

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบติดตามรถยนต์

Vehicle Tracking System



ลลิดา ลีวัฒนาถาวรชัย

LALIDA LEEWATTANATAWORNCHAI

วันชาติ อัครนิริยานนท์

WUNCHART AKKARANITIYANON

วีรยุทธ ทรัพย์ประเสริฐ

VEERAYUT SAPPASERT

สิวรักษ์ เตียสุวัตติเศรษฐ์

SIWARAK TIASUWATTISATH

อติชาต มีเจริญ

ATICHAT MEEJAROEN

เลขที่.....
เลขทะเบียน 117377
ม.ค.ค.บ.ปี - 1 ส.ค. 2554

12345143

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Vehicle Tracking System

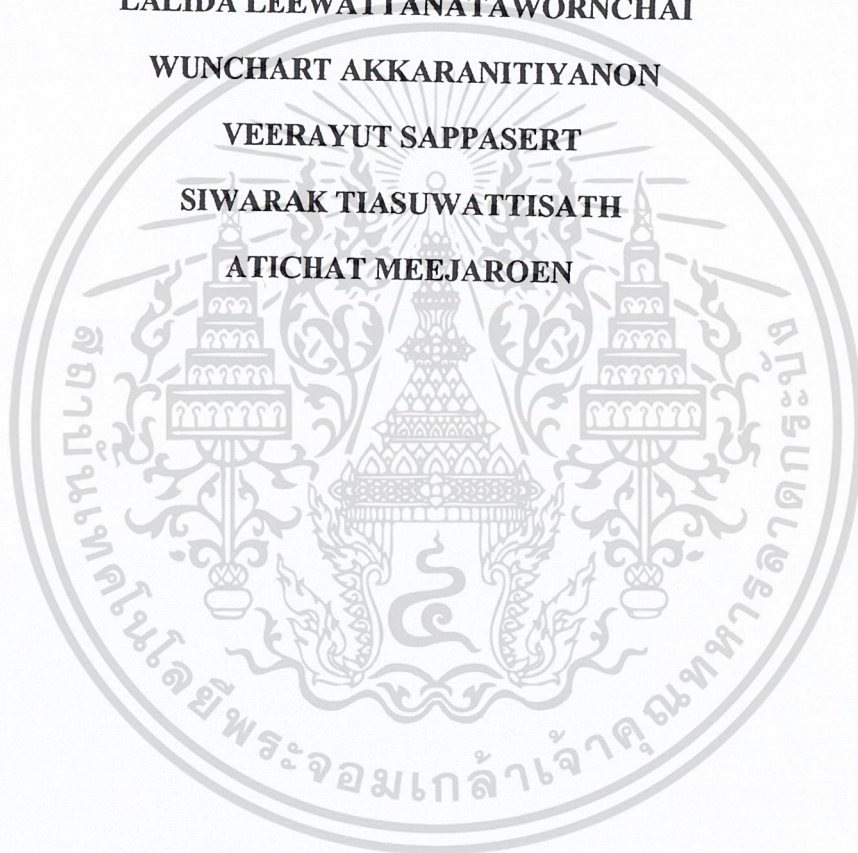
LALIDA LEEWATTANATAWORNCHAI

WUNCHART AKKARANITIYANON

VEERAYUT SAPPASERT

SIWARAK TIASUWATTISATH

ATICHAT MEEJAROEN



THIS THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN INFORMATION ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบติดตามรถยนต์		
นักศึกษา	นางสาวลลิตา	ลีวัฒนาถาวรชัย	รหัสนักศึกษา 50011333
	นายวันชาติ	อัครนิริยานนท์	รหัสนักศึกษา 50011441
	นายวีรยุทธ	ทรัพย์ประเสริฐ	รหัสนักศึกษา 50011503
	นายศิวรักษ์	เตียสุวดีเศรษฐ	รหัสนักศึกษา 50011576
	นายอดิชาต	มีเจริญ	รหัสนักศึกษา 50011822
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.นิกร สุขุมตันติ		
ระดับการศึกษา	ผศ.ไพศาล สิทธิโยภาสกุล		
	ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต		
ภาควิชา	สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ		
ปีการศึกษา	2553		

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับการอนุมัติเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง


.....
(รศ. นิกร สุขุมตันติ)


.....
(ผศ.ไพศาล สิทธิโยภาสกุล)

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบติดตามรถยนต์		
รายชื่อนักศึกษา	นางสาวลลิตา ลีวัฒนาถาวรชัย	รหัสนักศึกษา	50011333
	นายวันชาติ อัครนิธิยานนท์	รหัสนักศึกษา	50011441
	นายวีรยุทธ ทรัพย์ประเสริฐ	รหัสนักศึกษา	50011503
	นายศิวรักษ์ เตียสุวดีเศรษฐ	รหัสนักศึกษา	50011576
	นายอดิชาติ มีเจริญ	รหัสนักศึกษา	50011822
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต		
	สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ		
ภาควิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ		
ปีการศึกษา	2553		
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.นิกร สุขุมตันติ		
	ผศ.ไพศาล สิทธิโยภาสกุล		

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันระบบติดตามตำแหน่งยานพาหนะ (GPS) ซึ่งเป็นระบบบอกพิกัดได้ทั่วโลกถูกใช้เป็นระบบตรวจสอบเส้นทางการเดินทางของยานพาหนะให้กับธุรกิจ เพื่อความปลอดภัยในการติดตามพาหนะคืนในกรณีที่ถูกโจรกรรม

โครงการนี้มีองค์ประกอบด้วยกันสองส่วนได้แก่ ส่วนเซิร์ฟเวอร์และแสดงผลซึ่งทำหน้าที่เป็นหน่วยประมวลผล และส่วนของเครื่องรับตำแหน่งเส้นทางยานพาหนะ ซึ่งติดอยู่กับยานพาหนะเพื่อทำการส่งค่าตำแหน่งเส้นทางการเดินทางโดยผ่านระบบ GPRS และรับคำสั่งตัดระบบไฟฟ้าในยานพาหนะผ่านข้อความสั้น (SMS) ทำให้มีความสามารถในการติดต่อและแสดงผลได้ในเวลาจริง

Thesis Title	GPS Tracking System		
Student	Miss. Lalida	Leewattanatawornchai	Student ID. 50011333
	Mr. Wunchart	Akkaranitiyanon	Student ID. 50011441
	Mr. Veerayut	Sapprasert	Student ID. 50011503
	Mr. Siwarak	Tiasuwattisath	Student ID.50011576
	Mr. Atichat	Meejaroen	Student ID. 50011822
Graduate Level	Bachelor Degree of Information Engineering		
Department	Information Engineering		
Academic Year	2008		
Thesis Advisor	Assoc.Prof. Nikorn	Sukutamantanti	
	Asst.Prof. Paisan	Sithiyopasakul	

ABTRACT

Nowadays the global positioning system that is capable of indicating the location global-wide is used as a vehicle tracking system for security purposes.

This project is composed of two major parts: the server and display is a central processing unit and the vehicle tracking unit that transmits the vehicle route via GPRS for data transfer and receives commands to shutdown electrical system via SMS, resulting in real-time communication and display.

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำโครงการปริญญานิพนธ์นี้ ทางผู้จัดทำได้รับความอนุเคราะห์ช่วยเหลือ ได้รับคำแนะนำ
แนวทางในการดำเนินการ ความช่วยเหลือในด้านสถานที่ และเครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ จากท่าน รศ.นิกร
สุขุมคันติ และ ผศ.ไพศาล สิทธิ โภกาสกุล มาโดยตลอดจนกระทั่งสำเร็จเป็น โครงการงานนี้ขึ้นมา ผู้จัดทำขอ
กราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ที่ได้ให้ความกรุณาไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอกราบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ คณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้กับผู้จัดทำ

ขอขอบคุณเพื่อนๆทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือ และให้คำปรึกษาในการแก้ไขอุปสรรคต่างๆ ให้
ผ่านไปได้ด้วยดี และทำนี่ย่ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา อันเป็นที่เคารพรักยิ่งซึ่งให้การสนับสนุน
พร้อมทั้งให้โอกาสในการศึกษาอย่างเต็มที่และเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา ทำให้ข้าพเจ้าสามารถทำโครงการ
ปริญญานิพนธ์นี้ลุล่วงไปด้วยดี คุณค่าและประโยชน์อันพึงมาจากปริญญานิพนธ์นี้ข้าพเจ้าขอบแต่ผู้มี
พระคุณทุกท่าน

- | | |
|-------------|-----------------|
| นางสาวลลิตา | ลี้วัฒนาถาวรชัย |
| นายวันชาติ | อัคนิธิยานนท์ |
| นายวิรัช | ทรัพย์ประเสริฐ |
| นายศิวรักษ์ | เตียสุวดีเศรษฐ |
| นายอดิชาติ | มีเจริญ |

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VI
สารบัญตาราง	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 แนวคิดและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ	1
1.4 ขั้นตอนการดำเนินการ	2
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้	3
2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์	3
2.2 มาตรฐานพอร์ตอนุกรมแบบ RS-232	6
2.3 GPRS (General Packet Radio Service)	9
2.4 บอร์ดรับส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายโทรศัพท์มือถือ (GSM Module)	13
2.5 GPS (Global Positioning System)	14
2.6 ฐานข้อมูล (Database)	24
2.7 ทฤษฎีของ Object-Role Modeling (ORM)	26
2.8 ภาษาที่ใช้ในการพัฒนาระบบ	33
2.9 Google Maps	35

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 การออกแบบโครงงาน	37
3.1 องค์ประกอบของระบบโดยรวม	37
3.2 ส่วนของเครื่องรับสัญญาณ	38
3.3 ส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์	38
3.4 ส่วนของ GSM Module	40
3.5 ส่วนของวงจรตัดไฟ	41
3.6 การทำงานของระบบโดยรวม	42
3.7 ส่วนประกอบย่อยของระบบ	43
3.8 การต่อวงจรเพื่อหยุดการทำงานของรถยนต์	51
บทที่ 4 ผลการทดลอง	53
4.1 ส่วนแสดงผลที่เกิดขึ้นที่ Webpage	53
4.2 ส่วนการทำงานทางการส่งข้อความสั้น (SMS)	58
บทที่ 5 บทสรุปและวิจารณ์	63
5.1 บทสรุป	63
5.2 บทวิจารณ์	64
5.3 แนวทางการพัฒนา	64
บรรณานุกรม	65
ภาคผนวก	66
ภาคผนวก ก. ขั้นตอนการโปรแกรม	67
ภาคผนวก ข. Data sheet	74

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 โครงสร้าง MCU PIC18F8722	3
2.2 ขั้วต่อพอร์ตอนุกรม RS-232 ทั้ง 2 ช่อง	5
2.3 Jumper	5
2.4 สวิตช์เลือกโหมด	5
2.5 ขั้วต่ออนุกรม 9 ขา หรือแบบ DB-9	7
2.6 ขั้วอนุกรม 25 ขา หรือแบบ DB-25	7
2.7 การต่ออุปกรณ์ภายนอกเข้ากับคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรมแบบ Null Modem	9
2.8 การต่ออุปกรณ์ภายนอกเข้ากับคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรมใช้สายสัญญาณน้อยที่สุดเพียง 3 เส้น	9
2.9 ดาวเทียมโคจรรอบโลก	15
2.10 ตัวอย่างตำแหน่งดาวเทียมในการคำนวณ	17
2.11 สัญลักษณ์ชนิด Entity นักศึกษา	26
2.12 สัญลักษณ์ชนิดคลาส	26
2.13 แสดงความสัมพันธ์แบบหนึ่งหน่วยต่อหลายหน่วย	27
2.14 แสดงความสัมพันธ์แบบหนึ่งหน่วยต่อหนึ่งหน่วย	27
2.15 แสดงความสัมพันธ์แบบหลายหน่วยต่อหลายหน่วย	28
2.16 แสดงความสัมพันธ์แบบสามบทบาทและสี่บทบาท	28
2.17 Combine Entity	28
2.18 แสดงความสัมพันธ์ที่ก่อให้เกิด อีกความสัมพันธ์หนึ่ง	29
2.19 External uniqueness constrains	29
2.20 Mandatory role constrains	29
2.21 Inclusion mandatory role constrains	30
2.22 Subtype constrains	30
2.23 Value constrains	30
2.24 Subset Constrains	31

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.25 Equality constrains	31
2.26 Exclusion constrains	31
2.27 Frequency constrains	32
2.28 Reflexive	32
2.29 Symmetric	32
2.30 Transitive	33
3.1 องค์ประกอบโดยรวมของระบบ	37
3.2 วงจรการเชื่อมต่อ RS-232 กับ PIC18F8722	38
3.3 วงจร PIC18F8722	39
3.4 GSM Module	40
3.5 วงจรตัดไฟ	41
3.6 ฟังก์ชันการทำงานของระบบโดยรวม	42
3.7 Block Diagram ส่วนที่ติดบนบอร์ด	43
3.8 ER-Diagram	45
3.9 gps_data	47
3.10 user_login	48
3.11 แสดงการใส่ Domain Name เพื่อขอ API key	48
3.12 แสดง API Key ที่ได้	49
3.13 Block Diagram ส่วนผู้ใช้งาน	50
3.14 Block Diagram ส่วนผู้ใช้งาน	50
3.15 การตัดไฟเลี้ยงระบบจุลระเบิด	51
3.16 การตัดปั้มน้ำมัน	52
3.17 การต่อวงจร Relay	52
4.1 Webpage หลักของระบบ	53
4.2 หน้า Login เพื่อเข้าสู่ระบบ	54
4.3 การนำอุปกรณ์ไปติดตั้งบนบอร์ด	54

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.4 ระบบแสดงตำแหน่งต่างๆ ที่เก็บค่าได้	55
4.5 ผลการนำตำแหน่งพิกัดที่เก็บค่า Plot ลงใน Google Maps แบบแผนที่	56
4.6 ผลการนำตำแหน่งพิกัดที่เก็บค่า Plot ลงใน Google Maps แบบดาวเทียม	56
4.7 ผลการนำตำแหน่งพิกัดที่เก็บค่า Plot ลงใน Google Maps แบบไฮบริด	57
4.8 หน้าเปลี่ยนรหัสผ่าน เมื่อผู้ใช้งานต้องการเปลี่ยนรหัสผ่าน	57
4.9 เมื่อผู้ใช้ลืมรหัสผ่าน ซึ่งผู้ใช้กรอก email ของผู้ใช้รหัสผ่านจะถูกส่งไปยัง email ที่ผู้ใช้ระบุ	58
4.10 การส่งข้อความสั้นด้วยข้อความ “where” ไปยังอุปกรณ์	59
4.11 ข้อความสั้นตอบกลับของอุปกรณ์มายังโทรศัพท์มือถือที่ส่งข้อความ “where” ไปยังอุปกรณ์	59
4.12 ผลการค้นหาตำแหน่งที่ได้รับด้วย Google Maps	60
4.13 ทำการส่งข้อความสั้นด้วยข้อความ “stop” ไปยังอุปกรณ์	61
4.14 ผลของการสั่งการของ Microcontroller ให้วงจร Relay ทำการตัดไฟ	61
4.15 ข้อความสั้นตอบกลับของอุปกรณ์มายังโทรศัพท์มือถือที่ส่งข้อความ “stop” ไปยังอุปกรณ์	62

VIII

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 คุณสมบัติไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F8722MC	4
2.2 การจัดขาของสัญญาณพอร์ตอนุกรมในรูปแบบต่าง ๆ และหน้าที่การทำงาน	7
2.3 ตารางค่า GPRS แบบ Multi-Slot (Class1-12)	12
2.4 ความหมายของเรคคอร์ด GGA	18
2.5 ความหมายของข้อมูลเรคคอร์ด GLL	19
2.6 ความหมายของข้อมูลเรคคอร์ด GSA	20
2.7 ความหมายของข้อมูลเรคคอร์ด GSV	20
2.8 ความหมายของข้อมูลเรคคอร์ด RMC	21
2.9 ความหมายของข้อมูลเรคคอร์ด VTG	22
2.10 สรุปคุณสมบัติของ 6 เรคคอร์ดหลักใน NMEA Message	22
3.1 gps_data	46
3.2 user_login	46

บทที่ 1

บทนำ

1.1 แนวคิดและที่มาของปัญหา

จากสภาพปัจจุบันมีปัญหาค่าเงินการโจรกรรมรถยนต์เพิ่มขึ้นอยู่ตลอดเวลา อีกทั้งอัตราการได้คืนของรถยนต์จากการถูกโจรกรรมนั้นมีน้อยมาก เนื่องจากระบบนิรภัยที่ติดตั้งบนรถยนต์ในปัจจุบันนั้นมีข้อจำกัดอยู่พอสมควรและมีราคาที่สูงสำหรับอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูง ทำให้ทางบริษัทประกันภัยสูญเสียมูลค่าสินไหมทดแทนแก่รถยนต์ที่ถูกโจรกรรมไปเป็นจำนวนเงินหลายร้อยล้านบาทต่อปี ทำให้เกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจ

ทางคณะผู้จัดทำโครงการจึงคิดที่จะสร้างระบบนิรภัยรถยนต์ที่มีประสิทธิภาพสูงและลดต้นทุนการผลิตระบบนิรภัยรถยนต์ อีกทั้งเพิ่มอัตราการได้คืนรถยนต์จากการถูกโจรกรรม และลดการจ่ายค่าสินไหมทดแทนแก่รถยนต์ที่ถูกโจรกรรม ทำให้เกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจลดน้อยลง

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทำงานของระบบ GPS และ GPRS
2. เพื่อศึกษาและออกแบบระบบนิรภัยในรถยนต์
3. เพื่อศึกษาและออกแบบ Software และ Hardware ที่ใช้ในการทำงาน
4. เพื่อพัฒนาความรู้และประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ และ GSM/GPRS Module

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1.3.1 ขอบเขตด้านฮาร์ดแวร์

- 1.3.1.1 ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F8722 ในการประมวลผลวงจรโดยรวม
- 1.3.1.2 ใช้ GSM/GPRS Module ในการรับส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายโทรศัพท์มือถือ
- 1.3.1.3 ศึกษาและออกแบบวงจรที่ใช้ในการตัดไฟมอเตอร์ขับเคลื่อน

1.3.2 ขอบเขตด้านซอฟต์แวร์

- 1.3.2.1 ใช้ภาษาซีในการควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์
- 1.3.2.2 ใช้โปรแกรม MPLAB ในการเขียนโปรแกรมภาษาซี
- 1.3.2.3 ใช้โปรแกรม HyperTerminal ในการทดสอบรองรับคำสั่ง AT Command

ของโทรศัพท์มือถือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารทูลงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.2.4 ใช้โปรแกรม PICkit สำหรับดาวน์โหลดโปรแกรมภาษาซีลงในไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่าน Port USB ของเครื่องคอมพิวเตอร์ เข้ามายังบอร์ด PIC Stamp 18F8722 (ICD2) ทางขั้วมาตรฐาน RJ-11 (ICD2)

1.3.2.5 ใช้โปรแกรม XAMPP ในการจำลอง Web server

1.3.2.6 ใช้โปรแกรม FileZilla ในการอัปโหลดฐานข้อมูลไปยัง Web server

1.4 ขั้นตอนการดำเนินการ

ในการดำเนินการได้แบ่งขั้นตอนการดำเนินการออกเป็นส่วนๆ ดังนี้

1.4.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูล

- ศึกษาคู่มือบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์
- ศึกษาการออกแบบวงจรดิจิทัลและการใช้งาน
- ศึกษาการใช้ภาษาซีเพื่อควบคุม PIC18F8722
- ศึกษา AT Command เพื่อสั่งงาน GSM Module จากคู่มือ
- ศึกษาการใช้งานโปรแกรม XAMPP
- ศึกษาการใช้งานโปรแกรม FileZilla

1.4.2 การออกแบบ

การออกแบบเน้นเรื่องความสะดวกในการใช้งานและขนาดที่เหมาะสมสำหรับติดตั้งบนรถยนต์

1.4.3 การสร้างตัวอุปกรณ์

- เขียนโปรแกรมของระบบโดยรวมเพื่อแสดงให้เห็นถึงการเชื่อมต่อและการทำงานโดยรวมของอุปกรณ์ต่างๆ
- ต่อวงจรและเขียนโปรแกรมเพื่อทดสอบการทำงานของวงจรในแต่ละส่วน

1.4.4 การทดลอง

- ทำการทดลองรันโปรแกรมในส่วนของวงจรโดยรวมทั้งหมด

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นต้นแบบในการนำไปสร้างระบบติดตามและระบบนิรภัยบนรถยนต์
2. เพิ่มอัตราการได้คืนของรถยนต์ที่ถูกโจรกรรม
3. ลดค่าสินไหมทดแทนของทางบริษัทประกันที่จ่ายให้กับรถยนต์ที่ถูกโจรกรรม
4. ได้ระบบติดตามและระบบนิรภัยรถยนต์ที่มีประสิทธิภาพสูงนำไปใช้งานได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F8722MC

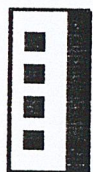
คุณสมบัติ	PIC18F8722
Operating Frequency	DC – 40 MHz
Program Memory (Bytes)	128K
Data Memory (Bytes)	3936
Data EEPROM Memory (Bytes)	1024
Interrupt Sources	29
I/O Ports	Ports A, B, C, D, E,F, G, H, J
Timers	5
Capture/Compare/PWM Modules	2
Enhanced Capture/Compare/PWM Modules	3
Enhanced USART	2
Serial Communications	MSSP, Enhanced USART
Parallel Communications (PSP)	Yes
10-bit Analog-to-Digital Module	16 Input Channels
Resets (and Delays)	POR, BOR,RESET Instruction, Stack Full, Stack Underflow (PWRT,OST), MCLR(optional), WDT
Programmable High/Low-Voltage Detect	Yes
Programmable Brown-out Reset	Yes
Packages	80-pin TQFP
Instruction Set	75 Instructions; 83 with Extended Instruction Set enabled

2.1.1 โครงสร้างและการจัดสรร Port I/O ของบอร์ด

2.1.1.1 แหล่งจ่ายไฟ ขั้วต่อแหล่งจ่ายไฟ VDC +5V แบบ 2 Pin สำหรับจ่ายไฟให้กับบอร์ด โดยห้ามป้อนไฟเกิน 5VDC

2.1.1.2 ขั้วต่อพอร์ตอนุกรม RS-232 มีขั้วต่อสำหรับพอร์ตอนุกรม RS-232 อยู่ด้วยกัน 2 ช่อง ดังแสดงในรูปที่ 2.2

RS232-CH1



VCC
RXD
TXD
GND

TXD = RC6 RXD = RC7

RS232-CH2

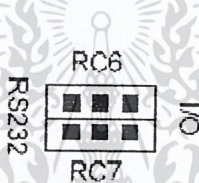


VCC
RXD
TXD
GND

TXD = RG1 RXD = RG2

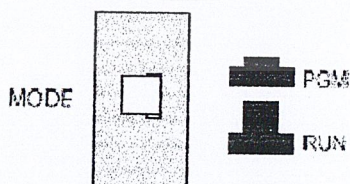
รูปที่ 2.2 ขั้วต่อพอร์ตอนุกรม RS-232 ทั้ง 2 ช่อง

2.1.1.3 Jumper สำหรับเลือกการเชื่อมต่อสัญญาณระหว่าง ขาสัญญาณ I/O คือ RC6/TX และ RC7/Rx กับวงจรไคร์เวอร์ 3232 ดังแสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 Jumper

2.1.1.4 สวิตช์เลือกโหมด สวิตช์สำหรับใช้ในการเลือกโหมด Run และ PGM สวิตช์นี้เมื่อกดมาที่ตำแหน่ง PGM จะทำหน้าที่ตัดต่อสัญญาณที่ใช้ในการโปรแกรมโค้ดข้อมูลเข้ากับเครื่องโปรแกรม เพื่อทำการโปรแกรมข้อมูล โปรแกรมที่เราออกแบบ และเมื่อกดปล่อยกลับมาที่ตำแหน่ง Run ขาสัญญาณต่างๆ จะกลับมาเป็น I/O ใช้งานได้ตามปกติ ดังแสดงในรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 สวิตช์เลือกโหมด

2.1.1.5 RESET Switch สำหรับกดเพื่อทำการรีเซ็ตโปรแกรม

2.1.1.6 **ขั้วต่อสัญญาณการโปรแกรม** เป็นขั้วต่อที่จัดเรียงขาสัญญาณต่างๆ ตามรูปแบบมาตรฐานของ ICD2 สามารถเชื่อมต่อกับเครื่องโปรแกรมที่มีมาตรฐานเดียวกันกับ ICD2

2.2 มาตรฐานพอร์ตอนุกรมแบบ RS-232

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

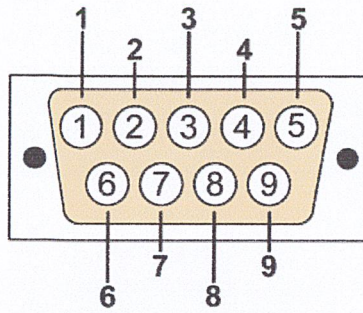
มาตรฐาน RS-232 ถูกใช้ในการกำหนดรูปแบบการสื่อสารข้อมูลระหว่างอุปกรณ์เชื่อมต่อข้อมูล (Data Terminal Equipment: DTE) กับวงจรข้อมูลปลายทาง (Data Circuit Terminating: DCE) อุปกรณ์ DTE จะต้องเป็นอุปกรณ์ที่มีการประมวลผลในตัว เช่น ไมโครคอนโทรลเลอร์หรือไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีความสามารถในการสร้างบิตข้อมูลแบบอนุกรมได้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

ข้อแตกต่างของอุปกรณ์ DTE และอุปกรณ์ DCE อย่างหนึ่งที่เราเห็นได้ชัด คือ ขั้วต่อของ DTE จะเป็นตัวผู้ ส่วนขั้วต่อของ DCE จะเป็นตัวเมีย โดยพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ที่ใช้กันอยู่โดยทั่วไปจะเป็นแบบ DTE ส่วนขั้วต่อที่อยู่ในโมเด็มจะเป็นแบบ DCE

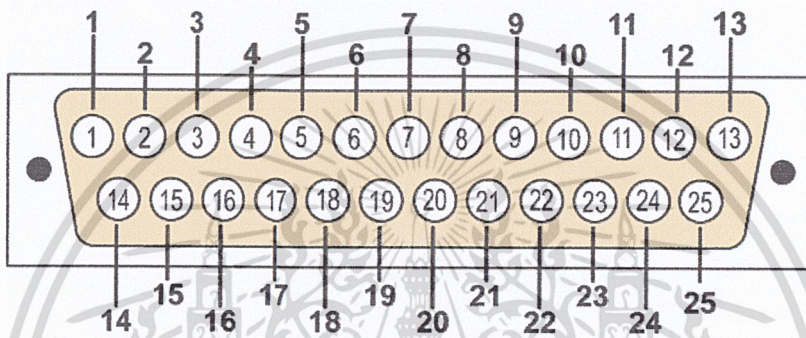
สำหรับการใช้งานคอมพิวเตอร์ พอร์ตอนุกรม RS-232 ถูกใช้เพื่อเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์กับโมเด็ม เมาส์ และเครื่องพิมพ์ที่สามารถใช้พอร์ตอนุกรมในการติดต่อได้

2.2.1 ขั้วต่อสำหรับพอร์ต RS-232 และการเชื่อมต่อ

มาตรฐานการเชื่อมต่อแบบ RS-232 จะใช้ขั้วต่อแบบ DB-25 ตัวผู้ดังรูปที่ 2.6 หรือ DB-9 ตัวผู้ดังรูปที่ 2.5 ซึ่งขั้วต่อแบบ DB-25 จะมีขาใช้งานเพียง 9 เส้น เช่นเดียวกับขั้วต่อแบบ DB-9 เนื่องจากขาอื่น ๆ ที่เคยมีการใช้งานมาในอดีต ในปัจจุบันไม่ค่อยมีความสำคัญมากนักจึงถูกยกเลิกไป ในรูปที่ 2.5 และรูปที่ 2.6 นั้นแสดงตำแหน่งขาต่าง ๆ ของขั้วต่อทั้งสองแบบ โดยเป็นภาพที่มองจากด้านหลังคอมพิวเตอร์และสำหรับตารางที่ 2.2 แสดงหน้าที่การทำงานของขาต่างๆในขั้วต่อทั้งสองแบบ



รูปที่ 2.5 ขั้วต่ออนุกรม 9 ขา หรือแบบ DB-9

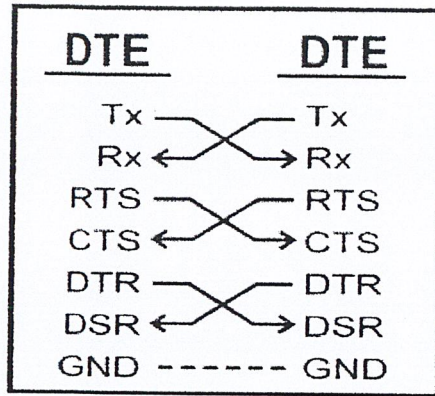


รูปที่ 2.6 ขั้วอนุกรม 25 ขา หรือแบบ DB-25

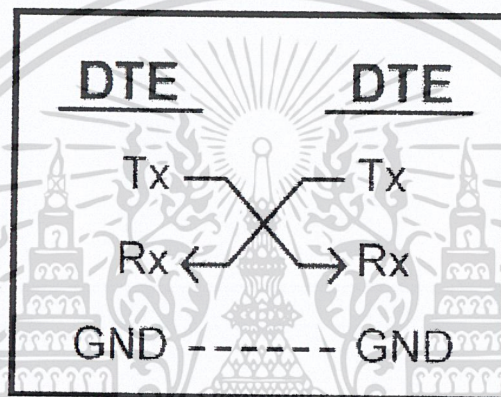
ตารางที่ 2.2 การจัดขาของสัญญาณพอร์ตอนุกรมในแบบต่างๆ และหน้าที่การทำงาน

