สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การบอกพิกัดบนแผนที่โดยใช้จีพีเอส

GPS FOR MAPPING

โดย

นายนันทวัฒน์ เพชรมณี

นายประพันธ์ เผือกหนู

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....55462
วัน,เดือน,ปี.....- 9 พ.ค. 2548

.....6.....
.....1.....

การบอกพิกัดบนแผนที่โดยใช้จีพีเอส

GPS FOR MAPPING

โดย

นายนันทวัฒน์ เพชรมณี 44015197

นายประพันธ์ เผือกหนู 44015203

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร. สมศักดิ์ ชุ่มช่วย

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2546

ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การบอกพิกัดบนแผนที่โดยใช้จีพีเอส

ผู้จัดทำ

1. นายนันทวัฒน์ เพชรมณี

2. นายประพันธุ์ เผือกหนู

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(.....)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงานภาษาไทย การบอกพิกัดบนแผนที่โดยใช้จีพีเอส

ชื่อโครงงานภาษาอังกฤษ GPS FOR MAPPING

นายนันทวัฒน์ เพชรมณี 44015197

นายประพันธุ์ เผือกหนู 44015203

โครงงานนี้ได้รับการตรวจสอบแล้ว พร้อมที่จะทำการสอบได้

.....

(.....)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การบอกพิกัดบนแผนที่โดยใช้จีพีเอส

นายนันทวัฒน์ เพรชมณี
นายประพันธุ์ เผือกหนู
รศ.ดร.สมศักดิ์ ชุ่มช่วย อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2546

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการนำเสนอ การศึกษาการนำเครื่องรับจีพีเอสไปใช้งาน โดยเป็นการศึกษาข้อมูลที่เป็นค่าเวลาในพิกัดมาตรฐานและค่าพิกัดตำแหน่งในลักษณะของละติจูด,ลองติจูดของเครื่องรับจีพีเอสโดยทำการอ่านและเก็บค่าพิกัดตำแหน่ง ณ จุดต่างๆแต่ละจุดเพื่อไว้ใช้เป็นฐานข้อมูล จากนั้นจะทำรับค่าจากเครื่องรับจีพีเอสที่จุดใดๆไปเก็บไว้ในหน่วยความจำ EEPROM เพื่อนำไปเปรียบเทียบฐานข้อมูลซึ่งจะบอกได้ว่าเป็นสถานที่ใด สามารถใช้งานเป็นดาต้าล็อคเกอร์(Data Locker) ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GPS FOR MAPPING

Mr. Nuntavat Petchmanee

Mr. Prapan Phauknoo

Assist.Prof.Dr. Somsak Chumchau(advisor)

Education Year 2003

ABSTRACT

This thesis is presented on about the research of GPS receiver.It's emphasized on the data of time's standard coordination and a specify of position coordination in term of the GPS receiver's latitude and longitude by reading and maintaining its coordination at any distrant spots to keep it as database.Then it will also receive data from other GPS receivers and transfer those data into EEPROM's memory.The transferring data will be compared with the database that it will obviously remark the source of data and it can be used as a Data Locker as well.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
ABSTRACT	II
สารบัญ	III
สารบัญรูป	V
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับ GPS	2
2.1 ความเป็นมาของระบบ GPS	2
2.2 ระบบGPS ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ	3
2.2.1 ภาคอวกาศ(Space spacc)	3
2.2.2 สถานีควบคุมภาคพื้นดิน(Control Segment)	3
2.3 แนวความคิดในการระบุพิกัดของGPS	4
2.4 การอ้างอิงโดยเอลลิปซอยด์ (Reference Ellipsoids)	9
2.5 ระบบพิกัดอ้างอิงที่ใช้งานทั่วไป (Global Coordinate System)	10
2.6 การวัดระยะห่างจากดาวเทียมถึงเครื่องรับสัญญาณ	12
2.7 โครงสร้างของข้อมูลที่ส่งจากดาวเทียม GPS	12
2.8 การให้บริการของระบบจีพีเอส	14
2.8.1 การให้บริการที่มีความแม่นยำสูง	14
2.8.2 การให้บริการตามรูปแบบมาตรฐาน	14
2.9 ความถี่ที่ดาวเทียมจีพีเอสส่งมายังพื้นโลก	14
2.10 การแยกรหัสในเครื่องรับ (Code Phase Tracking)	15
2.11 การนำร่องโดยใช้การวัดระยะทางแบบซูโด	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3 วงจรที่สำหรับต่อใช้งาน **19**

3.1 วงจรแหล่งจ่ายไฟสำหรับเครื่องรับจีพีเอส 19

3.2 วงจรที่ใช้สำหรับอ่านและเก็บค่าจากเครื่องรับ 21

3.3 ตารางแสดงค่าพิกัดตำแหน่ง ณ จุดต่างๆ 22

3.4 ตัวอย่างรูปแบบประโยคของ NMEA 0183 23

บทที่4 หลักการและการออกแบบโปรแกรมเก็บข้อมูล **24**

4.1 กล่าวนำ 24

4.2 อีอีพรอม 24

4.2.1 ขารับข้อมูล (SDA:serial data) 24

4.2.2 ขาสัญญาณคล็อก (SCL:serial clock) 24

4.3 การกำหนดแอดเดรส 24

4.3.1 คอนโทรล ไบท์ 24

4.3.2 การเขียนข้อมูล 25

4.3.3 การอ่านข้อมูล 26

4.4 หลักการรับข้อมูล 26

4.5 โฟลว์ชาร์ทการรับข้อมูลจากจีพีเอส 27

4.6 โปรแกรมย่อยเขียนข้อมูล 28

4.7 โปรแกรมย่อยอ่านข้อมูล 29

บทที่5 สรุปและวิจารณ์ผลการทดสอบ **30**

5.1 ผลการทดลอง 30

5.2 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง 31

5.3 ปัญหาและอุปสรรคในการทำงาน 32

ภาคผนวก **33**

กิตติกรรมประกาศ **99**

บรรณานุกรม **100**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่2.1 ดาวเทียม 24 ดวงในระบบ GPS	2
รูปที่2.2 ตัวอย่างการหาพิกัดตำแหน่งของผู้ใช้ ก บนแกน 1 มิติ ข บนแกน 2 มิติ	4
รูปที่2.3 แสดงการหาความยาวของ Yเมื่อทราบความยาวของ X,Z และมุมต่าง ๆ	4
รูปที่2.4 การหาพิกัดในระบบ GPS	5
รูปที่2.5 การหาพิกัดในระบบ GPS	5
รูปที่2.6 แสดงการตัดกันของทรงกลมสองทรงกลม	6
รูปที่2.7 แสดงการตัดกันของทรงกลมสามทรงกลม	6
รูปที่2.8 แสดงจุดตัดกันของดาวเทียม A และ B	7
รูปที่ 2.9 แสดงจุดตัดกันของดาวเทียม A และ B ในกรณีที่เวลาผิดพลาดไป	8
รูปที่ 2.10 แสดงจุดตัดกันอย่างถูกต้องของดาวเทียม A,B และ C	8
รูปที่ 2.11 ตัวแปรของเอลลิพซอยด์ที่กำหนดตามมาตรฐานของ WGS – 84	9
รูปที่ 2.12 แสดงการกำหนดเส้นไพรม์ เมอริเดียนและเส้นอีเควเตอร์	10
รูปที่ 2.13 แสดงการกำหนดพิกัดแบบ ละติจูด ลองติจูด และความสูง	11
รูปที่ 2.14 แสดงการกำหนดพิกัดแบบ ละติจูด ลองติจูด และความสูง	11
รูปที่ 2.13 โครงสร้างของข้อมูลที่ส่งจากดาวเทียม GPS	13
รูปที่ 2.14 แสดงการเปลี่ยนจากพิกัด ECEF XYZ พิกัดทางภูมิศาสตร์	18
รูปที่ 3.1 แสดงวงจรแหล่งจ่ายไฟสำหรับเครื่องรับ	19
รูปที่ 3.2 แสดงหน้าต่างการรับประโยคจากเครื่องรับจีพีเอส	20
รูปที่ 3.3 วงจรที่ใช้ในการอ่านและเก็บค่าพิกัดตำแหน่ง	21
รูปที่ 3.4 แสดงวงจรสวิทซ์สำหรับใช้เลือกเมนูคำสั่ง	21
รูปที่ 4.1 แสดงการส่งข้อมูลบนบัส	24
รูปที่ 4.2 Control Byte	25
รูปที่ 4.3 การกำหนดแอดเดรสข้อมูล	25
รูปที่ 4.3 การเขียนข้อมูล	25
รูปที่ 4.4 การอ่านข้อมูล	26
รูปที่ 4.5 ประโยคที่รับจาก จีพีเอส	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.6 โฟลว์ชาร์ทการรับข้อมูล	27
รูปที่ 4.7 โฟลว์ชาร์ทการเขียนข้อมูล	28
รูปที่ 4.8 โฟลว์ชาร์ทการอ่านข้อมูล	29
รูปที่ 5.1 แสดงผลการเก็บข้อมูล	30
รูปที่ 5.2 แสดงลักษณะข้อมูลที่เก็บ	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 แสดงการกำหนดรหัส C/A	16
ตารางที่ 3.1 แสดงตารางเก็บค่าพิกัดตำแหน่ง ณ สถานที่ต่างๆเพื่อใช้เป็นฐานข้อมูล	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

เครื่องรับจีพีเอสเป็นอุปกรณ์ที่มีประโยชน์และนำไปใช้งานได้อย่างกว้างขวางมาก ไม่ว่าจะเป็น ระบบนำร่องของรถยนต์, การป้องกันรถยนต์สูญหาย, การบอกตำแหน่งเพื่อป้องกันการหลงทาง เป็นต้น ดังนั้นการศึกษาการใช้งานจึงเป็นประโยชน์อย่างมากเพื่อที่เราจะสามารถนำไปใช้งานได้จริง

โครงงานนี้จึงเป็นการนำเสนอการศึกษาและการนำเครื่องรับจีพีเอสไปใช้งาน ซึ่งเนื้อหาจะประกอบด้วย ทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวกับเครื่องรับจีพีเอส วงจรที่ใช้ในการเชื่อมต่อ รวมทั้งแนวคิดและการออกแบบโปรแกรม โดยเป็นการศึกษาข้อมูลที่เป็นค่าเวลาและพิกัดตำแหน่ง(ละติจูด,ลองติจูด) ของเครื่องรับโดยทำการอ่านและเก็บค่าพิกัดตำแหน่ง ณ จุดต่างๆแต่ละจุดเพื่อไว้ใช้เป็นฐานข้อมูล จากนั้นจะทำรับค่าจากเครื่องรับจีพีเอสที่จุดใดๆไปเก็บไว้ในหน่วยความจำเพื่อนำไปเปรียบเทียบฐานข้อมูลซึ่งจะบอกได้ว่าเป็นสถานที่ใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่2
ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับ GPS

2.1 ความเป็นมาของระบบGPS

ระบบGPS ย่อจากคำเต็มๆ ว่า Global Position System ถอดความตามศัพท์ได้ว่าเป็นระบบที่ใช้ระบุตำแหน่งบนพื้นผิวโลก โดยเป็นเทคโนโลยีที่ใช้ระบุถึงตำแหน่งบนพื้นผิวโลกได้แม่นยำไม่ว่าในเวลาหรือสภาพอากาศแบบใด การทำงานของระบบอาศัยการทำงานของดาวเทียมซึ่งโครจรอยู่เหนือพื้นโลก ระบบดาวเทียมที่ใช้ในระบบนำร่องเต็มระบบมีอยู่ 24 ดวง โดยทั้หมดโครจรอยู่เหนือพื้นโลกด้วยระยะห่าง 26,560 กิโลเมตร การโคจร 1 รอบ กินเวลา 11.967ชั่วโมง ดาวเทียมทั้งหมดถูกควบคุมเส้นทางการโครจรจากสถานีภาคพื้นดิน ดาวเทียมเหล่านี้จะทำหน้าที่ส่งสัญญาณความถี่สูงมายังพื้นผิวโลก สัญญาณที่มีอยู่นี้ไม่ว่าใครก็ตามที่มีเครื่องรับสัญญาณ GPS (GPS receiver) สัญญาณที่รับได้เมื่อนำมาผ่านการคำนวณ การถอดรหัส จะทำให้ผลลัพออกมาเป็นค่าพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลกที่เครื่องรับตั้งอยู่ไม่ว่าขณะเวลาใดเครื่องรับสามารถรับสัญญาณจากดาวเทียมได้อย่างน้อย 4 ดวง ซึ่งเป็นจำนวณมากพอที่จะคำนวณหาพิกัดบนพื้นผิวโลกได้

รูปที่ 2.1 ดาวเทียม 24 ดวงในระบบ GPS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ระบบGPS ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

2.2.1 ภาคอวกาศ(Space space)

การทำงานของระบบ GPS ในภาคอวกาศ ประกอบด้วยกลุ่มของดาวเทียมซึ่งจะโคจรรอบโลกตลอดเวลา และการกระจายสัญญาณดาวเทียมเหล่านั้น ซึ่งเป็นกุญแจที่สำคัญในการได้มาซึ่งพิกัดอยู่บนโลก ความเร็วในการเคลื่อนที่ และค่าเวลาหน้าที่พื้นฐานของดาวเทียมเหล่านี้

2.2.1.1 การรับและเก็บสำเนาข้อมูลที่เก็บมาจากส่วนควบคุมภาคพื้นดิน

2.2.1.2 ควบคุมและรักษาความแม่นยำของเวลาโดยใช้ค่าเฉลี่ยที่ได้จากนาฬิกาอะตอมในดาวเทียมเอง

2.2.1.3 ส่งข้อมูลและสัญญาณไปยังผู้ใช้ด้วยความถี่พาหะ 2 ค่าในย่าน L

2.2.1.4 การโคจรทั่วโลกเพื่อส่งสัญญาณทั่วโลก

2.2.2 สถานีควบคุมภาคพื้นดิน(Control Segment)

สถานีการควบคุมภาคพื้นดินที่ตั้งกระจายอยู่บนภูมิภาคต่างๆ ของโลกหน้าที่ของสถานีควบคุมภาคพื้นดินก็คือการตรวจสอบการทำงาน ตำแหน่งที่อยู่ และวงโคจรของดาวเทียม GPSว่าทั้งหมดถูกต้องอย่างที่ควรเป็นหรือไม่ สำหรับสถานีภาคพื้นดิน 5 แห่ง ได้แก่ เกาะฮาวาย (hawaii) และ กวาจาลิน (Kwajalein) ดิเอโกการ์เซีย เกาะแอสเซนชัน และที่โคโรลาโดสปริง โดยทั้งหมดมีหน้าที่ควบคุมดังนี้

2.2.2.1 เป็นสถานีรับข้อมูลโดยข้อมูลที่รับได้จะถูกส่งไปยังสถานีควบคุมหลักที่ โคโรลาโด

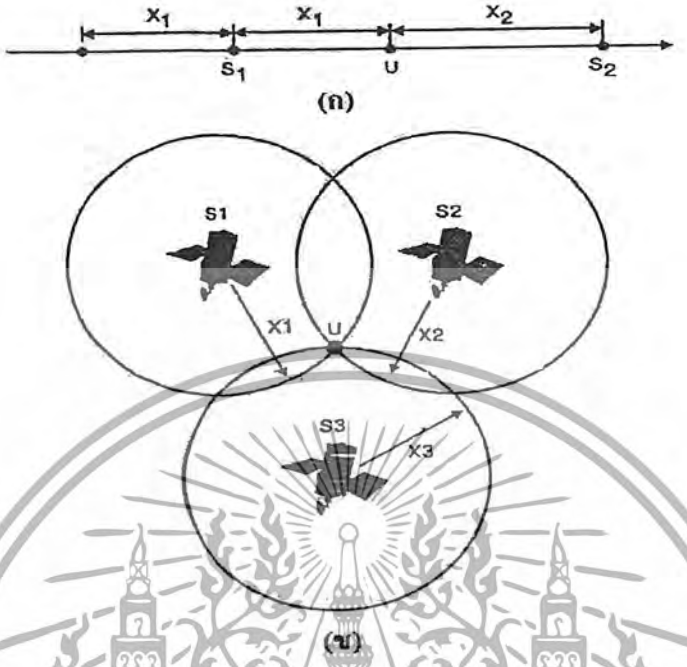
2.2.2.2 สถานีควบคุมหลักมีหน้าที่ประมวลผลข้อมูลเพื่อหาพิกัดตำแหน่งที่ถูกต้องบนเส้นทางโคจรและค่าเวลาของดาวเทียมเพื่อควบคุมแก้ไขการทำงานต่างๆให้มีความถูกต้องตลอดเวลา

2.2.2.3 สถานีควบคุมทั้ง 3 แห่ง ทำหน้าที่สำหรับการอัพลิงค์ข้อมูลต่างๆไปยังดาวเทียมข้อมูลที่กล่าวถึงได้แก่ข้อมูลเส้นทางโคจรและค่าเวลา

2.2.2.4 ภาคผู้ใช้หรือเครื่องรับสัญญาณ

ส่วนนี้ของระบบ GPS เป็นส่วนที่อยู่ใกล้ตัวเรามากที่สุดเครื่องรับสัญญาณจะทำหน้าที่ตรวจจับสัญญาณจากดาวเทียม GPS และนำค่าที่ได้ซึ่งเป็นพิกัดตำแหน่งและเวลามาตราฐาน ณ จุดที่เครื่องรับอยู่ในขณะนั้น

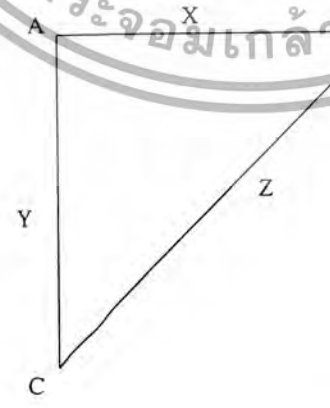
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่2.2 ตัวอย่างการหาพิกัดตำแหน่งของผู้ใช้ ก บนแกน 1 มิติ ข บนแกน 2 มิติ

2.3 แนวความคิดในการระบุพิกัดของGPS

กลไกการทำงานของระบบนำร่องด้วยดาวเทียม GPS อยู่บนพื้นฐานที่เรียกว่า Position-ranges ด้วยการใช้ทฤษฎีเรขาคณิตเพื่อใช้หาพิกัดจริงบนโลก ตัวอย่างง่ายๆดังนี้

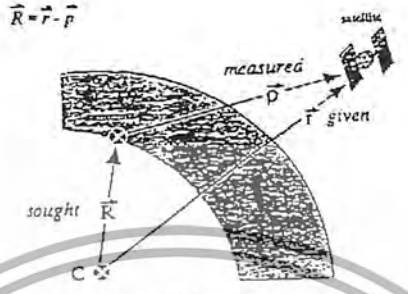


$$Y^2 = Z^2 - x^2$$

รูปที่2.3 แสดงการหาความยาวของ Yเมื่อทราบความยาวของ X,Z และมุมต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

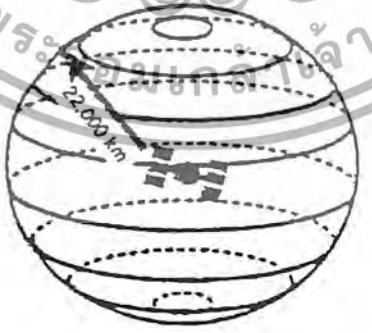
ทำนองเดียวกัน จะอาศัยแนวคิดนี้ในการกำหนดพิกัดบนพื้นผิวโลกของระบบจีพีเอสได้ ดังรูปที่2.3



รูปที่2.4 การหาพิกัดในระบบGPS

จากรูปถือว่าจุด C เป็นศูนย์กลางของโลก สายอากาศ (antenna) อยู่ที่พื้นผิวโลก ดาวเทียมลอยอยู่เหนือพื้นผิวโลก เครื่องรับที่ต่ออยู่กับสายอากาศสามารถวัดได้ว่า ดาวเทียมอยู่ห่างจากสายอากาศเท่าใด (P) และดาวเทียมส่งข้อมูลมาบอกเครื่องรับว่า ตัวมันห่างจากจุด C เท่าใด (r) ตัวเครื่องรับก็จะหาได้ว่าตำแหน่งของสายอากาศอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางของโลกเท่า โดยอาศัยสมการทางคณิตศาสตร์เข้าช่วย คือ $R = r - P$ (เป็นเวกเตอร์)

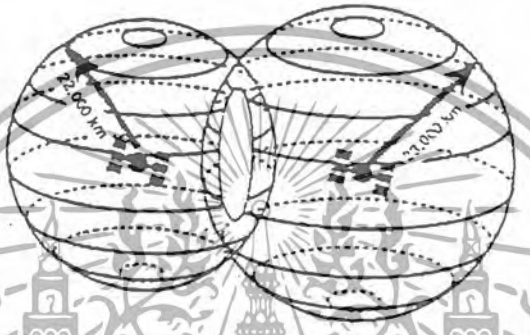
ประเด็นต่อมา คือ เครื่องรับมีหลักการในการวัดระยะห่างระหว่างตัวมันกับดาวเทียมอย่างไร ในช่วงแรกขอสมมุติว่า ดาวเทียมดวงแรกโคจรอยู่เหนือพื้นโลก 22,000 กิโลเมตร ดังรูปที่2.5



รูปที่2.5 การหาพิกัดในระบบ GPS

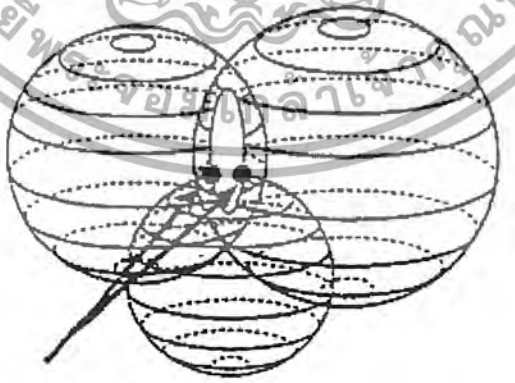
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.5 จะเห็นว่าเครื่องรับที่อยู่บนพื้นผิวโลก อาจจะอยู่ที่บริเวณใดก็ได้บนพื้นผิวทรงกลมที่สร้างขึ้นมาล้อมรอบดาวเทียม เพราะเราไม่รู้ว่าที่จุดใดของทรงกลมแตะอยู่กับพื้นผิวโลก รู้แต่เพียงว่าจะมีอยู่จุดหนึ่งเท่านั้นที่สัมผัสกับพื้นผิวโลก ถ้ามีดาวเทียมอีกดวงหนึ่งโคจรอยู่เหนือพื้นดิน 23,000 กิโลเมตร เราก็จะสามารถสร้างทรงกลมได้อีกลูกหนึ่ง ถ้าทรงกลมทั้งสองมีการตัดกัน ผลที่ได้จะเป็นวงกลมเล็ก ๆ เกิดขึ้น เครื่องรับน่าจะอยู่ที่ใดที่หนึ่งในวงกลมนี้ ซึ่งยังคงเป็นพื้นที่ที่กว้างเกินไป



รูปที่2.6 แสดงการตัดกันของทรงกลมสองทรงกลม

ถ้ามีดาวเทียมอีกดวงเป็นดวงที่สามโคจรอยู่เหนือพื้นโลก 24,000 กิโลเมตร ก็สามารถสร้างทรงกลมได้อีกลูกหนึ่ง ถ้าทรงกลมทั้งสามมีการตัดกันผลที่ได้จะเป็นจุดสองจุดที่ขอบของวงกลมเล็ก ๆ เครื่องรับน่าจะอยู่จุดใดจุดหนึ่งในสองจุดนี้ แต่จะมีจุดเดียวเท่านั้นที่เป็นไปได้ในทางทฤษฎี (ซึ่งสามารถคำนวณได้โดยอาศัยคณิตศาสตร์เข้าช่วย)

