.4

โดยที่ a คือค่า semi-major earth axi

b คือค่า semi-miner earth axis

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 ความคลาดเคลื่อนในระบบ GPS

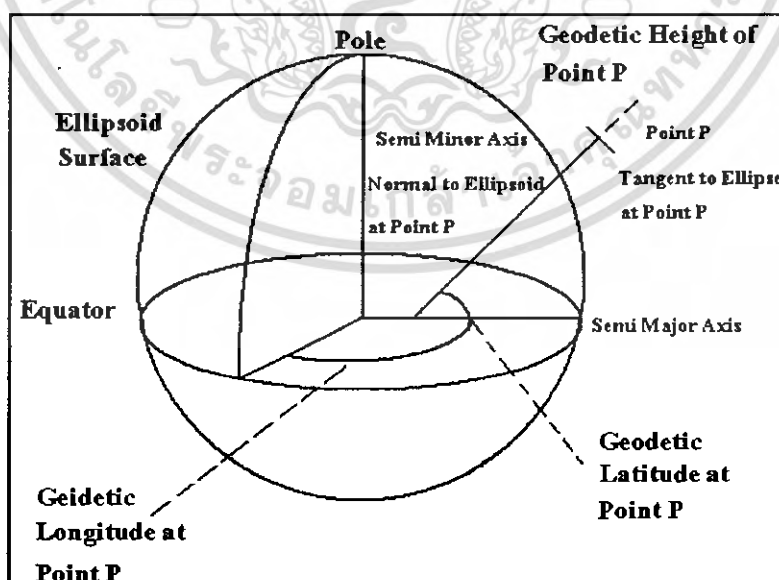
แม้ว่าระบบ GPS จะถูกพัฒนาให้มีความถูกต้องในระบบการนำร่องทั่วโลกก็ตาม แต่ระบบ GPS ยังคงมีค่าความคลาดเคลื่อนพอสมควร โดยความคลาดเคลื่อนมีสาเหตุมาจาก

2.8.1 Ephemeris Data Error

เป็นค่าความคลาดเคลื่อนเนื่องมาจากพิกัดของดาวเทียม GPS เกิดจากการเคลื่อนไปของวงโคจรดาวเทียม เมื่อข้อมูล GPS ไม่ได้ส่งพิกัดที่ถูกต้องของดาวเทียมจะมีผลความคลาดเคลื่อนไปถึงการคำนวณพิกัดของเครื่องรับสัญญาณ ค่าความคลาดเคลื่อนถูกแก้ไขโดยข้อมูลจากสถานีควบคุมหลัก ดังนั้นถ้าไม่มีการแก้ไขจากสถานีควบคุม ข้อมูลมีการคลาดเคลื่อนเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ แต่จากรายงานปี ค.ศ. 1984 แสดงว่าการทำงานไม่เกิน 24 ชั่วโมง ค่าความคลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจากค่าอีพิเมอร์ซิสมีค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 2.1 เมตร

2.8.2 Satellite Clock Error

เครื่องรับสัญญาณ GPS ที่ดาวเทียมและเครื่องรับสัญญาณจำเป็นต้องมีนาฬิกาอะตอมมิก (Cesium and Rubidium Oscillators) ซึ่งมีความแม่นยำสูงและจะต้องซิงโครไนส์กับนาฬิกาของระบบ แต่ในความเป็นจริงสัญญาณของดาวเทียมจะถูกแก้ไข โดยสถานีควบคุมหลักในซิงโครไนส์กับระบบโดยตลอด แต่นาฬิกาของเครื่องรับนั้นยากที่จะทำการแก้ไข จึงต้องมีการชดเชยการคำนวณโดยใช้สัญญาณจากดาวเทียมเพิ่มในการคำนวณด้านเวลา



รูปที่ 2.21 แสดงการกำหนดพิกัดแบบละติจูด, ลองจิจูด และความสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.3 Security Signal

ความคลาดเคลื่อนสาเหตุเกิดจากการที่ทางสหรัฐอเมริกาได้ใส่รหัสข้อมูล SA ลงในสัญญาณดาวเทียมทุกดวง ค่าความคลาดเคลื่อนจาก SA นั้นจะมีค่าความคลาดเคลื่อนทางเวลาประมาณเวลา 10 นาทีทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนทางระยะทางเฉลี่ยประมาณ 20 เมตร ผู้ใช้ทั่วไปที่ใช้ระบบเอสพีเอส (SPS) จะมีสัญญาณ SA รวมอยู่ด้วยทำให้เกิดความคลาดเคลื่อน แต่ผู้ใช้ที่ได้รับอนุญาตให้ใช้ระบบ PPS จะไม่มีความคลาดเคลื่อนจากรหัส SA

2.8.4 Ionosphere Error

เป็นค่าความคลาดเคลื่อนที่รอมมาจากสาเหตุของ SA ทำให้เกิดความล่าช้าในการเดินทางของสัญญาณดาวเทียม เกิดเนื่องจากอิเล็กตรอนอิสระในชั้นบรรยากาศ Ionosphere สัญญาณจากดาวเทียมเมื่อเดินทางผ่านชั้นบรรยากาศ จะไม่สามารถเดินทางได้เท่ากับความเร็วแสง การเปลี่ยนแปลงสัญญาณจะมีความล่าช้าเป็นสัดส่วนโดยตรงกับจำนวนอิเล็กตรอนอิสระที่อยู่ในชั้นนี้ และแปรผกผันตรงกับ $1/f$ ผู้ใช้ทั้งหมดจะมีค่าความคลาดเคลื่อนในความล่าช้าในชั้น Ionosphere

2.8.5 Troposphere Errors

เป็นสิ่งที่ทำให้ความเร็วแสงคลาดเคลื่อนไป โดยที่ความแปรปรวนของอุณหภูมิของความดันและความชื้น ทั้งหมดนี้ทำให้ความเร็วแสงของสัญญาณแปรปรวนไปทั้งรหัส สำหรับผู้ใช้ทั่วไปค่าความคลาดเคลื่อนจะอยู่ประมาณ 1 เมตร

2.8.6 Multipath Error

ค่าความคลาดเคลื่อนนี้มีสาเหตุมาจากการส่งสัญญาณของดาวเทียม GPS ไปกระทบผิวสะท้อนก่อนที่จะไปถึงผู้รับ เช่น สะท้อนผิวของตึกหรือผิวของน้ำ โดยผลกระทบนี้มีแนวโน้มที่มากขึ้นในที่เครื่องรับอยู่นิ่งๆ ใกล้กับผิวสะท้อนที่ใหญ่มากๆ ความคลาดเคลื่อนที่พบมากที่สุดประมาณ 15 เมตร การแก้ไขความคลาดเคลื่อนคือ การต่อสายอากาศ (Antenna) ให้กับเครื่องรับสัญญาณ

2.8.7 Receiver Error

ค่าความคลาดเคลื่อนของการวัดระยะของเครื่องรับสัญญาณอันเนื่องมาจากความร้อนภายในของเครื่องรับสัญญาณ, ประสิทธิภาพ software ของเครื่องรับและจำนวนช่องรับสัญญาณ แต่เนื่องจากปัจจุบันเทคโนโลยีได้รับการพัฒนาจนความคลาดเคลื่อนลักษณะนี้มีค่าน้อยมาก

2.8.8 ความคลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจากการจับกลุ่มของดาวเทียมที่ใช้นำร่อง (Geometric Dilution of Precision)

ความผิดพลาดนี้เกิดจากการหาระยะทางซูโรเรนจ์ของเครื่องรับ การเลือกกลุ่มดาวเทียมจะเป็นองค์ประกอบหลัก มีการใช้ค่าหนึ่งเป็นตัวแสดงถึงคุณภาพของผลลัพธ์ที่คาดว่าจะได้รับจากเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกำหนดตำแหน่งของเครื่องรับ GPS ค่านี้คือไดลูชัน ออฟ พรีซิชัน (Dilution of Precision- (DOP)) ค่าของ DOP มักถูกอธิบายที่สัมพันธ์กับสัญญาณที่ได้จากการจับกลุ่มดาวเทียมเพื่อกำหนด ตำแหน่งของเครื่องรับสัญญาณ

GDOP – Geometric Dilution of Precision

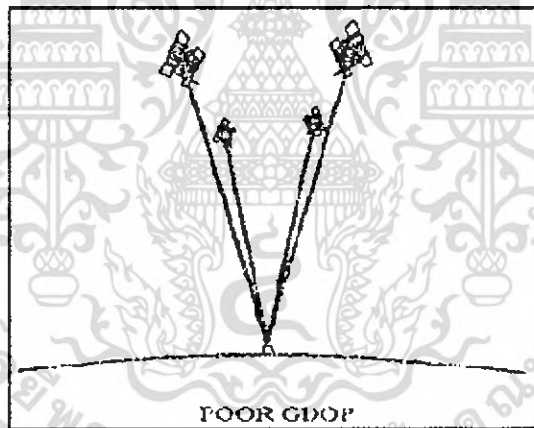
PDOP – Position Dilution of Precision (3-D) บางทีเรียก Sere DOP

HDOP – Horizontal Dilution of Precision (Latitude, Longitude)

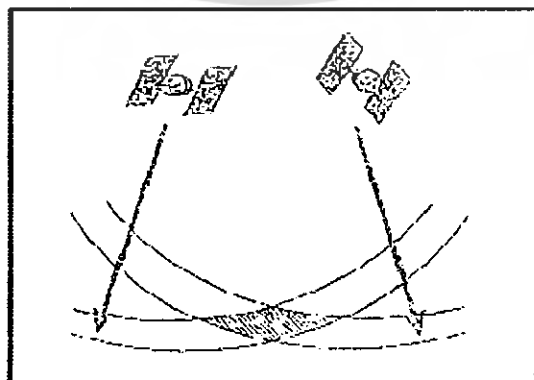
VDOP – Vertical Dilution of Precision (Height)

TDOP – Time Dilution of Precision (Time)

ตัวที่มักนำมาพิจารณาได้แก่ ค่าจีออเมตริก ไดลูชัน ออฟ พรีซิชัน (Geometric Dilution of Precision (GDOP)) แสดงถึงการจับดาวเทียมสี่ดวง ที่ทำกับเครื่องรับสัญญาณ ถ้าค่า GDOP มีค่ามาก พิกัดที่ได้จากเครื่องรับอาจคลาดเคลื่อนไปจากที่ควรจะเป็น ตัวอย่างของการจับกลุ่ม ดาวเทียมที่ทำให้ GDOP มีค่าดีและไม่ดีเป็นดังรูปที่ 2-22 ถึง 2-25

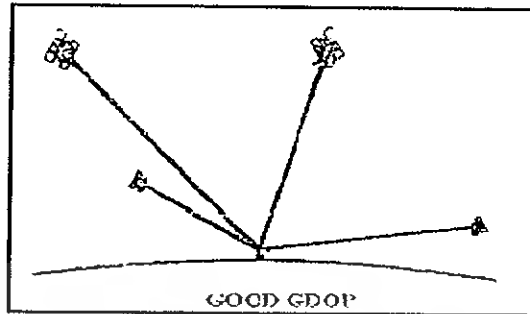


ภาพที่ 2.22 แสดงภาพ POOR GDOP

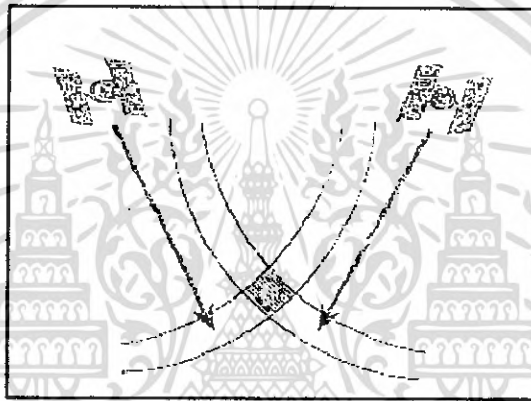


รูปที่ 2.23 ผลของ POOR GDOP แสดงให้เห็นถึงพื้นที่การตัดกันที่กว้างมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.24 แสดง GOOD GDOP



รูปที่ 2.25 ผลของ GOOD GDOP แสดงให้เห็นถึงพื้นที่การตัดกันที่แคบลง

2.9 มาตรฐานของ NMEA-0183

มาตรฐานของเอาร์ทพุทจะเป็นแบบ EIA - 422 และมีสายสัญญาณ 2 เส้น, A และ B โวลต์เดจบนเส้น A จะเป็นเหมือนกับสาย TTL เดียวแบบเดิม ขณะที่ B โวลต์เดจจะกลับทางกันกับ A เช่น A เป็น +5V B จะเป็นกราวด์ ในการใช้งาน, สายเพียงสายเดียว คือสาย A ใน EIA - 422 อาจจะถูกใช้เชื่อมต่อกับ RS-232 อินพุทของเครื่องคอมพิวเตอร์

มาตรฐาน NMEA - 0183 , ตัวอักษรที่ใช้คือ ASCII Text ที่ซึ่งสามารถพิมพ์ได้ (รวมไปถึง Carriage return and line feed) NMEA - 0183 นั้น ข้อมูลจะถูกส่งด้วยอัตรา 4800 (baud Rate) ข้อมูลจะถูกส่งในรูปของประโยค (Sentences) แต่ละประโยคเริ่มต้นด้วย \$ ตัวอักษรตัวที่ตามมาอีก 2 ตัวคือ talker ID หรือ Device ID เช่น GP เพื่อบ่งชี้ว่าเป็นข้อมูล GPS , ตัวอักษรที่ตามมาอีก 3 ตัวคือ Sentence ID หรือ ตัวกำหนดรูปแบบประโยค (Sentence formatter) หรือจะเรียกว่าชื่อประโยค (Sentence name) , ตามมาด้วยฟิลด์ข้อมูลจำนวนหนึ่ง ซึ่งถูกแบ่งแยกโดยเครื่องหมายมา (,) และสิ้นสุดด้วยเช็คซัม (checksum) ที่สามารถเลือกได้ว่าจะมีหรือไม่ และ จบลงด้วยแคร์ริจรีเทิร์น (carriage return / line feed) ประโยคอาจจะมีตัวอักษรถึง 82 ตัวรวมกับ \$ และ CR/LF แล้วถ้าข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การใช้งานเพื่อการศึกษาก็ได้ แต่เมื่อเผยแพร่บนเว็บไซต์แล้วจะไม่มีการรับผิดชอบใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับฟิลด์ไม่สามารถหาได้ ฟิลด์จะถูกเว้นข้ามไป แต่คอมม่าซึ่งทำหน้าที่แบ่งฟิลด์ยังคงถูกส่งไป โดยไม่เว้นช่องว่าง เพราะในแต่ละฟิลด์มีความยาวไม่คงที่หรือไม่มีข้อมูล เครื่องรับจะระบุตำแหน่งของฟิลด์ข้อมูลที่ต้องการ โดยการนับเครื่องหมายคอมม่า เช็คซัมที่เลือกได้ว่าจะมีหรือไม่ ประกอบด้วย "*" และ 2 บิตของเลขฐาน 16 (2 hex digits) แทนการ exclusive OR ของตัวอักษรทั้งหมด แต่ไม่รวม "S" และ "*" ในการใช้งานจะมีความต้องการใช้เช็คซัมในบางประโยค