ขั้วต่อ DB-9	ขั้วต่อ DB-25	ชื่อของสายสัญญาณ	ชนิดของสายสัญญาณ
1	8	Data Carrier Detect : DTC	Input
2	3	Received Data : RXD	Input
3	2	Transmitted Data : TXD	Output
4	20	Data Terminal Ready : DTR	Output
5	7	Single Ground : GND	-
6	6	Data Set Ready : DSR	Input
7	4	Request To Send : RTS	Output
8	5	Clear To Send : CTS	Input
9	22	Ring Indicator : RI	Input

- ขา Data Carrier Detect: DCD หรืออาจจะเรียกว่า Carrier Detect: CD ขานี้จะทำงานเมื่อมีการส่งสัญญาณพาหะจากอุปกรณ์สื่อสารข้อมูลต่างๆ เช่น โมเด็ม สำหรับการใช้งานในรูปแบบปกติ ขานี้จะไม่ถูกนำมาใช้งานมากนัก
- ขา Receive Data: RD หรือ RXD ขานี้ใช้เพื่อรับสัญญาณอนุกรมเข้ามายังคอมพิวเตอร์ โดยจะนำข้อมูลที่อ่านได้ไปเก็บไว้ในรีจิสเตอร์บัฟเฟอร์
- ขา Transmitted Data: TD หรือ TXD ขานี้ใช้เพื่อส่งข้อมูลอนุกรมออกจากคอมพิวเตอร์ โดยทำการส่งข้อมูลที่เก็บอยู่ในบัฟเฟอร์สำหรับส่งข้อมูลส่งออกไป
- ขา Data Terminal Ready: DTR เป็นขาเอาต์พุตที่ใช้สำหรับรับส่งสัญญาณออกจากคอมพิวเตอร์เพื่อให้อุปกรณ์ปลายทางรับรู้ว่าการติดต่อกับอุปกรณ์ปลายทาง โดยขา DTR นี้จะต้องเชื่อมกับขา DSR ของอุปกรณ์ปลายทาง และขา DTR ของอุปกรณ์ปลายทางจะต้องเชื่อมต่อกับขา DSR ของคอมพิวเตอร์ และถ้าใช้การเชื่อมต่อแบบ 3 สาย ต้องเชื่อมต่อขา DTR และ DSR ของพอร์ตอนุกรมเข้าด้วยกัน และจะต้องเชื่อมต่อเข้ากับขา DCD ด้วยในกรณีที่โปรแกรมสื่อสารที่ใช้มีการตรวจจับสัญญาณพาหะ
- ขา Single Ground: GND เป็นขาราวด์ของสัญญาณ
- ขา Data Set Ready: DSR ขานี้ใช้ควบคู่กับขา DTR เพื่อตรวจสอบการเชื่อมต่อกันระหว่างคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ปลายทาง ซึ่งขา DSR นี้จะเป็นขาสำหรับรับข้อมูลจากภายนอก
- ขา Request To Send: RTS เป็นขาเอาต์พุตสำหรับส่งสัญญาณร้องขอให้อุปกรณ์ปลายทางส่งข้อมูลมาให้คอมพิวเตอร์โดยขาที่รับสัญญาณ RTS ก็คือ ขา CTS ซึ่งในกรณีที่มีการเชื่อมต่อแบบ 3 สาย จะต้องเชื่อมต่อขา RTS และ CTS เข้าด้วยกัน เพื่อให้การรับและส่งข้อมูลสามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา
- ขา Clear To Send: CTS เป็นขาอินพุตทำหน้าที่รอรับสัญญาณที่ส่งเข้ามา เมื่อมีการส่งสัญญาณเข้ามาที่ขานี้ ข้อมูลที่ขา TXD จะถูกส่งออกไป ขานี้จะใช้เพื่อตรวจสอบอุปกรณ์ต่อพ่วงว่าพร้อมที่จะรับข้อมูลแล้วหรือไม่
- ขา Ring Indicator: RI ใช้แสดงสถานะสัญญาณเรียกสายโทรศัพท์ ในการสื่อสารโดยทั่วไปขานี้จะไม่ถูกใช้งาน จะใช้งานก็ต่อเมื่อมีการเชื่อมต่อกับโมเด็มแล้วยังมีความต้องการตรวจสอบสัญญาณเรียกสายโทรศัพท์



รูปที่ 2.7 การต่ออุปกรณ์ภายนอกเข้ากับคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรมแบบ Null Modem



รูปที่ 2.8 การต่ออุปกรณ์ภายนอกเข้ากับคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรมใช้สายสัญญาณน้อยที่สุดเพียง 3 เส้น

สำหรับการเชื่อมต่อสายระหว่างคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอกแสดงดังรูปที่ 2.7 และรูปที่ 2.8 ลูกศรในรูปแสดงถึงทิศทางของข้อมูลการเชื่อมต่อ การเชื่อมต่อในรูปที่ 2.7 เป็นการเชื่อมต่อแบบ Null Modem หรือการเชื่อมต่อโดยตรง โดยไม่ต้องผ่านโมเด็ม ส่วนการเชื่อมต่อในรูปที่ 2.8 เป็นการเชื่อมต่อโดยสัญญาณน้อยสุดเพียง 3 เส้น โดยเส้นหนึ่งสำหรับส่งข้อมูล อีกเส้นสำหรับรับข้อมูล และเส้นสุดท้ายเป็นกราวด์

2.3 GPRS (General Packet Radio Service)

GPRS เป็นเทคโนโลยีโครงข่ายโทรศัพท์ที่ถูกพัฒนาขึ้นจากพื้นฐานของระบบ GSM จะทำงานอยู่ในรูปแบบ Package-Switched ซึ่งจะแตกต่างจากระบบที่เราใช้เสียงโทรคุยกันปกติที่เรียกว่า Circuit-Switched

ระบบ Circuit-Switched จะเป็นระบบที่ใช้สำหรับติดต่อสื่อสารของสัญญาณเสียงแบบที่ใช้โทรศัพท์โทรคุยกันปกติ โดย Circuit-Switched นี้จะมีช่องสัญญาณอยู่หลายช่อง เมื่อจะทำการติดต่อจะต้องมีการจองช่องสัญญาณก่อน 1 ช่อง แล้วจึงจะสามารถเชื่อมต่อสัญญาณระหว่างโทรศัพท์เมื่อวางสาย ช่องสัญญาณนั้นก็จะถูกยกเลิก แล้วปล่อยว่างไว้ให้ผู้อื่นสามารถใช้งานต่อไปได้

แต่ในระบบ Package-Switched จะสามารถใช้ช่องสัญญาณเดียวกับผู้อื่นได้ ไม่ต้องมีการจองช่องสัญญาณก่อนเหมือนระบบ Circuit-Switched โดยข้อมูลเสียงจะถูกแบ่งออกก่อน เป็นข้อมูลย่อยๆ หลายๆ ข้อมูล เรียกว่า package ในแต่ละ package จะมีหมายเลขประจำตัวอยู่ ซึ่ง Package จะถูกส่งเข้าไปที่ช่องสัญญาณรวม ในช่องสัญญาณ 1 ช่องก็อาจจะมี Package เสียงอื่นๆ รวมรวมอยู่ในนี้ได้ หลังจากนั้น เมื่อถึงปลายทาง package แต่ละตัวจะทราบว่าจุดหมายอยู่ที่ใด และจะต้องไปรวมกลุ่มกับ package ใด เพื่อประกอบกันเป็นข้อมูลเสียงเดิม เพื่อให้ปลายทางสามารถรับข้อมูลที่ถูกต้องตรงกับข้อมูลที่ส่งได้

โดย GPRS มีความสามารถในการส่งข้อมูลผ่านทางโทรศัพท์มือถือได้ด้วยความเร็วในระดับ 171.2 kbps (ขณะที่โทรศัพท์มือถือดิจิทัลธรรมดาส่งได้ด้วยความเร็ว 9.6 Kbps) ซึ่งความเร็วที่สูงระดับนี้สามารถรองรับกับการใช้งานอินเทอร์เน็ตได้อย่างง่ายดาย ได้อย่างไม่มีปัญหา GPRS ได้ถูกกำหนดเป็นมาตรฐาน และมีกำหนดการที่จะออกใช้งานทั่วโลก โดยเริ่มมีการวางระบบเพื่อรองรับการใช้งานตั้งแต่ปี 2000 โดยในปี 2001 นั้นได้มีการเริ่มทดสอบให้บริการที่ความเร็ว 56 Kbps และ 112 Kbps โดยทั้งหมดจะทำงานอยู่บนเครือข่ายโทรศัพท์ GSM เดิม

GPRS คืออะไร

- เทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นบนเครือข่ายเดิมเพื่อให้การส่งข้อมูลมีความรวดเร็วและสะดวกยิ่งขึ้น
- เทคโนโลยีการส่งข้อมูลแบบรวดเร็ว ซึ่งใช้ได้กับเครือข่ายระบบ GSM ช่วยเพิ่มความรวดเร็วให้การติดตั้ง และทำให้ระยะเวลาในการส่งข้อมูลรวดเร็วยิ่งขึ้น
- เทคโนโลยีที่สร้างขึ้นมาเพื่อการใช้ Mobile Internet ด้วยความสะดวกยิ่งขึ้น ทำให้สามารถทำธุรกรรมต่างๆ ได้อย่างสะดวกและง่ายดายผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่
- นวัตกรรมใหม่ที่ทำให้การส่งข้อมูลมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น ด้วยการเพิ่มความเร็วจากเดิมเพียง 9.6 Kbps เป็น 40 Kbps ช่วยให้สามารถเชื่อมต่อทางอินเทอร์เน็ตได้ภายในระยะเวลาอันสั้น ได้ในทุกสถานที่ ทุกเวลา
- การส่งข้อมูลแบบใหม่ในรูปแบบของมัลติมีเดียซึ่งจะประกอบไปด้วยรูปภาพที่เป็นกราฟฟิก เสียงและวิดีโอ เช่นการใช้ Video Conference

2.3.1 คุณสมบัติเด่นหลัก ๆ ของระบบ GPRS คือ

- การโอนถ่ายข้อมูลที่มีความสามารถในการ รับ-ส่งผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ สูงถึง 9-40 kbps ซึ่งจะทำให้สามารถรับ-ส่งข้อมูลที่เป็น VDO Mail หรือ ภาพเคลื่อนไหวต่าง ๆ ได้ พร้อมทั้งเชื่อมต่อกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้เร็ว และมี ประสิทธิภาพมากกว่าเดิมรวมถึงการ Download/Upload ได้ง่ายยิ่งขึ้น
- Always On การเชื่อมต่อเครือข่ายและโอนถ่ายข้อมูลสามารถดำเนินต่อไปได้ แม้ ในขณะที่มีสายติดต่อเข้ามาก็ตาม จึงทำให้การโอนถ่ายข้อมูลไม่ขาดตอนลง
- Wireless Internet ที่เชื่อมต่อเข้ากับ Terminal เช่น PDA หรือ Notebook สามารถ ที่จะโอนถ่ายข้อมูลได้เร็วขึ้นจากที่เคยเป็นอยู่

2.3.2 ประโยชน์ของ GPRS

- รวดเร็วยิ่งขึ้น - GPRS จะช่วยให้การเชื่อมต่อ และรับข้อมูลต่าง ๆ ผ่าน อินเทอร์เน็ตด้วยระยะเวลาที่รวดเร็วกว่าโทรศัพท์เคลื่อนที่ในระบบ GSM ทัวไป ทำให้การเข้าสู่ web หรือการรับส่งe-mail เป็นไปอย่างสะดวก และง่ายดาย
- คุ่มค่า - เพราะมีค่าใช้จ่ายน้อยแต่ได้รับผลตอบแทนจากการรับ-ส่งข้อมูลมากมาย
- นำใช้งาน - GPRS ทำให้สามารถรับข้อมูลได้ในทุกรูปแบบไม่ว่าจะเป็นใน รูปแบบข้อความ หรือรูปแบบมัลติมีเดีย ซึ่งประกอบไปด้วยรูปภาพ เสียง และ วิดีโอ ทำให้การติดต่อสื่อสารผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มีความแปลกใหม่น่าสนใจ

2.3.3 GPRS Class

GPRS Class เป็นคุณสมบัติเฉพาะของระดับความเร็วในการรับ-ส่งข้อมูลที่สามารถทำได้ โดยจะมีอยู่ทั้งหมด 12 Class (1-12) หากตัวเลข Class ยิ่งมาก ความเร็วในการรับ-ส่งข้อมูลก็จะยิ่ง มากขึ้นด้วย

ตารางที่ 2.3 ตารางค่า GPRS แบบ Multi-Slot (Class1-12)

Class	Downlink Slot	Uplink Slot	Active Slot
1	1	1	2
2	2	1	3
3	2	2	3
4	3	1	4
5	2	2	4
6	3	2	4
7	3	3	4
8	4	1	5
9	3	2	5
10	4	2	5
11	4	3	5
12	4	4	5

ตัวอย่างเช่น หากในคุณสมบัติระบุไว้ว่า GPRS 4+2 (Downlink=4, Uplink=2) ก็จะเทียบได้กับ GPRS Class 10

จำนวนของ Time-Slot โดยความถี่ของระบบ GSM จะมีทั้งหมด 8 Time-Slot ซึ่งในการโทรเข้าและโทรออกปกติจะใช้ 1 Time-Slot (ต่อ 1 หมายเลขโทรศัพท์)

2.3.4 ค่า Active Slot

ค่า Active Slot คือค่าที่แสดงจำนวน Time Slot ที่ GPRS Class นั้นๆ สามารถใช้ได้สูงสุดในเวลาหนึ่งๆ สำหรับการทำการรับและส่งข้อมูลไปพร้อมๆกัน เพื่อช่วยให้เกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้นตัวอย่างเช่นที่ Class 10 จะเห็นได้ว่าสามารถรับข้อมูล (Downlink) ได้สูงสุด 4 Slot และส่งข้อมูล (Uplink) ได้สูงสุด 2 Slot ซึ่งเมื่อรวมกันแล้วเป็น 6 Slot แต่เมื่อดูที่ Active Slot จะมีเพียงแค่ 5 Slot เท่านั้น ดังนั้นจึงต้องมีการเลือกที่จะให้ความสำคัญกับการรับข้อมูลหรือการส่งข้อมูล มากกว่ากัน โดยที่เมื่อรวมกันแล้วต้องมีค่าไม่เกิน 5 Slot (จำนวน Active Slot) ทั้งการรับและส่งในการติดต่อสื่อสารนอกจากการระบุข้างต้นแล้ว ยังมีการระบุเป็น Class A, Class B, Class C อีกด้วย คลาสที่แบ่งเป็น A B C นี้จะบอกความสามารถในการเชื่อมต่อ กับการตัดสัญญาณใน ด้าน Voice หรือการเลือกใช้งาน

Class A สามารถใช้ทั้ง 2 ส่วนในเวลาเดียวกันได้ คือสามารถคุยโทรศัพท์ไปพร้อมกับขณะที่ใช้การเชื่อมต่อได้

Class B เป็นการเลือกใช้อย่างใดอย่างหนึ่งในช่วงเวลา ขณะที่ใช้ Voice จะไม่สามารถใช้ Data ได้ แต่การใช้งานก็ไม่ได้เป็นการสิ้นสุดลงทันที แต่เป็นการหยุดชั่วคราวเท่านั้น เมื่อใช้งาน Voice เรียบร้อยแล้ว ก็จะสามารถกลับมาใช้งานในส่วนของ Data ได้ ยกตัวอย่างเช่น เมื่อมีการเชื่อมต่อ GPRS/EDGE แล้วมีสายสนทนาเข้า สามารถทำการสนทนาได้จนจบ เมื่อวางสายแล้วการเชื่อมต่อ GPRS/EDGE ก็จะกลับมาใช้ได้ปกติ

Class C ในคลาสซีนี้จะต้องเลือกใช้อย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น โดยต้องออกจากอย่างหนึ่งก่อนจึงจะสามารถใช้อีกอย่างได้

2.4 บอร์ดรับส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายโทรศัพท์มือถือ (GSM Module)

บอร์ด GSM/GPRS Module เป็นบอร์ดใช้สำหรับรับส่งข้อมูลผ่านทางเครือข่ายโทรศัพท์มือถือ การต่อใช้งานต้องต่อใช้งานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านการสื่อสารข้อมูลทาง RS-232 เพื่อใช้ในการสั่งงานด้วยคำสั่ง AT Command โดยจุดเด่นของบอร์ดนี้คือสามารถสั่งการโทรออก-รับสาย, การส่งข้อความสั้น (Short Message Service), การรับ-ส่งข้อมูลผ่านทางระบบ GPRS และการทำเป็นโมเด็มไร้สาย (Wireless modem) การจัดสรร Port I/O ของบอร์ดได้ต่อ Port RS-232 ไว้สำหรับใช้งานจำนวน 3 Port แหล่งจ่ายไฟของบอร์ดสามารถเลือกต่อกับขั้ว Connector แบบ CPA ขนาด 2 ขา หรือจะต่อผ่านขั้ว Connector แบบ Adaptor จ่ายไฟก็ได้ โดยการแสดงผลการทำงานของแหล่งจ่ายไฟและสถานะการทำงานให้ทราบด้วย LED

2.4.1 คุณสมบัติด้านวิทยุ

- Quad Band GSM/GPRS Radio Device 850/900/1800/1900 MHz
- Mobile Class B
- Extended measurement reporting
- Compliant with 3GPP release 99 protocol stack
- Short Message Service (SMS)
- Cell broadcast

2.4.2 คุณสมบัติด้านการเชื่อมต่อ

- Dual microphone inputs and speaker outputs
- Up to 12 x programmable general purpose I/Os
- 4 x ADC inputs, 1 x buzzer output
- Real time clock with alarm output

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 2 x UARTs Connectivity Serial baudrate from 1200 to 460,800 bits/s
- USB 2.0 Full speed end point compliant
- MMCX RF connector
- ภาใช้งานจำนวน 60 ภา
- ควบคุมด้วย AT command

2.4.3 คุณสมบัติด้าน Data/GPRS

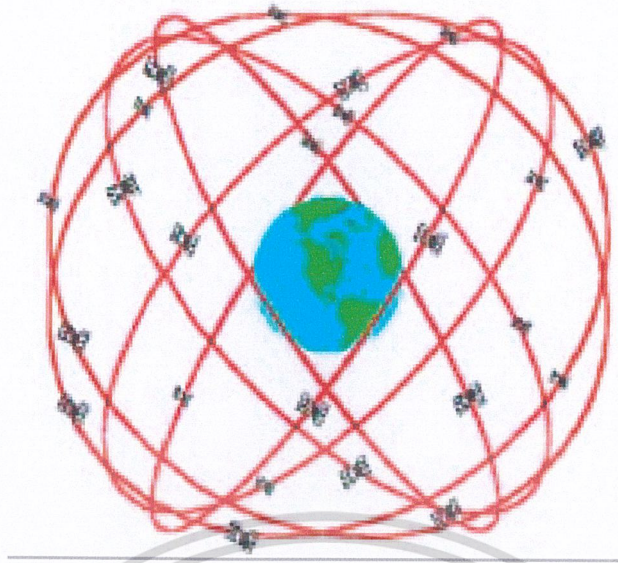
- GPRS Class 10
- Transparent and non-Transparent CSD up to 9.6kbps
- Modem type; V21, V22, V33, V22bis, V26ter, V32, V34, V24
- V42bis compression
- GSM supplementary services supported
- GSM 27.010 multiplexing protocol
- USSD
- TCP/UDP/IP protocol stack
- Dynamic & Static IP address allocation
- PPP protocol

2.4.4 คุณสมบัติอื่นๆ

- SIM application toolkit class 2
- 1.8/3V SIM interface with SIM detection
- LED output
- ใช้งานได้ที่อุณหภูมิ -30 ถึง +75 องศาเซลเซียส

2.5 GPS (Global Positioning System)

เป็นระบบบอกพิกัดผ่านทางดาวเทียมซึ่งดาวเทียมจะโคจรสูงจากระดับพื้นโลกประมาณ 20,200 กิโลเมตร ดาวเทียมเหล่านี้จะส่งสัญญาณให้กับเครื่องลูกข่าย เพื่อบอกพิกัด ตำแหน่ง บนผิวโลกได้ตลอด 24 ชั่วโมง โดยอาศัยการคำนวณพิกัดจากดาวเทียมระบุตำแหน่งที่โคจรรอบโลก 24 ดวง โดยในช่วงแรกการใช้งานนั้น GPS จะถูกจำกัดอยู่ในทางการทหาร แต่ต่อมาทางสหรัฐอเมริกาซึ่งเป็นผู้สร้างและดูแลเครือข่ายดาวเทียมเหล่านี้ ได้ทำการปลดล็อกดาวเทียม เพื่อให้สามารถใช้ได้ นอกเหนือจากการทหาร จึงเริ่มมีการใช้งานกว้างขวางขึ้น เช่น ใช้ในระบบการขนส่ง การสำรวจ ทรัพยากรธรรมชาติ การทำแผนที่ และในปัจจุบันการท่องเที่ยว ก็มีการนำ GPS มาใช้ในการเดินป่า



รูปที่ 2.9 ดาวเทียมโคจรรอบโลก

ที่มาของภาพต้นฉบับ : ความรู้เรื่อง GPS, <<http://www.global5thailand.com/thai/gps.htm>>

2.5.1 องค์ประกอบของ GPS ประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลัก คือ

2.5.1.1 ส่วนอวกาศ (สำหรับส่งข้อมูลของตำแหน่งลงจากอวกาศ) ประกอบด้วย
เครือข่ายดาวเทียม 3 ค่าย คือ

อเมริกา รัสเซีย ยุโรป ของอเมริกา ชื่อ NAVSTAR (Navigation Satellite Timing and Ranging GPS) มีดาวเทียม 28 ดวง ใช้งานจริง 24 ดวง อีก 4 ดวงเป็นตัวสำรอง บริหารงาน
โดย Department of Defense มีรัศมีวงโคจรจากพื้นโลก 20,162.81 กม.หรือ 12,600 ไมล์
ดาวเทียมแต่ละดวงใช้เวลาในการโคจรรอบโลก 12 ชั่วโมง

ยุโรป ชื่อ Galileo มี 27 ดวง บริหารงานโดย ESA หรือ European Satellite Agency
พร้อมใช้งานในปี 2008

รัสเซีย ชื่อ GLONASS หรือ Global Navigation Satellite บริหารโดย Russia VKS
(Russia Military Space Force)

ภาคประชาชนทั่วโลกสามารถใช้ข้อมูลจากดาวเทียมของทางอเมริกา (NAVSTAR) ได้ฟรี
เนื่องจากนโยบายสิทธิการเข้าถึงข้อมูลและข่าวสารสำหรับประชาชนของรัฐบาลสหรัฐ จึงเปิดให้
ประชาชนทั่วไปสามารถใช้ข้อมูลดังกล่าวในระดับความแม่นยำที่ไม่เป็นภัยต่อความมั่นคงของรัฐ
กล่าวคือ มีความแม่นยำในระดับบวก / ลบ 10 เมตร

2.5.1.2 ส่วนควบคุม ประกอบด้วยสถานีภาคพื้นดิน สถานีใหญ่อยู่ที่ Falcon Air
Force Base ประเทศ อเมริกา และศูนย์ควบคุมย่อยอีก 5 จุด กระจายไปยังภูมิภาคต่าง ๆ ทั่วโลก

2.5.1.3 ส่วนผู้ใช้งาน ผู้ใช้งานต้องมีเครื่องรับสัญญาณที่สามารถรับคลื่นและแปรรหัสจากดาวเทียมเพื่อนำมาประมวลผลให้เหมาะสมกับการใช้งานในรูปแบบต่างๆ

2.5.2 การทำงานของ GPS

ดาวเทียม GPS (NAVSTAR) ประกอบด้วยดาวเทียม 24 ดวง โดยแบ่งเป็น 6 รอบวงโคจร การโคจรจะเอียงทำมุมเอียง 55 องศา กับเส้นศูนย์สูตร (Equator) ในลักษณะสานกันคล้าย ลูกตะกร้อ แต่ละวงโคจรมีดาวเทียม 4 ดวง รัศมีวงโคจรจากพื้นโลก 20,162.81 กม. หรือ 12,600 ไมล์ ดาวเทียมแต่ละดวงใช้เวลาในการโคจรรอบโลก 12 ชั่วโมง

GPS ทำงานโดยการรับสัญญาณจากดาวเทียมแต่ละดวง โดยสัญญาณดาวเทียมนี้ประกอบไปด้วยข้อมูลที่ระบุตำแหน่งและเวลาขณะส่งสัญญาณ ตัวเครื่องรับสัญญาณ GPS จะต้องประมวลผลความแตกต่างของเวลาในการรับสัญญาณเทียบกับเวลาจริง ณ ปัจจุบันเพื่อแปรเป็นระยะทางระหว่างเครื่องรับสัญญาณกับดาวเทียมแต่ละดวง ซึ่งมีการระบุตำแหน่งมากับสัญญาณดังกล่าวข้างต้น ในการกำหนดตำแหน่งในขณะนั้นๆ จำเป็นต้องรับสัญญาณจากดาวเทียมอย่างน้อย 3 ดวงขึ้นไป และอุปกรณ์ GPS จะรับสัญญาณจากดาวเทียมแต่ละดวงมาคำนวณหาตำแหน่งที่ถูกต้อง โดยคำนวณได้จากเวลาที่สัญญาณถูกส่งออกจากดาวเทียมและเวลาที่อุปกรณ์ GPS สามารถจับสัญญาณได้ มาคำนวณระยะห่างระหว่างดาวเทียมและอุปกรณ์ GPS เมื่อนำข้อมูลจากดาวเทียมทั้ง 3 ตัวมารวมกันทำให้สามารถหาตำแหน่งบนพื้นโลกของอุปกรณ์ GPS ได้

ในการกำหนดตำแหน่ง หากมีจำนวนดาวเทียม 3 ดวงจะสามารถคำนวณหาตำแหน่งแบบ 2 มิติได้ (Latitude, Longitude) แต่หากมีดาวเทียมจำนวน 4 ดวงขึ้นไป ก็จะสามารถหาตำแหน่งแบบ 3 มิติได้ (Latitude, Longitude and Altitude)

ซึ่งระยะห่างจากดาวเทียมทั้ง 3 กับเครื่อง GPS (ที่จุดสีแดงในรูปที่ 2.10) จะสามารถระบุตำแหน่งบนผิวโลกได้หากพื้นโลกอยู่ในแนวระนาบแต่ในความเป็นจริงพื้นโลกมีความโค้งเนื่องจากลักษณะของโลกมีลักษณะกลม

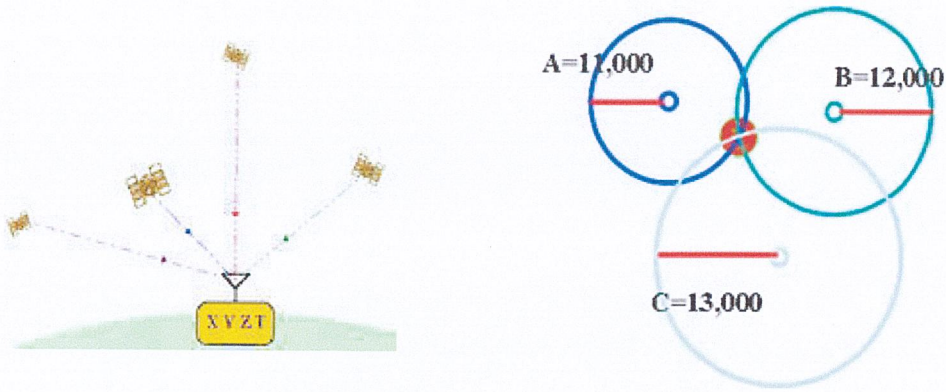
การวัดระยะห่างระหว่างดาวเทียมกับเครื่องรับทำได้โดยใช้สูตรคำนวณ

$$\text{ระยะทาง} = \text{ความเร็ว} * \text{ระยะเวลา} ; \text{ความเร็วคลื่นวิทยุ} = 186,000 \text{ ไมล์/นาที่}$$

โดยวัดระยะเวลาที่คลื่นวิทยุส่งจากดาวเทียมมายังเครื่องรับ GPS คูณด้วยความเร็วของคลื่นวิทยุจะเท่ากับระยะทางที่เครื่องรับห่างจากดาวเทียม โดยเวลาที่วัดได้มาจากนาฬิกาของดาวเทียมที่มีความแม่นยำสูงมีความละเอียดถึงระดับนาโนวินาทีและมีการสอบทวนเสมอๆกับภาคพื้นดิน