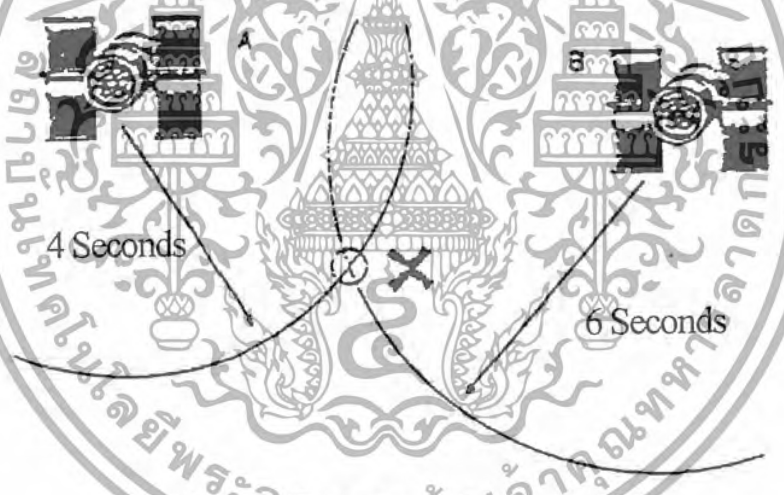


รูปที่2.7 แสดงการตัดกันของทรงกลมสามทรงกลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเด็นถัดมาลองมาดูว่า ตัวเครื่องรับสัญญาณจะรู้ว่าดาวเทียมอยู่ห่างจากสายอากาศของเครื่องรับเป็นระยะทางเท่าใดได้ อย่างไร โดยหลักการแล้ว ถือว่าคลื่นเดินทางจากดาวเทียมมายังเครื่องรับด้วยความเร็วเท่ากับความเร็วแสง ดังนั้นถ้าสมมุติว่า ดาวเทียมส่งข้อมูล ABC ออกมาจากดาวเทียมเมื่อเวลา 8.00 นาฬิกา แล้วเครื่องรับรับข้อมูล ABC ได้เวลา 8.01 นาฬิกา แสดงว่าข้อมูลใช้เวลาเดินทางจากดาวเทียมมายังสายอากาศใช้เวลา 1 นาที เมื่อนำค่านี้คูณด้วยความเร็วของแสง ก็จะทำให้ได้ระยะทางออกมาเช่นเดียวกัน

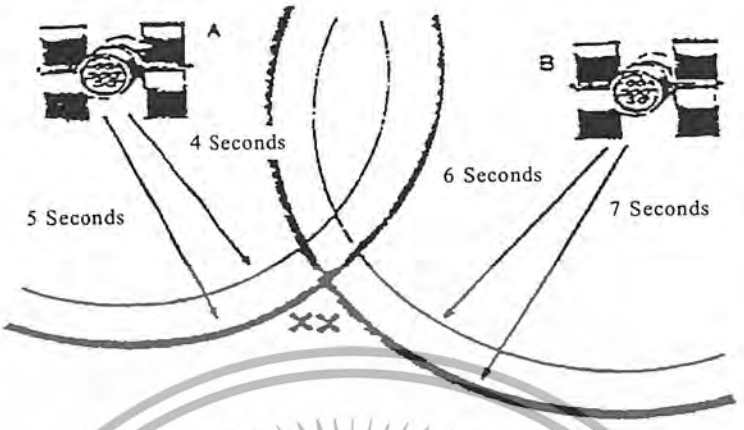
ดังนั้นแทนที่เราจะบอกเป็นระยะทางว่าดาวเทียมโคจรอยู่สูงจากพื้นผิวโลกกี่กิโลเมตร เราอาจบอกเป็นเวลาก็ได้ เช่น ดาวเทียมสองดวงอยู่ห่างจากสายอากาศ 4 และ 6 วินาที เพื่อให้ง่ายขึ้นจะมองทรงกลมที่สมมุติขึ้นมาล้อมรอบดาวเทียมแต่สองมิติเป็นวงกลมล้อมรอบดาวเทียม A และ B และสมมุติว่าเกิดจุดตัวกันออกมาที่จุด X ดังรูปที่ 2.8



รูปที่2.8 แสดงจุดตัดกันของดาวเทียม A และ B

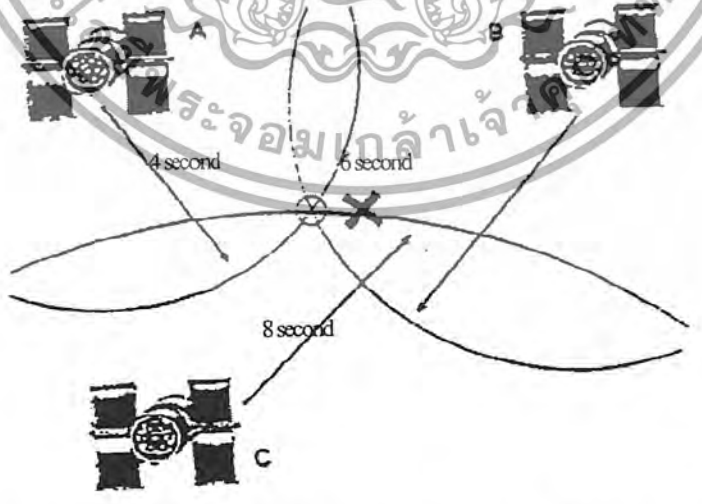
แต่ถ้าเวลาที่วัดได้เกิดการผิดพลาดไปจากที่ควรจะเป็น จะด้วยสาเหตุใดก็ตาม เช่น ดาวเทียม A จาก 4 วินาที เป็น 5 วินาที และดาวเทียม B จาก 6 วินาที เป็น 7 วินาที ผลที่เกิดขึ้นก็คือ แทนที่จะเกิดจุดตัวขึ้นที่จุด X กลับเกิดที่จุด XX ดังรูปที่ 2.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 แสดงจุดตัดกันของดาวเทียม A และ B ในกรณีที่เวลาผิดพลาดไป

จากรูปที่ 2.9 จะเห็นว่าจุดที่ถูกต้องตามที่ต้องการในครั้งแรกก็คือจุด X ซึ่งจะเป็นจุดตัดจุดเดียวเท่านั้น ไมโครโปรเซสเซอร์ในเครื่องรับจะเริ่มทำการปรับค่าความผิดพลาดของเวลาของดาวเทียมแต่ละดวง การทำเช่นนี้จำต้องอาศัยดาวเทียมอีกดวงหนึ่งเข้าช่วยเพื่อทำการปรับตั้งเวลาในเครื่องรับให้แม่นยำขึ้น จากนั้นจึงทำการขยับเวลาที่ทำการวัดได้จากดาวเทียมแต่ละดวงเพื่อทำการลดค่าผิดพลาดให้น้อยลง เมื่อทำการปรับได้อย่างถูกต้องแล้วก็จะทำให้ได้จุดตัดออกมาอย่างถูกต้องดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 แสดงจุดตัดกันอย่างถูกต้องของดาวเทียม A,B และ C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากที่อธิบายมาข้างต้นจะเห็นว่า ความแม่นยำของเวลาเป็นหัวใจของระบบทีเดียว ดังนั้นบนดาวเทียมจีพีเอส จึงมีนาฬิกาเชิงอะตอมที่มีความแม่นยำสูงบรรจุอยู่ถึงสี่เครื่อง นาฬิกาเหล่านี้จะถูกปรับตั้งให้มีความแม่นยำอยู่ตลอดเวลาโดยสถานีควบคุมภาคพื้นดิน

จากแนวความคิดที่กล่าวมานี้ ถ้าเครื่องรับสัญญาณอยู่บนพื้นโลกจะทำให้เครื่องรับทราบว่าตัวมันห่างจากดาวเทียมเท่าใด เสมือนกับได้ระยะทางด้านหนึ่งของสามเหลี่ยมแล้ว คือด้าน P ด้านที่สองของสามเหลี่ยมคือ r เครื่องรับจะทราบได้โดยดาวเทียมจะส่งข้อมูลมาบอกว่ามันอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางของโลกเท่าใด ดังนั้น เครื่องรับจะคำนวณได้ว่า ตัวมันอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางของโลกเท่าใด

2.4 การอ้างอิงโดยเอลลิปซอยด์ (Reference Ellipsoids)

รูปแบบจำลองแบบเอลลิพซอยด์ (ellipsoid) ถือว่าพื้นผิวโลกราบเรียบและมีโครงสร้างเกือบเป็นทรงกลม (ป่องกลางคล้ายผลส้ม แต่เพื่อความสะดวกจะวาดเป็นวงกลมแทน) การอ้างอิงใด ๆ บนพื้นผิวจะทำผ่านสองแกนคือ Semi – Major Axis คือ เส้นที่ลากจากจุดศูนย์กลางของโลกมายังเส้นอีเควเตอร์ และ Semi – Major Axis ซึ่งก็คือเส้นที่ลากจากจุดศูนย์กลางของโลกมายังขั้ว

Ellipsoidal Parameters

รูปที่ 2.11 ตัวแปรของเอลลิพซอยด์ที่กำหนดตามมาตรฐานของ WGS – 84

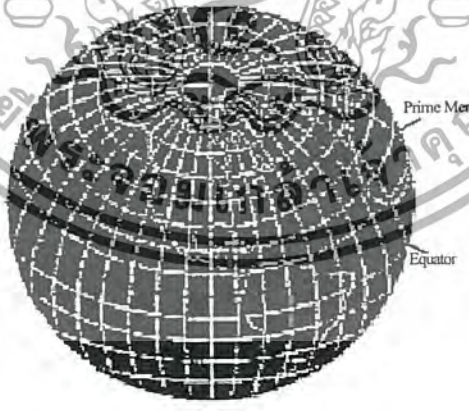
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ระบบพิกัดอ้างงอิงที่ใช้งานทั่วไป (Global Coordinate System)

เมื่อเรามีรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของโลกแล้ว ต่อไปจะต้องกำหนดพิกัดอ้างอิงขึ้นมาเพื่อใช้กำหนดตำแหน่งบนพื้นผิวโลก มิฉะนั้นเราจะไม่ทราบว่าเราอยู่ที่ใดบนโลก ทำนองเดียวกันถ้าระนาบอ้างอิงแตกต่างกันออกไป พิกัดที่ได้จะแตกต่างกันออกไปด้วย ระบบที่ใช้ในการอ้างอิงมีหลายแบบด้วยกัน แต่ละประเทศจะใช้แตกต่างกันออกไป ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะเกี่ยวข้องกับระบบจีพีเอสเท่านั้น

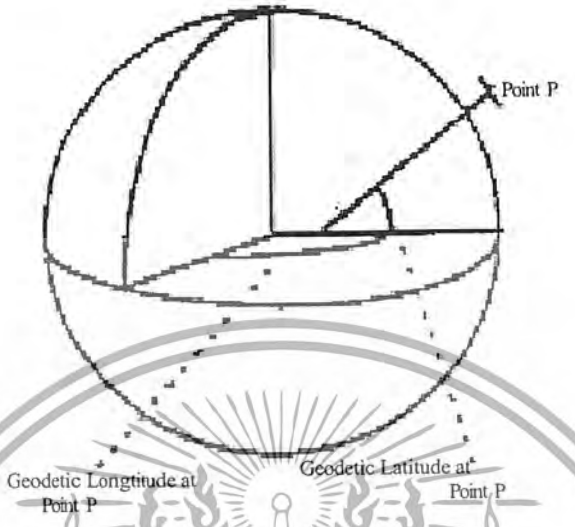
Latitude , Longtitude , Height

ถือเป็นระบบพิกัดที่ใช้ร่วมกันมากที่สุดในโลก โดยกำหนดให้ระนาบอ้างอิง (Reference plane) ได้มาจากระนาบอีเควเตอร์และไพรม์ เมอริเดียน (Prime Meridian) ที่วางตั้งฉากกันดังรูป สามารถจินตนาการได้ว่าโลกเสมือนผลแตงโมที่วางอยู่กับพื้นแล้วหันทางด้านขั้วของแตงโมขึ้นฟ้าจากนั้นให้นึกต่อว่า ที่กึ่งกลางลูกแตงโมมีเส้น ๆ หนึ่ง ลากยาวรอบลูกแตงโมโดยลากขนานกับพื้นที่แตงโมวางอยู่ เส้นนี้คือ เส้นอีเควเตอร์ ถ้าใช้มีดผ่าแตงโมตามแนวเส้นนี้ แล้วยกแตงโมครึ่งบนออก สิ่งที่มองเห็นคือเนื้อแตงโมที่เป็นพื้นผิวงกลมแบนราบ นั่นคือ ระนาบของอีเควเตอร์ นั่นเอง ทำนองเดียวกัน ถ้าเราผ่าแตงโมในทิศทางตั้งฉากกับระนาบของอีเควเตอร์ ระนาบที่ได้เรียกเป็นระนาบของ ไพรม์ เมอริเดียน



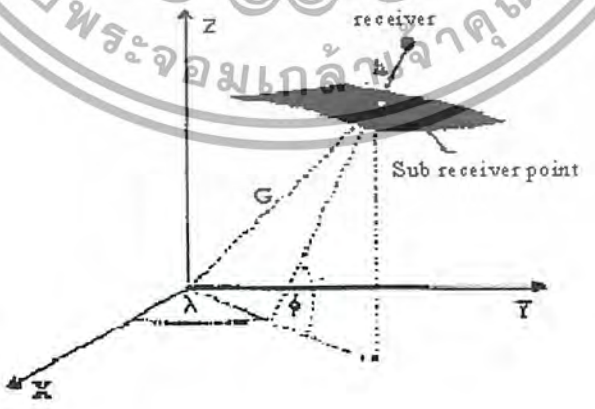
รูปที่ 2.12 แสดงการกำหนดเส้นไพรม์ เมอริเดียนและเส้นอีเควเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 แสดงการกำหนดพิกัดแบบ ละติจูด ลองติจูด และความสูง

จากรูปที่แสดงไว้ สมมุติว่าเครื่องรับสัญญาณอยู่ที่จุด P เมื่อลากเส้นมาตั้งฉากกับเส้นสัมผัสกับพื้นผิวเอลลิพซอยด์ (sub – receiver point ในรูปที่ 4.6) แล้วต่อเส้นนี้ไปตัดระนาบอีเควเตอร์มุมที่เกิดจากเส้นที่ลากมากับระนาบอีเควเตอร์ เรียกว่า Geodetic Latitude และถ้าถือว่าเส้นที่ลากมาจากจุด P เป็นระนาบ ๆ หนึ่งที่ตั้งฉากกับระนาบอีเควเตอร์ มุมที่ระนาบๆนี้กระทำกับระนาบอ้างไพรม์ เมอริเดียน เรียกว่า Geodetic Longitudeส่วนความยาวของเส้น h เรียกว่า Geodetic Height



รูปที่ 2.14 แสดงการกำหนดพิกัดแบบ ละติจูด ลองติจูด และความสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 การวัดระยะห่างจากดาวเทียมถึงเครื่องรับสัญญาณ

ในการทำงานของระบบ GPS จำเป็นต้องรู้ข้อมูลระยะห่างจากเครื่องรับสัญญาณถึงดาวเทียมที่โคจรอยู่เหนือผิวโลก เพื่อใช้คำนวณหาพิกัดตำแหน่งของเครื่องรับสัญญาณ วิธีที่ใช้ในการหาระยะห่างที่ว่านี้สมารถทำโดยใช้สมการอย่างง่ายคือใช้ความเร็วในการเคลื่อนที่ของสัญญาณคูณกับระยะเวลาในการเคลื่อนที่ของสัญญาณ เนื่องจากความเร็วของการเคลื่อนที่ของสัญญาณซึ่งจัดได้ว่าเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแบบหนึ่ง มีค่าเท่ากับ 186,000 ไมล์ต่อวินาที ดังนั้นถ้ารู้เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของสัญญาณก็จะให้ได้ข้อมูลระยะที่เราต้องการเมื่อทราบระยะห่างจากดาวเทียมอย่างน้อย 4 ดวง ก็สามารถคำนวณเป็นพิกัดที่ชัดเจนบนพื้นโลกได้

จะเห็นได้ว่าหลักการวัดระยะด้วยวิธีนี้เรื่องของฐานเวลาที่มีความละเอียดและแม่นยำเป็นสิ่งที่จำเป็นมากในการคำนวณ ดังนั้นในดาวเทียม GPS จึงต้องมีการติดตั้งนาฬิกาอะตอมไว้เพื่อเป็นฐานเวลาที่มีความแม่นยำสูง และเนื่องจากการเข้ารหัสแบบสุ่มหรือ PRN สามารถจะช่วยให้เครื่องรับสัญญาณ GPS สามารถคำนวณกลับเพื่อหาว่าสัญญาณใช้เวลาในการเดินทางเท่าไร ดังนั้นการคำนวณหาระยะห่างที่ว่านี้จึงสามารถทำได้อย่างแม่นยำ

2.7 โครงสร้างของข้อมูลที่ส่งจากดาวเทียม GPS

ข้อมูลที่ส่งจากดาวเทียม GPS ประกอบด้วยข้อมูลที่แบ่งออกเป็นเฟรมย่อยๆ เรียกว่า ซับเฟรม (Subframe) แต่ละซับเฟรมจะแทรกค่าเวลาที่ซับเฟรมนั้นๆถูกส่งมาจากดาวเทียม GPS ไว้ด้วยเพื่อใช้ร่วมในการคำนวณหาค่าพิกัดตำแหน่ง ข้อมูลแต่ละเฟรมมีขนาด 1500 บิต ถูกแบ่งในรูปซับเฟรมขนาด 300 บิตจำนวน 5 ซับเฟรม ข้อมูลหนึ่งเฟรมจะถูกส่งมาจากดาวเทียมทุกๆ 30 วินาที ซับเฟรมขนาด 6 วินาที (300 บิต) จะบรรจุไว้ด้วยข้อมูลเส้นทางโคจรและของข้อมูลนาฬิกา โดยข้อมูลแต่ละเฟรมประกอบด้วยส่วนปลีกย่อยดังนี้

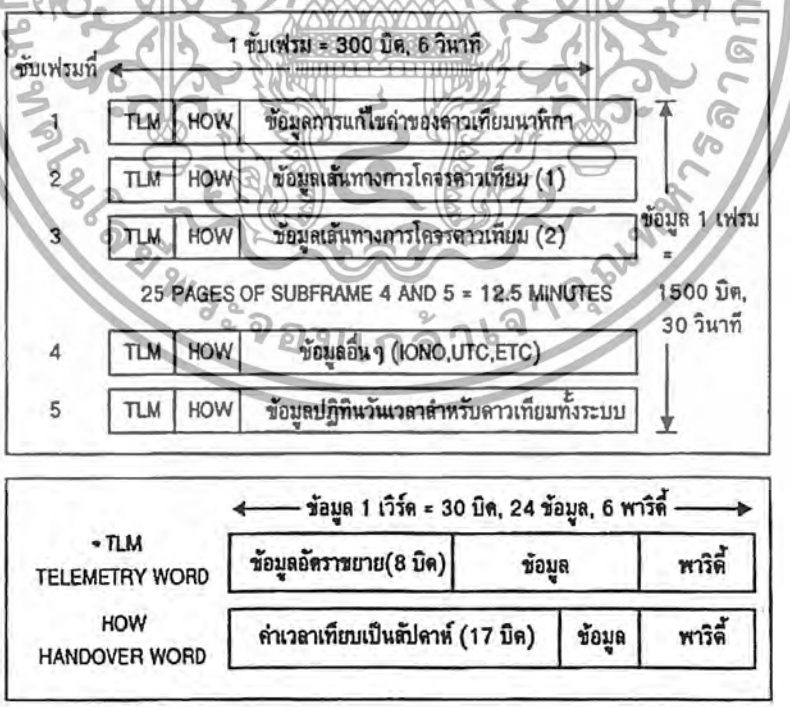
- ซับเฟรมที่ 1 เป็นข้อมูลในการแก้ไขค่าเวลาของดาวเทียม GPS
- ซับเฟรมที่ 2 และ 3 เป็นข้อมูลเส้นทางโคจรของดาวเทียม GPS
- ซับแฟรมที่ 4 และ 5 เป็นข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบ

ข้อมูลจากดาวเทียมซึ่งบรรจุไว้ด้วยข้อมูลในการนำร่อง (Navigation Message) ที่ครบสมบูรณ์จะประกอบด้วยเฟรมข้อมูลจำนวน 25 เฟรม (125 ซับเฟรม) โดยข้อมูลดังกล่าวจะถูกส่งจากดาวเทียมทุกๆ 12.5 นาที เป็นอย่างน้อย โดยทั่วไปเครื่องรับสัญญาณจะได้รับข้อมูลของตำแหน่งล่าสุดของดาวเทียมทุกชั่วโมง เพื่อใช้ร่วมกับอัลกอริทึมในการคำนวณพิกัดตำแหน่ง และข้อมูลการโคจรของดาวเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ละดวง รวมทั้งปรับชดเชยความผิดพลาดของสัญญาณพาหะจาก ปรากฏการณ์ดอปเปอร์ของความถี่พาหะ (CARRIER Doppler Frequency) ซึ่งเกิดจากการที่ความถี่พาหะมีการเบนค่าไปเนื่องจากเคลื่อนที่ของดาวเทียม

นอกจากนั้นชุดข้อมูลจากดาวเทียม GPS โดยสมบูรณ์ยังจะประกอบด้วยข้อมูลแบบจำลองของชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์อยู่ด้วย เพื่อให้เครื่องรับสัญญาณสามารถประเมินค่าในการหน่วงเฟสของสัญญาณ (Phase delay) ที่เกิดจากสภาพของชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ จากเฟรมของข้อมูลที่กล่าวมาทั้งหมด ส่วนที่เครื่องรับสัญญาณจำเป็นต้องใช้ก็คือข้อมูลใน 3 ซับเฟรมแรก หากสามารถที่ได้รับข้อมูลดังกล่าวจากดาวเทียมตั้งแต่สี่ดวงขึ้นไปก็จะสามารถคำนวณหาพิกัดตำแหน่งปัจจุบันของเครื่องรับสัญญาณได้ ในทางทฤษฎีการรับข้อมูลจากดาวเทียมสี่ดวงจะกินเวลาอย่างน้อย 18 วินาที ก่อนที่จะสามารถนำข้อมูลทั้งหมดมาใช้คำนวณได้ แต่เนื่องจากซับเฟรมจากดาวเทียมแต่ละดวงจะมาถึงเครื่องรับไม่พร้อมกันอีกทั้งเราไม่อาจทราบล่วงหน้าว่าซับเฟรมที่ 1 จะได้รับมาเมื่อไร ดังนั้นเพื่อเป็นการประกันว่าจะได้รับข้อมูล 3 ซับเฟรมแรกจากดาวเทียม GPS 4 ดวงอย่างแน่นอน ระยะเวลาที่ใช้ในการรับข้อมูลเท่าที่จำเป็นจึงอยู่ที่ 30 วินาทีหรือสรุปอย่างง่ายๆ ได้ว่าการคำนวณพิกัดตำแหน่งของเครื่องรับสัญญาณจะใช้เวลาอย่างน้อยประมาณ 30 วินาทีนั่นเอง



รูปที่ 2.13 โครงสร้างของข้อมูลที่ส่งจากดาวเทียม GPS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 การให้บริการของระบบจีพีเอส

การแบ่งกลุ่มการให้บริการใช้ความแม่นยำมาเป็นตัวกำหนด ในปัจจุบันนี้ได้แบ่งการให้บริการแยกออกเป็นสองประเภท คือ

2.8.1 การให้บริการที่มีความแม่นยำสูง (Precision Position Code , PPS) สำหรับใช้ในกิจการทหารหรือพลเรือนที่ได้รับอนุมัติใช้งานเท่านั้น ความแม่นยำที่คาดว่าจะได้รับคือ

- ความแม่นยำทางด้านแนวนอน 17.8 เมตร
- ความแม่นยำด้านแนวตั้ง 27.7 เมตร
- ความแม่นยำของเวลา 100 นาโนวินาที

สาเหตุที่พลเรือนทั่ว ๆ ไปไม่สามารถใช้บริการที่มีความแม่นยำสูงได้เนื่องจากทางผู้ควบคุมระบบ (DoD) ได้เข้ารหัสข้อมูลเอาไว้ ทำให้เครื่องรับสัญญาณจากดาวเทียมจีพีเอสที่มีขายในท้องตลาดทั่ว ๆ ไปไม่สามารถทำการถอดรหัสสัญญาณต่าง ๆ ที่รับได้อย่างถูกต้อง จึงทำให้การคำนวณต่าง ๆ ผิดพลาดจนเชื่อถือไม่ได้

2.8.2 การให้บริการตามรูปแบบมาตรฐาน (Standart Position Service , SPS) ใช้สำหรับกิจการทางด้านพลเรือน โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายและใช้งานได้ตลอด 24 ชั่วโมง ความแม่นยำถูกทำให้ลดลงโดยกระบวนการที่เรียกว่า Selective Availability ภายใต้การควบคุมของ DoD ความแม่นยำที่คาดว่าจะได้รับคือ

- ความแม่นยำทางด้านแนวนอน 100 เมตร
- ความแม่นยำทางแนวตั้ง 156 เมตร
- ความแม่นยำของเวลา 167 นาโนวินาที

