สำนักหอสมุดกลาง _ พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องเก็บตำแหน่งเส้นทางโดยใช้จีพีเอส

WAYPOINT KEEPER USING GPS

T046474

โดย

นายยุทธกานต์ ดำริห์ชอบ

นายอนุพงษ์ ทองบัณฑิต

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 46474
วัน, เดือน, ปี 2 เม.ย. 2546

.b.....
.i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาเทคโนโลยีโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	**เครื่องเก็บตำแหน่งเส้นทางโดยใช้จีพีเอส**
TITLE	WAYPOINT KEEPER USING GPS
โดย	นายยุทธกานต์ ดำริห์ชอบ
	นายอนุพงษ์ ทองบัณฑิต
อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ผศ.ดร. ปิติเขต สู้รักษา
	อ. บุณย์ชนะ ภู่ระหงษ์
ภาควิชา	เทคนิคอุตสาหกรรม
ปีการศึกษา	2544

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
( )

..... กรรมการ
( )

..... กรรมการ
( )

..... กรรมการ
( )

..... กรรมการ
( )

ลิขสิทธิ์ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	**เครื่องเก็บตำแหน่งเส้นทางโดยใช้จีพีเอส**
TITLE	WAYPOINT KEEPER USING GPS
โดย	นายยุทธกานต์ ดำริห์ชอบ
	นายอนุพงษ์ ทองบัณฑิต
อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ผศ.ดร. ปีติเขต สู้รักษา
	อ. บุณย์ชนะ ภู่ระหงษ์
ภาควิชา	เทคนิคอุตสาหกรรม
ปีการศึกษา	2544

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับการอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ลงชื่อ.....
(ผศ.ดร. ปีติเขต สู้รักษา)

ลงชื่อ.....
(อ. บุณย์ชนะ ภู่ระหงษ์)
อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

ลิขสิทธิ์ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	**เครื่องเก็บตำแหน่งเส้นทางโดยใช้จีพีเอส**
นักศึกษา	นายยุทธกานต์ ดำริห์ชอบ รหัส 43015835
	นายอนุพงษ์ ทองบัณฑิต รหัส 43015852
อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ผศ. ดร. ปิติเขต สู้รักษา
	อ. บุณย์ชนะ ภู่ระหงษ์
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรีอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชา	เทคนิคอุตสาหกรรม
ปีการศึกษา	2544

บทคัดย่อ

ในปัจจุบัน เราพบว่า ได้มีการนำเครื่องรับจีพีเอสมาประยุกต์ใช้กับงานอย่างแพร่หลาย ไม่ว่าจะเป็นงานด้านแผนที่ ด้านการสำรวจเส้นทาง หรือการนำมาประยุกต์ใช้เป็นระบบนำร่องรถยนต์ โครงงานนี้ เป็นอีกโครงงานหนึ่ง ที่ได้นำเอาเครื่องรับจีพีเอส มาประยุกต์ใช้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ซึ่งเป็นคอนโทรลเลอร์ที่มีฟังก์ชั่นการทำงานที่เข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน เหมาะกับงานที่ต้องการการประมวลผลด้วยความเร็ว และตัวอย่างการประยุกต์ใช้งานที่จะนำเสนอนี้จะเป็นการเก็บตำแหน่งเส้นทาง แล้วนำตำแหน่งที่เก็บได้มาแสดงผลเปรียบเทียบกับเส้นทางอ้างอิง เพื่อตรวจสอบหาความแตกต่างของการใช้เส้นทางทั้งสองเส้นทาง และในการพัฒนาขั้นต่อๆไป ผู้พัฒนาสามารถที่จะนำข้อมูลตำแหน่งเส้นทางที่เก็บได้โดยเครื่องนี้ ไปประยุกต์ใช้กับงานอื่นๆได้อีก ตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PROJECT TITLE	**WAYPOINT KEEPER USING GPS**
STUDENT	Mr. Yutthakarn Damrichob No.43015835
	Mr. Anuphong Thongbandit No.43015852
ADVISOR	Asso.Prof.Dr.Pitikhate Suraksa
	Mr. Bunchana Phurahong
COUSE	Bachelor of Industrial Technology
Year	2001

ABSTRACT

Recently, we have found many application of GPS receiver such as map operation , surveing or car navigation system. This paper is a project uses GPS receiver apply for operating with AVR microcontroller to keep data as latitude and longitude form .Result of this will present on display program which show differentiate as lines of the way form between reference line and any lines we want to compare.

To go forward ,waypoint keeper using GPS will be benefit for developer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

จากความสำเร็จในการทำโครงงาน เครื่องเก็บตำแหน่งเส้นทางโดยใช้จีพีเอส คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณ ท่าน ผศ.ดร. ปิติเขต สู้รักษา , อาจารย์ บุณย์ชนะ ภู่ระหงษ์ (อาจารย์ที่ปรึกษา) ที่ได้ให้คำปรึกษา และให้ความช่วยเหลือ และขอขอบคุณ พี่ดุสิต แก้วเรืองฤทธิ์ (พี่เอ) ที่ให้คำปรึกษาและให้ความช่วยเหลือตลอดระยะเวลาการทำโครงงานชิ้นนี้ ขอขอบคุณพี่ต่อ กับข้อเสนอแนะและแนวทางการการแก้ปัญหาต่างๆ ขอขอบคุณเพื่อนๆ ที่คอยช่วยเหลือกันตลอดระยะเวลาที่ทำโครงงานด้วยกัน ขอขอบคุณภาคเทคนิคอุตสาหกรรมที่เป็นเสมือนบ้านหลังที่สองของเรา ก่อนที่จะเปลี่ยนเป็น ภาควิศวกรรมสารสนเทศ สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณพ่อแม่ที่ คอยเป็นกำลังใจทำให้เราก้าวมาจนถึงวันนี้

ลงชื่อ.....

(นายยุทธกานต์ ดำริห์ชอบ)

ลงชื่อ.....

(นายอนุพงษ์ ทองบัณฑิต)

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VI
สารบัญตาราง	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของงาน	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	2
2.1 หลักการของระบบจีพีเอส	2
2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR เบอร์ AT90S8535	13
2.3 การทำงานของระบบบัส I^2C BUS	21
บทที่ 3 เครื่องเก็บตำแหน่งเส้นทางโดยใช้จีพีเอส	27
3.1 การเชื่อมต่อการเก็บข้อมูลจากเครื่องรับ GPS ด้วย AVR	27
3.2 การออกแบบโปรแกรมที่ใช้ในการอินเตอร์เฟส	30
3.3 การออกแบบโปรแกรมแสดงผล	32
บทที่ 4 การทดลองและผลที่ได้	37
4.1 ผลการทำงาน	37
4.2 ผลการทดลองเก็บตำแหน่งเส้นทาง	38
4.3 ผลที่ได้จากการเก็บตำแหน่งเส้นทาง	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการทดลอง	39
5.2 แนวทางการพัฒนาในอนาคต	39
5.3 ปัญหาและอุปสรรค	39
บรรณานุกรม	40
ภาคผนวก	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมของเครื่องรับ GPS 5
รูปที่ 2.2 แสดงบล็อกไดอะแกรมการถอดรหัสของเครื่องรับ GPS 5
รูปที่ 2.3 แสดงโครงสร้างภายนอกและตำแหน่งขาของ AVR 13
รูปที่ 2.4 แสดงสถาปัตยกรรมแบบ RISC ของ AVR 14
รูปที่ 2.5 แสดงโครงสร้างของหน่วยความจำ 15
รูปที่ 2.6 แสดงโครงสร้างของรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป 16
รูปที่ 2.7 แสดงรีจิสเตอร์ X ,Y และ Z 16
รูปที่ 2.8 แสดงการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆ บนระบบ I^2C BUS 21
รูปที่ 2.9 แสดงไดอะแกรมเวลาแสดงสถานะต่างๆ ในบัส I^2C 23
รูปที่ 2.10 แสดงรูปแบบของข้อมูลกำหนดแอดเดรสที่ใช้ที่ใช้ในการอ้างถึงแบบ 7 บิต 24
รูปที่ 2.11 แสดงรูปแบบที่ใช้ติดต่อกับอุปกรณ์บนบัส I^2C เมื่อใช้การอ้างถึงแบบ 7 บิต 25
รูปที่ 2.12 แสดงรูปแบบที่ใช้ติดต่อกับอุปกรณ์บนบัส I^2C เมื่อใช้การอ้างถึงแบบ 10 บิต 25
รูปที่ 3.1 แสดงส่วนประกอบของเครื่องเก็บตำแหน่งเส้นทางโดยใช้ GPS 27
รูปที่ 3.2 แสดงการอินเตอร์เฟสของไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR กับอุปกรณ์ภายนอก 27
รูปที่ 3.3 แสดงการอินเตอร์เฟสระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับหน่วยความจำ 29
รูปที่ 3.4 โฟล์วชาร์ตแสดงการอินเตอร์เฟสกับเครื่องรับจีพีเอส 30
รูปที่ 3.5 แสดงการกำหนดจุดอ้างอิง 32
รูปที่ 3.6 แสดงการแบ่งพิกัดของโลก 33
รูปที่ 3.7 แสดงการกำหนดจุดอ้างอิงเทียบกับตำแหน่งจริงของโลก 33
รูปที่ 3.8 แสดงการกำหนดจุดอ้างอิงบนแผนที่ในคอมพิวเตอร์ 34
รูปที่ 3.9 โฟล์วชาร์ตแสดงการรับค่าจากพอร์ตอนุกรม 35
รูปที่3.10 โฟล์วชาร์ตแสดงการอ่านข้อมูลอ้างอิงจาก Text File 36
รูปที่ 4.1 แสดงข้อมูลที่ได้จากเครื่องเก็บตำแหน่งเส้นทาง 38
รูปที่ 4.2 แสดงผลที่ได้จากการเก็บตำแหน่งเส้นทาง 38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 แสดงชนิดของ NME – 0183 Output Messages 10
ตารางที่ 2.1 แสดงรูปแบบข้อมูลชนิด GPGGA 11
ตารางที่ 2.3 แสดงตัวบ่งชี้การกำหนดตำแหน่ง 11
ตารางที่ 2.4 แสดงรูปแบบของข้อมูลชนิด GPGLL 12
ตารางที่ 2.5 แสดงรูปแบบของข้อมูลชนิด GPGSA 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่1
บทนำ

1.1 ความเป็นมา

การบอกตำแหน่งด้วยระบบของดาวเทียมจีพีเอสเป็นระบบเปิดที่ใครๆ ก็สามารถใช้งานได้เพียงแต่มีเครื่องรับจีพีเอสเท่านั้น ก็สามารถใช้งานดาวเทียมจีพีเอสบอกตำแหน่งที่เราอยู่ได้ ซึ่งจะเป็นเพียงการบอกค่าพิกัด ละติจูดและลองจิจูด เวลา ความเร็ว และถ้าต้องการความสามารถที่มากกว่านี้ราคาก็จะสูงขึ้นตามความสามารถที่มากขึ้น

ซึ่งโครงงานนี้เป็นการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์กับเครื่องรับจีพีเอสในการเก็บค่าตำแหน่งเส้นทางเพื่อนำข้อมูลตำแหน่งเส้นทางที่ได้มาใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่างๆ มากมาย อาทิ เช่น การบอกตำแหน่งเส้นทางที่เราใช้ โดยจะสามารถบอกได้ว่าเราไปไหนมาบ้าง เราใช้เส้นทางไหนบ้าง และการสร้างแผนที่จากข้อมูลที่ได้จากการเก็บตำแหน่ง ซึ่งในส่วนของการบอกตำแหน่งเส้นทางที่เราใช้จะมีประโยชน์มากสำหรับการใช้งานกับรถส่งของหรือรถขนส่งน้ำมันว่ามีการออกนอกเส้นทางหรือไม่

1.2 วัตถุประสงค์

เป็นการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR เบอร์ AT90S8535 และหน่วยความจำแบบ I^2C EEPROM แทนการใช้คอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook Computer) ในการเก็บข้อมูลตำแหน่งเส้นทาง ซึ่งจะมีความคงทนและทนทานมากกว่าคอมพิวเตอร์ ราคาถูกกว่า มีความสะดวกและความคล่องตัวสูงกว่าในการใช้งานภาคสนาม หน่วยความจำมีความคงทนสูงข้อมูลไม่สูญหายแม้ไม่มีไฟเลี้ยงและข้อมูลสามารถเก็บได้นานหลายปี และเมื่อเครื่องเก็บตำแหน่งเส้นทางเกิดเสียหายก็สามารถซ่อมแซมได้ง่าย

1.3 ขอบเขตของงาน

1. สามารถใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR เชื่อมต่อกับเครื่องรับ GPS และหน่วยความจำแบบ I^2C EEPROM ได้
2. สามารถเก็บตำแหน่งที่เป็น Latitude และ Longitude จากเครื่องรับ GPS ให้ได้มากที่สุด
3. สามารถเก็บข้อมูลได้หลายวันโดยไม่ต้องเพิ่มหรือเปลี่ยนหน่วยความจำชุดใหม่
4. สามารถนำค่าตำแหน่งที่เก็บได้มาแสดงเป็นเส้นทางได้
5. สามารถเปรียบเทียบข้อมูลเก่ากับข้อมูลใหม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักกากร

2.1 หลักการของระบบจีพีเอส

Global Position System (GPS) เป็นระบบบอกตำแหน่งพิกัดด้วยดาวเทียม ระบบ GPS นี้ได้รับการพัฒนาโดยรัฐบาลสหรัฐอเมริกา สำหรับใช้งานในทางทหาร เพื่อการคำนวณค่าตำแหน่งพิกัดและใช้ในการนำร่อง ได้ทุกจุดบนพื้นโลก แต่ระบบ GPS ยังสามารถนำมาใช้งานในทางพาณิชย์ เพื่อการนำทาง หรือเพื่อการสำรวจการทำเหมืองแร่ และป่าไม้ ระบบนี้ประกอบด้วย องค์ประกอบหลัก 3 ส่วน คือ

1. ส่วนของดาวเทียม (Space Segment) ประกอบด้วย กลุ่มของดาวเทียม GPS ที่โคจรรอบโลกสองรอบใน 1 วัน ซึ่งจะส่งสัญญาณเวลา ที่มีความแม่นยำสูง และข้อมูลที่สำคัญอื่นๆ ที่จะใช้ในการคำนวณตำแหน่งพิกัดไปยังทุกจุดบนพื้นโลกตลอด 24 ชั่วโมง การส่งสัญญาณจะเป็นความถี่ในย่าน L Band 2 ความถี่ คือ L1 ที่ 1575.42 MHz และ L2 ที่ 1227.6 MHz โดยการส่งสัญญาณดาวเทียมจะใช้เทคนิคการส่งแบบ Spread Spectrum

2. ส่วนของสถานีควบคุมภาคพื้นดิน (Control Segment) ประกอบด้วย กลุ่มของสถานีควบคุมดาวเทียม ทำหน้าที่ควบคุม วงโคจรดาวเทียม คำนวณวงโคจรและตำแหน่งดาวเทียม ตรวจวัดความผิดพลาดของวงโคจร ปรับแก้ความถูกต้อง ของสัญญาณเวลา นำข้อมูลทั้งหมดมาปรับแก้ ก่อนส่งข้อมูลที่ถูกต้อง ขึ้นไปที่ดาวเทียม เพื่อส่งสัญญาณลงมายังผู้ใช้ ทั่วโลก โดยสถานีควบคุมจะทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูลและทำการแก้ไขข้อมูลให้กับดาวเทียมทุกๆ 15 นาที

3. ส่วนของผู้ใช้ (Users Segment) ประกอบด้วย ผู้ใช้งาน และ เครื่องบอกตำแหน่งพิกัด ซึ่งก็ คือ เครื่องรับสัญญาณ GPS (GPS Receiver) ที่รับข้อมูล ต่างๆ จากดาวเทียม GPS แล้วนำมาคำนวณ หาตำแหน่งพิกัดของเครื่อง

องค์ประกอบทั้งสามส่วน มีความสำคัญต่อระบบ GPS แต่ผู้ใช้เครื่อง มักจะมองไม่เห็น หน้าที่และความเกี่ยวข้อง ขององค์ประกอบที่สอง คือ สถานีควบคุมดาวเทียม เราจะมาพิจารณาถึงแต่ละองค์ประกอบ ต่อไป

ระบบ ดาวเทียม GPS

ประกอบด้วยดาวเทียมทั้งหมด 24 ดวง โคจรในอวกาศครอบคลุมทั่วโลกทั้งหมด 6 ระนาบ แต่ละระนาบทำมุม 60 องศา กับเส้นศูนย์สูตร ดาวเทียมแต่ละดวง โคจรอยู่สูงจากพื้นโลกประมาณ 11,000 ไมล์ และเคลื่อนที่ผ่านรอบโลก 2 รอบในแต่ละวัน ในดาวเทียมแต่ละดวง จะมีส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกอบหลัก คล้ายคลึงกับ ดาวเทียมสื่อสาร โดยทั่วไป คือ ภาครับสัญญาณ ภาคส่งสัญญาณ ภาคควบคุม และระบบสายอากาศวิทยุ ส่วนพิเศษ ที่มีเฉพาะในดาวเทียม GPS คือ ภาคกำเนิดสัญญาณเวลาความแม่นยำสูง เป็น นาฬิกาอะตอมมิคแบบซีเซียม (Very High Precision Cesium Atomic Clock) ซึ่งได้รับการออกแบบ และผลิต โดยบริษัท Datum Incorporation USA

ภาคกำเนิดสัญญาณเวลาความแม่นยำสูง เป็นหัวใจสำคัญ ที่เป็นตัวกำหนด ความแม่นยำ ถูกต้องในการคำนวณตำแหน่งพิกัด ของ GPS Receiver ที่รับสัญญาณบนโลก หากภาคกำเนิดสัญญาณเวลา บนดาวเทียมดวงใด เสื่อมสภาพ หรือไม่มีความแม่นยำเพียงพอ ดาวเทียมดวงนั้น จะถูกปลดออกจากการใช้งาน ตามแผนงาน จะมีดาวเทียม โคจรทั้งหมด 24 ดวง และสำรอง 2 ดวง โดยมีการส่ง ดาวเทียมใหม่ เข้าสู่วงโคจร ตามระยะเวลาที่เหมาะสม เพื่อชดเชย ดาวเทียมที่เสื่อมสภาพ แต่เนื่องจากเทคโนโลยี ของดาวเทียม และ ภาคกำเนิดสัญญาณเวลาความแม่นยำสูง มีการพัฒนาตลอดเวลา ทำให้อายุการใช้งาน ของดาวเทียม ยาวกว่าที่คำนวณไว้ ดาวเทียมจำนวนมาก ยังอยู่ในภาวะใช้งานได้ปกติ ถึงแม้จะอยู่ในวงโคจร มานานกว่า 8 ปี (อายุขัยเฉลี่ย ของดาวเทียม) ทำให้ปัจจุบัน มีดาวเทียม อยู่ในวงโคจร ที่ใช้งานได้ จำนวนมากกว่า 30 ดวง ซึ่งเป็นประโยชน์ ต่อผู้ใช้งาน

หน้าที่สำคัญ ของดาวเทียม GPS มีดังนี้

1. รับข้อมูล วงโคจรที่ถูกต้องของดาวเทียม (Ephemeris Data) ที่ส่งมาจาก สถานีควบคุมดาวเทียมหลัก (Master Control Station) เพื่อส่งกระจายสัญญาณข้อมูลนี้ ลงไปยังพื้นโลก สำหรับ GPS Receiver ใช้ในการคำนวณ ระยะห่าง (Range) ระหว่างดาวเทียมดวงนั้น กับ ตัวเครื่อง GPS Receiver และตำแหน่งของดาวเทียมบนท้องฟ้า เพื่อใช้คำนวณหา ตำแหน่งพิกัด ของตัวเครื่อง GPS Receiver เอง

2. ส่งรหัส (Code) และข้อมูล Carrier Phase ไปกับคลื่นวิทยุ ลงไปยังพื้นโลก สำหรับ GPS Receiver ใช้ในการคำนวณ ระยะห่าง (Range) ระหว่างดาวเทียมดวงนั้น กับ ตัวเครื่อง GPS Receiver

3. ส่งข้อมูลตำแหน่งโดยประมาณของดาวเทียมทั้งหมด (Almanac Information) และข้อมูลสุขภาพของดาวเทียม ลงไปยังพื้นโลก สำหรับ GPS Receiver ใช้ในการกำหนดดาวเทียม ที่จะสามารถรับสัญญาณได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานีควบคุมภาคพื้นดิน (MONITORING AND CONTROLLING)

ระบบ GPS ถูกควบคุมโดย กองทัพอากาศ สหรัฐอเมริกา จากสถานีควบคุมหลัก ในรัฐโคโลราโด ซึ่งจะคอยตรวจสอบ ดาวเทียมทุกดวงในระบบ ป้อนคำสั่งควบคุม และป้อนข้อมูล รวมทั้งให้ข่าวสารในการนำร่อง สถานีตรวจสอบภาคพื้นดิน ใช้สายอากาศภาคพื้นดิน ในการควบคุม ดาวเทียม GPS และส่งต่อข้อมูลให้แก่สถานี Master Control เพื่อกำหนดตำแหน่งพิกัดที่แน่นอน ของดาวเทียมแต่ละดวง และปรับปรุงความถูกต้อง ของข้อมูลอยู่ตลอดเวลา ถ้าดาวเทียมดวงใดเกิดความผิดปกติขึ้น สถานีควบคุมภาคพื้นดิน ก็จะทำการกำหนดสุขภาพ ดาวเทียมดวงนั้นเป็น "Un - healthy" เพื่อให้ GPS Receiver ทราบว่า ไม่ควรใช้ข้อมูล จากดาวเทียมดวงนี้ ซึ่งเครื่องรับ ก็จะทำการตรวจสอบได้ จากการตรวจสอบสถานะของดาวเทียม และเครื่องก็จะไม่ทำการ รับข้อมูล จากดาวเทียมดวงดังกล่าว แล้วใช้ดาวเทียมดวงอื่น ที่มีความเหมาะสม ในการคำนวณตำแหน่งพิกัดแทน ในบางครั้งดาวเทียมอาจถูกปิดใช้งานเพื่อทำการบำรุงรักษา หรืออาจจะถูกปิดเพื่อเปลี่ยนวงโคจรตามความเหมาะสม

การทำงานของเครื่องรับ GPS

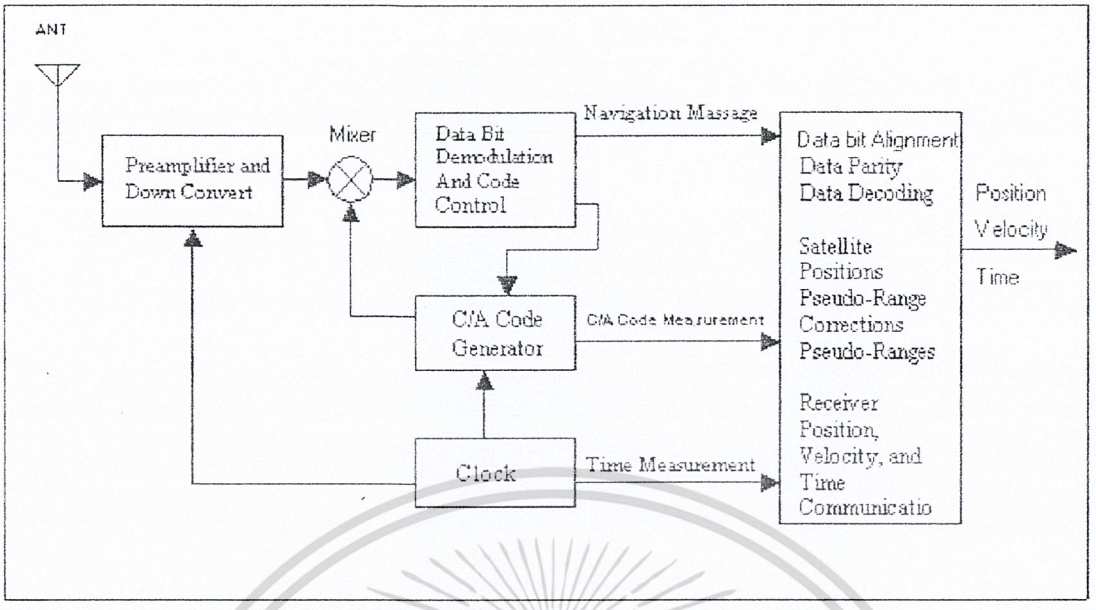
1. การเลือกดาวเทียม (Satellite Tracking Selection)

เครื่องรับจีพีเอสจะเลือกหาดาวเทียมที่เป็นไปได้ในการแทรคสัญญาณ โดยการค้นหารหัส C/A code ที่เป็นไปได้และล็อคสัญญาณดาวเทียมดวงนั้นเพื่อดีมอดูเลตข้อมูลนำร่อง ค่าอัลมาแนคและข้อมูลแสดงสถานะของดาวเทียมทั้งหมด ในการคำนวณหาค่าตำแหน่งจะต้องใช้ดาวเทียมอย่างน้อย 4 ดวง ในการเลือกดาวเทียมที่จะรับข้อมูลจะเลือกดาวเทียมที่มีสถานะของดาวเทียมดีที่สุด ซึ่งเป็นการเลือกดาวเทียมที่ทำการแทรคได้เป็นดวงแรก

2. การรับสัญญาณจากดาวเทียม (Satellite Signal Acquisition)

สัญญาณที่รับได้จากดาวเทียมจะมีกำลังอ่อนเมื่อเดินทางมาถึงเครื่องรับ และมีการรบกวนจาก noise เครื่องรับจึงต้องสร้างสัญญาณจำลองขึ้นมาให้ตรงกับสัญญาณของดาวเทียม และนำสัญญาณที่ได้ไปรวมกับสัญญาณของดาวเทียม เทคนิคนี้เรียกว่า Code Correlation