ในมาตรฐานจะอนุญาตแต่ละผู้ผลิตในการนิยามรูปแบบประโยค ประโยคเหล่านี้เริ่มต้นด้วย "S" และตัวอักษรสามตัวที่ตามมาเป็น Manufacturer ID ตามด้วยข้อมูลซึ่งเป็นไปตามรูปแบบทั่วไปของประโยคมาตรฐาน

2.9.1 โปรโตคอลของ NMEA 183

NMEA คือ โปรโตคอลมาตรฐาน ถูกนำมาใช้โดยเครื่องรับ GPS เพื่อส่งข้อมูล NMEA เอาท์พุทจะเป็นโปรโตคอล EIA - 422A แต่เราสามารถนำไปใช้งานร่วมกับ RS-232 ได้ โดยใช้ อัตราการส่งข้อมูล 4800 bps, 8 บิตต่อตัว, ไม่มีพาริตีบิต และมีหนึ่งสตอปบิต (stop bit (8 N 1)) ประโยคของ NMEA 0183 จะเป็นแอสกี (ASCII) ทั้งหมด แต่ละประโยคจะเริ่มต้นด้วย คอลล่าซายน์ (\$) และจบลงด้วย Carriage return linefeed (<CR><LF>) ข้อมูลจะถูกแบ่งชั้นด้วยคอมม่า (,) เครื่องรับ GPS บางอันไม่ส่งบางฟิลด์ (field) ข้อมูลเช็คซัม ถูกเพิ่มเติมเข้าไป (ในบางกรณี) ส่วนที่ตามหลัง \$ คือ แอคเตสฟิลด์ aaccc aa คือ device id. GP ใช้เพื่อบ่งชี้ว่าเป็นข้อมูล GPS การส่ง device id. ตามปกติแล้วเลือกได้ ccc คือ รูปแบบประโยค (Sentence formatter) ซึ่งเรียกว่า Sentence name

2.9.2 รายละเอียดภายในเรคอร์ดต่าง ๆ ของข้อมูลเอ็นเอ็มเอไอเอ

- GGA (Global Positioning System Fixed Data)

เรคอร์ดนี้ประกอบด้วยข้อมูลซึ่งใช้บอกถึงตำแหน่งพิกัด ละติจูด, ลองจิจูด, เวลา, จำนวนดาวเทียมที่ใช้คำนวณพิกัด (Satellites used) และความสูงจากระดับน้ำทะเล (MSL Altitude) โดยตัวอย่างของเรคอร์ด จีจีเอ (GGA) ที่โมดูลรับสัญญาณจีพีเอสส่งออกมา จะมีโครงสร้างเป็นดังนี้

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

ตารางที่ 2.1 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ดจีจีเอ

Name	Example	Units	Description
Message ID	\$GPGGA		GGA protocol header
UTC Position	161229.487		hhmmss.sss
Latitude	3723.2475		ddmm.mmmm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับหน่วยงานการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

N/S Indicator	N		N=north or S=south
Longitude	12158.3416		dddmm.mmmm
E/W Indicator	W		E=east or W=west
Position Fix Indicator	1		
Satellites 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	Description
0	Fix not available or invalid
1	GPS SPS Mode, fix valid
2	Differential GPS, SPS Mode, fix valid
3	GPS PPS Mode, fix valid

- GLL (Geographic Position – Latitude/Longitude)

เรคอร์ดนี้ประกอบด้วยข้อมูลซึ่งใช้บอกถึงตำแหน่งพิกัด ละติจูด, ลองจิจูด, ทิศทาง, เวลา, และสถานะในการรับสัญญาณ (Status) โดยตัวอย่างของเรคอร์ดจีแอลแอล (GLL) ที่โมดูลรับสัญญาณจีพีเอสส่งออกมาจะมีโครงสร้างเป็นดังนี้

\$GPGLL,3723.2475,N,12158.3416,W,161229.487,A*2C<CR><LF>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ดจีแอลแอล

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

- GSA (GNSS DOP and Active Satellites)

เรคอร์ดนี้ประกอบด้วยข้อมูลซึ่งใช้บอกถึงตำแหน่งพิกัดละติจูด, ลองจิจูด, ทิศทาง, เวลา, และสถานะในการรับสัญญาณ โดยตัวอย่างของเรคอร์ดจีเอสเอ (GSA) ที่โมดูลรับสัญญาณจีพีเอส ส่งออกมาจะมีโครงสร้างเป็นดังนี้

\$GPGSA,A,3,07,02,26,27,09,04,15,,,,,1.8,1.0,1.5*33<CR><LF>

ตารางที่ 2.3 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ดจีเอสเอ

Name	Example	Units	Description
Message ID	\$GPGSA		GSA protocol 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
HDOP	1.0		Horizontal Dilution of Precision
VDOP	1.5		Vertical Dilution of Precision

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Checksum	*33		
<CR><LF>			End of message termination

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

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

- GSV (GNSS Satellites in View)

เรคอร์ดนี้ประกอบไปด้วยข้อมูลซึ่งใช้บอกถึงค่าทางเทคนิคต่างๆ ที่ได้รับจากดาวเทียมจีพีเอสที่โมดูลรับสัญญาณได้โดยตัวอย่างของเรคอร์ดจีเอสวี (GSV) ที่โมดูลรับสัญญาณจีพีเอสส่งออกมา จะมีโครงสร้างเป็นดังนี้

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

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

ตารางที่ 2.4 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ดจีเอสวี

Name	Example	Units	Description
Message ID	\$GPGSV		GSV protocol header
Number of Messages	2		Range 1 to 3
Messages Number	1		Range 1 to 3
Satellites in View	07		
Satellite 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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิฉะนั้นให้แจ้งให้ทราบโดยด่วน

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

...			...
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)

เรคอร์ดนี้ประกอบด้วยข้อมูลซึ่งใช้บอกถึงค่าวันที่และเวลา, สถานะในการรับสัญญาณ, ตำแหน่งพิกัดละติจูดและลองจิจูด, ทิศทาง, และความเร็ว โดยตัวอย่างของเรคอร์ดอาร์เอ็มซี (RMC) ที่โมดูลรับสัญญาณจีพีเอสส่งออกมา จะมีโครงสร้างเป็นดังนี้

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

ตารางที่ 2.5 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ดอาร์เอ็มซี

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำโดยไม่ขออนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- VTG (Course Over Ground and Ground Speed)

เรคอร์ดนี้ประกอบด้วยข้อมูลซึ่งใช้บอกถึงทิศทางและความเร็ว โดยตัวอย่างของเรคอร์ดวีทีจี (VTG) ที่ โม คู ล รั บ ส ัญ ญา ณ จี พี เอส ส่ง ออก มา จะ มี โ ค ร ง ส ่ ร ำ ง เป็น ค ั ง นี
\$GPVTG,309.62,T,,M,0.13,N,0.2,K*6E<CR><LF>

ตารางที่ 2.6 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ดวีทีจี

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

จากรายละเอียดของแต่ละเรคอร์ดภายในข้อมูล MNEA ที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าแต่ละเรคอร์ดต่างก็มีประโยชน์ใช้สอยเฉพาะตัวที่แตกต่างกันซึ่งเราสามารถหิบบกมาใช้งานตามความเหมาะสม เมื่อต้องการนำข้อมูลใดมาใช้งานก็จะต้องเลือกเรคอร์ดที่เหมาะสมซึ่งมีข้อมูลนั้นๆ อยู่ ยกตัวอย่างเช่น ในกรณีที่ต้องการทราบความเร็วในการเคลื่อนที่ก็ต้องเลือกอ่านเรคอร์ด RMC หรือ VTG เป็นต้น ในที่นี้ได้ทำการสรุปและจัดหมวดหมู่คุณสมบัติของแต่ละเรคอร์ดไว้ดังตารางที่ 2.7 เพื่อเป็นการสรุปความและเพื่อให้สามารถหิบบมาใช้สอยได้โดยง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.7 ตารางสรุปคุณสมบัติของ 6 เรคอร์ดหลักในข้อมูลเอ็นเอ็มอีเอ

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

2.10 การรับส่งข้อมูลอนุกรม (UART) ของ 8051 และ 8052

พอร์ทสื่อสารอนุกรมของ 8051, 8052 มีโครงสร้างการทำงานในแบบที่เรียกว่า ฟูลดูเพล็กซ์ (Full Duplex) ในการรับและส่งข้อมูลอนุกรมได้ในเวลาเดียวกันโดย

ทางด้านส่งใช้ขา TxD (พอร์ท 3.1)

ทางด้านรับใช้ขา RxD (พอร์ท 3.0)

SBUF ใช้เป็นบัฟเฟอร์สำหรับรับและส่งข้อมูลอนุกรม

แฟล็กซ์ TI จะ = "1" เมื่อส่งข้อมูลเสร็จ 1 ไบต์ต่อไปให้เคลียร์แฟล็กซ์นี้ก่อนเช่น CLR TI

พอร์ทสื่อสารอนุกรมของ 8051 สามารถโปรแกรมการทำงานได้หลายโหมดด้วยกันโดยเลือกที่บิต SM1 และ SMO ซึ่งอยู่ในรีจิสเตอร์ควบคุม SCON การทำงานทั้ง 4 โหมด ของพอร์ทสื่อสารอนุกรม

โหมด 0: ขา RxD (พอร์ท 3.0) จะถูกใช้เป็นพอร์ทรับและส่งข้อมูลที่ละบิตจะเริ่มที่บิต D0 ก่อนเสมอ

ขา TxD (พอร์ท 3.1) จะถูกใช้เป็น Synchronizing Clock (Shift Clock) ส่งข้อมูลด้วยความเร็ว (1/12) เท่าของ CPU Clock

โหมด 1: พอร์ทสื่อสารอนุกรม 10 บิต ข้อมูล 8 บิต 1 stop bit และสามารถเปลี่ยนแปลงความเร็วในการส่งข้อมูลได้ โดยขึ้นกับบิต SMOD ใน PCON และอัตราโอเวอร์โพล์ของ Timer 1

$$\text{บอดเรท (โหมด 1)} = \frac{2^{SMOD} \times CPU_{Osc}}{32 \times 12 \times [256 - (TH1)]} \text{ สำหรับ 8031, 8051 โดยใช้}$$

Timer 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{บอดเรท (โหมด 1)} = \frac{CPU_{osc}}{32 \times [65536 - (RCAP2H, RCAP2L)]} \quad \text{สำหรับ 8032, 8052, 80154, 80154D} \quad \text{โดยใช้ Timer 2}$$

$$\text{ตัวอย่าง จากสูตร บอดเรท (โหมด 1)} = \frac{2^{SMOD} \times CPU_{osc}}{32 \times 12 \times [256 - (TH1)]} \quad \text{สำหรับ 8031, 8051} \quad \text{โดยใช้ (Timer1)}$$

$$TH1 = 256 - \left[\frac{2^{SMOD} \times CPU_{osc}}{32(12) \text{Baud.Rates}} \right]$$

ถ้า CPU osc = 11.059 MHz และ SMOD = 0

$$\text{จะได้ } TH1 = 256 - \left[\frac{2^0(11.059)10^6}{32(12) \text{Baud.Rates}} \right] = 256 - \left[\frac{28800}{\text{Baud.Rates}} \right]$$

$$\text{ถ้าต้องการ 1200 Baud จะได้ } TH1 = 256 - \left[\frac{28800}{1200} \right] = (256 - 24) = 232_{10} = E8H$$

$$\text{ถ้าต้องการ 2400 Baud จะได้ } TH1 = 256 - \left[\frac{28800}{2400} \right] = (256 - 12) = 244_{10} = F4H$$

โหมด 2: พอร์ตสื่อสารอนุกรม 11 บิต ใช้ข้อมูล 9 บิต 1 บิตเริ่มต้น และ 1 บิตสุดท้าย (TB8 นิยมนำมาใช้ส่ง Parity bit) ความเร็วในการรับส่งข้อมูลเท่ากับ (1/32) และ (1/64) ของ CPU Clock โดยขึ้นกับบิต SMOD ใน PCON

$$\text{บอดเรท (โหมด 2)} = (1/32) CPU_{osc} \quad \text{เมื่อ SMOD} = 1$$

$$\text{บอดเรท (โหมด 2)} = (1/64) CPU_{osc} \quad \text{เมื่อ SMOD} = 0$$

โหมด 3: พอร์ตสื่อสารอนุกรมแบบ 11 bit UART โดยส่งข้อมูล 9 บิต 1 บิตเริ่มต้นและ 1 บิตสุดท้ายเหมือนโหมด 2 ยกเว้นอัตราความเร็วจะขึ้นกับบิต SMOD ใน PCON และอัตราโอเวอร์โพล์ของ Timer 1 สำหรับ 8051 หรือขึ้นกับ อัตราโอเวอร์โพล์ของ Timer 2 สำหรับ 8052, 80C154D

$$\text{บอดเรท (โหมด 3)} = \frac{2^{SMOD} \times CPU_{osc}}{32 \times 12 \times [TH1]} \quad \text{สำหรับ 8031, 8052, 80154, 80154D}$$

โดยใช้ Timer 2

การเชื่อมต่อไมโครโปรเซสเซอร์เพื่อรับส่งข้อมูลอนุกรม (UART) มีอยู่ 2 โหมดด้วยกัน คือ Single Processor Mode : ในโหมดนี้เราจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ 2 ตัวเชื่อมเข้าหากัน Multiprocessors Mode : ในโหมดนี้เราจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ 1 ตัวเป็นตัวแม่ (Master) และอีก 256 ตัวลูก (Slave) รีจิสเตอร์ที่ใช้ควบคุมการรับส่งข้อมูลอนุกรมดังรายละเอียดตั้งรูปข้างล่าง Serial Control Register (SCON) อยู่ใน SFR ตำแหน่ง (98H)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SCON : SERIAL PORT CONTROL REGISTER (BIT ADDRESSABLE)

SM0	SM1	SM2	REN	TN8	RB8	TI	RI
-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	----

NOTE 1 :

SM0	SM1	MODE	DESCRIPTION	BAUD RATE
0	0	0	SHIFT REGISTER	Fosc./12
0	1	1	8 bit UART	Variable
1	0	2	8 bit UART	Fosc./64 OR Fosc./32
1	1	3	8 bit UART	Variable

SERIAL PORT SET-UP

MODE	SCON	SM2 VARIATION
0	I0H	
1	50H	Single Processor
2	90H	Environment
3	D0H	(SM2 = 0)
0	NA	
1	70H	Multiprocessor
2	B0H	Environment
3	F0H	(SM2 = 1)