2.9 ความถี่ที่ดาวเทียมจีพีเอสส่งมายังพื้นโลก

ดาวเทียมจีพีเอสจะใช้สัญญาณจากนาฬิกาเชิงอะตอมสร้างความถี่พื้นฐานในแบนด์ L เป็น 10.23 เมกกะเฮิร์ต แล้วสร้างคลื่นพาห์ในแบนด์ L1 และ L2 โดยการคูณความถี่พื้นฐานด้วย 154 และ 120 ดั้งนั้นความถี่ของคลื่นพาห์ในแบนด์ L1 จะเท่ากับ 1576.42 เมกกะเฮิร์ต ความถี่ของคลื่นพาห์ในแบนด์ L2 จะเท่ากับ 1227.60 เมกกะเฮิร์ต รหัสต่าง ๆ จะถูกกำหนดขึ้นจากความถี่พื้นฐานทั้งสิ้น แสดงได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องค์ประกอบ	ความถี่ (MHz)		
ความถี่พื้นฐาน	fo	=	10.23
คลื่นพาห์ L1	154fo	=	1576.42
คลื่นพาห์ L2	120fo	=	1227.60
พี- โค้ด (P-code)	fo	=	10.23
ซี/เอ – โค้ด (C/A – code)	fo/10	=	1.023
ข้อมูลในการนำร่อง	fo/204.600	=	0.00005

โค้ดหรือรหัสทั้งสอง (C/A และ P) ถูกกำหนดอยู่ในรูปของสัญญาณพัลส์ สัญญาณพัลส์เหล่านี้จะถูกผสมกับคลื่นพาห์ในลักษณะของไบนารี ไบเฟส มอดูเลชั่น (Binary Biphase Modulation)

2.10 การแยกรหัสในเครื่องรับ (Code Phase Tracking)

การแยกรหัส PRN หรือ C/A เครื่องรับจีพีเอสจะสร้างรหัส C/A จำลองแบบขึ้นมาเพื่อเปรียบเทียบกับสัญญาณที่รับได้จากสายอากาศ ตัวสร้างรหัสจำลองขึ้นมาอาจเป็นวงจรทางฮาร์ดแวร์จำพวกรีจีสเตอร์เลื่อนบิทหรือทำการคำนวณรหัสทั้งกลุ่มเอาไว้ในหน่วยความจำของเครื่องรับก็ได้ทั้งนี้แล้วแต่ผู้ออกแบบว่าจะเลือกใช้แบบใด

ตัวสร้างรหัส C/A ภายในเครื่องรับจีพีเอสจะสร้างรหัส C/A ที่แตกต่างกันออกไปโดยอาศัยการเลือกแท็ป รีจีสเตอร์เลื่อนบิทจะทำการเลื่อนชิพออกมาตามจังหวะของสัญญาณนาฬิกาที่ควบคุมอยู่ รหัส C/A ที่กำหนดในปัจจุบันเป็นดังรูปที่ 2.14 จะเห็นว่าดาวเทียมแต่ละดวงจะมีรหัส C/A เฉพาะตัวไม่ซ้ำกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 แสดงการกำหนดรหัส C/A

SV PRNID	G2 Phase Taps	First 10 Chips
1	2 & 6	1100100000
2	3 & 7	1110010000
3	4 & 8	1111001000
4	5 & 9	1111100100
5	1 & 9	1001011011
6	2 & 10	1100101101
7	1 & 8	1001011001
8	2 & 9	1100101100
9	3 & 10	1110010110
10	2 & 3	1101000100
11	3 & 4	1110100010
12	5 & 6	1111101000
13	6 & 7	1111110100
14	7 & 8	1111111010
15	8 & 9	1111111101
16	9 & 10	1111111110
17	1 & 4	1001101110
18	2 & 5	1100110111
19	3 & 6	1110011011
20	4 & 7	1111001101
21	5 & 8	1111100110
22	6 & 9	1111110011
23	1 & 3	1000110011
24	4 & 6	1111000110
25	5 & 7	1111100011
26	6 & 8	1111110001
27	7 & 9	1111111000
28	8 & 10	1111111100
29	1 & 6	1001010111
30	2 & 7	1100101011
31	3 & 8	1110010101
32	4 & 9	1111001010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.11 การนำร่องโดยใช้การวัดระยะทางแบบซูโด (Pseudo – Range Navigation)

ระยะทางแบบซูโด หมายถึง ระยะทางจากสายอากาศของเครื่องรับไปยังดาวเทียม เป็นการวัดที่ได้จากการคำนวณเอาจากเวลาที่สัญญาณเดินทางจากดาวเทียมมาถึงสายอากาศแล้วคูณด้วยความเร็วแสง ดังนั้นระยะทางที่ได้จะเป็นการรวมเอาค่าต่าง ๆ อันได้แก่ ค่าที่ใช้ไบอัส ค่าที่ไม่ทราบค่าแน่นอน เช่น การหน่วงเวลาของชั้นบรรยากาศ เป็นต้น เอาไว้ด้วย ตัวอย่างระยะทางแบบซูโด

ในการคำนวณหาระยะทางซูโด ตัวเครื่องรับจะทำการเปรียบเทียบจากรหัส PRN ที่ได้จากดาวเทียมกับรหัส PRN ที่สร้างขึ้นภายในตัวเครื่องรับว่าที่เวลาต่างกันอยู่เท่าใด (Time of arrival, TOA) ซึ่งจะเป็นเวลาที่คลื่นเดินทางจากดาวเทียมมาถึงเครื่องรับ เมื่อคูณค่านี้ด้วยความเร็วแสงจะได้ระยะทางออกมา ระยะทางที่คำนวณได้นี้เป็นผลรวมระหว่าง ระยะทางจากสายอากาศของดาวเทียมจีพีเอสมาถึงเครื่องรับ , การไบอัสเวลาที่ดาวเทียม , การไบอัสเวลาที่เครื่องรับของผู้ใช้ , การหน่วงเวลาเนื่องจากผลของชั้นบรรยากาศแอทโมสเฟียร์และสัญญาณรบกวนของเครื่องรับ

ในการคำนวณหาระยะทางแบบซูโดนั้นใช้ดาวเทียม 3 ดวง จากรูป จากสมการ Position Equation จะเห็นว่าตัวแปรของตำแหน่งที่ต้องการคำนวณนั้นจะมี 3 ตัวแปร เมื่อรวมกับ Clock bias ด้วยจะกลายเป็น 4 ตัวแปร ดังนั้นจึงต้องใช้ดาวเทียม 4 ดวงมาคำนวณ

พิกัด XYZ ซึ่งสามารถแปลงเป็นพิกัด ละติจูด ลองติจูด และความสูงได้จากสมการดังรูปที่ 2.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

55462

Coordinate Conversion

Cartesian (ECEF X,Y,Z) and Geodetic (Latitude, Longtude, and Height)

$X=(N+h)\cos\phi\cos\lambda$

$Y=(N+h)\cos\phi\cos\lambda$

$Z=[N(1-e^2)+h]\sin\phi$

Where:

$\phi, \lambda h$ = geodetic latitude, longitude,and height above ellipsoid

X,Y,Z = Earth Centered Earth Fixed Cartesian Coordinate

and:

$N(\phi) = a/\sqrt{1-e^2\sin^2\phi}$ = radius of vertical in prime meridian

a = semi – major earth axis (ellipsoid equatorial radius)

b = semi – minor earth axis (ellipsoid polar radius)

$f=\frac{a-b}{a}$

$e^2 = 2f - f^2$

Direct solution for X,Y,Z from Lattitude, Longitude, and Height

Iterative Solution for Latitude, Longitude, and Height from X,Y,Z

รูปที่ 2.14 แสดงการเปลี่ยนจากพิกัด ECEF XYZ พิกัดทางภูมิศาสตร์ (Geodetic Coordinate)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

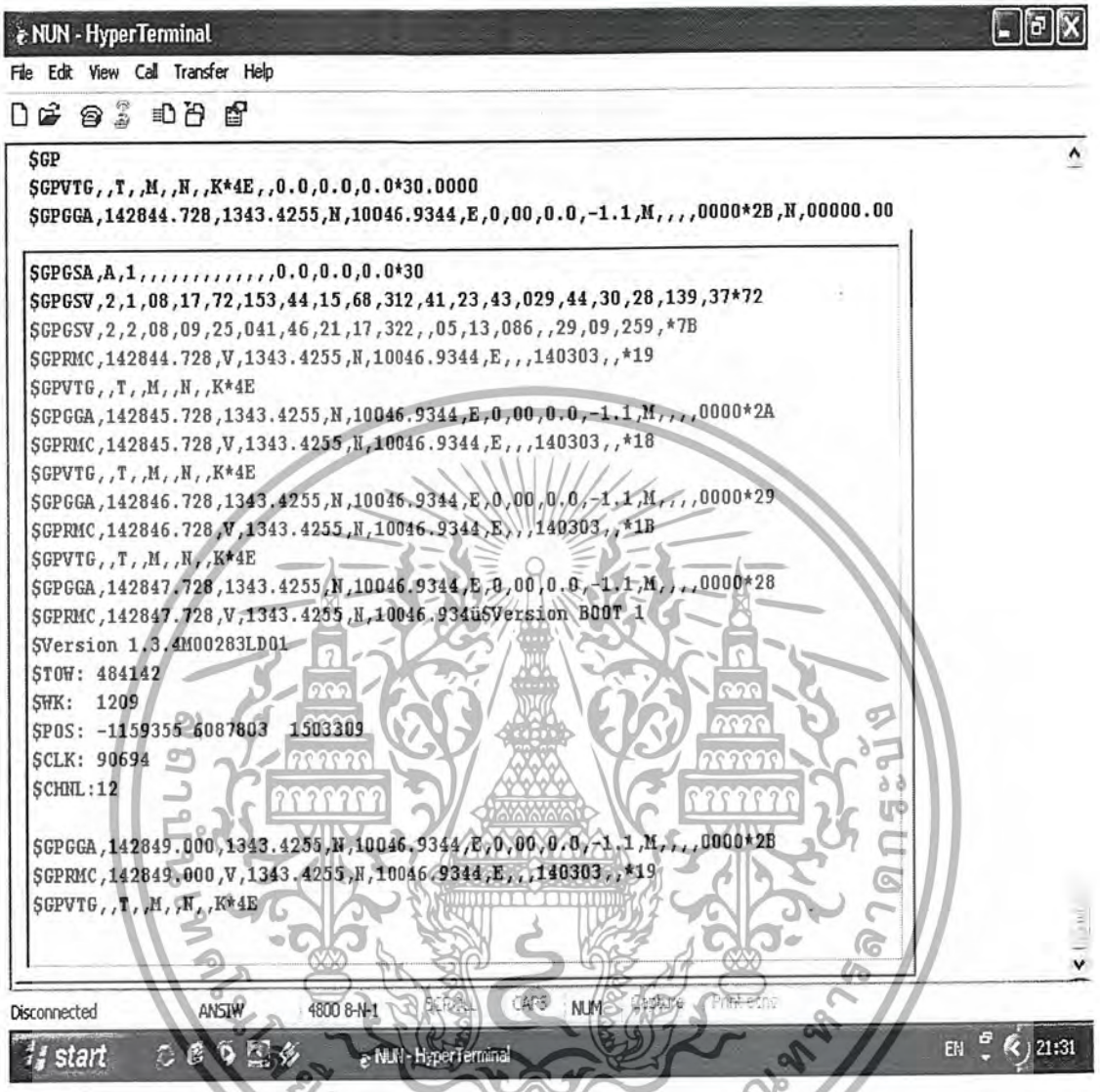
บทที่ 3
วงจรที่สำหรับต่อใช้งาน

3.1 วงจรแหล่งจ่ายไฟสำหรับเครื่องรับจีพีเอส

รูปที่ 3.1 แสดงวงจรแหล่งจ่ายไฟสำหรับเครื่องรับ

จากรูปที่3.1วงจรแหล่งจ่ายไฟจะทำการจ่ายแรงดัน 5 โวลท์ให้กับตัวโมดูลและจ่ายแรงดัน 3.3 โวลท์ให้กับสายอากาศของเครื่องรับ จากนั้นทำการเชื่อมต่อวงจรผ่านทางพอร์ตอนุกรมโดยใช้ไอซี MAX 232 เพื่อตรวจสอบข้อมูลและประโยคที่รับมาจากเครื่องจีพีเอสว่ามีลักษณะอย่างไร ถูกต้องหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

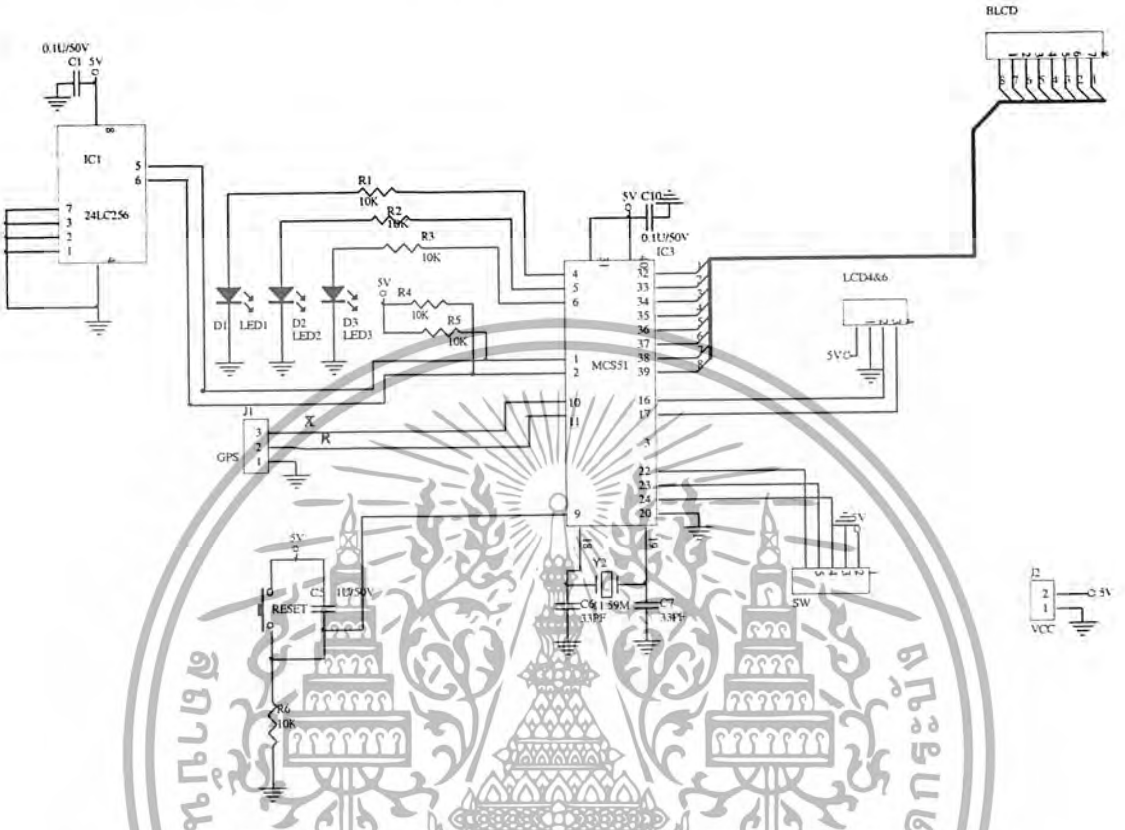


รูปที่ 3.2 แสดงหน้าต่างการรับประโยคจากเครื่องรับจีพีเอส

จากรูปที่ 3.2 แสดงหน้าต่างของโปรแกรม Hyper Terminal เพื่อใช้สำหรับรับประโยคจากเครื่องรับจีพีเอสมาดูว่ามีลักษณะอย่างไร ในที่นี้จะเลือกใช้ประโยค GPGGA เพราะเนื่องจากประโยคดังกล่าวจะแสดงค่าเวลาในพิกัดมาตรฐาน ค่าพิกัดตำแหน่ง(ค่าละติจูด, ค่าลองติจูด) รวมทั้งจำนวนดาวเทียมที่ใช้ในการชี้พิกัดด้วย จากนั้นจะนำค่าที่ได้ไปทำการเก็บเป็นฐานข้อมูลและแสดงผลต่อไป

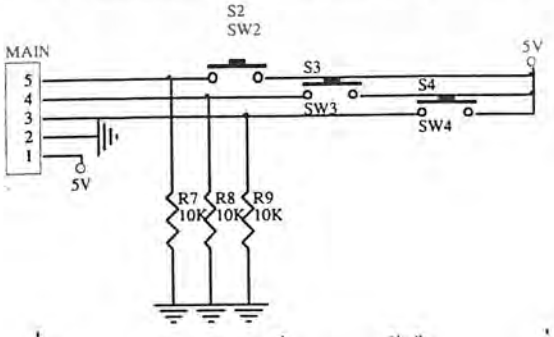
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วงจรที่ใช้สำหรับอ่านและเก็บค่าจากเครื่องรับ



รูปที่ 3.3 วงจรที่ใช้ในการอ่านและเก็บค่าพิกัดตำแหน่ง

จากรูปที่ 3.3 แสดงวงจรที่ใช้สำหรับอ่านและเก็บค่าเวลา ค่าพิกัดตำแหน่ง จำนวนดาวเทียมที่ใช้ โดยจะแสดงผลไปยังจอ LCD ซึ่งจะวงจรสวิทซ์ดังในรูปที่ 3.4 เป็นตัวเลือกเมนูคำสั่ง จากนั้นจะทำการเก็บค่าดังกล่าวไว้เป็นฐานข้อมูลในลักษณะของตารางดังในรูปที่ 3.5 เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบกับค่าที่รับเข้ามาจากเครื่องรับจีพีเอสซึ่งจะถูกเก็บไว้ในหน่วยจำ EEPROM เบอร์ 74LC256



รูปที่ 3.4 แสดงวงจรสวิทซ์สำหรับใช้เลือกเมนูคำสั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ตารางแสดงค่าพิกัดตำแหน่ง ณ จุดต่างๆ

ตารางที่ 3.1 แสดงตารางเก็บค่าพิกัดตำแหน่ง ณ สถานที่ต่างๆเพื่อใช้เป็นฐานข้อมูล

สถานที่	Longtitude(E)	Latitude(N)
จุดอ้างอิง	10047.1435	1343.3891
ข้างธนาคารกรุงเทพ	10047.0036	1343.3126
สะพานแยกเข้าเทคโนฯ	10046.8016	1343.2959
ป้ายคณะเทคโนโลยีการเกษตร	10046.7885	1343.3796
โค้งหน้าคณะสถาปัตย์	10046.6661	1343.4672
หน้าวินมอเตอร์ไซหน้าหอสมุดกลาง	10046.5823	1343.6032
คิวมอเตอร์ไซหน้าคณะวิทยาศาสตร์	10046.6527	1343.6553
หน้าป้ายคณะวิทยาศาสตร์	10046.6835	1343.7649
หน้าศูนย์วิจัยคอมพิวเตอร์	10046.7864	1343.8340
หน้าคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ	10046.8943	1343.8313
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า	10046.5832	1343.7088
หน้าหอพัก	10046.4448	1343.7075
หอสมุดกลาง	10046.6872	1343.7750
สถานีรถไฟหัวตะเข้	10046.9664	1343.6824
หน้าตึก B	10046.5250	1343.6779
หลังตึก 12 ชั้น	10046.525	1343.6779
ข้างตึก 12 ชั้น	10046.3087	1343.6288
หน้าภาควิศวเกษตร	10046.3334	1343.6069
ทางแยกหน้าวิศวกรรมการวัดคุม	10046.7488	1343.5795
หลังโรงอาหารเก่า	10046.4788	1343.5795
แยกหน้าหอประชุมใหญ่	10046.5429	1343.5908

จากตารางดังกล่าวจะใช้เป็นฐานข้อมูลในการเปรียบเทียบกับค่าที่รับเข้ามาจากหน่วยความจำเพื่อจะบอกว่าอยู่ ณ สถานที่ใด ตำแหน่งใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ตัวอย่างรูปแบบประโยคของ NMEA 0183

field # : 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

sentence : $GPGGA,222435,3339.7334,N,11751.7598,W,2,06,1.33,27.0,M,-34.4,M,7,0000*41

ประโยคจะเริ่มต้นด้วย $ ตามด้วย 2 ตัวอักษรที่แสดงถึงเครื่องที่ส่งข้อมูลในที่นี้คือ จีพีเอส (GP) และตามด้วยรหัสรูปแบบของประโยค GGA ที่แสดงเวลา ตำแหน่งและข้อมูลดงที่ต่างๆ สำหรับเครื่องรับจีพีเอส

ใน Field 1 แสดงตำแหน่งของ UTC

Field 2 แสดงตำแหน่งละติจูด

Field 3 แสดงทิศว่าเหนือหรือใต้

Field 4 แสดงตำแหน่งลองติจูด

Field 5 แสดงทิศว่าตะวันออกหรือตะวันตก

Field 6 แสดงคุณภาพของ GPS

Field 7 แสดงจำนวนของดาวเทียมที่ใช้

Field 8 แสดงค่าความเที่ยงตรงในแนวนอน

Field 9 แสดงระยะความสูงของสายอากาศเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง

Field 10 แสดงหน่วยของความสูงของสายอากาศ, เมตร

Field 11 แสดง Geoidal separation

Field 12 แสดงหน่วยของ Geoidal separation, เมตร

Field 13 แสดงอายุของข้อมูลดิฟเฟอเรนเชียลจีพีเอส, วินาที

Field 14 แสดงแอดเดรสของดิฟเฟอเรนเชียลจีพีเอส

จากตัวอย่างสามารถอ่านได้ว่า " ตำแหน่งของ UTC คือ 22 นาฬิกา 24 นาที 35 วินาที, จีพีเอสแสดงตำแหน่งในละติจูด/ลองจิจูด ที่ 33 องศา 39.7334 ลิปดา เหนือ และ 117 องศา 51.7598 ลิปดา ตะวันตก ตามลำดับ, คุณภาพของจีพีเอส คือ ดิฟเฟอเรนเชียลจีพีเอส, จำนวนดาวเทียมที่ใช้ คือ 12 ดวง, ระยะความสูงของสายอากาศเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง คือ 27 เมตร, Geoidal separation คือ –34.4 เมตร, อายุของข้อมูลดิฟเฟอเรนเชียลจีพีเอส คือ 7 วินาที, แอดเดรสของดิฟเฟอเรนเชียลจีพีเอส คือ 0000 " และสิ้นสุดประโยคด้วยการขึ้นบรรทัดใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
หลักการและการออกแบบโปรแกรมเก็บข้อมูล

4.1 กล่าวนำ

สำหรับในบทนี้ จะกล่าวถึงแนวคิดการออกแบบโปรแกรม การรับข้อมูลจากจีพีเอสและการนำข้อมูลไปเก็บไว้ในหน่วยความจำ(EEPROM)เพื่อที่จะนำข้อมูลไปเปรียบเทียบกับฐานข้อมูล

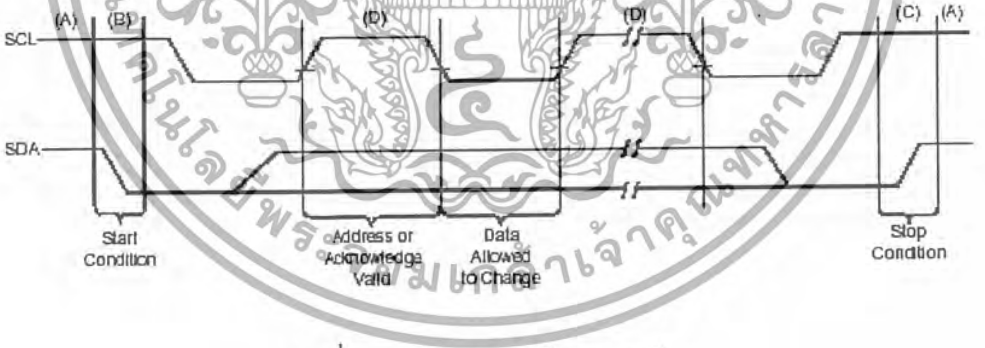
4.2 อีอีพรอม

4.2.1 ขารับข้อมูล (SDA:serial data)

เป็นขารับส่งข้อมูลและแอดเดรสให้กับหน่วยความจำ และเป็นขาที่นำข้อมูลออกมาจากหน่วยความจำ ลักษณะขาเป็นแบบ Open Drain ดังนั้นจึงต้องต่อ R - Pull up

4.2.2 ขาสัญญาณคลอก (SCL:serial clock)

เป็นขาอินพุตสำหรับการโอนย้ายข้อมูลเข้าไปเก็บ



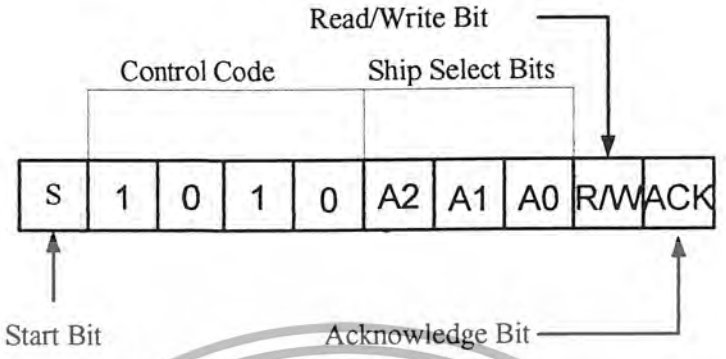
รูปที่ 4.1 แสดงการส่งข้อมูลบนบัส

4.3 การกำหนดแอดเดรส

4.3.1 คอนโทรล ไบท์

เป็นตัวเลือกว่าต้องการติดต่อกับอีอีพรอมตัวไหน โดยการกำหนดที่ขา A0 ,A1 ,A2 ในโครงงานนี้ต่อแค่ตัวเดียว จึงต้องกำหนดคอนโทรล ไบท์เป็น 0A0H