องค์ประกอบสุดท้ายก็คือตำแหน่งของดาวเทียมแต่ละดวงในขณะส่งสัญญาณมาว่าอยู่ที่ใด (Almanac) มายังเครื่องรับ GPS โดยวงโคจรของดาวเทียมได้ถูกกำหนดไว้ล่วงหน้าแล้วเมื่อถูกส่งขึ้นสู่อวกาศ สถานีควบคุมจะตรวจสอบการโคจรของดาวเทียมอยู่ตลอดเวลาเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 2.10 ตัวอย่างตำแหน่งดาวเทียมในการคำนวณ

ที่มาของภาพต้นฉบับ : ความรู้เรื่อง GPS, < <http://www.global5thailand.com/thai/gps.htm#3>>

ความแม่นยำของการระบุตำแหน่งนั้นขึ้นอยู่กับตำแหน่งของดาวเทียมแต่ละดวงคือถ้าระยะห่างระหว่างดาวเทียมที่ใช้งานอยู่ห่างกันยอมให้ค่าที่แม่นยำกว่าที่อยู่ใกล้กัน และยังมีจำนวนดาวเทียมที่รับสัญญาณได้มากก็ยิ่งให้ความแม่นยำมากขึ้น ความแปรปรวนของชั้นบรรยากาศ ในชั้นบรรยากาศจะประกอบไปด้วยประจุไฟฟ้า ความชื้น อุณหภูมิ และความหนาแน่นที่แปรปรวนตลอดเวลา คลื่นเมื่อตกกระทบกับวัตถุต่างๆ จะเกิดการหักเหทำให้สัญญาณที่ได้อ่อนลงและสิ่งแวดล้อมในบริเวณรับสัญญาณเช่นมีการบดบังจากกระจก ละอองน้ำ ใบไม้ จะมีผลต่อค่าความถูกต้องของความแม่นยำเนื่องจากถ้าสัญญาณจากดาวเทียมมีการหักเหก็จะทำให้ค่าที่คำนวณได้จากเครื่องรับสัญญาณเพี้ยนไปและสุดท้าย คือประสิทธิภาพของเครื่องรับสัญญาณ มีความไวในการรับสัญญาณและความเร็วในการประมวลผลมากเพียงใด

2.5.3 การใช้งาน GPS

ผู้ที่ใช้ระบบ GPS จะต้องมีการรับสัญญาณ GPS หน่วยประมวลผล โปรแกรมแผนที่และข้อมูลแผนที่ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์การใช้งานในรูปแบบต่าง ๆ การรับสัญญาณจากดาวเทียมไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย ส่วนการใช้งานในรูปแบบที่ใช้ประกอบกับแผนที่จะมีค่าใช้จ่ายในเรื่องของ แผนที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับบริษัทที่จัดทำแผนที่ ในประเทศไทยมีผู้จัดทำแผนที่เพื่อใช้กับ GPS รายใหญ่ๆ ได้แก่ ABLE ITS (POWER MAP) ,ESRI (GARMIN) ,MAP POINT ASIA (SMARTMAP) ,BANGKOK GUIDE ,MapKing ,iGO ,SpeedNavi ,Mio Map ,Papago

แผนที่นำทางของแต่ละบริษัทจะมีข้อดีข้อด้อยแตกต่างกันไปและข้อมูลแผนที่ของแต่ละค่าย ไม่สามารถนำมาใช้งานกับโปรแกรมของค่ายอื่นได้แม้ว่าจะมีพื้นฐานของข้อมูลใกล้เคียงกัน ทั้งนี้เป็นเพราะการรักษาสิทธิทางปัญญาของแต่ละบริษัททำให้แต่ละค่ายจะต้องทำการสำรวจภาคสนามเองหรือต้องซื้อข้อมูลจากบริษัทอื่น แผนที่ของไทยจึงมีข้อจำกัดในการพัฒนาเนื่องมาจากภาระในด้านต้นทุนและฐานจากจำนวนผู้ใช้งานยังมีน้อยในบางประเทศรัฐบาลเป็นผู้สนับสนุนข้อมูลทางภูมิศาสตร์นี้ให้กับภาคเอกชน ทำให้การพัฒนาแผนที่เป็นไปอย่างกว้างขวางและต่อเนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากความเฉพาะของแผนที่นำทางจะไม่สามารถนำมาใช้ต่างค่ายได้แล้ว แผนที่ยังมีความเฉพาะสำหรับเครื่องแต่ละเครื่อง คือ ไม่สามารถนำแผนที่จากเครื่องหนึ่งไปใช้กับเครื่องอื่นได้ จะต้องมีการป้อนรหัสที่ทางบริษัทจัดให้

2.5.4 มาตรฐาน NMEA – 0183

NMEA Message คือ ข้อมูลซึ่งส่งออกมาจากเครื่องรับสัญญาณจีพีเอส ซึ่งข้อมูลใน NMEA Message สามารถแบ่งได้เป็นเรคอร์ด (Record) หรือฟิลด์ (Field) ย่อยในแต่ละเรคอร์ดจะประกอบด้วยอักษรแอสกี (ASCII) ซึ่งมีความยาวรวมไม่เกิน 80 ตัวอักษร สามารถอ่านข้อมูล NMEA Message ได้โดยซอฟต์แวร์สื่อสาร เช่น Hyper Terminal ซึ่งเรคอร์ดข้อมูลใน NMEA Message แต่ละเวอร์ชันมีอยู่เล็กน้อยแตกต่างกัน และแต่ละเรคอร์ดจะมีรายละเอียดที่ต่างกัน เรคอร์ดที่ใช้กันเป็นหลักใน NMEA Message จะมีอยู่หลายเรคอร์ด ซึ่งรายละเอียดแต่ละเรคอร์ดมีดังนี้

GGA (Global Position System Fixed Data) เรคอร์ดนี้ประกอบด้วยข้อมูล ตำแหน่งพิกัด ละติจูด ลองจิจูด เวลา จำนวนดาวเทียมที่ใช้คำนวณพิกัด (Satellites Used) และความสูงจากระดับน้ำทะเล (MSL Altitude) ตัวอย่างโครงสร้างของเรคอร์ด GGA แสดงในตารางที่ 2-4

ตารางที่ 2.4 ความหมายของเรคอร์ด GGA

หมายเลขฟิลด์	ชื่อ	ตัวอย่าง	คำบรรยาย
	Message ID	\$GPGGA	ส่วนหัวโปรโตคอล GGA
1	UTC Position	161229.487	hhmmss.sss เวลามาตรฐานกลาง
2	Latitude	3723.2475	ddmm.mmmm ตำแหน่งละติจูด
3	N/S Indicator	N	N = north, S = south
4	Longitude	12158.3416	dddmm.mmmm ตำแหน่งลองจิจูด
5	E/W Indicator	W	E = east, W = west
6	Position Fix Indicator	1	บอกลักษณะของจีพีเอส (0 = Not Fix, 1 = GPS Fix, 2 = Differential GPS Fix)
7	Satellites Used	07	จำนวนดาวเทียมที่ใช้คำนวณพิกัด
8	HDOP	1.0	Horizon Dilution of Precision
9	MSL Altitude	9.0	ความสูงเหนือระดับน้ำทะเล (เมตร)
10	Units	M	หน่วยของความสูง (เมตร)
11	Geoid Separation		ความต่างระหว่างระบบ WGS-84 กับระดับน้ำทะเล (เมตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12	Units	M	หน่วยของความต่าง Geoid (เมตร)
13	Age of Diff. Corr.		จะไม่มีฟิลด์นี้เมื่อไม่ใช่ DGPS (วินาที)
14	Diff. Ref. Station ID	0000	หมายเลขประจำสถานีอ้างอิง (DGPS)
	Checksum	*18	เช็คซัม
	<CR><LF>		สิ้นสุดประโยค

\$GPGGA, 161229.489, 3723.245, N, 12158.3416, W, 1, 07, 1.0, 9.0, M,,,, 0000*18<CR><LF>

GLL (Geographic Position Latitude/Longitude) เรคอร์ดนี้ประกอบด้วยข้อมูลที่ใช้บอกถึงตำแหน่งพิกัด ละติจูด ลองจิจูด ทิศทาง เวลา และสถานะในการรับสัญญาณ (Status) ตัวอย่างโครงสร้างของเรคอร์ด GLL แสดงในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 ความหมายของข้อมูลเรคอร์ด GLL

หมายเลขฟิลด์	ชื่อ	ตัวอย่าง	คำบรรยาย
	Message ID	\$GPGLL	ส่วนหัวของโปรโตคอล GLL
1	Latitude	3723.2475	ddmm.mmmm ตำแหน่งละติจูด
2	N/S Indicator	N	N = north, S = south
3	Longitude	12158.3416	dddmm.mmmm ตำแหน่งลองจิจูด
4	E/W Indicator	W	E = east, W = west
5	UTC Position	161229.487	hhmmss.sss เวลามาตรฐานกลาง
6	Status	A	A = data valid, V = data not valid
	Checksum	*2C	เช็คซัม
	<CR><LF>		สิ้นสุดประโยค

\$GPGLL, 3723.2475, N, 12158.3416, W, 161299.487, A*2C<CR><LF>

GSA (GNSS DOP and Active Satellites) เรคอร์ดนี้ประกอบด้วยข้อมูลซึ่งใช้บอกถึงรายละเอียด การจับสัญญาณจากดาวเทียม รวมถึงจำนวนดาวเทียมที่จับสัญญาณได้ และค่า DOP (dilution of precision) ซึ่งเป็นค่าที่บอกถึงความเที่ยงตรงของสัญญาณที่รับจากดาวเทียม ตัวอย่างโครงสร้างของเรคอร์ด GSA แสดงตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 ความหมายของข้อมูลเรคอร์ด GSA

หมายเลขฟิลด์	ชื่อ	ตัวอย่าง	คำบรรยาย
	Message ID	\$GPGSA	ส่วนหัวของโปรโตคอล GSA
1	Mode 1	A	M = Manual, A = Automatic
2	Mode 2	3	1 = ไม่ระบุค่า, 2 = 2 มิติ, 3 = 3 มิติ
3-14	Satellites Used	07, 02, 26, 27, 09, 04, 15,,,,,	RPNs ของดาวเทียมที่ใช้หาพิกัด (เป็น null สำหรับฟิลด์ที่ไม่ได้ใช้)
15	PDOP	1.8	Position Dilution of Precision
16	HDOP	1.0	Horizontal Dilution of Precision
17	VDOP	1.5	Vertical Dilution of Precision
	Checksum	*33	เช็คซัม
	<CR><LF>		สิ้นสุดประโยค

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

GSV (GNSS Satellites in View) เรคอร์ดนี้ประกอบด้วยข้อมูลซึ่งใช้บอกถึงค่าทางเทคนิคต่างๆ ที่ได้รับจากดาวเทียมจีพีเอส ตัวอย่างโครงสร้างเรคอร์ด GSV แสดงในตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 ความหมายของข้อมูลเรคอร์ด GSV

หมายเลขฟิลด์	ชื่อ	ตัวอย่าง	คำบรรยาย
	Message ID	\$GPGSV	ส่วนหัวของโปรโตคอล GSV
1	Number of Message	2	จำนวนรวมทั้งหมดของ Message
2	Message Number	1	หมายเลข Message (1-3)
3	Satellites in View	07	จำนวนทั้งหมดของดาวเทียมในการมองเห็น
4	Satellites ID	07	Ch.1 (อยู่ในช่วง 1-32)
5	Elevation	79	Ch.1 (จำนวนสูงสุดคือ 90) หน่วย Degree
6	Azimuth	048	Ch.1 (True, อยู่ช่วง 0-359) หน่วย Degree
7	SNR (C/No)	42	ค่า SNR ช่วง 0-99, ค่าเป็น Null เมื่อไม่มีการ Tracking หน่วย dBHz

8-11	...	02, 51, 063, 43	Ch.2 ของ Satellites ID, Elevation, Azimuth, SNR
12-15	...	26, 36, 256, 42	Ch.3 ของ Satellites ID, Elevation, Azimuth, SNR
16-19		27, 27, 138, 42	Ch.4 ของ Satellites ID, Elevation, Azimuth, SNR
	Checksum	*71	เช็คซัม
	<CR><LF>		สิ้นสุดประโยค

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

RMC (Recommended Minimum Specific GNSS Data) เรคอร์ดนี้ประกอบด้วยข้อมูลซึ่งใช้บอกถึงค่าวันที่ และเวลา สถานะในการรับสัญญาณตำแหน่งพิกัด ละติจูดและลองจิจูด ทิศทาง ความเร็ว ตัวอย่างโครงสร้างเรคอร์ด RMC แสดงตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.8 ความหมายของข้อมูลเรคอร์ด RMC

หมายเลขฟิลด์	ชื่อ	ตัวอย่าง	คำบรรยาย
	Message ID	\$GPRMC	ส่วนหัวโปรโตคอล RMC
1	UTC Position	161229.487	hhmmss.sss เวลามาตรฐานกลาง
2	Status	A	A=data valid, V= data not valid
3	Latitude	3723.2475	ddmm.mmmm ตำแหน่งละติจูด
4	N/S Indicator	N	N= north, S = south
5	Longitude	12158.3416	dddmm.mmmm ตำแหน่งลองจิจูด
6	E/W Indicator	W	E=east, W = west
7	Speed Over Ground	0.13	ความเร็ว (Knots)
8	Course Over Ground	309.62	True(degrees)
9	Date	080907	ddmmyy
10	Magnetic Variation		Degrees
11	Magnetic Variation (Ref)		E=east, W= west(degrees)
	Checksum	*10	เช็คซัม
	<CR><LF>		สิ้นสุดประโยค

\$GPRMC,161229.487,A,3723.2475,N,12158.3416,W,0.13,309.62,080807,,*10<CR><LF>

VTG (Course Over Ground and Ground Speed) เรคอร์ดนี้ประกอบด้วยข้อมูลซึ่งใช้บอกถึงทิศทาง ความและความเร็ว โดยตัวอย่างเรคอร์ด VTG แสดงในตารางที่ 2-9

ตารางที่ 2.9 ความหมายของข้อมูลเรคอร์ด VTG

หมายเลขฟิลด์	ชื่อ	ตัวอย่าง	คำบรรยาย
	Message ID	\$GPVTG	ส่วนหัวโปรโตคอล VTG
1	Course	309.02	Measured heading (degrees)
2	Reference	T	True
3	Course		Measured heading (degrees)
4	Reference	M	Magnetic
5	Speed	0.13	ได้จากความเร็วแนวราบ (knots)
6	Units	N	Knots
7	Speed	0.2	ได้จากการวัดความเร็วในแนวราบ(Km/hr)
8	Units	K	กิโลเมตรต่อชั่วโมง
	Checksum	*6E	เช็คซัม
	<CR><LF>		สิ้นสุดประโยค

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

รายละเอียดของแต่ละเรคอร์ดจะมีความแตกต่างกันและมีประโยชน์ในการนำไปใช้ที่ต่างกัน ซึ่งเราสามารถนำไปใช้งานตามความต้องการโดยเลือกจากข้อมูลที่มีอยู่ในเรคอร์ด ในตารางที่ 2.10 เป็นการสรุปและจัดหมวดหมู่ของคุณสมบัติแต่ละเรคอร์ดไว้

ตารางที่ 2.10 สรุปคุณสมบัติของ 6 เรคอร์ดหลักใน NMEA Message

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อวัตถุประสงค์เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.5 การประยุกต์ใช้งาน

ปัจจุบันนี้ได้มีการใช้งาน GPS ในรูปแบบต่างๆดังนี้

- การกำหนดพิกัดของสถานที่ต่าง ๆ การทำแผนที่ งานสำรวจ โดยส่วนใหญ่นิยมใช้อุปกรณ์ที่สามารถพกพาไปได้ง่าย มีความทนทาน กันน้ำได้ สามารถใช้กับถ่านไฟฉายขนาดมาตรฐานได้
- การนำทาง ได้รับความนิยอย่างกว้างขวางมีหลากหลายแบบและขนาด สามารถนำทางได้ทั้งภาพและเสียง ใช้ได้หลายภาษา บางแบบมีภาพเสมือนจริง ภาพสามมิติ และประสิทธิภาพอื่นๆเพิ่มเติมเช่น Multimedia Bluetooth Hand free เป็นต้น
- การกำหนดจุดเพื่อบรรเทาสาธารณภัย เช่น เสือก็กูชีพที่มีเครื่องส่งสัญญาณจีพีเอส
- การวางแผนสำหรับการจัดส่งสินค้า
- การนำไปใช้ประโยชน์ในขบวนการยุติธรรม เช่นการติดตามบุคคล การติดตามการค้ายาเสพติด ฯลฯ
- การนำไปใช้ประโยชน์ทางทหาร
- การกีฬา เช่นใช้ในการฝึกฝนเพื่อวัดความเร็ว ระยะทาง แคลลอรีที่เผาผลาญหรือ ใช้ในสนามกอล์ฟคำนวณระยะจากจุดที่อยู่ถึงหลุม
- การขนส่งทางบก เช่น กำหนดจุดจอดรถบรรทุก ระยะเวลาที่เหมาะสมในการจอดรถ การวัดความเร็ว ระยะทาง บันทึกเส้นทาง เครื่องบิน/รถบังคับวิทยุ
- ระบบการควบคุมหรือติดตามยานพาหนะ การติดตามบุคคล เพื่อให้ทราบว่ายานพาหนะอยู่ที่ใด มีการเคลื่อนที่หรือไม่ มีการแจ้งเตือนให้กับผู้ติดตามเมื่อมีการเคลื่อนที่เร็วกว่าที่กำหนดหรือ เคลื่อนที่ออกนอกพื้นที่หรือเข้าสู่พื้นที่ที่กำหนด นอกจากนั้นยังสามารถนำไปใช้ในการป้องกันการโจรกรรมและติดตามทรัพย์สินคืน
- การนำข้อมูล GPS มาประกอบกับภาพถ่ายเพื่อการท่องเที่ยว การทำรายงานกิจกรรม เป็นต้น โดยจะต้องมีเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมติดตั้งอยู่กับกล้องบางรุ่น หรือการใช้ GPS Data Logger ร่วมกับ Software

2.5.6 ประโยชน์ของ GPS สำหรับบุคคลทั่วไป

- สามารถ นำทางไปในสถานที่ต่าง ๆ ค้นหาสถานที่ต่าง ๆ ที่สำคัญ ๆ กำหนดจุดสนใจต่าง ๆ ได้ ใช้ในการวัดพื้นที่ การสำรวจ การเดินป่า การเดินเรือ ซึ่งสามารถนำทางกลับสู่ตำแหน่งที่ตั้งต้นได้และการบันทึกข้อมูลสำหรับการเล่นกีฬากลางแจ้ง
- ในเรื่องการขนส่งมีการนำ GPS ไปใช้เป็นระบบติดตามรถยนต์ เพื่อควบคุมดูแลตลอดจนบันทึกเส้นทาง ลักษณะการขับรถ และการควบคุมเครื่องมืออุปกรณ์ในรถ เช่น อุณหภูมิ ตู้แช่สินค้า ทำให้สามารถบริหารจัดการการขนส่งได้อย่างมีประสิทธิภาพ ประหยัดค่าใช้จ่าย และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในด้านความปลอดภัยก็สามารถทราบถึงตำแหน่งของรถว่าอยู่ที่ไหน เกิดอะไรขึ้น สะดวกต่อการตรวจสอบติดตาม

2.5.7 การใช้ระบบ GPS ในต่างประเทศ

- ปัจจุบันนี้ในต่างประเทศมีการใช้อุปกรณ์ GPS กันอย่างกว้างขวาง และประชาชนมีความรู้เรื่อง GPS เป็นอย่างดี เพราะได้มีการใช้งานมาเป็นระยะเวลาหลายปีแล้ว และมีระบบเชื่อมโยงข้อมูลการจราจรในรูปแบบ ของดิจิทัล ประกอบกับมีการวางแผนเมืองอย่างเป็นระเบียบทำให้การพัฒนาระบบ GPS เป็นไปได้อย่างรวดเร็ว เช่น ในรถแท็กซี่จะพบอุปกรณ์ GPS ประจำอยู่แทบทุกคัน เพื่อ หลีกเลี่ยงเส้นทางที่มีการจราจรคับคั่ง หรือการขับรถเพื่อท่องเที่ยวก็จะมีการแนะนำเส้นทางท่องเที่ยวพร้อมสถานที่ที่น่าสนใจต่างๆ เช่น ร้านอาหาร ที่พัก จุดชมวิว แหล่งท่องเที่ยว เป็นต้น และนักเดินทางก็มักจะพกอุปกรณ์ GPS ในรูปแบบ PDA หรือ Pocket PC เป็นส่วนมาก แทนการพกพาสมุดแผนที่อย่างในอดีต ปัจจุบันนี้ระบบ GPS สามารถค้นหาถึงระดับบ้านเลขที่หรือเบอร์โทรศัพท์และนำทางไปสู่เป้าหมายได้อย่างถูกต้อง

2.5.8 แนวโน้มหรืออนาคตของ GPS ในประเทศไทย

- ในปัจจุบันนอกจากฟังก์ชัน การนำทางพื้นฐานแล้วยังมีการเตือนทางโค้ง จุดด่านเก็บเงิน จุดที่มีการตรวจจับความเร็ว ตำแหน่งกล้องตรวจจับการฝ่าฝืนกฎจราจร การกำหนดความเร็วในถนนแต่ละสาย ข้อมูลการท่องเที่ยวพร้อมรายละเอียดพร้อมภาพประกอบ ข้อมูลร้านอาหารอร่อย ภาพเสมือนจริง ข้อมูลจราจร TMC (Traffic Message Channel)
- การใช้ GPS ในการติดตามรถบรรทุก รถยนต์ ซึ่งต่อไปมีแนวโน้มที่จะแพร่หลายไปถึงรถแท็กซี่ รถพยาบาล รถตำรวจ รถโรงเรียน รถขนส่งสาธารณะ ฯลฯ การแสดงสภาพการจราจรที่คาดว่าในอนาคตจะมีจุดที่ต้องระวังในการขับขี่ เช่น โค้งอันตราย เขตชุมชน ลดความเร็ว เป็นต้น

2.6 ฐานข้อมูล (Database)

2.6.1 ข้อมูลและฐานข้อมูล (Database)

ข้อมูล (Data) หมายถึง ข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกับสิ่งต่าง ๆ ทั่วไป เช่น เครื่องรับ GPS จะรับข้อมูลที่เป็น Packet มามากมาย ซึ่งปกติถือว่าเป็น ข้อมูลดิบ (Raw Data) ที่ยังไม่ได้ผ่านการประมวลผล

ข้อมูลที่ได้รับการประมวลผลแล้วเรียกว่า สารสนเทศ (Information) เช่น เมื่อเราต้องการนำมาใช้เพียงแค่ Packet เดียวคือ GPRMC เราก็คัดแยกข้อมูลในส่วนนี้ออกมา ซึ่งเรียกว่า สารสนเทศ

ข้อมูลที่น่ามาจัดเก็บในฐานะข้อมูลอาจอยู่ในรูปของตัวเลข ตัวอักษร ข้อความ รูปภาพ เสียง หรือภาพและเสียง

ฐานข้อมูล (Database) หมายถึง แหล่งเก็บรวบรวมข้อมูลกลุ่มหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อหรือจุดประสงค์อย่างใดอย่างหนึ่ง มีโครงการและการจัดการอย่างเป็นระบบ ข้อมูลที่บันทึกเก็บไว้ สามารถปรับปรุงแก้ไข สืบค้น และนำมาใช้ในการจัดการสารสนเทศได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

ฐานข้อมูลในที่นี้หมายถึงฐานข้อมูลที่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ส่วนอุปกรณ์ที่เก็บข้อมูลก็คือจานแม่เหล็กหรือฮาร์ดดิสก์นั่นเอง

โครงสร้างของตารางประกอบด้วย

1. ชื่อตารางหรือชื่อฐานข้อมูล (Database Name)
2. เขตข้อมูลในแนวตั้ง (Column) หรือฟิลด์ (Field) หลายฟิลด์
3. รายการข้อมูลหรือระเบียน (Record) หลายรายการในแนวนอน (Row)

ศัพท์สำคัญเกี่ยวกับระบบฐานข้อมูลและการออกแบบระบบฐานข้อมูล คือ

1. เอนทิตี (Entity) เป็นคำที่อ้างอิงถึงบุคคล สถานที่ และสิ่งของต่าง ๆ ในโครงการจะเป็น เอนทิตีของ gps_data และ เอนทิตีของ user_login
2. แอตทริบิวต์ (Attribute) เป็นข้อมูลที่แสดงลักษณะของเอนทิตี เช่น แอตทริบิวต์ ของเอนทิตี gps_data จะมี tel, latitude, longitude, date และ spd ส่วนแอตทริบิวต์ของเอนทิตี user_login จะมี ID, name, tel, password, email และ regis เป็นต้น เราสามารถแสดงเอนทิตีรวมทั้งแอตทริบิวต์ได้
3. ความสัมพันธ์ (Relationships) หมายถึง ความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตีต่าง ๆ ใน ระบบ เช่น ในระบบ login จะประกอบด้วยเอนทิตี user_login และ gps_data ซึ่งมีความสัมพันธ์จาก user_login ไปยัง gps_data เป็นแบบกลุ่มต่อหนึ่ง (Many - to - One) เป็นต้น

ในระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์นั้น เราจะต้องกำหนดชนิดของคีย์ต่างๆ เพื่อเป็น แอตทริบิวต์พิเศษที่ทำหน้าที่บางอย่าง เช่น เป็นตัวแทนของตาราง ฯลฯ ซึ่งมีชนิดคีย์ ดังนี้

1. **Primary Key (คีย์หลัก)** จะเป็นฟิลด์ที่มีค่าไม่ซ้ำกันเลยในแต่ละเรคอร์ดในตารางนั้น เราสามารถใช้ฟิลด์ที่เป็น Primary Key นี้ เป็นตัวแทนของตารางนั้นได้ทันที
2. **Candidate Key (คีย์คู่แข่ง)** เป็นฟิลด์หนึ่งหรือหลายฟิลด์ที่พอเอามารวมกันแล้วมีคุณสมบัติเป็น Primary Key (ไม่ซ้ำ) และ ไม่ได้ถูกใช้เป็นคีย์หลัก เช่น รหัสจังหวัดเป็นคีย์หลัก ส่วนชื่อจังหวัดก็ไม่ซ้ำเช่นกัน แต่ไม่ได้เป็นคีย์หลักจึงเป็นคีย์คู่แข่งแทน
3. **Composite Key** บางตารางหาฟิลด์ไม่ซ้ำไม่ได้เลย จึงต้องใช้หลายๆ ฟิลด์มา รวมกันเป็น Primary Key ฟิลด์ที่ใช้รวมกันนี้เราเรียกว่า Composite Key
4. **Foreign Key** เป็นฟิลด์ใดๆ ในตาราง (ฝั่ง Many) ที่มีความสัมพันธ์กับฟิลด์ ที่เป็น Primary Key ในอีกตาราง (ฝั่ง One) โดยที่ตารางทั้งสองมีความสัมพันธ์แบบ One - to - Many ต่อกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

2.7 ทฤษฎีของ Object-Role Modeling (ORM)

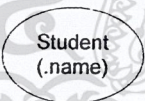
ORM เป็นวิธีการแสดงความหมาย ความสัมพันธ์ และข้อจำกัดต่างๆของข้อมูลที่มีประสิทธิภาพสำหรับการออกแบบและการสอบถามแบบจำลองฐานข้อมูลในระดับแนวคิดที่ประยุกต์ได้อธิบายไว้ในข้อตกลงความเข้าใจได้ง่ายโดยผู้ใช้ที่ไม่ใช่ด้านเทคนิค ในทางปฏิบัติแบบจำลองข้อมูล ORM มักจะจับกฎเกณฑ์ทางธุรกิจมากขึ้นและง่ายต่อการตรวจสอบและพัฒนา กับการจำลองข้อมูลในวิธีการอื่น ๆ

แบบจำลองข้อมูล ORM ประกอบไปด้วย สัญลักษณ์ต่างๆโดยหลักการสำคัญของ ORM นั้นจะเน้นที่การกำหนดความสัมพันธ์ด้วยประโยคที่เป็นข้อมูลของชนิด ความจริงในพื้นฐาน (Elementary fact type) ด้วยรูปแบบประโยคที่มี ประธาน กริยา และกรรม และนำแบบจำลองแนวคิด ORM มาใช้ช่วยในการออกแบบฐานข้อมูล จะทำให้ฐานข้อมูลที่ได้มีประสิทธิภาพและลดความซ้ำซ้อนของข้อมูลลง อีกทั้งยังง่ายต่อการศึกษาและทำความเข้าใจ

2.7.1 ส่วนประกอบพื้นฐานของแบบจำลอง ORM

2.7.1.1 ชนิดเอนทิตี (Entity Type)

คือ เซตของสิ่งที่น่าสนใจ ทั้งที่อยู่ในรูปนามธรรมหรือรูปธรรม เช่น อาจารย์, นักเรียน และผู้ดูแลระบบ เป็นต้น โดยรูปแบบจะเป็นรูปวงรีและมีการบอกชนิดของเซตที่ต้องการเก็บว่าเป็นประเภทใด ในที่นี้เป็น Name คือ เป็นข้อความ



รูปที่ 2.11 สัญลักษณ์ชนิด Entity นักศึกษา

2.7.1.2 ชนิดลาเบล (Label Type, Value Type)