ตารางที่ 2.8 แสดงรายละเอียดในรีจิสเตอร์ SCON และการ SET-UP

SM1	SM0	โหมด	การทำงาน
0	0	0	Shift register อัตราเร็วในการรับหรือส่งข้อมูลเท่ากับ(1/12)ของความถี่ออสซิลเลเตอร์
0	1	1	8 bit UART อัตราเร็วในการรับหรือส่งข้อมูลขึ้นกับ Timer 1, 2 และ SMOD
1	0	2	9 bit UART อัตราเร็วในการรับหรือส่งข้อมูล = (1/32) หรือ (1/64) ของความถี่ออสซิลเลเตอร์ ขึ้นกับบิต SMOD ใน PCON
1	1	3	9 bit UART อัตราเร็วในการรับหรือส่งข้อมูลกำหนดที่ Timer 1,2 และ SMOD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครูใช้งานเพื่อการศึกษาระดับชั้น ไม่อนุญาตให้แก้ไข ใช้ประโยชน์ด้านอื่นๆ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SM2 บิตเลือกการทำงานแบบ Single Processores Mode หรือ Multiprocessors Mode

1 :เลือก Multiprocessors Mode ใช้ได้กับโหมด 2,3

0 :เลือก Single Processores Mode ใช้ได้กับทุกโหมด

เมื่อเลือกการทำงานรับข้อมูลแบบ Multiprocessors Mode แล้ว

ถ้าข้อมูลบิตที่ 9 ที่รับได้มีค่าเป็น 1 RI จะเซ็ท

ถ้าข้อมูลบิตที่ 9 ที่รับได้มีค่าเป็น 0 RI จะเคลียร์

REN (Receive Enable) บิตควบคุมให้รับหรือไม่รับข้อมูล

1 = ให้รับข้อมูลได้

2 = ห้ามรับข้อมูล

TB8 (Transmit bit D8) ข้อมูลบิตที่ 9 ที่จะส่งออกไปในโหมด 2,3 ให้ใส่ในบิตนี้

RB8 (Receive bit D8) ข้อมูลบิตที่ 9 ที่รับเข้ามาจะมาเก็บในบิตนี้

(ข้อมูลบิตที่ 9 ก็คือค่าใน TB8 ทางด้านส่งนั่นเอง)

TI แฟลลจ์ TI จะเป็น 1 เมื่อสิ้นสุดการส่งข้อมูล 1 ไบต์

RI แฟลลจ์ RI จะเป็น 1 เมื่อรับข้อมูลเสร็จ 1 ไบต์ (บิต RI, TI ผู้เขียนโปรแกรมจะต้องเคลียร์เอง)

ตารางที่ 2.9 ตารางการใช้ไทม์เมอร์ 1 กำหนดบอดเรท

Baud Rate	Fosc	SMOD	TIMER 1		
			C/T	MODE	Reload Value (TH1)
(MODE)Max : 1 MHz	12 MHz	X	X	X	X
(MODE)Max : 375 KHz	12 MHz	1	X	X	X
(MODE)Min : 187.5 KHz	12 MHz	0	X	X	X
MODE 1,3 : 62.5 K	12 MHz	1	0	2	FFH
19.2K	11.059MHz	0	0	2	FDH
9.6K	11.059MHz	0	0	2	FDH
4.8K	11.059MHz	0	0	2	FAH
2.4K	11.059MHz	0	0	2	F4H
1.2K	11.059MHz	0	0	2	E8H
137.5	11.059MHz	0	0	2	1DH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่บนสื่อออนไลน์
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

110	6 MHz	0	0	2	72H
110	12 MHz	0	0	1	FEEBH

2.11 GSM AT Command กับมือถือ

การสื่อสารกับอุปกรณ์สื่อสารต่าง ๆ เช่น โมเด็มหรืออุปกรณ์ DTE (Data Terminal Equipment) นั้นสามารถใช้ชุดคำสั่งที่เป็นมาตรฐานที่เรียกว่า AT command ในการติดต่อเพื่อโต้ตอบตั้งค่าหรือสั่งงานอุปกรณ์เหล่านั้น ให้ทำงานตามที่ต้องการโดยชุดคำสั่งพื้นฐานจะถูกกำหนดไว้ใน Hayes AT command ซึ่งบริษัท Hayes เป็นผู้คิดค้นชุดคำสั่งนี้เพื่อใช้กับโมเด็มของตนและต่อมาได้กลายเป็นมาตรฐานสำหรับผู้ผลิตโมเด็มรายอื่น ๆ โดยอาจจะมีชุดคำสั่งขยาย (Extended AT command) เพื่อใช้เป็นการเฉพาะสำหรับผู้ผลิตรายนั้น ๆ ก็ได้

การติดต่อกับมือถือก็เช่นกันเราสามารถใช้ชุดคำสั่งที่กำหนดไว้ใน GSM AT command ซึ่งมีคำสั่งเพิ่มเติมที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานและควบคุมมือถือและเนื่องจากมีรายละเอียดค่อนข้างมาก โดยในโครงงานนี้จะพูดถึงเฉพาะคำสั่งที่จำเป็นสำหรับบทความนี้เท่านั้น

การเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับมือถือนั้นจะทำผ่านสายคาต้าลิงค์ซึ่งเป็นการเชื่อมต่อแบบอนุกรม โดยใช้โปรแกรมเทอร์มินอลต่าง ๆ เช่น ไฮเปอร์เทอร์มินอล (Hyper Terminal) ของวินโดวส์ (Windows) ส่วนความเร็วในการสื่อสารมักจะใช้ 9600 บิตต่อวินาที

2.11.1 ตัวอย่างคำสั่ง GSM AT Command

คำสั่งพื้นฐาน

at// เช็คความพร้อมของมือถือ

OK// พร้อมครับ

atd018289492// สั่งให้ต่อโทรศัพท์ไปยังหมายเลขนี้ (บางเครื่องอาจต้องใช้ ; ต่อท้าย)

BUSY// สายไม่ว่าง (ถ้าอีกฝั่งรับสายจะตอบ CONNECT)

ath// สั่งวางสาย

OK// ตกลง

คำสั่งเกี่ยวกับเอสเอ็มเอส (SMS : Short Message Service)

at+csms = 0 // เช็คว่าคุณสนับสนุนคำสั่งเกี่ยวกับเอสเอ็มเอส หรือไม่

+CSMS : 1, 1, 1 //

OK// สนับสนุน

at+cmgf = 1 // ตั้งโหมดเอสเอ็มเอสแบบเท็กซ์โหมด (Text Mode)

+CMS ERROR : 303 // ไม่สนับสนุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