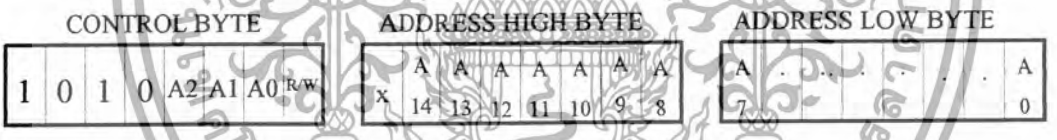
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



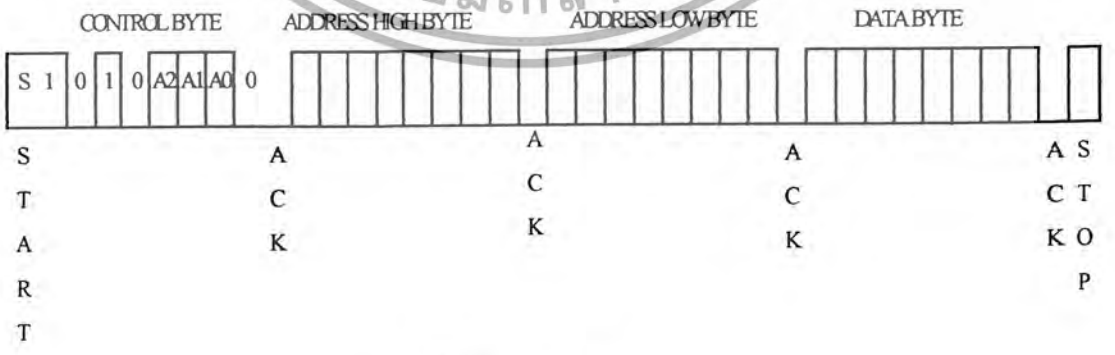
รูปที่ 4.2 Control Byte

4.3.2 การเขียนข้อมูล

จะต้องกำหนดคอนโทรล ไบท์แล้วทำการส่งแอดเดรสไฮ และแอดเดรสโลว์ ที่จะต้องการเขียนข้อมูล แล้วจึงทำการส่งข้อมูลดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 การกำหนดแอดเดรสข้อมูล

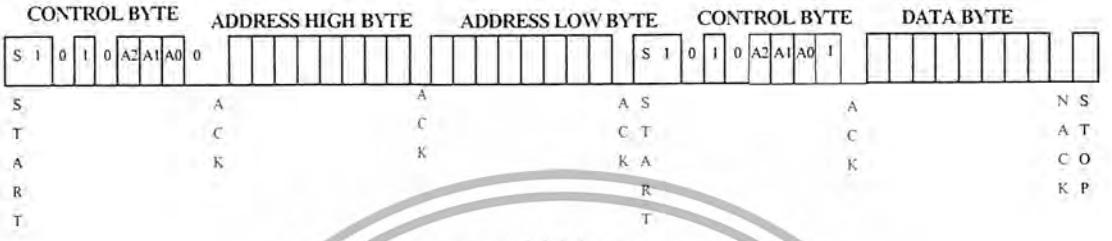


รูปที่ 4.3 การเขียนข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 การอ่านข้อมูล

จะอ่านออกมาทีละแอดเดรส ดังรูปที่4.4



รูปที่ 4.4 การอ่านข้อมูล

4.4 หลักการรับข้อมูล

$GPGGA,142845.728,1343.4255,N,10046.9344,E,0,0,0.0,-1.1,M,,,,0000*2A

FRAME ข้อมูล

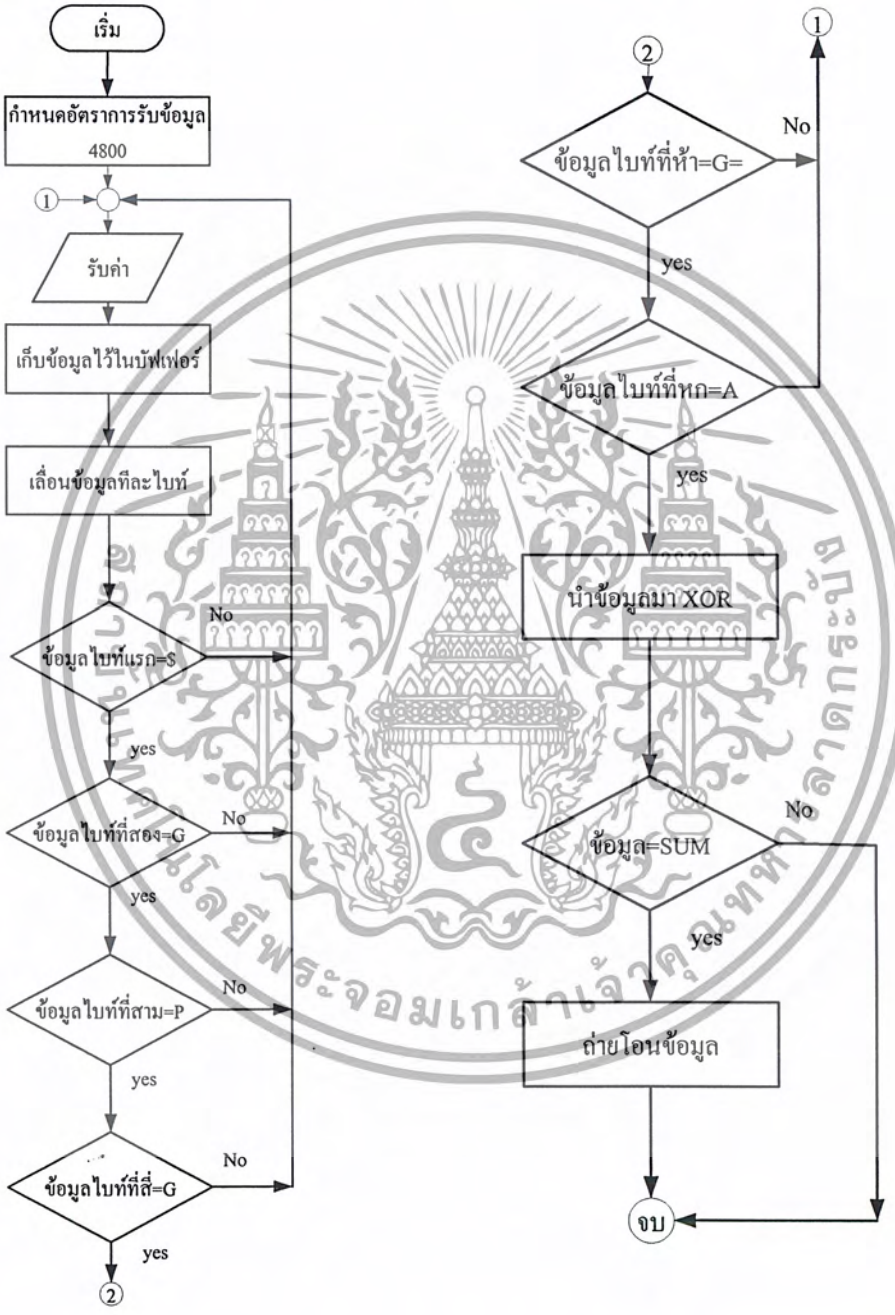
เช็ค SUM

รูปที่ 4.5 ประโยคที่รับจาก จีพีเอส

เราสามารถที่จะทำการเช็คSum ได้โดยการนำข้อมูลที่อยู่ระหว่าง $ และ * มาทำการ เอกคลูซีฟ ออแล้วนำไปเช็คกับข้อมูลที่อยู่หลัง*เพื่อดูว่าข้อมูลที่จีพีเอสส่งมานั้นผิดเพี้ยนไหม ซึ่งข้อมูลที่รับมาจาก จีพีเอสอยู่ในรูปของรหัสแอสกีดังนั้นต้องทำการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปฐานสิบหก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 โฟลว์ชาร์ทการรับข้อมูลจากจีพีเอส



รูปที่ 4.6 โฟลว์ชาร์ทการรับข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 โปรแกรมย่อยเขียนข้อมูล

รูปที่ 4.7 โฟลว์ชาร์ทการเขียนข้อมูล

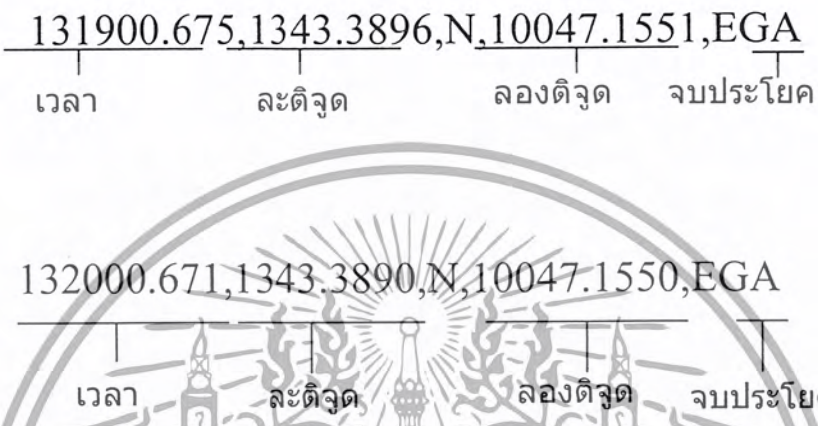
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 โปรแกรมย่อยอ่านข้อมูล

รูปที่ 4.8 โฟลว์ชาร์ทการอ่านข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นจะแสดงการเก็บค่าข้อมูลจากข้างต้นในทุกๆ 1 นาทีดังแสดงในรูปที่ 5.2



รูปที่ 5.2 แสดงลักษณะข้อมูลที่เก็บ

จากรูปที่ 5.1 เป็นการนำข้อมูลมาจากหน่วยความจำอีอีพรอมมาแสดงบนโปรแกรมไฮเปอร์เทอร์มินอล ซึ่งข้อมูลที่เก็บเป็นข้อมูลของเวลาซึ่งเปลี่ยนแปลงไปทุกๆ 1 นาที ค่าข้อมูลของละติจูดและลองติจูดแสดงได้ดังรูปที่5.2 ข้อมูลที่ได้จะถูกนำไปเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 3.1 เพื่อใช้ในการบอกตำแหน่ง

5.2 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

เมื่อทำการรับค่าเวลา, ละติจูด, ลองติจูดจากเครื่องจีพีเอสจะเห็นได้ว่าค่าเวลาที่รับมาซึ่งเป็นเวลาในโหมดพิกัดมาตรฐานจะต่างกับเวลาในประเทศไทยประมาณ 7 ชั่วโมงและค่าพิกัดตำแหน่งที่รับมาจะค่าเปลี่ยนแปลงไปมาถึงแม้ว่าจะไม่มีการเคลื่อนย้ายเครื่องรับก็ตามทั้งนี้เนื่องมาจากผลของการบอกตำแหน่งตามโหมดมาตรฐานที่กำหนดไว้ โดยความแม่นยำที่คาดว่าจะได้รับคือความแม่นยำทางด้านแนวนอน 100 เมตร และความแม่นยำทางแนวตั้ง 156 เมตรจากนำค่าดังกล่าวไปเก็บไว้ในหน่วยความจำเพื่อนำไปเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลใช้ในการบอกตำแหน่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ปัญหาและอุปสรรคในการทำงาน

1. ในการรับข้อมูลช่วงแรกๆจะต้องใช้ระยะเวลาช่วงหนึ่งในการติดต่อกับดาวเทียมและจุดที่ใช้ในการรับสัญญาณหากเป็นที่อับสัญญาณก็จะไม่สามารถรับสัญญาณจากดาวเทียมได้หรือข้อมูลที่ได้รับมานั้นมีความผิดพลาด

2. ค่าความผิดพลาดจากการบอกตำแหน่งของเครื่องรับจีพีเอสตามโหมดมาตรฐานซึ่งความแม่นที่คาดว่าได้จะได้รับคือ 100 เมตรในแนวนอน , 156 เมตรในแนวตั้ง และความแม่นยำของเวลา 167 นาโนวินาที ยกตัวอย่างเช่น ที่จุดเดียวกันค่าพิกัดตำแหน่งอาจมีค่าเปลี่ยนแปลงหรือไม่ตรงกันก็ได้โดยจะแตกต่างกันที่หน่วยฟิลิปดา

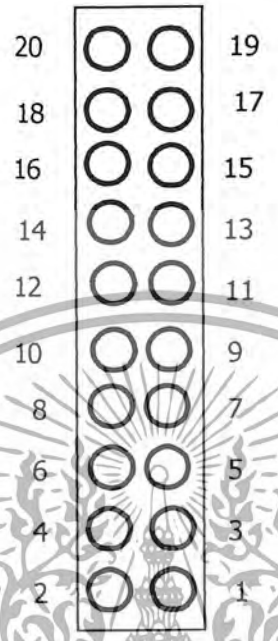
3. เนื่องจากโมดูลจีพีเอส รุ่น 9540 กินกระแสค่อนข้างสูงทำให้มีกำลังงานมาก เมื่อใช้งานไปช่วงหนึ่งจะทำให้เกิดความร้อนขึ้นซึ่งจะส่งผลให้เกิดค่าความผิดพลาดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขา connector GPS -952



ตารางแสดงการนับขาสำหรับ GPS-952

ขา	ชื่อขา	บรรยาย
1	VANT	แรงดันสายอากาศ DC
2	VCC	+5V DC
3	BAT	แบตเตอรี่
4	VDD	+3.3V DC อินพุต
5	PBRES	รีเซต ลอจิก 0
6	RESVERVED	-
7	RESVERVED	-
8	RESVERVED	-
9	RESVERVED	-
10	GND	GND
11	TXA	ขาส่ง
12	RXB	ขารับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13	GND	GND
14	TXB	ขาส่ง
15	RXB	ขารับ
16	GND	GND
17	RESERVED	-
18	GND	GND
19	TIMEMARK	-
20	RESERVED	-

VCC(+5v)

ใช้แหล่งจ่าย 5V 250 mA

VDD(+3.3V)

VANT

เป็นแหล่งจ่ายสำหรับสายอากาศ

GND

จะต้องต่อทุก GND

RXA

สำหรับรับสัญญาณหรือคำสั่ง

TXA

ใช้สำหรับผู้ใช้เขียนโปรแกรม

TXB

ไม่ใช้

RXB

สำหรับส่งสัญญาณข้อมูลของ navigation

BATTERY(BAT)

เป็นแบตเตอรี่สำหรับ SRAM ภายในตัว GPS เมื่อแหล่งจ่ายไม่ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลของหน่วยความจำ EEPROM

MICROCHIP **24AA256/24LC256/24FC256**

256K I²C™ CMOS Serial EEPROM

Device Selection Table

Part Number	Vcc Range	Max. Clock Frequency	Temp. Ranges
24AA256	1.8-5.5V	400 kHz(1)	I
24LC256	2.5-5.5V	400 kHz	I, E
24FC256	2.5-5.5V	1 MHz	I

Note 1: 100 kHz for Vcc < 2.5V.

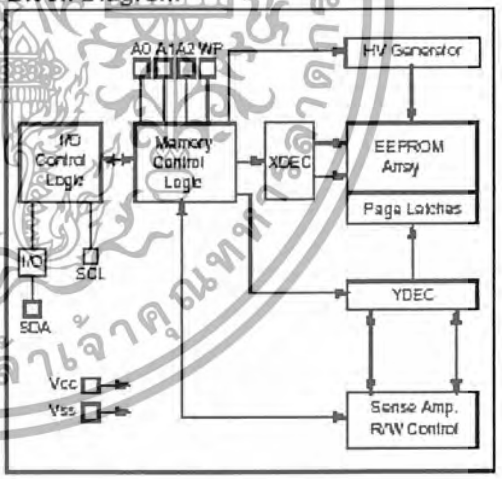
Features

- Low-power CMOS technology
  - Maximum write current 3 mA at 5.5V
  - Maximum read current 400 µA at 5.5V
  - Standby current 100 nA typical at 5.5V
- 2-wire serial interface bus, I²C™ compatible
- Cascadable for up to eight devices
- Self-timed ERASE/WRITE cycle
- 64-byte Page Write mode available
- 5 ms max write cycle time
- Hardware write-protect for entire array
- Output slope control to eliminate ground bounce
- Schmitt Trigger inputs for noise suppression
- 1,000,000 erase/write cycles
- Electrostatic discharge protection > 4000V
- Data retention > 200 years
- 8-pin PDIP, SOIC, TSSOP, MSOP and DFN packages
- 14-lead TSSOP package
- Standard and Pb-free finishes available
- Temperature ranges:
  - Industrial (I): -40°C to +85°C
  - Automotive (E): -40°C to +125°C

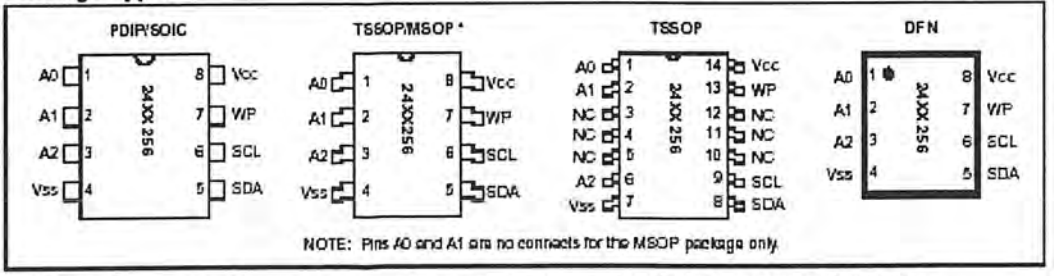
Description

The Microchip Technology Inc. 24AA256/24LC256/24FC256 (24XX256*) is a 32K x 8 (256 Kbit) Serial Electrically Erasable PROM, capable of operation across a broad voltage range (1.8V to 5.5V). It has been developed for advanced, low-power applications such as personal communications or data acquisition. This device also has a page write capability of up to 64 bytes of data. This device is capable of both random and sequential reads up to the 256K boundary. Functional address lines allow up to eight devices on the same bus, for up to 2 Mbit address space. This device is available in the standard 8-pin plastic DIP, SOIC, TSSOP, MSOP, DFN and 14-lead TSSOP packages.

Block Diagram



Package Types



*24XX256 is used in this document as a generic part number for the 24AA256/24LC256/24FC256 devices.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.0 ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Absolute Maximum Ratings (†)

Vcc 6.5V

All inputs and outputs w.r.t. Vss ..... -0.6V to Vcc +1.0V

Storage temperature ..... -65°C to +150°C

Ambient temperature with power applied ..... -65°C to +125°C

ESD protection on all pins ..... ≥ 4 kV

† NOTICE: Stresses above those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operational listings of this specification is not implied. Exposure to Absolute Maximum Rating conditions for extended periods may affect device reliability.

TABLE 1-1: DC CHARACTERISTICS

DC CHARACTERISTICS			Electrical Characteristics: Industrial (I): Vcc = +1.8V to 5.5V TA = -40°C to +85°C Automotive (E): Vcc = +2.5V to 5.5V TA = -40°C to +125°C			
Param. No.	Sym	Characteristic	Min.	Max.	Units	Conditions
D1	—	A0, A1, A2, SCL, SDA and WP pins:	—	—	—	—
D2	VIH	High-level input voltage	0.7 Vcc	—	V	—
D3	VIL	Low-level input voltage	—	0.3 Vcc	V	Vcc ≥ 2.5V
				0.2 Vcc	V	Vcc < 2.5V
D4	VHYS	Hysteresis of Schmitt Trigger inputs (SDA, SCL pins)	0.05 Vcc	—	V	Vcc ≥ 2.5V (Note)
D5	VOL	Low-level output voltage	—	0.40	V	IOL = 3.0 ma @ Vcc = 4.5V IOL = 2.1 ma @ Vcc = 2.5V
D6	ILI	Input leakage current	—	±1	µA	VIN = Vss or Vcc, WP = Vss VIN = Vss or Vcc, WP = Vcc
D7	ILO	Output leakage current	—	±1	µA	VOUT = Vss or Vcc
D8	CIN, COUT	Pin capacitance (all inputs/outputs)	—	10	pF	Vcc = 5.0V (Note) TA = 25°C, fc = 1 MHz
D9	ICC Read	Operating current	—	400	µA	Vcc = 5.5V, SCL = 400 kHz
	ICC Write		—	3	mA	Vcc = 5.5V
D10	ICCS	Standby current	—	1	µA	TA = -40°C to +85°C SCL = SDA = Vcc = 5.5V A0, A1, A2, WP = Vss
			—	5	µA	TA = -40°C to +125°C SCL = SDA = Vcc = 5.5V A0, A1, A2, WP = Vss

Note: This parameter is periodically sampled and not 100% tested.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TABLE 1-2: AC CHARACTERISTICS

AC CHARACTERISTICS			Electrical Characteristics: Industrial (I): VCC = +1.8V to 5.5V TA = -40°C to +85°C Automotive (E): VCC = +2.5V to 5.5V TA = -40°C to +125°C			
Param. No.	Sym	Characteristic	Min	Max	Units	Conditions
1	FCLK	Clock frequency	— — —	100 400 1000	kHz	1.8V ≤ VCC < 2.5V 2.5V ≤ VCC ≤ 5.5V 2.5V ≤ VCC ≤ 5.5V 24FC256
2	THIGH	Clock high time	4000 600 500	— — —	ns	1.8V ≤ VCC < 2.5V 2.5V ≤ VCC ≤ 5.5V 2.5V ≤ VCC ≤ 5.5V 24FC256
3	TLOW	Clock low time	4700 1300 500	— — —	ns	1.8V ≤ VCC < 2.5V 2.5V ≤ VCC ≤ 5.5V 2.5V ≤ VCC ≤ 5.5V 24FC256
4	TR	SDA and SCL rise time (Note 1)	— — —	1000 300 300	ns	1.8V ≤ VCC < 2.5V 2.5V ≤ VCC ≤ 5.5V 2.5V ≤ VCC ≤ 5.5V 24FC256
5	TF	SDA and SCL fall time (Note 1)	— —	300 100	ns	All except, 24FC256 2.5V ≤ VCC ≤ 5.5V 24FC256
6	THD:STA	Start condition hold time	4000 600 250	— — —	ns	1.8V ≤ VCC < 2.5V 2.5V ≤ VCC ≤ 5.5V 2.5V ≤ VCC ≤ 5.5V 24FC256
7	TSU:STA	Start condition setup time	4700 600 250	— — —	ns	1.8V ≤ VCC < 2.5V 2.5V ≤ VCC ≤ 5.5V 2.5V ≤ VCC ≤ 5.5V 24FC256
8	THD:DAT	Data input hold time	0	—	ns	(Note 2)
9	TSU:DAT	Data input setup time	250 100 100	— — —	ns	1.8V ≤ VCC < 2.5V 2.5V ≤ VCC ≤ 5.5V 2.5V ≤ VCC ≤ 5.5V 24FC256
10	TSU:STO	Stop condition setup time	4000 600 250	— — —	ns	1.8V ≤ VCC < 2.5V 2.5V ≤ VCC ≤ 5.5V 2.5V ≤ VCC ≤ 5.5V 24FC256
11	TSU:WP	WP setup time	4000 600 600	— — —	ns	1.8V ≤ VCC < 2.5V 2.5V ≤ VCC ≤ 5.5V 2.5V ≤ VCC ≤ 5.5V 24FC256
12	THD:WP	WP hold time	4700 1300 1300	— — —	ns	1.8V ≤ VCC < 2.5V 2.5V ≤ VCC ≤ 5.5V 2.5V ≤ VCC ≤ 5.5V 24FC256
13	TAA	Output valid from clock (Note 2)	— — —	3500 900 400	ns	1.8 V ≤ VCC < 2.5V 2.5 V ≤ VCC ≤ 5.5V 2.5 V ≤ VCC ≤ 5.5V 24FC256
14	TBUF	Bus free time: Time the bus must be free before a new transmission can start	4700 1300 500	— — —	ns	1.8V ≤ VCC < 2.5V 2.5V ≤ VCC ≤ 5.5V 2.5V ≤ VCC ≤ 5.5V 24FC256

Note 1: Not 100% tested. CB = total capacitance of one bus line in pF.

2: As a transmitter, the device must provide an internal minimum delay time to bridge the undefined region (minimum 300 ns) of the falling edge of SCL to avoid unintended generation of Start or Stop conditions.