คือ เซตของสิ่งที่ใช้ในการบ่งบอกความแตกต่าง หรือลักษณะเฉพาะเจาะจง เช่น ชื่อ นามสกุล และรหัสนักศึกษา เป็นต้น โดยรูปแบบของลาเบลนั้นจะเป็นเส้นประแบบวงรี ต่างจากชนิดเอนทิตี

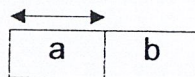


รูปที่ 2.12 สัญลักษณ์ชนิดลาเบล

2.7.2 ความสัมพันธ์ (Relationships)

เป็นกฎข้อบังคับ(Law) ความถูกต้องระหว่าง Entity กับ Entity หรือ Entity กับ Label โดยสามารถแบ่งชนิดของความสัมพันธ์ (Type of Relationships) ได้ดังนี้

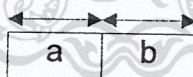
2.7.2.1 ความสัมพันธ์แบบหนึ่งหน่วยต่อหลายหน่วย (one-to-many)



รูปที่ 2.13 ความสัมพันธ์แบบหนึ่งหน่วยต่อหลายหน่วย

ความสัมพันธ์แบบหนึ่งหน่วยต่อหลายหน่วย คือความหมายว่า ค่าในคอลัมน์ a จะไม่สามารถมีค่าที่ซ้ำกันได้เลย ส่วนค่าในคอลัมน์ b นั้นสามารถมีค่าที่ซ้ำกันได้ ค่าในคอลัมน์ a สามารถใช้อ้างถึงค่าในคอลัมน์ b ได้แค่หนึ่งค่า ส่วนค่าในคอลัมน์ b อ้างถึงค่าในคอลัมน์ a ได้หลายค่า เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างหนังสือกับวิชาเรียน โดยความสัมพันธ์แบบ 1:M เนื่องจากในแต่ละวิชาเรียนอาจมีหนังสือได้หลายเล่ม แต่หนังสือ 1 เล่มไม่สามารถใช้ได้มากกว่า 1 วิชา

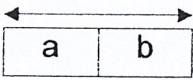
2.7.2.2 ความสัมพันธ์แบบหนึ่งหน่วยต่อหนึ่งหน่วย (one-to-one)



รูปที่ 2.14 ความสัมพันธ์แบบหนึ่งหน่วยต่อหนึ่งหน่วย

ความสัมพันธ์แบบหนึ่งหน่วยต่อหนึ่งหน่วย หมายความว่า ค่าในคอลัมน์ a และค่าในคอลัมน์ b จะไม่สามารถมีค่าที่ซ้ำกันได้เลย ส่วนค่าในคอลัมน์ a สามารถใช้อ้างอิงถึงค่าในคอลัมน์ b ได้หนึ่งค่า ส่วนค่าในคอลัมน์ b ก็สามารถอ้างอิงถึงค่าในคอลัมน์ a ได้หนึ่งค่า เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างนักศึกษากับรหัสของนักศึกษา ความสัมพันธ์เป็นแบบ 1:1 เนื่องจากนักศึกษาหนึ่งคนสามารถมีรหัสนักศึกษาได้แค่รหัสเดียวเท่านั้น ส่วนรหัสนักศึกษาหนึ่งรหัส ก็จะใช้กับนักศึกษาหนึ่งคนเท่านั้น

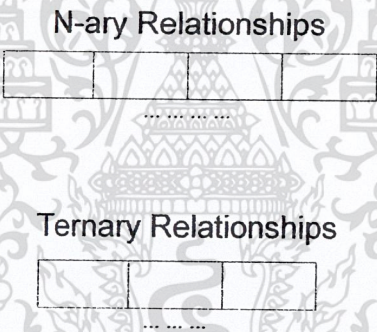
2.7.2.3 ความสัมพันธ์แบบหลายหน่วยต่อหลายหน่วย (many-to-many)



รูปที่ 2.15 ความสัมพันธ์แบบหลายหน่วยต่อหลายหน่วย

ความสัมพันธ์แบบหลายหน่วยต่อหลายหน่วย คือ ค่าบนคอลัมน์ a และค่าในคอลัมน์ b สามารถมีค่าที่ซ้ำกันได้ ค่าในคอลัมน์ a สามารถใช้อ้างถึงค่าในคอลัมน์ b ได้หลายค่าและค่าในคอลัมน์ b สามารถอ้างถึงค่าในคอลัมน์ a ได้หลายค่าเช่นเดียวกัน แต่เมื่อค่าในคอลัมน์ a กับค่าคอลัมน์ b รวมกันแล้วต้องไม่มีค่าใดเลยที่ซ้ำกัน คือห้ามมีแถวที่มีค่าที่ซ้ำกันนั่นเอง เช่น ความสัมพันธ์นักศึกษากับวิชาเรียน ความสัมพันธ์แบบ M:M เนื่องจากนักเรียนคนหนึ่งสามารถลงเรียนได้หลายวิชา ส่วนในหนึ่งวิชานั้นสามารถมีนักศึกษาลงเรียนได้หลายคน

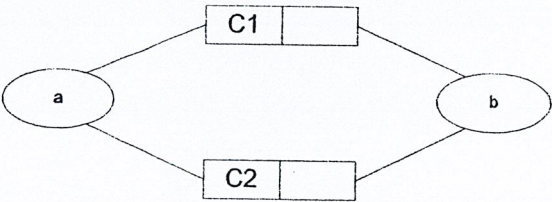
2.7.2.4 ความสัมพันธ์แบบหลายบทบาท (Relationships on N-ary)



รูปที่ 2.16 ความสัมพันธ์แบบสามบทบาทและสี่บทบาท

ความสัมพันธ์แบบหลายบทบาท คือ เป็นความสัมพันธ์ระหว่าง Entity หรือ Label ตั้งแต่มีความสัมพันธ์กันสองความสัมพันธ์ (Binary Relationships) ขึ้นไป

2.7.2.5 Combine Entity

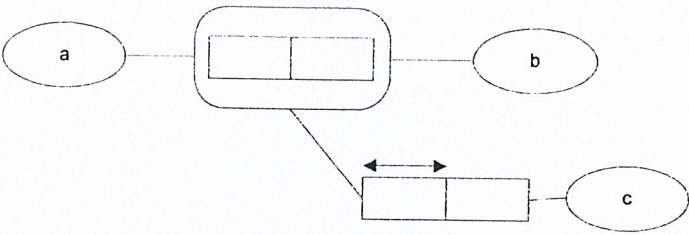


รูปที่ 2.17 Combine Entity

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสัมพันธ์ระหว่าง c1 และ c2 เป็นข้อมูลชนิดเดียวกัน แต่มีความหมายที่แตกต่างกัน

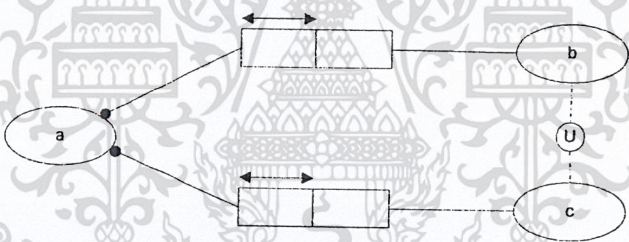
2.7.2.6 ความสัมพันธ์ที่ทำให้เกิดอีกความสัมพันธ์หนึ่ง (Nested)



รูปที่ 2.18 ความสัมพันธ์ที่ก่อให้เกิด อีกความสัมพันธ์หนึ่ง

ความสัมพันธ์ที่ทำให้เกิดอีกความสัมพันธ์หนึ่ง คือเกิดความสัมพันธ์อันใหม่ขึ้นมา หมายความว่า เมื่อ a มีความสัมพันธ์กับ b แล้ว จะทำให้เกิดความสัมพันธ์กับ c

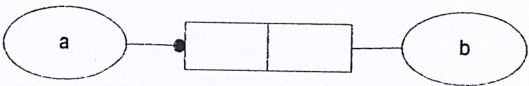
2.7.2.7 External uniqueness constraints



รูปที่ 2.19 External uniqueness constraints

หมายความว่าเมื่อ a มีความสัมพันธ์กับ b และ c แล้วค่าในคอลัมน์ b และ c สามารถมีค่าซ้อนกันได้ แต่ค่าในคอลัมน์ b และ c เมื่อรวมกันแล้วห้ามมีค่าที่ซ้ำกัน

2.7.2.8 Mandatory role constrain

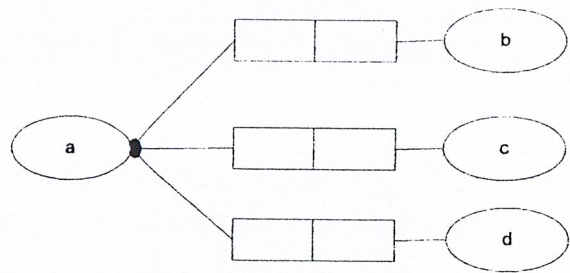


รูปที่ 2.20 Mandatory role constraints

คือ เมื่อมีการใส่ข้อมูลลงในคอลัมน์ a ต้องใส่ข้อมูลลงในคอลัมน์ b ด้วยเสมอห้ามคอลัมน์ a วางไม่มีค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

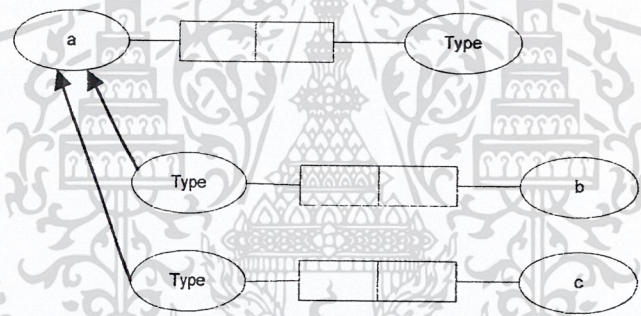
2.7.2.9 Inclusion mandatory role constrains



รูปที่ 2.21 Inclusion mandatory role constrains

คือ เมื่อมีการใส่ข้อมูลในคอลัมน์ a จะต้องมีการเลือกใส่ข้อมูลลงในคอลัมน์ b ,c หรือในคอลัมน์ d โดยจะเลือกใส่ได้เพียงคอลัมน์เดียวเท่านั้น

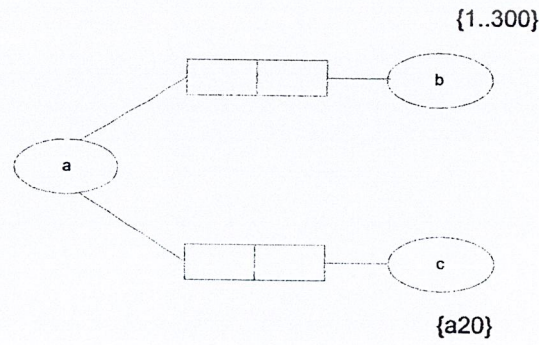
2.7.2.10 Subtype constrains



รูปที่ 2.22 Subtype constrains

คือ เมื่อมีการบอกชนิดของ a ถ้าเป็นชนิดที่ 1 ต้องมีการใส่ข้อมูลใน b แต่ถ้าเป็นชนิดที่ 2 ให้ใส่ข้อมูลที่ c

2.7.2.11 Value constrains

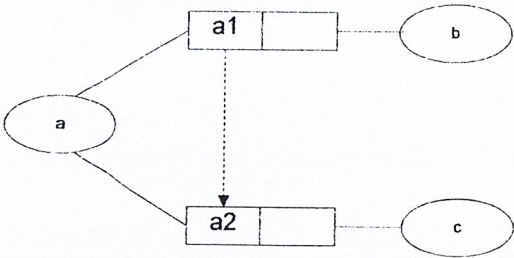


รูปที่ 2.23 Value constrains

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คือ ค่าในคอลัมน์ b ต้องเป็นตัวเลข 1 ถึง 300 เท่านั้น ส่วนค่าในคอลัมน์ c ต้องเป็นตัวอักษรที่มีความยาวไม่เกิน 20 ตัวอักษรเท่านั้น

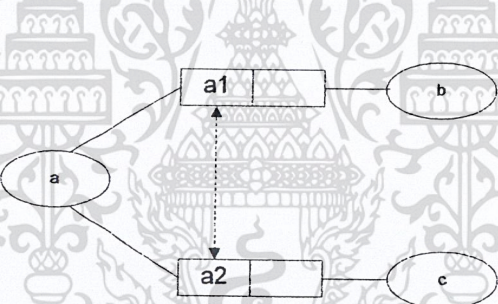
2.7.2.12 Subset constraints



รูปที่ 2.24 Subset Constrains

คือ เมื่อมีการใส่ค่าข้อมูลความสัมพันธ์ลงในคอลัมน์ a1 ต้องมีการใส่ข้อมูลความสัมพันธ์ลงในคอลัมน์ a2 ด้วย แต่ถ้าใส่ข้อมูลความสัมพันธ์ในส่วนคอลัมน์ a2 ไม่จำเป็นต้องใส่ค่าความสัมพันธ์ที่คอลัมน์ a1

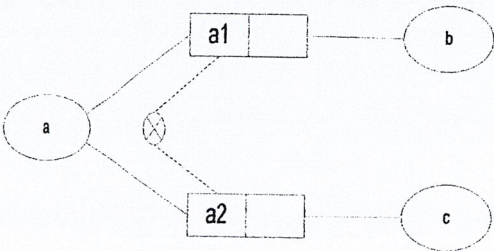
2.7.2.13 Equality constraints



รูปที่ 2.25 Equality constrains

คือ เมื่อมีการใส่ข้อมูลความสัมพันธ์ที่คอลัมน์ a1 ต้องมีการใส่ความสัมพันธ์ที่ในคอลัมน์ a2 ด้วย แต่ถ้าใส่ข้อมูลความสัมพันธ์ที่คอลัมน์ a2 ไม่จำเป็นต้องใส่ค่าข้อมูลความสัมพันธ์ที่คอลัมน์ a1

2.7.2.14 Exclusion constraints

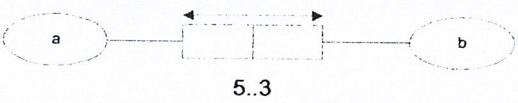


รูปที่ 2.26 Exclusion constraints

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครูเชิงในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คือ ความสัมพันธ์ของ a1 ต้องไม่เหมือนกับความสัมพันธ์ของ a2 โดยเด็ดขาด

2.7.2.15 Frequency constraints



รูปที่ 2.27 Frequency constraints

คือ ค่าในความสัมพันธ์ a สามารถซ้ำได้ 5 ครั้ง ค่าในคอดัมน์ b สามารถซ้ำได้ 3 ครั้ง การบอกความถี่นั้นอาจบอกเป็นช่วงความถี่แทนได้

2.7.2.16.1 Purely Reflexive

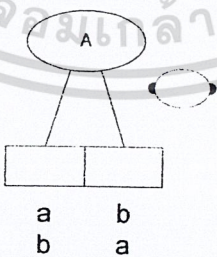
ความสัมพันธ์กับตัวมันเอง เช่น a มีความสัมพันธ์กับ a และ b มีความสัมพันธ์กับ b



รูปที่ 2.28 Reflexive

2.7.2.16.2 Symmetric

ความสัมพันธ์แบบสมมาตร คือ เมื่อมีความสัมพันธ์กันแบบ a, b ต้องมีความสัมพันธ์แบบ b, a ด้วย



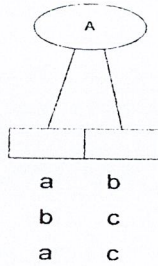
รูปที่ 2.29 Symmetric

2.7.2.16.3 Transitive

ความสัมพันธ์แบบทั่วถึง คือ เมื่อมีความสัมพันธ์กันแบบ a, c และแบบ b, c ต้องมี

ความสัมพันธ์แบบ a, c ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.30 Transitive

2.8 ภาษาที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

2.8.1 PHP (Hypertext Preprocessor)

PHP คือภาษาคอมพิวเตอร์สคริปต์ที่ใช้ประมวลผลที่ฝั่งเซิร์ฟเวอร์ แล้วส่งผลลัพธ์ไปแสดงผลที่ฝั่งไคลเอนต์ผ่านบราวเซอร์เช่นเดียวกับ CGI และ ASP โดยมีรากฐานโครงสร้างคำสั่งมาจากภาษาซี ภาษาจาวา และ ภาษาเพิร์ล ภาษาพีเอชพีสามารถจัดทำเว็บไซต์ และแสดงผลออกมาในรูปแบบ HTML และภาษาพีเอชพีนั้นง่ายต่อการเรียนรู้ ตรงตามเป้าหมายหลักของภาษานี้ คือให้นักพัฒนาเว็บไซต์สามารถเขียน เว็บเพจ ที่มีความตอบโต้ได้อย่างรวดเร็ว

2.8.1.1 คุณสมบัติของภาษาพีเอชพี (PHP)

การแสดงผลของภาษาพีเอชพี จะปรากฏในลักษณะ HTML ซึ่งจะไม่ต้องแสดงคำสั่งที่ผู้ใช้เขียน ซึ่งเป็นลักษณะเด่นที่ภาษาพีเอชพีแตกต่างจากภาษาในลักษณะ ไคลเอนต์-ไซด์ สคริปต์ เช่น ภาษาจาวาสคริปต์ ที่ผู้ชมเว็บไซต์สามารถอ่าน ดูและคัดลอกคำสั่งไปใช้เองได้ นอกจากนี้ ภาษาพีเอชพียังเป็นภาษาที่เรียนรู้และเริ่มต้นได้ไม่ยาก โดยมีเครื่องมือช่วยเหลือและคู่มือที่สามารถหาอ่านได้ฟรีบนอินเทอร์เน็ต ความสามารถในการประมวลผลหลักของภาษาพีเอชพี ได้แก่ การสร้างเนื้อหาอัตโนมัติจัดการคำสั่ง การอ่านข้อมูลจากผู้ใช้และประมวลผล การอ่านข้อมูลจากค่าตัวแปร ความสามารถจัดการกับคุกกี้ ซึ่งทำงานเช่นเดียวกับโปรแกรมในลักษณะ CGI คุณสมบัติอื่นเช่น การประมวลผลตามบรรทัดคำสั่ง (command line scripting) ทำให้ผู้เขียนโปรแกรมสร้างสคริปต์พีเอชพี ทำงานผ่านพีเอชพี พาร์เซอร์ (PHP parser) โดยไม่ต้องผ่านเซิร์ฟเวอร์หรือเบราวเซอร์ ซึ่งมีลักษณะเหมือนกับ Cron (ในยูนิกซ์หรือลินุกซ์) หรือ Task Scheduler (ในวินโดวส์) สคริปต์เหล่านี้สามารถนำไปใช้ในแบบ Simple text processing tasks ได้ การแสดงผลของภาษาพีเอชพี ถึงแม้ว่าจุดประสงค์หลักใช้ในการแสดงผล HTML แต่ยังสามารถสร้าง XHTML หรือ XML ได้ นอกจากนี้สามารถทำงานร่วมกับคำสั่งเสริมต่างๆ ซึ่งสามารถแสดงผลข้อมูลหลัก PDF แฟลช (โดยใช้ libswf และ Ming) ภาษาพีเอชพีมีความสามารถอย่างมากในการทำงานเป็นประมวลผลข้อความจาก POSIX Extended หรือ รูปแบบ Perl ทั่วไป เพื่อแปลงเป็น

เอกสาร XML ในการแปลงและเข้าสู่เอกสาร XML เรารองรับมาตรฐาน SAX และ DOM สามารถใช้รูปแบบ XSLT ของเราเพื่อแปลงเอกสาร XML เมื่อใช้ภาษาพีเอชพีในการทำอีคอมเมิร์ซ สามารถทำงานร่วมกับโปรแกรมอื่น เช่น Cybercash payment, CyberMUT, VeriSign Payflow Pro และ CCVS functions เพื่อใช้ในการสร้างโปรแกรมทำธุรกรรมทางการเงิน

2.8.1.2 การรองรับของภาษาพีเอชพี (PHP)

คำสั่งของภาษาพีเอชพีสามารถสร้างผ่านทางโปรแกรมแก้ไขข้อความทั่วไปเช่น Notepad หรือ vi ซึ่งทำให้การทำงานภาษาพีเอชพี สามารถทำงานได้ในระบบปฏิบัติการหลักเกือบทั้งหมด โดยเมื่อเขียนคำสั่งแล้วนำมาประมวลผล Apache, Microsoft Internet Information Services (IIS) , Personal Web Server, Netscape และ iPlanet servers, Oreilly Website Pro server, Caudium, Xitami, OmniHTTPd, และอื่นๆ อีกมากมาย สำหรับส่วนหลักของภาษาพีเอชพี ยังมี Module ในการรองรับ CGI มาตรฐาน ซึ่ง ภาษาพีเอชพี สามารถทำงานเป็นตัวประมวลผล CGI ด้วย และ PHP มีอิสรภาพในการเลือก ระบบปฏิบัติการ และ เว็บเซิร์ฟเวอร์ นอกจากนี้ผู้ใช้อย่างยังสามารถใช้สร้างโปรแกรมโครงสร้าง สร้างโปรแกรมเชิงวัตถุ (OOP) หรือสร้างโปรแกรมที่รวมทั้งสองอย่างเข้าด้วยกัน แม้ว่าความสามารถของคำสั่ง OOP มาตรฐานในเวอร์ชันนี้ยังไม่สมบูรณ์ แต่ตัวไลบรารีทั้งหลายของโปรแกรม และตัวโปรแกรมประยุกต์ (รวมถึง PEAR library) ได้ถูกเขียนขึ้นโดยใช้รูปแบบการเขียนแบบ OOP เท่านั้น ภาษาพีเอชพีสามารถทำงานร่วมกับฐานข้อมูลได้หลายชนิด ซึ่งฐานข้อมูลส่วนหนึ่งที่รองรับได้แก่ Oracle dBase PostgreSQL IBM DB2 MySQL Informix ODBC โครงสร้างของฐานข้อมูลแบบ DBX ซึ่งทำให้ภาษาพีเอชพีใช้กับฐานข้อมูลอะไรก็ได้ที่รองรับรูปแบบนี้ และ PHP ยังรองรับ ODBC (Open Database Connection) ซึ่งเป็นมาตรฐานการเชื่อมต่อฐานข้อมูลที่ใช้กันแพร่หลายอีกด้วย ผู้ใช้สามารถเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลต่างๆ ที่รองรับมาตรฐานโลกนี้ได้ ภาษาพีเอชพียังสามารถรองรับการสื่อสารกับการบริการในโพรโทคอลต่างๆ เช่น LDAP IMAP SNMP NNTP POP3 HTTP COM (บนวินโดวส์) และอื่นๆ อีกมากมาย ผู้ใช้สามารถเปิด Socket บนเครือข่ายโดยตรง และตอบโต้โดยใช้ โพรโทคอลใดๆก็ได้ ภาษาพีเอชพีมีการรองรับสำหรับการแลกเปลี่ยนข้อมูลแบบ WDDX Complex กับ Web Programming อื่นๆทั่วไปได้ ในส่วน Interconnection ภาษาพีเอชพีมีการรองรับสำหรับ Java objects ให้เปลี่ยนมันเป็น PHP Object แล้วใช้งาน ผู้ใช้ยังสามารถใช้รูปแบบ CORBA เพื่อเข้าสู่ Remote Object ได้เช่นกัน

2.8.2 SQL (Structured Query Language)

เอสคิวแอล (SQL) คือ ภาษาสอบถามข้อมูล หรือภาษาจัดการข้อมูลอย่างมีโครงสร้าง มีการพัฒนาภาษาคอมไพเตอร์ และ โปรแกรมฐานข้อมูลที่รองรับมากมาย เพราะจัดการข้อมูลได้ง่าย เช่น MySQL, MsSQL, PostgreSQL หรือ MS Access เป็นต้น สำหรับโปรแกรมฐานข้อมูลที่ได้รับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความนิยมคือ MySQL เป็น Open Source ที่ใช้งานได้ในทั้ง Linux และ Windows MySQL เป็นระบบฐานข้อมูลแบบโอเพนซอร์ส (Open Source Database) สำหรับจัดการระบบดาต้าเบส (Database System) ผ่านเอสคิวแอล (SQL) โปรแกรมนี้ถูกพัฒนาโดย บริษัท MySQL AB ในประเทศสวีเดน มีทั้งแบบใช้ฟรี และเชิงธุรกิจ ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันมากสำหรับเป็นฐานข้อมูลเว็บไซต์ สามารถใช้ร่วมกับภาษาโปรแกรม PHP, ASP และภาษาโปรแกรมอื่นๆ โดยส่วนใหญ่ MySQL จะมาควบคู่กับภาษาโปรแกรม PHP

2.9 Google Maps

กูเกิล แมปส์ (Google Maps) เป็นเว็บไซต์ค้นหาส่วนหนึ่งของกูเกิล ให้บริการด้านแผนที่ ซึ่งสามารถดูจากเว็บเบราว์เซอร์และขึ้นอยู่กับตำแหน่งที่เราอยู่ โดยเน้นที่การค้นหาบริการ และร้านค้าต่างๆ โดยการใส่สิ่งที่ต้องการค้นหา เช่น ร้านอาหาร หรือ ธนาคาร และ ใส่สถานที่ที่ต้องการค้นหา แล้วกูเกิลแมปส์ จะแสดงผลว่ามีร้านที่ต้องการอยู่จำนวนกี่ร้าน แสดงตำแหน่งพร้อมเบอร์โทรศัพท์และเส้นทางการขับขี่ของสถานที่ที่ผู้ใช้งานต้องการ และยังสามารถคลิกและลากแผนที่เพื่อดูส่วนที่ติดกันได้ทันที รูปภาพจากดาวเทียมของตำแหน่งที่ต้องการได้ เว็บไซต์กูเกิลแมปส์ในปัจจุบันยังคงเป็นซอฟต์แวร์เว็บตัว โดยฐานข้อมูลบางส่วนได้ถูกนำมารวมกับ กูเกิลเอิร์ธ

2.9.1 เครื่องหมาย

เครื่องหมายจะปรากฏใน Google แผนที่ เพื่อแสดงถึงตำแหน่งที่สำคัญ ตัวอย่างเช่น เมื่อต้องการค้นหาที่อยู่ Google แผนที่ จะแสดงตำแหน่งของที่อยู่ด้วยเครื่องหมายประเภทของเครื่องหมายประกอบด้วย:



เครื่องหมายแสดงตำแหน่งของธุรกิจ



เครื่องหมายแสดงตำแหน่งโดยประมาณของธุรกิจ



เครื่องหมายแสดงตำแหน่งของผู้สนับสนุนธุรกิจ (โฆษณา)



เครื่องหมายแสดงจุดหมายบนเส้นทางที่ต้องการ



เครื่องหมายแสดงหมายเลขและตำแหน่งของทางออกบนทางหลวง



เครื่องหมายแสดงตำแหน่งและสถานที่ที่ต้องการค้นหา



เครื่องหมายแสดงผลการค้นหาทั้งหมดโดยไม่จำกัดเฉพาะผลการค้นหาที่เกี่ยวข้องกับจุดหมายที่ต้องการ (ซึ่งจะระบุด้วยเครื่องหมายขนาดใหญ่กว่า)

2.9.2 Google Maps API

Google Maps API ช่วยให้เราสามารถพัฒนาโปรแกรมเพื่อแทรก Google Maps เข้าไปเป็นองค์ประกอบส่วนหนึ่งใน Webpage ที่ต้องการได้โดยเขียนเป็นรหัส html และ javascript ในรูปแบบที่ไม่สลับซับซ้อนนักสำหรับงานแผนที่อย่างง่าย Google Maps API มีความสามารถกว้างขวางโดยเน้นในด้านการนำเสนอข้อมูลแผนที่ในลักษณะหมุดปัก (Push pin / Place marker) ซึ่งสามารถกำหนดให้แสดงข้อมูลประกอบแผนที่เมื่อผู้ใช้คลิกที่ตัว push pin /marker นั้นๆ หรือองค์แผนที่แบบเส้น (Polyline) พื้นที่ (Polygon) และภาพ (Ground overlay) บริการด้านแผนที่ของ Google นี้เริ่มต้นตั้งแต่กลางปีค.ศ. 2005 เป็นบริการแบบไม่เสียค่าใช้จ่าย จัดให้แก่ผู้ใช้ทั่วโลก ส่วนประกอบพื้นฐานสำคัญที่ดึงดูดให้มีผู้ใช้งาน Google Map เป็นอย่างมาก คือแผนที่และภาพถ่ายดาวเทียมที่มีคุณภาพดีซึ่งครอบคลุมทั่วพื้นผิวโลกในมาตรา ส่วนต่างๆ ตามความเหมาะสม ทำให้การพัฒนาต่อยอดจากสิ่งที่ Google จัดไว้ให้แล้วเป็นสิ่งที่น่าสนใจ

เนื่องจากจัดทำ Google Maps API เป็นโปรแกรมรหัสเปิด (Open source program) ในภาษาจาวาสคริปต์ จึงทำให้ผู้ใช้ที่เป็นนักพัฒนาโปรแกรมสามารถเข้าไปดูรายละเอียดของรหัสโปรแกรมได้สะดวก รวมทั้งสามารถปรับเปลี่ยนแก้ไขโปรแกรมได้ ทำให้ Google Maps API มีผู้ใช้งานอย่างกว้างขวาง เหตุผลสำคัญอีก 2 อย่างที่ส่งเสริมให้มีผู้ใช้งานมากคือแผนที่และภาพถ่ายดาวเทียมคุณภาพสูงที่ใช้ สนับสนุนการทำแผนที่ที่มีให้ครอบคลุมพื้นที่ต่างๆ อย่างกว้างขวาง และชื่อเสียงของโปรแกรม Google Earth เสริมด้วยบริการ Google Local ที่มีมาก่อน