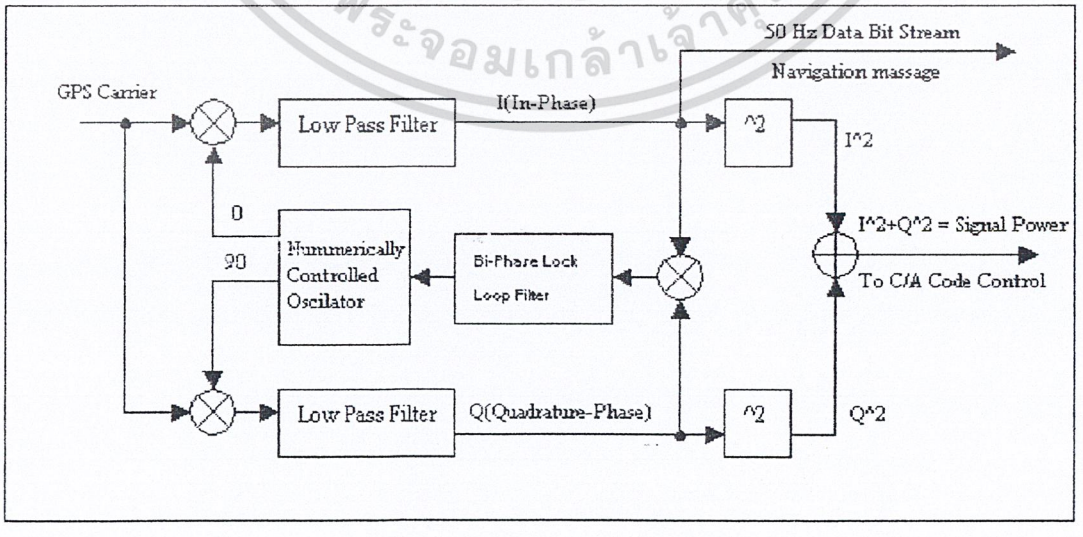
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมของเครื่องรับ GPS

3.การถอดรหัสข้อมูล (Data Detection)

ข้อมูลที่รับได้จากดาวเทียมเป็นการมอดูเลตระหว่างคลื่นพาห์กับรหัส C/A Code รหัส P(Y) และข้อมูลข่าวสาร ในการดีมอดดูเลตจะใช้ Low Pass Filter เพื่อแยกคลื่นพาห์ออก เครื่องรับจะใช้การสังเคราะห์ความถี่และสร้างเฟสที่คงที่ และใช้เฟสล็อคลูป (Phase Lock Loop) ในการถอดข้อมูล ในการถอดรหัส C/A Code จะใช้การสร้างสัญญาณ C/A จำลองขึ้นเพื่อล็อคข้อมูลรหัส C/A แล้วจึงทำการแยกรหัส C/A ออกมา ในส่วนของรหัส P(Y) นั้นมีความยาวของคาบสัญญาณยาวถึง 7 วัน จึงใช้เฟสล็อคลูปไม่ได้ จึงต้องใช้ข้อมูลที่อยู่ใน HOW ในการบอกเวลาที่แน่นอน



รูปที่ 2.2 แสดงบล็อกไดอะแกรมการถอดรหัสของเครื่องรับ GPS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GPS Receiver บอกตำแหน่งพิกัดได้อย่างไร

ดาวเทียม GPS แต่ละดวงจะส่งกระจายสัญญาณ 2 ชนิดอย่างต่อเนื่องได้แก่ สัญญาณ Standard Positioning Service (SPS) ซึ่งใช้สำหรับบุคคลทั่วไป และ สัญญาณ Precise Positioning Service (PPS) ซึ่งใช้สำหรับทางทหาร สัญญาณ SPS เป็นสัญญาณแบบ Spread-Spectrum ที่กระจายสัญญาณด้วยความถี่ 1575.42 MHz สัญญาณรบกวนที่เกิดจากสภาพแวดล้อมหรือ อุปกรณ์ไฟฟ้าบนพื้นโลกมีผลกระทบค่อนข้างน้อยต่อสัญญาณดังกล่าว

สัญญาณ SPS ประกอบด้วยข้อมูลเกี่ยวกับวงโคจร ของดาวเทียม 2 ชนิดคือ ข้อมูล Almanac และข้อมูล Ephemeris ข้อมูล Almanac เป็นข้อมูลที่บอกถึงสภาพของดาวเทียมและตำแหน่งวงโคจรของดาวเทียมทุกดวงในระบบอย่างคร่าวๆ เครื่องรับ GPS จะรับข้อมูล Almanac จากดาวเทียมดวงใดๆที่สามารถรับสัญญาณได้ แล้วใช้ข้อมูลดังกล่าวเพื่อการเลือกรับดาวเทียม ที่สามารถจะใช้ได้ ในการคำนวณตำแหน่งพิกัด ส่วนข้อมูล Ephemeris ประกอบด้วยข้อมูล ที่แม่นยำ โดยละเอียดของวงโคจรของดาวเทียม แต่ละดวง ที่ทำการรับสัญญาณได้ สัญญาณ SPS จะส่งรหัส (Code) ลงมาด้วย โดยรหัสดังกล่าว จะทำให้ GPS Receiver สามารถคำนวณ เวลาที่สัญญาณ เดินทางจากดาวเทียม มาถึง ตัวเครื่อง GPS Receiver ได้ เมื่อเครื่องทราบเวลาที่เดินทาง และตำแหน่งดาวเทียม (Ephemeris) ก็จะสามารถคำนวณหา ระยะ (Pseudorange) ระหว่างดาวเทียม แต่ละดวง กับ GPS Receiver ได้ เครื่องรับจะทำการรับสัญญาณจากดาวเทียมอย่างน้อย 3 ถึง 4 ดวงในเวลาเดียวกัน เครื่องจะใช้ดาวเทียม 3 ดวง ในการคำนวณหาตำแหน่งพิกัดเพียงอย่างเดียว โดยเมื่อทราบระยะทางจาก GPS Receiver ถึงดาวเทียม 3 ดวง เครื่องจะสามารถ คำนวณจุดตำแหน่งพิกัด ของตนเองได้ เมื่อกำหนดให้ความสูงคงที่ (ผู้ใช้ต้องป้อนค่าความสูง ที่ทราบ ให้กับเครื่อง) และถ้ารับสัญญาณจากดาวเทียมได้ 4 ดวง เครื่องจะใช้ดาวเทียม 4 ดวงในการคำนวณ ตำแหน่งพิกัด และความสูงได้โดยไม่จำเป็น ต้องป้อนค่าความสูง ให้กับเครื่อง

ความแม่นยำของตำแหน่งพิกัด(ACCURACY)

โดยทั่วไปแล้วเครื่องรับ GPS ที่ทำงานโดยอาศัยสัญญาณ SPS สามารถคำนวณ ค่าตำแหน่งพิกัดที่มีความถูกต้อง อยู่ในระยะ 25 เมตร และค่าความถูกต้องของความเร็วอยู่ในระยะ 5 เมตรต่อ วินาที เนื่องจากค่าความถูกต้องที่ได้นี้ จะขึ้นอยู่กับนโยบาย ของรัฐบาลสหรัฐอเมริกา ที่เรียกว่า Selective Availability (SA) เพื่อรักษาความมั่นคงทางทหาร สัญญาณ SA นี้จะทำให้เกิด ค่าความผิดพลาด ขึ้นกับข้อมูล Ephemeris ที่ส่งกระจายมาจากดาวเทียม ส่งผลให้ค่าความผิดพลาด ของค่าตำแหน่งพิกัดที่ได้ มีค่าเพิ่มขึ้นเป็นระยะ 100 เมตร ในการใช้งานทั่วไปแล้ว ค่าความผิดพลาดในระยะ 100 ก็ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพียงพอ สำหรับการใช้งาน ที่ต้องการความถูกต้อง ที่มากกว่านี้ สามารถทำได้โดยใช้เทคนิค Differential เพื่อกำจัดผลของ SA ซึ่งทำให้ค่าที่ได้มีความถูกต้องมากขึ้น

นอกจากนี้ ความถูกต้อง ของตำแหน่งพิกัด ยังขึ้นกับ ชุดของค่าคงที่ ที่เรียกว่า Map Datum ซึ่งค่าเหล่านี้ มีความแตกต่างกัน สำหรับพื้นที่ ในแต่ละพื้นที่ โดยทั่วไป แต่ละประเทศ จะใช้ Map Datum ที่แตกต่างกัน ในการสร้างแผนที่ ของพื้นที่ในประเทศ ตำแหน่งเดียวกัน บนแผนที่ 2 ฉบับที่ใช้ Map Datum ต่างกันในการสร้างแผนที่ จะให้ตำแหน่งพิกัด ที่แตกต่างกัน ดังนั้น การเทียบตำแหน่งพิกัด ที่ได้จาก GPS Receiver กับตำแหน่งพิกัดจริง ที่ได้จากแผนที่ จึงต้องใช้ Map Datum เดียวกัน โดยที่ GPS Receiver ส่วนมาก จะสามารถ เปลี่ยน Map Datum ของเครื่องได้หลายแบบ เพื่อให้สามารถนำเครื่องไปใช้ บอกตำแหน่ง เทียบกับแผนที่ ในพื้นที่แต่ละประเทศได้ โดยมาก จะมี Map Datum 72 แบบ ให้เลือกใช้ ตามประเทศ โดยรวมถึง Map Datum Thai-Viet ซึ่งใช้ได้กับพื้นที่ ประเทศไทย เวียดนาม และบริเวณ อินโดจีน หลายประเทศ ดังนั้น ถ้าท่านใช้งานเครื่อง ในประเทศ และใกล้เคียง จึงสามารถตั้ง Map Datum ของเครื่อง เป็นแบบ Thai-Viet และไม่จำเป็นต้องใช้ Map Datum อื่นแต่อย่างใด สำหรับ Map Datum อื่นๆ ที่มีในเครื่อง จะครอบคลุม การใช้งานในประเทศต่างๆ ทั่วโลก เว้นใน บางบริเวณ หรือประเทศ ที่ไม่มีความสำคัญ มากนัก สำหรับ การใช้เครื่อง ในการเดินเรือ ในทะเล และ มหาสมุทร จะต้องเลือกใช้ Map Datum WGS-84 ซึ่งเป็น ชุดของค่าคงที่ สำหรับบริเวณ ทะเล มหาสมุทร และชายฝั่ง ที่ใช้ได้เกือบทุกพื้นที่ ทั่วโลก

การตั้ง Map Datum ที่ไม่ถูกต้อง ให้กับเครื่อง GPS อาจทำให้ ตำแหน่งพิกัดที่อ่านได้จากเครื่อง ไม่ตรงกับ ตำแหน่งพิกัด ที่ได้จากแผนที่ ความแตกต่างอาจเป็นได้ ตั้งแต่ ไม่กี่เมตร จนมากถึง หลายร้อยเมตร โดยทั่วไป ถ้าไม่ทราบ ว่าแผนที่ที่ใช้อ้างอิง ทำโดยใช้ Map Datum ใด ให้เลือกตั้ง Map Datum ของเครื่องเป็น WGS-84 แต่ถ้าทราบ Map Datum ของแผนที่ที่ใช้เปรียบเทียบ ก็ให้ตั้ง Map Datum ของเครื่อง GPS เป็นแบบเดียวกัน

สำหรับประเทศไทย ถ้าตั้ง WGS-84 ให้กับเครื่อง GPS จะทำให้ตำแหน่งพิกัด ที่อ่านได้จากเครื่อง เทียบกับแผนที่ ประเทศไทย ที่อ้างอิงกับ Map Datum แบบ Thai-Viet มีความแตกต่าง ในแนวราบ ที่ประมาณ 413 เมตร ซึ่งค่อนข้างสูงมาก ดังนั้น ก่อนการใช้เครื่อง GPS ควรตั้งค่า Map Datum ให้ตรงกับแผนที่ ที่จะใช้เปรียบเทียบ ทุกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทคนิค Differential Position

วิธีการ Differential positioning เป็นเทคนิคหนึ่ง ในการที่จะทำให้ผู้ใช้ หาค่าพิกัดจากดาวเทียม สามารถที่จะกำจัด ค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้น เนื่องจาก สภาวะแวดล้อม และผลจาก SA ทำให้สามารถที่จะ ใช้เครื่องหาค่าพิกัด ในการคำนวณ หาค่าตำแหน่ง ที่ให้ความแม่นยำสูง โดยมีหลักการในการใช้ค่าความผิดพลาด ที่คำนวณได้ ณ ตำแหน่งที่ทราบค่าพิกัดแน่นอนถูกต้อง และทำการป้อนค่าดังกล่าวเข้าไปเพื่อ ทำการแก้ไข ค่าตำแหน่งที่คำนวณ ได้จากเครื่องรับ GPS เครื่องอื่นๆ โดยทั่วๆไปแล้ว ค่าความแม่นยำในแนวราบ ของตำแหน่งใดๆ ที่คำนวณได้จากเครื่องรับ GPS จะมีค่าประมาณ 15 เมตร RMS หรือมากกว่า ความหมายของคำว่า 15 เมตร RMS (root-mean square) หมายถึง ถ้าทำการกระจายจุดต่างๆ รอบตำแหน่งที่ถูกต้องเป็น แบบวงกลมโดยมีค่า mean เป็นศูนย์ ค่าความแม่นยำ 15 เมตร RMS จะหมายถึง 63 % ของตำแหน่งที่วัดได้จะอยู่ในระยะ 15 เมตร จากตำแหน่งที่ถูกต้อง .

ค่าความผิดพลาดในการหาตำแหน่งมีอยู่ 2 ประเภท คือแบบที่แก้ไขได้ และแบบที่แก้ไขไม่ได้ ค่าความผิดพลาด แบบที่แก้ไขได้ จะเป็นค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นเหมือนๆ กัน กับเครื่องรับ GPS ทุกเครื่อง ที่อยู่ในบริเวณเดียวกัน ส่วนค่าความผิดพลาดที่แก้ไขไม่ได้ จะเป็นค่าความผิดพลาดแบบที่ จะไม่มีความสัมพันธ์กันเลย ในระหว่างเครื่องรับทุกเครื่อง ที่อยู่ในบริเวณเดียวกัน Correctable errors หรือความผิดพลาดแบบที่แก้ไขได้ ข้อมูลความผิดแบบที่แก้ไขได้นี้ จะเกิดขึ้นได้จากหลายสาเหตุได้แก่ Satellite clock error , ephemeris data error และ error จากการหน่วงสัญญาณ ของชั้นบรรยากาศ ionospheric และ tropospheric รวมทั้งค่า error ที่เกิดขึ้นได้จากผลของ SA

ค่าความผิดพลาด ที่เกิดขึ้นจาก satellite clock และ ephemeris เป็นค่าความผิดพลาด ที่เกิดขึ้นภายในดาวเทียม GPS ค่าความผิดพลาด satellite clock จะเป็นค่าความผิดพลาด เนื่องจากการเปลี่ยนแปลง อย่างช้าๆ ของเวลา ที่ได้จาก Cesium Atomic Clock ภายในดาวเทียมซึ่งจะทำให้เครื่องรับ GPS เกิดการผิดพลาดในการวัดตำแหน่งในขณะที่ทำการวัดแบบpseudorange ส่วนค่าความผิดพลาด ephemeric นี้ เป็นค่าผิดพลาดที่อยู่ในข้อมูล ที่ถูกใช้โดยเครื่องรับ GPS ในการกำหนด การหาดาวเทียมในอวกาศ

ค่าความผิดพลาดเนื่องจากชั้นบรรยากาศ Ionospheric และ tropospheric เกิดขึ้นเนื่องจาก การเปลี่ยนแปลง ของชั้นบรรยากาศ ทำให้เกิดการหน่วงเวลา การเดินทางของ สัญญาณที่ส่งดาวเทียม เกิดขึ้นเนื่องจาก การเปลี่ยนแปลง ความหนาแน่นของ electrons ในชั้นบรรยากาศ ionospheric ซึ่งเป็นชั้นบรรยากาศ ที่สัญญาณทะลุผ่านชั้นบรรยากาศ ionospheric นั้นเป็นชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรยากาศ ในส่วนบนสุดของชั้นบรรยากาศโลก ส่วนชั้นบรรยากาศ tropospheric จะเกี่ยวข้องกับความชื้น, อุณหภูมิ และความสูง ซึ่งชั้นบรรยากาศนี้ จะมีผล ทำให้เกิดการหน่วงเวลา ได้น้อยกว่าชั้นบรรยากาศ ionospheric

ค่าความผิดพลาดที่แก้ไขได้ อีกแบบหนึ่ง คือผลของ Selective Availability (SA) ซึ่ง SA เป็นมาตรการ ที่กระทรวงกลาโหม สหรัฐ ใช้ในการทำให้ค่าความแม่นยำ ของเครื่องรับ GPS เกิดความผิดพลาดสูงขึ้น โดยการใส่ค่าความผิดพลาด เข้าไปในสัญญาณ GPS ที่จะส่งออกจากดาวเทียม ซึ่งเป็น มาตรการ ที่ทำ เพื่อผลประโยชน์ทางทหาร สำหรับ สหรัฐอเมริกา และกองกำลังพันธมิตร ค่าความผิดพลาดทั้งหมดที่กล่าวนี้ จะมีความเหมือนกันอยู่อย่างหนึ่งคือ ปริมาณ และทิศทาง ของค่าความผิดพลาด ในเวลาใด เวลาหนึ่ง จะไม่มีการเปลี่ยนแปลง อย่างกะทันหัน ดังนั้น เครื่องรับ GPS 2 เครื่อง ซึ่งอยู่ในระยะห่างกันที่ไม่มากนัก จะได้รับผลกระทบจากค่า ความผิดพลาดในปริมาณและทิศทางที่เท่ากัน หรือใกล้เคียงกัน ดังนั้น เราสามารถ ที่จะทำการหาค่าความผิดพลาดดังกล่าวได้

Non-Correctable Errors

ค่าความผิดพลาดแบบที่แก้ไขไม่ได้ เป็นค่าความผิดพลาดที่เครื่องรับ GPS สองเครื่อง ในบริเวณเดียวกัน จะเกิดค่าความผิดพลาดที่ไม่เท่ากัน และค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้น จะไม่มีความสัมพันธ์ใดๆ ต่อกัน แหล่งที่มาของค่า ความผิดพลาดแบบนี้ ได้แก่ ค่าระดับสัญญาณรบกวน ในเครื่องรับ GPS ซึ่งเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ ไม่ว่าจะเป็นแบบชนิดใด และค่าความผิดพลาดเนื่องจาก Multipath หรือการรับสัญญาณสะท้อน จากหลายทิศทาง อันเนื่องจากสภาพแวดล้อมรอบๆ บริเวณ ค่าความผิดพลาดแบบนี้ เกิดขึ้นเนื่องจาก เครื่องรับ ได้รับสัญญาณทั้งจาก ดาวเทียมโดยตรง และสัญญาณที่สะท้อนจากสัญญาณดังกล่าว ซึ่งจะสะท้อน จากสิ่งที่มีอยู่รอบข้าง ไม่ว่าจะเป็น ตึก หรือภูเขา ค่าความผิดพลาดแบบที่ไม่สามารถแก้ไขได้นี้ ไม่สามารถจะกำจัดได้จากการทำ differential แต่ สามารถจะลดได้โดยการทำ Position fix averaging

มาตรฐานที่ใช้ในการสื่อสารติดต่อสื่อสาร

ในการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ทางคอมพิวเตอร์จะต้องมีมาตรฐานหรือโปรโตคอลในการสื่อสาร ซึ่งตัวเครื่องรับจีพีเอสมีมาตรฐานการสื่อสารแบบ NMEA 0183 (NMEA: National Marine Electronics Association) ซึ่งเป็นมาตรฐานในการอินเตอร์เฟสและเป็นโปรโตคอลในการสร้างข้อมูล โดยมาตรฐาน NMEA 0183 เป็นการสื่อสารในรูปแบบของประโยค โดยอักขระที่ใช้เป็นรหัส ASCII ในการเริ่มต้นประโยคจะใช้ $ ในการเริ่มต้น ตามด้วยหมายเลขดาวเทียม(talker ID or

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Device ID) ชื่อประโยค (Sentence Name) ฟิลด์ข้อมูลที่แบ่งแยกด้วยเครื่องหมายคอมม่า และสิ้นสุดด้วยเช็คซัม (Checksum) และจบลงด้วยแคร์เรียร์รีเทอร์น (CR/LC: Carrie return / line code)

รูปแบบของโปรโตคอล NMEA 0183 เป็นโปรโตคอลที่ใช้เพื่อส่งข้อมูลเอาต์พุต

- การส่งข้อมูล 1 ไบต์ ประกอบด้วยข้อมูล 7 บิต Stop bit 1 บิต ข้อมูลเป็นในรูปแบบของ EIA 422A ที่ใช้งานร่วมกับ RS 232 โดยมีรูปแบบเป็นรหัส ASCII โดยบิต 7 มีความสำคัญสูงสุดถูกกำหนดเป็น 0
- มีบิตเริ่มต้น (Start bit) และหนึ่งบิตสิ้นสุด (Stop bit (8N1))
- ไม่มีพาริตี้บิต
- อัตราการส่งข้อมูล 4800 bps (Baud rate)

รูปแบบของ NMEA Output Message

ที่เอาต์พุตของเครื่องรับ GPS จะแสดงข้อมูลข่าวสารดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2.1 แสดงชนิดของ NMEA – 0183 Output Messages

NME Record	Description
$GPGGA	Standard output message for detailed position information
$GPGSA	GNSS DOP and active satellites
$GPGSV	GNSS satellites in view and including signal strengths
$GPGLL	Geographic position - latitude/longitude
$GPRMC	Combination message of position and velocity
$GVTG	Standard output message for velocity
$PGRME	
$PGRMZ	
$GPRTE	
$GPRMB	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 แสดงรูปแบบของข้อมูลชนิด GPGGA

Name	Example	Units	Description
Message ID	$GPGGA		GGA protocol header
UTC Time	102610		hhmmss.sss
Latitude	1343.5522		ddmm.mmmm
N/S Indicator	N		N=north or S=south
Longitude	10046.5571		dddmm.mmmm
E/W Indicator	E		E=east or W=west
Position Fix Indicator *a*	1		
Satellites Used	04		Range 0 to 12
HDOP	4.1		Horizontal Dilution of Precision
MSL Altitude *b*	32.2	Meters	
Units	M	Meters	
Geoid Separation *b*	26.0	Meters	
Units	M	Meters	
Age of Diff. Corr.		second	Null fields when DGPS is not used
Diff. Ref. Station ID			
Checksum	*5D		
CR LF			End of message termination

GGA - Global Positioning System Fixed data

$GPGGA,102610,1343.5522,N,10046.5571,E,1,04,4.1,32.2,M,-26.0,M,,*5D

ตารางที่ 2.3 แสดงตัวบ่งชี้การกำหนดตำแหน่ง

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 แสดงรูปแบบของข้อมูลชิด GPGLL

Name	Example	Units	Description
Message ID	$GPGLL		GLL protocol header
Latitude	1343.5499		ddmm.mmmm
N/S Indicator	N		N=north or S=south
Longitude	10046.5585		dddmm.mmmm
E/W Indicator	E		E=east or W=west
UTC Time	103218		hhmmss.sss
Status	A		A=data valid or V=data not valid
Checksum	A*44		
CR LF			End of message termination

GLL – Geographic Position - Latitude/Longitude

$GPGLL,1343.5499,N,10046.5585,E,103218,A,A*44

ตารางที่ 2.5 แสดงรูปแบบของข้อมูลชนิด GPGSA

Name	Example	Units	Description
Message ID	$GPGSA		GSA protocol header
Mode 1	A		
Mode 2	3		
Satellite Used *a*	08		Sv on Channel 1
Satellite Used *a*	10		Sv on Channel 2
.....			.....
Satellite Used *a*	28		Sv on Channel 12
PDOP	4.6		Position Dilution of Precision
HDOP	4.0		Horizontal Dilution of Precision
VDOP	1.0		Vertical Dilution of Precision
Checksum	*34		
CR LF			End of message termination

GSA – GNSS DOP and Active Satellites

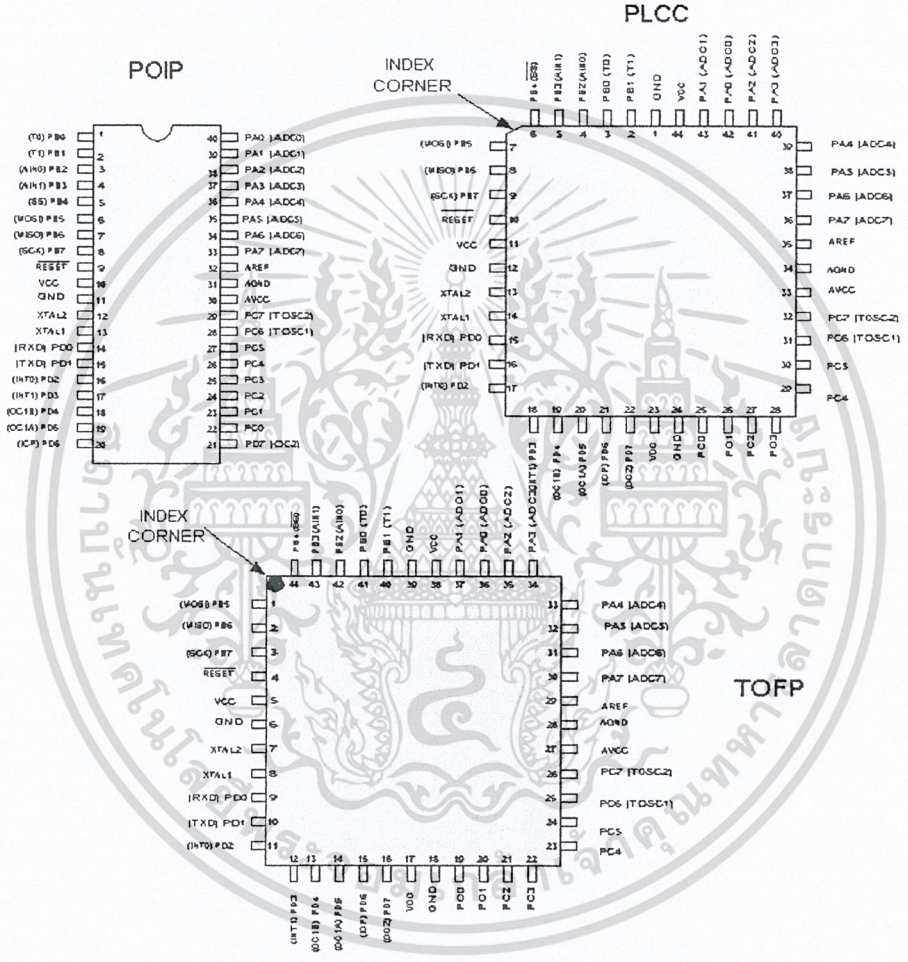
$GPGSA,A,3,,,,,08,,10,13,,28,,,,4.6,4.0,1.0*34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ไมโครคอลโทรลเลอร์ AVR เบอร์ AT90S8535