at+cmgfr = 0 // ตั้งโหมดเอสเอ็มเอสแบบพีดียูโหมด (PDU : Protocol Description Unit Mode)
OK // ได้
at+cmgr = 1 // อ่านข้อความที่ 1 ใน inbox
+CMGR : 1.,27 // 06916681118088040A9166295026800000404012117193820AE8301C9E4787
OK // ข้อความเรียบร้อย (ข้อความยังไม่ถอดรหัส)

```

องค์กร ETSI (European Telecommunications Standards Institute) เป็นองค์กรอิสระที่ไม่แสวงหาผลกำไรทำหน้าที่กำหนดมาตรฐานทางด้านโทรคมนาคมได้กำหนดมาตรฐานการส่งเอสเอ็มเอสไว้ในคู่มือ GSM 03.40 และ GSM 03.38 สามารถส่งได้สูงถึง 160 ตัวอักษร โดยแต่ละตัวอักษรใช้รหัสขนาด 7 บิต ที่กำหนดไว้ในตารางที่ 3 นอกจากนั้นยังมีการใช้ตัวอักษรชนิดอื่นๆ เช่น ขนาด 8 บิต หรือ 16 บิต ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อการใช้งานที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งในโครงการนี้จะพูดถึงเฉพาะแบบ 7 บิต เท่านั้น

2.11.2 โหมดของการรับส่งข้อมูล

การรับส่งข้อมูลเอสเอ็มเอส มีอยู่ด้วยกัน 2 โหมด คือ เท็กซ์โหมด และ พีดียูโหมด การส่งข้อความในเท็กซ์โหมดนั้นจะเป็นการนำข้อความที่ต้องการส่งมาเข้ารหัสก่อน แล้วค่อยส่งข้อมูลในพีดียูโหมดอีกที อย่างไรก็ตามในมือถือบางรุ่นอาจไม่สนับสนุนการใช้งานในเท็กซ์โหมด ซึ่งการเข้ารหัส (ส่ง) และถอดรหัส (รับ) สำหรับในเท็กซ์โหมดนี้มีหลายแบบด้วยกันเช่น "PCCP437" ,"PCDN" ,"8859-1" ,"TRA" และ "GSM" เมื่อเราเชื่อมต่อกับมือถือเพื่อจะอ่านข้อความ เราสามารถตั้งค่าการเข้ารหัส/ถอดรหัสได้โดยใช้คำสั่ง AT+CSCS แต่ถ้าเราอ่านข้อความจากจอของมือถือซึ่งตัวมือถือจะเลือกการถอดรหัสที่เหมาะสมให้เองโดยอัตโนมัติ

การเชื่อมต่อกับมือถือเพื่อรับส่งข้อความสามารถเลือกใช้ได้ทั้ง 2 โหมด แต่จะเห็นได้ว่าการเลือกใช้เท็กซ์โหมดจะมีข้อจำกัดทั้งจากการที่มือถือบางรุ่นอาจไม่สนับสนุนและยังถูกจำกัดด้วยวิธีการเข้าและถอดรหัสซึ่งมีเพียงไม่กี่แบบตามที่กล่าวมาข้างต้น ซึ่งในบางกรณีอาจไม่สะดวกนัก แต่ถ้าเลือกพีดียูโหมดจะสามารถเลือกหรือสร้างการเข้ารหัสและถอดรหัสได้ทุกรูปแบบตามต้องการ โดยไม่มีข้อจำกัดซึ่งในโครงการนี้จะพูดถึงเฉพาะพีดียูโหมด

2.11.3 การรับข้อความเอสเอ็มเอสในพีดียูโหมด

ถ้าหากเราเชื่อมต่อกับมือถือแล้วทำการสั่งอ่านข้อความเอสเอ็มเอสที่อยู่ในอินบ็อก (Inbox) โดยใช้คำสั่ง AT+CMGR ข้อมูลที่ได้รับจะอยู่ในรูปของสตริงที่ประกอบไปด้วยข้อมูลของผู้ส่ง, ข้อมูลเอสเอ็มเอสเซอวิสเซนเตอร์ (SMSC), ไทม์สแตมป์ (Time Stamp) และอื่น ๆ ที่จำเป็นและตามด้วยส่วนของข้อความซึ่งจะอยู่ที่ท้ายสุดของสตริง

ตัวอย่างสตริงต่อไปนี้รับได้จาก Ericson รุ่น T39m ซึ่งข้อความที่ส่งมาคือ "hellohello" จากมือถืออีกเครื่องหนึ่งข้อมูลสตริงนี้จะอยู่ในรูปของตัวเลขฐาน 16 และฐาน 10 (ในบางส่วน) โดยจะเรียกตัวเลขแต่ละคู่ว่า ออกเต็ต (Octet) ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 2.10

06916681118088040A9166295026800000403021219434820AE8329BFD4697D9EC37

ตารางที่ 2.10 ส่วนประกอบของสตริงการรับข้อความเอสเอ็มเอส

กลุ่มตัวเลข 8 บิต (ออกเต็ต)	รายละเอียด
06	ความยาวของ เอสเอ็มเอสซึ่ Information 6 Octets (ไบต์)
91	รูปแบบของเลขหมายเอสเอ็มเอสซึ่ 91 หมายถึง เลขหมายแบบสากล (international format)
66 81 11 80 88	เลขหมายเอสเอ็มเอสซึ่(แบบเดซิมีอลเซมิออกเต็ต) ซึ่งจะเป็นเลขฐาน 10 สลับนิบเบิล ในกรณีนี้เลขหมายจริงของเซอวิสเซนเตอร์คือ "+6618110888"
04	First octet of this SMS-DELIVER message
0A	ความยาวของเลขหมายผู้ส่ง (0A hex = 10 ตัว)
91	รูปแบบของเลขหมายผู้ส่ง 91 หมายถึง เลขหมายแบบสากล
66 29 50 26 80	เลขหมายผู้ส่ง (แบบเดซิมีอลเซมิออกเต็ต) เป็นเลขฐาน 10 สลับนิบเบิล (nibble) หมายถึงเลขผู้ส่งที่แท้จริงคือ "+6692056208"
00	TP-PID. (Protocol identifier) ในกรณีนี้คือ 00
00	TP-DCS (Data coding scheme) 00 คือเข้ารหัสข้อความแบบ 7 บิต
40 30 21 21 94 34 82	ข้อมูลไทม์สแตมป์(แบบ decimal semi-octets) สลับนิบเบิล
0A	จำนวนตัวอักษรของข้อความที่ส่งในที่นี้คือ 10 ตัว
E8329BFD4697D9EC37	ข้อความ "hellohello" ที่เข้ารหัสแล้วจากตัวอักษรแบบ 7 บิต เป็นข้อมูล ไบต์ ขนาด 8 บิต

ข้อมูลทั้งหมดในตารางเป็นเลขฐาน 16 ขนาด 8 บิต ยกเว้นหมายเลขเซอวิสเซนเตอร์, เลขหมายผู้ส่ง, ไทม์สแตมป์จะเป็นเลขฐาน 10 ขนาด 8 บิต สลับหลักเป็นคู่ ๆ (สลับนิบเบิล) ในส่วนของข้อมูลที่เป็นข้อความนั้นเป็นเลขฐาน 16 ขนาด 8 บิต เช่นกัน โดยข้อมูลนี้จะใช้แสดงเอกสารนี้เป็นเอกสารที่ลงวันไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญขาดหน้าใบเซปรีเอชันด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อความที่ประกอบไปด้วยตัวอักษรขนาด 7 บิต ซึ่งผ่านการเข้ารหัส ข้อมูลจากตัวอักษรขนาด 7 บิต ให้เป็นเลขฐาน 16 ขนาด 8 บิต มาแล้ว ส่วนวิธีการแปลงจะกล่าวในภายหลัง

ในส่วนของข้อมูลที่เป็นเลขฐาน 10 เช่น เลขหมายผู้ส่งตัวเลขในแต่ละคู่ (1 ไบต์) จะถูกสลับหลักกันเช่น เลขหมายจริง "+66 092056208" จะถูกสลับในแต่ละคู่เป็น "66 29 50 26 80" (66 คือ รหัสประเทศส่วนเลขหมวกของหมายเลขมือถือจะถูกตัดเลข 0 ออก เช่น 09 จะเหลือแค่ 9 เป็นต้น แล้วแต่จึงนำตัวเลขทั้งหมดมาต่อกันแล้วสลับคู่) เช่นเดียวกันกับ Time Stamp ข้อมูล "40 30 21 21 94 34 82" ซึ่งมีรูปแบบเป็น "YY/MM/DD HH:MM:SS:SS" หมายถึง ข้อความนี้ส่งเมื่อ "04/03/12 12:49:43:28"

2.11.4 การส่งข้อความเอสเอ็มเอสในพีดียูโหมด

ต่อไปนี้เป็นตัวอย่างการส่งข้อความเอสเอ็มเอส "hellohello" โดยใช้ มือถือ Erison T39m โดยใช้โหมดพีดียูไปให้ผู้รับหมายเลข "+66 092056208"

AT+CMGF = 0 // เลือกโหมดพีดียู

AT+CSMS = 0 // เช็คว่ามือถือสนับสนุนการส่งเอสเอ็มเอสหรือไม่

AT+CMGS = 22 // ต้องการส่งทั้งหมด 22 ไบต์ (ไม่รวมตัวเลข 00 ที่อยู่ข้างหน้าสุด)

>0011000A9166295026800000AA0AE8329BFD4697D9EC37// เมื่อพิมพ์ข้อความครบแล้วกด Ctrl+z ส่วนประกอบของข้อมูลที่ส่งอธิบายในตารางที่ 2.11

ตารางที่ 2.11 ส่วนประกอบของข้อมูลที่ส่ง

กลุ่มตัวเลข 8 บิต (Octet)	รายละเอียด
00	ความยาวของ SMSC information "00" หมายถึงให้ใช้ SMSC Information ที่เก็บอยู่ในเครื่อง (ปกติเครื่องที่สามารถส่งเอสเอ็มเอส ได้มีข้อมูลเอสเอ็มเอสชี่ ภายในเครื่องอยู่แล้ว)
11	First octet of the SMS-SUBMIT message.
00	TP-Message-Reference."00" คือ ให้เครื่องตั้งหมายเลขอ้างอิงข้อความขึ้นเอง
0A	ความยาวของเลขหมายผู้รับ (10 ตัว)
91	รูปแบบของเลขหมายผู้ส่ง 91 หมายถึง เลขหมายแบบสากล
66 29 50 26 80	หมายเลขโทรศัพท์ของผู้รับ (แบบเซมิออกเต็ต) หมายเลขที่แท้จริงคือ "+66 092056208"
00	TP-PID.(Protocol identifier) เป็น 00

00	TP-DCS.(Data coding scheme) เป็น 00
AA	“AA” หมายถึง ช่วงเวลาหมดอายุของข้อความ 4 วัน ถ้าภายในช่วงเวลานี้ ยังส่งไม่ถึงปลายทางข้อความจะถูกยกเลิกโดยอัตโนมัติ
0A	จำนวนตัวอักษรของข้อความที่ส่ง (10 ตัว)
E8329BFD4697D9EC37	เป็นข้อมูลในส่วนของข้อความตัวอักษรแบบ 7 บิต “hellohello” ที่ผ่านการแปลง (เข้ารหัส) เป็นข้อมูลแบบ 8 บิตแล้ว โดยมีวิธีการตามหัวข้อการแปลงตัวอักษรชนิด 7 บิต เป็น ข้อมูล 8 บิต

รหัสตัวอักษรชนิด 7 บิต (7 bit default alphabet)

ตัวอักษรชนิด 7 บิต ถูกกำหนดโดยคู่มือ GSM 03.38 เป็นดังตารางที่ 3 ซึ่งเปรียบเทียบกับรหัสฐาน 10 ของ ISO-8859-1 (Ascii) ซึ่งอยู่ทางด้านขวามือของตาราง

2.11.5 การแปลงตัวอักษรชนิด 7 บิต เป็น ข้อมูล 8 บิต

จากตารางที่ 2.11 ในส่วนของข้อความตัวอักษร จะเป็นส่วนที่เราสามารถใส่รหัสข้อความที่ต้องการส่ง แต่เนื่องจากเราไม่สามารถนำรหัสของตัวอักษรแบบ 7 บิต ใส่ไปได้โดยตรง จำเป็นต้องผ่านการแปลงให้เป็นรหัสข้อมูลแบบ 8 บิต ก่อนโดยตัวอย่างต่อไปนี้เป็นการแปลงข้อความ “hellohello” ยาว 10 ตัวอักษร ซึ่งแต่ละตัวเป็นอักษรชนิด 7 บิต ให้เป็นข้อมูล 8 บิต สำหรับใช้ในการส่งเอสเอ็มเอส

การแปลงเริ่มจากนำรหัส 7 บิต ของอักษรตัวแรก (h) มาเติมข้างหน้าด้วย 1 บิต ท้ายสุดของรหัส 7 บิต ของอักษรตัวที่ 2 (e) จะได้ผลลัพธ์ 8 บิต (1 ไบต์) เป็น “E8”

ขั้นตอนต่อมาให้เอา 6 บิต ที่เหลือของอักษรตัวที่ 2 มาเติมข้างหน้าด้วย 2 บิต ท้ายของรหัส 7 บิต ของอักษรตัวที่ 3 (l) จะได้ผลลัพธ์ 8 บิต เป็น “32” และทำเช่นนี้เรื่อยไปโดยจำนวนบิตที่นำมากระทำจะเพิ่มขึ้นเป็น 3 บิต เป็น 4 บิต จนกระทั่งถึง 7 บิต แล้วเริ่มกระบวนการใหม่จนกระทั่งหมดชุดตัวอักษรดังตัวอย่างการแปลงตัวอักษร

หลังจากแปลงข้อความ “hellohello” จะได้ข้อมูลเป็นเลขฐาน 16 จำนวน 9 ไบต์ เป็น E8 32 9B FD 46 97 D9 EC 37

บทที่ 3

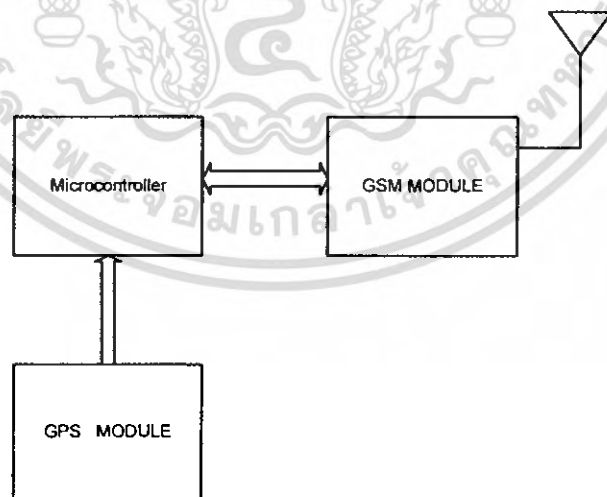
การคำนวณและการสร้าง

3.1 ภาพรวมของโครงการ

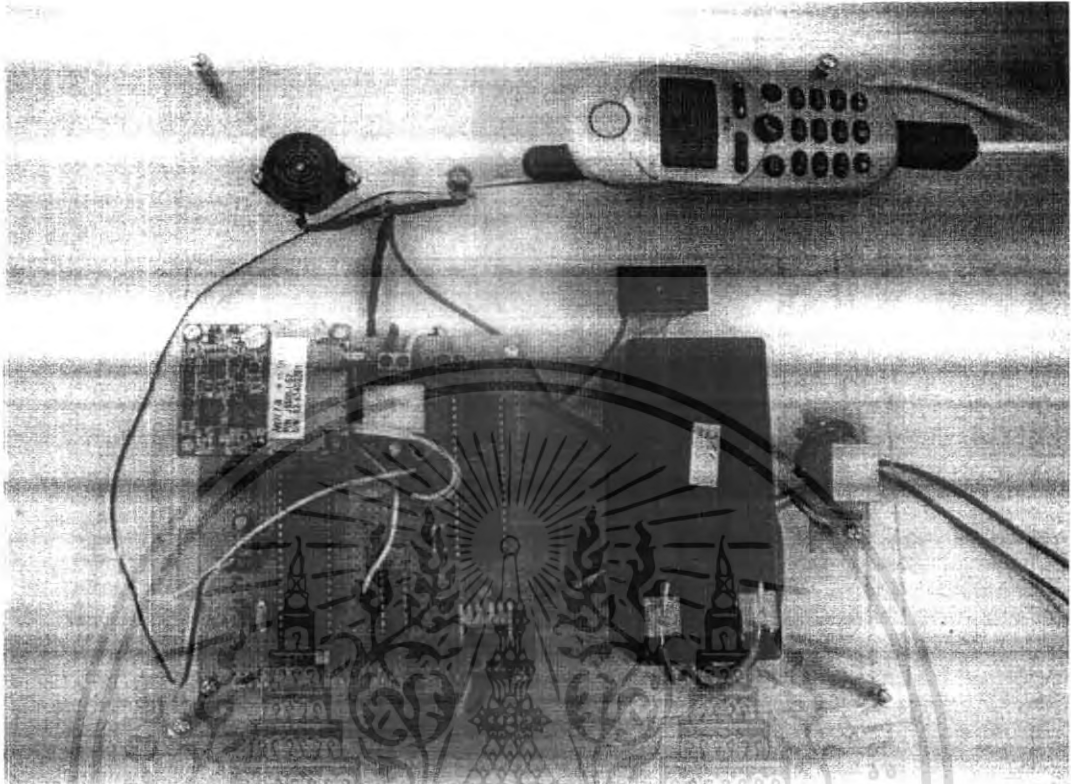
บทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดในการออกแบบทั้งหมดและขั้นตอนการทำงานของชิ้นงาน โดยรายละเอียด โดยการออกแบบนั้นเราจะประดิษฐ์อุปกรณ์ขึ้นมาสองชิ้น โดยชิ้นแรกเราจะนำไปทำการติดตั้งไว้ในรถยนต์ ซึ่งเป็นตัวที่ทำหน้าที่เตือนภัยเมื่อมีการบุกรุกเข้าไปในตัวรถ โดยการส่ง SMS เข้ามายังโทรศัพท์มือถือแจ้งว่ามีการบุกรุก หลังจากนั้นจะส่งค่าพิกัดตำแหน่งของรถตามมา โดยจะส่งมาเป็นระยะๆ ส่วนอุปกรณ์ชิ้นที่สองจะเป็นตัวที่ทำหน้าที่นำค่าพิกัดตำแหน่งของรถจากโทรศัพท์มือถือมาต่อเข้ากับ โปรแกรมแผนที่ในคอมพิวเตอร์เพื่อที่เจ้าของรถจะได้รู้ว่ารถที่ถูกโจรกรรมไปนั้นอยู่ที่ใด

3.2 วงจรที่ติดตั้งในรถยนต์

วงจรที่ติดตั้งอยู่ในรถนี้เป็นวงจรที่ทำหน้าที่เป็นตัวตรวจจับความผิดปกติของตัวรถจากการโจรกรรม เมื่อมีการโจรกรรมเกิดขึ้นตัววงจรจะส่ง SMS ไปบอกเจ้าของรถให้ทราบทันที และตามด้วยการส่งค่าพิกัดตำแหน่งของรถมาเป็นระยะๆ ซึ่งตัววงจรนี้ประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ 3 ส่วน ดังนี้