2.9.3 Google Maps mashup

คำว่า “Mashup” หรือ “mash-up” เป็นศัพท์เฉพาะในแวดวงของนักพัฒนา application แบบ client-server ประเภทที่ทำต่อขึ้นเองโดยใช้ software tool และ ทรัพยากรที่ทางผู้ให้บริการจัดไว้ให้มีที่มาจากการเพลงเมื่อนักจัดรายการเพลงเกิดความคิดแหวกแนวโดยทดลองเปิด เพลง 2 เพลงพร้อมๆ กัน ทำให้เกิดเสียงเพลงที่ผสมผสานที่แปลก และบางครั้งมีความไพเราะ และเรียกงานผลที่เกิดขึ้นว่า “mashup”

mashup ที่กล่าวถึงกันมากในแวดวงนักพัฒนาแอปพลิเคชันที่ใช้บนอินเทอร์เน็ตมีองค์ประกอบอย่างน้อย 2 ส่วน ส่วนแรกคือ application program interface (API) และทรัพยากรสนับสนุนจากเซิร์ฟเวอร์ของผู้ให้บริการ และส่วนที่ 2 คือโปรแกรมและทรัพยากรของผู้พัฒนาแอปพลิเคชันนั้น (ติดตั้งอยู่ที่เว็บไซต์ของผู้พัฒนา) ตัวอย่างกรณีของ Google Maps mashup ก็จะหมายถึงเว็บเพจที่นักพัฒนาเว็บไซต์สร้างขึ้นให้มีส่วนประกอบที่เป็น แผนที่ที่สามารถทำงานแบบโต้ตอบกับผู้ใช้ได้ โดยมีแผนที่ฐานเป็นส่วนที่ Google จัดไว้ให้แล้ว และมีข้อมูลแผนที่ของตนเองซ้อนทับในลักษณะหมุดปัก (ที่สามารถแสดงข้อความซึ่งแฝงอยู่เมื่อผู้ใช้คลิกที่หมุดเหล่านั้น) หรือลักษณะอื่นที่สลับซับซ้อนกว่า

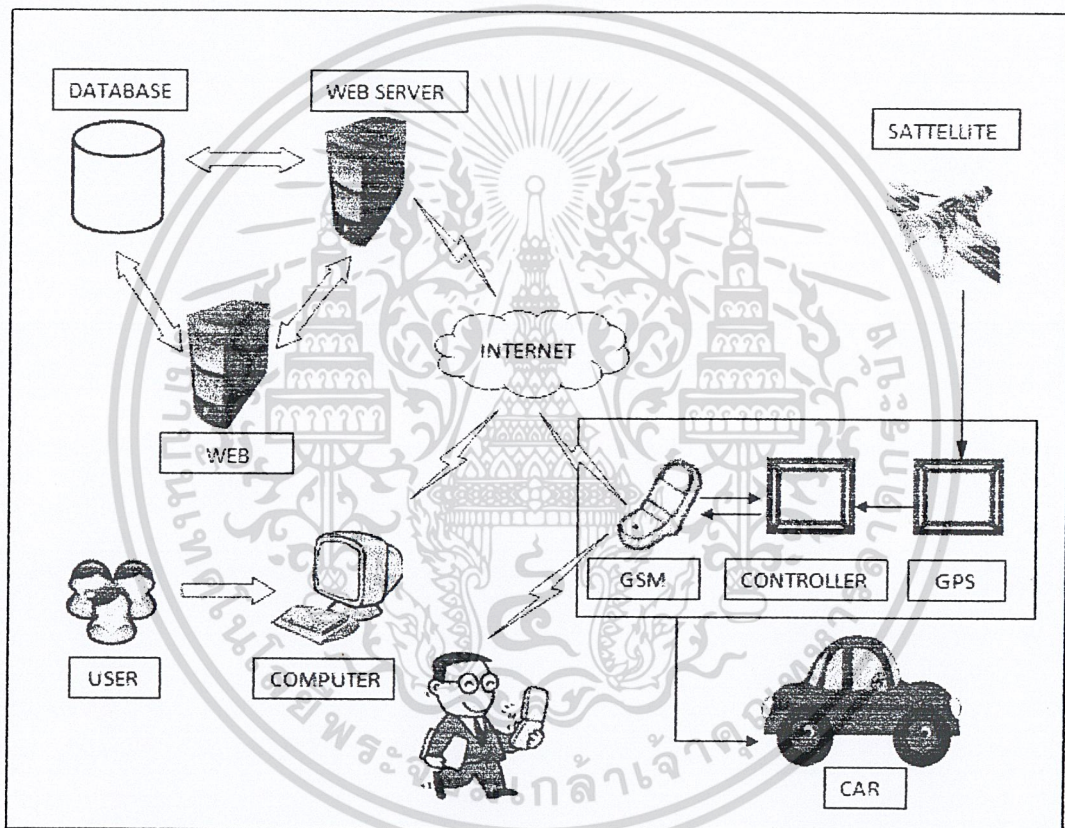
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

บทที่ 3

การออกแบบโครงงาน

3.1 องค์ประกอบของระบบโดยรวม

ระบบนี้จะมีการแบ่งการทำงานเป็น 3 ส่วน ซึ่งประกอบด้วย ส่วนที่ติดอยู่กับรถยนต์ ส่วนของ Web Server และส่วนของผู้ใช้งาน โดยมีองค์ประกอบโดยรวมดังนี้

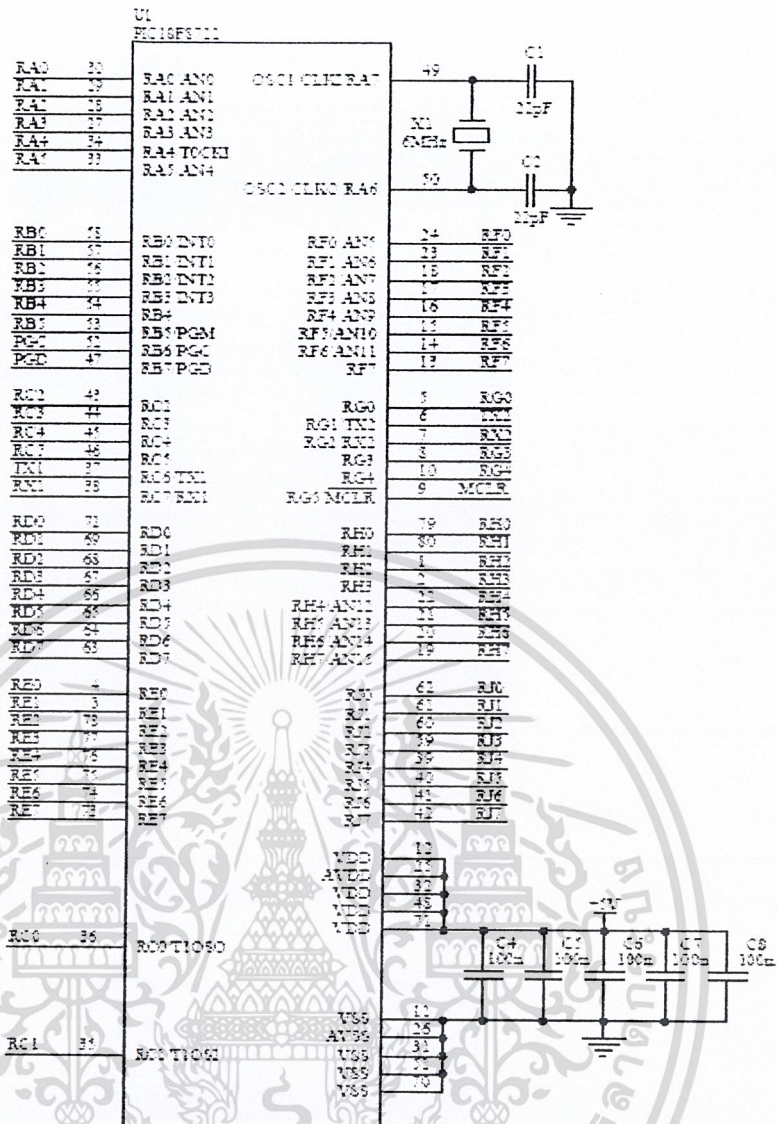


รูปที่ 3.1 องค์ประกอบโดยรวมของระบบ

หลักการทำงานโดยรวมของระบบ

จากรูปที่ 3.1 เป็นการนำเอาเทคโนโลยีของระบบ GPS มาประยุกต์ใช้ในการประมวลผลข้อมูลต่างๆ เพื่อที่จะสามารถแสดงตำแหน่งของรถยนต์ ณ ขณะนั้นว่าอยู่ ณ ตำแหน่งใด โดยผ่านระบบ GPRS และสามารถบันทึกตำแหน่ง ละติจูด ลองจิจูด เวลาและวันที่ ไปยัง Web Server เพื่อที่จะสามารถดูข้อมูลในการเคลื่อนที่ของรถยนต์ และสามารถตัดระบบไฟของรถยนต์ด้วย SMS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



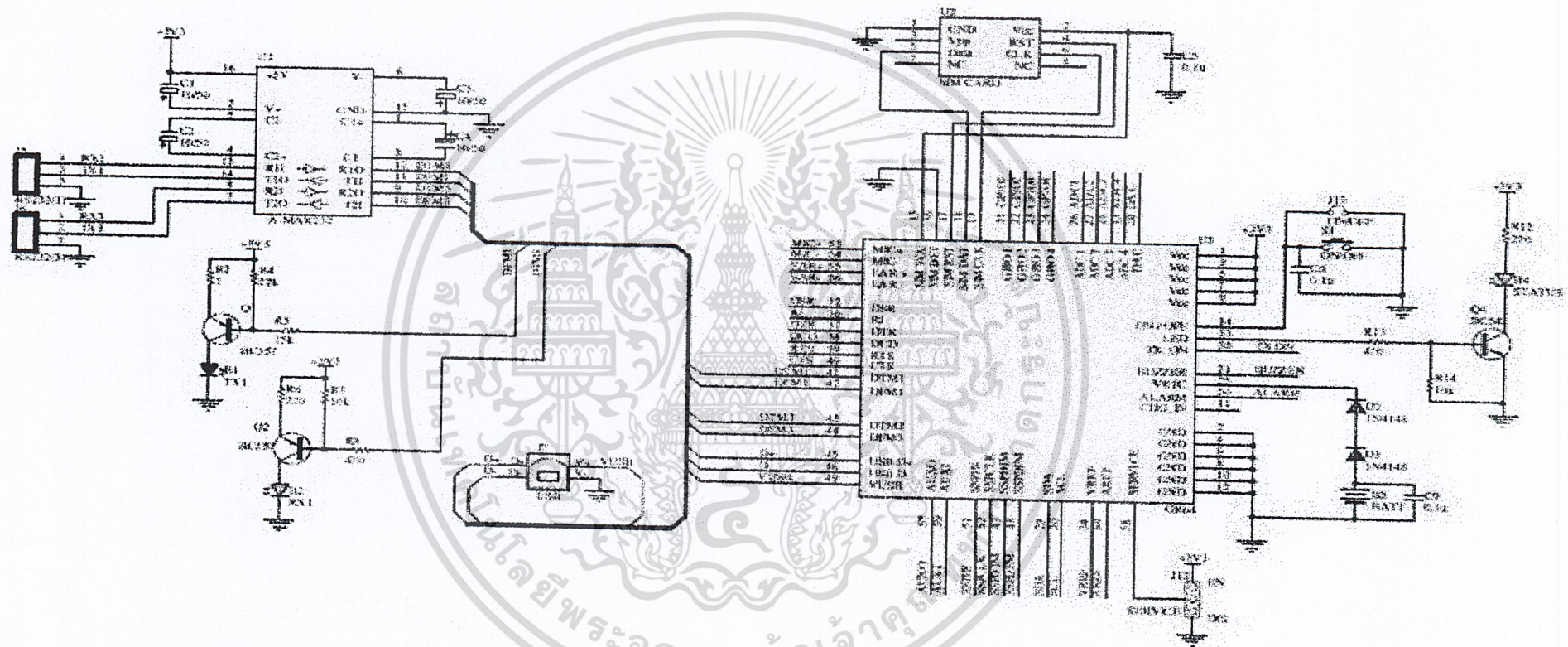
รูปที่ 3.3 วงจร PIC18F8722

ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 18F8722 เป็นบอร์ดขนาดเล็ก ที่นำเอาไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ PIC18F8722 ขนาด 80-Pin แบบ TQFP ของ Microchip มาจัดวงจรใช้งานให้มีขนาดเล็ก โดยเน้นการใช้งานทรัพยากรของตัวไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นหลัก ซึ่งมีการออกแบบพอร์ตสัญญาณสำหรับการโปรแกรมแบบ ICD2 ทำให้สามารถเชื่อมต่อกับเครื่องโปรแกรมภายนอกได้ โดยวงจรภายในจะประกอบด้วย 2 ส่วนหลักคือ PIC18F8722 ซึ่งเป็นตัวประมวลผล และ ICL3232 เป็นตัวแปลงสัญญาณจาก RS-232 ซึ่งขา R10(RX1) ของ ICL3232 จะต่อเข้ากับขา RC7 ของ PIC18F8722 และขา T11(TX1) จะต่อเข้ากับขา RC6 ของ PIC18F8722 ซึ่งเราได้เลือกบอร์ดนี้เป็นตัวประมวลผล และจัดการข้อมูลต่างๆ เช่น คัดแยก ค่าจาก Packet ที่ต้องการคือค่า ละติจูด ลองจิจูด ความเร็ว จากเครื่องรับสัญญาณ GPS รวมถึงรองรับคำสั่งเปรียบเทียบ SMS และสั่งการ Module GSM ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

32



รูปที่ 3.4 GSM Module

คำสั่ง AT Command ที่ใช้ในการติดต่อกับระบบ GPRS สำหรับเครือข่าย DTAC

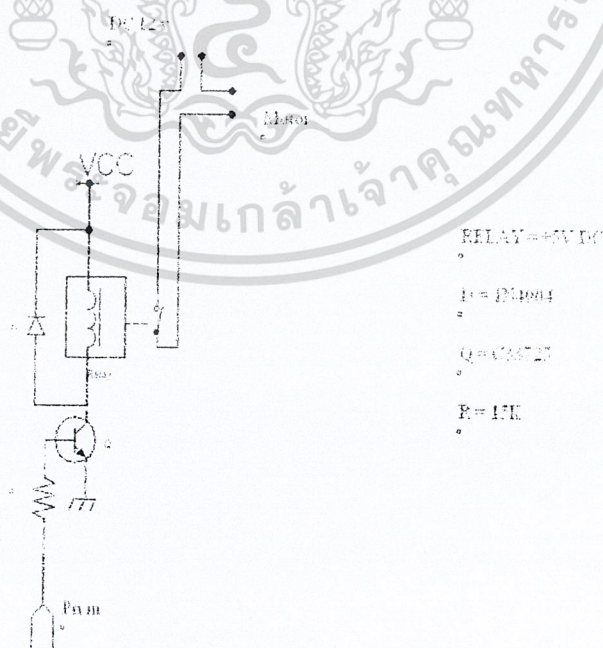
- ```
At+cgdcont=1,"IP","www.dtac.co.th"<CR>
```

- At\*e2ips=1,3,2,500,1,64<CR>

- $$At^*e2ipa=1,1<CR>$$

At\*e2ipo=1,"161.246.73.224",80,1<CR>

### 3.5 ส่วนของวงจรตัดไฟ

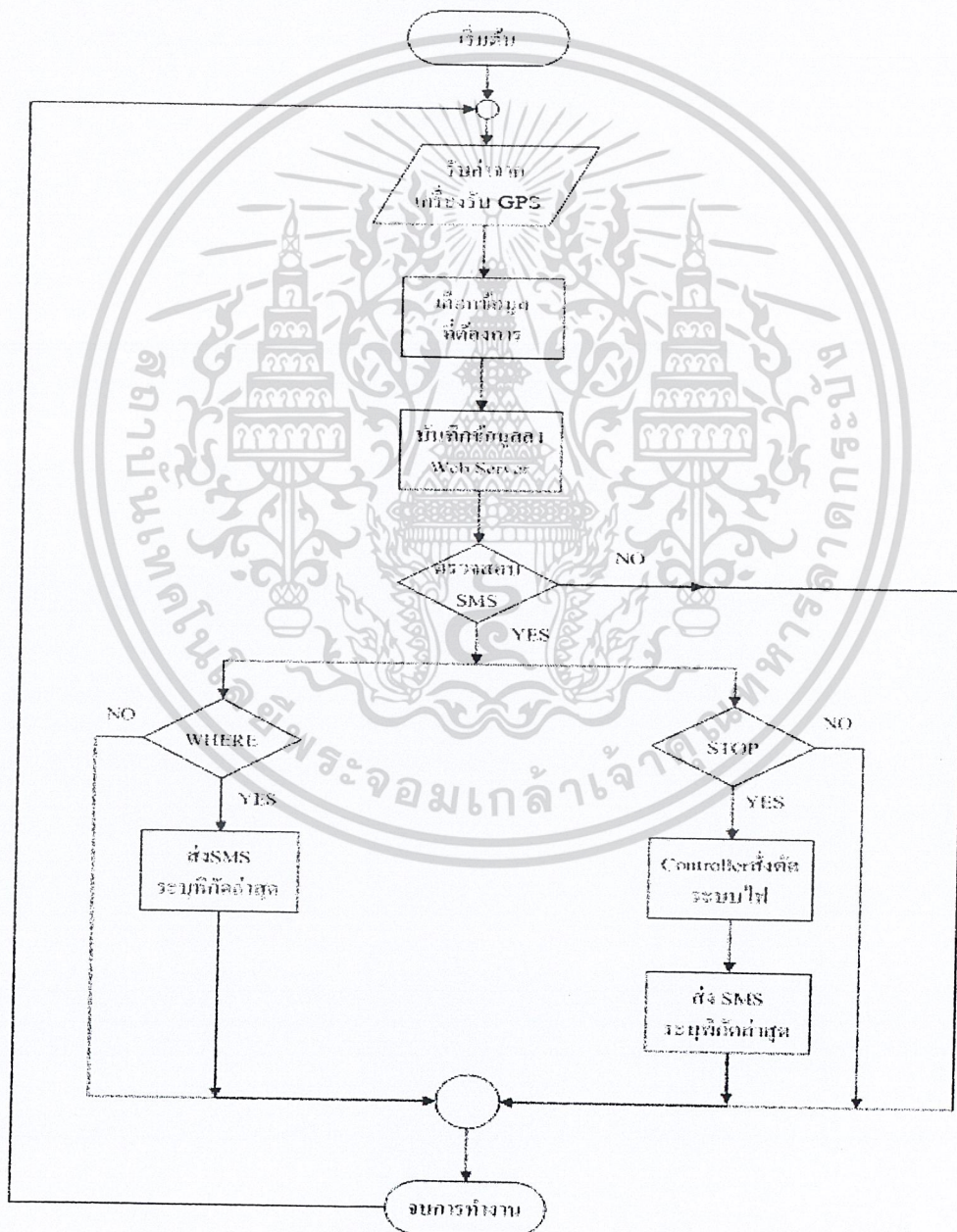


### รูปที่ 3.5 วงจรตัดไฟ



การต่อวงจรเพื่อทำหน้าที่ตัดไฟโดยการนำ Relay มาใช้เพื่อควบคุมสวิตช์ให้ตัดต่อโหลดที่มีกระแสสูงๆ โดยเมื่อมีแรงดันตกคร่อมขดลวดจะทำให้เกิดกระแสไหลผ่านขดลวด ซึ่งจะทำให้หน้าสัมผัสเคลื่อนที่ เกิดสนามแม่เหล็กดูดหน้าสัมผัส NO (วงจรปิด: normally open) ให้ตัดวงจร และเมื่อปลดแรงดันออกสนามแม่เหล็กก็จะหมดลงหน้าสัมผัสเคลื่อนที่ก็จะติดกลับมาต่อยังหน้าสัมผัส NC (วงจรปิด: normally close) ดังแสดงในรูปที่ 3.5

### 3.6 การทำงานของระบบโดยรวม



รูปที่ 3.6 ผังการทำงานของระบบ โดยรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครูในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



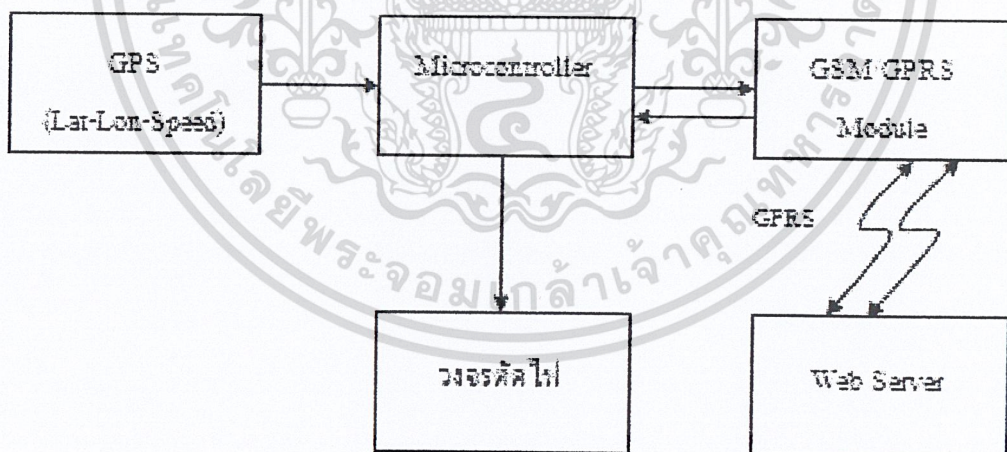
การทำงานจะเริ่มจากเครื่องรับ GPS จะรับข้อมูลที่เป็น Packet มาจากดาวเทียมที่รับได้ หลังจากนั้น Controller จะทำการคัดเลือกเฉพาะค่าที่เราต้องการออกมาคือ ค่าละติจูด ลองจิจูด และความเร็ว แล้วส่งข้อมูลนั้นผ่านสัญญาณ GPRS ด้วย GSM Module ไปเก็บไว้ยัง Web server เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเรียกดูข้อมูลดังกล่าวได้ 2 วิธี คือ

-Web page โดยการ Login ผ่าน Internet

-SMS เมื่อผู้ใช้งานต้องการที่จะทราบพิกัดล่าสุดของ รถยนต์ หรือ ตัดระบบไฟเพื่อหยุดการทำงานของรถยนต์ ผ่าน SMS สามารถทำได้โดยการส่งข้อความสั้น (SMS) ผ่านระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่มายังระบบ โดย ส่งคำว่า “WHERE” เมื่อต้องการทราบค่าพิกัดล่าสุดของรถยนต์ โดยระบบจะส่งเป็นข้อความสั้นที่ระบุค่าละติจูด ลองจิจูด และความเร็ว กลับมายังหมายเลขผู้ใช้งานที่ส่งไป และ ส่งคำว่า “STOP” เมื่อต้องการตัดระบบไฟเพื่อหยุดการทำงานของรถยนต์ โดย Controller จะเป็นตัวสั่งตัววงจรระบบตัดไฟเมื่อทำการตัดระบบไฟแล้ว ก็จะส่งค่า ค่าละติจูด ลองจิจูด และความเร็ว กลับมายังผู้ใช้งานเพื่อให้ทราบถึงที่อยู่ปัจจุบันของรถยนต์

### 3.7 ส่วนประกอบย่อยของระบบ

#### 3.7.1 ส่วนที่ติดตั้งบนรถยนต์



รูปที่ 3.7 Block Diagram ส่วนที่ติดบนรถยนต์



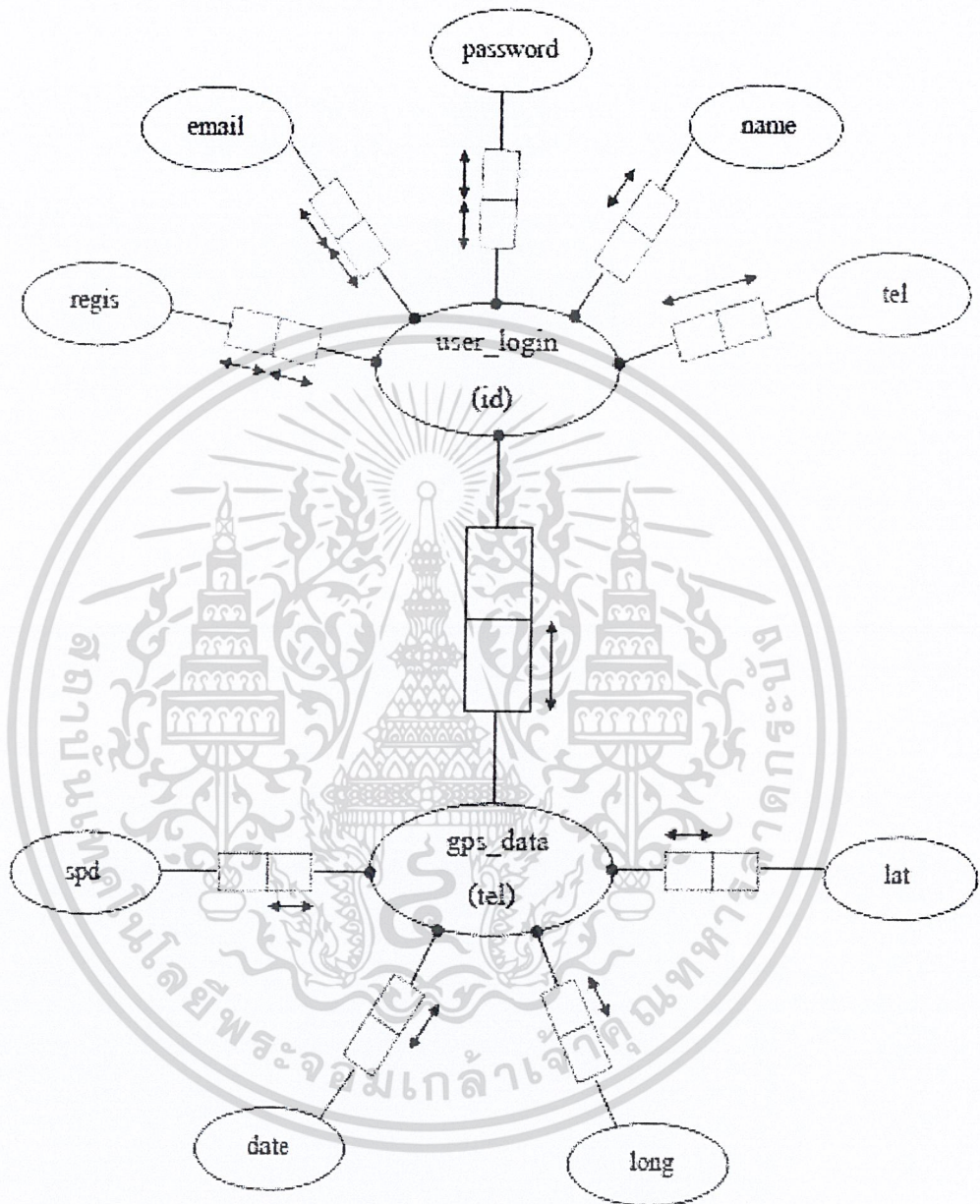
### จากรูปที่ 3.7 ส่วนที่ติดอยู่บนรถยนต์

- เครื่องรับสัญญาณ Global Positioning System รับข้อมูลที่เป็น Packet จากดาวเทียม แล้วนำข้อมูลที่รับได้เข้าไปสู่ Microcontroller
- Microcontroller จะทำการแยกเฉพาะข้อมูลใน Packet ที่ต้องการ เช่น ละติจูด, ลองจิจูด, ความเร็ว และนำข้อมูลที่ได้มาทำการคัดแยกแล้วส่งไปยัง GSM Module
- GSM Module จะทำการส่งข้อมูล ที่ได้รับจาก Microcontroller ผ่านสัญญาณ GPRS ไปยัง Web Server เพื่อทำการเพื่อบันทึกไว้ในฐานข้อมูล
- Microcontroller จะคอยตรวจสอบว่ามี SMS เข้ามาหรือไม่ ถ้าไม่มี SMS เข้าจะเริ่มดำเนินการทำงานใหม่
- เมื่อมี SMS เข้ามา Microcontroller จะตรวจสอบว่าเป็น Where หรือ Stop
- เมื่อส่ง SMS คำว่า Where เข้ามา ระบบจะส่งค่า ละติจูด ลองจิจูด และ ความเร็ว ถ้าสุดกลับไป
- เมื่อส่ง SMS คำว่า Stop เข้ามา Controller จะสั่งตัดระบบไฟรถยนต์ และส่งคำว่า “System Shut Down” และ ค่าละติจูด ลองจิจูด ความเร็ว กลับไป



### 3.7.2 ส่วนของ Web Server

#### 3.7.2.1 ER Diagram



รูปที่ 3.8 ER-Diagram

#### 3.7.2.2 Entity Relation Diagram

gps\_data (tel, lat, long, data, spd)

user\_login (id, name, tel, password, email, regis)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