AT90S8535 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 8 บิท ที่มีสถาปัตยกรรมแบบ RISC ซึ่งทำให้การประมวลผลมีความเร็ว 1 คำสั่ง /1clock หรือ CPU สามารถประมวลคำสั่งได้ 1 MIPS/1 MHz

โครงสร้างภายนอกและตำแหน่งขา



รูปที่ 2.3 แสดงโครงสร้างภายนอกและตำแหน่งขา

ภายในประกอบด้วยรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป ขนาด 8 บิท จำนวน 32ตัว ซึ่งแต่ละตัวจะต่อเข้ากับ ALU โดยตรง ทำให้การประมวลผลต่อ 1คำสั่งมีความเร็วกว่า CPU ที่มีสถาปัตยกรรมแบบ CISC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

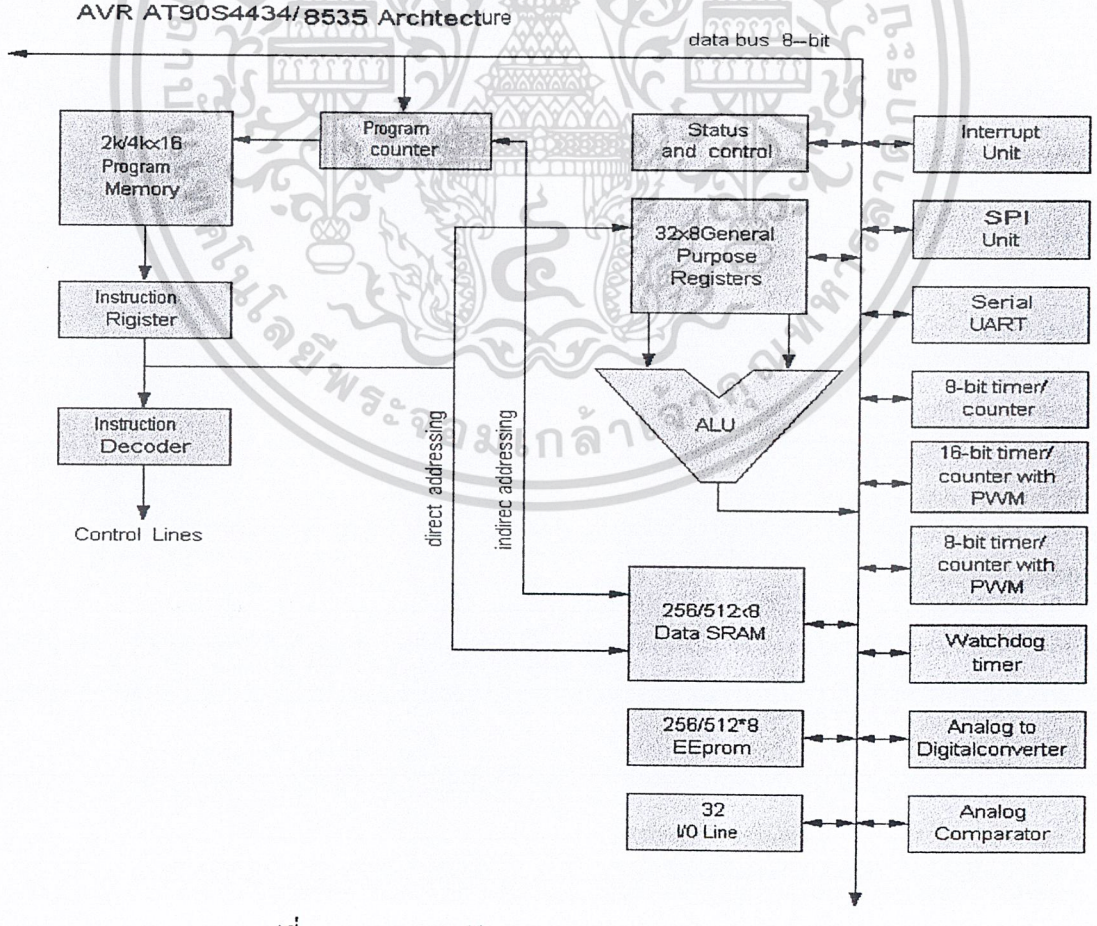
โครงสร้างภายใน

AT90S8535 จะมีหน่วยความจำสำหรับ PROGRAM MEMORY แบบ FLASH ขนาด 8 Kbyte หน่วยความจำสำหรับ DATA MEMERYแบบ EEPROM ขนาด 512 byte และหน่วยความจำแบบ RAM ขนาด 512 byte มีพอร์ทที่สามารถทำงานได้ 2 ทิศทางจำนวน 32 เส้นสัญญาณ และระบบ TIMER/COUNTER จำนวน 3 ชุด ที่มีโหมดการทำงานเสริมในส่วนของการสร้างสัญญาณ PWM และส่วนของการตรวจจับสัญญาณ INPUT CAPTURE มีอุปกรณ์สื่อสารข้อมูลอนุกรมแบบ UARTและ SPI และยังเสริมด้วยระบบการแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล ขนาด 10 บิท จำนวน 8 ช่องสัญญาณที่มาพร้อมกับ MC0.+U มี Watchdog Timer เพื่อตรวจสอบการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ และมีระบบประหยัดพลังงานอีก 3ระบบ

สถาปัตยกรรมภายใน

สถาปัตยกรรมภายในจะประอบด้วยรีจิสเตอร์ใช้งานทั่งไป 8 บิท จำนวน 32ตัว ที่สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ใน 1clock ของสัญญาณนาฬิกา

โดยรีจิสเตอร์ R26-31 เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8บิท จำนวน 6 ตัวสามารถที่จะจับคู่เพื่อใช้เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 16 บิท 3ตัว โดยใช้ชื่อว่ารีจิสเตอร์ X , Y , Z



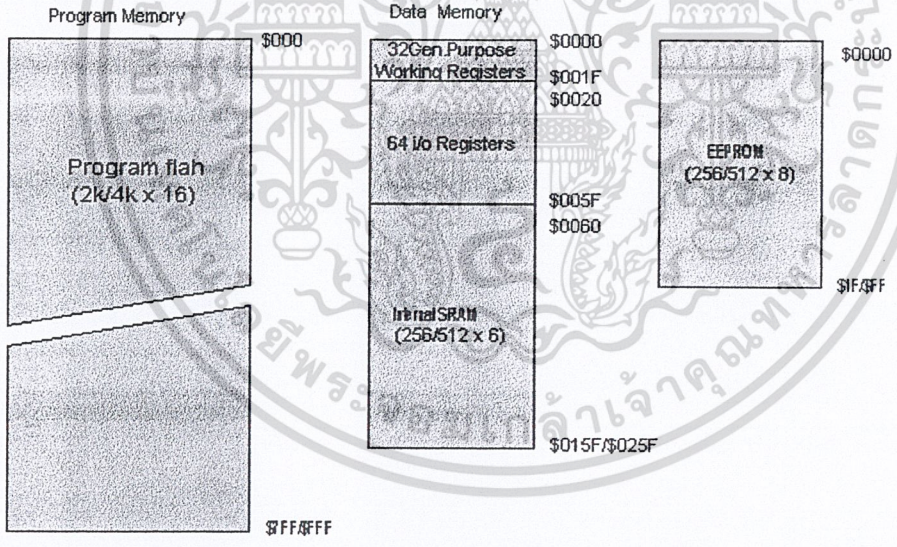
รูปที่ 2.4 แสดงสถาปัตยกรรมแบบ RISC ของ AVR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ALU จะสนับสนุนการกระทำทางคณิตศาสตร์และลอจิก ระหว่างรีจิสเตอร์กับรีจิสเตอร์หรือระหว่างรีจีสเตอร์กับค่าคงที่ ซึ่งการเรียกใช้รีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป สามารถกระทำได้โดยการอ้างถึงหน่วยความจำภายในที่ตำแหน่ง $00-$1F จำนวน 32 ตำแหน่งและใน MCU ได้จัดแบ่งให้มีรีจิสเตอร์ที่ใช้ควบคุมการทำงานของหน่วยอินพุทและเอาท์พุทต่างๆ อีก 64 ตำแหน่ง โดยสามารถใช้งานได้โดยการอ้างตำแหน่งหน่วยความจำที่ตำแหน่ง $20-$5F

ระบบการทำงานของไมดครคอนโทรลเลอร์ใช้หลักการออกแบบของ HAVARD ด้วยการแยกระบบบัสของPROGRAM และ DATA ออกจากกัน โดยโปรแกรมจะมีหน่วยประมวลผลด้วย SINGLE LEVEL PIPELINING ซึ่งทำให้ CPU สามารถ Fetch และ Execute คำสั่งได้ภายใน 1 คาบเวลา

ด้วยคำสั่ง JUMP และ CALL แบบ RELATIVE ซึ่งสามารกระโดดข้ามการทำงานได้ไกลถึง 2K/4K ซึ่งใน 1 คำสั่งจะใช้รหัสการทำงาน 16 บิท หรือ 1 WORD โดยทุกครั้งที่มีการอินเตอรัพท์หรือการข้ามไปทำงานโปรแกรมย่อย ค่าของ PROGRAM COUNTER (PC) จะถูกเก็บลงใน STACK ซึ่งจะใช้พื้นที่หน่วยความจำใน SRAM บางส่วนเพื่อทำเป็นพื้นที่ของ STACK

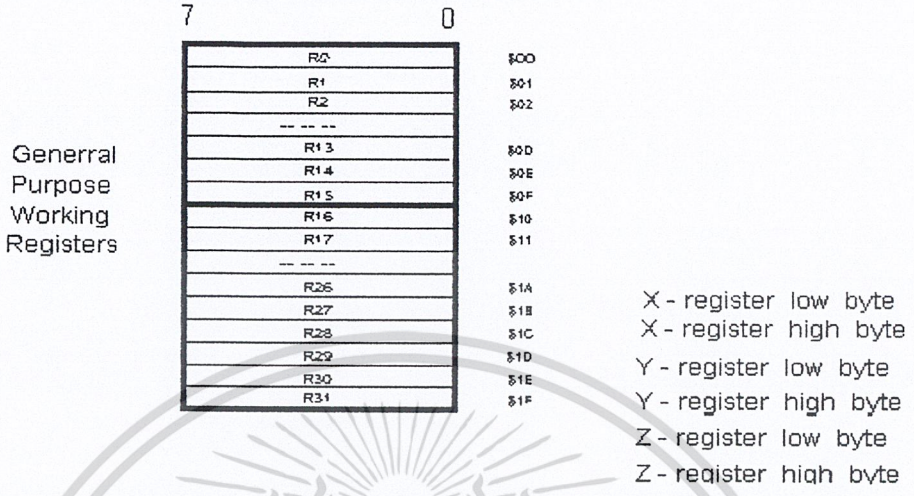


รูปที่ 2.5 แสดงโครงสร้างของหน่วยความจำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป

โครงสร้างของรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไปทั้ง 32 ตัว แสดงดังรูปที่5

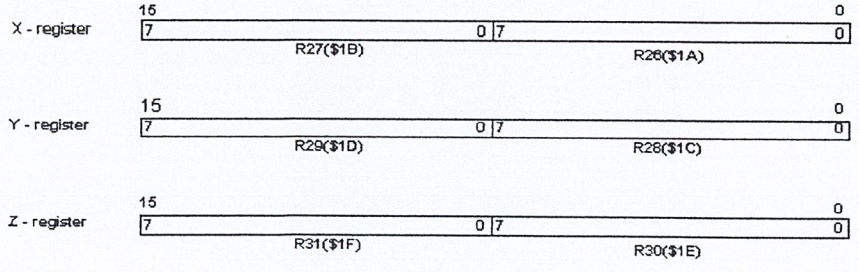


รูปที่ 2.6 แสดงโครงสร้างของรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป

รีจิสเตอร์ทั้งหมดใช้ชุดคำสั่ง เพื่อเข้าถึงโดยตรงและจะใช้ช่วงเวลาการเข้าถึงเพียง 1 CLOCK โดยคำสั่ง SBCI ,SUBI,CPI,ANDI และ ORI ซึ่งกระทำระหว่างรีจิสเตอร์กับค่าคงที่และรีจิสเตอร์กับรีจิสเตอร์ และคำสั่ง LDI ที่ใช้โหลดค่าคงที่เข้าไปในรีจิสเตอร์ และต้องใช้งานกับรีจิสเตอร์ R16-R31 ส่วนคำสั่ง SBC,SUB,CP,AND และ OR และพวกคำสั่งใช้งานอื่นๆ สามารถใช้งานได้ในรีจิสเตอร์ทั่วไป

รีจิสเตอร์ X , รีจิสเตอร์ Y ,รีจิสเตอร์ Z

รีจิสเตอร์ R26 - R31 สามารถนำมาต่อกันเพื่อใช้เป็นรีจิสเตอร์คู่ เพื่อใช้งานเป็นตัวชี้ข้อมูลในชื่อของรีจิสเตอร์ X ,Y ,Z



รูปที่ 2.7 แสดงรีจิสเตอร์ X ,Y ,และ Z

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

หน่วยประมวลผลทางคณิตศาสตร์และลอจิก

ระบบการประมวลผลที่มีประสิทธิภาพของ AVR คือ ALU สามารถสื่อสารได้โดยตรงกับรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไปทั้ง 32 ตัว โดย ALU ได้จัดแบ่งระบบการจัดการข้อมูลไว้ 3 ส่วน คือ ส่วนของการจัดการทางคณิตศาสตร์ ส่วนของการกระทำทางลอจิก และในส่วนของการกระทำทางบิท

หน่วยความจำ SRAM

หน่วยความจำภายใน MCU จัดไว้ 352 ตำแหน่ง สำหรับ สำหรับ AT90S4434 และ 608 ตำแหน่งสำหรับ AT90S8535 โดยหน่วยความจำทั้งหมดถูกแบ่งออกเป็น พื้นที่ของรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป ,รีจสเตอร์ใช้งาน I /O และหน่วยความจำภายใน SRAM

โดย 96 ตำแหน่งแรกจะถูกแบ่งออกเป็นส่วนของรีจิสเตอร์ และอีก 256 ตำแหน่ง สำหรับ AT90S4434 และ512 ตำแหน่งสำหรับ AT90S8535 ถูกจัดไว้เป็นส่วนของหน่วยความจำภายใน SRAM การเข้าถึงข้อมูลแบ่งออกเป็น 5 ส่วน คือ DIRECT ,INDIRECT WITH DISPLACEMENT, INDIRECT WITH PREDISPLACEMENT และINDIRECT WITH POST-INCREMENT

The Stack Pointer – SP

ใน AT90S4434/8535 จะใช้รีจิสเตอร์ขนาด 8บิท 2 ตัว ในตำแหน่ง $3E และ $3D เป็น STACK POINTER โดยSTACK POINTER จะชี้ไปยังพื้นที่บน SRAM โดยจะต้องมีการกำหนดตำแหน่งของหน่วยความจำที่จะใช้เป็น STACK ก่อนที่จะนำไปใช้งาน

	15	14	13	12	11	10	9	8
	-	-	-	-	-	-	SP9	SP8
	SP7	SP6	SP5	SP4	SP3	SP2	SP1	SP0
	7	6	5	4	3	2	1	0
	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
initial	0	0	0	0	0	0	0	0

EEPROM Read /Write Access

ช่วงเวลาของการเข้าถึงข้อมูล EEPROM จะอยู่ในช่วง 2.5-4 ms โดยจะขึ้นอยู่กับ Vcc INTERRUPT จะเกิดขึ้นเมื่อ EEPROM พร้อมที่จะให้มีการอ่านข้อมูล ในขณะที่มีการอ่านหรือเขียนข้อมูลใน EEPROM จะทำให้ CPU เกิดการ HALT ขึ้น 2 clock ก่อนที่คำสั่งถัดไปจะถูกนำมาปฏิบัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

46474

The EEPROM Address Register-EEARH and EEARL

	15	14	13	12	11	10	9	8
	-	-	-	-	-	-	-	EEAR8
	EEAR7	EEAR6	EEAR5	EEAR4	EEAR3	EEAR2	EEAR1	EEAR0
	7	6	5	4	3	2	1	0
	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
initial	0	0	0					

รีจิสเตอร์ EEARHและ EEARL เป็น รีจิสเตอร์ที่ใช้ในการกำหนดตำแหน่งข้อมูลใน EEPROM โดยสามารถอ้างตำแหน่งได้ 0-255/511

The EEPROM Data Register-EEDR

	MSB							LSB
	7	6	5	4	3	2	1	0
	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
initial	0	0	0	0	0	0	0	0

Bit 7..0-EEDR 7..0:EEPROM Data

เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลที่จะเขียนลงใน EEPROM ตามตำแหน่งที่กำหนดในรีจิสเตอร์ และใช้ในการเก็บข้อมูลเมื่อมีการอ่านข้อมูลที่อยู่ในEEAR

The EEPROM Control Register –EECR

-	-	-	-	EERIE	EEMWE	EEWE	EERE
7	6	5	4	3	2	1	0
R	R	R	R	R	R	R	R
0	0	0	0	0	0	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Bit 7..4 –Res: Reserved Bits

Bit 3 –EERIE: EEPROM Ready Interrupt Enable

เป็นบิทที่ใช้ในการ Enable Interrupt ถ้าบิทนี้เซ็ตเป็น 1 เป็นการ Enable Interrupt ถ้าเป็น 0 เป็น การ Disable Interrupt

Bit 2-EEMWE:EEPROM Master Write Enable

เป็นบิท Enable การเขียนข้อมูลลงใน EEPROM เมื่อบิท EEMWE ถูกเซ็ตเป็น 1 จะเป็นการ Enable การเขียนข้อมูล ลงในEEPROM เมื่อต้องการเขียนข้อมูลลงใน EEPROM จะต้องเซ็ตบิท EEWE ให้เป็น1 ภายใน 4 Clock ของสัญญาณนาฬิกาหลังจากบิท EEMWEถูกเซ็ตเป็น 1 แต่ถ้าบิท EEMWE ถูกเคลียร์เป็น 0 การเซ็ตบิท EEWE จะไม่มีผล ซึ่งบิท EEMWE จะถูกเคลียร์เป็น 0 หลังจากถูกเซ็ต 4 Clock

Bit 1 –EEWE: EEPROM Write Enable

เป็นบิท Write Stobe ที่ใช้เขียนข้อมูลลงใน EEPROM โดยเมื่อ DATA และ ADDRESS พร้อมที่จะเขียนข้อมูลลงใน EEPROM บิท EEWE จะเซ็ตเป็น1 เพื่อเขียนข้อมูลลงใน EEPROM โดยการเขียนข้อมูลลงใน EEPROM จะมีขั้นตอนดังนี้

1. บิท EEWE มีค่าเป็น 0
2. เขียน ADDRESS ลงใน EEARL และ EEARH
3. เขียน DATA ลงใน EEDR
4. เซ็ตบิท EEMWE ในรีจิสเตอร์ EECR
5. ภายใน 4 Clock ของสัญญาณนาฬิกา ภายหลังจากบิท EEWME ถูกเซ็ต จะต้องเซ็ตบิท EEWEให้เป็น 1

Bit 0-EERE:EEPROM Read Enable

เป็นบิทRead Stobe ที่ใช้ในการอ่านข้อมูลในEEPROM เมื่อต้องการอ่านข้อมูลจาก EEPROM จะต้องเขียนตำแหน่งที่ต้องการอ่านลงในรีจิสเตอร์ EEAR และเซ็ตบิท EERE เมื่อบิท EEREถูกเคลียร์เป็น 0 แสดงว่าสิ้นสุดช่วงเวลาของการอ่าน และข้อมูลจะอยู่ในรีจิสเตอร์ EEDR

ก่อนที่จะอ่านข้อมูลจาก EEPROM ทุกครั้งจะต้องตรวจสอบบิท EEWE ว่า CPUไม่อยู่ในขั้นตอนการเขียนข้อมูล เพราะจะทำให้เกิดการผิดพลาด

การสื่อสารแบบอนุกรมของ AVR

การสื่อสารอนุกรมแบบซิงโครนัส (Serial Peripheral Interface) ในไมโครคอนโทรลเลอร์ AT90S4434/AT90S8535 ได้จัดให้มีการสื่อสารแบบ SPI ซึ่งเป็นการสื่อสารแบบซิงโครนัสที่มีความเร็วสูง ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

1.เป็นการสื่อสารแบบ FULL DUPLEX ซึ่งใช้สายสัญญาณ 3 เส้น ในการส่งถ่ายข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.สามารถทำงานได้เป็นทั้งตัวส่งข้อมูลและตัวรับข้อมูล

3.สามารถเลือกได้ว่าจะส่งให้บิท MSB หรือ LSB ออกก่อน

4.มี FLAG แสดงสถานะ การรับส่งข้อมูลสิ้นสุด

การสื่อสารข้อมูลระหว่าง MCUที่เป็น MASTER กับ MCU ที่เป็นSLAVE ด้วยการสื่อสารแบบ SPI โดยขา PB7(SCK) ซึ่งเป็นขา Clock จะถูกใช้งานเป็นขา OUTPUT เมื่อ MCU เป็น MASTER และถูกใช้งานเป็นขา INPUT เมื่อ MCU เป็น SLAVE โดยทุกครั้งที่เขียนข้อมูลลงใน SPI Data Register ของ MCU ที่เป็น MASTER และกำเนิด Clock ที่ขา SCK และข้อมูลจะถูกเลื่อนจากขา MOSI ของ MPU ที่เป็นMASTER เข้าสู่ขา MOSI ของตัวที่เป็น SLAVE และเมื่อมีการส่งข้อมูลครบ 1Byte สัญญาณ Clock จะหยุดและบิท SPIF จะถูกเซ็ต ซึ่งถ้าบิท SPIE ในรีจิสเตอร์ SPCR ถูกเซ็ตเป็น 1 จะทำให้เกิด อินเตอรัพท์

การสื่อสารข้อมูลแบบอซิงโครนัส (UART)

ไมโครคอนโทรลเลอร์ AT90S4434/8535 ถูกจัดให้มีฟังก์ชั่นในส่วนของการสื่อสารในแบบอซิงโครนัส หรือ UART (Asynchronous Receiver and Transmitter) โดยจัดให้มีคุณสมบัติหลักๆดังนี้

1.สามารถเปลี่ยนแปลง BOUD RATE ของการสื่อสารได้หลาย BOUD RATE

2.สามารถสื่อสารได้ในอัตรา BOUD RATE ที่สูงในขณะที่ความถี่ XTAL ต่ำ

3.สื่อสารข้อมูลได้ทั้ง 8บิท และ 9บิท

4.มีส่วนของการกำจัดสัญญาณรบกวน (NOISE FILTERING)ที่เกิดขึ้นในสายส่ง

5.ตรวจจับความผิดพลาดของการสื่อสารข้อมูล ซึ่งเกิดจากการที่ข้อมูลถูกส่งเข้ามาก่อนที่ยังไม่ได้ถูกอ่านออกจาก BUFFER และมีข้อมูลใหม่เข้ามาทับ(Overrun Detection)

6.ตรวจจับความผิดพลาดของกรอบข้อมูลผิดพลาด(Framing Error Detection)

7.ตรวจจับความผิดพลาดของบิทเริ่มต้น(False Start Bit Detection)

8.จัดให้มีการแยกระบบอินเตอรัพท์ของการสื่อสารออกเป็น 3 ส่วน คือ อินเตอรัพท์ซึ่งเกิดจากการส่งข้อมูล อินเตอรัพท์ซึ่งเกิดจากการรับข้อมูล และอินเตอรัพท์ซึ่งเกิดจากการไม่มีข้อมูลในรีจิสเตอร์

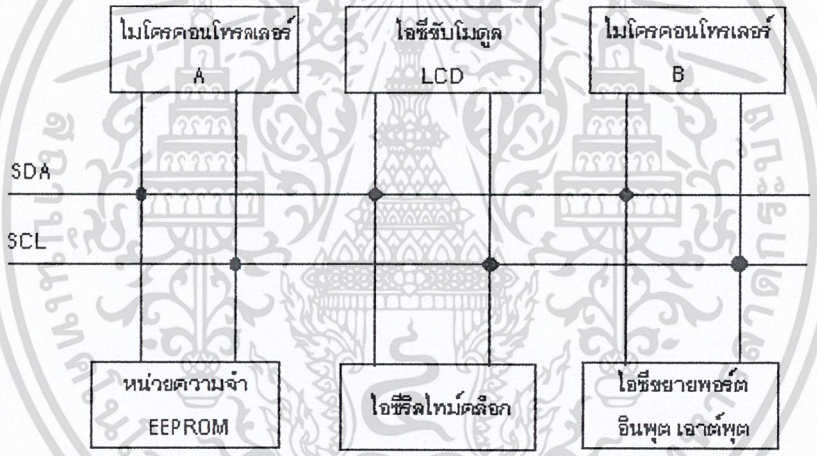
9. มี BUFFER ในการเก็บข้อมูลที่จะส่งออกและข้อมูลที่รับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การทำงานของระบบ I^2C BUS

I^2C ย่อมาจาก Inter – IC Communication หมายถึง การติดต่อสื่อสารระหว่างไอซีโดยบัส I^2C ได้รับการพัฒนาขึ้นโดยฟิลลิปส์ (Philips) ด้วยจุดมุ่งหมายหลักคือ ต้องการให้ไอซีหรือโมดูลสามารถติดต่อ สั่งงานและควบคุมภายใต้สายสัญญาณ 2 เส้น เส้นหนึ่งคือสายข้อมูล อีกเส้นเป็นสายสัญญาณนาฬิกาที่ใช้ในการกำหนดจังหวะการทำงาน การต่อร่วมกันของอุปกรณ์ระบบบัส I^2C ทำได้ง่ายมาก เพียงต่อสายข้อมูลและสายสัญญาณนาฬิกาของอุปกรณ์แต่ละตัวขนานกัน ส่วนการกำหนดแอดเดรสหรือตำแหน่งสำหรับติดต่ออุปกรณ์แต่ละตัวจะใช้รหัสข้อมูลและการกำหนดสภาวะลอจิกที่ขาแอดเดรสของอุปกรณ์แต่ละตัว