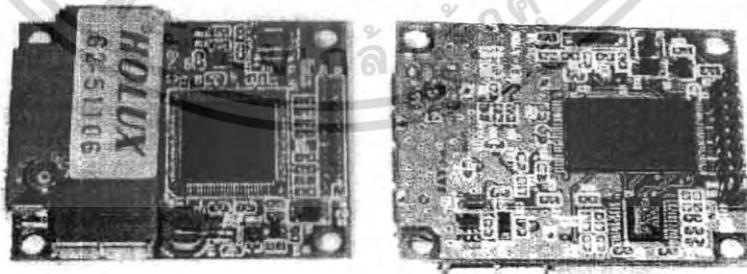
รูปที่ 3.1 บล็อกโคะแกรมของวงจรชิ้นที่ 1
(ติดตั้งในรถยนต์)



รูปที่ 3.2 วงจรภายในตัวรถ

3.2.1 ส่วนโมดูลจีพีเอส

GM-82 GPS Receiver



รูปที่ 3.3 โมดูลจีพีเอส

ส่วนของโมดูลจีพีเอสเป็นส่วนที่ทำหน้าที่บอกพิกัดที่ตัวจีพีเอสนั้นตั้งอยู่จากโมดูลที่เราเลือกใช้ในโครงการนี้จะส่งข้อมูลออกมาหลายรูปแบบด้วยกันซึ่งเราสามารถที่จะเลือกได้ว่าจะใช้รูปแบบไหน ในโครงการที่จะเลือกใช้ประโยชน์ อาร์เอ็มซี เท่านั้น ซึ่งมีรูปแบบดังนี้ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

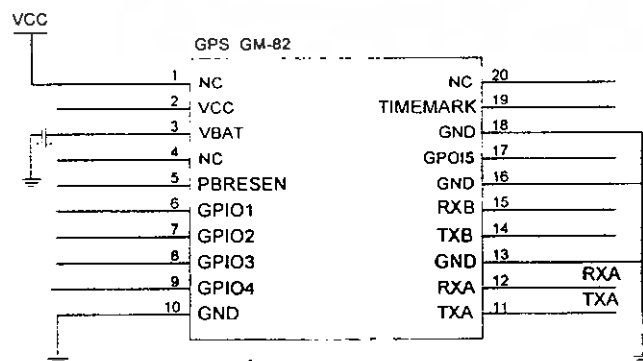
ประโยค อาร์เอ็มซี นี้เป็นประโยคที่นำไปทำการพล็อตแผนที่ ซึ่งจะประกอบไปด้วยข้อมูลต่างๆ ดังตัวอย่างไปนี้

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

ตารางที่ 3.1 ความหมายของข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ด RMC

Name	Example	Units	Description
Message ID	\$GPRMC		RMC protocol header
UTC Position	161229.487		hhmmss.sss
Status	A		A=data valid or V=data not valid
Latitude	3723.2475		ddmm.mmmmm
N/S Indicator	N		N=north or S=south
Longitude	12158.3416		dddmm.mmmmm
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

และมีวงจรที่ใช้ในการต่อใช้งาน จีพีเอสดังนี้



รูปที่ 3.4 HOLUX GM-82

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 แสดงตำแหน่งขาของ GPS MODULE

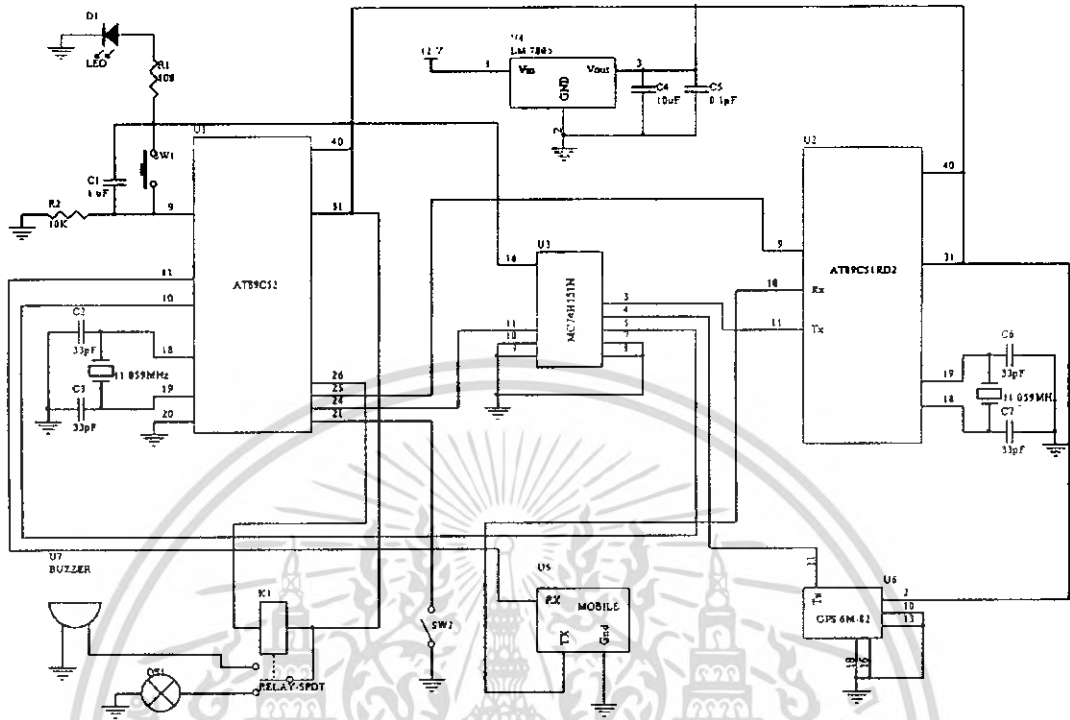
PIN	Pin Name	Function description	PIN	Pin Name	Function description
1	NC	No function	11	TXA	Serial Data output A
2	VCC_5V	+5V DC power input	12	RXA	Serial Data input A
3	VBAT	Backup Battery (2.5–3.3V)	13	GND	Ground
4	NC	No function	14	TXB	Serial Data output B
5	PBRESN	Reset input, Active low	15	RX	Serial Data input B
6	GPIO1	General purpose I/O pin	16	GND	Ground
7	GPIO2	General purpose I/O pin	17	GPIO5	General purpose I/O pin
8	GPIO3	General purpose I/O pin	18	GND	Ground
9	GPIO4	General purpose I/O pin	19	TIMEMARK	1PPS Time mark output
10	GND	Ground	20	NC	No function

ขาที่สำคัญที่นำมาใช้งาน

VCC_5V (ขา 2)	เป็นแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงวงจรมีขนาดแรงดัน 5 V
BAT (ขา 3)	เป็นแบตเตอรี่ BACK UP มีขนาดแรงดัน 2.5-3.3V
TX (ขา 11)	เป็นขาข้อมูลเอาต์พุตของ GPS GM-82
RX (ขา 12)	เป็นขาที่รับข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอก
GND(ขา 10, 13, 16, 18)	ซึ่งทุกขาจะต่อถึงกันหมด

3.2.2 ส่วนของวงจรภาคส่ง GPS

ในส่วนนี้จะใช้เป็นวงจรสำหรับตรวจสอบสถานะของตัวรถ โดยจะใช้พอร์ต P.2.0 เป็นตัวตรวจสอบสถานะ ถ้าหากมีการบุกรุกหรือทำให้ P.2.0 ค่อยลงกราวด์จะทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งข้อความเตือนไปยังมือถือและมือถือจะทำหน้าที่ส่งไปยังผู้รับหลังจากนั้นจะรับค่าพิกัดจากโมดูล GPS ส่งไปยังเครื่องโทรศัพท์มือถือตามที่ได้กำหนดเบอร์ไว้ ในทุกๆ 25 วินาที ส่วนของวงจรมีจะทำการออกแบบให้สามารถที่จะเปลี่ยนหมายเลขโทรศัพท์ที่จะทำการส่งค่าพิกัดจากโมดูล GPS ได้ โดยการนำเครื่องโทรศัพท์เครื่องนั้นส่ง SMS ตามรหัสที่ตั้งไว้เข้ามายังหมายเลขโทรศัพท์มือถือที่อยู่ภายในรถ เพียงเท่านั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งค่าพิกัดไปยังหมายเลขนั้นๆ และยังสามารถส่งหยุดการทำงานของเครื่องขโมย พร้อมกับทำให้เครื่องขโมยค้างอยู่ตลอดเวลาได้



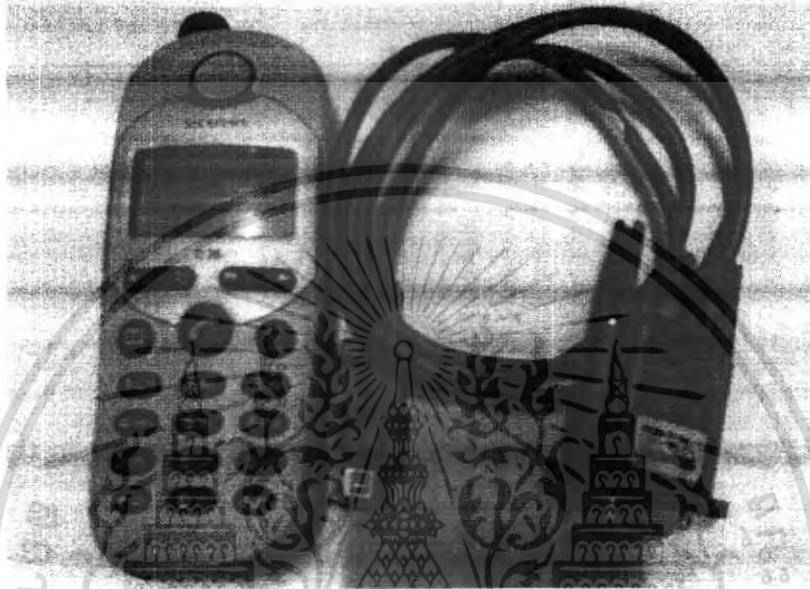
รูปที่ 3.5 วงจรส่วนของภาคส่ง GPS

จากรูปที่ 3.5 เป็นส่วนของวงจรส่วนของภาคส่ง GPS โดยมีหลักการทำงานคือ รอรับค่าลอจิก LOW ที่ PORT 2.0 จากสวิทช์ S1 ในขณะที่ S1 เปรียบเสมือนกับ ตัวตรวจจับการบุกรุกในกรณีที่ไม่มีการบุกรุก PORT 2.0 จะมีค่าเป็นลอจิก HIGHT ไมโครคอนโทรลเลอร์ทั้ง 2 ตัว จะทำการ อ่าน Message ที่อยู่ในมือถือเพื่อตรวจสอบว่าผู้ใช้งานต้องการให้ส่ง ค่าพิกัดตำแหน่งของรถ เมื่อมีการบุกรุก ไปยังหมายเลขที่ได้ตั้งค่าไว้ ถ้าหากผู้ใช้งานต้องการให้ส่งค่าพิกัดไปยังหมายเลขอื่น ให้ผู้ใช้ส่ง SMS คำว่า “S” มาจากหมายเลขนั้นเข้ามายังหมายเลขโทรศัพท์ที่อยู่ในตัวรถแล้ว ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการอ่าน SMS ที่ส่งเข้ามาใหม่ตัว ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการเช็ค SMS ที่ส่งเข้ามาถ้าหากเป็น SMS คำว่า “S” เครื่องรับที่อยู่ในตัวรถจะเปลี่ยนหมายเลขโทรศัพท์ที่จะส่งค่าพิกัดในครั้งต่อไปเป็นหมายเลขที่ส่ง SMS มานั้น ถ้าหากไม่มีการส่ง SMS เข้ามา ไมโครคอนโทรลเลอร์ จะส่งค่าพิกัดไปยังหมายเลขเริ่มต้นที่กำหนดไว้ในโปรแกรม ในกรณีที่มีการบุกรุก สวิทช์ S1 จะมีสถานะเป็นลอจิก LOW ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการส่ง SMS ว่ามีการบุกรุกไปยังหมายเลขเริ่มต้นที่กำหนดไว้ในโปรแกรม หลังจากนั้นจะทำการส่งค่าพิกัดตำแหน่งของรถในขณะนั้นออกไปเป็นระยะๆ ตามเวลาที่ได้กำหนดไว้ในโมดูล GPS โดยผู้รับสามารถ นำ SMS ที่ได้รับไปทำการพอร์ดค่าในโปรแกรมแผนที่ ในคอมพิวเตอร์ได้ แต่หากต้องการที่จะส่งให้รถยนต์ตัดการทำงาน และสั่งให้แตรของรถยนต์ดังอยู่ตลอดเวลา ให้ทำการส่ง SMS คำว่า “t” ไปยัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องรับที่อยู่ภายในตัวรถ โปรแกรมจะทำการตรวจสอบ SMS ที่ส่งมาว่าเป็นข้อที่โปรแกรมได้ตั้งไว้หรือไม่ถ้าใช่ ก็จะทำตามคำสั่งทันที และยังคงส่งค่าจีพีเอสต่อไปเรื่อย ๆ

3.2.3 ส่วนของโทรศัพท์มือถือ



รูปที่ 3.6 แสดงภาพโทรศัพท์มือถือ SIEMENS รุ่น C35

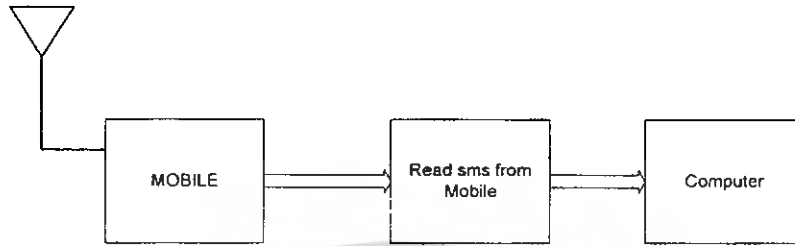
ในส่วนของโทรศัพท์มือถือที่ใช้ทดลองนี้เป็น SIEMENS รุ่น C35 โดยนำหลักการมาประยุกต์ใช้งานในการส่งข้อมูลผ่าน เช่นระบบแจ้งเหตุ หรือรายงานผลที่มีการเปลี่ยนแปลงจากพื้นที่ที่ระบบเครือข่ายการส่งข้อมูลแบบใช้สายเข้าไปไม่ถึง โดยเฉพาะในที่กั้นดงทั้งในยานพาหนะต่างๆ และในที่อื่นๆ สุดแท้แต่จะประยุกต์ให้เหมาะสม

ตารางที่ 3.3 แสดงตำแหน่งขาสัญญาณของ โทรศัพท์มือถือ SIEMENS รุ่น C35

Siemens	C25,	1	GND	
	S25,	5	TX	
	C35	6	RX	
	and S35			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

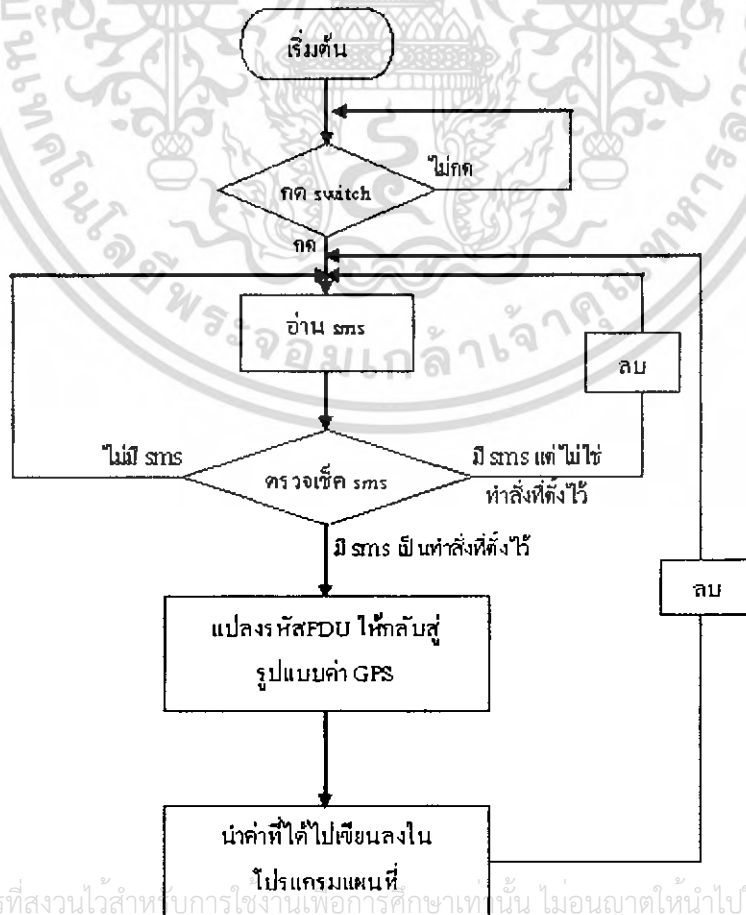
3.3 วงจรในส่วนของภาครับ



รูปที่ 3.7 ส่วนของภาครับ

ในส่วนของภาครับนี้ จะเป็นภาคที่ทำหน้าที่ รับค่า SMS จากมือถือที่ส่งเข้ามาจากระด ซึ่งในครั้งแรกจะเป็น SMS ที่บอกว่ามีการบุกรุก แล้วตามด้วยพิกัดตำแหน่งของรถ ในการจะนำค่า SMS ที่เป็นค่าพิกัดจากมือถือ ไปทำการพอร์ตนั้นจะต้องทำการแปลงรหัสที่อยู่ในรูปของ PDU Mode ให้อยู่ในรูปของ TEXT Mode เสียก่อนจึงจะสามารถนำไปทำการพอร์ต ค่าบนแผนที่ได้

แผนผังแสดงการทำงานของโปรแกรมภายในส่วนของภาครับ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของวงจรภาครับนี้ประกอบด้วย อุปกรณ์ 3 ส่วน คือ

3.3.1 ตัวโทรศัพท์มือถือ

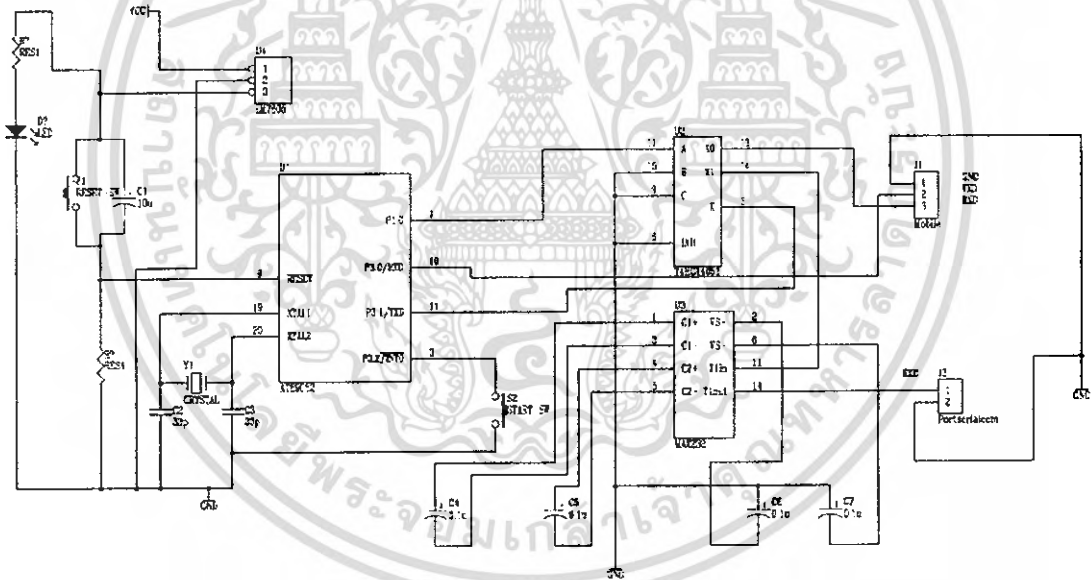
โทรศัพท์มือถือนี้ ทำหน้าที่รับ SMS ที่ส่งมาจากตัวรถ เมื่อมีการบุกรุกโดยเราวามารถใช้มือถือรุ่นใดก็ได้เพียงแค่ทำสายสัญญาณ Tx และ GND ออกมาเท่านั้น

3.3.2 ส่วนของตัวไมโครคอนโทรลเลอร์

ส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ในภาคนี้ จะมีหน้าที่เพียงสั่งให้มือถืออ่าน SMS แล้วทำการแปลง SMS ที่ได้รับจากมือถือที่อยู่ในรูปของ PDU Mode ให้อยู่ในรูปของ Text Mode และส่งไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์เท่านั้น

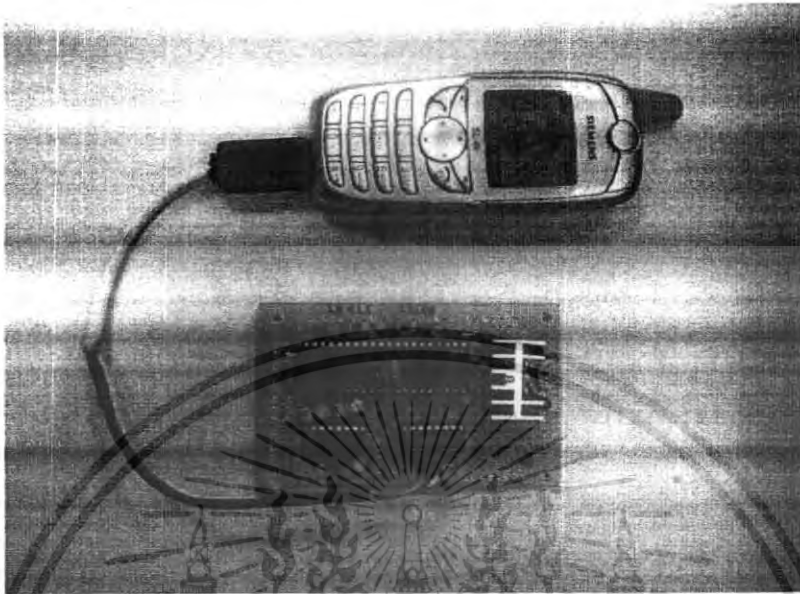
3.3.3 คอมพิวเตอร์

ส่วนของคอมพิวเตอร์นี้จะใช้ทำหน้าที่รับค่าพิกัดละติจูด และลองจิจูดมาพอร์ตลงบนแผนที่เท่านั้น



รูปที่ 3.8 แสดงส่วนของภาครับจีพีเอส

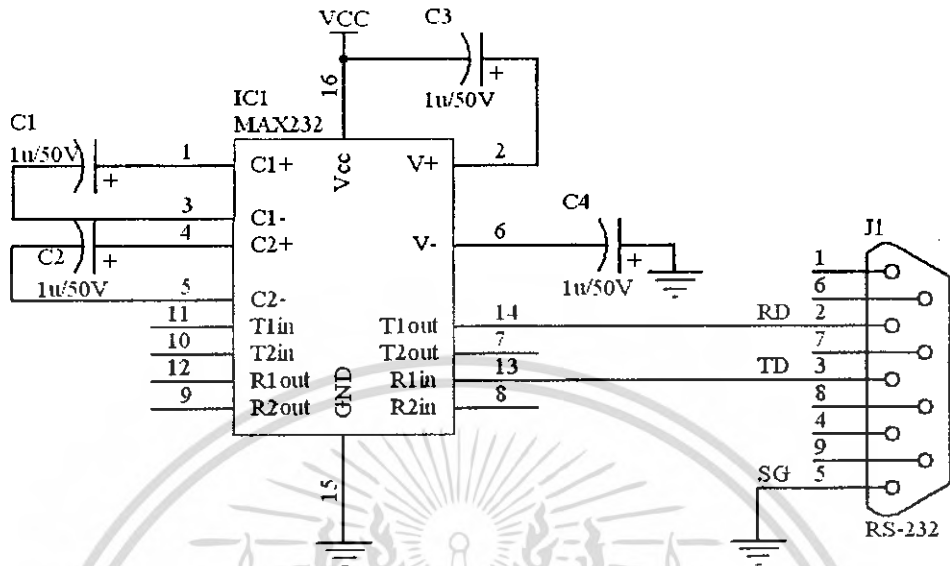
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 วงจรช่วยของภาครับ

3.4 วงจรเชื่อมต่อสัญญาณมาตรฐานแบบอาร์เอส - 232

การสื่อสารข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์กับไมโครคอนโทรลเลอร์ใช้วงจรเชื่อมต่อสัญญาณมาตรฐานแบบอาร์เอส - 232 ทำหน้าที่แปลงสัญญาณที่ส่งออกจากไมโครคอนโทรลเลอร์ไปยังพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ สำหรับโครงการนี้ได้เลือกใช้ไอซี MAX232 ทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมต่อสัญญาณมาตรฐานแบบอาร์เอส - 232 จากที่ได้กล่าวไว้ว่า การสื่อสารข้อมูลตามมาตรฐานแบบอาร์เอส - 232 จะกำหนดให้ระดับแรงดัน +3 โวลต์ถึง +25 โวลต์ แทนสัญลักษณ์ลอจิก 0 และแรงดัน -25 โวลต์ถึง -3 โวลต์ แทนสัญลักษณ์ลอจิก 1 แต่แหล่งจ่ายแรงดันในวงจรมีแรงดันสูงสุดเพียง 5 โวลต์ ดังนั้นจึงเลือกใช้ไอซี MAX232 เนื่องจากไอซีนี้ต้องการไฟเลี้ยงเพียง +5 โวลต์ เท่านั้นแต่สามารถให้สัญญาณเอาต์พุตออกมา +10 โวลต์ และ -10 โวลต์ได้ โดยใช้หลักการของวงจรทวีแรงดันขนาด 2 เท่า รูปที่ 3.7 จะเป็นการแสดงการเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับไอซี MAX232



รูปที่ 3.10 วงจรเชื่อมต่อสัญญาณมาตรฐานแบบอาร์เอส-232

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

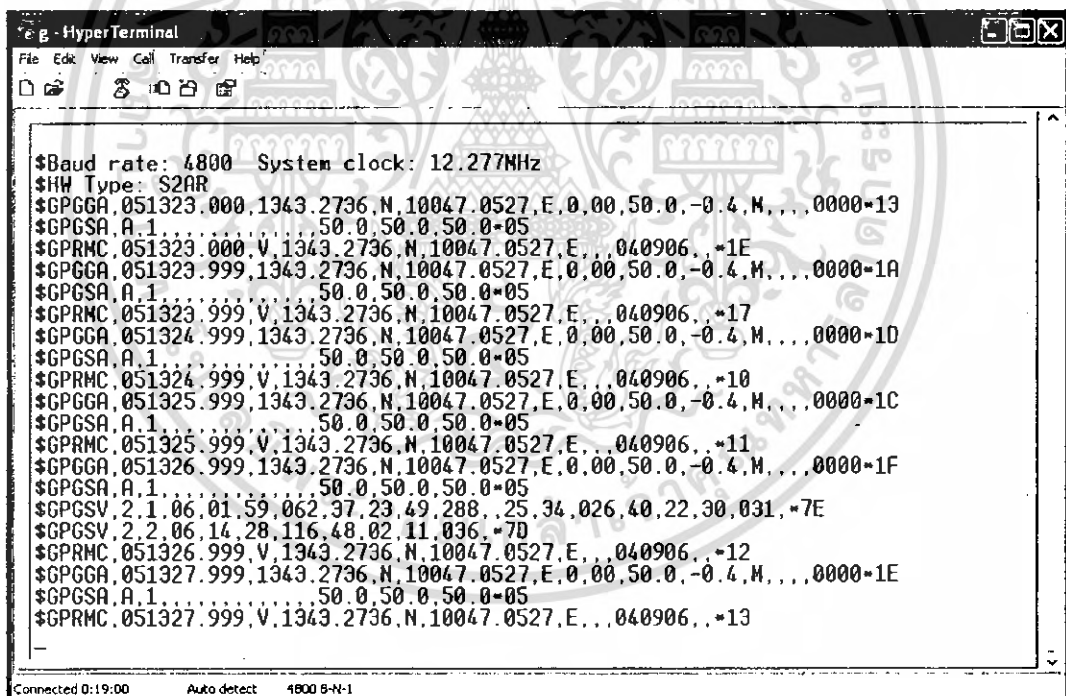
บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดการทำงานของวงจรและโปรแกรม โดยในตอนแรกจะทำการตรวจสอบว่าโมดูลจีพีเอสนั้นส่งค่าอะไรออกมาบ้าง ซึ่งจะทำการต่อโมดูลจีพีเอสกับคอมพิวเตอร์ผ่านทางไฮเปอร์เทอร์มินอลโดยใช้ MAX-232 จากนั้นจะนำข้อมูลที่ออกมาจากโมดูลจีพีเอสเข้าไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อทำการส่งเอสเอ็มเอสแล้วนำไปแสดงผลต่อไป

4.1 การตรวจสอบการทำงานของโมดูลจีพีเอส

เราทำการตรวจสอบสัญญาณที่ส่งออกมาจากโมดูลจีพีเอสโดยใช้โปรแกรม ไฮเปอร์เทอร์มินอลในการแสดงผล