3: The combined TSP and VHYS specifications are due to new Schmitt Trigger inputs, which provide improved noise spike suppression. This eliminates the need for a TI specification for standard operation.

4: This parameter is not tested but ensured by characterization. For endurance estimates in a specific application, please consult the Total Endurance™ Model, which can be obtained from Microchip's web site: www.microchip.com.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC CHARACTERISTICS (Continued)			Electrical Characteristics: Industrial (I): VCC = +1.8V to 5.5V TA = -40°C to +85°C Automotive (E): VCC = +2.5V to 5.5V TA = -40°C to +125°C			
Param. No.	Sym	Characteristic	Min	Max	Units	Conditions
15	TOF	Output fall time from VIH minimum to VIL maximum CB ≤ 100 pF	10 + 0.1CB 250	250 250	ns	All except, 24FC256 (Note 1)
16	TSP	Input filter spike suppression (SDA and SCL pins)	—	50	ns	All except, 24FC256 (Notes 1 and 3)
17	TWC	Write cycle time (byte or page)	—	5	ms	—
18	—	Endurance	1,000,000	—	cycles	25°C (Note 4)

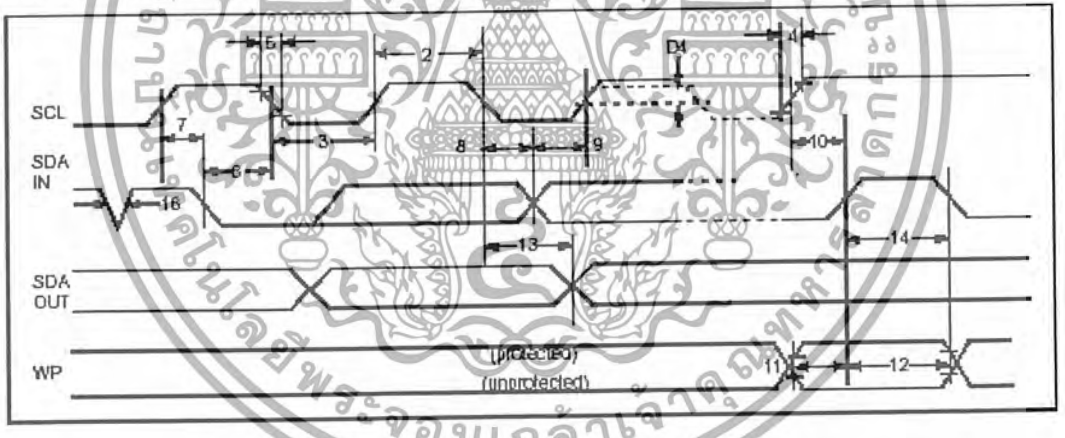
Note 1: Not 100% tested. CB = total capacitance of one bus line in pF.

2: As a transmitter, the device must provide an internal minimum delay time to bridge the undefined region (minimum 300 ns) of the falling edge of SCL to avoid unintended generation of Start or Stop conditions.

3: The combined TSP and VHYS specifications are due to new Schmitt Trigger inputs, which provide improved noise spike suppression. This eliminates the need for a TI specification for standard operation.

4: This parameter is not tested but ensured by characterization. For endurance estimates in a specific application, please consult the Total Endurance™ Model, which can be obtained from Microchip's web site: www.microchip.com.

FIGURE 1-1: BUS TIMING DATA



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.0 PIN DESCRIPTIONS

The descriptions of the pins are listed in Table 2-1.

TABLE 2-1: PIN FUNCTION TABLE

Name	8-pin PDIP	8-pin SOIC	8-pin TSSOP	14-pin TSSOP	8-pin MSOP	8-pin DFN	Function
A0	1	1	1	1	—	1	User Configurable Chip Select
A1	2	2	2	2	—	2	User Configurable Chip Select
(NC)	—	—	—	3, 4, 5	1,2	—	Not Connected
A2	3	3	3	6	3	3	User Configurable Chip Select
Vss	4	4	4	7	4	4	Ground
SDA	5	5	5	8	5	5	Serial Data
SCL	6	6	6	9	6	6	Serial Clock
(NC)	—	—	—	10, 11, 12	—	—	Not Connected
WP	7	7	7	13	7	7	Write-Protect Input
Vcc	8	8	8	14	8	8	+1.8V to 5.5V (24AA256) +2.5V to 5.5V (24LC256) +2.5V to 5.5V (24FC256)

2.1 A0, A1, A2 Chip Address Inputs

The A0, A1 and A2 inputs are used by the 24XX256 for multiple device operations. The levels on these inputs are compared with the corresponding bits in the slave address. The chip is selected if the compare is true.

For the MSOP package only, pins A0 and A1 are not connected.

Up to eight devices (two for the MSOP package) may be connected to the same bus by using different Chip Select bit combinations. If these pins are left unconnected, the inputs will be pulled down internally to Vss. If they are tied to Vcc or driven high, the internal pull-down circuitry is disabled.

In most applications, the chip address inputs A0, A1 and A2 are hard-wired to logic '0' or logic '1'. For applications in which these pins are controlled by a microcontroller or other programmable device, the chip address pins must be driven to logic '0' or logic '1' before normal device operation can proceed.

2.2 Serial Data (SDA)

2.3 Serial Clock (SCL)

This input is used to synchronize the data transfer to and from the device.

2.4 Write-Protect (WP)

This pin can be connected to either Vss, Vcc or left floating. Internal pull-down circuitry on this pin will keep the device in the unprotected state if left floating. If tied to Vss or left floating, normal memory operation is enabled (read/write the entire memory 0000-7FFF).

If tied to Vcc, write operations are inhibited. Read operations are not affected.

3.0 FUNCTIONAL DESCRIPTION

The 24XX256 supports a bidirectional 2-wire bus and data transmission protocol. A device that sends data onto the bus is defined as a transmitter and a device receiving data as a receiver. The bus must be controlled by a master device which generates the serial clock (SCL), controls the bus access, and

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.0 BUS CHARACTERISTICS

The following bus protocol has been defined:

- Data transfer may be initiated only when the bus is not busy.
- During data transfer, the data line must remain stable whenever the clock line is high. Changes in the data line, while the clock line is high, will be interpreted as a Start or Stop condition.

Accordingly, the following bus conditions have been defined (Figure 4-1).

4.1 Bus not Busy (A)

Both data and clock lines remain high.

4.2 Start Data Transfer (B)

A high-to-low transition of the SDA line while the clock (SCL) is high, determines a Start condition. All commands must be preceded by a Start condition.

4.3 Stop Data Transfer (C)

A low-to-high transition of the SDA line, while the clock (SCL) is high, determines a Stop condition. All operations must end with a Stop condition.

4.4 Data Valid (D)

The state of the data line represents valid data when, after a Start condition, the data line is stable for the duration of the high period of the clock signal.

The data on the line must be changed during the low period of the clock signal. There is one bit of data per clock pulse.

Each data transfer is initiated with a Start condition and terminated with a Stop condition. The number of the data bytes transferred between the Start and Stop conditions is determined by the master device.

4.5 Acknowledge

Each receiving device, when addressed, is obliged to generate an Acknowledge signal after the reception of each byte. The master device must generate an extra clock pulse which is associated with this Acknowledge bit.

Note:	The 24XX256 does not generate any Acknowledge bits if an internal programming cycle is in progress.

A device that acknowledges must pull down the SDA line during the acknowledge clock pulse in such a way that the SDA line is stable low during the high period of the acknowledge related clock pulse. Of course, setup and hold times must be taken into account. During reads, a master must signal an end of data to the slave by NOT generating an Acknowledge bit on the last byte that has been clocked out of the slave. In this case, the slave (24XX256) will leave the data line high to enable the master to generate the Stop condition.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FIGURE 4-1: DATA TRANSFER SEQUENCE ON THE SERIAL BUS

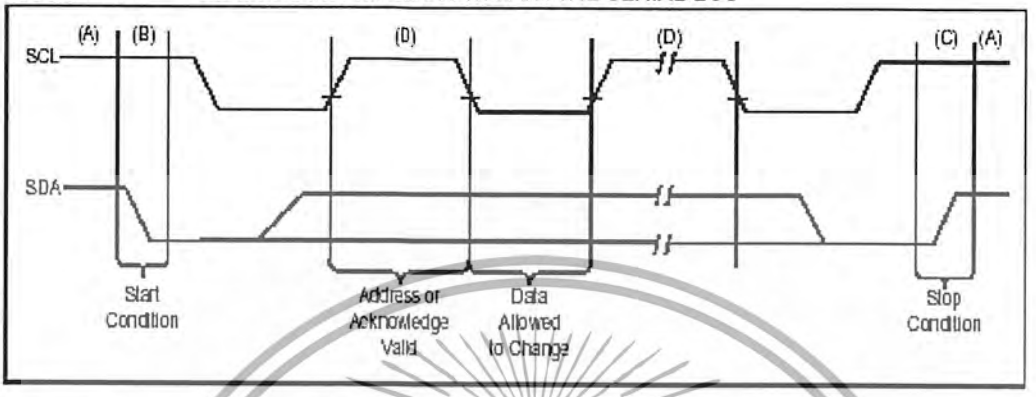
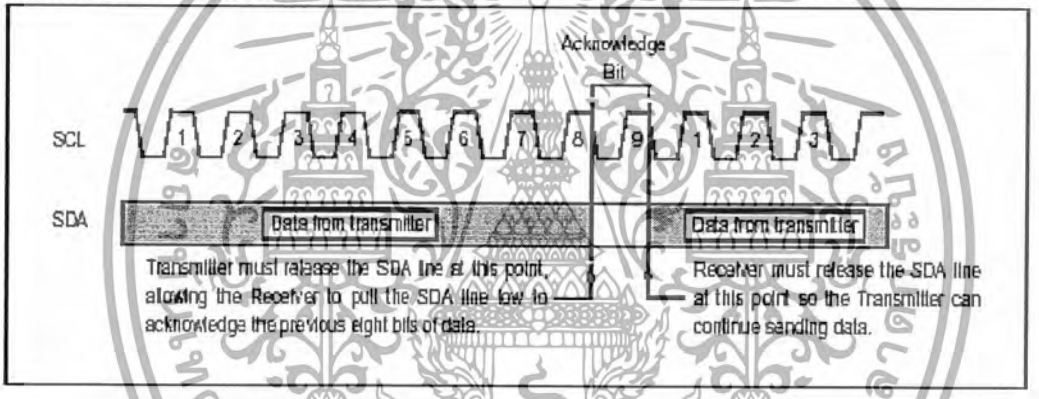


FIGURE 4-2: ACKNOWLEDGE TIMING



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.0 DEVICE ADDRESSING

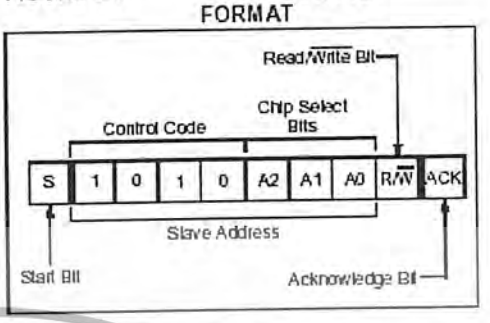
A control byte is the first byte received following the Start condition from the master device (Figure 5-1). The control byte consists of a 4-bit control code. For the 24XX256, this is set as '1010' binary for read and write operations. The next three bits of the control byte are the Chip Select bits (A2, A1, A0). The Chip Select bits allow the use of up to eight 24XX256 devices on the same bus and are used to select which device is accessed. The Chip Select bits in the control byte must correspond to the logic levels on the corresponding A2, A1 and A0 pins for the device to respond. These bits are, in effect, the three Most Significant bits of the word address.

For the MSOP package, the A0 and A1 pins are not connected. During device addressing, the A0 and A1 Chip Select bits (Figures 5-1 and 5-2) should be set to '0'. Only two 24XX256 MSOP packages can be connected to the same bus.

The last bit of the control byte defines the operation to be performed. When set to a one, a read operation is selected. When set to a zero, a write operation is selected. The next two bytes received define the address of the first data byte (Figure 5-2). Because only A14...A0 are used, the upper address bits are a don't care. The upper address bits are transferred first, followed by the less significant bits.

Following the Start condition, the 24XX256 monitors the SDA bus checking the device type identifier being transmitted. Upon receiving a '1010' code and appropriate device select bits, the slave device outputs an Acknowledge signal on the SDA line. Depending on the state of the R/$\overline{W}$ bit, the 24XX256 will select a read or write operation.

FIGURE 5-1: CONTROL BYTE FORMAT



5.1 Contiguous Addressing Across Multiple Devices

The Chip Select bits A2, A1, A0 can be used to expand the contiguous address space for up to 2 Mbit by adding up to eight 24XX256s on the same bus. In this case, software can use A0 of the control byte as address bit A15; A1 as address bit A16; and A2 as address bit A17. It is not possible to sequentially read across device boundaries.

For the MSOP package, up to two 24XX256 devices can be added for up to 512 Kbit of address space. In this case, software can use A2 of the control byte as address bit A17. Bits A0 (A15) and A1 (A16) of the control byte must always be set to a logic '0' for the MSOP.

FIGURE 5-2: ADDRESS SEQUENCE BIT ASSIGNMENTS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.0 WRITE OPERATIONS

6.1 Byte Write

Following the Start condition from the master, the control code (four bits), the Chip Select (three bits) and the R/$\overline{W}$ bit (which is a logic low) are clocked onto the bus by the master transmitter. This indicates to the addressed slave receiver that the address high byte will follow after it has generated an Acknowledge bit during the ninth clock cycle. Therefore, the next byte transmitted by the master is the high-order byte of the word address and will be written into the address pointer of the 24XX256. The next byte is the Least Significant Address Byte. After receiving another Acknowledge signal from the 24XX256, the master device will transmit the data word to be written into the addressed memory location. The 24XX256 acknowledges again and the master generates a Stop condition. This initiates the internal write cycle and during this time, the 24XX256 will not generate Acknowledge signals (Figure 6-1). If an attempt is made to write to the array with the WP pin held high, the device will acknowledge the command but no write cycle will occur, no data will be written, and the device will immediately accept a new command. After a byte Write command, the internal address counter will point to the address location following the one that was just written.

6.2 Page Write

The write control byte, word address and the first data byte are transmitted to the 24XX256 in much the same way as in a byte write. The exception is that instead of generating a Stop condition, the master transmits up to 63 additional bytes, which are temporarily stored in the on-chip page buffer and will be written into memory once the master has transmitted a Stop condition. Upon receipt of each word, the six lower address pointer bits are internally incremented by one. If the master should transmit more than 64 bytes prior to generating the Stop condition, the address counter will roll over and the previously received data will be overwritten. As with the byte write operation, once the Stop condition is received, an internal write cycle will begin (Figure 6-2). If an attempt is made to write to the array with the WP pin held high, the device will acknowledge the command but no write cycle will occur, no data will be written and the device will immediately accept a new command.

6.3 Write-Protection

The WP pin allows the user to write-protect the entire array (0000-7FFF) when the pin is tied to Vcc. If tied to Vss or left floating, the write-protection is disabled. The WP pin is sampled at the Stop bit for every Write command (Figure 1-1). Toggling the WP pin after the Stop bit will have no effect on the execution of the write cycle.

Note: Page write operations are limited to writing bytes within a single physical page, regardless of the number of bytes actually being written. Physical page boundaries start at addresses that are integer multiples of the page buffer size (or 'page size') and end at addresses that are integer multiples of [page size - 1]. If a Page Write command attempts to write across a physical page boundary, the result is that the data wraps around to the beginning of the current page (overwriting data previously stored there), instead of being written to the next page, as might be expected. It is, therefore, necessary for the application software to prevent page write operations that would attempt to cross a page boundary.

FIGURE 6-1: BYTE WRITE

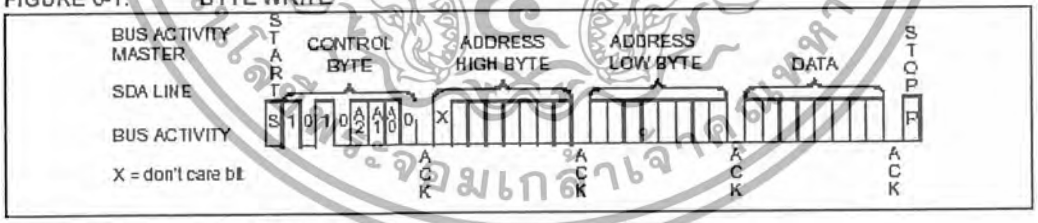
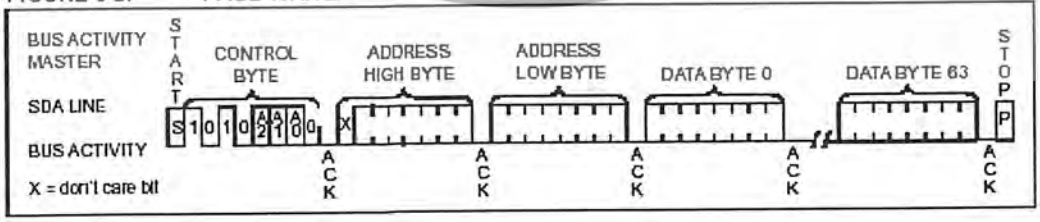


FIGURE 6-2: PAGE WRITE

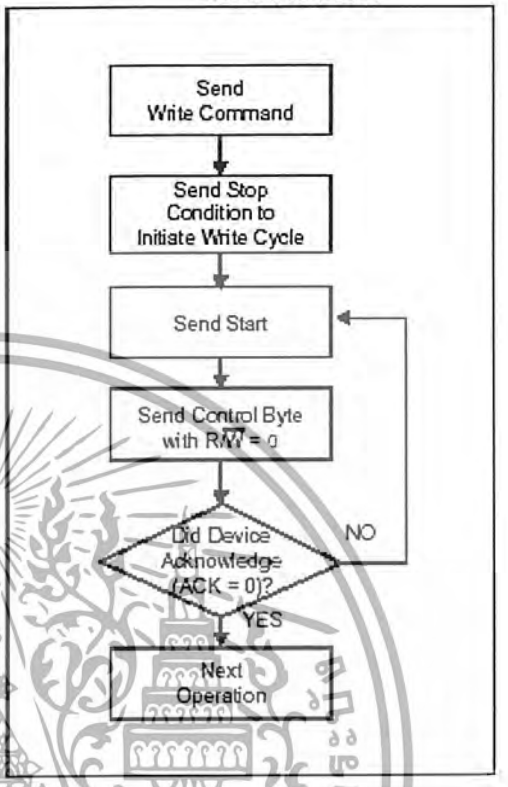


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.0 ACKNOWLEDGE POLLING

Since the device will not acknowledge during a write cycle, this can be used to determine when the cycle is complete (This feature can be used to maximize bus throughput.) Once the Stop condition for a Write command has been issued from the master, the device initiates the internally timed write cycle. ACK polling can be initiated immediately. This involves the master sending a Start condition, followed by the control byte for a Write command ($R/\overline{W}$ = 0). If the device is still busy with the write cycle, then no ACK will be returned. If no ACK is returned, the Start bit and control byte must be resent. If the cycle is complete, then the device will return the ACK and the master can then proceed with the next Read or Write command. See Figure 7-1 for flow diagram.

FIGURE 7-1: ACKNOWLEDGE POLLING FLOW



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.0 READ OPERATION

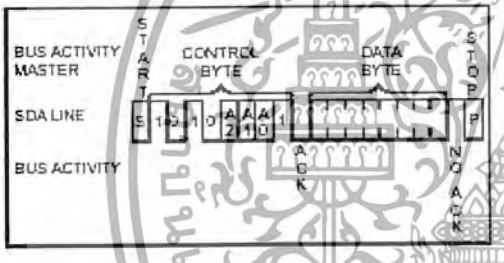
Read operations are initiated in much the same way as write operations, with the exception that the R/$\overline{W}$ bit of the control byte is set to '1'. There are three basic types of read operations: current address read, random read and sequential read.

8.1 Current Address Read

The 24XX256 contains an address counter that maintains the address of the last word accessed, internally incremented by '1'. Therefore, if the previous read access was to address n (n is any legal address), the next current address read operation would access data from address n + 1.

Upon receipt of the control byte with R/$\overline{W}$ bit set to '1', the 24XX256 issues an acknowledge and transmits the 8-bit data word. The master will not acknowledge the transfer but does generate a Stop condition and the 24XX256 discontinues transmission (Figure 8-1).

FIGURE 8-1: CURRENT ADDRESS READ



8.2 Random Read

Random read operations allow the master to access any memory location in a random manner. To perform this type of read operation, the word address must first be set. This is done by sending the word address to the 24XX256 as part of a write operation (R/$\overline{W}$ bit set to '0'). Once the word address is sent, the master generates a Start condition following the acknowledge. This terminates the write operation, but not before the internal address pointer is set. The master then issues the control byte again but with the R/$\overline{W}$ bit set to a one. The 24XX256 will then issue an acknowledge and transmit the 8-bit data word. The master will not acknowledge the transfer, though it does generate a Stop condition, which causes the 24XX256 to discontinue transmission (Figure 8-2). After a random Read command, the internal address counter will point to the address location following the one that was just read.

8.3 Sequential Read

Sequential reads are initiated in the same way as a random read except that after the 24XX256 transmits the first data byte, the master issues an acknowledge as opposed to the Stop condition used in a random read. This acknowledge directs the 24XX256 to transmit the next sequentially addressed 8-bit word (Figure 8-3). Following the final byte transmitted to the master, the master will NOT generate an acknowledge but will generate a Stop condition. To provide sequential reads, the 24XX256 contains an internal address pointer which is incremented by one at the completion of each operation. This address pointer allows the entire memory contents to be serially read during one operation. The internal address pointer will automatically roll over from address 7FFF to address 0000 if the master acknowledges the byte received from the array address 7FFF.