สายข้อมูลบนบัส I^2C มีชื่อเรียกว่า สายข้อมูลอนุกรม SDA (Serial Data Line) ส่วนสายสัญญาณนาฬิกา เรียกว่า สายสัญญาณนาฬิกาอนุกรม SCL (Serial Clock Line)



รูปที่ 2.8 แสดงการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆ บนระบบบัส I^2C

คุณสมบัติโดยทั่วไปของบัส I^2C

สาย SDA และ SCL เป็นสายสัญญาณสองทิศทาง (bi – directional line) ต้องมีการต่อความต้านทานพูลอัพกับแรงดัน +5 V ไว้ตลอดเวลา เพื่อให้สายมีสถานะลอจิกสูง ในขณะที่ไม่มีการติดต่อใช้งาน ทั้งยังช่วยในการป้องกันสัญญาณรบกวนที่อาจมีเข้ามาในสายสัญญาณทั้งสอง วงจรเอาท์พุตของอุปกรณ์ที่ต่ออยู่บนบัสจะต้องเป็นลักษณะเดรนเปิด(open – drain) หรือคอลเล็กเตอร์เปิด (open – collector)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราการส่งผ่านข้อมูลบนบัส สูงถึง 100 Kbitps ในโหมดปกติ(Standard mode) และสูงถึง 400 Kbitps ในโหมดความเร็วสูง(Fast mode) อุปกรณ์ที่ต่อร่วมบนบัสจะต้องมีค่าความจุไฟฟ้าที่เกิดขึ้นระหว่างสาย SDA กับ SCL ไม่เกิน 400 pF การเข้าถึงอุปกรณ์บนบัส I^2C ใช้ข้อมูลการเข้าถึง 2 รูปแบบ คือ 7 บิต (7 bit addressing) หรือ 10 บิต(10 bit addressing)

ข้อเด่นของบัส I^2C คือ สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่ใช้ไฟเลี้ยงไม่เท่ากันให้สามารถติดต่อสื่อสารกันได้ การต่อร่วมกันบนบัส I^2C สามารถทำได้เช่นเดียวกับอุปกรณ์ที่มีไฟเลี้ยงเท่ากัน และต้องต่อความต้านทานพูลอัพเข้ากับแรงดัน +5 V เสมอ

หลักการของบัส I^2C

บัส I^2C ประกอบด้วยสายสัญญาณ 2 เส้น และอุปกรณ์ต่อพ่วงสามารถมีได้มากมาย ดังนั้นจึงต้องมีการกำหนดรูปแบบของการติดต่อบนบัส หรือ โปรโตคอล (Protocol)

เพื่อให้ผู้ใช้รู้ว่าขณะนี้อุปกรณ์ใดติดต่ออยู่ และอุปกรณ์ใดเป็นตัวรับหรือส่ง คำอธิบายลักษณะ หน้าที่ และนิยามของอุปกรณ์

- อุปกรณ์ที่เป็นตัวสร้างข้อมูลหรือส่งข้อมูล เรียกว่า ตัวส่ง
- อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รับข้อมูล เรียกว่า ตัวรับ (receiver)
- อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมจังหวะการติดต่อบนบัส I^2C เรียกว่า มาสเตอร์ (master)
- อุปกรณ์ที่ถูกควบคุมหรือเป็นอุปกรณ์ที่ต่อพ่วงเข้ากับบัส I^2C เรียกว่า สเลฟ (slave)

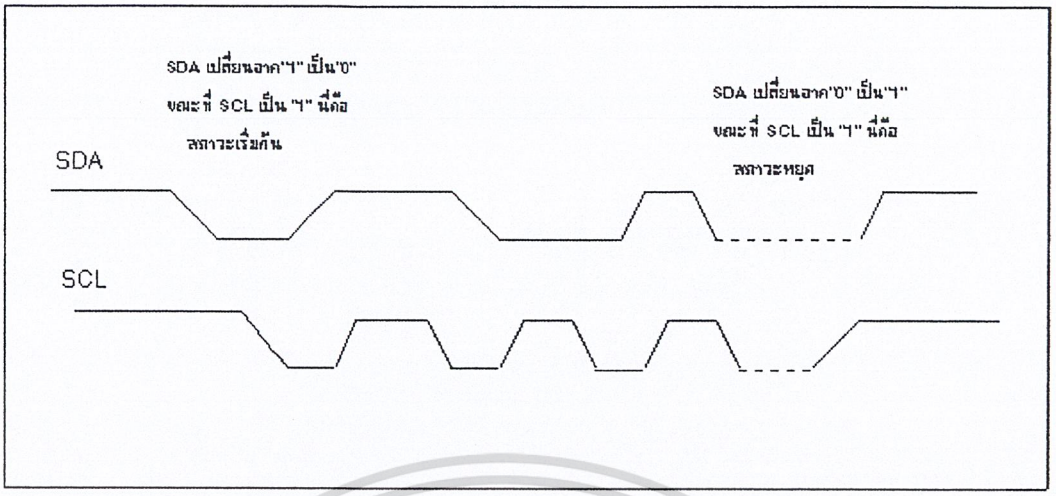
ข้อกำหนด 2 ประการที่สำคัญในการติดต่อบนบัส I^2C คือ

1) การส่งผ่านข้อมูลจะเกิดขึ้นได้เมื่อบัสว่างเท่านั้น
2) ในระหว่างการส่งผ่านข้อมูลเมื่อใดก็ตามที่สาย SCL ต้องมีลอจิกสูง สายข้อมูลต้องรักษาข้อมูลไว้ อย่าให้ข้อมูลเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นเด็ดขาด มิฉะนั้น สัญญาณที่เกิดขึ้นจะได้รับการแปลความหมายเป็นสัญญาณควบคุมแทน

สภาวะที่เกิดขึ้นบนบัส I^2C

1) บัสว่าง (Bus not busy) สภาวะนี้จะเกิดขึ้นเมื่อสถานะลอจิกบนสาย SDA และ SCLมีลอจิกเป็น 1 ทั้งคู่ ซึ่งหมายความว่าการถ่ายทอดข้อมูลสามารถเริ่มต้นขึ้นได้
2) เริ่มต้นการส่งข้อมูล(Start data transfer) เกิดขึ้นเมื่อสายSDA มีการเปลี่ยนแปลงระดับลอจิกจากสูงไปต่ำ ในขณะที่สาย SCLยังมีสถานะเป็นลอจิกสูง เรียกสภาวะนี้ว่า สภาวะเริ่มต้น
3) หยุดการส่งข้อมูล(Stop data transfer) เกิดขึ้นเมื่อสาย SDA มีการเปลี่ยนแปลงระดับลอจิกจากต่ำไปสูง ในขณะที่สาย SCL ยังคงสภาวะลอจิกสูงอยู่ เรียกว่า สภาวะหยุด (STOP)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 ไดอะแกรมเวลาแสดงสถานะต่างๆ ในบัส I^2C

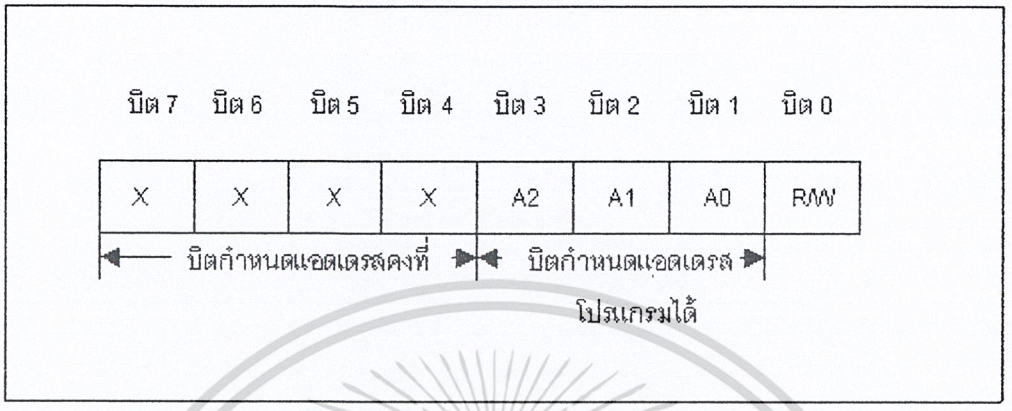
4) ข้อมูลดำรงอยู่บนบัส (Data valid) สภาวะนี้เกิดถัดจากสภาวะเริ่มต้น โดยสถานะที่เกิดขึ้นบนสาย SDA ก็คือข้อมูลที่ทำการส่ง เมื่อสาย SCL เป็นลอจิกสูง สถานะที่สาย SDA ต้องคงที่ เพื่อให้อุปกรณ์รับรู้ข้อมูลในจังหวะนั้นว่าเป็น “0” หรือ “1” ข้อมูลอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ในขณะที่สาย SCL เป็นลอจิกต่ำ แต่เมื่อใดก็ตามที่ต้องการส่งข้อมูลอย่างสมบูรณ์ สถานะลอจิกที่ขา SDA ต้องคงที่ตลอดช่วงเวลาที่ SCL มีลอจิกสูง หากเกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะลอจิกในขณะที่สาย SCL มีลอจิกสูงอยู่ อุปกรณ์มาสเตอร์ที่ทำการควบคุมการส่งข้อมูลจะแปลความหมายเป็นสภาวะหยุดหรือสภาวะเริ่มต้นก็ได้ ทำให้ข้อมูลที่ทำการส่งและรับเกิดความผิดพลาดขึ้น

5) รับรู้ข้อมูล(Acknowledge) เกิดขึ้นหลังจากการส่งข้อมูลจากตัวส่งมายังตัวรับ เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ โดยตัวส่งจะทำการส่งข้อมูลมา 1 บิตเรียกว่า บิตรับรู้ (acknowledge bit) มีสถานะเป็นลอจิกสูง หลังจากส่งข้อมูลครบถ้วน ส่วนอุปกรณ์มาสเตอร์จะส่งสัญญาณรับรู้พิเศษซึ่งจะสัมพันธ์กันกับสัญญาณนาฬิกาเพื่อตอบสนองบิตรับรู้ที่ส่งมมาจากตัวส่ง ทางด้านรับจะส่งบิตรับรู้ที่มีสถานะลอจิกต่ำลงบนบัส อุปกรณ์สเลฟที่ถูกอ้างถึงในการติดต่อหรือกำลังจะติดต่ออยู่ในขณะนั้นก็จะเกิดบิตรับรู้เพื่อตอบสนองให้ทราบว่าได้รับข้อมูลในแต่ละไบต์เรียบร้อยแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การอ้างถึงแบบ 7 บิต (7 – bit addressing)

ข้อมูลไบต์แรกที่เกิดขึ้นจากสภาวะเริ่มต้นคือ ข้อมูลที่ใช้ในการอ้างถึงอุปกรณ์ที่ต้องการติดต่อ หรือ ข้อมูลกำหนดแอดเดรส โดยมีรูปแบบแสดงในรูปที่ 4 ใน 7 บิต



รูปที่ 2.10 รูปแบบของข้อมูลกำหนดแอดเดรสที่ใช้ในการอ้างถึงแบบ 7 บิต

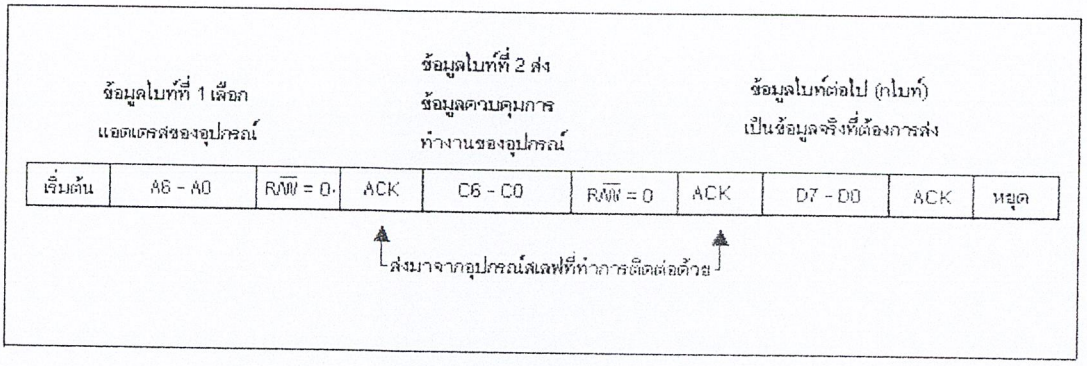
บนรวมทั้ง MSB ด้วยจะเป็นข้อมูลแอดเดรสของอุปกรณ์สเลฟที่ต้องการติดต่อ โดยแบ่งเป็น บิตกำหนดแอดเดรสคงที่ (fixed address bit) จำนวน 4 บิต ซึ่งข้อมูลนี้อุปกรณ์แต่ละตัวจะถูกกำหนดมาจากผู้ผลิต ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงแก้ไขได้ ถัดมาอีก 3 บิตเป็นบิตกำหนดแอดเดรสที่สามารถโปรแกรมได้ (programmable address bit) โดยผู้ใช้งานต้องกำหนดสถานะลอจิกให้แก่ขา A0 – A2 ของอุปกรณ์ที่มีการเชื่อมบนบัสแบบ I2C ส่วนในบิต LSB เป็นบิตที่ใช้กำหนดการอ่านหรือเขียนข้อมูลกับอุปกรณ์สเลฟตังนั้นๆ หากบิต LSB เป็น “0” หมายถึงการเขียนข้อมูลไปยังอุปกรณ์นั้น ถ้าเป็น “1” จะเป็นการอ่านข้อมูลจากอุปกรณ์สเลฟ

ข้อมูลในไบต์ต่อมาคือ ข้อมูลควบคุม (control byte) ในอุปกรณ์แต่ละตัวจะมีการกำหนดข้อมูลควบคุมที่แตกต่างกันไป

ข้อมูลไบต์ต่อมาคือ ข้อมูลที่ทำการส่งจริง (data)

หลังจากที่มีการถ่ายทอดข้อมูลในแต่ละไบต์ อุปกรณ์สเลฟที่ได้รับการติดต่อต้องส่งสัญญาณรับรู้ตอบกลับมาด้วยทุกครั้ง เพื่อให้กระบวนการส่งข้อมูลสามารถดำเนินต่อไปได้ ดังรูปที่ 5 แสดงรูปแบบข้อมูลอนุกรมที่เกิดขึ้นในการติดต่อบนบัส I2C ของการอ้างถึงแบบ 7 บิต

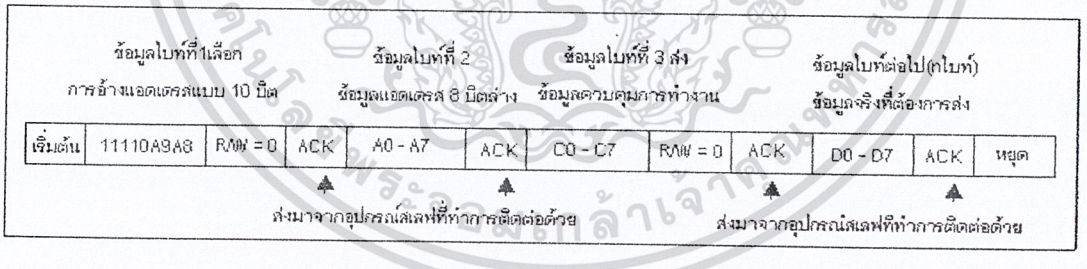
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 รูปแบบของข้อมูลที่ใช้ติดต่อกับอุปกรณ์บัส I2C เมื่อใช้การอ้างถึงแบบ 7 บิต

การอ้างถึงแบบ 10 บิต

ในการอ้างถึงแบบ 10 บิต ยังคงใช้รูปแบบเหมือนกับการอ้างถึงแบบ 7 บิต เพียงแต่ต้องมีข้อมูลเพิ่มเติมขึ้นมาเล็กน้อย โดยในข้อมูลไบต์แรกหลังจากเกิดสภาวะเริ่มต้น ต้องกำหนดให้ 5 บิตบนมีข้อมูลเป็น 11110 ส่วนอีก 2 บิต ถัดมาเป็นบิตแอดเดรสของอุปกรณ์ที่ต้องการติดต่อด้วย ในบิต LSB ของข้อมูลไบต์แรกยังคงเป็นการกำหนดว่าต้องการอ่านหรือเขียนข้อมูลกับอุปกรณ์สเลฟที่ต้องการติดต่อด้วย ข้อมูลต่อมาเป็นแอดเดรสในไบต์ที่ 2 ของอุปกรณ์ที่ต้องกาสรติดต่อด้วย



รูปที่ 2.12 รูปแบบของข้อมูลที่ใช้ติดต่อกับอุปกรณ์บัส I2C เมื่อใช้การอ้างถึงแบบ 10 บิต

การเขียนโปรแกรมติดต่อบัส I2C

เริ่มต้นจากการสร้างสภาวะมาตรฐานของบัส I2C ประกอบด้วย สภาวะเริ่มต้น สภาวะสิ้นสุดการส่งข้อมูล สภาวะหยุด และสัญญาณนาฬิกาบนขา SCL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสร้างสภาวะเริ่มต้น

1. เมื่อต้องการติดต่อกับบัส I2C สิ่งแรกที่ต้องทำสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่ถือว่าเป็นอุปกรณ์มาสเตอร์คือ การทำให้เป็นบัสว่างด้วยการกำหนดให้ขา SCLและขา SDA มีลอจิกเป็น“1” ทั้งคู่
2. จากนั้นกำหนดให้ขา SDA มีลอจิกเป็น “0” โดยที่ขา SCL ยังคงเป็นลอจิก “1” อยู่
3. กำหนดให้ขา SCL มีลอจิกเป็น “0” ถึงตอนนี้ SCL และ SDA จะเป็น “0” ทั้งคู่ พร้อมที่จะติดต่อกับบัสได้แล้ว

การสร้างสภาวะหยุด

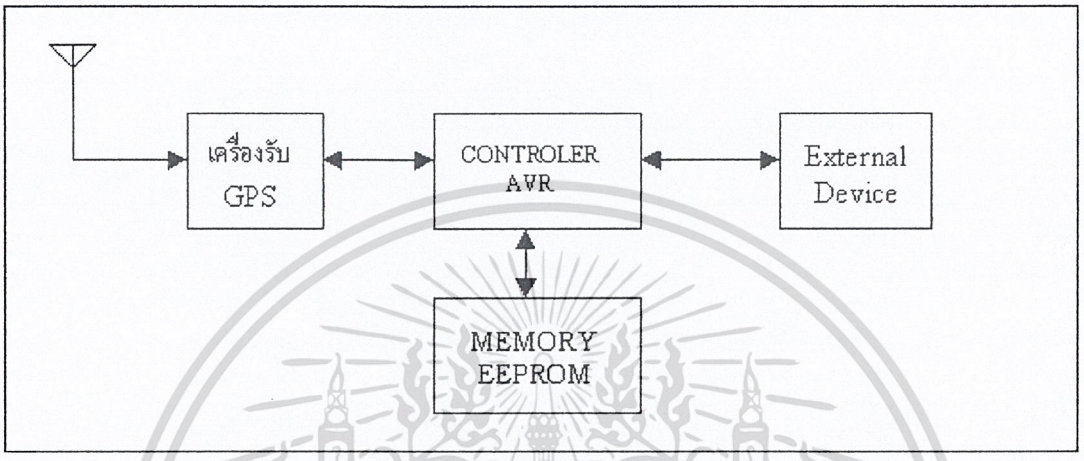
1. เมื่อต้องการหยุดส่งข้อมูลจะต้องส่งสภาวะหยุดออกไป โดยในตอนแรกต้องกำหนดให้ขา SCL และ SDA เป็นลอจิก “0” ทั้งคู่ก่อน
2. กำหนดให้ขา SCL มีลอจิกเป็น “1” โดย SDA ยังคงเป็น “0”
3. จากนั้นจึงทำให้ขา SDA มีลอจิกเป็น “1” ซึ่งจะทำให้ระบบบัสเข้าสู่บัสว่างอีกครั้ง พร้อมที่จะรับหรือส่งข้อมูลต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

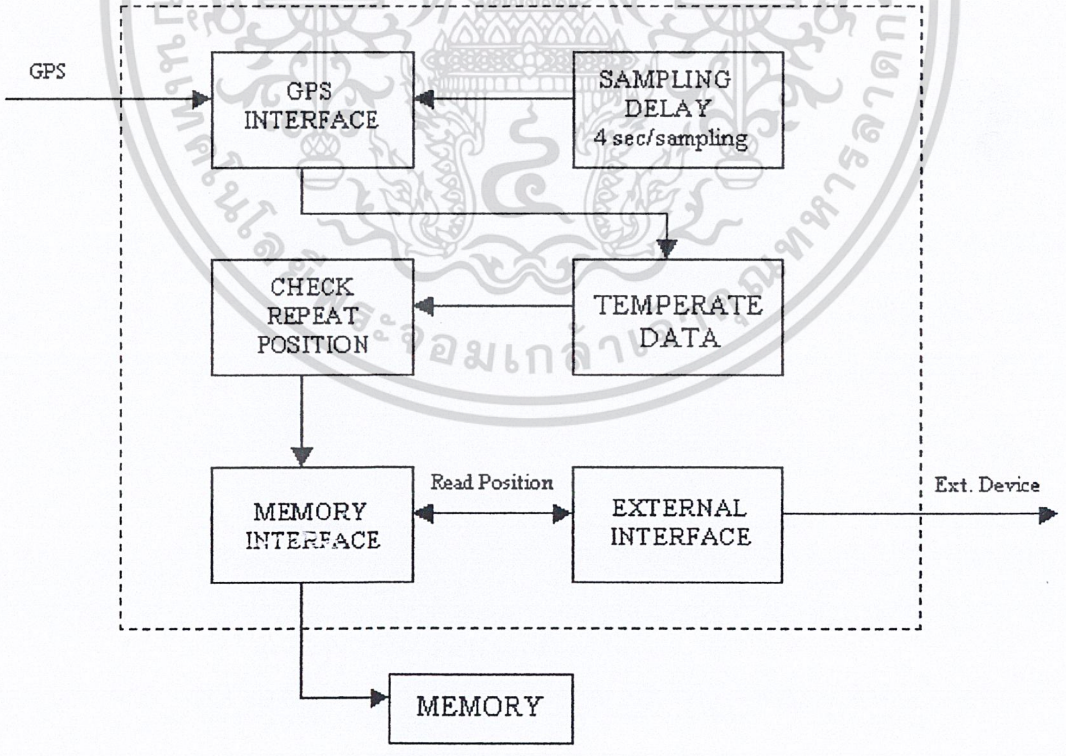
บทที่ 3

เครื่องเก็บตำแหน่งเส้นทางโดยใช้จีพีเอส

3.1 การเชื่อมต่อการเก็บข้อมูลจากเครื่องรับGPS ด้วย AVR



รูปที่ 3.1 แสดงส่วนประกอบของเครื่องเก็บตำแหน่งเส้นทางโดยใช้ GPS



รูปที่ 3.2 แสดงการอินเตอร์เฟสของไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR กับอุปกรณ์ภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทำงาน

หลักการทำงานของเครื่องเก็บเส้นทางโดยใช้ จีพีเอส เป็นการนำไมโครคอนโทรลเลอร์มาประยุกต์ใช้ในการเก็บตำแหน่งของเส้นทางที่ต้องการในรูปของละติจูด และลองจิจูด โดยการนำเครื่องรับจีพีเอสซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่บอกตำแหน่งที่อยู่ปัจจุบัน จากการคำนวณค่าตำแหน่งที่รับได้จากดาวเทียมจีพีเอส จากบล็อกไดอะแกรมในรูปที่ 3.2 ในหัวข้อที่ผ่านมา สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

GPS Interface เป็นการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์เข้ากับชุดเครื่องรับจีพีเอส ซึ่งหน้าที่หลักของบล็อกไดอะแกรมนี้คือ จะเป็นการกำหนดการเริ่มต้นของการรับข้อมูลจากเครื่องรับจีพีเอส การเซตค่าก่อนที่จะทำการรับข้อมูลจากชุดรับจีพีเอส ซึ่งการทำงานในส่วนนี้จะต้องรู้มาตรฐานการสื่อสาร รู้รูปแบบการสื่อสารเพื่อกำหนดการติดต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับเครื่องรับจีพีเอส ซึ่งเครื่องรับจีพีเอสจะเป็นการสื่อสารแบบอนุกรม แบบ RS 232 ที่มีค่า Baud rate 4800 bps

Sampling delay เป็นการกำหนดค่าเวลาของการแซมปลิ้งข้อมูล โดยแต่ละครั้งของการเก็บจะมีเวลาห่างกัน 4 วินาที

Temperate data ข้อมูลที่เก็บได้ชุดแรกจะนำมาพักไว้ยังส่วนนี้ก่อน เพื่อรอการเปรียบเทียบกับข้อมูลที่จะเข้ามาในชุดถัดไป

Check repeat position เป็นส่วนของการตรวจสอบการซ้ำตำแหน่งเดิม ซึ่งจุดประสงค์หลักที่ต้องมีส่วนนี้เกิดขึ้นคือ จะไม่มีการเก็บตำแหน่งเดิม ขณะที่ไม่มีการเคลื่อนที่

Memory interface ทำหน้าที่ในการเชื่อมต่อหน่วยความจำเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยหน่วยความจำจะทำหน้าที่เก็บข้อมูลที่ได้จากการแซมปลิ้ง ที่เก็บอยู่ภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์มาเก็บไว้ที่หน่วยความจำภายนอก