```
e g - HyperTerminal
File Edit View Call Transfer Help
[Icons]
$Baud rate: 4800 System clock: 12.277MHz
$HW Type: S2AR
$GPGGA,051323.000,1343.2736,N,10047.0527,E,0.00,50.0,-0.4,M,...0000-13
$GPGSA,A,1,...50.0,50.0,50.0-05
$GPRMC,051323.000,V,1343.2736,N,10047.0527,E,.040906,.*1E
$GPGGA,051323.999,1343.2736,N,10047.0527,E,0.00,50.0,-0.4,M,...0000-1A
$GPGSA,A,1,...50.0,50.0,50.0-05
$GPRMC,051323.999,V,1343.2736,N,10047.0527,E,.040906,.*17
$GPGGA,051324.999,1343.2736,N,10047.0527,E,0.00,50.0,-0.4,M,...0000-1D
$GPGSA,A,1,...50.0,50.0,50.0-05
$GPRMC,051324.999,V,1343.2736,N,10047.0527,E,.040906,.*10
$GPGGA,051325.999,1343.2736,N,10047.0527,E,0.00,50.0,-0.4,M,...0000-1C
$GPGSA,A,1,...50.0,50.0,50.0-05
$GPRMC,051325.999,V,1343.2736,N,10047.0527,E,.040906,.*11
$GPGGA,051326.999,1343.2736,N,10047.0527,E,0.00,50.0,-0.4,M,...0000-1F
$GPGSA,A,1,...50.0,50.0,50.0-05
$GPGSV,2,1,06,01,59,062,37,23,49,288,.25,34,026,40,22,30,031,*7E
$GPGSV,2,2,06,14,28,116,48,02,11,036,*7D
$GPRMC,051326.999,V,1343.2736,N,10047.0527,E,.040906,.*12
$GPGGA,051327.999,1343.2736,N,10047.0527,E,0.00,50.0,-0.4,M,...0000-1E
$GPGSA,A,1,...50.0,50.0,50.0-05
$GPRMC,051327.999,V,1343.2736,N,10047.0527,E,.040906,.*13
-
Connected 0:19:00 Auto detect 4800 8-N-1
```

รูปที่ 4.1 สัญญาณที่ได้ออกมาจากโมดูลจีพีเอสโดยดูจากโปรแกรม ไฮเปอร์เทอร์มินอล

หลังจากนั้นทำการตั้งค่าให้โมดูลจีพีเอสส่งรูปแบบของประโยคเฉพาะที่ประโยคเราต้องการเท่านั้น ในที่นี้คือ ประโยคอาร์เอ็มซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

HyperTerminal
File Edit View Call Transfer Help
$GPRMC,150210.084,A,1343.2855,N,10047.0995,E,0.00,130906,13
$GPRMC,150211.084,A,1343.2857,N,10047.0997,E,0.00,130906,12
$GPRMC,150212.084,A,1343.2859,N,10047.0998,E,0.00,130906,10
$GPRMC,150213.084,A,1343.2860,N,10047.0998,E,0.00,130906,18
$GPRMC,150214.084,A,1343.2861,N,10047.0998,E,0.00,130906,10
$GPRMC,150215.083,A,1343.2862,N,10047.0997,E,0.00,130906,17
$$GPRMC,150235.082,A,1343.2841,N,10047.0973,E,0.00,130906,1F
$GPRMC,150236.082,A,1343.2841,N,10047.0971,E,0.00,130906,1E
$GPRMC,150237.082,A,1343.2842,N,10047.0968,E,0.00,130906,14
$GPRMC,150238.082,A,1343.2843,N,10047.0966,E,0.00,130906,14
$GPRMC,150239.082,A,1343.2844,N,10047.0963,E,0.00,130906,17
$GPRMC,150240.082,A,1343.2845,N,10047.0960,E,0.00,130906,1B
$GPRMC,150241.082,A,1343.2848,N,10047.0950,E,0.00,130906,14
$GPRMC,150242.082,A,1343.2848,N,10047.0947,E,0.00,130906,11
$GPRMC,150243.082,A,1343.2849,N,10047.0946,E,0.00,130906,10
$GPRMC,150244.082,A,1343.2850,N,10047.0944,E,0.00,130906,1D
$GPRMC,150245.081,A,1343.2851,N,10047.0942,E,0.00,130906,18
$GPRMC,150246.081,A,1343.2853,N,10047.0940,E,0.00,130906,1B
$GPRMC,150247.081,A,1343.2855,N,10047.0938,E,0.00,130906,13