FIGURE 8-2: RANDOM READ

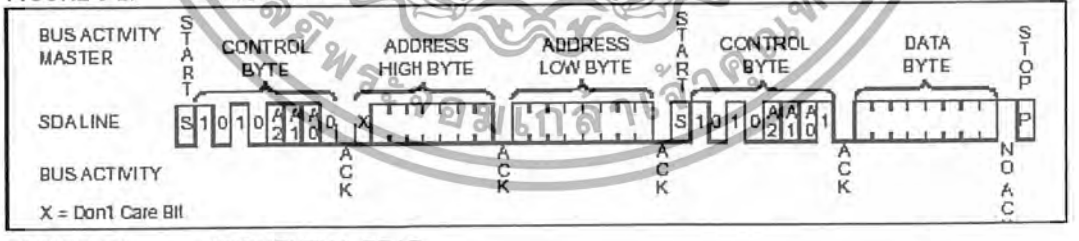
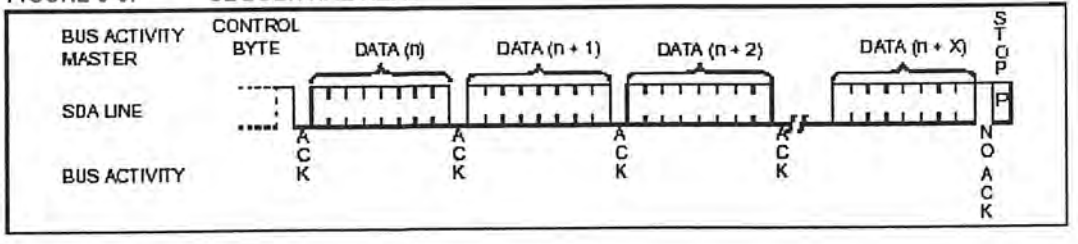


FIGURE 8-3: SEQUENTIAL READ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐาน NMEA

TABLE OF CONTENTS

SECTION		PAGE
1	ZODIAC DATA TYPES AND MESSAGE FORMATS	
1.1	Binary Message Format And Word Structure	1-1
1.1.1	Binary Message Format	1-1
1.1.2	Word Structure	1-1
1.2	Binary Message Header	1-2
1.2.1	Message Header Word 1	1-2
1.2.2	Message Header Word 2	1-2
1.2.3	Message Header Word 3	1-2
1.2.4	Message Header Word 4	1-2
1.2.5	Message Header Word 5	1-3
1.2.6	Log Request Messages	1-3
1.3	Binary Message Data	1-4
1.4	NMEA Messages, Format, And Sentence Structure	1-4
1.4.1	NMEA Output Messages	1-4
1.4.2	NMEA Input Messages	1-4
1.4.3	NMEA Message Format	1-5
1.4.4	NMEA-0183 Approved Sentences	1-5
1.4.5	Proprietary Sentences	1-7
1.4.6	Checksum	1-7
2	ZODIAC BINARY DATA MESSAGES	
2.1	Output Message Descriptions	2-2
2.1.1	Geodetic Position Status Output (Message 1000)	2-2
2.1.2	ECEF Position Status Output (Message 1001)	2-5
2.1.3	Channel Summary (Message 1002)	2-7
2.1.4	Visible Satellites (Message 1003)	2-8
2.1.5	Differential GPS Status (Message 1005)	2-9
2.1.6	Channel Measurement (Message 1007)	2-11
2.1.7	Receiver ID (Message 1011)	2-12
2.1.8	User-Settings Output (Message 1012)	2-13
2.1.9	Built-In Test (BIT) Results (Message 1100)	2-15
2.1.10	Measurement Time Mark (Message 1102)	2-16
2.1.11	UTC Time Mark Pulse Output (Message 1108)	2-19
2.1.12	Serial Port Communication Parameters In Use (Message 1130)	2-20
2.1.13	EEPROM Update (Message 1135)	2-22
2.1.14	EEPROM Status (Message 1136)	2-23
2.2	Input Message Descriptions	2-24
2.2.1	Geodetic Position and Velocity Initialization (Message 1200)	2-25
2.2.2	User-Defined Datum Definition (Message 1210)	2-26
2.2.3	Map Datum Select (Message 1211)	2-27
2.2.4	Satellite Elevation Mask Control (Message 1212)	2-28
2.2.5	Satellite Candidate Select (Message 1213)	2-29
2.2.6	Differential GPS Control (Message 1214)	2-30
2.2.7	Cold Start Control (Message 1216)	2-31
2.2.8	Solution Validity Criteria (Message 1217)	2-32
2.2.9	Antenna Type Select (Message 1218)	2-33
2.2.10	User-Entered Altitude Input (Message 1219)	2-34
2.2.11	Application Platform Control (Message 1220)	2-35
2.2.12	Nav Configuration (Message 1221)	2-36
2.2.13	Perform Built-In Test Command (Message 1300)	2-37
2.2.14	Restart Command (Message 1303)	2-38
2.2.15	Serial Port Communications Parameters (Message 1330)	2-39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TABLE OF CONTENTS (continued)

SECTION		PAGE
2	ZODIAC BINARY DATA MESSAGES (continued)	
2.2.16	Message Protocol Control (Message 1331)	2-41
2.2.17	Raw DGPS RTCM SC-104 Data (Message 1351)	2-42
3	ZODIAC NMEA DATA MESSAGES	
3.1	Output Message Descriptions	3-2
3.1.1	Rockwell Proprietary Built-In Test (BIT) Results (BIT)	3-2
3.1.2	GPS Fix Data (GGA)	3-3
3.1.3	GPS DOP and Active Satellites (GSA)	3-5
3.1.4	GPS Satellites in View (GSV)	3-6
3.1.5	Recommended Minimum Specific GPS Data (RMC)	3-7
3.1.6	Rockwell Proprietary Receiver ID (RID)	3-8
3.1.7	Rockwell Proprietary Zodiac Channel Status (ZCH)	3-9
3.2	Input Message Descriptions	3-10
3.2.1	Rockwell Proprietary Built-In Test (BIT) Command Message (IBIT)	3-10
3.2.2	Rockwell Proprietary Log Control Message (ILOG)	3-11
3.2.3	Rockwell Proprietary Receiver Initialization Message (INIT)	3-12
3.2.4	Rockwell Proprietary Protocol Message (IPRO)	3-14
4	REFERENCE ELLIPSOIDS AND DATUM TABLE	

TABLES

NUMBER		PAGE
I-1	Binary Message Data Types	1-1
I-2	NMEA Reserved Characters	1-5
I-3	NMEA Field Type Summary	1-6
II-1	Zodiac Binary Data Messages	2-1
II-2	Message 1000: Geodetic Position Status Output Message	2-2
II-3	Message 1001: ECEF Position Status Output Message	2-5
II-4	Message 1002: Channel Summary Message	2-7
II-5	Message 1003: Visible Satellites Message	2-8
II-6	Message 1005: Differential GPS Status Message	2-9
II-7	Message 1007: Channel Measurement Message	2-11
II-8	Message 1011: Receiver ID Message	2-12
II-9	Message 1012: User-Settings Output Message	2-13
II-10	Message 1100: Built-In-Test Results Message	2-15
II-11	Message 1102: Measurement Time Mark Message	2-16
II-12	Message 1108: UTC Time Mark Pulse Output Message	2-19
II-13	Message 1130: Serial Port Communication Parameters In Use Message	2-20
II-14	Message 1135: EEPROM Update Message	2-22
II-15	Message 1136: EEPROM Status Message	2-23
II-16	Message 1200: Geodetic Position and Velocity Initialization Message	2-24
II-17	Message 1210: User-Defined Datum Definition Message	2-26
II-18	Message 1211: Map Datum Select Message	2-27
II-19	Message 1212: Satellite Elevation Mask Control Message	2-28
II-20	Message 1213: Satellite Candidate Select	2-29
II-21	Message 1214: Differential GPS Control Message	2-30
II-22	Message 1216: Cold Start Control Message	2-31
II-23	Message 1217: Solution Validity Criteria Message	2-32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TABLE OF CONTENTS (continued)

TABLES (continued)

NUMBER		PAGE
II-24	Message 1218: Antenna Type Select	2-33
II-25	Message 1219: User-Entered Altitude Input Message	2-34
II-26	Message 1220: Application Platform Control Message	2-35
II-27	Message 1221: Nav Configuration Message	2-36
II-28	Message 1300: Perform Built-In Test Command Message	2-37
II-29	Message 1303: Restart Command Message	2-38
II-30	Message 1330: Serial Port Communication Parameters	2-30
II-31	Message 1331: Message Protocol Control Message	2-41
II-32	Message 1351: Raw DGPS RTCM SC-104 Data	2-42
III-1	Zodiac NMEA Messages	3-1
III-2	BIT Message: Rockwell Proprietary Built-In Test (BIT) Results Message	3-2
III-3	GGA Message: GPS Fix Data Message	3-3
III-4	GSA Message: GPS DOP and Active Satellites Message	3-5
III-5	GSV Message: GPS Satellites in View Message	3-6
III-6	RMC Message: Recommended Minimum Specific GPS Data Message	3-7
III-7	RID Message: Rockwell Proprietary Receiver ID Message	3-8
III-8	ZCH Message: Rockwell Proprietary Zodiac Channel Status Message	3-9
III-9	IBIT Message: Rockwell Proprietary Built-In Test (BIT) Command Message	3-10
III-10	ILOG Message: Rockwell Proprietary Log Control Message	3-11
III-11	INIT Message: Rockwell Proprietary Receiver Initialization Message	3-12
III-12	IPRO Message: Rockwell Proprietary Protocol Message	3-14

FIGURES

NUMBER		PAGE
1-1	Binary Message Header Format	1-2
1-2	Standard Log Request Message Format (Data Portion)	1-3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1 ZODIAC DATA TYPES AND MESSAGE FORMATS

This document describes the formats of the two types of messages that can be communicated across the serial data interface for the Zodiac Global Positioning System (GPS) receiver engine. The structure and contents of each binary message is described in Section 2. The structure and contents of each National Marine Electronics Association (NMEA) message is described in Section 3.

1.1 Binary Message Format And Word Structure

1.1.1 Binary Message Format. The input/output binary data stream format is a low byte/high byte pattern. Each byte is output with its Least Significant Bit (LSB) first, followed by its higher order bits, ending with the Most Significant Bit (MSB) of the data byte.

The binary message format is nearly identical to that used by the previous NavCore/MicroTracker series of receivers, except that all floating point values are now represented as fixed-point integer numbers with explicit or implied scale factors.

Each binary message consists of a header portion and a data portion, each with its own checksum. Each message will have a header, but some messages may not have data. Message acknowledgements are in tl form of a header, and message requests are made using headers as well. Table I-1 shows the data typ used to define the elements of the binary interface messages.

1.1.2 Word Structure. An integer is defined as 16 bits. While offsets are incorporated in the message description tables, the most convenient specificatio of memory layout in application implementation is likely to be a structure definition.

If the item is a fixed point quantity, the value of the LSB of the integer is given. To convert a fixed poin item to a floating point variable, the integer representation is floated and multiplied by the

Table I-1. Binary Message Data Types

TYPE	ABBREVIATION	WORDS (Note 1)	BITS	MAXIMUM RANGE
Bit (Note 2)	Bit	N/A	0 to 15	0 to 1
Character (Note 3)	C	N/A	8	ASCII 0 to 255
Integer	I	1	16	-32768 to +32767
Double Integer	DI	2	32	-2147483648 to +2147483647
Triple Integer	TI	3	48	-140737488355328 to +140737488355327
Unsigned Integer	UI	1	16	0 to 65535
Unsigned Double Integer	UDI	2	32	0 to 4294967295
Unsigned Triple Integer	UTI	3	48	0 to 281474976710656

Note 1:
The term "word" is used throughout this document to specify a quantity which occupies 16 bits of storage.

Note 2:
Data items using bit storage are specified with a format of w.b, where w is the word number and b is the bit number (0-15, 0 LSB) within the word. Multiple-bit items (bit fields) are indicated by a range of 'word.bit' values (e.g., 8.4-8.7).

Note 3:
Although the AAMP2 processor and C compiler use 16-bit character representations, this data interface will use the more common 8-bit representation. The Zodiac receiver software will pack/unpack the character data internally as needed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

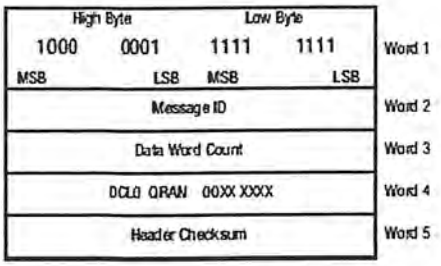


Figure 1-1. Binary Message Header Format

resolution. When converting to float, consideration must be given to the range and resolution of the item to ensure that the type of float selected for the conversion has an adequate mantissa length to preserve the accuracy of the data item. Triple word items may require scaling portions of the variable separately and then adding them in floating point form.

1.2 Binary Message Header

The binary message header format has been modified slightly from the NavCore V format to accommodate message logging requests. The format of the new message header is shown in Figure 1-1.

1.2.1 Message Header Word 1. Each input/output message starts with a synchronization word of the form $0xFF81_{HEX}$ with DEL (255 decimal) occupying the first eight bits followed by the Start Of Header (SOH) (129 decimal) occupying the second eight bits of the synchronization word.

1.2.2 Message Header Word 2. Word 2 contains the numeric message ID. For example, word 2 for Message ID 1000 would be:

High Byte Low Byte
0000 0011 1110 1000
MSB LSB MSB LSB

Or $0x03E8_{HEX}$.

1.2.3 Message Header Word 3. Word 3 contains the word count for the data portion of the message. The word count does not include the data checksum word. A zero data word count indicates a "header-only" message.

Composite words may have independent definitions for each bit field in the word. Flag bits are either zero (false) or one (true). All bits that are designated as reserved within the bit descriptions of binary data have undefined values for outputs and must be set to zero for inputs.

1.2.4 Message Header Word 4. The fourth word of the message header is a 16-bit field allocated to protocol and message related flags. These flag bits extend control over ACK/NAK requests and implement message logging requests. The zeroes represented in the word 4 field shown in Figure 1-1 are reserved bits and should be set to zero within this word.

The ACK/NAK control mechanism gives the user the ability to request either ACK or NAK, or both, independently for each message request. The user sets the request (R) bit and either the acknowledge (A) bit or negative acknowledge (N) bit, or both, to select the proper acknowledge behavior. With this approach, the user can configure requests only to be NAKed, alerting the user when a problem arises without incurring the overhead necessary to continuously process ACKs.

The lower six bits of the flags word can be used as an additional input identifier. This identifier is not explicitly processed by the receiver; it is echoed back, in the same location, as part of the header in ACK/NAK responses. This feature allows the user to uniquely distinguish which input message an acknowledgement corresponds to when multiple

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

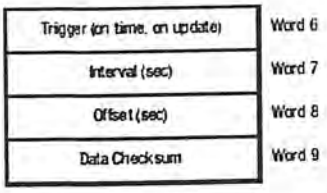


Figure 1-2. Standard Log Request Message Format (Data Portion)

input messages with the same message ID were processed during a particular period of time.

The flags word now supports message logging requests. The connect (C) and disconnect (D) bits are used to enable and disable, respectively, message outputs, and can be used either independently or in conjunction with the log request bits. A header-only message, with a Message ID and the connect bit set, enables the specified message with existing timing characteristics. Likewise, a header-only message, with Message ID and the disconnect bit set, disables the specified message. A message with both connect and disconnect bits is ignored. Note that enabling and disabling a message does not modify its timing characteristics (trigger, interval, or offset). A log request with the connect bit set will set up the message's timing characteristics and then enable the message. Similarly, for a combined log and disable request, the message will be disabled after the timing characteristics are set. To disable all messages, set the message ID to $FFFF_{HEX}$ (all bits set) and set the disconnect (D) bit.

Setting the query (Q) request bit will output the message specified by the message ID one time during the next output interval. Standard log requests will be accepted if the log (L) bit is set and if the required data parameters are present in the data portion of the request message.

1.2.5 Message Header Word 5. Word 5 of the message header is the data checksum, used to validate the header portion of the message. It is computed by summing (modulo 2^{16}) all words (including the word containing DEL and SOH) contained in the header and then performing a two's complement on the sum.

The computation of the header checksum may be expressed mathematically as:

$$SUM = Mod\ 2^{16} \sum_{i=1}^{4} Word(i)$$

If sum = - 32768, Header Checksum = SUM; else Header Checksum = - SUM

where:

a. Unary negation is computed as the two's complement of a 16-bit data word.

b. Mod 2^{16} indicates the least 16 bits of an arithmetic process. That is, carry bits from bit position 16 are ignored.

c. The summation is the algebraic binary sum of the words indicated by the subscript i.

d. The -32768 sum value must be treated as a special case since it cannot be negated.

1.2.6 Log Request Messages. Figure 1-2 shows the format of the data portion of standard log request messages. The ranges for words 6, 7, and 8 of these messages are as follows:

Trigger — 0 = on time, 1 = on update

Interval — 0 to 65535 seconds (an interval of zero produces a query as if the query bit [Q] in word 4 of the message header has been set).

Offset — 0 to 60 seconds (an offset of zero specifies an initial output relative to the current time. An offset of 60 specifies an initial output relative to the next even minute [zero seconds into the next minute]).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

When the Trigger field is set to "on time" (integer value 0), the first output will occur at the next Offset seconds into the minute, and will repeat every Interval seconds thereafter. When the trigger field is set to "on update," the specified message will be output only when the data is updated (e.g., when satellite almanac is collected).

1.3 Binary Message Data

The data portion of a binary message, if it exists, can be variable in length, as specified by the data word count found in the header. The Data Checksum follows the data and is not included in the data word count.

The Data Checksum is a 16-bit word used to validate the data portion of the message. It is transmitted as the last word of any message containing data (Figure 1-2 or Figure 1-3).

When the Word Count field is zero, the Data Checksum does not exist. It is computed by summing (modulo 2^{16}) all words in the data portion of the message and then complementing that sum. The mathematical expression for the Data Checksum is:

$$SUM = Mod\ 2^{16} \sum_{i=6}^{5+N} Word(i)$$

If sum = - 32768, Data Checksum = SUM; else Data Checksum = - SUM

where:

a. Unary negation is computed as the two's complement of a 16-bit data word.

b. Mod 2^{16} indicates the least 16 bits of an arithmetic process. That is, carry bits from bit position 16 are ignored.

c. The summation is the algebraic binary sum of the words indicated by the subscript (i).

d. The -32768 sum value must be treated as a special case since it cannot be negated.

Data elements identified as "Reserved" must be set to zero for input messages and are undefined for output messages. All data storage which is not explicitly defined should be handled as if it were marked "Reserved."

Unless otherwise stated, the resolution of each numeric data item is one integer unit, as specified by that item in the "Units" field.

1.4 NMEA Messages, Format, And Sentence Structure

NMEA messages are output in response to standard Q (Query) or proprietary ILOG (Log Control) messages as described in Section 3. The timing of output messages is synchronized with the Time Mark output event.

1.4.1 NMEA Output Messages. The following supported NMEA output messages comply with the NMEA-0183 version 2.01 standard:

- GGA: GPS Fix Data
- GSA: GPS DOP and Active Satellites
- GSV: GPS Satellites in View
- RMC: Recommended Minimum Specific GPS Data

The Zodiac receiver also supports the following Rockwell proprietary output messages:

- BIT: Rockwell Proprietary Built-In Test Results
- RID: Rockwell Proprietary Receiver ID
- ZCH: Rockwell Proprietary Zodiac Channel Status

These proprietary messages conform to the message format described below.

1.4.2 NMEA Input Messages. The Zodiac receiver supports the following proprietary input messages:

- IBIT: Rockwell Proprietary Built-In Test Command
- ILOG: Rockwell Proprietary Log Control
- INIT: Rockwell Proprietary Receiver Initialization
- IPRO: Rockwell Proprietary Protocol

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The INIT message is used to command initialization of the receiver and the IPRO message is used to change the message protocol. The first character of the message sentence is "P," followed by a three-character mnemonic code for Rockwell International (RWI) according to Appendix III of the NMEA-0183 standard.

1.4.3 NMEA Message Format. All NMEA-0183 data messages are in ASCII form. Each message begins with ASCII $ (24_{HEX}) and ends with ASCII <CR><LF> ($0D_{HEX}$ and $0A_{HEX}$). The valid character set consists of all printable ASCII characters, 20_{HEX} to $7E_{HEX}$, except for the reserved characters listed in Table I-2.

Each NMEA message, or sentence, consists of a set of fields separated by a comma delimiter character. Each field can contain either a string of valid characters or no characters (null field). Valid characters must conform with the formats described in Table I-3.

The maximum number of characters in a sentence is 82, consisting of a maximum of 79 characters between the starting delimiter "$" and the terminating <CR> and <LF>.

Since the number of data fields can vary from sentence to sentence, it is important that the "listener (or application software) locate fields by counting delimiters rather than counting the total number of characters received from the start of the sentence.

1.4.4 NMEA-0183 Approved Sentences. An approved NMEA-0183 sentence contains the following elements, in the order shown:

" $ "	Start of the sentence (24_{HEX})
<address field>	Talker identifier and sentence formatter.
[","<data field>]	Zero or more data fields.
.	
.	
.	
[","<data field>]	
["*"<checksum field>]	Optional checksum field.
<CR><LF>	End of sentence delimiter ($0D\ 0A_{HEX}$).

NOTE: Since the Zodiac receiver is a GPS device, the "talker" identifier is always "GP."

Table I-2. NMEA Reserved Characters

CHARACTER	HEX VALUE	DECIMAL VALUE	DESCRIPTION
<CR>	0D	13	Carriage return (end of sentence delimiter)
<LF>	0A	10	Line feed (end of sentence delimiter)
$	24	36	Start of sentence delimiter
*	2A	42	Checksum field delimiter
,	2C	44	Field delimiter
!	21	33	Reserved
\	5C	923	Reserved
^	5E	94	Reserved
~	7E	126	Reserved

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table I-3. NMEA Field Type Summary

Field Type	Symbol	Definition
Special Format Fields		
Status	A	Single character field: A = Yes, Data Valid, Warning Flag Clear V = No, Data Invalid, Warning Flag Set
Latitude	llll	Fixed/variable length field: Degrees/minutes.decimal -- two fixed digits of degrees, two fixed digits of minutes and a variable number of digits for decimal-fraction of minutes. Leading zeros always included for degrees and minutes to maintain fixed length. The decimal point and associated decimal-fraction are optional if full resolution is not required.
Longitude	yyyyy.yy	Fixed/variable length field: Degrees/minutes.decimal -- three fixed digits of degrees, two fixed digits of minutes and a variable number of digits for decimal-fraction of minutes. Leading zeros always included for degrees and minutes to maintain fixed length. The decimal point and associated decimal-fraction are optional if full resolution is not required.
Time	hhmmss.ss	Fixed/variable length field: Hours/minutes/seconds.decimal -- two fixed digits of hours, two fixed digits of minutes, two fixed digits of seconds and a variable number of digits for decimal-fraction of seconds. Leading zeros always included for hours, minutes, and seconds to maintain fixed length. The decimal point and associated decimal-fraction are optional if full resolution is not required.
Defined field		Some fields are specified to contain pre-defined constants, most often alpha characters. Such a field is indicated in the NMEA-0183 standard by the presence of one or more valid characters. The following characters and character strings used to indicate field types are excluded from the list of allowable characters: "A," "a," "c," "hh," "hhmmss.ss," "llll," "x," and "yyyyy.yy."
Numeric Value Fields		
Variable numbers	x.x	Variable length integer or floating point numeric field: Optional leading and trailing zeros. The decimal point and associated decimal-fraction are optional if full resolution is not required (e.g., 73.10 = 73.1 = 073.1 = 73).
Fixed HEX field	hh_	Fixed length HEX numbers only, most significant bit on the left.
Information Fields		
Variable text	c--c	Variable length valid character field.
Fixed alpha field	aa_	Fixed length field of uppercase or lowercase alpha characters.
Fixed number field	xx_	Fixed length field of numeric characters.
Fixed text field	cc_	Fixed length field of valid characters.

NOTES:

1. Spaces may only be used in variable text fields.
2. A negative sign ("-" or $2D_{HEX}$) is the first character in a field if the value is negative. The sign is omitted if the value is positive.
3. All data fields are delimited by a comma (",").
4. Null fields are indicated by no data between two delimiters.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.5 Proprietary Sentences. Proprietary sentences allow OEMs to transfer data that does not fall within the scope of approved NMEA sentences.

A proprietary sentence contains the following elements, in the order shown:

" $ "	Start of the sentence (24_{HEX})
" P "	Proprietary sentence ID (50_{HEX}).
<aaa>	OEM's mnemonic code.
[<valid characters, OEM's data>]	
["*"<checksum field>]	Optional checksum field.
<CR><LF>	End of sentence delimiter ($0D\ 0A_{HEX}$).

1.4.6 Checksum. The checksum is the 8-bit exclusive OR (no start or stop bits) of all characters in the sentence, including delimiters (except for the ! and the optional * delimiters). The hexadecimal valu of the most significant and least significant four bits of the result are converted to two ASCII characters (0-9, A-F) for transmission. The most significant character is transmitted first.

3 ZODIAC NMEA DATA MESSAGES

This section describes the National Marine Electronics Association (NMEA) data messages of the Zodiac GPS receiver. All of the output and input NMEA messages are listed in Table III-1 together with their corresponding message IDs. Power-up default messages are also identified.

NMEA mode is selected according to the logic described in the hardware interface section of the *Zodiac GPS Receiver Family Designer's Guide*. NMEA messages are transmitted and received across the host port serial I/O interface (RS-232) with the following default communications parameters:

- 4800 bps
- 8 data bits
- no parity
- 1 stop bit

This interface conforms with the NMEA-0183, version 2.01, specification. All of the output NMEA messages are described in detail in section 3.1. All of the input NMEA messages are described in detail in section 3.2.

Table III-1. Zodiac NMEA Data Messages

Output Message Name	Message ID
Rockwell Proprietary Built-In Test Results	BIT
GPS Fix Data (*)	GGA
GPS DOP and Active Satellites (*)	GSA
GPS Satellites In View (*)	GSV
Recommended Minimum Specific GPS Data (*)	RMC
Rockwell Proprietary Receiver ID	RID
Rockwell Proprietary Zodiac Channel Status (*)	ZCH

Input Message Name	Message ID
Rockwell Proprietary Built-In Test Command	IBIT.
Rockwell Proprietary Log Control Message	ILOG
Rockwell Proprietary Receiver Initialization	INIT
Rockwell Proprietary Protocol Message	IPRO
(*) Default power-up message	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 Output Message Descriptions

3.1.1 Rockwell Proprietary Built-In Test (BIT) Results (BIT). This proprietary message provides detailed test results when a BIT is commanded. Non-zero device failure status indicates failure.

The contents of the BIT Message are described in Table III-2.

Table III-2. BIT Message: Rockwell Proprietary Built-In Test (BIT) Results Message

Message ID:		BIT		
Rate:		Variable		
Fields:		11		
Field No.:	Symbol:	Field Description:	Field Type:	Example:
	$PRWIBIT	Start of sentence and address field (Note 1)		$PRWIBIT
1	ROM_FAIL	ROM failure (Note 2)	hhhh	0001
2	RAM_FAIL	RAM failure (Note 2)	hhhh	0000
3	EEP_FAIL	EEPROM failure (Note 2)	hhhh	0000
4	DPR_FAIL	Dual Port RAM failure (Note 2)	hhhh	0000
5	DSP_FAIL	Digital Signal Processor (DSP) failure (Note 2)	hhhh	0000
6	RTC_FAIL	Real-Time Clock (RTC) failure (Note 2)	hhhh	0000
7	SP1-ERR	Serial Port 1 Receive Error Count	x.x	0
8	SP2_ERR	Serial Port 2 Receive Error Count	x.x	0
9	SP1_RCV	Serial Port 1 Receive Character Count	x.x	15
10	SP2_RCV	Serial Port 2 Receive Character Count	x.x	640
11	SW_VER	Software Version	x.x	01.02
	CKSUM	Checksum	*hh	*75
	<CR><LF>	Sentence terminator		<CR><LF>

Note 1:

$ = NMEA message prefix.
P = Proprietary message indicator.
RWI = Rockwell International mnemonic.
BIT = BIT Results message ID.