External interface ทำหน้าที่ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่อพ่วงภายนอก ที่มีรูปแบบการสื่อสารแบบอนุกรม RS 232 โดยวัตถุประสงค์หลักของจุดนี้มีไว้สำหรับการถ่ายโอนข้อมูลและการคัดลอกข้อมูลจากหน่วยความจำภายนอก และการประยุกต์ใช้งานอื่นๆ โดยข้อมูลที่ได้จากหน่วยความจำจะนำไปเป็นข้อมูลในการสร้างแผนที่ต่อไป

หน้าที่และการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR กับชุดเครื่องรับ GPS

- **การอินเตอร์เฟสระหว่างเครื่องรับGPS กับไมโครคอนโทรลเลอร์**

การอินเตอร์เฟสระหว่างเครื่องรับจีพีเอส กับไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR จะใช้การติดต่อสื่อสารแบบอะซิงโครนัส หรือ UART (Asynchronous Receiver and Transmitter) ซึ่งในส่วนของ AVR AT90s8535 มีฟังก์ชั่นที่สนับสนุนการทำงานในรูปแบบของ UART โดยมีคุณสมบัติหลักๆ ดังต่อไปนี้

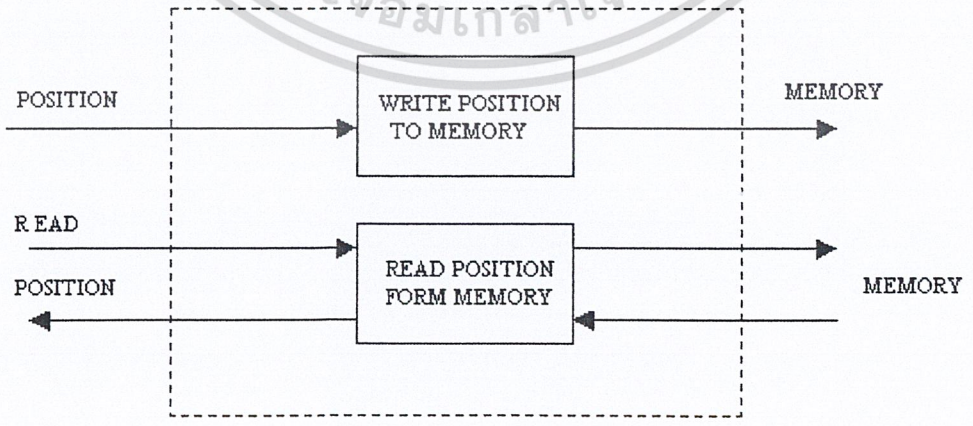
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สามารถเปลี่ยนแปลง BAUD RATE ของการสื่อสารได้หลาย BAUD RATE
- สามารถสื่อสารได้ในอัตรา BAUD RATE ที่สูงในขณะที่ความถี่ X-Tal ต่ำ
- สามารถสื่อสารข้อมูลได้ทั้ง 8 บิต และ 9 บิต
- มีส่วนของการกำจัดสัญญาณรบกวน(Noise filtering) ที่เกิดขึ้นในสายส่ง
- ตรวจจับความผิดพลาดของการสื่อสารข้อมูล ที่เกิดจากข้อมูลที่ถูกส่งเข้ามาก่อน ยังไม่ถูกอ่านออกจากบัฟเฟอร์และมีข้อมูลใหม่เข้ามาทับ (Overrun detection)
- ตรวจจับความผิดพลาดของกรอบข้อมูลผิดพลาด (Framing error detection)
- ตรวจจับความผิดพลาดของบิตเริ่มต้น (False Start Bit detection)
- จัดให้มีการแยกแยะระบบอินเตอร์รัพท์ของการสื่อสารออกเป็น 3 ส่วน คือ อินเตอร์รัพท์ที่เกิดจากการส่งข้อมูล อินเตอร์รัพท์ที่เกิดจากการรับข้อมูล และอินเตอร์รัพที่เกิดจากการไม่มีข้อมูลในรีจิสเตอร์
- มีบัฟเฟอร์ในการเก็บข้อมูลที่จะส่งออกและข้อมูลที่รับ

เหตุผลที่เลือกการอินเตอร์เฟสระหว่างเครื่องรับจีพีเอสกับไมโครคอนโทรลเลอร์ แบบ UART เนื่องจากเครื่องรับจีพีเอส มีพอร์ตและรูปแบบการติดต่อสื่อสารเป็นแบบ RS232 ซึ่งการติดต่อสื่อสารในการส่งข้อมูลจากเครื่องรับจีพีเอสเข้าสู่ไมโครคอนโทรลเลอร์จะเหมาะสมที่สุด

- **การอินเตอร์เฟสระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับหน่วยความจำแบบ I^2C EEPROM**

การติดต่อสื่อสารระหว่างหน่วยความจำกับไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR จะเป็นการติดต่อสื่อสารผ่านระบบบัสข้อมูลแบบ Serial I^2C Bus ซึ่งหน่วยความจำที่ใช้จะเป็นแบบ Serial I^2C Bus EEPROM ซึ่งเป็นหน่วยความจำที่สนับสนุนการทำงานบนบัส I^2C

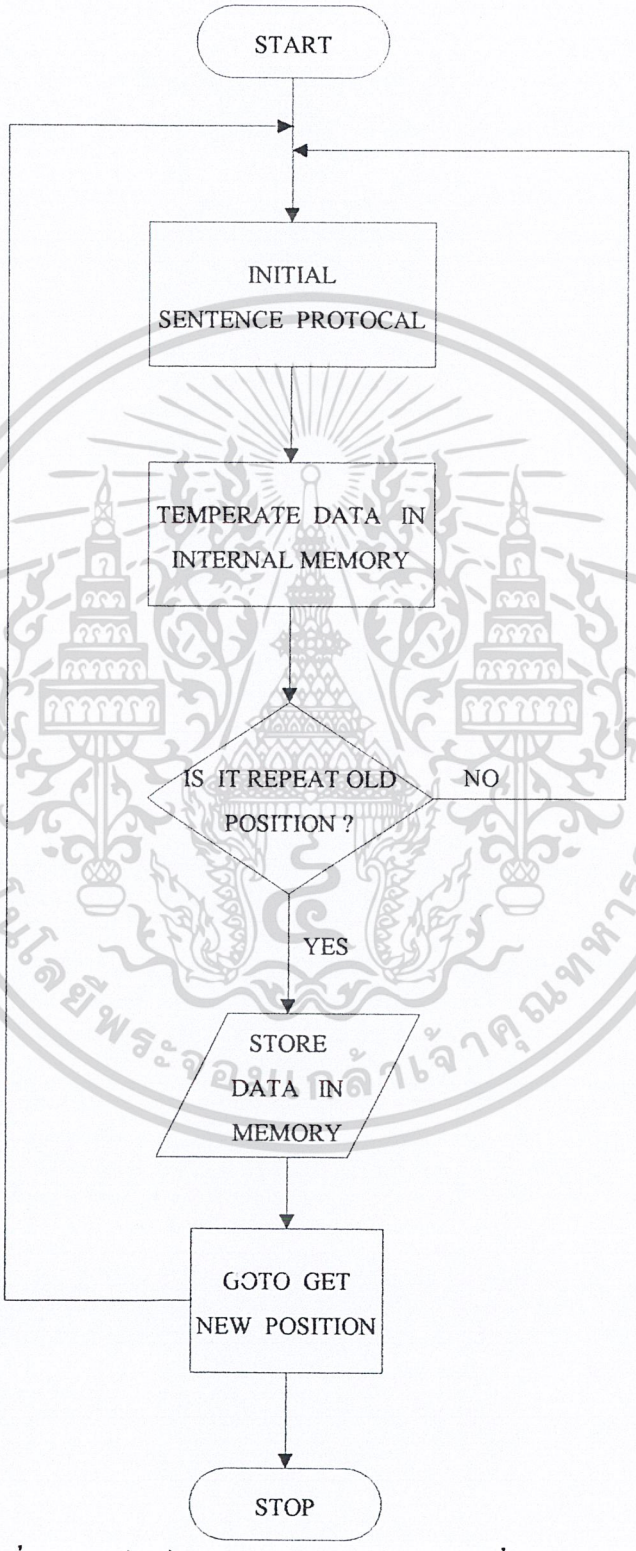


รูปที่ 3.3 แสดงการอินเตอร์เฟสระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับหน่วยความจำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การออกแบบโปรแกรมที่ใช้ในการอินเตอร์เฟส

แนวทางการออกแบบซอฟท์แวร์ในการติดต่อกันระหว่าง จีพีเอส หน่วยความจำ และซีพียู เขียนเป็นโฟลชาร์ตแสดงการทำงานได้ดังต่อไปนี้



รูปที่ 3.4 โฟล์ชาร์ตแสดงการอินเตอร์เฟสกับเครื่องรับจีพีเอส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ส่วนของการกำหนดรูปแบบประโยคที่ต้องการเก็บ (Initial sentence protocal)

เนื่องจากข้อมูลที่ต้องการจะเก็บนั้น เราต้องการเก็บเป็นค่าของ ละติจูด ลองจิจูด และ เวลา ซึ่งอันที่จริงแล้วนั้น สามารถที่จะเลือกรูปแบบของประโยคแบบใดก็ได้ เช่น อาจจะเลือกเป็น $GPGGA ซึ่งในแต่ละยี่ห้อ แต่ละรุ่น ของเครื่องรับจีพีเอส ก็จะมีเอาท์พุทเป็นรูปแบบประโยคที่แตกต่างกันออกไป แต่ในที่นี้เครื่องรับจีพีเอสที่ใช้เป็นของบริษัท GARMIN รุ่น eTrex และรูปแบบประโยคที่เลือกใช้เป็น $GPGLL

2. ส่วนของการพักข้อมูลในหน่วยความจำภายใน (Tempertate data in internal memory)

เป็นส่วนที่นำข้อมูลที่เก็บมาทั้งหมด ซึ่งเป็นตำแหน่งที่เก็บได้ในทุกๆ 4 วินาที มารวมเข้าด้วยกันก่อนที่จะส่งไปยังส่วนของการเปรียบเทียบตำแหน่งเพื่อตรวจสอบการซ้ำตำแหน่งเดิม

3. ส่วนของการเปรียบเทียบการซ้ำตำแหน่งเดิม (Compare between old and new position)

เนื่องจากในการเก็บข้อมูลนั้น ต้องการให้ได้ข้อมูลมากที่สุด โดยใช้หน่วยความจำที่นำมาใช้ในการเก็บข้อมูลที่มีราคาแพง ให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด ดังนั้นจึงต้องมีส่วนนี้ขึ้น ซึ่งในขณะที่ไม่มีการเคลื่อนที่ CPU จะไม่ทำการเก็บตำแหน่งที่ซ้ำกับตำแหน่งเดิม เพราะจะถือว่าตำแหน่งเดิมได้มีการเก็บเรียบร้อยแล้ว

4. ส่วนของการเก็บข้อมูลลงในหน่วยความจำภายนอก (Store data in external memory)

เป็นการนำข้อมูลที่ผ่านการเปรียบเทียบการแล้ว ไปเก็บไว้ในหน่วยความจำที่นำมาต่อภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

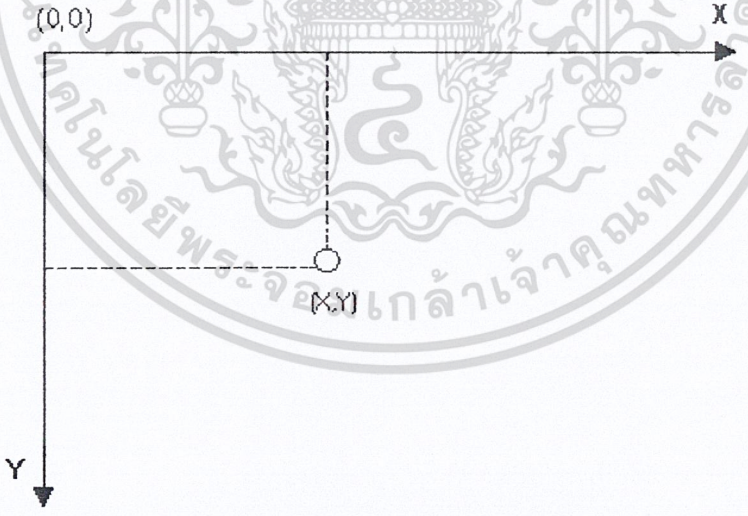
3.3 การออกแบบโปรแกรมแสดงผล

หลักการเบื้องต้น

ในการใช้งานเครื่องรับจีพีเอส จะเป็นการบอกตำแหน่งแค่เพียงละติจูด และลองจิจูดเท่านั้น ไม่สามารถบอกได้ว่าเราอยู่ส่วนใดของพื้นโลกเมื่อเทียบกับแผนที่ทางภูมิศาสตร์ ยิ่งถ้าเราไม่รู้อะไรเลยเกี่ยวกับค่าตำแหน่งของพื้นโลกที่เราอยู่ว่าอยู่ที่ ละติจูด และลองจิจูดที่เท่าใด เราก็ไม่สามารถบอกได้ว่าเราอยู่ส่วนใดของพื้นโลก ในการประยุกต์ใช้งานจะเป็นการบอกตำแหน่งที่เครื่องรับอยู่โดยเทียบกับตำแหน่งบนแผนที่ โดยการออกแบบโปรแกรมที่เหมาะสมกับการใช้งานร่วกับเครื่องเก็บตำแหน่งเส้นทางด้วยเครื่องรับจีพีเอส ซึ่งจะสามารถบอกได้ถึงตำแหน่งที่เราอยู่และตำแหน่งของเส้นทางที่ผ่านมาโดยการพล๊อตตำแหน่งบนแผนที่ แต่ปัญหาที่สำคัญในการแสดงผลของคอมพิวเตอร์ในการแสดงตำแหน่งบนแผนที่นั้นไม่ใช่เรื่องที่ง่ายนัก เพราะคอมพิวเตอร์ไม่สามารถเข้าใจการอ่านแผนที่เหมือนมนุษย์ได้ ดังนั้นจึงต้องมีการเปลี่ยนแปลงค่าที่รับได้จาก องศา/ลิปดา ให้เป็นหน่วยที่คอมพิวเตอร์สามารถเข้าใจได้ คือหน่วยที่เป็น Pixel

3.3.1 แนวความคิดในการออกแบบหน้าจอแสดงผล

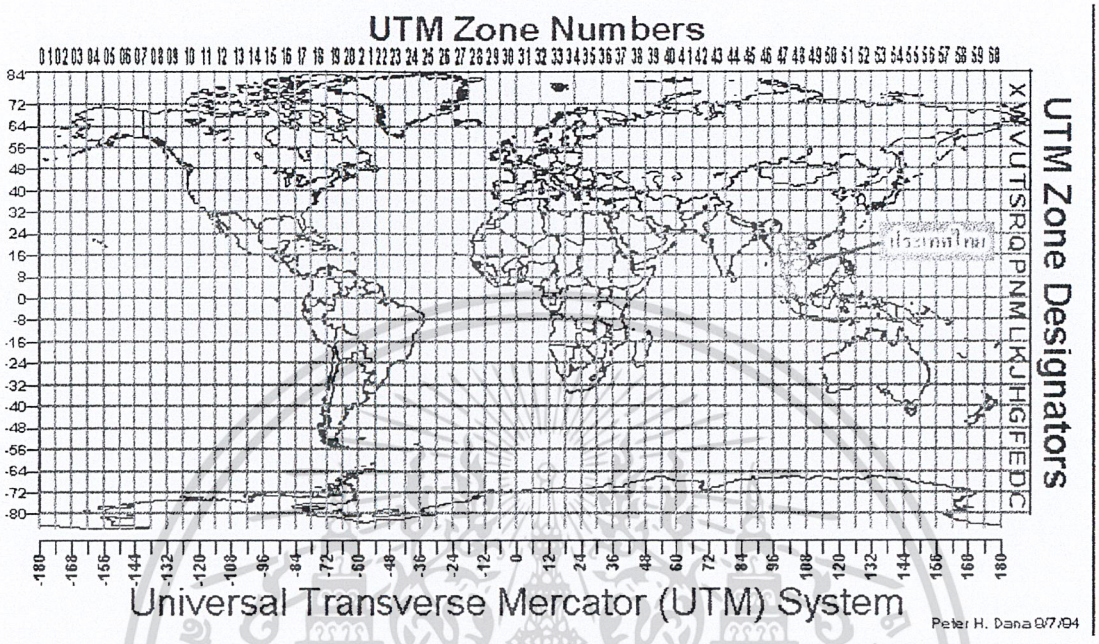
ในการออกแบบหน้าจอแสดงแผนที่จะต้องอ้างอิงตามการแบ่งหน้าจอของคอมพิวเตอร์ โดยการแบ่งหน้าจอตามแกน X และแกน Y และกำหนดจุดที่ต้องการพล๊อตเป็นจุด(X,Y)โดยอาศัยวิธีการดังต่อไปนี้



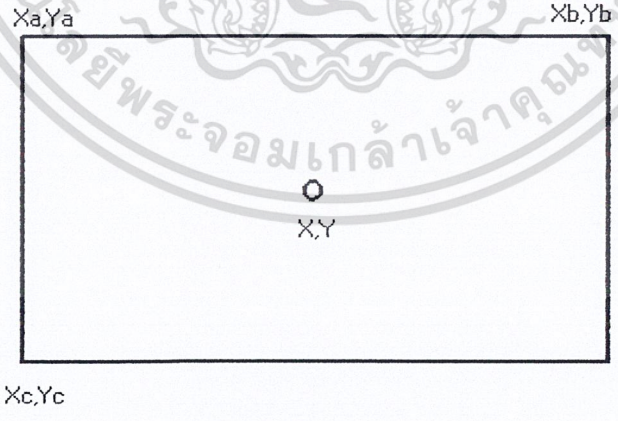
รูปที่ 3.5 แสดงการกำหนดจุดอ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การกำหนดจุดอ้างอิงขึ้นมา 3 จุด เพื่อใช้เป็นจุดอ้างอิงในการบอกตำแหน่งที่ต้องการแสดงตำแหน่งที่อยู่ โดยจุดอ้างอิง 3 จุดที่กำหนดขึ้นจะต้องมีจริงบนพื้นโลก โดยมีหน่วยเป็นองศา /ลิปดา โดยอาศัยการแบ่งจุดอ้างอิงจากตำแหน่งบนแผนที่จริง



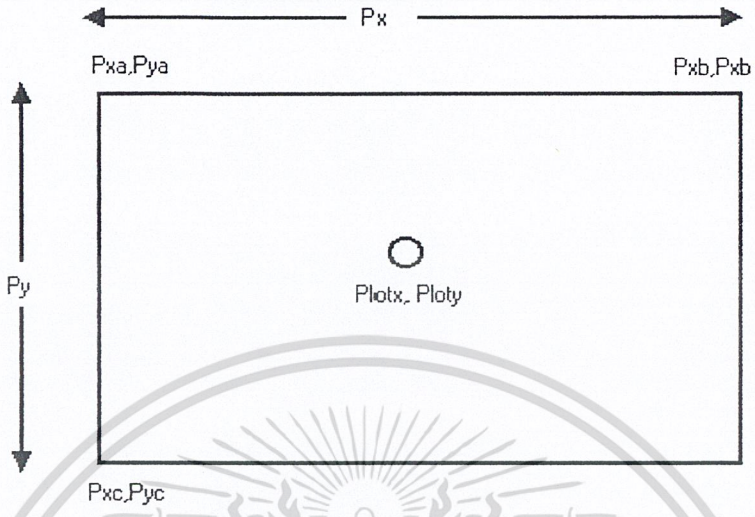
รูปที่ 3.6 แสดงการแบ่งพิกัดของโลก



รูปที่ 3.7 แสดงการกำหนดจุดอ้างอิงเทียบกับตำแหน่งจริงของโลก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การกำหนดจุดอ้างอิงเป็น Pixel 3 จุด บนแผนที่ของคอมพิวเตอร์ โดยการกำหนดแบบนี้จะเป็นการกำหนดความกว้างและความยาวของหน้าจอคอมพิวเตอร์ตามแนวแกนX และแกนY



รูปที่ 3.8 แสดงการกำหนดจุดอ้างอิงบนแผนที่ในคอมพิวเตอร์

เมื่อกำหนดให้

Xa,Ya คือ ค่า Latitude และ Longitude ที่จุดอ้างอิง A

Xb,Yb คือ ค่า Latitude และ Longitude ที่จุดอ้างอิง B

Xc,Yc คือ ค่า Latitude และ Longitude ที่จุดอ้างอิง C

Pxa,Pya คือ ค่าของ Pixel ในแนวแกน X และแกน Y ที่จุดอ้างอิง A

Pxb,Pyb คือ ค่าของ Pixel ในแนวแกน X และแกน Y ที่จุดอ้างอิง B

Pxc,Pyc คือ ค่าของ Pixel ในแนวแกน X และแกน Y ที่จุดอ้างอิง C

- ใช้สมการในการแปลงหน่วยของพิกัด จากค่าองศา/ลิปดา เป็นค่าของพิกเซล

Px = Pxb – Pxa ;ผลต่างของ Pixel ระหว่างจุด A และจุด B

Py = Pyc – Pya ;ผลต่างของ Pixel ระหว่างจุด A และจุด C

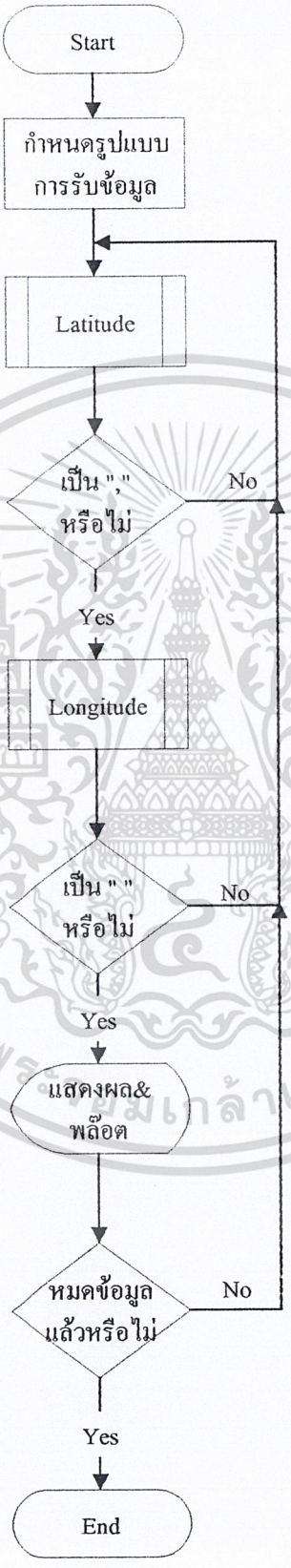
Plotx = Pxa + (X – Xa) * Px / |Xb –Xa| ; ค่าพิกัดตำแหน่งที่ต้องการพล๊อตเทียบกับแกน X

Ploty = Pya + (Ya – Y) * Py / |Yc – ya| ;ค่าพิกัดตำแหน่งที่ต้องการพล๊อตเทียบกับแกน Y

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 การออกแบบโปรแกรม

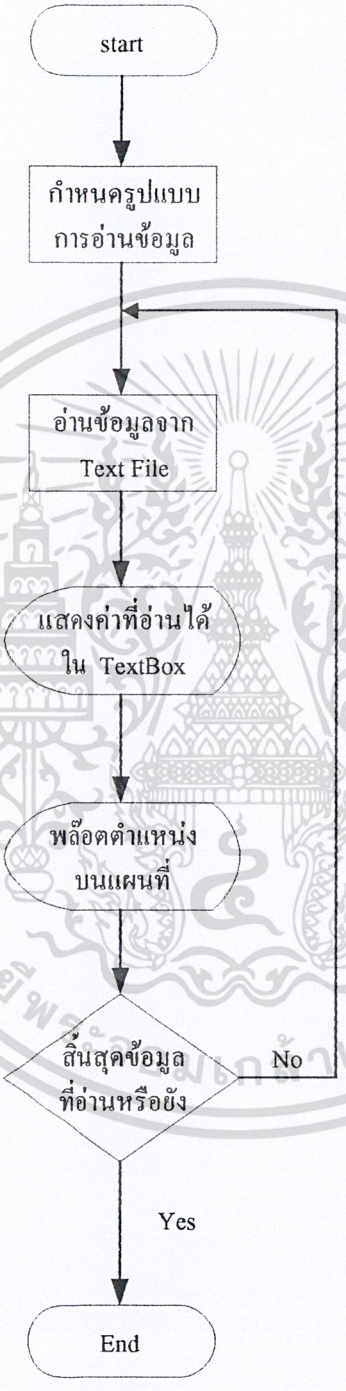
- การออกแบบโปรแกรมในการรับค่าจากพอร์ตอนุกรมเพื่อแสดงผล



รูปที่ 3.9 แสดงโฟลวชาร์ตการรับค่าจากพอร์ตอนุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การออกแบบโปรแกรมอ่านค่าจากข้อมูลอ้างอิงเพื่อเปรียบเทียบข้อมูลใหม่ที่รับจากพอร์ตอนุกรมโดยข้อมูลอ้างอิงจะเป็นข้อมูลที่เก็บครั้งแรก และข้อมูลที่รับจากพอร์ตจะเป็นข้อมูลที่เก็บเข้ามาใหม่ โดยใช้เครื่องเก็บตำแหน่งเส้นทางซึ่งเป็นข้อมูลใหม่



รูปที่ 3.10 แสดงโฟลวชาร์ตการอ่านข้อมูลอ้างอิงจาก Text File

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

สรุปผลการทำงานและการทดลอง

4.1 ผลการทำงาน

จากการทดลองใช้หน่วยความจำแบบ I^2C EEPROM ในการเก็บข้อมูลร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ทำให้ความสามารถในการเก็บข้อมูลมีดังต่อไปนี้

- ความสามารถของ Memory 1 ตัว ขนาด 32 Kbyte
  สามารถเก็บตำแหน่งได้ 2978 ตำแหน่ง ประมาณ 3.3 ชั่วโมง
- ความสามารถของ Memory 8 ตัว ขนาด 32 x 8 = 256 Kbyte
  สามารถเก็บตำแหน่งได้ 23831 ตำแหน่ง ประมาณ 26.47 ชั่วโมง ≈ 1 วัน 2.47 ชม.
- ความสามารถของ Memory 16 ตัว ขนาด 32 x 16 = 512 Kbyte
  สามารถเก็บตำแหน่งได้ 47662 ตำแหน่ง ประมาณ 52.92 ชั่วโมง ≈ 2 วัน 5 ชม.