```

Connected 0:00:13 Auto detect 1800 8-N-1

รูปที่ 4.2 ประโยคอาร์เอ็มซีที่ได้ออกมาจากโมดูลจีพีเอส

การทดสอบความแม่นยำของจีพีเอส

การทดสอบนี้จะทำการเก็บค่าที่อ่านได้จากโมดูลจีพีเอสทุกๆ 1 นาที เป็นเวลา 20 นาที โดยที่โมดูลจีพีเอสจะวางไว้ ณ ตำแหน่งเดิมตลอดเวลาซึ่งค่าที่ได้แสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ค่าจากโมดูลจีพีเอส ณ จุดเดียวกัน

เวลา	ละติจูด	ลองจิจูด
11.20	1343.2836 N	10047.0757 E
11.21	1343.2811 N	10047.0830 E
11.22	1343.2842 N	10047.0809 E
11.23	1343.2823 N	10047.0880 E
11.24	1343.2831 N	10047.0853 E
11.25	1343.2862 N	10047.0811 E
11.26	1343.2860 N	10047.0821 E
11.27	1343.2822 N	10047.0785 E
11.28	1343.2822 N	10047.0710 E
11.29	1343.2872 N	10047.0825 E

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

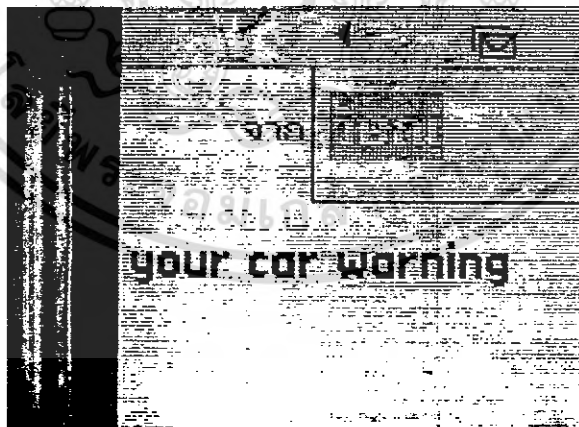
2. เมื่อรถถูกขโมย โปรแกรมจะมีการส่งข้อความเตือนมายังหมายเลขปลายทางที่เราได้ทำการตั้งค่าไว้

```

19200 - HyperTerminal
File Edit View Call Transfer Help
[Icons]
at+cmgr=1
-CMGR: 0,,20
069166661130150040B916698848979F30000703020126574820173
OK
at+cmgd=1
OK
at+cmgr=1
-CMGR: 0,,0
OK
at+cmgd=1
OK
at+cmgr=1
-CMGR: 0,,0
OK
at+cmgd=1
OK
at+cmgr=1
-CMGR: 0,,0
OK
at+cmgd=1
OK
at
at+cmgf=0
OK
at+cmgs=28
> 00110000916698848979F30000AA10F9775D0E1A87E5A07B58EE4EB8CF-
-CMGS: 203
OK
at+cmgr=1
-CMGR: 0,,0
OK
at+cmgd=1
OK
at
Disconnected Also detect 19200 0-4-1 NLM

```

รูปที่ 4.4 แสดงการส่งข้อความเตือนผ่าน ไฮเปอร์เทอร์มินอล



รูปที่ 4.5 ข้อความเตือนที่ปรากฏยังโทรศัพท์มือถือ

3. เมื่อโปรแกรมทำการส่งข้อความเตือนแล้ว ก็จะทำการส่งพิกัดของรถกลับมาที่กลับมาซึ่งหมายเลขปลายทางที่ตั้งไว้ โดยจะทำการส่งพิกัดทุก ๆ 25 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

19200 - HyperTerminal
File Edit View Call Transfer Help
[Icons]

at+cmgs=63
> 00110008916698848979F30000AA382C180C1698D05CB99C8C6565C16030980B0683C1584E160C
0683C15C30180CC62AB2582C990D1683C9582C158CD65090F0-
-CMGS: 204

OK
at+cmgr=1
-CMGR: 0,,0

OK
at+cmgd=1
OK
at
OK
at+cmgf=0
OK
at+cmg
> 00110008916698848979F30000AA382C180C2683D55CB91C8C6565C16030980B0683C1584E160C
0683C15C30180CC62AB2582C990D1683C9582C158CD6509002-
-CMGS: 205

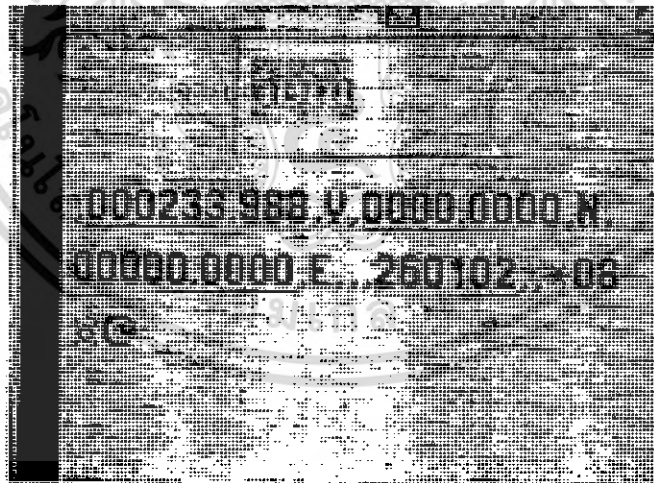
OK
at+cmgr=1
-CMGR: 0,,0

OK
at+cmgd=1
OK
at
OK
at+cmgf=0
OK
at+cmgs=63
> 00110008916698848979F30000AA382C180C269BC05C391C8E6565C16030980B0683C1584E160C
0683C15C30180CC62AB2582C990D1683C9582C158CD7509000-
-CMGS: 206

Disconnected Auto detect 19200 8-N-1 NLM
[Taskbar: start, 19200 - HyperTerminal, My Computer]

```

รูปที่ 4.6 แสดงการส่งพิกัดผ่านไฮเปอร์เทอร์มินอล



รูปที่ 4.7 พิกัดที่ปรากฏยังโทรศัพท์มือถือ

4. เมื่อเกิดความผิดพลาดขึ้น คือ โทรศัพท์มือถือหมายเลขปลายทางที่เราตั้งไว้เกิดเบตเตอร์หมด ให้ใช้เบอร์ใหม่แล้วทำการส่ง “s” (ตัวเล็ก) แล้วทำการส่งข้อความเข้าไปยังหมายเลขที่อยู่ภายในตัวรอด โปรแกรมจะทำการตรวจเช็คว่าเป็นรหัสที่ได้ตั้งไว้หรือไม่ ถ้าใช่จะทำการส่งค่าของพิกัดกลับมายังหมายเลขที่เราได้ทำการส่งข้อความไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่วิจารณ์ใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

e 19200 - HyperTerminal
File Edit View Call Transfer Help
[Icons]
at+cmgr=1
+CMGR: 0,,20
069166611301500408916698848979F30000703020126574820173

OK
at+cmgd=1
OK
at+cmgr=1
+CMGR: 0,,0

OK
at+cmgd=1
OK
at+cmgr=1
+CMGR: 0,,0

OK
at+cmgd=1
OK
at
OK
OK
at+cmgf=0
OK
at+cmgs=28
> 00110008916698848979F30000AA10F9775D0E1A87E5A07B58EE4EBBCF-
+CMGS: 203

OK
at+cmgr=1
+CMGR: 0,,0

OK
at+cmgd=1
OK
OK
at

```

รูปที่ 4.8 แสดงการเปลี่ยนหมายเลขผ่านไฮเปอร์เทอร์มินอล

5. หากเราต้องการที่จะทำการใดๆ กับตัวรถ ให้ทำการส่ง “e” (ตัวเล็ก) ไปยังหมายเลขที่อยู่ภายในรถ ซึ่งรถจะทำสองกรณี คือ ทำการดับเครื่องยนต์ และสั่งให้เครื่องยนต์อยู่ตลอดเวลา

```

e 19 - HyperTerminal
File Edit View Call Transfer Help
[Icons]
at+cmgd=1
OK
at+cmgr=1
+CMGR: 0,,0

OK
at+cmgd=1
OK
at+cmgr=1

- CMGR: 0,,0

OK
at+cmgd=1
OK
at
OK
at+cmgf=0
OK
at+cmgs=28
> 00110008916668073751F00000AA10F9775D0E1A87E5A07B58EE4EBBCF-
+CMGS: 132

OK
at+cmgr=1
+CMGR: 0,,20
069166611301500408916698848979F30000703060120381820174

OK
at+cmgd=1
OK
at
OK
-

```

รูปที่ 4.9 แสดงการตัดการทำงานผ่านทางไฮเปอร์เทอร์มินอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุป

จากการทดลองระบบระบุตำแหน่งผ่านโทรศัพท์มือถือด้วยอุปกรณ์จีพีเอสเป็นตัวช่วยบอก ว่าขณะนี้รถอยู่ที่ตำแหน่งไหน โดยประกอบไปด้วยโมดูลรับสัญญาณจีพีเอสและวงจรรินเตอร์เฟส ซีเรียลพอร์ต (serial port interface) ซึ่งในส่วนนี้จะเป็นการรับสัญญาณจีพีเอสจากดาวเทียมเช่นพิกัด ละติจูด, ลองจิจูด, วันที่และ เวลาและค่าอื่นจากนั้นจะส่งไปให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการ ประมวลผล ซึ่งเมื่อมีการกดสวิชระบบบดก็จะนำเอาข้อมูลที่ได้อัดส่งเอสเอ็มเอสไปยังหมายเลข ปลายทางเพื่อนำไปหาพิกัดบนแผนที่ต่อไป

ปัญหาที่พบในการทดลอง

1. สภาพอากาศของ โมดูลจีพีเอสจะต้องอยู่ในตำแหน่งที่มองเห็นท้องฟ้าได้ คืออยู่ภายนอกตัว อาคารถึงจะรับสัญญาณจีพีเอสจากดาวเทียม ได้ถ้าอยู่ในตัวอาคารค่าต่างๆที่รับได้จะเป็น 0 หมด
2. ความสามารถในการรับสัญญาณจีพีเอส ขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศ เช่นถ้ามีท้องฟ้ามีด คริมหรือท้องฟ้าปิดก็จะไม่สามารถรับสัญญาณจีพีเอสจากดาวเทียม ได้ ดังนั้นเครื่องรับจีพีเอสจะ ทำงานได้เมื่อท้องฟ้าเปิด
3. สัญญาณจีพีเอสที่รับมาได้ช่วงต้นนั้นอาจจะมีคลาดเคลื่อนอยู่เนื่องจากรับสัญญาณ จากดาวเทียมอยู่ไม่กี่ตัวดังนั้นจะต้องรอซักครู่หนึ่งจะได้สัญญาณจีพีเอสที่ความแม่นยำขึ้นเนื่องจาก โมดูลจะค้นหาดาวเทียมเพิ่มขึ้นเพื่อทำการบอกตำแหน่ง
4. สภาพอากาศของ โมดูลจีพีเอสนั้นค่อนข้างที่จะเสียได้ง่ายอันเนื่องมาจากการถอดเข้าถอด ออกจากตัวโมดูลจีพีเอส
5. ในการทำโปรแกรมแสดงผลพิกัดยังมีความผิดพลาดอยู่บ้างเพราะในการกำหนดพิกัด เริ่มต้นลงบนแผนที่เพื่อใช้ในการคำนวณหาตำแหน่งยังมีความคลาดเคลื่อนอยู่

แนวทางพัฒนาต่อไป

1. อาจจะนำระบบจีพีอาร์เอส มาช่วยแจ้งเตือนเพื่อให้ทราบว่าขณะนี้รถอยู่ที่ตำแหน่งใด
2. ในอนาคตอาจจะมีการนำเครื่อง POCKET_PC ที่ มาใช้งานแทนคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะมี ขนาดเล็ก สะดวกคล่องตัวมากขึ้น และสามารถที่จะพกพาไปไหนมาไหนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1. รศ.สมยศ จุณณปิยะ, “การประยุกต์ใช้งาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51”
คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2546.
2. ปริมาณณ์ เนตรวิกรม, “เครื่องส่ง SMS ผ่านมือถือ”, หนังสือเคมีอิเล็กทรอนิกส์ ฉบับ
ที่ 267/2547