Note 2:

A value of zero indicates a test has passed. A non-zero value indicates a device failure. Missing devices will be reported as failures. Therefore, the OEM's BIT pass/fail should ignore words for components that are not in the system under test. Note that the Dual Port RAM failure test is currently not implemented. Therefore, field 4 will report a value of zero.

Sample Message:

```
$PRWIBIT,0001,0000,0000,0000,0000,0000,0,0,15,640,01.02*75
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 GPS Fix Data (GGA). This message contains time, position, and fix related data for the Zodiac receiver. When a navigation solution passes all of the validity criteria (set using the binary Solution Validity Criteria message), a GGA message is generated automatically. Otherwise, if any of the validity criteria are invalid for the solution, a GGA message is not generated.

The contents of the GGA Message are described in Table III-3.

Table III-3. GGA Message: GPS Fix Data Message (1 of 2)

Message ID:		GGA (while receiver is in Navigation Mode -- Note 1)		
Rate:		Variable; defaults to 1 Hz		
Fields:		14		
Field No.:	Symbol:	Field Description:	Field Type:	Example:
	$_ _GGA	Start of sentence and address field		$GPGGA
1	POS_UTC	UTC of position (hours, minutes, seconds, decimal seconds)	hhmmss.ss	222435
2	LAT	Latitude	[illegible]	3339.7334
3	LAT_REF	Latitude direction (N = north, S = south)	a	N
4	LON	Longitude	yyyyy.yy	11751.7598
5	LON_REF	Longitude direction (E = east, W = west)	a	W
6	GPS_QUAL	GPS quality indicator (Note 2)	x	2
7	NUM_SATS	Number of satellites in use, 00 to 12 (may be different from the number in view)	xx	06
8	HDOP	Horizontal Dilution of Precision (HDOP)	x.x	1.33
9	ALT_MSL	Antenna altitude above/below mean sea level (geoid) (Note 3)	x.x	27.0
10	M	Units of antenna altitude (meters)	M	M
11	GEOID_SEP	Geoidal separation (Note 4)	x.x	-34.4
12	M	Units of geoidal separation (meters)	M	M
13	DGPS_AGE	Age of differential GPS data (Note 5)	x.x	7
14	STA_ID	Differential reference station ID (0000 to 1023) (Note 6)	xxxx	0000
	CKSUM	Checksum	*hh	*41
	<CR><LF>	Sentence terminator		<CR><LF>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table III-3. GGA Message: GPS Fix Data Message (2 of 2)

Note 1:
When the navigation solution is invalid, fields 1 through 5 and 8 through 14 are null. Field 7 also has special meaning (see Note 3).

Note 2:
GPS quality indicator:

0 = Fix not available or invalid.
1 = GPS fix.
2 = Differential GPS fix.

Note 3:
The geodetic altitude can be computed from the mean sea level altitude by adding the geoidal separation (word 11).

Note 4:
Geoidal separation is the difference between the WGS-84 Earth ellipsoid and mean sea level (geoid).

Note 5:
Time in seconds since the last SC104 Type 1 or Type 9 update; null field when DGPS is not used.

Note 6:
This field is null when DGPS is not used.

Sample Message:

```
$GPGGA,222435,3339.7334,N,11751.7598,W,2,06,1.33,27.0,M,-34.4,M,7,0000*41
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 GPS DOP and Active Satellites (GSA). This message contains the Zodiac receiver's operating mode, satellites used for navigation, and DOP values. The contents of the GSA Message are described in Table III-4.

Table III-4. GSA Message: GPS DOP and Active Satellites Message

Message ID:		GSA		
Rate:		Variable		
Fields:		17		
Field No.:	Symbol:	Field Description:	Field Type:	Example:
	$_ _GSA	Start of sentence and address field		$GPGSA
1	OP_MODE	Mode (Note 1)	a	A
2	FIX_MODE	Mode (Note 2)	x	3
3-14	SATN	PRNs of satellites used in solution (null for unused fields)	xx,xx,....	04, 16, 09, 24, ...
15	PDOP	Position Dilution of Precision (PDOP) (Note 3)	x.x	3.33
16	HDOP	Horizontal Dilution of Precision (HDOP) (Note 3)	x.x	1.96
17	VDOP	Vertical Dilution of Precision (VDOP) (Note 3)	x.x	2.70
	CKSUM	Checksum	*hh	*06
	<CR><LF>	Sentence terminator		<CR><LF>

Note 1:
Mode (operating):
M = Manual, forced to operate in 3-D mode
A = Automatic, allowed to automatically switch between 2-D and 3-D

Note 2:
Mode (fix):
1 = Fix not available
2 = 2-D
3 = 3-D

Note 3:
DOPs are based on the set of satellites above the elevation mask angle, which may not be the same set as that used for navigation.

Sample Message:

```
$GPGSA,A,3,04,16,09,24,,,,,,,,,3.33,1.96,2.70*06
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4 GPS Satellites in View (GSV). This message contains the number of satellites in view, PRN numbers, elevation, azimuth, and Signal-to-Noise Ratio (SNR) values. Each transmission identifies up to four satellites maximum; additional satellite data is sent in a second or third message. The total number of messages being transmitted and the number of the message being transmitted is indicated in the first two fields.

The contents of the GSV Message are described in Table III-5.

Table III-5. GSV Message: GPS Satellites in View Message

Message ID:		GSV		
Rate:		Variable; defaults to 0.5 Hz		
Fields:		19		
Field No.:	Symbol:	Field Description:	Field Type:	Example:
	$_ _GSV	Start of sentence and address field		$GPGSV
1	MAX_MSG	Total number of messages (1 to 3)	x	2
2	NUM_MSG	Message number (1 to 3)	x	1
3	NUM_SATS	Total number of satellites in view	xx	07
4	SAT_PRN	Satellite PRN number (Note 1)	xx	24
5	ELEV	Elevation in degrees (90 degrees maximum) (Note 2)	xx	60
6	AZ	Azimuth in True degrees (000 to 359) (Note 2)	xxx	216
7	SNR	SNR (C/No) 00 to 99 dB, null when not tracking	xx	50
8-11	...	2nd satellite PRN number, elevation, azimuth, SNR (Note 1)	xx, xx, xxx, xx	...
12-15	...	3rd satellite PRN number, elevation, azimuth, SNR (Note 1)	xx, xx, xxx, xx	...
16-19	...	4th satellite PRN number, elevation, azimuth, SNR (Note 1)	xx, xx, xxx, xx	...
	CKSUM	Checksum	*hh	*75
	<CR><LF>	Sentence terminator		<CR><LF>

Note 1:
The visible satellites may include one or more that are below the horizon. Since NMEA does not account for negative elevation angles, the elevation field will be null for these satellites.

Note 2:
Azimuth and elevation are null when the satellite is in track, but a visible list is not available.

Sample Message:

```
$GPGSV,2,1,07,24,60,216,50,20,47,135,47,12,40,020,47,16,36,319,46*75
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.5 Recommended Minimum Specific GPS Data (RMC). This message contains time, date, position, course, and speed data. The fields in this message will always contain data even when the receiver is not navigating. This allows user-initialized, stored, or default values to be displayed before a solution is obtained.

The contents of the RMC Message are described in Table III-6.

Table III-6. RMC Message: Recommended Minimum Specific GPS Data Message

Message ID:		RMC		
Rate:		Variable; defaults to 1 Hz		
Fields:		11		
Field No.:	Symbol:	Field Description:	Field Type:	Example:
	$_ _RMC	Start of sentence and address field		$GPRMC
1	POS_UTC	UTC of position (hours, minutes, seconds, decimal seconds)	hhmmss.ss	185203
2	POS_STAT	Position status (A = Data valid, V = Data invalid) (Note 1)	a	A
3	LAT	Latitude	[illegible]	3339.7332
4	LAT_REF	Latitude direction (N = north, S = south)	a	N
5	LON	Longitude	yyyyy.yy	11751.7598
6	LON_REF	Longitude direction (E = east, W = west)	a	W
7	SPD	Speed over ground (knots)	x.x	0.000
8	HDG	Heading/track made good (degrees True)	x.x	121.7
9	DATE	Date (dd/mm/yy)	xxxxxx	160496
10	MAG_VAR	Magnetic variation (degrees)	x.x	13.8
11	MAG_REF	Magnetic variation (E = east, W = west) (Note 2)	a	E
	CKSUM	Checksum	*hh	*55
	<CR><LF>	Sentence terminator		<CR><LF>

Note 1:
The position status flag will be set to "V" (data invalid) until the receiver is navigating. At that time, the flag is changed to "A" (data valid) and the information provided in the RMC message will reflect a navigation solution.

Note 2:
Easterly variation (E) subtracts from True course.
Westerly variation (W) adds to True course.

Sample Message:

```
$GPRMC,185203,A,3339.7332,N,11751.7598,W,0.000,121.7,160496,13.8,E*55
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.6 Rockwell Proprietary Receiver ID (RID). This message is output automatically at startup after the receiver has completed its initialization. It can be used to determine when the receiver is ready to accept serial input. Manual requests for this message are also honored.

The contents of the RID Message are described in Table III-7.

Table III-7. RID Message: Rockwell Proprietary Receiver ID Message

Message ID:		RID		
Rate:		Variable (see above)		
Fields:		5		
Field No.:	Symbol:	Field Description:	Field Type:	Example:
	$_ _ _RID	Start of sentence and address field		$PRWIRID
1	NUM_CHN	Number of Channels	xx	12
2	SW_VER	Software Version	x.x	00.90
3	SW_DATE	Software Date	cccccccc	12/25/95
4	OPT_LST	Options List (Note 1)	hhhh	0003
5	RES	Reserved		
	CKSUM	Checksum	*hh	*40
	<CR><LF>	Sentence terminator		<CR><LF>

Note 1:
The options list is a bit-encoded configuration word represented as a four-digit hexadecimal number:

bit 0	minimize ROM usage
bit 1	minimize RAM usage
bits 2-15	reserved

Sample Message:

```
$PRWIRID,12,00.90,12/25/95,0003,*40
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมที่ใช้งาน

```
;-----------------------------------
; Define Port&Pin Name
;-----------------------------------
LCD_EN          BIT     P3.6    ; LCD Module Enable (Active High : Level)
LCD_RS          BIT     P3.7    ; LCD Module Register Select
OK              BIT     P2.1    ;MODE_START
FUNCTION        BIT     P2.2    ;MODE_STOP
ESC             BIT     P2.3    ;MODE_RESET
;-----------------------------------
; Define User Register
;-----------------------------------
LCD_ADDR        EQU     030H    ; For keep LCD Address
LCD_DATA        EQU     031H    ; For keep LCD Data
-----------------------------------CONTROL_BYTE-----------------------------------
ADDR24          EQU     0A0H    ; device address for 24C256 EEPROM
SCL             BIT     P1.1    ; serial clock 6
SDA             BIT     P1.0    ; serial data5
BIT_RE0         BIT     00H     ;FOR CHECK COMMAND
BIT_RE1         BIT     01H     ;FOR CHECK COMMAND
BIT_KEEPDATA    BIT     02H
STATUS_INT      BIT     03H
STATUS_KEEP     BIT     04H
BIT_MEM         BIT     05H
INTERUPT        BIT     06H
KEEPLAT         BIT     07H
STATE_PRESS     BIT     09H
STATUS_WRITE    BIT     08H
STATE_PRESS1    BIT     0AH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
TIME            BIT   0BH
KEEP2EEPROM     BIT   0CH
SEND2PC         BIT   0DH
STOP_WRITE      BIT   0FH
COUNT_STRING    EQU   30H   ;FOR COUNT
X_OR            EQU   31H
ADDR_HI         EQU   32H    ;for keep addres hi
ADDR_LO         EQU   33H    ; 2-byte EEPROM address registe
ZDATA           EQU   34H    ; data transfer register
BUFFER_ROM      EQU   35H
SUM1            EQU   37H
CK_SUM2         EQU   38H
X_OR2           EQU   39H
X_OR3           EQU   40H
COUTN_SUM       EQU   41H
RE_XOR          EQU   42H
KEEP_ADDRDATA   EQU   43H
TIME_BUF        EQU   44H
MINUTE          EQU   47H
SECOND          EQU   48H
OLD_SECOND      EQU   49H
OLD_MINUTE      EQU   4AH
COUNT_TIME      EQU   4BH
LAT             EQU   4CH
LONG            EQU   4DH
OLD_LAT         EQU   4EH
OLD_LONG        EQU   4FH
BUFFER_GPS      EQU   50H  ;50H-78H TO KEEP DATA OF GPS
 BUFFER1        EQU   79H  ;FOR TRANSFER DATA
BUFFER2         EQU   7AH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BUFFER3         EQU   7BH
CADDR_HI        EQU   7FH  ;FOR COUNT ADDRESS HIGH
CADDR_LO        EQU   7EH  ;FOR COUNT ADDRESS LOW
KADDR_HI        EQU   7CH  ;FOR KEEP ADDRESS HIGH
KADDR_LO        EQU   7BH  ;FOR KEEP ADDRESS LOW
BUFF_MENU       EQU   36H
BUFF_GPS        EQU   80H  ;For keep data
BUF_SEND        EQU   0D0H  ;BUFFER TRANSFER
                ORG   0000H ;start
                AJMP  MAIN
                ORG   0023H
                LJMP  RECIEVE_DATA
MAIN:           MOV   P0,#00H
                MOV   P2,#00H
                MOV   P1,#00H
;-------------------------------------------------
;----------BAUD RATE------------------------------
;-------------------------------------------------
                MOV   TMOD,#21H     ;TIMER1 MODE 2
                MOV   TH1,#0FAH     ;BAUDRATE 4800
                MOV   TL1,#0FAH
;-------------------------------------------------
;----------START INTERUPT-------------------------
;-------------------------------------------------
                SETB  EA            ;ACTIVE INTERUPT

                SETB  ES            ;INTERUPT SERIAL
                MOV   SCON,#50H
                SETB  TR1
                MOV   PSW,#00H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                ;MOV  SP,#1FH
                CLR   STATUS_WRITE
                CLR   C
                CLR   BIT_RE1
                CLR   BIT_RE0
                CLR   BIT_KEEPDATA
                CLR   LCD_RS
                CLR   LCD_EN
                MOV   CADDR_HI,#00H
                MOV   CADDR_LO,#00H
                LCALL INIT_LCD      ;start lcd
                MOV   BUFF_MENU,#00H
                CLR   TIME          ; BIT TIME
                MOV   COUNT_TIME,#01
;---------------INNITIAL ADRESS-----------------
                MOV   CADDR_LO,#02H
                MOV   CADDR_HI,#00H
;*************************************************
;               MENU OK
;*************************************************
SCAN_KEY:       LCALL COMPARE_MUNITE
                LCALL CK_LATITUDE
                LCALL CK_LONGTITUDE
                LCALL SAMPLING      ;SET TIME FIVE MINUTE
CHK_SENDPC:     JNB   OK,CK_FUNCTION
                JB    STATE_PRESS,SCAN_KEY
                SETB  STATE_PRESS
                MOV   A,BUFF_MENU

CHK_MENUOK1:    CJNE  A,#10H,CHK_MENUOK2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    MOV   BUFF_MENU,#20H
                    CLR   TIME              ;CLEAR TIME
                    CLR   EA
                    CLR   ES
                    LCALL SHOW_FUC1   ;START
                    SETB  EA
                    SETB  ES
                    AJMP  MENUFUNC_EX
;-------------------------START MODE-------------------------------
CHK_MENUOK2:        CJNE  A,#20H,CHK_MENUOK3  ;stop
                    JB    STOP_WRITE,EX11
                    SETB  STOP_WRITE
                    MOV   KADDR_HI,#00H
                    MOV   KADDR_LO,#02H
EX11:               AJMP  MENUFUNC_EX
;-------------------------STOP MODE--------------------------------
CHK_MENUOK3:        CJNE  A,#21H,CHK_MENUOK4
                    CLR   STOP_WRITE
                    AJMP  MENUFUNC_EX
;-------------------------SEND TO PC-------------------------------
CHK_MENUOK4:        CJNE  A,#26H,MENUOK_EX
                    LCALL PRO_RDDATA
                    AJMP  MENUFUNC_EX
MENUOK_EX:          AJMP  SCAN_KEY
;*****************************************************************
;                   MENU FUNCTION
;*****************************************************************
GO_ESC:             AJMP  CK_ESC
CK_FUNCTION:        JNB   FUNCTION,GO_ESC
                    JB    STATE_PRESS,SCAN_KEY
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    SETB   STATE_PRESS
;-------------------------------------------------------------
                    ;PRESS MENU MAIN
                    MOV    A,BUFF_MENU
CHK_MENUFUNC1:      CJNE   A,#0,CHK_MENUFUNC2
                    CLR    EA
                    CLR    ES
                    MOV    BUFF_MENU,#10H
                    LCALL SHOW_MENU_MAIN
                    SETB   EA
                    SETB   ES
                    AJMP   MENUFUNC_EX
                    ;STOP
CHK_MENUFUNC2:      CJNE   A,#20H,CHK_MENUFUNC3
                    MOV    BUFF_MENU,#21H
                    CLR    TIME
                    CLR    EA
                    CLR    ES
                    LCALL SHOW_FUC2
                    SETB   EA
                    SETB   ES
                    AJMP   MENUFUNC_EX
                    ;LATITUDE
CHK_MENUFUNC3:      CJNE   A,#21H,CHK_MENUFUNC4
                    MOV    BUFF_MENU,#22H
                    CLR    TIME
                    CLR    EA
                    CLR    ES
                    LCALL SHOW_TITLE2
                    LCALL PRO_LATITUDE
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                SETB    EA
                SETB    ES
                AJMP    MENUFUNC_EX
                ;LONGTITUDE
CHK_MENUFUNC4:  CJNE    A,#22H,CHK_MENUFUNC5
                MOV     BUFF_MENU,#23H
                CLR     TIME
                CLR     EA
                CLR     ES
                LCALL SHOW_TITLE3
                LCALL PRO_LONG
                SETB    ES
                SETB    EA
                AJMP    MENUFUNC_EX
                ;TIME
CHK_MENUFUNC5:  CJNE    A,#23H,CHK_MENUFUNC6
                MOV     BUFF_MENU,#24H
                CLR     EA
                CLR     ES
                LCALL SHOW_TIME
                LCALL PRO_GPSTIME

                SETB    EA
                SETB    ES
                AJMP    MENUFUNC_EX
                ;SAT
CHK_MENUFUNC6:  CJNE    A,#24H,CHK_MENUFUNC7
                MOV     BUFF_MENU,#25H
                CLR     EA
                CLR     ES
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    LCALL PRO_SAT1
                    LCALL PRO_SAT
                    SETB  EA
                    SETB  ES
                    AJMP  MENUFUNC_EX

                    ;SEND TO PC
CHK_MENUFUNC7:      CJNE  A,#25H,CHK_MENUFUNC8
                    MOV   BUFF_MENU,#26H
                    CLR   EA
                    CLR   ES
                    LCALL SHOW_PC
                    SETB  EA
                    SETB  ES
                    AJMP  MENUFUNC_EX
CHK_MENUFUNC8:      CJNE  A,#26H,MENUFUNC_EX
                    MOV   BUFF_MENU,#20H
                    CLR   EA
                    CLR   ES
                    LCALL SHOW_FUC1
                    SETB  EA
                    SETB  ES
MENUFUNC_EX:        AJMP  SCAN_KEY
;*****************************************************************
;                   MENU ESC
;*****************************************************************
GO_HEAD:            AJMP  SCAN_KEY
CK_ESC:             JNB   ESC,CK_UNPRESS
                    JB    STATE_PRESS,GO_HEAD
                    SETB  STATE_PRESS
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV   BUFF_MENU,#10H
                CLR   TIME
                CLR   EA
                CLR   ES
                LCALL SHOW_MENU_MAIN
                SETB  EA
                SETB  ES
                AJMP  SCAN_KEY
CK_UNPRESS:     CLR   STATE_PRESS
GO_SCANKEY:     AJMP  SCAN_KEY
;---------------------------------------------------------
;               TIME COUNT
;---------------------------------------------------------
SAMPLING:       MOV   R0,#BUFFER_GPS+4
;               MOV   R1,#TIME_BUF
;               LCALL ASCII2HEX
                MOV   A,@R0
                MOV   MINUTE,A      ;MINUTE
                CJNE  A,OLD_MINUTE,WRSE2LCD1
                RET
WRSE2LCD1:      MOV   OLD_MINUTE,MINUTE
                DJNZ  COUNT_TIME,EXIT1
                MOV   COUNT_TIME,#01
                JNB   STOP_WRITE,EXIT1
                CPL   P1.3
                LJMP  PRO_WRDATA
EXIT1:          RET
;---------------------------------------------------------
;               WRITE EVERY FIVE MINUTE
;---------------------------------------------------------
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CK_FIVEMINUTE:      MOV   A,MINUTE
                    CJNE  A,#0,EXT_RET
                    LCALL PRO_WRDATA
EXT_RET:            RET
;-------------------------------------------------------------
:                   CHECK TIME
;-------------------------------------------------------------
COMPARE_MUNITE:     MOV   R0,#BUFFER_GPS+6
;                   MOV   R1,#TIME_BUF
;                   LCALL ASCII2HEX
                    MOV   A,@R0
                    MOV   SECOND,A      ;SECOND
                    CJNE  A,OLD_SECOND,WRSE2LCD
RET_1:              RET
WRSE2LCD:           MOV   OLD_SECOND,A
                    MOV   A,BUFF_MENU
                    CJNE  A,#24H,RET_1
                    LJMP  PRO_GPSTIME
;-------------------------LATTITUDE-----------------------------
CK_LATITUDE:        MOV   R0,#BUFFER_GPS+20
;                   MOV   R1,#TIME_BUF
;                   LCALL ASCII2HEX
                    MOV   A,@R0
                    MOV   LAT,A
                    MOV   A,LAT
                    CJNE  A,OLD_LAT,WRSE2LCD2
RET_2:              RET
WRSE2LCD2:          MOV   OLD_LAT,A
                    MOV   A,BUFF_MENU
                    CJNE  A,#22H,RET_2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    LJMP   PRO_LATITUDE
;--------------------------------LONG TITUDE-----------------------------
CK_LONGTITUDE:      MOV    R0,#BUFFER_GPS+33
;                   MOV    R1,#TIME_BUF
;                   LCALL ASCII2HEX
                    MOV    A,@R0
                    MOV    LONG,A
                    MOV    A,LONG
                    CJNE   A,OLD_LONG,WRSE2LCD3
RET_3:              RET
WRSE2LCD3:          MOV    OLD_LONG,A
                    MOV    A,BUFF_MENU
                    CJNE   A,#23H,RET_3
                    LJMP   PRO_LONG
;*************END MAIN ***************************************************
SH_DATA:            MOV    R1,#BUFFER_GPS+9
                    MOV    R2,#09
L:                  MOV    A,@R1
                    MOV    P1,A
                    INC    R1
                    ;ACALL DELAY
                    DJNZ   R2,L
                    RET
SH_DATA1:           MOV    R1,#BUFFER_GPS+20
                    MOV    R2,#11
SH_DAT:             MOV    A,@R1
                    MOV    P1,A
                    ;ACALL        DELAY
                    INC    R1
                    DJNZ   R2,SH_DAT
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                RET

SENDAT2PC:      PUSH   ACC
                SETB   INTERUPT
                POP    ACC
                RETI

;-----------------------------------------------------------------
;PROGRAM SERIAL  INTERUPT
;-----------------------------------------------------------------
RECIEVE_DATA:   PUSH   ACC
                PUSH   01H
                PUSH   00H

WAIT_RE:        JNB    RI,WAIT_RE     ;if RI set
                CLR    RI
                MOV    A,SBUF
                MOV    BUFFER1,A

----------SHIFT DATA OF GPS----------
---
                MOV    R0,#BUFF_GPS
                MOV    R1,#BUFF_GPS+1
G:              MOV    A,@R1
                MOV    @R0,A
                INC    R0
                INC    R1
                CJNE   R0,#BUFF_GPS+79,G
                MOV    R1,#BUFF_GPS+79
                MOV    A,BUFFER1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV   @R1,A              ;KEEP DATA TO MEMMORY
        MOV   R0,#BUFF_GPS
        CJNE  @R0,#'$',EXT
        INC   R0
        CJNE  @R0,#'G',EXT
        INC   R0
        CJNE  @R0,#'P',EXT
        INC   R0
        CJNE  @R0,#'G',EXT
        INC   R0
        CJNE  @R0,#'G',EXT
        INC   R0
        CJNE  @R0,#'A',EXT       ;STOP RECIEVE DATA
        INC   R0
        MOV   R1,#BUFF_GPS+1
CHK_SUM: MOV  A,@R1
        INC   R1
CHK_SUM2: XRL A,@R1
        MOV   X_OR2,A            ;RESULT XOR
        INC   R1
        CJNE  @R1,#'*',CHK_SUM1
        MOV   KEEP_ADDRDATA,R1 ;KEEP ADDRESS
        MOV   R0,#SUM1
        INC   R1
        MOV   A,@R1
        MOV   @R0,A
        INC   R1
        MOV   A,@R1
        INC   R0
        MOV   @R0,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                ACALL ASCII2HEX
                MOV   RE_XOR,A
                MOV   R1,#BUFFER_GPS
                MOV   R0,#BUFF_GPS+6
                SJMP  TRANS

CHK_SUM1:
                CJNE  R1,#BUFF_GPS+80,CHK_SUM2
                SJMP  EXT
TRANS:          MOV   A,X_OR2
                CJNE  A,RE_XOR,EXT
                CPL   P1.5
TRANS1:         MOV   A,@R0
                MOV   @R1,A
                INC   R1
                INC   R0
                MOV   A,R1
                CJNE  A,#78H,TRANS1
EXT:            POP   00H
                POP   01H
                POP   ACC
                RETI
;---------------------------------------------------------
;               ASCII TO HEX
;---------------------------------------------------------
ASCII2HEX:      MOV   R1,#SUM1
                MOV   R0,#BUFFER2
ASCII2:         MOV   A,@R1
                CJNE  A,#'9',$+3
                JC    MORE9         ;DATA < 39H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                SUBB    A,#37H
                MOV     @R0,A
                SJMP    ASCII_EX
MORE9:          ANL     A,#0FH
                MOV     @R0,A
ASCII_EX:       INC     R0
                INC     R1
                CJNE    R1,#SUM1+2,ASCII2
                MOV     R0,#BUFFER2
                MOV     A,@R0
                SWAP    A
                ANL     A,#0F0H
                MOV     B,A
                INC     R0
                MOV     A,@R0
                ANL     A,#0FH
                ORL     A,B

                RET
;---------------------------------------------------
;               TRANSFER DATA
;---------------------------------------------------
TRANSFER:       PUSH    ACC
                MOV     R1,#BUFF_GPS
                MOV     R0,#BUFFER_GPS
TRNF:           MOV     A,@R1
                MOV     @R0,A
                INC     R0
                INC     R1
                CJNE    R0,#78H,TRNF
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                POP     ACC
                RET
;---------------------------------------------------------
;               SEND DATA TO COMPUTER
;---------------------------------------------------------
SEND_DATA:
                MOV     R0,#BUF_SEND+36 ;BYTE-->37
                MOV     @R0,#'G'
                MOV     R0,#BUF_SEND+37 ;BYTE-->38
                MOV     @R0,#'A'
                MOV     R0,#BUF_SEND        ;DATA BYTE 0-35
SEND1:          MOV     A,@R0
                CLR     TI
                MOV     SBUF,A
                JNB     TI,$
                CLR     TI
                INC     R0
                MOV     R7,#2
                DJNZ    R7,$
                CJNE    R0,#BUF_SEND+38,SEND1
                RET
;-------------------------WRITE DATALATITUDE TO EEROM----------------
PRO_WRDATA:             CLR     EA
                MOV     R2,#36              ;WRITE 36 BYTE
                MOV     R1,#BUFFER_GPS
WRT_NEXT:       MOV     ADDR_HI,CADDR_HI    ;ADDRESS HEIGH
                MOV     ADDR_LO,CADDR_LO    ;ADDRESS LOW
                MOV     A,@R1               ;SEND DATA TO EEPROM
                LCALL WRITE_BYTE    ;WRITE TO EEPROM
                ACALL DELAY_50MS    ;DALAY 50 MS
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                INC     CADDR_LO
                INC     R1
                MOV     A,CADDR_LO
                CJNE    A,#00H,ET3
                INC     CADDR_HI
ET3:            DJNZ    R2,WRT_NEXT

                MOV     KADDR_HI,CADDR_HI
                MOV     KADDR_LO,CADDR_LO
                ;KEEP ADDRESS TO EEPROM

                MOV     ADDR_HI,#00H    ;ADDRESS HEIGH
                MOV     ADDR_LO,#00H
                MOV     A,KADDR_HI
                LCALL WRITE_BYTE    ;WRITE TO EEPROM
                ACALLDELAY_50MS
                MOV     ADDR_HI,#00H    ;ADDRESS HEIGH
                MOV     ADDR_LO,#01H
                MOV     A,KADDR_LO
                LCALL WRITE_BYTE    ;WRITE TO EEPROM
                ACALLDELAY_50MS
                SETB    EA
                RET

;-------------------------------READ DATA FROM EEROM---------------------------------
PRO_RDDATA:     CLR     EA
                MOV     ADDR_HI,#00H ;ADRESS LO
                MOV     ADDR_LO,#01H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LCALL READ_RANDOM
                MOV   CADDR_LO,A
                MOV   KADDR_LO,CADDR_LO
                MOV   ADDR_HI,#00H ;ADDRESS HI
                MOV   ADDR_LO,#00H
                LCALL READ_RANDOM
                MOV   CADDR_HI,A
                MOV   KADDR_HI,CADDR_HI

                MOV   CADDR_HI,#00H
                MOV   CADDR_LO,#02H
GO_READ_AGAIN:  MOV   R0,#BUF_SEND
                MOV   R2,#036           ;STEP BY 36 BYTE
RD_NEXT:        MOV   ADDR_HI,CADDR_HI  ;
                MOV   ADDR_LO,CADDR_LO  ;
                LCALL READ_RANDOM       ;READ DATA FROM
EEPROM
                MOV   @R0,A
                INC   R0
                INC   CADDR_LO
                MOV   A,CADDR_LO
                CJNE  A,#00H,CK_LOBYTE
                INC   CADDR_HI

CK_LOBYTE:      DJNZ  R2,RD_NEXT
                CPL   P1.4
                ACALL SEND_DATA   ;SEND DATA 38BYTE TO PC
                MOV   A,CADDR_HI
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CJNE    A,KADDR_HI,GO_READ_AGAIN
                MOV     A,CADDR_LO
                CJNE    A,KADDR_LO,GO_READ_AGAIN
;               MOV     KADDR_HI,#00H
                MOV     KADDR_LO,#00H
                SETB    EA
                RET
;---------------------------------------------------------------
;                       WRITE_BYTE
;---------------------------------------------------------------
WRITE_BYTE:
                mov     ZDATA,A
                mov     A,#00H
                mov     A,#ADDR24
                call    START
                jc      X49
                clr     ACC.0
                call    SHOUT
                jc      X48
                mov     A, ADDR_HI
                call    SHOUT
                jc      X48
                mov     A, ADDR_LO
                call    SHOUT
                jc      X48
                mov     A, ZDATA
                call    SHOUT
                jc      X48
                clr     C
X48:            call    STOP
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
X49:            ret
READ_CURRENT:
                call    START
                jc      X45
                setb    ACC.0
                call    SHOUT
                jc      X44

                call    SHIN
                call    NAK
                clr     C
X44:            call    STOP
X45:            ret
;---------------------------------------------------------
;               READ_RANDOM
;---------------------------------------------------------
READ_RANDOM:    mov     A,#ADDR24
                call    START
                jc      X47
                clr     ACC.0
                call    SHOUT
                jc      X46
                mov     A,ADDR_HI
                call    SHOUT
                jc      X46
                mov     A, ADDR_LO
                call    SHOUT
                jc      X46
                mov     A,#ADDR24
                call    READ_CURRENT
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV   BUFFER_ROM,A
                jmp   x47
X46:            call  STOP
X47:            ret

START:
                setb  SDA
                setb  SCL
                jnb   SDA, x40
                jnb   SCL, x40
                nop
                clr   SDA
                nop
                nop
                nop
                nop
                nop
                clr   SCL
                clr   C
                jmp   X41
X40:            setb  C
X41:            ret
STOP:
                clr   SDA
                nop
                nop
                setb  SCL
                nop
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        nop
        nop
        nop
        nop
        setb    SDA
        ret

SHOUT:  push    B
        mov     B,#8
X42:    rlc     A
        mov     SDA,C
        nop
        setb    SCL
        nop
        nop
        nop
        nop
        clr     SCL
        djnz    B,X42
        setb    SDA
        nop
        nop
        setb    SCL
        nop
        nop
        nop
        nop
        mov     C, SDA
        clr     SCL
        pop     B
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        ret
SHIN:
        setb    SDA
        push    B
        mov     B, #8
X43:
        nop
        nop
        nop
        setb    SCL
        nop
        nop
        mov     C, SDA
        rlc     A
        clr     SCL
        djnz    B, x43
        pop     B
        ret
ACK:
        clr     SDA
        nop
        nop
        setb    SCL
        nop
        nop
        nop
        nop
        clr     SCL
        ret
NAK:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                setb    SDA
                nop
                nop
                setb    SCL
                nop
                nop
                nop
                nop
                clr     SCL
                ret
;---------------------------------------------------------------
;               SHOW TIME
;---------------------------------------------------------------
PRO_GPSTIME:
                PUSH    ACC
                MOV     R2,#0AH
                MOV     LCD_ADDR,#40H
                ACALL SET_ADDR_LCD
                MOV     R0,#BUFFER_GPS+1

LOO:            SETB    LCD_RS          ; Set LCD_RS Pin
                MOV     A,@R0 ; Move data from @DPTR to ACC.
                MOV     P0,A    ; Move ACC. to DATABUS
                ACALL LCD_CLK       ; Pulse LCD Clock
                                ; Increase Pointer
                INC     R0                              ; Increase loop
counter
                DJNZ    R2,LOO  ; Do until 16 times
                ACALL LCD_ON
                POP     ACC                     ; Display On
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    RET
;-------------------------------------------------------------------
;                   SHOW LATITUDE
;-------------------------------------------------------------------
PRO_LATITUDE:
                    PUSH   ACC
                    MOV    R2,#011
                    MOV    LCD_ADDR,#40H
                    ACALL SET_ADDR_LCD
                    MOV    R0,#BUFFER_GPS+12
LOO1:               SETB   LCD_RS        ; Set LCD_RS Pin
                    MOV    A,@R0 ; Move data from @DPTR to ACC.
                    MOV    P0,A     ; Move ACC. to DATABUS
                    ACALL LCD_CLK       ; Pulse LCD Clock
                                        ; Increase Pointer
                    INC    R0                       ; Increase loop
counter
                    DJNZ   R2,LOO1 ; Do until 16 times
                    ACALL LCD_ON
                    POP    ACC                  ; Display On
                    RET
;-------------------------------------------------------------------
;                   SHOW LONG TITUDE
;-------------------------------------------------------------------
PRO_LONG:
                    PUSH   ACC
                    MOV    R2,#0CH
                    MOV    LCD_ADDR,#40H
                    ACALL SET_ADDR_LCD
                    MOV    R0,#BUFFER_GPS+24
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
SE:     SETB   LCD_RS        ; Set LCD_RS Pin
        MOV    A,@R0 ; Move data from @DPTR to ACC.
        MOV    P0,A    ; Move ACC. to DATABUS
        ACALL LCD_CLK       ; Pulse LCD Clock
                            ; Increase Pointer
        INC    R0                          ; Increase loop
counter
        DJNZ   R2,SE ; Do until 16 times
        ACALL LCD_ON
        POP    ACC                  ; Display On
        RET
;-------------------------------------------------------------
;       SHOW LONG TITUDE
;-------------------------------------------------------------
PRO_SAT:
        PUSH   ACC
        MOV    R2,#02H
        MOV    LCD_ADDR,#40H
        ACALL SET_ADDR_LCD
        MOV    R0,#BUFFER_GPS+29
SE11:   SETB   LCD_RS                   ; Set LCD_RS Pin
        MOV    A,@R0                    ; Move data from @DPTR to
ACC.
        MOV    P0,A                     ; Move ACC. to DATABUS
        ACALL LCD_CLK                       ; Pulse LCD Clock
        INC    R0                       ; Increase loop counter
        DJNZ   R2,SE11                  ; Do until 16 times
        ACALL LCD_ON
        POP    ACC                      ; Display On
        RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;------------------------------MAIN MENU--------------------------------

SHOW_PC:            LCALL LCD_CLR
                    LCALL SHOW_TITLE11
                    LCALL SHOW_OK
                    RET
SHOW_MENU_MAIN:     LCALL LCD_CLR
                    LCALL SHOW_TITLE4
                    LCALL SHOW_OK
                    RET
                    ;--------FUCTION1
SHOW_FUC1:          LCALL LCD_CLR
                    MOV   LCD_ADDR,#00H
                    ACALLSET_ADDR_LCD
                    MOV   DPTR,#TITLE_1
                    ACALL WRLINE_LCD
                    RET
                    ;--------FUCTION2
SHOW_FUC2:          LCALL LCD_CLR
                    MOV   LCD_ADDR,#00H
                    ACALLSET_ADDR_LCD
                    MOV   DPTR,#TITLE_2
                    ACALL WRLINE_LCD
                    RET

SHOW_TITLE2:        LCALL LCD_CLR
                    MOV   LCD_ADDR,#00H
                    ACALLSET_ADDR_LCD
                    MOV   DPTR,#TITLE_3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                ACALL WRLINE_LCD
                RET

SHOW_TITLE3:    LCALL LCD_CLR
                MOV   LCD_ADDR,#00H
                ACALL SET_ADDR_LCD
                MOV   DPTR,#TITLE_4
                ACALL WRLINE_LCD
                RET
SHOW_TITLE4:    LCALL LCD_OFF
                MOV   LCD_ADDR,#03H
                ACALL SET_ADDR_LCD
                MOV   DPTR,#TITLE_5
                ACALL WRLINE_LCD
                RET
SHOW_OK:        LCALL LCD_OFF
                MOV   LCD_ADDR,#40H
                ACALL SET_ADDR_LCD
                MOV   DPTR,#TITLE_6
                ACALL WRLINE_LCD
                RET

SHOW_TIME:      LCALL LCD_CLR
                MOV   LCD_ADDR,#00H
                ACALL SET_ADDR_LCD
                MOV   DPTR,#TITLE_7
                ACALL WRLINE_LCD
                RET

PRO_SAT1:       LCALL LCD_CLR
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV   LCD_ADDR,#00H
                ACALL SET_ADDR_LCD
                MOV   DPTR,#ITTLE_9
                ACALL WRLINE_LCD
                RET
SHOW_TITLE11:
                MOV   LCD_ADDR,#03H
                ACALL SET_ADDR_LCD
                MOV   DPTR,#TITLE_11
                ACALL WRLINE_LCD
                RET
SHOW_WRITING:
                MOV   LCD_ADDR,#03H
                ACALL SET_ADDR_LCD
                MOV   DPTR,#TITLE_14
                ACALL WRLINE_LCD
                RET
                RET
;-------------------------------------------------------------------------
; LCD Initialize
;-------------------------------------------------------------------------
INIT_LCD:       ACALL DELAY_100ms       ; Delay
                CLR   LCD_RS                    ; Clear LCD_RS Pin
                MOV   P0,#00111000B ; 8bit Mode
                ACALL LCD_CLK                   ; Pulse LCD Clock
                ACALL DELAY_10ms        ; Delay
                MOV   P0,#00111000B ; 8bit Mode
                ACALL LCD_CLK                   ; Pulse LCD Clock
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    ACALL LCD_OFF                ; Display Off
                    ACALL LCD_CLR                ; Clear Display
                    MOV   P0,#00000110B ; Entry Mode
                    ACALL LCD_CLK                ; Pulse LCD Clock
                    ACALL LCD_HOME
;-------------------------------------------------------------------
; LCD Clear Display
;-------------------------------------------------------------------
LCD_CLR:            CLR   LCD_RS                 ; Clear LCD_RS Pin
                    MOV   P0,#00000001B ; Display Clear
                    ACALL LCD_CLK                ; Pulse LCD Clock
                    RET
;-------------------------------------------------------------------
; LCD Return Home
;-------------------------------------------------------------------
LCD_HOME:           CLR   LCD_RS                 ; Clear LCD_RS Pin
                    MOV   P0,#00000010B ; Return Home
                    ACALL LCD_CLK                ; Pulse LCD Clock
                    RET
;-------------------------------------------------------------------
; LCD Display Off
;-------------------------------------------------------------------
LCD_OFF:            CLR   LCD_RS                 ; Clear LCD_RS Pin
                    MOV   P0,#00001000B ; Display Off
                    ACALL LCD_CLK                ; Pulse LCD Clock
                    RET

;-------------------------------------------------------------------
; LCD Clk
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;-----------------------------------------------------------------
LCD_CLK:        SETB   LCD_EN        ; Pulse Clock to LCD_EN
                ACALL LCD_DELAY
                CLR    LCD_EN
                ACALL LCD_DELAY
                RET
;-----------------------------------------------------------------
; LCD Display On
;-----------------------------------------------------------------
LCD_ON:         CLR    LCD_RS                ; Clear LCD_RS Pin
                MOV    P0,#00001100B ; Display On
                ACALL LCD_CLK
                RET
;-----------------------------------------------------------------
; LCD Cursor On
;-----------------------------------------------------------------
LCD_BLINK:      CLR    LCD_RS                ; Clear LCD_RS Pin
                MOV    P0,#00001111B ; Display Cursor and Blink
                ACALL LCD_CLK        ; Pulse LCD Clock
                RET
;-----------------------------------------------------------------
; LCD Left Shift Display
;-----------------------------------------------------------------
LCD_LSHF:       CLR    LCD_RS        ; Clear LCD_RS Pin
                MOV    P0,#00011000B ; Left Shift Display
                ACALL LCD_CLK        ; Pulse LCD Clock
                RET

;-----------------------------------------------------------------
; LCD Right Shift Display
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;-------------------------------------------------------------------
LCD_RSHF:       CLR   LCD_RS                    ; Clear LCD_RS Pin
                MOV   P0,#00011100B ; Right Shift Display
                ACALL LCD_CLK                   ; Pulse LCD Clock
                RET

;-------------------------------------------------------------------
; Set LCD Address
; I/P:          LCD_ADDR
;-------------------------------------------------------------------
SET_ADDR_LCD:   CLR   LCD_RS                    ; Clear LCD_RS Pin
                MOV   A,LCD_ADDR                ; Move LCD_ADDR to ACC.
                SETB  ACC.7                     ; Set bit ACC.7
                MOV   P0,A                      ; Move to DATABUS
                ACALL LCD_CLK                   ; Pulse LCD Clock
                RET

;-------------------------------------------------------------------
; Write Character to show LCD
; I/P:          LCD_DATA
;-------------------------------------------------------------------
WRCHAR_LCD:     SETB  LCD_RS                    ; Set LCD_RS Pin
                MOV   P0,LCD_DATA               ; Move LCD_DATA to
DATABUS         ACALL LCD_CLK                   ; Pulse LCD Clock
                ACALL LCD_ON                    ; Display On
                RET

;-------------------------------------------------------------------
; Write Line of 16 Character from ROM
; I/P:          DPTR : Locate ROM Address
;-------------------------------------------------------------------
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
WRLINE_LCD:     MOV   R0,#0          ; Clear loop counter
WRLINE_LCD_1:   SETB  LCD_RS         ; Set LCD_RS Pin
                CLR   A              ; Clear ACC.
                MOVC  A,@A+DPTR      ; Move data from @DPTR to ACC.
                MOV   P0,A           ; Move ACC. to DATABUS
                ACALL LCD_CLK        ; Pulse LCD Clock
                INC   DPTR           ; Increase Pointer
                INC   R0             ; Increase loop counter
                CJNE  R0,#16,WRLINE_LCD_1 ; Do until 16 times
                ACALL LCD_ON         ; Display On
                RET
;-------------------------------------------------------------
; Dummy Delay time LCD_DELAY, 10m, 100m, 1s
;-------------------------------------------------------------

LCD_DELAY:      MOV   R7,#002                ; Do 2 times
LCD_DELAY_1:    MOV   R6,#0E6H               ; Each loop = 1 ms
LCD_DELAY_2:    NOP
                NOP
                DJNZ  R6,LCD_DELAY_2
                DJNZ  R7,LCD_DELAY_1
                RET

DELAY_10ms:     MOV   R7,#010                ; Do 10 times
DELAY_10ms_1:   MOV   R6,#0E6H               ; Each loop = 1 ms
DELAY_10ms_2:   NOP
                NOP
                DJNZ  R6,DELAY_10ms_2
                DJNZ  R7,DELAY_10ms_1
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DELAY_100ms:    MOV     R7,#100          ; Do 100
times
DELAY_100ms_1:  MOV     R6,#0E6H         ; Each loop = 1 ms
DELAY_100ms_2:  NOP
                NOP
                DJNZ    R6,DELAY_100ms_2
                DJNZ    R7,DELAY_100ms_1
                RET

DELAY_1s:       MOV     R5,#100          ; Do 100 times
DELAY_1s_1:     ACALL   DELAY_10ms
                DJNZ    R5,DELAY_1s_1
                RET

DELAY_50MS:     MOV     R7,#10H
DLY2:           MOV     R6,#0AFH
DLY1:           DJNZ    R6,DLY1
                DJNZ    R7,DLY2
                RET
                ;01234567892ABCDEF
TITLE_1:        DB      'Mode 1--> START '
TITLE_2:        DB      'Mode 2--> STOP  '
TITLE_3:        DB      'Latitude        '
TITLE_4:        DB      'Longtitude      '
TITLE_7:        DB      '   Time         '
TITLE_8:        DB      '   Date         '
TITLE_10:       DB      ''
ITTLE_9:        DB      'Number OF Sat   '
TITLE_5:        DB      '  Press Menu    '
TITLE_6:        DB      '       OK       '
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
TITLE_11:       DB    'SEND TO PC    '
TITLE_14:       DB    'WRITING DATA  '
TITLE_12:       DB    ' COMPLETE     '
TITLE_13:       DB    ' Delete it ?  '
                END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ด้วยความช่วยเหลือและอุปการะของบุคคลเหล่านี้ ซึ่งผู้จัดทำต้องขอขอบพระคุณบุคคลทุกท่านที่กล่าวถึงเป็นอย่างสูง กล่าวคือทั้งบิดา มารดา ผู้ให้โอกาสทางการศึกษา พร้อมทั้งสนับสนุนทางด้านงบประมาณ รวมทั้งกำลังใจ คำแนะนำต่างๆ ที่ได้สั่งสอน นางสาวมรรจณา จินดาวงศ์ ที่ช่วยพิมพ์รายงานและคอยให้กำลังใจเสมอมา พี่ตุ๊ที่ช่วยเหลือด้านอุปกรณ์และให้คำแนะนำในเรื่องต่างๆ อาจารย์ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ทุกท่านและอาจารย์ที่เคยสั่งสอนศิษย์ ให้มีความรู้เพิ่มมากขึ้น และที่สำคัญโครงงานจะไม่สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีถ้าหากขาดท่าน ผู้นี้ อาจารย์สมศักดิ์ ชุ่มช่วย ที่ให้คำปรึกษาทุกๆเรื่องและคอยให้กำลังใจ ตั้งแต่เริ่มโครงงานนี้

.....

(นายนันทวัฒน์ เพชรมณี)

.....

(นายประพันธุ์ เผือกหนู)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. วุฒิไกร จิตราวุฒิโชติ, ประยุกต์ใช้งาน GPS ในระบบนำร่องเคลื่อนที่อัตโนมัติ, เซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์ ฉบับที่ 186 กรกฎาคม 2541
2. ศิริสาร เขตปิตรัตน์, GPS โมดูล, เซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์ ฉบับที่ 237 กรกฎาคม 2545
3. พนม เพชรจตุพร, พัลลภ ตั้งบวรพิเชษฐ, พิเชษฐ์ ช่อผกา, ความรู้เบื้องเกี่ยวกับ GPS, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
4. อารัมภีย์ จันทร์ไย, โสรัตย์ อุนหะวรากร, อุปกรณ์นำร่อง GPS สำหรับติดตั้งรถยนต์, เซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์ ฉบับที่ 248 พฤษภาคม 2546
5. ไพโรจน์ ไววานิชกิจ, ล้ำยุคกับระบบดาวเทียมบอกพิกัด GPS และ GLONASS, เซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์ ฉบับที่ 217 ธันวาคม 2543
6. NMEA 0183 Multiplex, htt://www.htecapn.com/multiplex.html
7. Adventure GPS Products:Eagle Explorer, htt://www.gps4fun.com/ega_expd.html
8. GPS 9540, htt://www.leadtek.com/gps/gps9540/9540.html
9. GPS, htt://www.en.rit.ac.th/cpe/project/GPS/chapter2.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้