โดยสูตรการคำนวณดังนี้

การหาความสามารถในการเก็บข้อมูล

$$X = A * B * C / D$$

เมื่อ X ความสามารถในการเก็บตำแหน่ง

A ขนาดของหน่วยความจำ

B จำนวนหน่วยความจำ

C ค่าคงที่ที่จะแปลงให้มีหน่วยเป็นไบท์ = 1024

D ขนาดของข้อมูลที่ต้องการเก็บในแต่ละครั้ง

การหาเวลาทั้งหมดที่สามารถใช้งานหน่วยความจำจนเต็ม

$$T = X * Ts / S$$

เมื่อ T เวลาทั้งหมดที่สามารถใช้หน่วยความจำได้

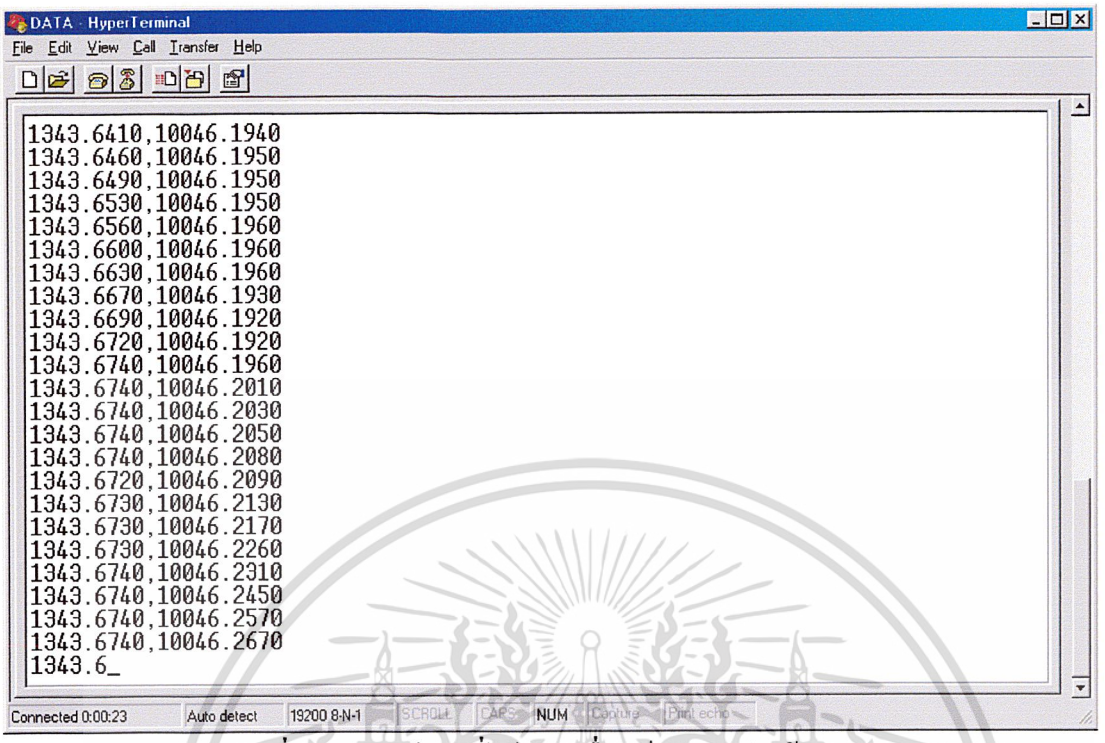
X ความสามารถในการเก็บตำแหน่งของหน่วยความจำ

Ts เวลาที่ใช้ในการแซมปลิ้งต่อการเก็บข้อมูล 1 ตำแหน่ง

S การแปลงชั่วโมงเป็นวินาที = 3600

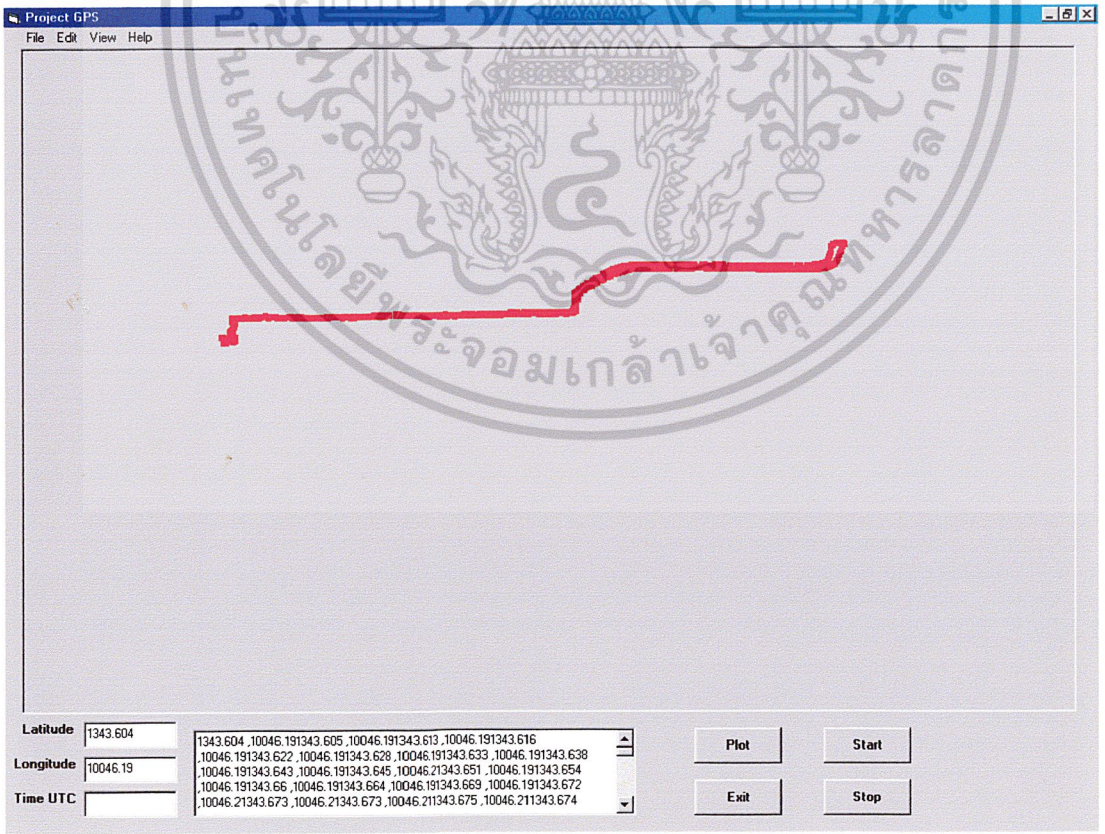
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการทดลองเก็บตำแหน่งเส้นทาง



รูปที่ 4.1 แสดงข้อมูลที่ได้จากเครื่องเก็บตำแหน่งเส้นทาง

4.3 ผลที่ได้จากการเก็บตำแหน่งเส้นทาง



รูปที่ 4.2 แสดงผลที่ได้จากการเก็บตำแหน่งเส้นทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทำงานและการทดลองใช้งานเครื่องเก็บตำแหน่งเส้นทางโดยใช้จีพีเอสนั้น ประสิทธิภาพของเครื่องในการเก็บตำแหน่งและความถูกต้องแม่นยำของตำแหน่งเส้นทางนั้นจะขึ้นอยู่กับตัวเครื่องรับจีพีเอสเป็นหลัก เมื่อสัญญาณจากดาวเทียมอ่อนหรือเครื่องรับจีพีเอสไม่สามารถรับสัญญาณจากดาวเทียมได้พร้อมกันทั้ง 4 ดวงจะทำให้ความถูกต้องแม่นยำของตำแหน่งคลาดเคลื่อนไป หรือบางครั้งที่เครื่องรับจีพีเอสไม่สามารถรับสัญญาณจากดาวเทียมได้เลย ก็จะทำให้ตำแหน่งเส้นทางบริเวณนั้นขาดหายไปได้ ด้วยเหตุนี้จึงมีผลทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องเก็บตำแหน่งเส้นทางขึ้นอยู่กับคุณภาพของสัญญาณที่เครื่องรับจีพีเอสสามารถรับได้

5.2 แนวทางการพัฒนาในอนาคต

1. สามารถนำข้อมูลที่เก็บได้ ไปประยุกต์ใช้ในงานด้านแผนที่
2. การนำร่องรถยนต์ตามเส้นทางที่เคยเก็บข้อมูลมาแล้ว โดยอาศัยข้อมูลเก่าที่ได้จากเครื่องเก็บตำแหน่งเส้นทาง กับข้อมูลใหม่ที่ได้จากเครื่องรับจีพีเอส มาเปรียบเทียบกัน
3. การบอกตำแหน่งปัจจุบันที่เราอยู่ว่าคือสถานที่ใด บอกชื่อสถานที่ ซึ่งอาจจะต้องมีฐานข้อมูลในการอ้างอิง

5.3 ปัญหาและอุปสรรค

1. เครื่องรับจีพีเอสปัจจุบันยังคงมีราคาแพง
2. ความแม่นยำของระบบจีพีเอสไม่คงที่ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ สภาพของพื้นที่ และการควบคุมสัญญาณ ของประเทศสหรัฐ
3. ไม่สามารถนำเครื่องรับ GPS ไปใช้ในตัวอาคาร หรือบริเวณที่อับสัญญาณได้ สาเหตุมาจากความแรงของสัญญาณจากดาวเทียม และ คุณภาพของสายอากาศที่เครื่องรับ GPS มีเกนการขยายต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

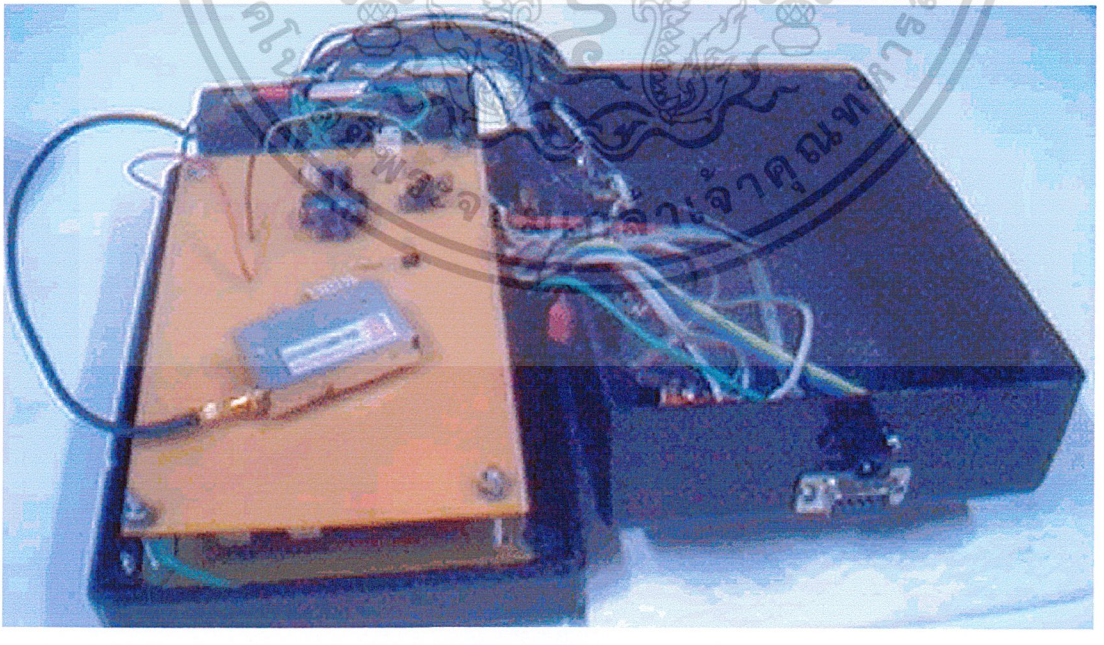
บรรณานุกรม

1. กิตติ ภักดีวัฒนะกุล, จำลอง ครูอุตสาหะ Visual Basic 6 ฉบับโปรแกรมเมอร์ พิมพ์ครั้งที่ 8 กรุงเทพมหานคร :หจก.ไทยเจริญการพิมพ์. 2543.
2. ธาริน สิทธิธรรมชารี คู่มือการเขียนโปรแกรม Microsoft Visual Basic Version 6.0 ฉบับเพื่อการใช้งานจริง พิมพ์ครั้งที่ 7 กรุงเทพมหานคร บริษัท ซัคเซส มีเดีย จำกัด
3. กฤษดา ใจเย็น, อรรถพล บุญยะโภคา, ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตวิไล เรียนรู้และปฏิบัติการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอกผ่านพอร์ตอนุกรม กรุงเทพมหานคร :บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด
4. บริษัท อีทีที จำกัด " AVR ENHANCED RISC MICROCONTROLLER DATA BOOK" กรุงเทพมหานคร :บริษัท อีทีที จำกัด
5. Claus Kuhnel AVR RISC Microcontroller Handbook : The United States Of America, Inc. 1998.
6. นิลรัตน์ สุขสำราญ , บรรพต ไชยกิจ. "การประยุกต์ใช้งานดาวเทียมจีพีเอสกับระบบนำร่องรถยนต์" ปริญญานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 2541.
7. นพฤทธิ์ รัตนเทวมาตย์, ภูพาน อัคราช, มรรคพล สุขสว่าง "การควบคุมเส้นทางการเคลื่อนที่ด้วยระบบ GPS" ปริญญานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมระบบควบคุม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 2541.
8. "เทคโนโลยี GPS พื้นฐาน" : www.aerocommthailand.com
9. "การเชื่อมต่อผ่าพอร์ตอนุกรมด้วย Visual Basic" : www.thaiio.com
10. " บทนำระบบ GPS " : www.promisys.co.th

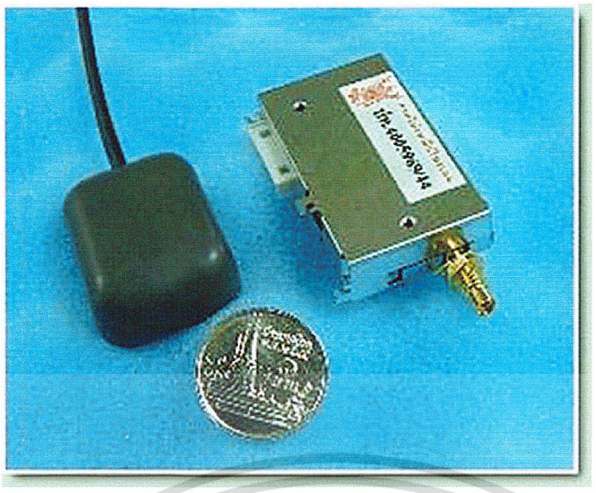
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

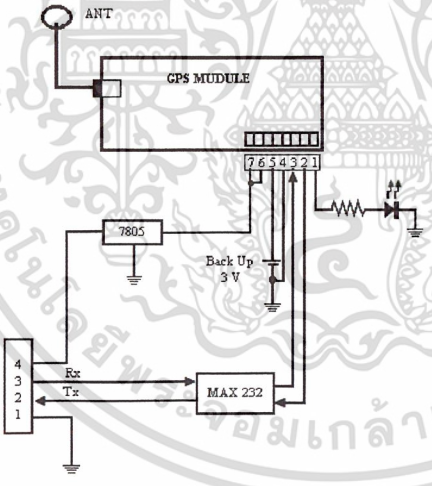
รูปร่างของเครื่องเก็บตำแหน่งเส้นทางโดยใช้จีพีเอส



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



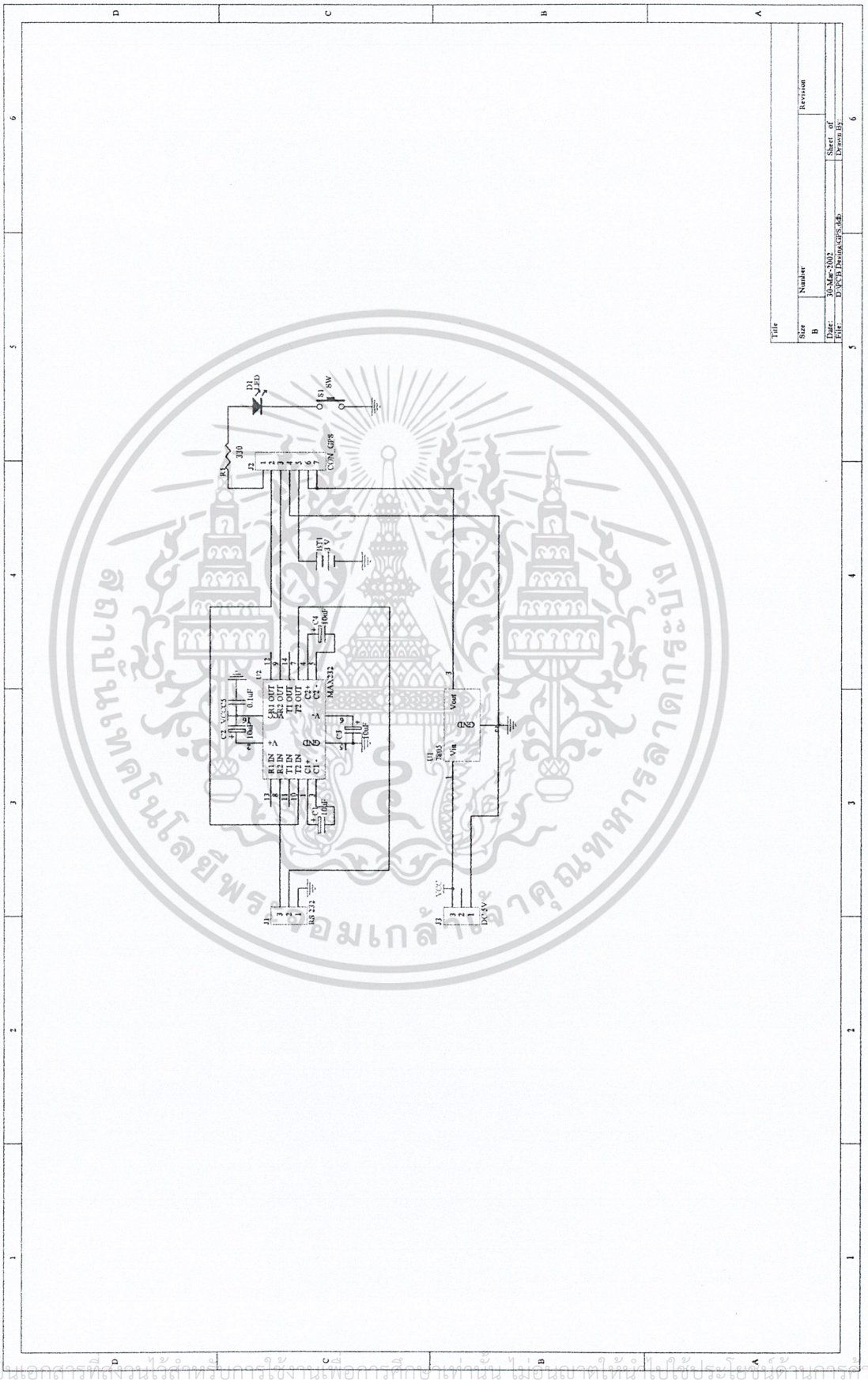
รูปแสดงลักษณะของ GPS Module



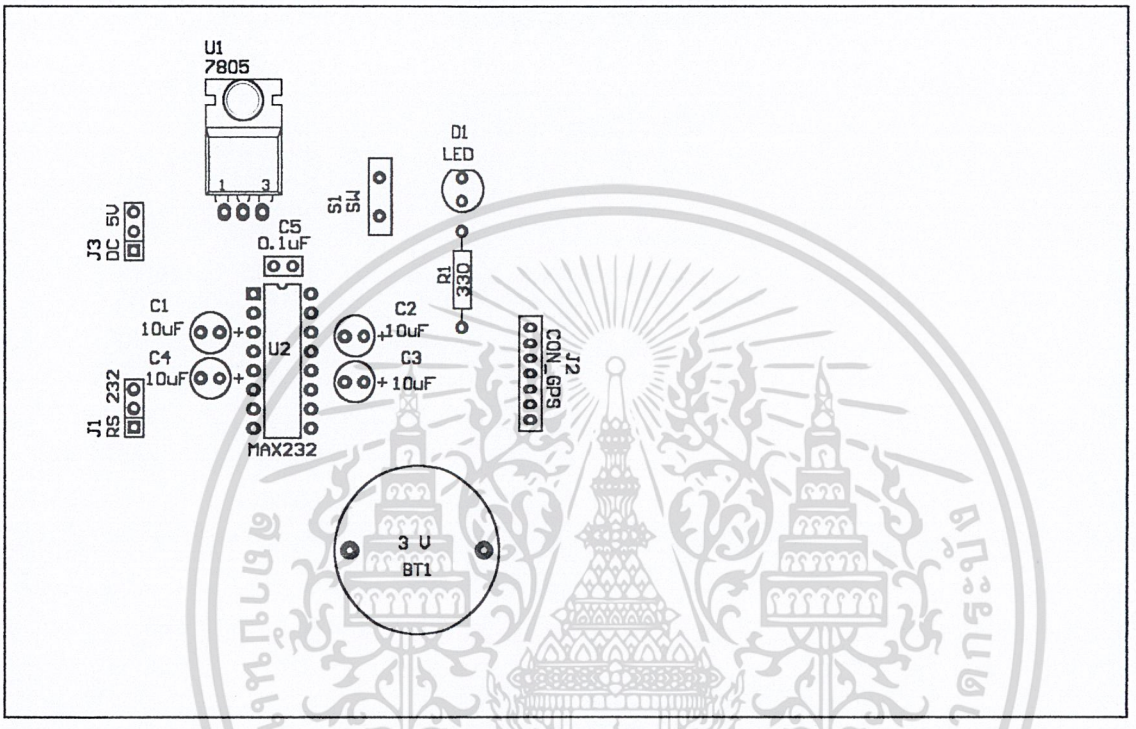
รูปแสดงวงจรการเชื่อต่อ GPS Module

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบวงจรในส่วนของ GPS Module

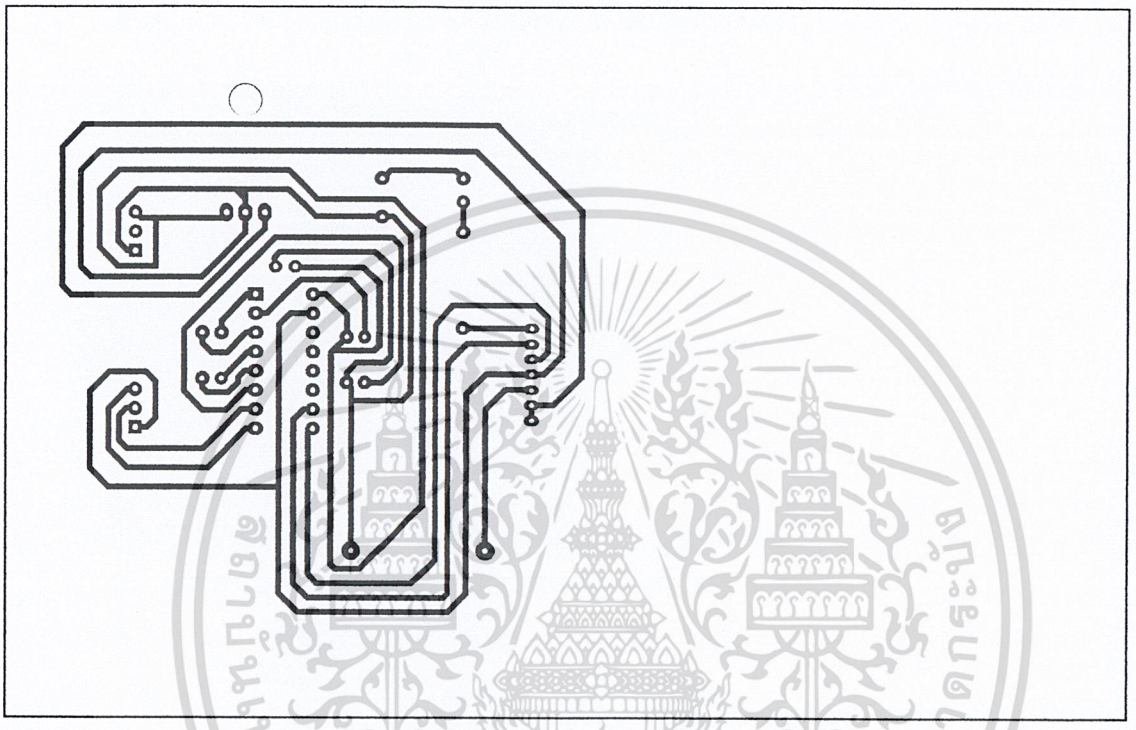


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



.GTO

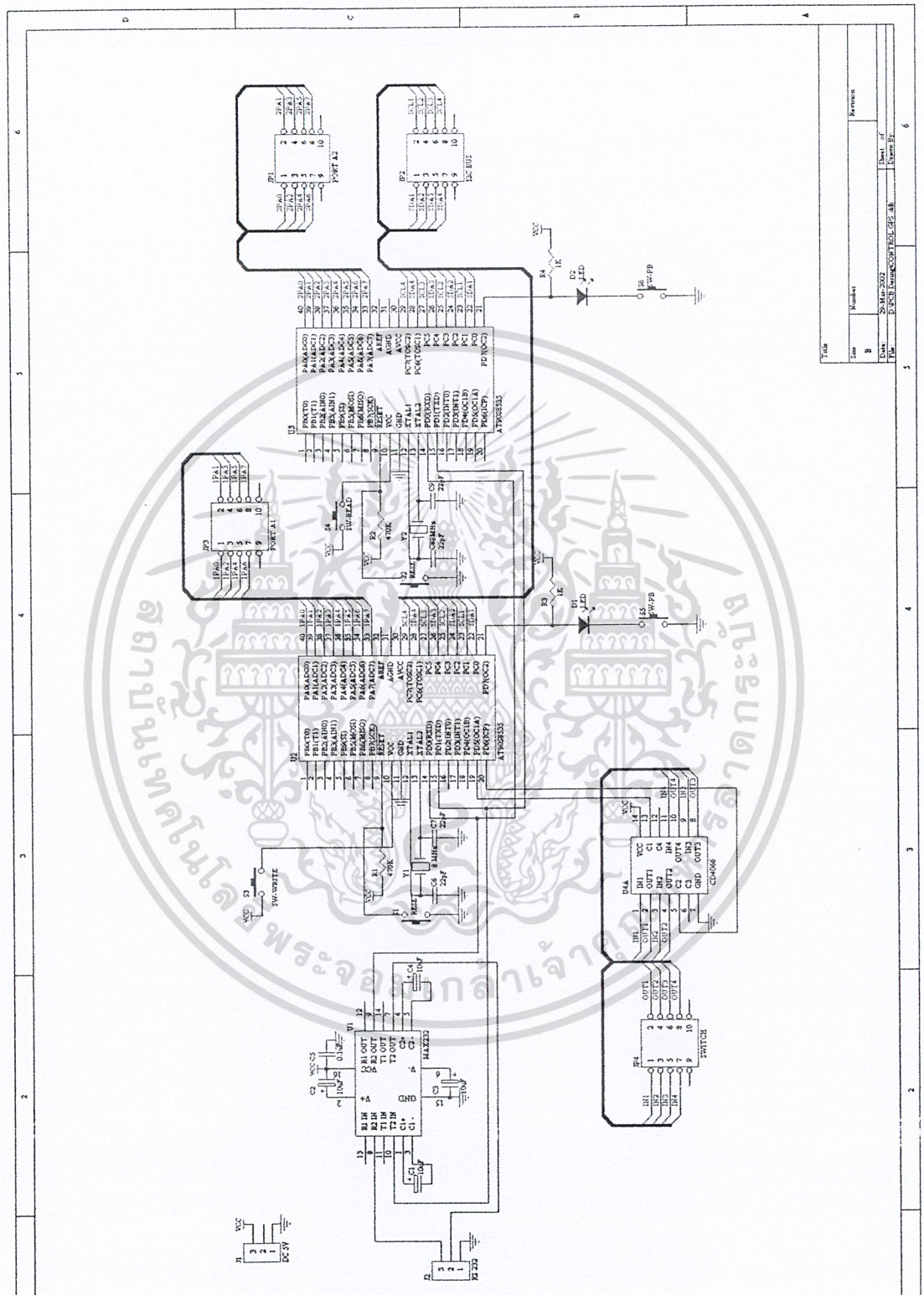
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