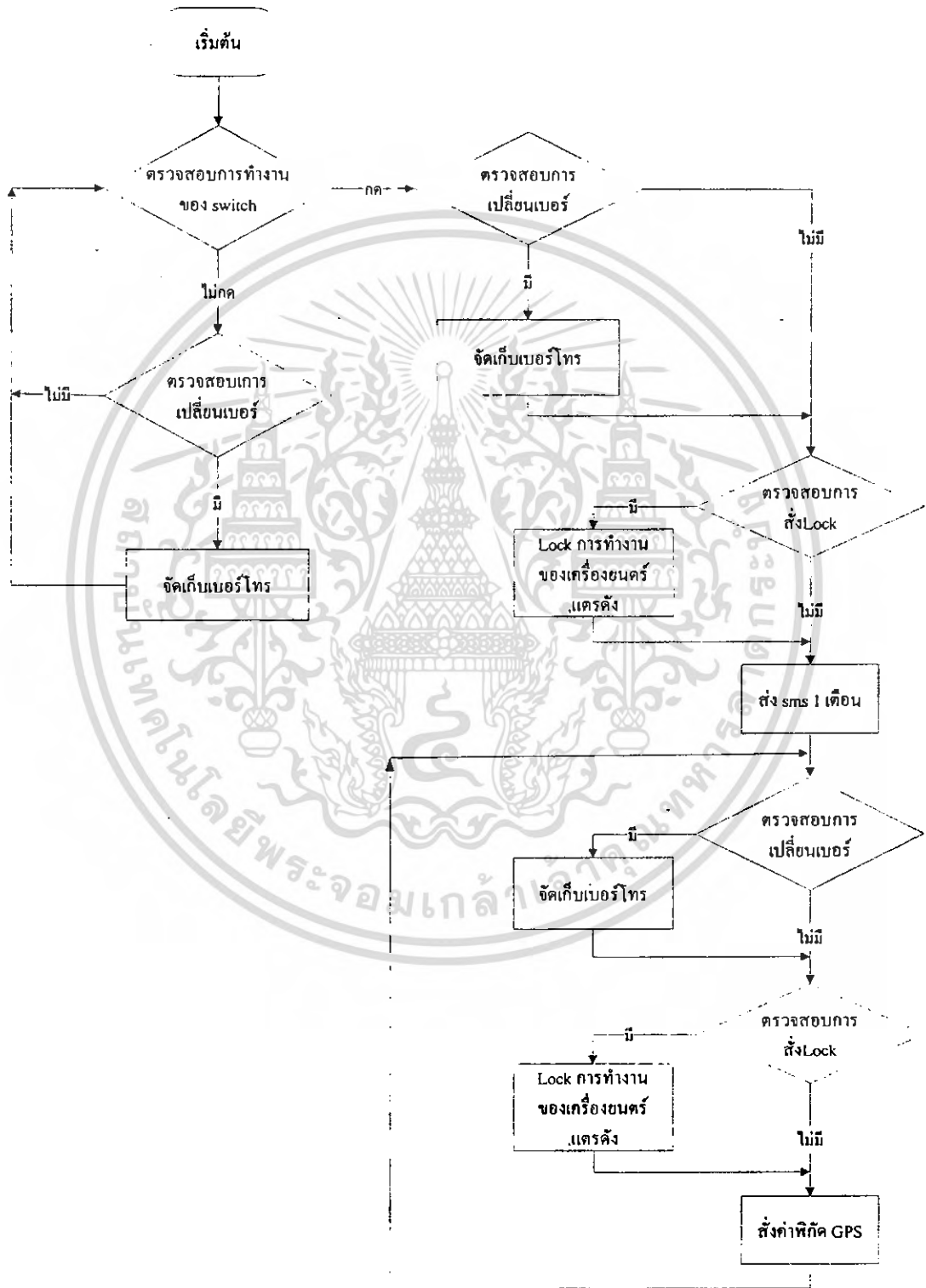


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



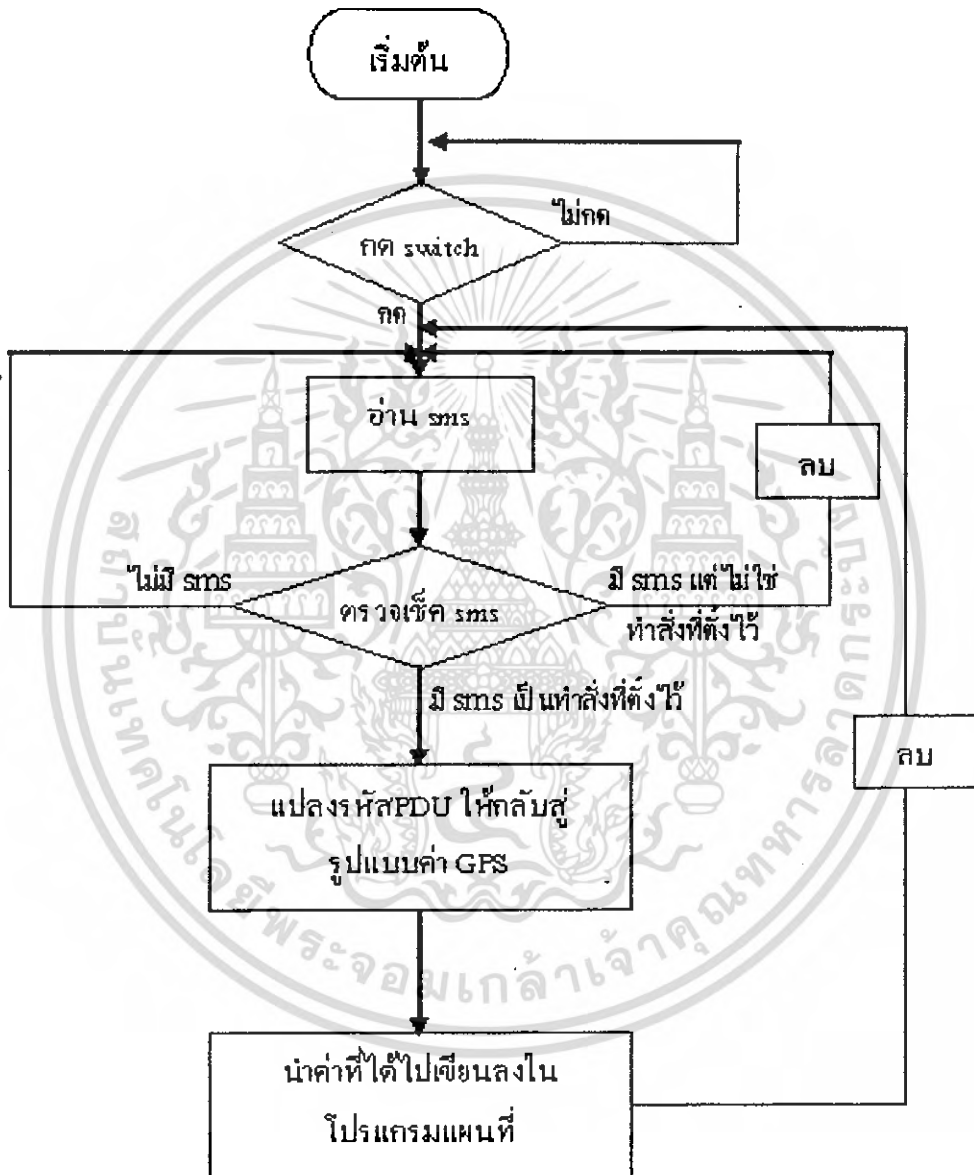
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนผังแสดงการทำงานภายในรถยนต์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนผังแสดงการทำงานภายในภาครับ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมการส่งข้อมูล

```

#include <REGX52.H>
#include <stdio.h>
unsigned char hta[14];
unsigned char gps[8];
unsigned char num=0;
unsigned char i=0;
unsigned char l=0;
unsigned char num1[12];
/*#define P0 1;*/
unsigned char number[12]="6668073751F0";

bdata unsigned char send0;
bdata unsigned char send1;
bdata unsigned char send2;
bdata unsigned char send3;
bdata unsigned char send4;
bdata unsigned char send5;
bdata unsigned char send6;
bdata unsigned char send7;

sbit a7=send0^7;
sbit b0=send1^0;

sbit c6=send1^6;
sbit c7=send1^7;
sbit d0=send2^0;
sbit d1=send2^1;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

sbit e5=send2⁵;

sbit e6=send2⁶;

sbit e7=send2⁷;

sbit f0=send3⁰;

sbit f1=send3¹;

sbit f2=send3²;

sbit g4=send3⁴;

sbit g5=send3⁵;

sbit g6=send3⁶;

sbit g7=send3⁷;

sbit h0=send4⁰;

sbit h1=send4¹;

sbit h2=send4²;

sbit h3=send4³;

sbit i3=send4³;

sbit i4=send4⁴;

sbit i5=send4⁵;

sbit i6=send4⁶;

sbit i7=send4⁷;

sbit j0=send5⁰;

sbit j1=send5¹;

sbit j2=send5²;

sbit j3=send5³;

sbit j4=send5⁴;

sbit k2=send5²;

sbit k3=send5³;

sbit k4=send5⁴;

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
sbit k5=send5^5;
```

```
sbit k6=send5^6;
```

```
sbit k7=send5^7;
```

```
sbit l0=send6^0;
```

```
sbit l1=send6^1;
```

```
sbit l2=send6^2;
```

```
sbit l3=send6^3;
```

```
sbit l4=send6^4;
```

```
sbit l5=send6^5;
```

```
sbit m1=send6^1;
```

```
sbit m2=send6^2;
```

```
sbit m3=send6^3;
```

```
sbit m4=send6^4;
```

```
sbit m5=send6^5;
```

```
sbit m6=send6^6;
```

```
sbit m7=send6^7;
```

```
sbit n0=send7^0;
```

```
sbit n1=send7^1;
```

```
sbit n2=send7^2;
```

```
sbit n3=send7^3;
```

```
sbit n4=send7^4;
```

```
sbit n5=send7^5;
```

```
sbit n6=send7^6;
```

```
unsigned char n,m,o,p,q,up,down;
```

```
unsigned char h=0x1A;
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void delay(unsigned long time)
{
    unsigned long j,k;
    for(k=0;k<time;k++)
        for(j=0;j<200;j++);
}
```

```
htau(unsigned char up)
{
    unsigned char a;
    switch(up)
    {
        case 0x00 : a='0';break;
        case 0x10 : a='1';break;
        case 0x20 : a='2';break;
        case 0x30 : a='3';break;
        case 0x40 : a='4';break;
        case 0x50 : a='5';break;
        case 0x60 : a='6';break;
        case 0x70 : a='7';break;
        case 0x80 : a='8';break;
        case 0x90 : a='9';break;
        case 0xA0 : a='A';break;
        case 0xB0 : a='B';break;
        case 0xC0 : a='C';break;
        case 0xD0 : a='D';break;
        case 0xE0 : a='E';break;
        case 0xF0 : a='F';break;
    }
    return(a);
}
```

```
htad(unsigned char down)
```

```
{    unsigned char b;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

switch(down)
{
    case 0x00 : b='0';break;
    case 0x01 : b='1';break;
    case 0x02 : b='2';break;
    case 0x03 : b='3';break;
    case 0x04 : b='4';break;
    case 0x05 : b='5';break;
    case 0x06 : b='6';break;
    case 0x07 : b='7';break;
    case 0x08 : b='8';break;
    case 0x09 : b='9';break;
    case 0x0A : b='A';break;
    case 0x0B : b='B';break;
    case 0x0C : b='C';break;
    case 0x0D : b='D';break;
    case 0x0E : b='E';break;
    case 0x0F : b='F';break;
}
return(b);
}

void main(void)
{
    while(1)
    {
        P2_4=1;
        delay(200);
        P2_4=0;
        PCON=0x80;
        TMOD=0x21;
        SCON=0x50;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

TH1=0xFD;
TL1=0xFD;
TF1=0;
TR1=1;
RI=0;
TI=1;
if(P2==0xEE)
{
    delay(40); //
    PCON=0x80;
    TMOD=0x21;
    SCON=0x50;
    TH1=0xFD;
    TL1=0xFD;
    TF1=0;
    TR1=1;
    RI=0;
    TI=1;
    printf("at+cmgr=1\r\n");
    RI=0;
    TI=0;
    for(l=0;l<12;l++)
    {
        while(~RI);
        RI=0;
        num1[l]=SBUF;
        if((num1[0]!='0')&&(num1[1]!='0'))
        {
            number[l]=num1[l];
        }
    }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    }
    TI=1;
    delay(10);
    printf("at+cmgd=1");
    printf("\r\n");
    delay(50);
    printf("at");
    printf("\r\n");
    delay(200);
    printf("at+cmgf=0");
    printf("\r\n");
    delay(200);
    printf("at+cmgs=22\r\n");
    delay(100);
    printf("0011000B91");
    delay(20);
    TI=0;
    RI=0;
    for(l=0;l<12;l++)
    {
        SBUF=number[l];
        while(~TI);
        TI=0;
    }
    TI=1;
    printf("0000AA0AE8329BFD4697D9EC37");
    delay(80);
    printf("%c",h);
    P2_4=1;
    delay(200);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        P2_4=1;
//      printf("\r");
        delay(500);
while(1)
{
        P2_4=1;
        delay(200);
        P2_4=0;
        delay(100);
        PCON=0x80;
        TMOD=0x21;
        SCON=0x50;
        TH1=0xFD;
        TL1=0xFD;
        TF1=0;
        TR1=1;
        RI=0;
        TI=1;
        printf("at+cmgr=1\r\n");
        RI=0;
        TI=0;
        for(l=0;l<12;l++)
        {
                while(~RI);
                RI=0;
                num1[l]=SBUF;
                if ((num1[0]!='0')&&(num1[1]!='0'))
                {
                        number[l]=num1[l];
                }
        }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    }
    P2_3=0;
    TI=1;
    delay(10);
    printf("at+cmgd=1");
    printf("\r\n");
    delay(50);
    printf("at");
    printf("\r\n");
    delay(200);
    printf("at+cmgf=0");
    printf("\r\n");
    delay(100);
    printf("at+cmgs=76\r\n");
    delay(100);
    printf("0011000B91");
    delay(70);
    TI=0;
    RI=0;
    for(l=0;l<12;l++)
        SBUF=number[l];
    while(~TI);
    TI=0;
}
TI=1;
printf("0000AA48");
delay(100);
q=1;
while(q)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

{
    PCON=0x00;
    TH1=0xFA;
    TL1=0xFA;
    TI=0;
    RI=0;
    for(i=0;i<1;i++)
    {
        while(~RI);
        RI=0;
        gps[i]=SBUF;
        if(gps[i]=='$'){q=0;}
    }
    for(p=0;p<9;p++)
    {
        PCON=0x00;
        TH1=0xFA;
        TL1=0xFA;
        TI=0;
        RI=0;
        for(i=0;i<8;i++)
        {
            while(~RI);
            RI=0;
            gps[i]=SBUF;
        }
    }
    m=0;o=0;
    send0=gps[m]; m++;
    send1=gps[m]; m++;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

send2=gps[m]; m++;
send3=gps[m]; m++;
send4=gps[m]; m++;
send5=gps[m]; m++;
send6=gps[m]; m++;
send7=gps[m]; m++;
for(n=0;n<7;n++)
{
switch(n)
{
case 0 : a7=b0; send1=send1>>1; m=m-8; gps[m]=send0; up=send0&0xF0; hta[o]=htau(up);
o++; down=send0&0x0F; hta[o]=htad(down);o++; m++; gps[m]=send1;
break;
case 1 : d0=c6;
c7=d1; send2=send2>>2; gps[m]=send1; up=send1&0xF0; hta[o]=htau(up); o++;
down=send1&0x0F; hta[o]=htad(down);o++; m++; gps[m]=send2;
break;
case 2 : e5=f0;
e6=f1;
e7=f2; send3=send3>>3; gps[m]=send2; up=send2&0xF0; hta[o]=htau(up); o++;
down=send2&0x0F; hta[o]=htad(down);o++; m++; gps[m]=send3;
break;
case 3 : g4=h0;
g5=h1;
g6=h2;
g7=h3; send4=send4>>4; gps[m]=send3; up=send3&0xF0; hta[o]=htau(up); o++;
down=send3&0x0F; hta[o]=htad(down);o++; m++; gps[m]=send4;
break;
case 4 : i3=j0;
i4=j1;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

i5=j2;
i6=j3;
i7=j4; send5=send5>>5; gps[m]=send4; up=send4&0xF0; hta[o]=htau(up); o++;
        down=send4&0x0F;hta[o]=htad(down);o++; m++; gps[m]=send5;
break;
case 5 : k2=10;
        k3=11;
        k4=12;
        k5=13;
        k6=14;
        k7=15; send6=send6>>6; gps[m]=send5; up=send5&0xF0; hta[o]=htau(up); o++;
        down=send5&0x0F;hta[o]=htad(down);o++; m++; gps[m]=send6;
break;
case 6 : m1=n0;
        m2=n1;
        m3=n2;
        m4=n3;
        m5=n4;
        m6=n5;
        m7=n6; send7=send7>>7; gps[m]=send6; up=send6&0xF0; hta[o]=htau(up); o++;
        down=send6&0x0F;hta[o]=htad(down); m++; gps[m]=send7; m++;
break;
}
}

```

```
PCON=0x80;
```

```
TH1=0xFD;
```

```
TL1=0xFD;
```

```
RI=0;
```

```
TI=0;
```

```
for(i=0;i<14;i++)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    {
        SBUF=hsta[i];
        while(~TI);
            TI=0;
    }

}

printf("%c",h);
printf("\r");
P2_3=1;
TI=1;
delay(20);
printf("\n");
}
}
printf("at+cmgr=1\r\n");
TI=0;
RI=0;
for(l=0;l<12;l++)
{
    while(~RI);
    RI=0;
    num1[l]=SBUF;
    if((num1[0]!='0')&&(num1[1]!='0'))
    {
        number[l]=num1[l];
    }
    //SBUF=number[l];
}

delay(10);
TI=1;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

printf("at+cmgd=1\r\n");
delay(1000);          ////////////////
}
}

```

โปรแกรมการอ่านข้อมูล

```

#include <REG51F.H>
#include <stdio.h>
unsigned char dat[80];
unsigned char i=0;
void delay(unsigned long time)
{
    unsigned long j,k;
    for(k=0;k<time;k++)
        for(j=0;j<200;j++);
}
void main(void)
{
    PCON=0x80;
    TMOD=0x21;
    SCON=0x50;
    TH1=0xFD;
    TL1=0xFD;
    TF1=0;
    TR1=1;
    TI=0;
    RI=0;
    while(1)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

for(i=0;i<80;i++)
{
    while(~RI);
    RI=0;
    dat[i]=SBUF;
    TI=0;
    if(dat[22]=='0')
    {
        TI=1;
        delay(100);
        printf("000000000000");
        goto ww;
    }
    if((dat[78]=='7')&&(dat[79]=='3'))
    {
        delay(50);
        for (i=46;i<58;i++)
        {
            TI=0;
            SBUF=dat[i];
            while(~TI);
            TI=0;
        }
        goto ww;
    }
}

/*    if((dat[78]!='7')&&(dat[79]!='3'))
{    */

    TI=1;
    delay(50);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
printf("000000000000");  
// }  
}  
ww:  
while(0);  
delay(100);  
}
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้