3.7.2.3 Data Dictionary

ตารางที่ 3.1 gps\_data

| Name | Type     | Key     | Meaning         |
|------|----------|---------|-----------------|
| tel  | Varchar  | P.K,F.K | หมายเลขโทรศัพท์ |
| lat  | Varchar  |         | พิกัดละติจูด    |
| long | Varchar  |         | พิกัดลองจิจูด   |
| date | Datetime |         | วันที่ , เวลา   |
| spd  | float    |         | ความเร็ว        |

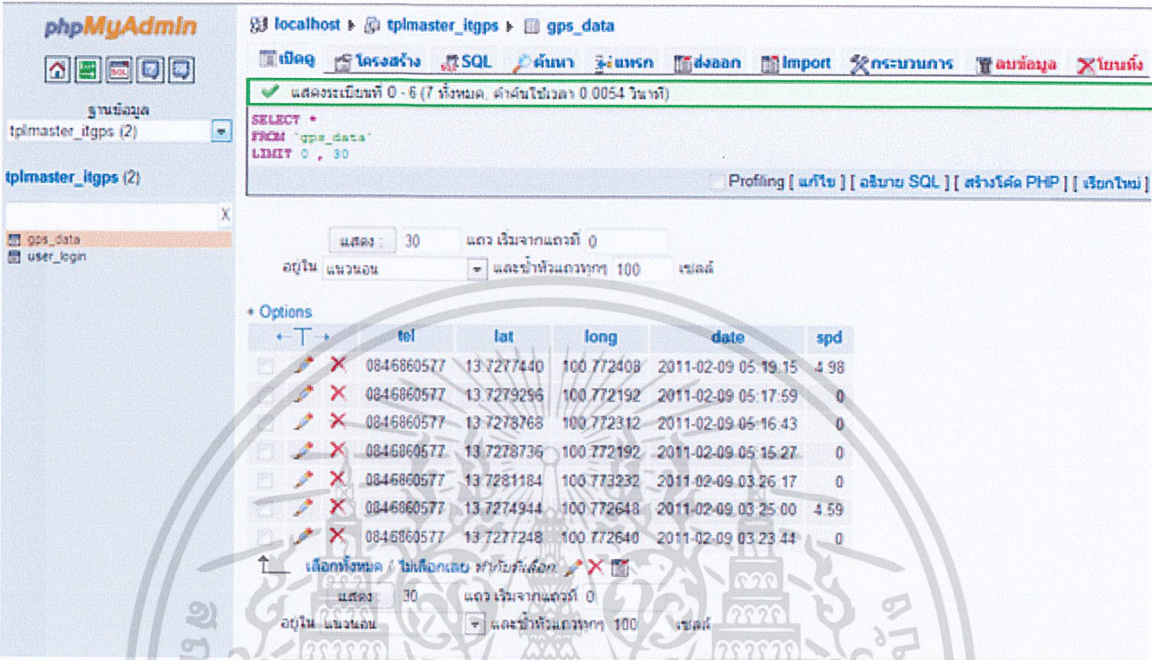
ตารางที่ 3.2 user\_login

| Name     | Type    | Key | Meaning                                                      |
|----------|---------|-----|--------------------------------------------------------------|
| id       | Int     | P.K | หมายเลขโทรศัพท์                                              |
| name     | Varchar |     | ชื่อ-นามสกุลผู้ใช้                                           |
| tel      | Varchar | F.K | หมายเลขโทรศัพท์ ใน<br>ที่นี้ใช้เป็น Username<br>สำหรับ Login |
| password | Varchar |     | รหัสผ่านสำหรับ<br>Login                                      |
| email    | Varchar |     | e-mail ของผู้ใช้งาน                                          |
| regis    | Varchar |     | หมายเลขทะเบียน<br>รถยนต์                                     |



3.7.2.4 ฐานข้อมูล MySQL

gps\_data

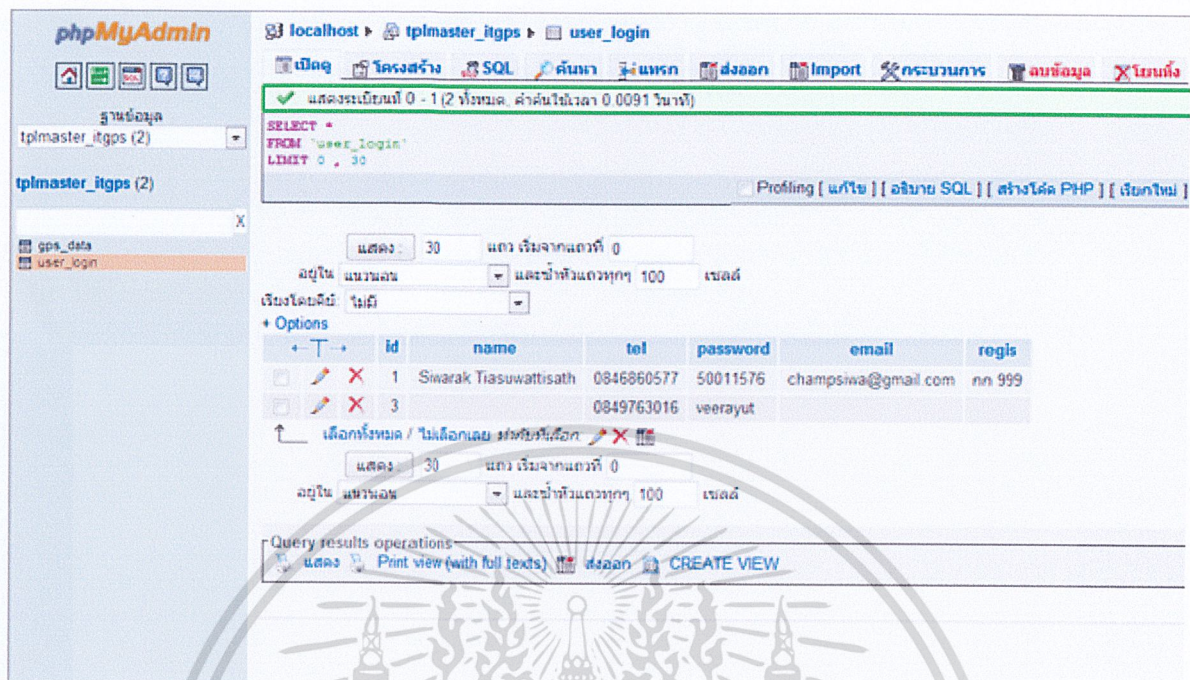


รูปที่ 3.9 gps\_data

จากรูปที่ 3.9 เป็นส่วนของฐานข้อมูลของระบบ ซึ่งค่าที่ได้จากการส่งเข้ามาจากGSM Module จะประกอบไปด้วย เบอร์โทร ค่าละติจูด ค่าลองจิจูด วันที่ เวลาและ ความเร็ว จะถูกนำมาเก็บไว้ในตารางชื่อ gps\_data ข้อมูลในส่วนนี้สามารถกระทำการต่างๆได้ เช่น การแก้ไขตาราง หรือการลบข้อมูล แต่กระทำได้โดยผู้ที่ดูแลระบบเท่านั้น สำหรับผู้ใช้งานเมื่อต้องการดูข้อมูล และ แผนที่จะสามารถเข้ามาดูได้โดยการ login web page แต่ไม่สามารถแก้ไขหรือกระทำการใดๆในข้อมูลนี้ได้



user\_login

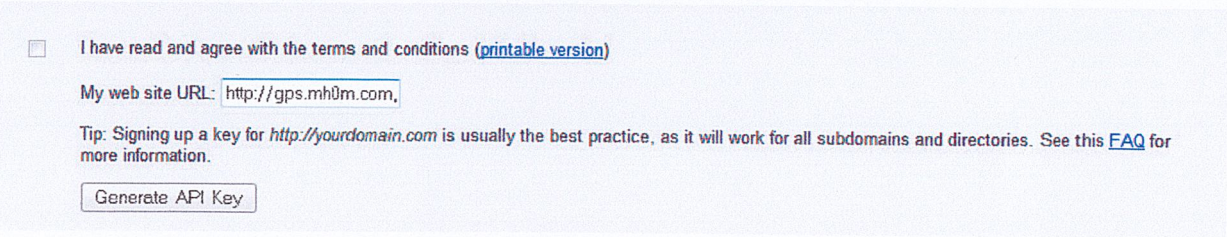


รูปที่ 3.10 user\_login

จากรูปที่ 3.10 เป็นส่วนของตาราง user\_login ซึ่งจะประกอบด้วย ID, ชื่อ, เบอร์โทร, รหัสผ่าน, อีเมลล์ และหมายเลขทะเบียนรถยนต์ ใช้สำหรับเก็บข้อมูลของผู้ใช้งาน (User) ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะมีเพียงผู้ดูแลระบบ (Admin) เท่านั้นที่สามารถทำการแก้ไขจัดการ ในการเพิ่มหรือลบข้อมูล โดยผู้ใช้งานจะต้องแจ้ง หรือสมัครกับผู้ดูแลระบบโดยตรง

ขั้นตอนการขอใช้ API key สำหรับใช้งาน Google Maps

1. ขอ API Key จาก Google ทำได้โดยต้องมี account ของ Google (account gmail) โดยไปที่ <http://www.google.com/apis/maps/signup.html> เมื่ออ่าน Term of Service แล้ว ก็ใส่ domain name ของWebsite ที่จะใช้ Google Maps API ในกล่อง My web site ดังแสดงในรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 การใส่ Domain Name เพื่อขอ API key

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



2. จากรูปที่ 3.11 เมื่อกด Generate API Key จะได้ API Key มา พร้อมด้วยตัวอย่างการนำไปใช้ใน Web ดังแสดงในรูปที่ 3.12

## Sign Up for the Google Maps API

### Thank You for Signing Up for a Google Maps API Key!

Your key is:

```
ABQIAAA1dwax8pBjuLqDGiAw-17ChT2yXp_ZAY8_uFC3CFXhHIE1NvwkxT81a5MpJrvx1o03LDyZEu9ot2WwQ
```

Note: for more information on the API key system, consult <http://code.google.com/apis/maps/faq.html#keysystem>.

How you use your key depends on what Maps API product or service you use. Your key is valid for use within the entire family of Google Maps API solutions. The following examples show how to use your key within the Maps API product family.

#### JavaScript Maps API Example

Within the JavaScript Maps API, place the key within the script tag when you load the API:

```
...
// Note: you will need to replace the sensor parameter below with either an explicit true or false value.
<script src="http://maps.google.com/maps?file=api&v=2&sensor=true_or_false&key=ABQIAAA1dwax8pBjuLqDGiAw-17ChT2yXp_ZAY8_uFC3CFXhHIE1NvwkxT81a5MpJrvx1o03LDyZEu9ot2WwQ" type="text/javascript"></script>
...
```

See [Loading the Maps API](#) in the JavaScript Maps API documentation for more information.

#### Maps API for Flash Example

Within the Maps API for Flash, you may place the key within an MXML declaration, declare it directly within code as a `Map.key` property, or as a `flashVars` property within the HTML container. A sample MXML declaration is shown below.

```
...
<maps:Map xmlns:maps="com.google.maps.*" id="map" mapevent:mapready="onMapReady(event)" width="100%" height="100%"
key="ABQIAAA1dwax8pBjuLqDGiAw-17ChT2yXp_ZAY8_uFC3CFXhHIE1NvwkxT81a5MpJrvx1o03LDyZEu9ot2WwQ"/>
...
```

See [Declaring Maps](#) in the Maps API for Flash documentation for more information.

#### HTTP Service Example

Within a Maps API HTTP Service, such as the [Static Maps API](#) or [Geocoding Service](#), place the key directly in the request URL:

```
http://maps.google.com/maps/geo?q=1600+Amphitheatre+Parkway,+Mountain+View,+CA&output=json&oe=utf8&sensor=true_or_false&key=ABQIAAA1dwax8pBjuLqDGiAw-17ChT2yXp_ZAY8_uFC3CFXhHIE1NvwkxT81a5MpJrvx1o03LDyZEu9ot2WwQ
```

Note that for all examples, you must replace the `sensor` parameter with a valid value, based on whether your application uses a sensor to determine a user's location. Check out the [API documentation](#) for more information.

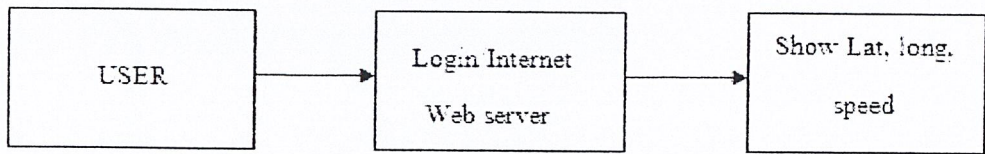
## รูปที่ 3.12 API Key ที่ได้

Google Maps API คือ javascript functions ชุดหนึ่งที่ Google เขียนขึ้นเพื่อให้ผู้พัฒนาสามารถเรียกใช้เพื่อสร้างแผนที่ใน Webpage ของตนเอง ซึ่งทาง Google ให้ตัวอย่างการใช้งานมาทั้ง JavaScript, Flash และ HTTP Service

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

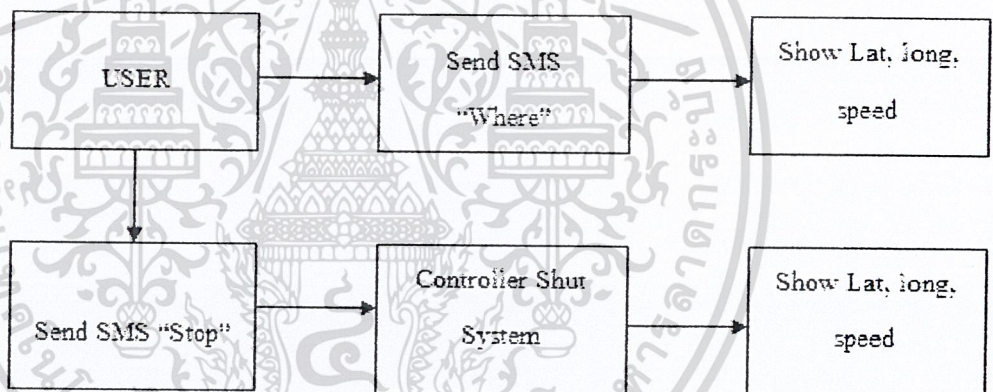


### 3.7.3 ส่วนของผู้ใช้งาน



รูปที่ 3.13 Block Diagram ส่วนผู้ใช้งาน

- เมื่อผู้ใช้งานต้องการดูตำแหน่งของรถยนต์ผ่าน Web สามารถทำได้ โดยการ login ไปยังหน้า Web Server เพื่อเข้าไปดูตำแหน่ง ละติจูด ลองจิจูด วันเวลา และ ความเร็วได้



รูปที่ 3.14 Block Diagram ส่วนผู้ใช้งาน

- เมื่อผู้ใช้งานต้องการดูตำแหน่งของรถยนต์ผ่าน โทรศัพท์มือถือ สามารถทำได้โดยการส่ง SMS ไปยัง GSM Module โดยส่งคำว่า “Where” ระบบก็จะส่งค่า ละติจูด ลองจิจูด และความเร็ว ถ้าสุดกลับมายังผู้ใช้
- เมื่อผู้ใช้งานต้องการตัดระบบไฟของรถยนต์ ก็สามารถทำได้โดยการส่ง SMS ไปยัง GSM Module โดยส่งคำว่า “Stop” ระบบก็จะส่งคำว่า “System Shut Down” และค่าละติจูด ลองจิจูด ความเร็ว ถ้าสุดกลับมายังผู้ใช้



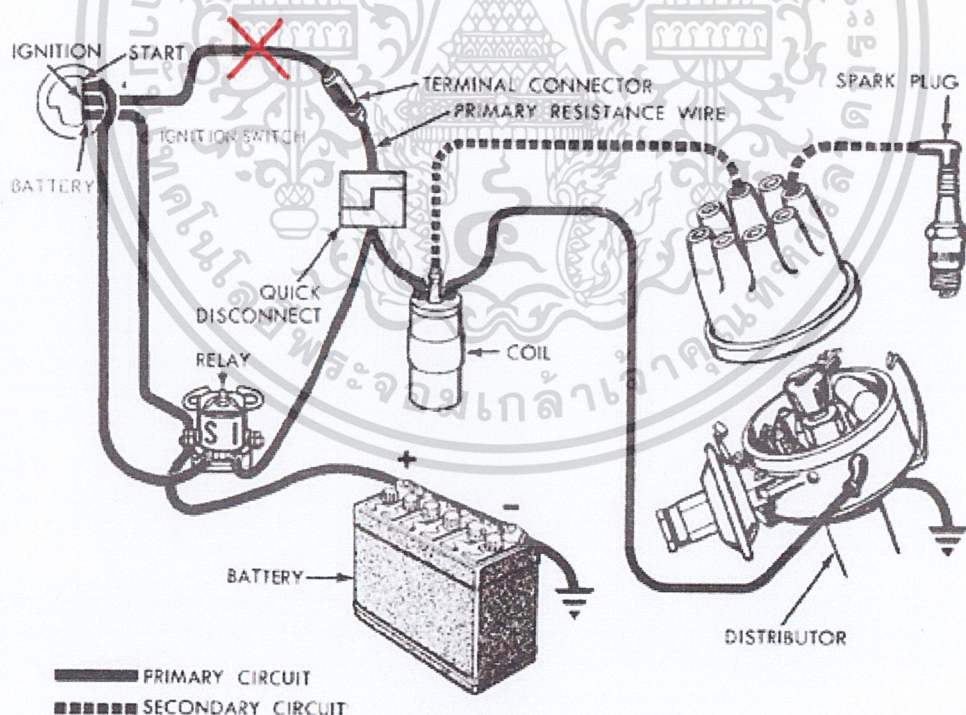
### 3.8 การต่อวงจรเพื่อหยุดการทำงานของรถยนต์

การตัดการทำงานของระบบไฟในรถยนต์เพื่อไม่ให้สามารถเคลื่อนที่ต่อไปได้ ในกรณีที่ถูกลักขโมยไปเท่านั้น จุดที่สามารถตัดได้มีหลายจุด แต่ในโครงการนี้ได้ศึกษาไว้ 2 จุด คือ

1. ตัดไฟเลี้ยงระบบจุดระเบิด เมื่อทำการตัดแล้วรถยนต์จะมีสภาพเหมือนกับ หัวเทียนบอด ระบบจุดระเบิดจะหยุดการทำงาน
2. ตัดไฟเลี้ยงระบบน้ำมัน เมื่อทำการตัดไฟในระบบนี้แล้ว รถยนต์จะมีสภาพเหมือนกับ น้ำมันหมดไม่สามารถเคลื่อนที่ต่อไปได้ ในกรณีนี้รถยนต์จะไม่หยุดในทันที เพื่อป้องกันอุบัติเหตุที่อาจจะเกิดขึ้นเนื่องจากการหยุดการเคลื่อนที่แบบกะทันหัน

#### 3.8.1 การตัดไฟเลี้ยงระบบจุดระเบิด

ไฟเลี้ยงระบบจุดระเบิดถูกจ่ายมาจากสวิตช์กุญแจเมื่อเราบิดสวิตช์ ACC ON แล้วจะมีสายไฟเส้นหนึ่งต่อเข้ากับไฟจากแบตเตอรี่ซึ่งอาจพ่วงกับไฟหน้าไปด้วย สายไฟเส้นนี้นำไฟไปจ่ายให้กับระบบจุดระเบิด ถ้าหากเราตัดสายไฟเส้นนี้ (กากบาทสีแดงในรูป) ทำให้รถไม่สามารถสตาร์ทหรือขับเคลื่อนต่อไปได้



รูปที่ 3.15 การตัดไฟเลี้ยงระบบจุดระเบิด

ที่มาของภาพต้นฉบับ : GPS TRACKER ตัดการทำงานของเครื่องยนต์, การต่อวงจรเพื่อหยุดการทำงานของรถยนต์

< <http://www.avico.co.th/Article-Info.aspx?ArticleID=21>>

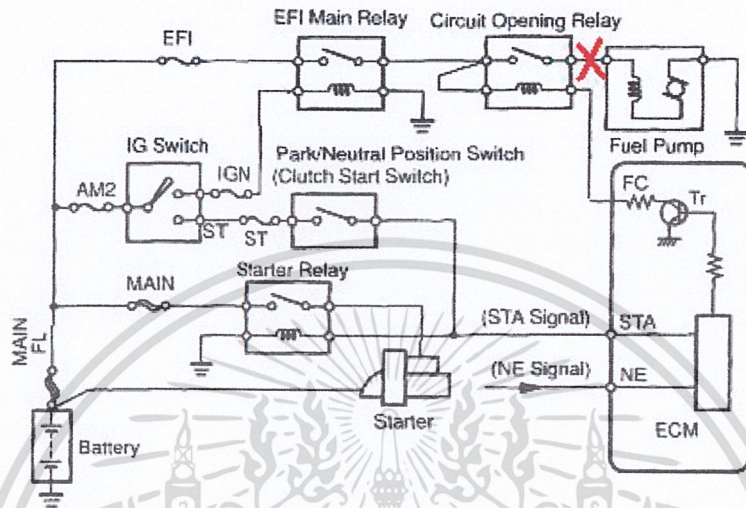
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



### 3.8.2 การตัดปั้มน้ำมัน

ปั้มน้ำมันจะเริ่มทำงานเมื่อเราบิดสวิทช์ ACC ON แล้วสแตร์ทรถการตัดไฟเลี้ยงวงจรมอเตอร์ปั้ม (จากบาทสีแดงในรูปที่ 3.16) จะทำให้ไม่มีไฟฟ้าไปเลี้ยงมอเตอร์ปั้มน้ำมัน รถจึงมีสภาพเหมือนน้ำมันหมด

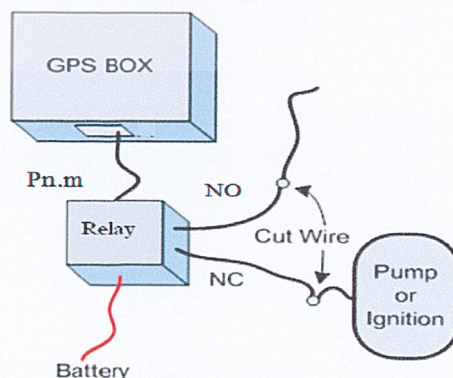


รูปที่ 3.16 การตัดปั้มน้ำมัน

ที่มาของภาพต้นฉบับ : GPS TRACKER ตัดการทำงานของเครื่องยนต์, การต่อวงจรเพื่อหยุดการทำงานของรถยนต์  
< <http://www.avico.co.th/Article-Info.aspx?ArticleID=21>>

### 3.8.3 การต่อวงจร Relay เข้ากล่องควบคุม GPSBOX

เมื่อรู้วิธีการตัดวงจรตามวิธีด้านบนแล้วก็นำ Relay ที่ต่อกับกล่องควบคุมอยู่แล้ว มาต่อเข้ากับวงจรปั้มน้ำมัน ดังรูปที่ 3.17 ซึ่งโดยปกติวงจรจะอยู่ในสถานะ NC (วงจรปิด: normally close) ซึ่งจะมีไฟไปเลี้ยงวงจรปั้มน้ำมัน แต่เมื่อส่งสัญญาณจาก GPS BOX มาที่ Port Pn.m ของ Relay แล้ว Relay จะทำงานโดยพลิกสวิทช์ในตัวไปที่สถานะ NO (วงจรเปิด: normally open) เมื่อวงจรอยู่ในสถานะ NO ก็จะไม่มีการไปเลี้ยงวงจรปั้มน้ำมัน ปั้มน้ำมันจึงไม่สามารถทำงานได้



รูปที่ 3.17 การต่อวงจร Relay

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## บทที่ 4

### ผลการทดลอง

จากการทดลอง ได้แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ ส่วนแสดงผลพิกัดที่รับได้ทางหน้า webpage และส่วนการทำงานทางการส่งข้อความสั้น (SMS)

#### 4.1 ส่วนแสดงผลพิกัดที่ได้รับทาง Webpage

ผลที่ได้จากการเขียน โปรแกรมภาษาซีลงใน Microcontroller เพื่อทำการอ่านพิกัดที่รับได้จาก GPS Module และทำการส่งงานให้ GSM Module เชื่อมต่อ Internet (GPRS) ให้ทำการส่งพิกัดที่ทำการอ่านค่าได้จาก GPS Module ไปยัง Server เพื่อเก็บข้อมูลต่างๆ ลงในฐานข้อมูลที่สร้างไว้

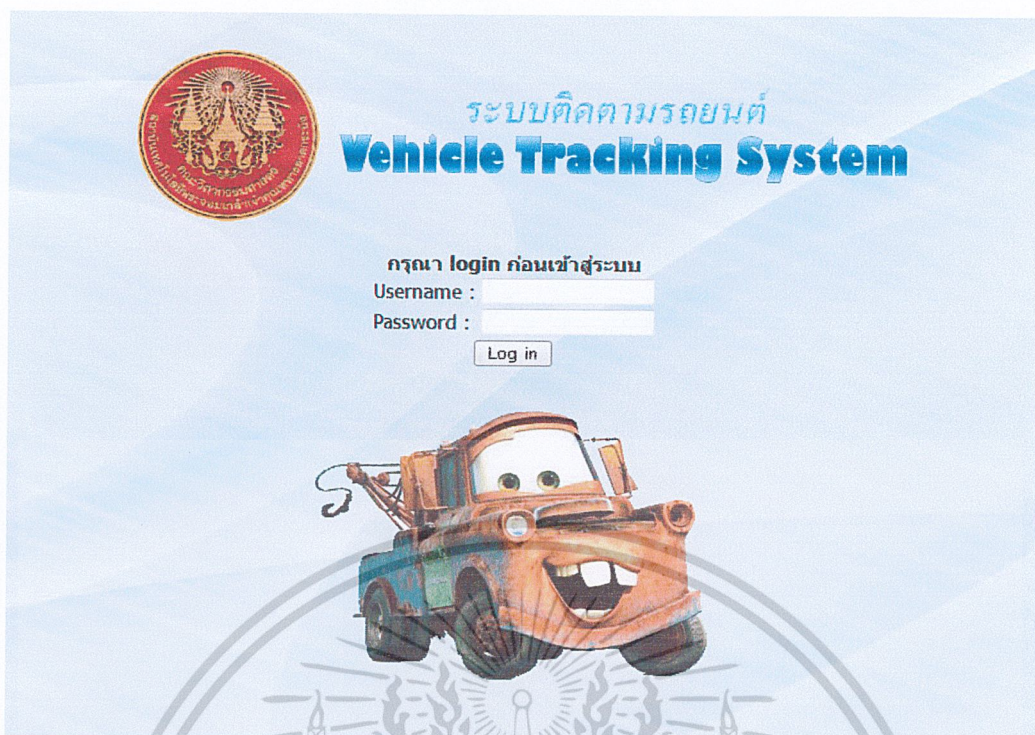
ซึ่งทางผู้ใช้งานสามารถเข้าดูพิกัดได้จากทางหน้า Website ซึ่งต้องมีการ Login เพื่อเข้าดู โดยพิกัดที่รับได้จะอยู่ในรูปแบบของตาราง และสามารถดูพิกัด 100 ตำแหน่งล่าสุดได้ ซึ่งพิกัดจะถูก Plot ลงบน Google Maps สามารถดูแผนที่ได้ 3 รูปแบบคือ แผนที่ ดาวเทียม และไฮบริด โดยแต่ละจุดพิกัดจะมีเส้นเชื่อมและหมายเลขตำแหน่งเพื่อช่วยให้การดูง่ายขึ้น



รูปที่ 4.1 Webpage หลักของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





รูปที่ 4.2 หน้า Login เพื่อเข้าสู่ระบบ

ผู้ใช้งานจำเป็นต้องมี username และ password สำหรับการ login เพื่อเข้าสู่ระบบเพื่อดูตำแหน่งพิกัดที่ตัวอุปกรณ์ส่งค่ามาทำการเก็บค่าไว้ในฐานข้อมูล



รูปที่ 4.3 การนำอุปกรณ์ไปติดตั้งบนรถยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หน้าแสดงผลเมื่อผู้ใช้งานทำการ Login เข้าสู่ระบบซึ่งตำแหน่งพิกัดต่างๆ ที่เก็บค่าไว้ในฐานข้อมูล จะถูกนำขึ้นมาแสดงในรูปแบบของตาราง มีข้อมูลละติจูด ลองจิจูด ความเร็ว วันที่และเวลา โดย เรียงลำดับคือ ลำดับที่ 1 คือตำแหน่งล่าสุดที่ทำการบันทึกไว้ได้ดังแสดงในรูปที่ 4.4