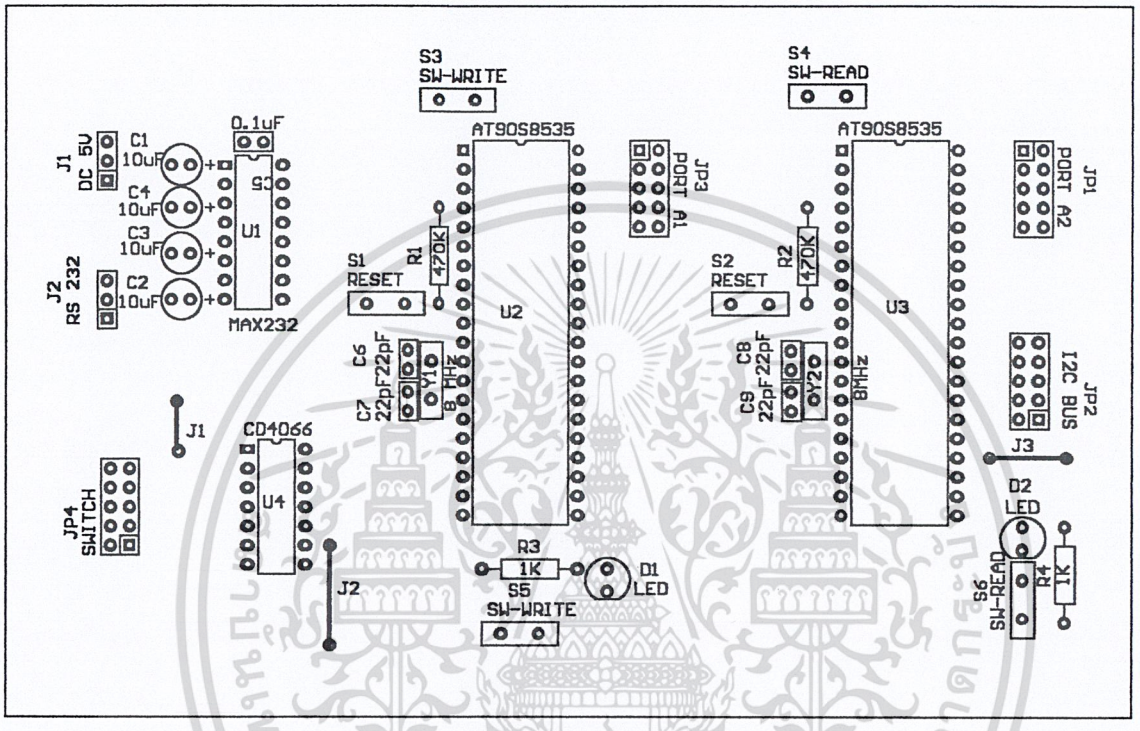
.GBL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบวงจรในส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ ในการเชื่อมต่อกับGPS และหน่วยความจำ

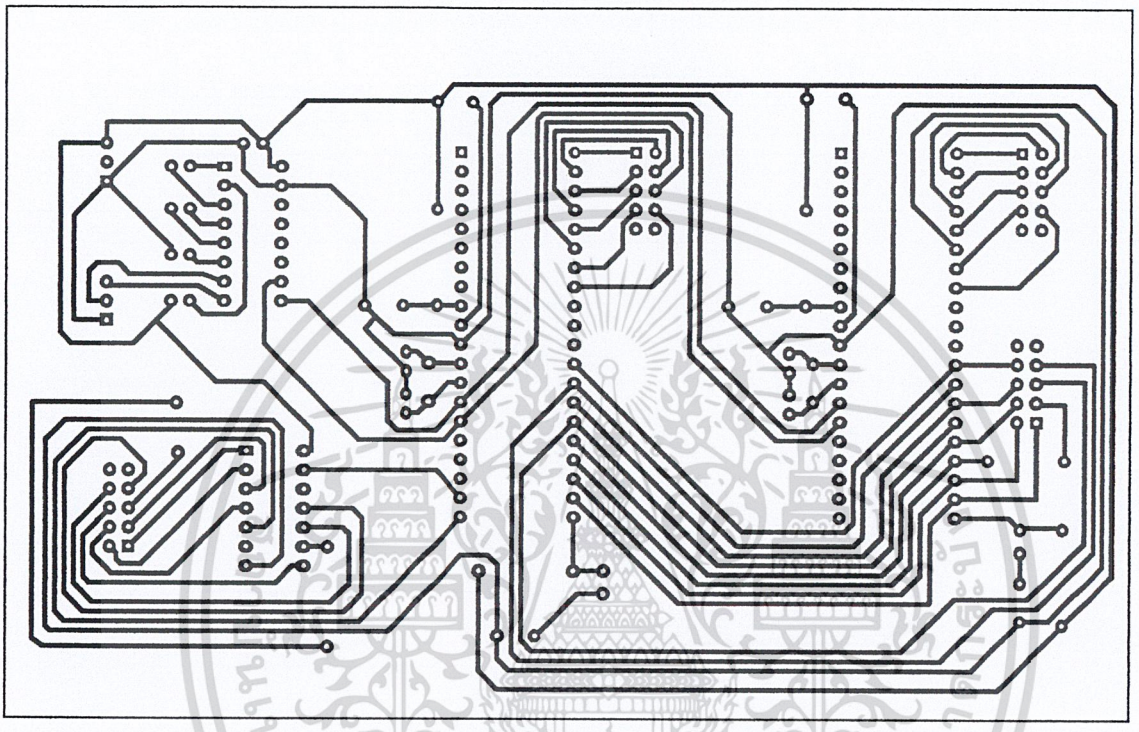


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



.GTO

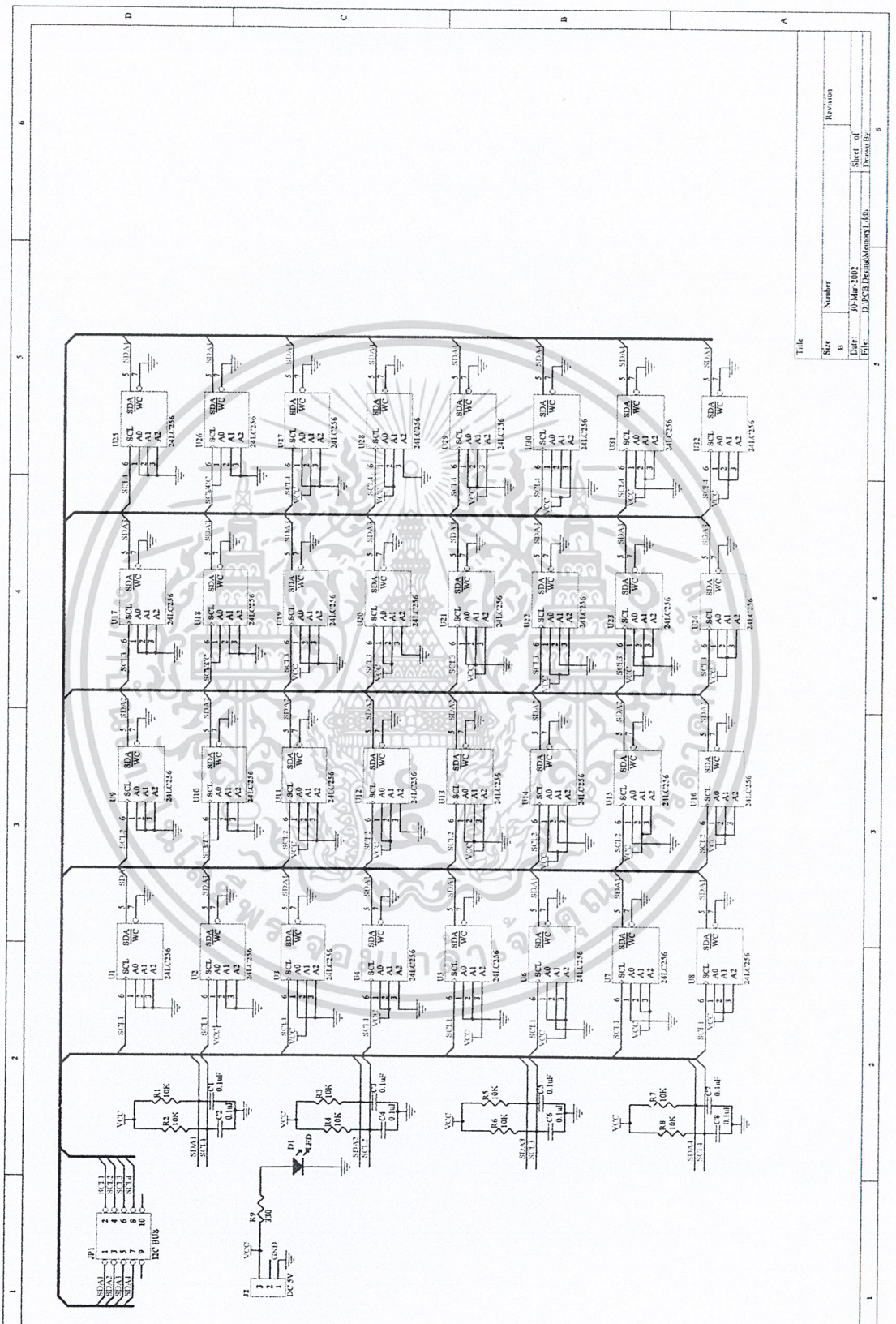
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



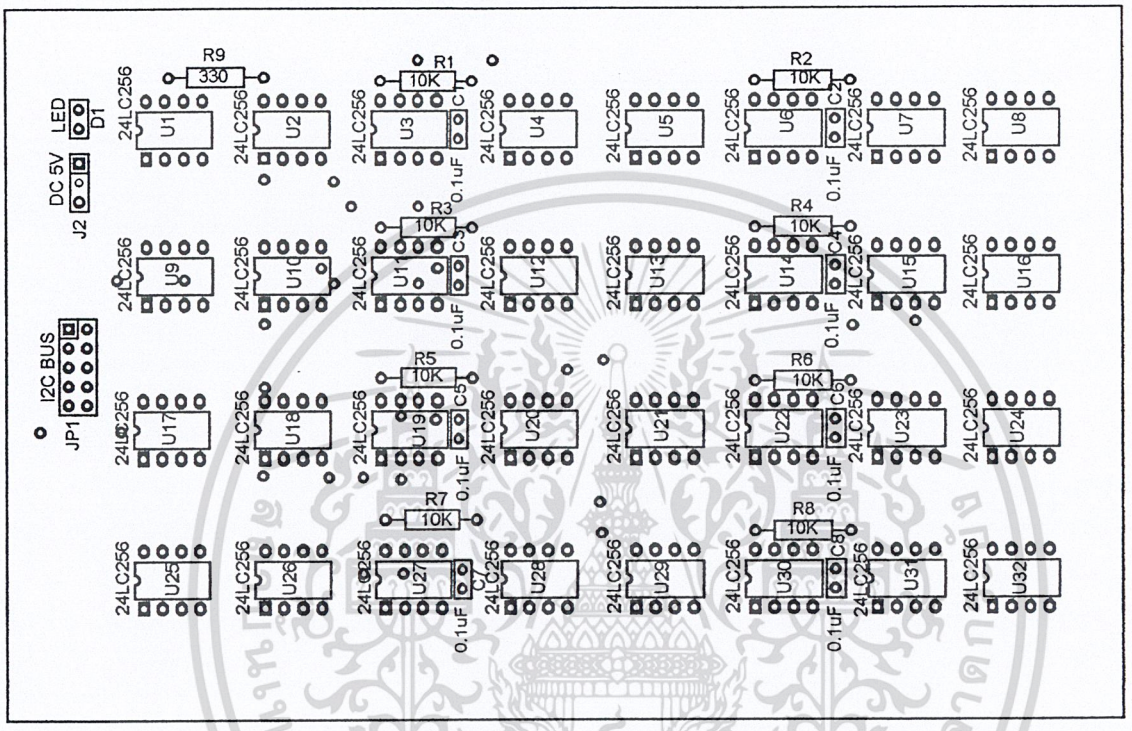
.GBL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบวงจรในส่วนของหน่วยความจำแบบ I^2C EEPROM