ระบบติดตามรถยนต์  
Vehicle Tracking System

สวัสดิคุณ Siwarak Tiasawatitsath เจ้าของรถยนต์หมายเลขทะเบียน กภ 999

หมายเลขโทรศัพท์ของคุณคือ 0846860577 

Change Password

Logout

ตารางแสดงตำแหน่งที่อยู่ของรถยนต์ที่เวลาต่างๆ

| No. | หมายเลขโทรศัพท์ | Latitude   | Longitude  | ความเร็ว(km/h) | DATE/TIME           | <div>ดูแผนที่</div> |
|-----|-----------------|------------|------------|----------------|---------------------|---------------------|
| 1   | 0846860577      | 13.7498736 | 100.793944 | 0              | 2011-02-17 02:37:33 | <div>ดูแผนที่</div> |
| 2   | 0846860577      | 13.7469904 | 100.793088 | 69.35          | 2011-02-17 02:36:30 | <div>ดูแผนที่</div> |
| 3   | 0846860577      | 13.7369504 | 100.788688 | 68.52          | 2011-02-17 02:35:26 | <div>ดูแผนที่</div> |
| 4   | 0846860577      | 13.7304992 | 100.781552 | 68.35          | 2011-02-17 02:34:22 | <div>ดูแผนที่</div> |
| 5   | 0846860577      | 13.7278416 | 100.778048 | 7.55           | 2011-02-17 02:33:19 | <div>ดูแผนที่</div> |
| 6   | 0846860577      | 13.7264416 | 100.777960 | 0              | 2011-02-17 02:32:15 | <div>ดูแผนที่</div> |
| 7   | 0846860577      | 13.7264304 | 100.777928 | 7.75           | 2011-02-17 02:31:11 | <div>ดูแผนที่</div> |
| 8   | 0846860577      | 13.7271392 | 100.775944 | 27.35          | 2011-02-17 02:30:07 | <div>ดูแผนที่</div> |
| 9   | 0846860577      | 13.7270448 | 100.772664 | 10.94          | 2011-02-17 02:29:03 | <div>ดูแผนที่</div> |
| 10  | 0846860577      | 13.7246784 | 100.771944 | 15.2           | 2011-02-17 02:28:00 | <div>ดูแผนที่</div> |
| 11  | 0846860577      | 13.7246224 | 100.775112 | 26.27          | 2011-02-17 02:26:56 | <div>ดูแผนที่</div> |
| 12  | 0846860577      | 13.7264112 | 100.777024 | 20.89          | 2011-02-17 02:25:52 | <div>ดูแผนที่</div> |
| 13  | 0846860577      | 13.7278304 | 100.774808 | 20.68          | 2011-02-17 02:24:48 | <div>ดูแผนที่</div> |
| 14  | 0846860577      | 13.7274544 | 100.773400 | 0              | 2011-02-17 02:23:45 | <div>ดูแผนที่</div> |

\*หมายเหตุ : ตำแหน่งของรถยนต์ที่สามารถบันทึกได้ล่าสุดคือ No.1

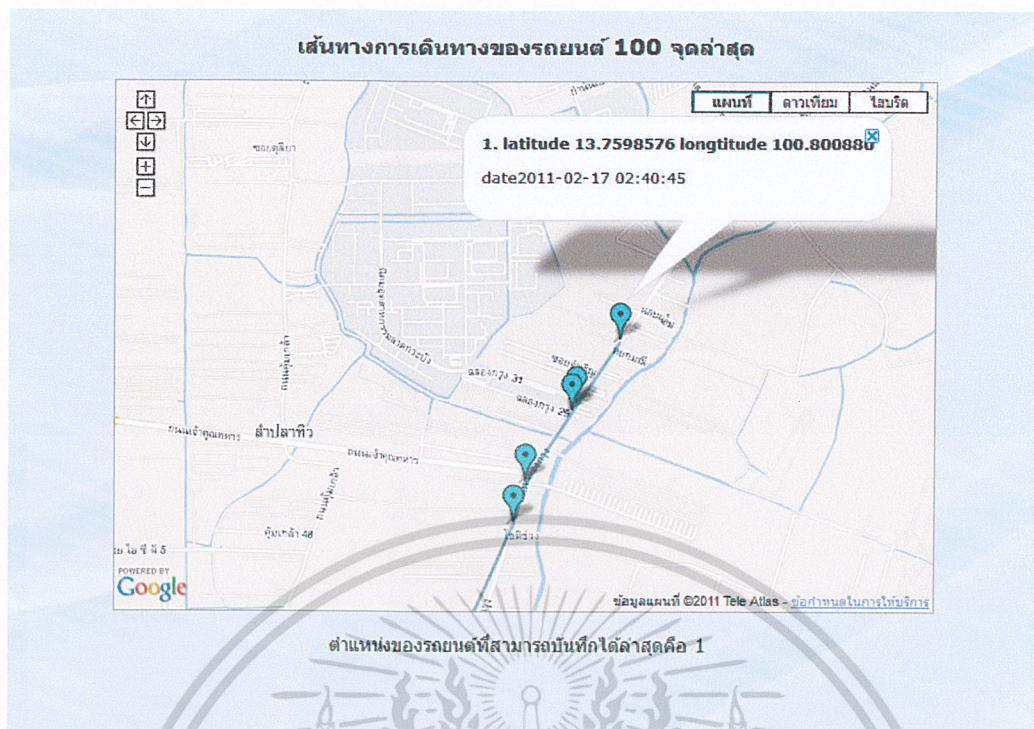
ดูเส้นทางการเดินทาง 100 จุดล่าสุด

รูปที่ 4.4 ระบบแสดงตำแหน่งต่างๆ ที่เก็บค่าได้

ในหน้านี้ได้ทำการรวมทั้งปุ่มสำหรับคลิกเพื่อนำพิกัดที่บันทึกไว้ให้แสดงบนแผนที่ซึ่งจะแสดงพิกัด 100 พิกัดล่าสุดที่ได้ทำการบันทึกไว้ โดยเลือกการแสดงผลได้ 3 แบบคือ แบบแผนที่แบบดาวเทียม และแบบไฮบริด ซึ่งแสดงดังรูปที่ 4.5, 4.6 และ 4.7 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการเชิงวิชาการเท่านั้น เมื่อผู้ใดให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





รูปที่ 4.5 ผลการนำตำแหน่งพิกัดที่เก็บค่า Plot ลงใน Google Maps แบบแผนที่



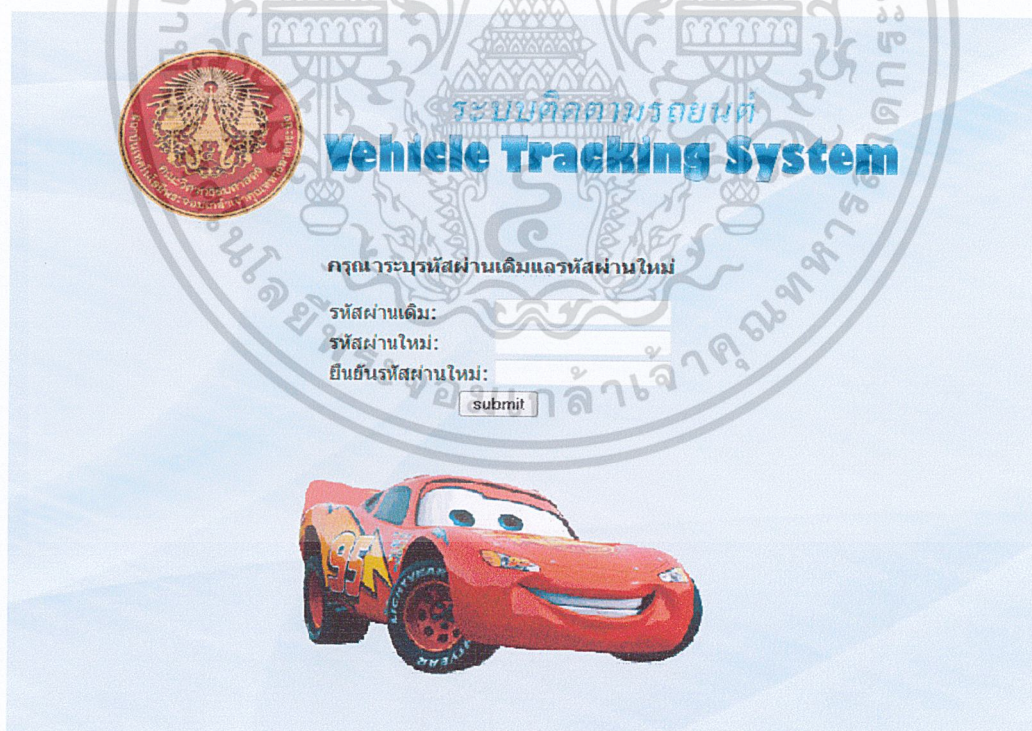
รูปที่ 4.6 ผลการนำตำแหน่งพิกัดที่เก็บค่า Plot ลงใน Google Maps แบบดาวเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





รูปที่ 4.7 ผลการนำตำแหน่งพิกัดที่เก็บค่า Plot ลงใน Google Maps แบบไฮบริด



รูปที่ 4.8 หน้าเปลี่ยนรหัสผ่าน เมื่อผู้ใช้งานต้องการเปลี่ยนรหัสผ่าน





## ระบบติดตามรถยนต์ Vehicle Tracking System

กรณารับ email address

ระบบจะทำการส่งรหัสผ่านของท่านไปทาง Email

email:

submit



รูปที่ 4.9 เมื่อผู้ใช้สมัครรหัสผ่าน ซึ่งผู้ใช้กรอก email ของผู้ใช้รหัสผ่านจะถูกส่งไปยัง email ที่ผู้ใช้ระบุ

เพื่อความสะดวกของผู้ใช้งานทางหน้า Webpage ได้มีหน้าสำหรับให้ผู้ใช้สามารถทำการเปลี่ยนรหัสผ่านได้ตามต้องการ ดังแสดงในรูปที่ 4.8 และเมื่อผู้ใช้งานสมัครรหัสผ่านสามารถกรอก email ของผู้ใช้งานเพื่อทำการขอรับรหัสผ่านทาง email ได้ดังแสดงในรูปที่ 4.9

### 4.2 ส่วนการทำงานทางการส่งข้อความสั้น (SMS)

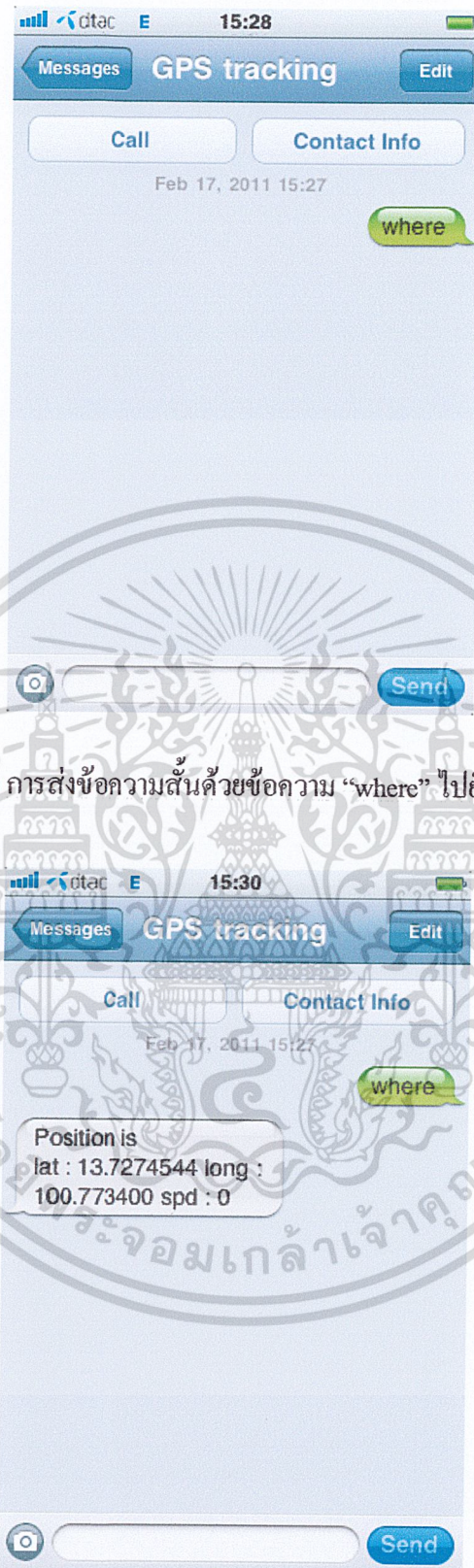
ผลที่ได้จากการเขียนโปรแกรมภาษาซีลงใน Microcontroller เพื่อทำการอ่านพิกัดที่รับได้จาก GPS Module และทำการอ่านข้อความจาก GPRS/GSM Module มาทำการตรวจสอบว่าได้รับข้อความสั้นเพื่อขอพิกัดหรือเพื่อทำการตัดระบบไฟฟ้าหรือไม่

โดยทางผู้ใช้งานสามารถขอพิกัดล่าสุดทางการส่งข้อความสั้นไปยัง GSM Module จากนั้นเมื่อ Microcontroller ตรวจพบว่ามีข้อความสั้นเข้ามาทำการขอตำแหน่งรถยนต์ ก็จะทำการส่งพิกัดล่าสุดไปยังหมายเลขโทรศัพท์ที่ทำการส่งข้อความสั้นเข้ามา และเมื่อผู้ใช้งานพบว่ามีกิจกรรมรถยนต์ของตนเองขึ้นก็สามารถส่งข้อความสั้นเพื่อตัดระบบไฟฟ้าในรถยนต์ได้ เมื่อ Microcontroller ตรวจพบว่ามีข้อความสั้นเข้ามาสั่งการให้ตัดระบบไฟฟ้าของรถยนต์ Microcontroller จะสั่งงานให้ Switch Relay ทำการตัดระบบไฟฟ้าของรถยนต์ อีกทั้งจะส่งตำแหน่งสุดท้ายของรถยนต์ไปยังหมายเลขโทรศัพท์ที่ได้ทำการส่งข้อความสั้นเข้ามา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



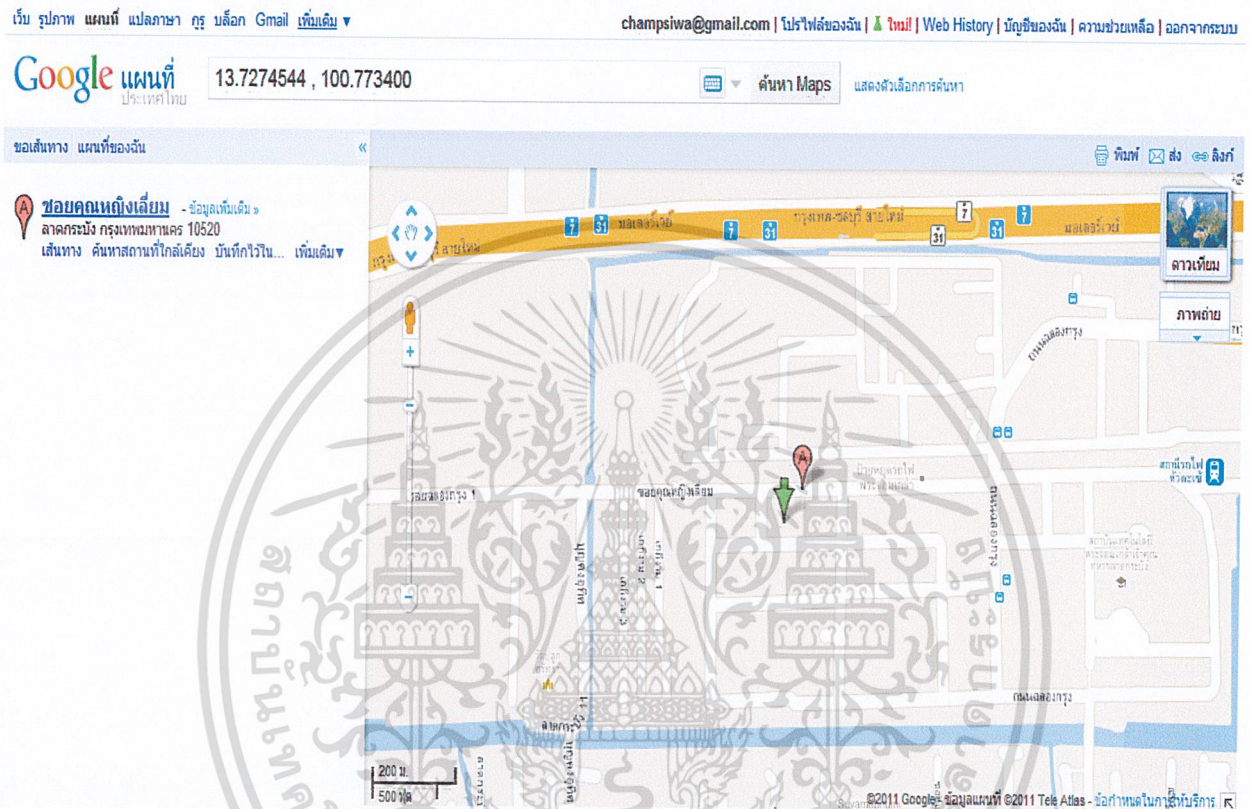


รูปที่ 4.10 การส่งข้อความสั้นด้วยข้อความ “where” ไปยังอุปกรณ์

รูปที่ 4.11 ข้อความสั้นตอบกลับของอุปกรณ์มายังโทรศัพท์มือถือที่ส่งข้อความ “where” ไปยังอุปกรณ์

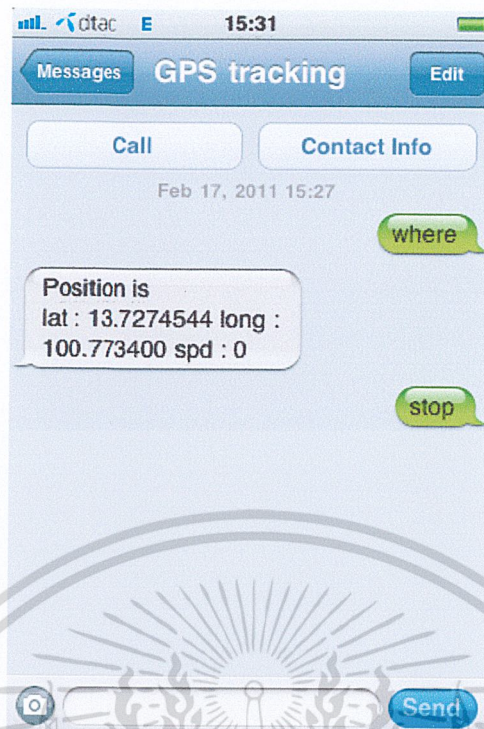


จากการทดลองส่งข้อความด้วยคำว่า “where” ไปยังอุปกรณ์ดังรูปที่ 4.10 ซึ่งเป็นข้อความเพื่อส่งงานต่อระบบไฟฟ้าและขอตำแหน่งพิกัดล่าสุดที่ตัวอุปกรณ์เก็บค่าไว้ ซึ่งผลของข้อความที่ได้รับ การตอบกลับมาจะประกอบไปด้วยพิกัดละติจูด ลองจิจูด และความเร็วของรถยนต์ดังรูปที่ 4.11 ซึ่งสามารถนำพิกัดดังกล่าวไปค้นหาตำแหน่งจริงได้จาก Google Maps ดังแสดงในรูปที่ 4.12

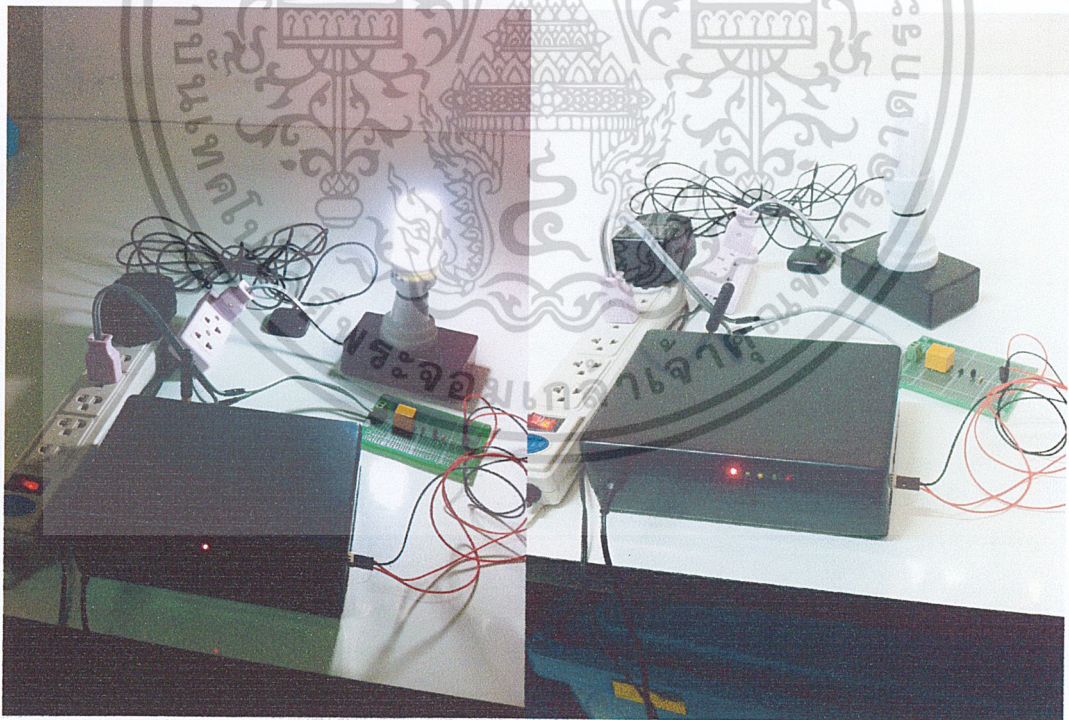


รูปที่ 4.12 ผลการค้นหาตำแหน่งที่ได้รับด้วย Google Maps





รูปที่ 4.13 ทำการส่งข้อความสั้นด้วยข้อความ “stop” ไปยังอุปกรณ์



รูปที่ 4.14 ผลของการสั่งการของ Microcontroller ให้วงจร Relay ทำการตัดไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา<sup>61</sup> และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





รูปที่ 4.15 ข้อความสั้นตอบกลับของอุปกรณ์มายังโทรศัพท์มือถือที่ส่งข้อความ “stop” ไปยังอุปกรณ์

จากการทดลองส่งข้อความด้วยคำว่า “Stop” ไปยังอุปกรณ์ดังรูปที่ 4.13 ซึ่งเป็นข้อความเพื่อขอตำแหน่งพิกัดล่าสุดที่ตัวอุปกรณ์เก็บค่าไว้ ซึ่งผลของข้อความที่ได้คือ Microcontroller จะสั่งการให้วงจร Relay ทำการตัดสวิตช์ไฟดังแสดงในรูปที่ 4.14 และได้รับข้อความสั้นตอบกลับมาซึ่งข้อความจะประกอบไปด้วยพิกัดละติจูด ลองจิจูด และความเร็วของรถยนต์ดังรูปที่ 4.15 ซึ่งสามารถนำพิกัดดังกล่าวไปค้นหาตำแหน่งจริงได้จาก Google Maps



## บทที่ 5

# บทสรุปและวิจารณ์

### 5.1 บทสรุป

จากการทดลองการทำงานของระบบทั้ง 2 ส่วน ได้ผลสรุปดังนี้

5.1.1 ส่วนแสดงผลพิกัดที่รับได้ทาง หน้า webpage เมื่อนำอุปกรณ์ไปติดตั้งไว้ในรถยนต์ เมื่อรถยนต์ทำการเคลื่อนที่ อุปกรณ์จะมีการส่งตำแหน่งพิกัดละติจูด ลองจิจูดและความเร็วของรถยนต์มายัง Server จากนั้นผู้ใช้สามารถดูพิกัดต่างๆ ที่รถยนต์วิ่งผ่านได้ผ่านทางหน้า Webpage ซึ่งอยู่ในรูปแบบของตาราง อีกทั้งยังเลือกดูเส้นทางการวิ่งของรถยนต์ได้บน Google Maps

5.1.2 ส่วนการทำงานทางการส่งข้อความสั้น (SMS) เมื่อทำการส่งข้อความสั้นไปยังตัวอุปกรณ์ด้วยข้อความว่า “where” จะได้รับข้อความตอบกลับจากอุปกรณ์ โดยเป็นข้อความแจ้งตำแหน่งล่าสุดของรถยนต์ โดยค่าที่ได้จะเป็นพิกัดละติจูด ลองจิจูด และความเร็ว โดยผู้ใช้สามารถนำพิกัดที่ได้นี้ไปค้นหาตำแหน่งได้จาก Google Maps

เมื่อทำการส่งข้อความสั้นไปยังตัวอุปกรณ์ด้วยข้อความว่า “stop” ตัวอุปกรณ์จะทำการสั่งสวิตช์ Relay ให้ทำการตัดระบบ ไฟฟ้าของรถยนต์และผู้ใช้จะได้รับข้อความว่า System shut down พร้อมกับค่าตำแหน่งพิกัดละติจูด ลองจิจูด และความเร็วของรถยนต์

จากการทำโครงงานนี้ทางกลุ่มได้รับความรู้และประสบการณ์ในการศึกษาการทำงาน Hardware ซึ่งประกอบไปด้วย Microcontroller ซึ่งใช้ PIC18F8722 GSM/GPRS Module และ GPS Module โดยได้รู้ว่าอุปกรณ์แต่ละตัวมีทำงานอย่างไร ใช้ภาษาและคำสั่งในการควบคุมอย่างไร อีกทั้งยังรู้ถึงความเข้ากันได้ของอุปกรณ์ต่างๆ

นอกจากนี้ยังได้รับความรู้และประสบการณ์ทางด้าน Software ซึ่งประกอบไปด้วย การสร้างฐานข้อมูล ภาษา SQL เพื่อใช้ในการเลือกข้อมูลจากฐานข้อมูลเพื่อมาแสดง ภาษา PHP เพื่อใช้ในการสร้างหน้า Webpage สำหรับใช้แสดงผล ภาษาคอมไพเลอร์เพื่อโปรแกรม Microcontroller โดยใช้ภาษาซี คำสั่ง AT Command เพื่อสั่งงาน GSM/GPRS Module และได้ทราบเกี่ยวกับโปรโตคอลของ GPS Module



## 5.2 บทวิจารณ์

จากการดำเนินงานในเบื้องต้นมีปัญหาด้านการเชื่อมต่อกันระหว่างบอร์ดทดลอง Microcontroller กับ GSM/GPRS Module และทางกลุ่มขาดความชำนาญในการเขียนโปรแกรมที่ใช้ควบคุม Microcontroller อีกทั้งสถานที่ที่ใช้ในการทดลองมีความขัดข้องทางด้านสัญญาณโทรศัพท์เป็นอย่างมากทำให้ในบางครั้งไม่ได้ผลการทดลองตามที่ต้องการหรือเกิดความผิดพลาดทางการทดลองซึ่งทางกลุ่มได้พยายามแก้ปัญหาดังกล่าวโดยได้ทำการค้นคว้าข้อมูลโดยหาข้อมูลต่างๆจากหนังสือ Internet ทำการสอบถามจากผู้รู้ เปลี่ยนสถานที่ในการทดลองและปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษา จนสามารถแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้

การดำเนินการทางด้านการสร้าง Server ในเบื้องต้นใช้คอมพิวเตอร์ที่ทางอาจารย์ที่ปรึกษาจัดให้เป็นเครื่อง Server โดยใช้การกำหนด IP address ของทางสถาบัน ซึ่งไม่ได้ผลตามความต้องการ ทางกลุ่มจึงได้ทำการเช่า Domain Name แล้วทำการ Upload ไฟล์และฐานข้อมูลไปยัง Domain Name ดังกล่าวเพื่อทำการแก้ไขปัญหา

## 5.3 แนวทางการพัฒนา

ตัวชิ้นงานอุปกรณ์ประกอบไปด้วยอุปกรณ์ย่อยที่มีคุณสมบัติต่างๆ หลากหลายด้านซึ่งสามารถที่จะทำการพัฒนาต่อยอดได้มากมาย เช่น การเพิ่มอุปกรณ์เพื่อทำการวัดระดับน้ำมัน เพิ่มอุปกรณ์เพื่อทำการวัดอุณหภูมิในห้องแช่แข็ง (ในกรณีที่รถยนต์มีห้องแช่แข็ง) หรือเพิ่มอุปกรณ์สำหรับวัดแบตเตอรี่ของรถยนต์ได้ ซึ่งค่าต่างๆเหล่านี้จะถูกไปยังเซอเวอร์พร้อมๆ กับตำแหน่งพิกัดละติจูด ลองจิจูด อีกทั้งยังสามารถส่งข้อความสั้น แจ้งเตือนเจ้าของเมื่อปริมาณน้ำมันเหลือน้อย อุณหภูมิในห้องแช่แข็งผิดปกติ หรือแบตเตอรี่ลดต่ำลง



## บรรณานุกรม

- [1] ฝ่ายตำรา บริษัท แอปซอพท์เทค จำกัด, MCS-51 Microcontroller Training Book, บริษัท  
แอปซอพท์เทค จำกัด
- [2] Sony Ericsson, GR64 & GS64 AT Command Manual, 2006
- [3] GPRS (General Packet Radio Service),  
<http://www.gooab.net/index.php?mo=3&art=294013>
- [4] ความรู้เรื่อง GPS, <http://www.global5thailand.com/thai/gps.html>
- [5] GPS TRACKER คัดการทำงานของเครื่องยนต์,  
<http://www.avico.co.th/Article-Info.aspx?ArticleID=21>