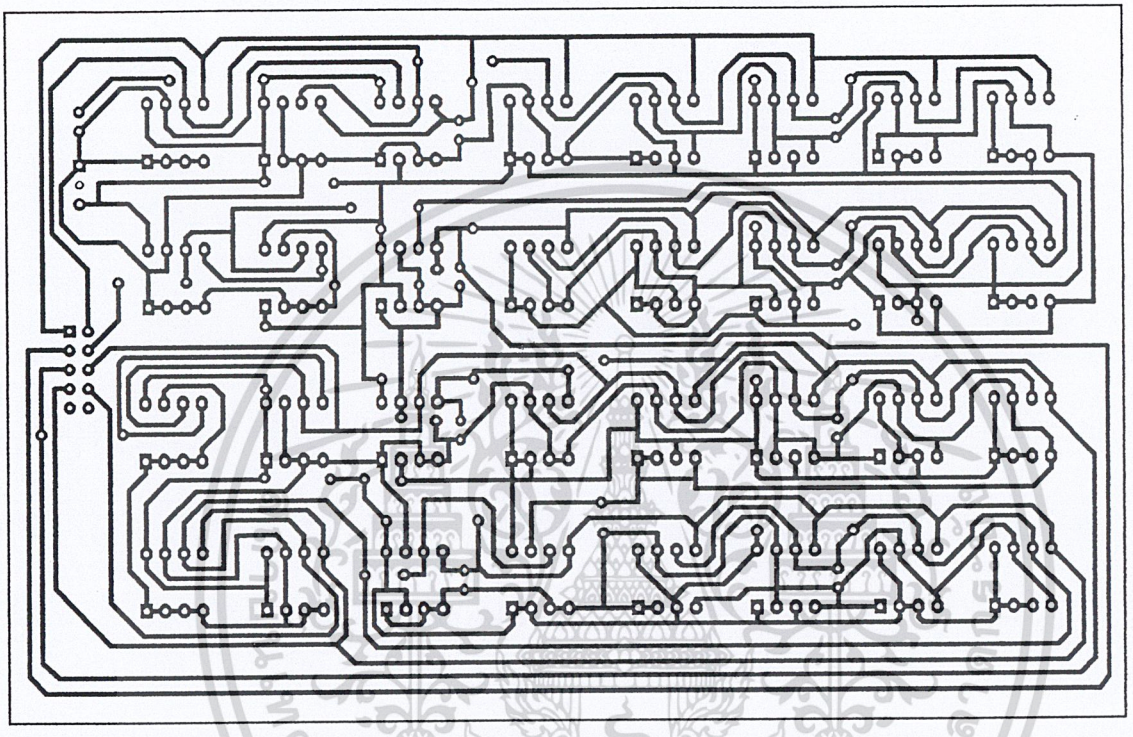


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



.GTO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



.GBL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมเก็บตำแหน่งเส้นทางลงในหน่วยความจำ

```
.include "8535def.inc"
        .org   $000
        rjmp          RESET              ;Reset Handle

;*********************************************************************
;*                                                                   *
;*                  PROGRAM   FOR GPS KEEP DATA                      *
;*                                                                   *
;*********************************************************************

.def       temp      =r19

RESET:  ldi     temp,low(RAMEND)
        out     SPL,temp          ;init Stack Pointer Low

        ldi     temp,high(RAMEND)
        out     SPL+1,temp        ;init Stack Pointer High

         .DEF          TEMP1        = R25
         .DEF          R_EMPTY      = R21
         .DEF          R_COMPAIR    = R22
         .DEF          BUFFER1      = R23

         .EQU          PORT_EE      = PORTC
         .EQU          DDR_EE       = DDRC
         .EQU          PIN_EE       = PINC
         .EQU          BIT_SCL      = 1
         .EQU          BIT_SDA      = 0

         LDI           R_COMPAIR,0XAE
         LDI           BUFFER1 ,0XA0
         CLR           ZH
         CLR           ZL
         CLR           YH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CLR     YL
        CLI                     ;clear global interrupt
        CBI     UCR,RXCIE       ;clear rx interrupt
        CBI     UCR,TXCIE       ;clear tx interrupt
        CBI     UCR,UDRIE       ;clear data empty interrupt
        CBI     UCR,CHR9        ;send 8 data
        LDI     R17,103
        OUT     UBRR,R17        ;baud 4800 at 8MHz Xtal
        SBI     UCR,RXEN        ;set pin rx as serial RX
        SBI     UCR,TXEN        ;set pin tx as serial TX
        LDI     R21 ,0X01
        RJMP    WARM

;*************************************************
;       SELLECTION DATA  PART 1                 *
;*************************************************
RX232 : SBIS    USR,RXC         ;wait until have data in buffer
        RJMP    RX232
        IN      R20,UDR         ;read data from buffer
        CPI     R20,'N'
        BREQ    OR_0
        RET
OR_0  : SBIS    USR,RXC         ;wait until have data in buffer
        RJMP    OR_0
        IN      R20,UDR         ;read data from buffer
        CPI     R20,','
        BREQ    OR1
        BRNE    OR_0
OR1   : SBIS    USR,RXC         ;wait until have data in buffer
        RJMP    OR1
        IN      R20,UDR         ;read data from buffer
        CPI     R20,'1'
        BREQ    OR2
        BRNE    OR1
OR2   : SBIS    USR,RXC         ;wait until have data in buffer
        RJMP    OR2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        IN      R20,UDR     ;read data from buffer
        CPI     R20,'0'
        BREQ    OR3
        BRNE    OR2
OR3   : SBIS    USR,RXC     ;wait until have data in buffer
        RJMP    OR3
        IN      R20,UDR     ;read data from buffer
        CPI     R20,'0'
        BREQ    OR4
        BRNE    OR3
OR4   : SBIS    USR,RXC     ;wait until have data in buffer
        RJMP    OR4
        IN      R20,UDR     ;read data from buffer
        RET
;*************************************************
;       INITIAL  PART 1                 *
;*************************************************
WARM :  LDI     XL,0X60
START:  LDI     ZH,0X00
        LDI     ZL,0X00
CHECK:  RCALL   RX232
        CPI     R20,'$'
        BREQ    CHECK1
        BRNE    CHECK
CHECK1: RCALL   RX232
        CPI     R20,'G'
          BREQ      CHECK2
          BRNE      CHECK1
CHECK2 :  RCALL     RX232
          CPI       R20,'P'
          BREQ      CHECK3
          BRNE      CHECK2
CHECK3 :  RCALL     RX232
          CPI       R20,'G'
          BREQ      CHECK4
          BRNE      CHECK
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CHECK4 :   RCALL     RX232
           CPI       R20,'L'
           BREQ      CHECK5
           BRNE      CHECK
CHECK5 :   RCALL     RX232
           CPI       R20,'L'
           BREQ      CHECK6
           BRNE      CHECK
CHECK6 :   RCALL     RX232
           CPI       R20,','
           BREQ      CHECK7
           BRNE      CHECK
CHECK7 :   RCALL     RX232
           CPI       R20,'1'
           BREQ      CHECK8
           BRNE      START
 CHECK8 :  RCALL     RX232
           CPI       R20,'3'
           BREQ      PREFIX
           BRNE      START
;*****************************************
;          TEMPORARY DATA PART 1          *
;*****************************************
 PREFIX :  LDI       R20,','
           OUT       EEARH,ZH      ;assign address eeprom 0000h
           OUT       EEARL,ZL
           OUT       EEDR,R20
           SBI       EECR,2        ;set  bit2 eemwe of ddcr
           SBI       EECR,1
 PREFIX_1: SBIC      EECR,1
           RJMP      PREFIX_1
           INC       ZL
           RJMP      LOOP
LOOP :     RCALL     RX232
           OUT       EEARH,ZH      ;assign address eeprom 0000h
           OUT       EEARL,ZL
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            OUT         EEDR,R20
            SBI         EECR,2          ;set  bit2 eemwe of ddcr
            SBI         EECR,1
LOOP1:      SBIC        EECR,1
            RJMP        LOOP1
            CPI         R20,'A'
            BREQ        KEPT
            INC         ZL
            RJMP        LOOP
;***********************************************
;   SEND DATA TO MEMORY INTERFACE PART 1 *
;***********************************************
KEPT :      CLR         ZH
            CLR         ZL
LOOP4 :     SBIC        EECR,EEWE
            RJMP        LOOP4
            OUT         EEARH,ZH    ;00H
            OUT         EEARL,ZL    ;00H
            SBI         EECR,EERE   ;SET  BIT ENABLE
            IN          R20,EEDR
            CPI         R20,''
            BREQ        K
            RCALL       YY
            INC         ZL
            RJMP        LOOP4
K:          INC         ZL
            LDI         R16,0X03
KK :        SBIC        EECR,EEWE
            RJMP        KK
            OUT         EEARH,ZH    ;00H
            OUT         EEARL,ZL    ;00H
            SBI         EECR,EERE   ;SET  BIT ENABLE
            IN          R20,EEDR
            RCALL       YY
            DEC         R16
            BREQ        K_1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        INC     ZL
        RJMP    KK
K_1:    INC     ZL
KK_1:   SBIC    EECR,EEWE
        RJMP    KK_1
        OUT     EEARH,ZH    ;00H
        OUT     EEARL,ZL    ;00H
        SBI     EECR,EERE   ;SET BIT ENABLE
        IN      R20,EEDR
        CPI     R20,','
        BREQ    K_2
        INC     ZL
        RJMP    KK_1
K_2  :  INC     ZL
KK_2 :  SBIC    EECR,EEWE
        RJMP    KK_2
        OUT     EEARH,ZH    ;00H
        OUT     EEARL,ZL    ;00H
            SBI     EECR,EERE   ;SET BIT ENABLE
            IN      R20,EEDR
            CPI     R20,'.'
            BREQ    K_3
            RCALL   YY
            INC     ZL
            RJMP    KK_2
        K_3:INC     ZL
            LDI     R16,0X03
      KK_3 :SBIC    EECR,EEWE
            RJMP    KK_3
            OUT     EEARH,ZH    ;00H
            OUT     EEARL,ZL    ;00H
             SBI    EECR,EERE   ;SET BIT ENABLE
             IN     R20,EEDR
             RCALL  YY
             DEC    R16
             BREQ   STAR
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            INC     ZL
            RJMP    KK_3

;*************************************************
;         MEMORY  INTERFACE  PART 1              *
;*************************************************
    STAR :  RCALL   DELAY_4SEC  ;  DELAY FOR WAITING  4 SEC.
            RJMP    START
   BEGIN :  RCALL   DELAY          ; DELAY FOR START
            SBI     DDR_EE,BIT_SDA
            SBI     DDR_EE,BIT_SCL
            SBI     PORT_EE,BIT_SDA
            SBI     PORT_EE,BIT_SCL
            RCALL   WRITE_BYTE
            RET
;*************************************************
;*          WRITE BYTE                           *
;*************************************************
WRITE_BYTE: CBI     PORT_EE,BIT_SDA   ;start condition
            CBI     PORT_EE,BIT_SCL
            MOV     TEMP,BUFFER1      ;write command
            RCALL   TX_BYTE
            RCALL   ACKNOW            ;wait acknowledge
            BRCS    WRITE_BYTE
            MOV     TEMP,YH           ;address high
            RCALL   TX_BYTE
            RCALL   ACKNOW            ;wait acknowledge
            BRCS    WRITE_BYTE
            MOV     TEMP,YL           ;address low
            RCALL   TX_BYTE
            RCALL   ACKNOW            ;wait acknowledge
            BRCS    WRITE_BYTE
        MOV     TEMP,R20              ;data
        RCALL   TX_BYTE
        RCALL   ACKNOW                ;wait acknowledge
        BRCS    WRITE_BYTE
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CBI     PORT_EE,BIT_SDA
        SBI     PORT_EE,BIT_SCL     ;stop condition
        SBI     PORT_EE,BIT_SDA
        RCALL   DELAY
        OUT     DDRA,R20
        ADIW    YL,1
        SBRS    YH,3
        RET
        RCALL   LOOP5
        RET
LOOP5 : CP      BUFFER1,R_COMPARE  ; BUFFER =R_COMPAIR(0XAE)
        BREQ    LOOP6              ;  BRANCH  FOR EEPROM  GROUP 2
        LDI     YH,0X00
        LDI     YL,0X00
        INC     BUFFER1
        INC     BUFFER1
        RET
LOOP6:  RJMP    EE_PROM2



;*****************************************************
;*        CHECK BIT ACKNOWLEDGE BIT                  *
;CARRY = 1: FAIL                                     *
;CARRY = 0: PASS                                     *
;*****************************************************
ACKNOW: CBI     DDR_EE,BIT_SDA      ;BIT_SDA input port
        SBI     PORT_EE,BIT_SDA
        SEC
        SBI     PORT_EE,BIT_SCL
        SBIS    PIN_EE,BIT_SDA
        CLC
        CBI     PORT_EE,BIT_SCL
        SBI     DDR_EE,BIT_SDA      ;BIT_SDA output port
        RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;*****************************************************
;*          TX 1 BITE TO 24256                       *
;*****************************************************
TX_BYTE  : LDI     TEMP1,0X08
TX_BYTE1: SBI      PORT_EE,BIT_SDA      ; set sda
           LSL     TEMP
           BRCS    TX_BYTE2             ;branch if carry  carry  flag set
           CBI     PORT_EE,BIT_SDA
TX_BYTE2:  SBI     PORT_EE,BIT_SCL
           CBI     PORT_EE,BIT_SCL
           DEC     TEMP1
           BRNE    TX_BYTE1
           RET
;*****************************************************
;*          RX 1 BYTE FROM 24256                     *
;*****************************************************
RX_BYTE:   CBI     DDR_EE,BIT_SDA
           SBI     PORT_EE,BIT_SDA      ; sda is  high
           LDI     TEMP,0X00
           LDI     TEMP1,0X08
RX_BYTE1:  SBI     PORT_EE,BIT_SCL      ;scl  is  high
           SEC
           SBIS    PIN_EE,BIT_SDA
           CLC
           ROL     TEMP
           CBI     PORT_EE,BIT_SCL
           DEC     TEMP1
           BRNE    RX_BYTE1
           SBI     DDR_EE,BIT_SDA
           RET


;*****************************************************
;*          DELAY TIME FOR START                     *
;*****************************************************
DELAY:     PUSH    R26
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                PUSH    R27
                LDI     R27,0XFF
DEL2:           LDI     R26,0XFF
DEL1:           DEC     R26
                BRNE    DEL1
                DEC     R27
                BRNE    DEL2
                POP     R27
                POP     R26
                RET
DELAY_4SEC:     LDI     R17,0X2F
DLY_1   :       LDI     R18,0X0FF
DLY_2   :       LDI     R19,0XFF
DLY_3   :       DEC     R19
                BRNE    DLY_3
                DEC     R18
                BRNE    DLY_2
                DEC     R17
                BRNE    DLY_1
DELAYV  :       LDI     R17,0X2F
 DLY4   :       LDI     R18,0X0FF
 DLY5   :       LDI     R19,0X0FF
 DLY6   :       DEC     R19
                BRNE    DLY6
                DEC     R18
                BRNE    DLY5
                DEC     R17
                BRNE    DLY4
                RET
      RETURN :  OUT     DDRA,R14
                OUT     DDRB,R11
                RJMP    WARM
          YY:   ST      X,R20
                INC     XL
                CPI     XL,0X76
                BREQ    CHECK_REPEAT
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                RET
CHECK_REPEAT:   LDI     XL,0X69
                LD      R15,X+
                LD      R14,X

                LDI     XL,0X74
                LD      R12,X+
                LD      R11,X

                CP      R15,R12
                BRNE    QQ
                CP      R14,R11
                BREQ    RETURN

QQ:             LDI     XL,0X69
                ST      X+,R15
                ST      X+,R14
                LDI     XL,0X74
                ST      X+,R12
                ST      X+,R11
                LDI     XL,0X60

TT:             LD      R20, X
                INC     XL
                CPI     XL,0X77
                BREQ    RETURN
                RCALL   BEGIN
                RJMP    TT

;*****************************************
;       DATA   OPERATION PART  2          *
;*****************************************
 EE_PROM2 :     LDI     R_COMPAIR,0XAE
                LDI     BUFFER1 ,0XA0
                LDI     R21 ,0X01
                CLR     ZH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CLR     ZL
        CLR     YH
        CLR     YL
        RJMP    I_WARM



;*********************************************
;           SELLECTION DATA  PART 2          *
;*********************************************
I_RX232 : SBIS   USR,RXC        ;wait until have data in buffer
          RJMP   I_RX232
          IN     R20,UDR        ;read data from buffer
          CPI    R20,'N'
          BREQ   I_OR_0
          RET
I_OR_0  : SBIS   USR,RXC        ;wait until have data in buffer
          RJMP   I_OR_0
          IN     R20,UDR        ;read data from buffer
          CPI    R20,','
          BREQ   I_OR1
          BRNE   I_OR_0

I_OR1   : SBIS   USR,RXC        ;wait until have data in buffer
          RJMP   I_OR1
          IN     R20,UDR        ;read data from buffer
          CPI    R20,'1'
          BREQ   I_OR2
          BRNE   I_OR1

I_OR2 :   SBIS   USR,RXC        ;wait until have data in buffer
          RJMP   I_OR2
          IN     R20,UDR        ;read data from buffer
          CPI    R20,'0'
          BREQ   I_OR3
          BRNE   I_OR2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
I_OR3  : SBIS    USR,RXC        ;wait until have data in buffer
         RJMP    I_OR3
         IN      R20,UDR        ;read data from buffer
         CPI     R20,'0'
         BREQ    I_OR4
         BRNE    I_OR3

I_OR4 :  SBIS    USR,RXC        ;wait until have data in buffer
         RJMP    I_OR4
         IN      R20,UDR        ;read data from buffer
         RET
```

```
;*********************************************
;          INITIAL  PART 2
*********************************************
 I_WARM  : LDI     XL,0X60
 I_START : LDI     ZH,0X00
           LDI     ZL,0X00
 I_CHECK  : RCALL  I_RX232
            CPI    R20,'$'
            BREQ   I_CHECK1
            BRNE   I_CHECK
 I_CHECK1 : RCALL  I_RX232
            CPI    R20,'G'
            BREQ   I_CHECK2
            BRNE   I_CHECK
 I_CHECK2 : RCALL  I_RX232
            CPI    R20,'P'
            BREQ   I_CHECK3
            BRNE   I_CHECK
 I_CHECK3 : RCALL  I_RX232
            CPI    R20,'G'
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                BREQ    I_CHECK4
                BRNE    I_CHECK
I_CHECK4 :      RCALL   I_RX232
                CPI     R20,'L'
                BREQ    I_CHECK5
                BRNE    I_CHECK
I_CHECK5  :     RCALL   I_RX232
                CPI     R20,'L'
                BREQ    I_CHECK6
                BRNE    I_CHECK
I_CHECK6 :      RCALL   I_RX232
                CPI     R20,','
                BREQ    I_CHECK7
                BRNE    I_CHECK
I_CHECK7 :      RCALL   I_RX232
                CPI     R20,'1'
                BREQ    I_CHECK8
                BRNE    I_START
I_CHECK8 :      RCALL   I_RX232
                CPI     R20,'3'
                BREQ    I_PREFIX
                BRNE    I_START
;*********************************************
;           TEMPORARY DATA PART 2           *
;*********************************************
I_PREFIX :      LDI     R20, ','
                OUT     EEARH,ZH        ;assign address eeprom 0000h
                OUT     EEARL,ZL
                OUT     EEDR,R20
                SBI     EECR,2          ;set  bit2 eemwe of ddcr
                SBI     EECR,1
I_PREFIX_1:     SBIC    EECR,1
                RJMP    I_PREFIX_1
                INC     ZL
                RJMP    I_LOOP
I_LOOP   :      RCALL   I_RX232
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            OUT     EEARH,ZH      ;assign address eeprom 0000h
            OUT     EEARL,ZL
            OUT     EEDR,R20
            SBI     EECR,2        ;set  bit2 eemwe of ddcr
            SBI     EECR,1
I_LOOP1  : SBIC    EECR,1
            RJMP    I_LOOP1
            CPI     R20,'A'
            BREQ    I_KEPT
            INC     ZL
            RJMP    I_LOOP
;*********************************************
;   SEND DATA TO MEMORY INTERFACE PART 2  *
;*********************************************
 I_KEPT :   CLR     ZH
            CLR     ZL
 I_LOOP4 : SBIC     EECR,EEWE
            RJMP    I_LOOP4
            OUT     EEARH,ZH    ;00H
            OUT     EEARL,ZL    ;00H
            SBI     EECR,EERE   ;SET  BIT ENABLE
            IN      R20,EEDR
            CPI     R20 ,'.'
            BREQ    I_K
            RCALL   I_YY
            INC     ZL
            RJMP    I_LOOP4
  I_K :     INC     ZL
            LDI     R16,0X03
  I_KK :    SBIC    EECR,EEWE
            RJMP    I_KK
            OUT     EEARH,ZH    ;00H
            OUT     EEARL,ZL    ;00H
            SBI     EECR,EERE   ;SET  BIT ENABLE
            IN      R20,EEDR
            RCALL   I_YY
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        DEC     R16
        BREQ    I_K_1
        INC     ZL
        RJMP    I_KK
I_K_1:  INC     ZL
I_KK_1: SBIC    EECR,EEWE
        RJMP    I_KK_1
        OUT     EEARH,ZH    ;00H
        OUT     EEARL,ZL    ;00H
        SBI     EECR,EERE   ;SET  BIT ENABLE
        IN      R20,EEDR
        CPI     R20,','
        BREQ    I_K_2
        INC     ZL
        RJMP    I_KK_1
I_K_2 : INC     ZL
I_KK_2: SBIC    EECR,EEWE
        RJMP    I_KK_2
        OUT     EEARH,ZH    ;00H
        OUT     EEARL,ZL    ;00H
        SBI     EECR,EERE   ;SET  BIT ENABLE
        IN      R20,EEDR
        CPI     R20,'.'
        BREQ    I_K_3
        RCALL   I_YY
        INC     ZL
        RJMP    I_KK_2
I_K_3:  INC     ZL
        LDI     R16,0X03
I_KK_3 : SBIC   EECR,EEWE
        RJMP    I_KK_3
        OUT     EEARH,ZH    ;00H
        OUT     EEARL,ZL    ;00H
        SBI     EECR,EERE   ;SET  BIT ENABLE
        IN      R20,EEDR
        RCALL   I_YY
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            DEC     R16
            BREQ    I_STAR
            INC     ZL
            RJMP    I_KK_3

;*************************************************
;         MEMORY  INTERFACE PART 2              *
;*************************************************
  I_STAR :  RCALL   DELAY_4SEC  ; DELAY FOR WAITING 4 SEC.
            RJMP    I_START
  I_BEGI :  RCALL   DELAY       ; DELAY FOR START
            SBI     DDR_EE,2
            SBI     DDR_EE,3
            SBI     PORT_EE,2
            SBI     PORT_EE,3
            RCALL   I_WRITE_BYTE
            RET
;*************************************************
;*          WRITE BYTE                           *
;*************************************************

I_WRITE_BYTE: CBI   PORT_EE,2       ;start condition
              CBI   PORT_EE,3
              MOV   TEMP,BUFFER1    ;write command
              RCALL I_TX_BYTE
              RCALL I_ACKNOW        ;wait acknowledge
              BRCS  I_WRITE_BYTE
              MOV   TEMP,YH         ;address high
              RCALL I_TX_BYTE
              RCALL I_ACKNOW        ;wait acknowledge
            BRCS    I_WRITE_BYTE
            MOV     TEMP,YL         ;address low
            RCALL   I_TX_BYTE
            RCALL   I_ACKNOW        ;wait acknowledge
            BRCS    I_WRITE_BYTE
            MOV     TEMP,R20        ;data
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            RCALL   I_TX_BYTE
            RCALL   I_ACKNOW        ;wait acknowledge
            BRCS    I_WRITE_BYTE
            CBI     PORT_EE,2
            SBI     PORT_EE,3       ;stop condition
            SBI     PORT_EE,2
            RCALL   DELAY
            OUT     DDRA,R20
            ADIW    YL,1
            SBRS    YH,3
            RET
            RCALL   I_LOOP5
            RET
I_LOOP5  :  CP      BUFFER1,R_COMPAIR  ;BUFFER =R_COMPAIR(0XAE)
            BREQ    I_LOOP6
            LDI     YH,0X00
            LDI     YL,0X00
            INC     BUFFER1
            INC     BUFFER1
            RET
I_LOOP6  :  LDI     R16,0XF0
            OUT     DDRA,R16
            RJMP    I_LOOP6
```

```
;*****************************************************
;*          CHECK BIT ACKNOWLEDGE BIT                *
;CARRY = 1: FAIL                                      *
;CARRY = 0: PASS                                      *
;*****************************************************
I_ACKNOW:   CBI     DDR_EE,2        ;BIT_SDA input port
            SBI     PORT_EE,2
            SEC
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                SBI     PORT_EE,3
                SBIS    PIN_EE,2
                CLC
                CBI     PORT_EE,3
                SBI     DDR_EE,2        ;BIT_SDA output port
                RET
;************************************************
;*          TX 1 BITE TO 24256                  *
;************************************************

I_TX_BYTE:   LDI     TEMP1,0X08
I_TX_BYTE1:  SBI     PORT_EE,2       ; set sda
             LSL     TEMP
             BRCS    I_TX_BYTE2          ;branch if carry  cary  flag set
             CBI     PORT_EE,2
I_TX_BYTE2:  SBI     PORT_EE,3
             CBI     PORT_EE,3
             DEC     TEMP1
             BRNE    I_TX_BYTE1
             RET

;************************************************
;*          RX 1 BYTE FROM 24256                *
;************************************************
I_RX_BYTE:   CBI     DDR_EE,2
             SBI     PORT_EE,2     ; sda is  high
             LDI     TEMP,0X00
             LDI     TEMP1,0X08
I_RX_BYTE1:  SBI     PORT_EE,3     ;scl  is  high
             SEC
             SBIS    PIN_EE,2
             CLC
             ROL     TEMP
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            CBI     PORT_EE,3
            DEC     TEMP1
            BRNE    I_RX_BYTE1
            SBI     DDR_EE,2
            RET

I_RETURN : OUT      DDRA,R14
            OUT     DDRB,R11
            RJMP    I_WARM
  I_YY   : ST       X,R20
            INC     XL
            CPI     XL,0X76
            BREQ    I_CHECK_REPEAT
            RET

I_CHECK_REPEAT: LDI   XL,0X69
                LD    R15,X+
                LD    R14,X

                LDI   XL,0X74
                LD    R12,X+
                LD    R11,X

                CP    R15,R12
                BRNE  I_QQ
                CP    R14,R11
                BREQ  I_RETURN

          I_QQ: INC     R0
                OUT     DDRB,R0
                LDI     XL,0X69
             ST       X+,R15
             ST       X+,R14
             ST       X+,R12
             ST       X+,R11
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LDI     XL,0X60
I_TT:   LD      R20, X
        INC     XL
        CPI     XL,0X77
        BREQ    I_RETURN
        RCALL   I_BEGIN
        RJMP    I_TT
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมที่ใช้ในการแสดงผลหน้าจอ

```
**************************************************************************
Type DATAGPS
    Lat As String * 10
    Lon As String * 10
    crlf As String * 2
End Type

Dim i As Integer
Dim X As Single
Dim Y As Single
Dim Z As Single
Dim Xa, Ya As Single
Dim Xb, Yb As Single
Dim Xc, Yc As Single

Dim Px, Py As Single
Dim Plotx As Single, Ploty As Single
Dim Pxa, Pya As Single
Dim Pxb, Pyb As Single
Dim Pxc, Pyc As Single
Dim dataVar1 As String
Dim CurrentPosition As Integer
Dim iFileNum As String
Dim Chk As Integer
Dim Buff As Variant
Dim data As String

Private Sub Command1_Click()
  Unload Me
End Sub

Private Sub Command2_Click()
Dim dataVar1 As DATAGPS, CurrentPosition As Integer
    Xa = 10045.9
    Ya = 1344.5
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Xb = 10047.1
Yb = 1343.9
Xc = 10045.9
Yc = 1342.5
Pxa = 0
Pya = 0
Pxb = 800
Pyb = 0
Pxc = 0
Pyc = 600

Dim FileNum As Integer
 FileNum = FreeFile
 With CommonDialog1
  .DialogTitle = "Load Data to Plot"
  .CancelError = False
  .Filter = "All File(*.*)|*.*"
  .ShowOpen
 If Len(.FileName) = 0 Then
  Exit Sub
 End If
 sFile = .FileName
 End With
 Close
 Open CommonDialog1.FileName For Binary As #1
 FileSize = LOF(1)

  CurrentPosition = 1
Do
  Get #1, CurrentPosition, dataVar1
  Picture1.PSet (Plotx, Ploty), QBColor(12)
  Text2.Text = X
  Text1.Text = Y
  'Text4.Text = Format(dataVar1.Time, ("##:##:##"))
  CurrentPosition = Seek(1)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    Y = dataVar1.Lat
    X = dataVar1.Lon

    Picture1.PSet (Plotx, Ploty), QBColor(9)
    Px = Pxb - Pxa
    Py = Pyc - Pya
    Plotx = Pxa + (((X - Xa) * Px) / Abs(Xb - Xa))
    Ploty = Pya + (((Ya - Y) * Py) / Abs(Yc - Ya))
    Text3.Text = Y & " ," & X & Text3.Text
Loop Until CurrentPosition >= LOF(1)
Close #1
End Sub

Private Sub Command3_Click()
If MSComm1.PortOpen Then
  MSComm1.PortOpen = False
  Command3.Caption = "DisConnect"
Else
  MSComm1.PortOpen = True
  Command3.Caption = "Connect"
End If

    Xa = 10045.5
    Ya = 1344.5
    Xb = 10047.9
    Yb = 1343.9
    Xc = 10045.5
    Yc = 1342.5
    Pxa = 0
    Pya = 0
    Pxb = 800
    Pyb = 0
    Pxc = 0
    Pyc = 600

    On Error Resume Next
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  MSComm1.CommPort = 1
  MSComm1.Settings = "19200,N,8,1"
  MSComm1.PortOpen = True
  MSComm1.InputLen = 1
  MSComm1.InBufferCount = 0

 Do
  DoEvents
  Text1.Text = ""
  Text2.Text = ""
  Text3.Text = ""
Do
  DoEvents
  Lat = MSComm1.Input
If Lat = "," Then Exit Do Else
  Text1.Text = Text1.Text + Lat
Loop
  Text3.Text = Text3.Text + Text1.Text
  Y = Text1.Text

Do
  DoEvents
  Lon = MSComm1.Input
If Lon = Chr(13) Then Exit Do Else
  Text2.Text = Text2.Text + Lon
Loop
  Text3.Text = Text3.Text + Text2.Text
  X = Text2.Text
Do
  DoEvents
  data = MSComm1.Input
  Text3.Text = Text3.Text & data
  Loop Until data = Chr(13)
  Picture1.PSet (Plotx, Ploty), QBColor(12)
  Y = Text1.Text
  X = Text2.Text
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  Px = Pxb - Pxa
  Py = Pyc - Pya
  Plotx = Pxa + (((X - Xa) * Px) / Abs(Xb - Xa))
  Ploty = Pya + (((Ya - Y) * Py) / Abs(Yc - Ya))
  DoEvents
Loop
End Sub

Private Sub Command4_Click()
If MSComm1.PortOpen = True Then
  MSComm1.PortOpen = False
  Command3.Caption = "DisConnect"
End If
End Sub

Private Sub Form_Load()
  'Xa = 9950.1        ' Scale of area to plot
  'Ya = 1455.55
  'Xb = 10150.1
  'Yb = 1455.55
  'Xc = 9950.1
  'Yc = 1255.55
  'Pxa = 0            ' Scale Of monitor Display
  'Pya = 0
  'Pxb = 800
  'Pyb = 0
  'Pxc = 0
  'Pyc = 600

  Timer1.Interval = 10
  Picture1.DrawWidth = 5
  Picture1.DrawMode = 13
  Picture1.ScaleMode = 3
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Private Sub mnuAbo_Click()
MsgBox "Anuphong Thongbandit 2M  43015852 " & Chr(13) _
& "Yuttakarn Dumrichop  2M  43015835", vbOKOnly, " Waypoint Keeper Using GPS"
End Sub

Private Sub mnuCon_Click()
 Xa = 10045.5
 Ya = 1344.5
 Xb = 10047.9
 Yb = 1343.9
 Xc = 10045.5
 Yc = 1342.5
 Pxa = 0
 Pya = 0
 Pxb = 800
 Pyb = 0
 Pxc = 0
 Pyc = 600

On Error Resume Next
  MSComm1.CommPort = 1
  MSComm1.Settings = "19200,N,8,1"
  MSComm1.PortOpen = True
  MSComm1.InputLen = 1
  MSComm1.InBufferCount = 0

 Do
  DoEvents
  Text1.Text = ""
  Text2.Text = ""
  Text3.Text = ""
Do
  DoEvents
  Lat = MSComm1.Input
If Lat = "," Then Exit Do Else
  Text1.Text = Text1.Text + Lat
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Loop
  Text3.Text = Text3.Text + Text1.Text
  Y = Text1.Text
Do
  DoEvents
  Lon = MSComm1.Input
If Lon = Chr(13) Then Exit Do Else
  Text2.Text = Text2.Text + Lon
Loop
  Text3.Text = Text3.Text + Text2.Text
  X = Text2.Text
Do
  DoEvents
  data = MSComm1.Input
  Text3.Text = Text3.Text & data
  Loop Until data = Chr(13)

  Picture1.PSet (Plotx, Ploty), QBColor(10)
  Y = Text1.Text
  X = Text2.Text
  Px = Pxb - Pxa
  Py = Pyc - Pya
  Plotx = Pxa + (((X - Xa) * Px) / Abs(Xb - Xa))
  Ploty = Pya + (((Ya - Y) * Py) / Abs(Yc - Ya))
  DoEvents
Loop
End Sub

Private Sub mnuContens_Click()
Dim nRet As Integer
If Len(App.HelpFile) = 0 Then
  MsgBox "Unable to Display Help Contents." & _
  "There is No Help associated with this project.", vbInformation, Me.Caption
Else
  On Error Resume Next
If Err Then
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    MsgBox Err.Description
    End If
  End If
 End Sub
 Private Sub mnuDis_Click()
 If MSComm1.PortOpen = True Then
    MSComm1.PortOpen = False
 End If
 End Sub

 Private Sub mnuExit_Click()
    Close #1
    Unload Me
 End Sub

Private Sub mnuLoad_Click()
   With CommonDialog1
     .DialogTitle = "Load Picture"
     .CancelError = False
     .Filter = "All File(*.*)|*.*"
     .ShowOpen
 If Len(.FileName) = 0 Then
     Exit Sub
 End If
     sFile = .FileName
 End With
     Close
     Open CommonDialog1.FileName For Input As #1
     FileSize = LOF(1)
     Picture1.Picture = LoadPicture(CommonDialog1.FileName)
     Close #1
 End Sub

 Private Sub LoadNewDoc()
    Static lDocomentCount As Long
    Dim frmD As frmDocument
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
If mnuNew.Enabled = True Then
   i = i + 1
   lDocumentCount = lDocumentCount + i
   Set frmD = New frmDocument
   frmD.Caption = "Project" & lDocumentCount
   frmD.Show
End If
End Sub

Private Sub mnuNew_Click()
LoadNewDoc
End Sub

Private Sub mnuOpen_Click()
Dim sFile As String
     With CommonDialog1
    .DialogTitle = "open"
    .CancelError = False
    .Filter = "All File(*.*)|*.*"
    .ShowOpen
If Len(.FileName) = 0 Then Exit Sub
  sFile = .FileName
End With

   Close
   Open CommonDialog1.FileName For Input As #1
   FileSize = LOF(1)
   Picture1.Picture = LoadPicture(CommonDialog1.FileName)
   Close #1
End Sub


Private Sub mnuplot_Click()
   Dim dataVar1 As DATAGPS, CurrentPosition As Integer
   Xa = 10045.5
   Ya = 1344.5
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Xb = 10047.9
Yb = 1343.9
Xc = 10045.5
Yc = 1342.5
Pxa = 0
Pya = 0
Pxb = 800
Pyb = 0
Pxc = 0
Pyc = 600

Dim FileNum As Integer
FileNum = FreeFile
With CommonDialog1
    .DialogTitle = "Load Data to Plot"
    .CancelError = False
    .Filter = "All File(*.*)|*.*"
    .ShowOpen
If Len(.FileName) = 0 Then Exit Sub
    sFile = .FileName
End With
    Close
    Open CommonDialog1.FileName For Binary As #1
    FileSize = LOF(1)
    CurrentPosition = 1
Do
    Get #1, CurrentPosition, dataVar1
    Text2.Text = X
    Text1.Text = Y
     Text3.Text = Y & " ," & X & Text3.Text
    CurrentPosition = Seek(1)
    Y = dataVar1.Lat
    X = dataVar1.Lon
    Px = Pxb - Pxa
    Py = Pyc - Pya
    Plotx = Pxa + (((X - Xa) * Px) / Abs(Xb - Xa))
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    Ploty = Pya + (((Ya - Y) * Py) / Abs(Yc - Ya))
    Picture1.PSet (Plotx, Ploty), QBColor(12)
  Loop Until CurrentPosition >= LOF(1)
  Close #1
  End Sub

Private Sub mnuSaveA_Click()
  Dim FileNum As Integer
  FileNum = FreeFile
    With CommonDialog1
    .DialogTitle = "Save As"
    .CancelError = False
    .Filter = "All File(*.*)|*.txt"
    .ShowSave
  If Len(.FileName) = 0 Then
    Exit Sub
  End If
    sFile = .FileName
  End With
    Close
    Open CommonDialog1.FileName For Append As #FileNum
    Print #1, Text3.Text
    Close #FileNum
  End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้