ภาคผนวก ก.  
ขั้นตอนการโปรแกรม



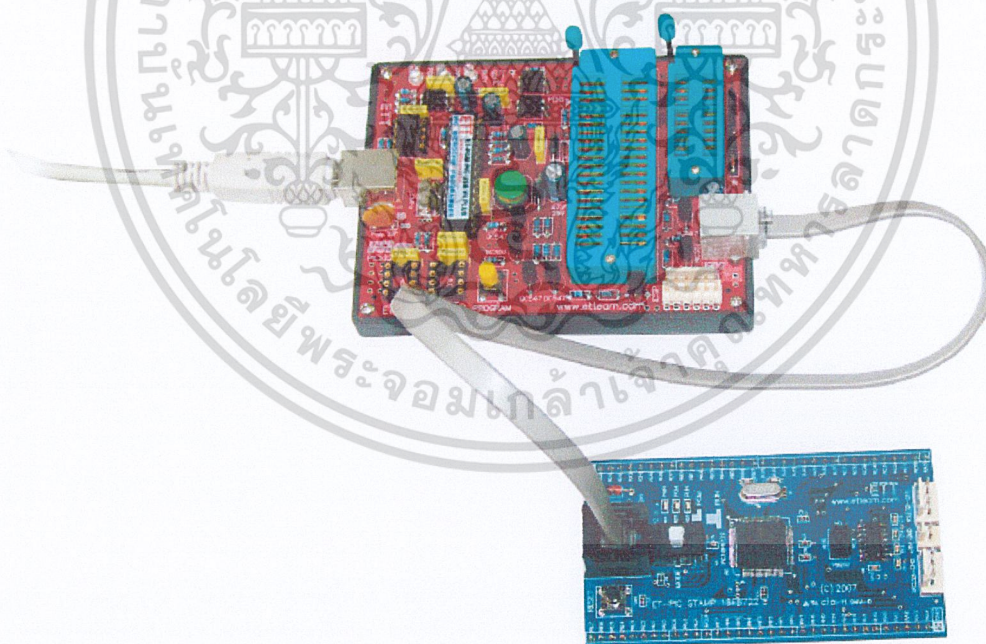
## ขั้นตอนการดาวน์โหลดโปรแกรมด้วยเครื่องโปรแกรม ET-PGM PIC USB

1. ทำการติดตั้งโปรแกรมให้เรียบร้อยก่อน โดยจะต้องติดตั้งโปรแกรม .NET Framework (dotnetfx) ก่อนตามด้วยโปรแกรม PICkit2Setup รูปที่ 1



รูปที่ 1

2. ทำการเชื่อมต่อเครื่องโปรแกรม ET-PGM PIC USB เข้ากับ ET- PIC STAMP 18F8722 ทางพอร์ต ICD2 พร้อมทั้งจ่ายไฟ +5 VDC เข้าไปที่บอร์ด ET- PIC STAMP 18F8722 ให้เรียบร้อยดังรูปที่ 2



รูปที่ 2



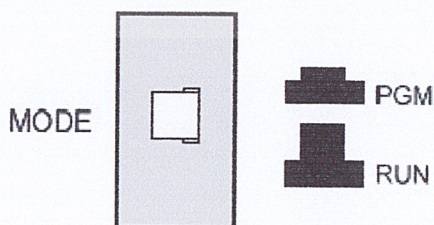
3. เชื่อมต่อสายสัญญาณ USB จาก ET-PGM PIC USB เข้าที่พอร์ต USB ของเครื่องคอมพิวเตอร์ดังรูปที่ 3



4. เลือกจัมป์เปอร์ T/B บนบอร์ด ET-PGM PIC USB ให้อยู่ที่ตำแหน่ง B ดังรูปที่ 4



5. กดสวิตช์ MODE บนบอร์ด ET-PIC STAMP 18F8722 ให้อยู่ในโหมด PGM โดยจะเห็นหลอดไฟ LED ของ PGM ติดสว่างดังรูปที่ 5



รูปที่ 5

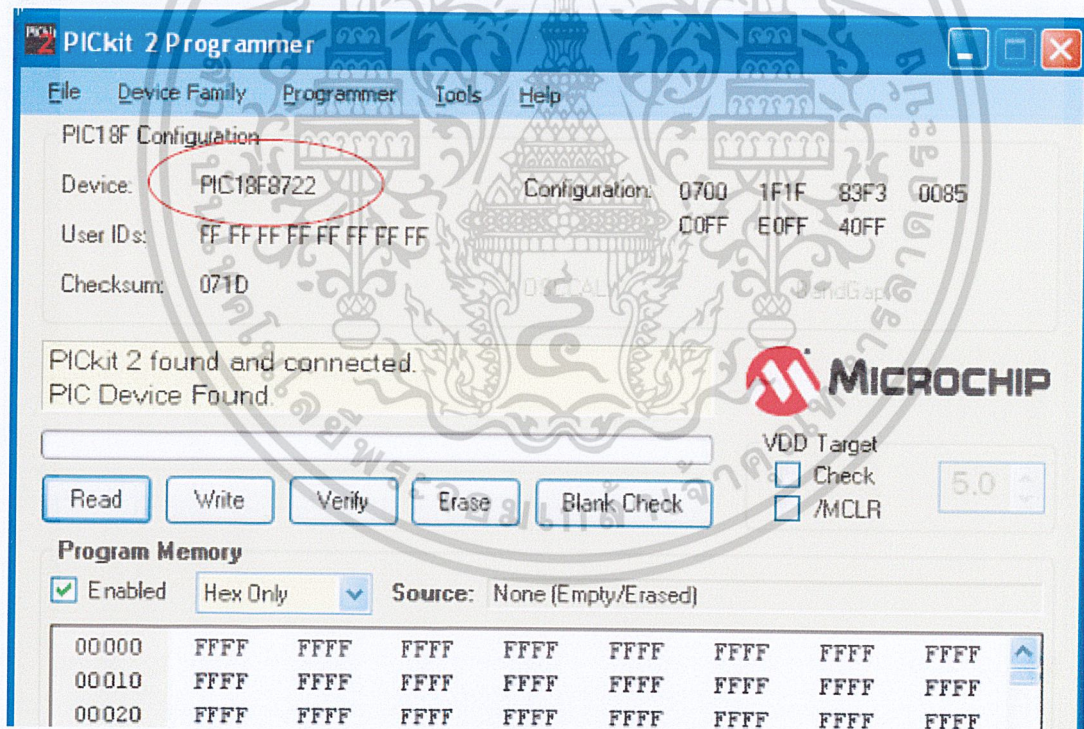


6. เปิดโปรแกรม PICKit 2 โดยการดับเบิลคลิกที่ไอคอน PICKit2 ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6

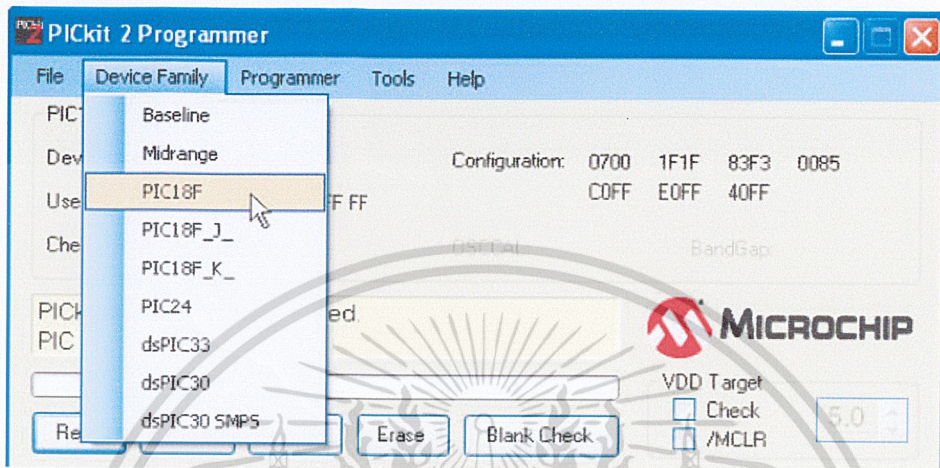
7. โปรแกรม PICKit 2 จะทำการตรวจสอบ ไอซีไมโครคอนโทรเลอร์ โดยหากเป็นเบอร์ที่ PICKit 2 สนับสนุนการใช้งานอยู่ และ การเชื่อมโยงสัญญาณต่างๆ ถูกต้อง ในช่อง Device จะแสดงเบอร์ของ PIC Micro ที่พบดังรูปที่ 7



รูปที่ 7



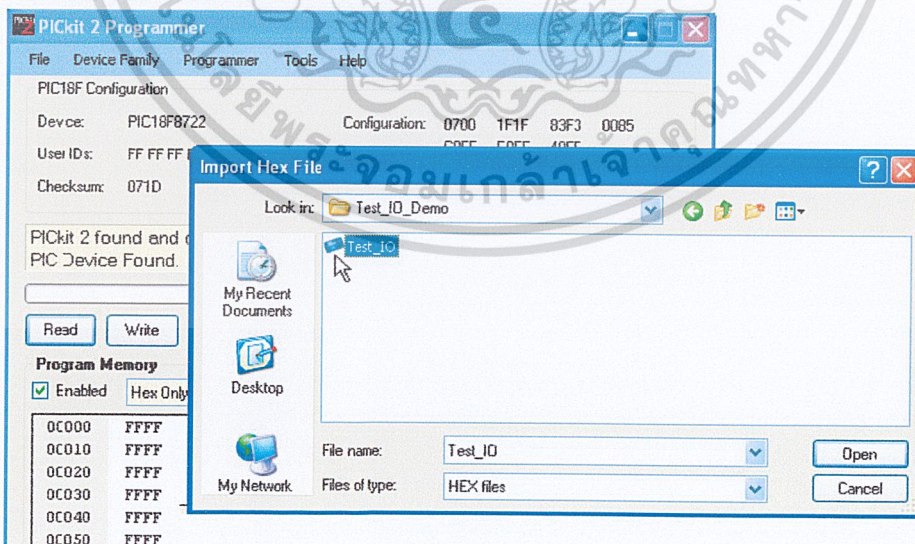
\*\* หากโปรแกรมไม่ตรวจไม่พบไมโครคอนโทรเลอร์ที่ต่ออยู่ แนะนำให้กดเลือก เมนู Device Family  
->PIC18F ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8

8. ทำการลบข้อมูลเก่าใน PIC Micro ออกก่อนโดยคลิกที่ปุ่มคำสั่ง Erase ซึ่งจะเห็นว่าข้อมูลในช่อง Program Memory และ EEPROM Data จะมีค่าเป็น FF

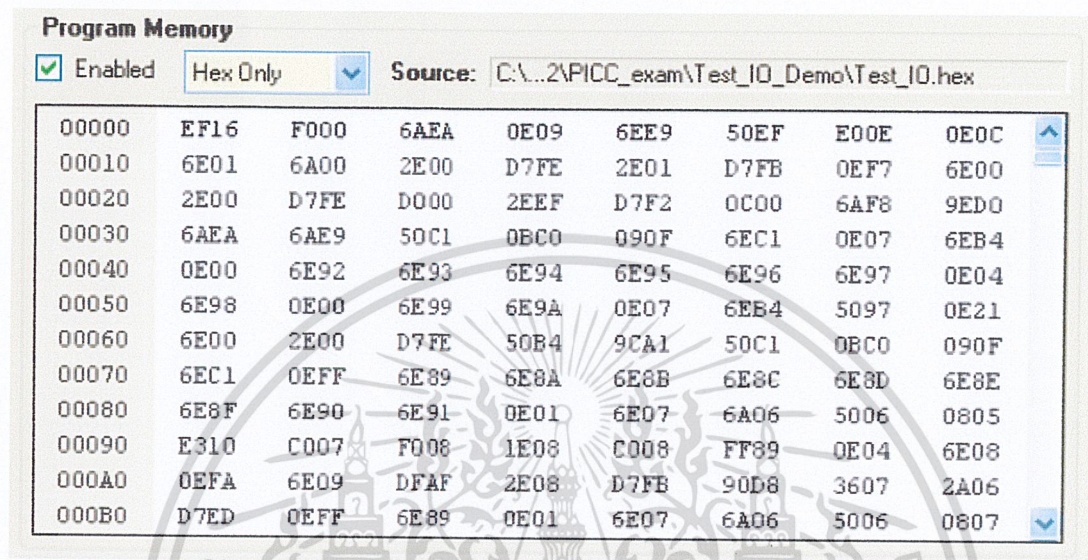
9. ทำการ Import Hex File ที่เราต้องการ โดยคลิกที่ เมนูคำสั่ง File -> Import Hex ดังรูปที่ 9



รูปที่ 10

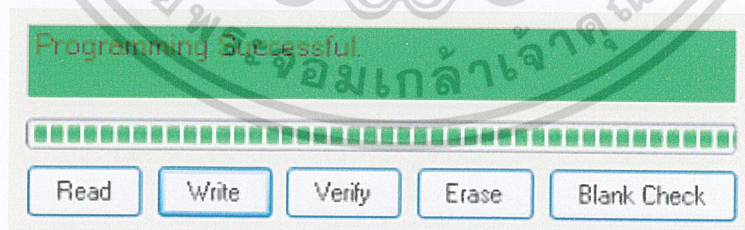


10. จะเห็นว่า ข้อมูลในช่อง Program Memory และ EEPROM Data จะมีค่าเปลี่ยนเป็นค่าต่างๆ ตามข้อมูลของ Hex File ที่โหลดเข้ามาดังรูปที่ 11



รูปที่ 11

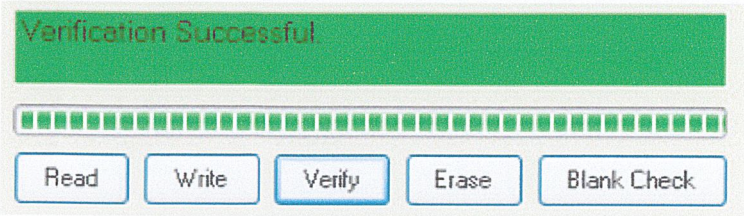
11. คลิกปุ่มคำสั่ง Write เพื่อทำการเขียน โปรแกรม Hex File ลงไปในหน่วยความจำของ PIC Micro ดังรูปที่ 12



รูปที่ 12



12. หากต้องการตรวจสอบว่าข้อมูลที่เขียนเข้าไปใน PIC Micro มีความถูกต้องหรือไม่ ให้ใช้การ Verify โดยคลิกที่ปุ่ม Verify ดังรูปที่ 13



รูปที่ 13

หากมีการ Enable Code Protect ไว้กระบวนกร Verify จะล้มเหลว (failed) เพราะโค้ดโปรแกรมถูกป้องกันการอ่านไว้ทำให้ไม่สามารถทำการ Verify ได้ดังรูปที่ 14



รูปที่ 14



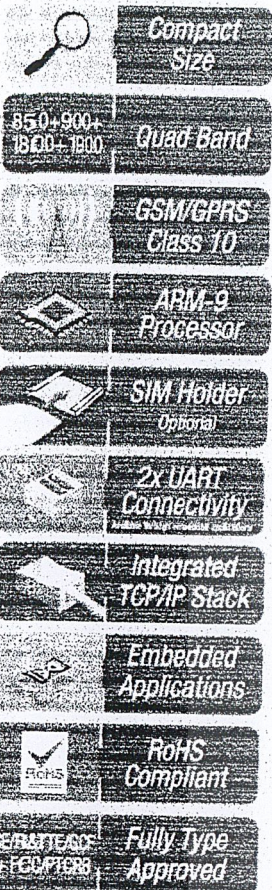


ภาคผนวก ข.

Data sheet

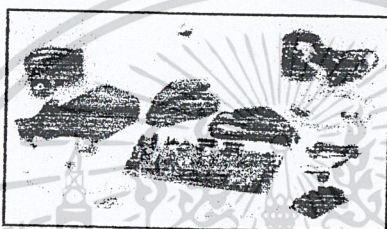
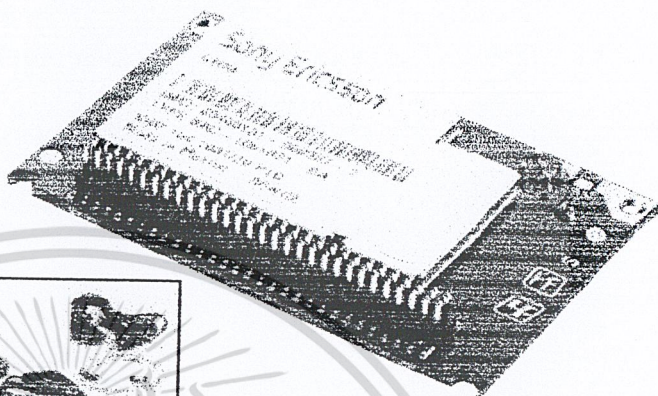


## Product Features:



Sony Ericsson

# GR64 GSM/GPRS Radio Device



Universal Developer's Kit

## Benefits

- Functionality comparable to the GM47/GM48 and GR47/GR48 Radio Devices for Legacy users
- Powerful and fast enabling complex and time critical applications
- Minimize total solution cost by embedding application directly onto GR64

Optimized for global M2M communications, the GR64 is a Quad Band GSM/GPRS Class 10 compact Radio Device. With functionality comparable to the Sony Ericsson GM47/GM48 and GR47/GR48 Radio Devices, the GR64 offers a broad range of voice and data features. Its intrinsic TCP/IP stack enables customers to make effective use of GPRS. The GR64 is configurable and possesses an extended range of input/output capabilities.

With its exceptionally powerful processor and enhanced memory, the GR64 is ideal for a broad spectrum of M2M applications including fleet and asset management, POS, vending, security, metering and other solutions.

Sony Ericsson's Universal Developer's Kit can be used with the GR64 to simplify application development. The kit provides everything required to design and develop innovative applications and to bring them to market in rapid time.

The GR64 is compliant with EU RoHS directives on the environment.

Expanding Wireless Possibilities

**m2m**

Expanding Wireless Possibilities

เอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



# GR64 GSM/GPRS Radio Device

## Radio Features

- Quad Band GSM/GPRS Radio Device
  - GSM 850/900MHz power class 4 (33dBm)
  - GSM 1800/1900MHz power class 1 (30dBm)
- Mobile class B
- Extended measurement reporting
- Compliant with 3GPP release 99 protocol stack
- Battery charging support
- Overall dimensions (excluding connectors):
  - 50 x 33 x 3.2mm
- Weight: 9g

## Environmental

- Power supply: 3.2 – 4.5VDC
- Temperature range:
  - -30°C to +75°C (operational functionality)
  - -40°C to +85°C (storage temperature)

## Interfaces

- Dual microphone inputs and speaker outputs
- Up to 12 x programmable general purpose I/Os
- 4 x ADC inputs
- 1 x buzzer output
- Real time clock with alarm output
- 2 x UARTs
  - Serial baud rate from 1200 to 460,800 bits/s
  - Auto baud
  - Parity, data and stop bit programmable
- USB 2.0 full speed end point compliant (optional)
- MMCX RF connector
- 60-pin system connector as on GM47/GM48 and GR47/GR48
- Control by AT commands (GSM 27.005, 27.007 plus proprietary commands)

## Data/GPRS Features

- GPRS class 10
  - Multiple simultaneous PDP contexts
  - GPRS coding schemes CS1-CS4
- Transparent and non-transparent CSD up to 9.6kbps
- Modem type; V21, V22, V23, V22bis, V26ter, V32, V34, V24
- V42bis compression
- GSM supplementary services supported
- GSM 27.010 multiplexing protocol
- USSD.

## Short Message Service (SMS) Features

- Text and PDU
- Point to point (MT/MO)
- Cell broadcast

## Voice Features

- Telephony
- Emergency calls
- GSM vocoder support:
  - Full Rate, Enhanced Full Rate, Half Rate and Adaptive Multi Rate (FR/EFR/HR/AMR)
- Noise suppression and echo cancellation
- Sidetone/microphone amplification
- PCM audio
- Five customizable profiles enabling tuning of the audio interface

## Embedded Applications (Optional)

- Embedded script interpreter
- Extensive API-library
- Multiple UART access
- Embedded application script downloads over the air using GPRS
- Our M2mpower software facilitates the development of cost effective wireless M2M applications

## Internet Protocols

- TCP/UDP/IP protocol stack
  - Extensive AT command access to TCP/IP stack
  - Multi sockets (up to 15) through AT commands
  - Non blocking listening/server capability
  - IPv4 protocol
- Dynamic & static IP address allocation
- PPP protocol (PAP)

## Additional Features

- SIM application toolkit class 2
- 1.8/3V SIM interface with SIM detection
- Optional SIM holder
- Dual SIM support with switching
- LED output
- Keypad matrix (4x4)
- Optional integrated level shifters

## Universal Developer's Kit

- Our Universal Developer's Kit is available for rapid evaluation of products and applications on a limited scale

© Copyright 2006 Sony Ericsson Mobile Communications (USA) Inc. Reproduction in whole or in part without written permission is prohibited. All rights reserved.

Sony Ericsson, M2M Expanding Wireless Opportunities are registered trademarks of Sony Ericsson Mobile Communications.

All other trademarks are trademarks of their respective owners.

The information contained herein is for information purposes only. The datasheet contents are based upon sources which we believe to be reliable, but no representation, express or implied, is made with respect to the accuracy, completeness or reliability of the information or opinions in this datasheet. The information contained herein is subject to change without notice, and we assume no responsibility to update the information in our reports and no contractual commitment is formed simply by reading the datasheet. Sony Ericsson does not accept responsibility or liability for any direct, indirect, special, consequential or other losses or damages of whatsoever kind arising out of any information contained in the datasheet or your use thereof.

The products and services discussed in this datasheet may not be available in your particular country or locality, or at all. The reference to such products and services is for information purposes only and does not imply or warrant that these products or services will be available in your particular country, location or elsewhere.

L2T 123 8126 RTE

Sony Ericsson

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่หรือใช้เพื่อการพาณิชย์โดยไม่ได้รับอนุญาตจาก Sony Ericsson

Email: m2minfo@SonyEricsson.com

Website: www.SonyEricsson.com/m2m

m2m

Expanding Wireless Possibilities





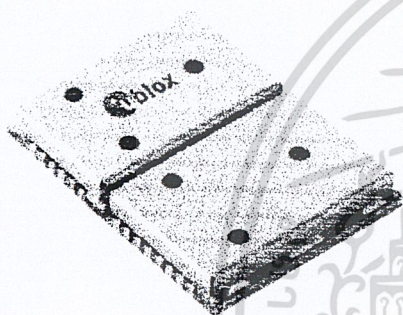
u-blox AG  
Zürcherstrasse 68  
8800 Indwil  
Switzerland  
[www.u-blox.com](http://www.u-blox.com)

Phone +41 722 7444  
Fax +41 722 7447  
[info@u-blox.com](mailto:info@u-blox.com)

# LEA-4A, LEA-4H, LEA-4M, LEA-4P, LEA-4R, LEA-4S, LEA-4T

ANTARIS<sup>®</sup> 4 GPS Modules

Data Sheet



## Abstract

Technical Data Sheet describing the economical and flexible ANTARIS<sup>®</sup> 4 based LEA-4x series (LEA-4A, LEA-4H, LEA-4M, LEA-4P, LEA-4R, LEA-4S, LEA-4T) of GPS Modules. The available features include USB and serial interface, SuperSense indoor GPS, Precision Timing, raw measurement data, and Dead Reckoning. The modules are integrated within a compact 17 x 22.4 mm housing, and support passive and active antennas.

Data Sheet

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ป  
your position is our focus  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้ง





*your position is our focus*

|                |              |                                                        |                      |
|----------------|--------------|--------------------------------------------------------|----------------------|
| Title          |              | LEA-4A, LEA-4H, LEA-4M, LEA-4P, LEA-4R, LEA-4S, LEA-4T |                      |
| Subtitle       |              | ANTARIS® 4 GPS Modules                                 |                      |
| Doc Type       |              | Data Sheet                                             |                      |
| Doc Id         |              | GPS.G4-MS4-06143-1                                     |                      |
| Revision Index | Date         | Name                                                   | Status / Comments    |
|                | 1. Dec. 2006 | TG                                                     | Release              |
| 1              | May 25, 2007 | TG                                                     | Ordering Information |
|                |              |                                                        |                      |
|                |              |                                                        |                      |

We reserve all rights in this document and in the information contained therein.

We reserve all rights in this document and in the information contained therein. Reproduction, use or disclosure to third parties without express authority is strictly forbidden.

For most recent documents, please visit [www.u-blox.com](http://www.u-blox.com)

|                                                          |                                       |          |
|----------------------------------------------------------|---------------------------------------|----------|
| The current document replaces the following Data Sheets: |                                       |          |
| Data Sheet Document Name                                 | Identification of applicable hardware | Comments |
| GPS.G4-MS4-05017                                         | LEA-4A                                |          |
| GPS.G4-MS4-05019                                         | LEA-4H                                |          |
| GPS.G4-MS4-06108                                         | LEA-4M                                |          |
| GPS.G4-MS4-05021                                         | LEA-4P                                |          |
| GPS.G4-MS4-05072                                         | LEA-4S                                |          |
| GPS.G4-MS4-05070                                         | LEA-4T                                |          |

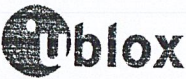
|                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Products marked with this lead-free symbol on the product label comply with the "Directive 2002/95/EC of the European Parliament and the Council on the Restriction of Use of certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment" (RoHS). |
|  | This is an Electrostatic Sensitive Device (ESD).<br>Observe precautions for handling.                                                                                                                                                                      |

Performance characteristics shown in this document are estimates only and do not constitute a warranty or guarantee of product performance. u-blox does not support any applications in connection with weapon systems. Since u-blox' products are not designed for use in life-support and commercial aviation applications they shall not be used in such products. In devices or systems whereby malfunction of these products can be expected to result in personal injury and casualties, u-blox customers using or selling these products do so at their own risk and agree to keep u-blox harmless from any consequences. u-blox reserves the right to make changes to this product, including its circuits and software, in order to improve its design and/or performance, without prior notice.

u-blox makes no warranties, neither expressed nor implied, regarding the information and specifications contained in this document. u-blox assumes no responsibility for any claims or damages arising from information contained in this document, or from the use of products and services detailed therein. This includes, but is not limited to, claims or damages based on the infringement of patents, copyrights, mask work and/or other intellectual property rights.

u-blox integrated circuits, software and designs are protected by intellectual property laws in Switzerland and abroad. u-blox, the u-blox logo, the TIM-type GPS module, Antaris, SuperSense, "your position is our focus", NavLox, u-center, AssistNow, AlmanacPlus, FixNow and EKF are (registered) trademarks of u-blox AG. This product may in whole or in part be subject to intellectual property rights protection. Please contact u-blox for any additional information. Copyright © 2007, u-blox AG.





# 1 Functional Description

## 1.1 Overview

The LEA-4A, LEA-4H, LEA-4M, LEA-4P, LEA-4R, LEA-4S, LEA-4T are a series of GPS modules featuring u-blox's 16-channel ANTARIS®4 receiver technology. They provide high performance with low power consumption and feature a USB port for faster data transmission and more flexibility. The ANTARIS®4 GPS engine offers outstanding navigation performance even in the most challenging metropolitan areas.

As the successors to the LEA-LA module, the LEA-4x modules also share the 17 x 22.4 mm form factor. The small form factor and SMT pads allow for fully automatic assembly processes with standard pick-and-place equipment and reflow soldering, enabling cost-efficient, high-volume production. The combination of these features make these modules suitable for a broad spectrum of GPS products, for which high performance, low cost, low power consumption and small size are key requirements.

The LEA-4x modules are fully interchangeable, providing the flexibility to use the module with the optimal features for application specific requirements.

## 1.2 Highlights and Features

- Cost-optimized and flexible architecture
- Low power consumption
- A-GPS and autonomous operation, AssistNow® ready
- Up to 4Hz Position Update rate
- Support DGPS, WAAS, EGNOS and MSAS

For an overview of the various features available with the different LEA-4x models please see Table 1.

| Module | 16 Channel ANTARIS®4 GPS Engine | SuperSense® | Nonvolatile Memory | Serial Ports | USB | AssistNow Online® | AssistNow Offline® | Configuration Pins | Antenna Supervisor | Antenna Bias Voltage | Dead Reckoning | Timing Mode | Raw Data | Temperature Range (°C) |
|--------|---------------------------------|-------------|--------------------|--------------|-----|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------|----------------|-------------|----------|------------------------|
| LEA-4A | ✓                               |             | ROM                | 2            | ✓   | ✓                 |                    | ✓                  | ✓                  | ✓                    |                |             |          | -40 ... +85            |
| LEA-4H | ✓                               | ✓           | Flash              | 1            | ✓   | ✓                 | ✓                  |                    | ✓                  | ✓                    |                |             |          | -40 ... +85            |
| LEA-4M | ✓                               |             | ROM                | 2            | ✓   | ✓                 |                    | ✓                  |                    |                      |                |             |          | -30 ... +70            |
| LEA-4P | ✓                               |             | Flash              | 1            | ✓   | ✓                 | ✓                  |                    | ✓                  | ✓                    |                |             |          | -40 ... +85            |
| LEA-4R | ✓                               |             | Flash              | 1            | ✓   | ✓                 |                    |                    | ✓                  | ✓                    | ✓              |             |          | -40 ... +85            |
| LEA-4S | ✓                               | ✓           | ROM                | 2            | ✓   | ✓                 |                    | ✓                  | ✓                  | ✓                    |                |             |          | -40 ... +85            |
| LEA-4T | ✓                               | ✓           | Flash              | 1            | ✓   | ✓                 |                    |                    | ✓                  | ✓                    |                | ✓           | ✓        | -40 ... +85            |

Table 1: Available features of the LEA-4x series



1.3 Block Diagram

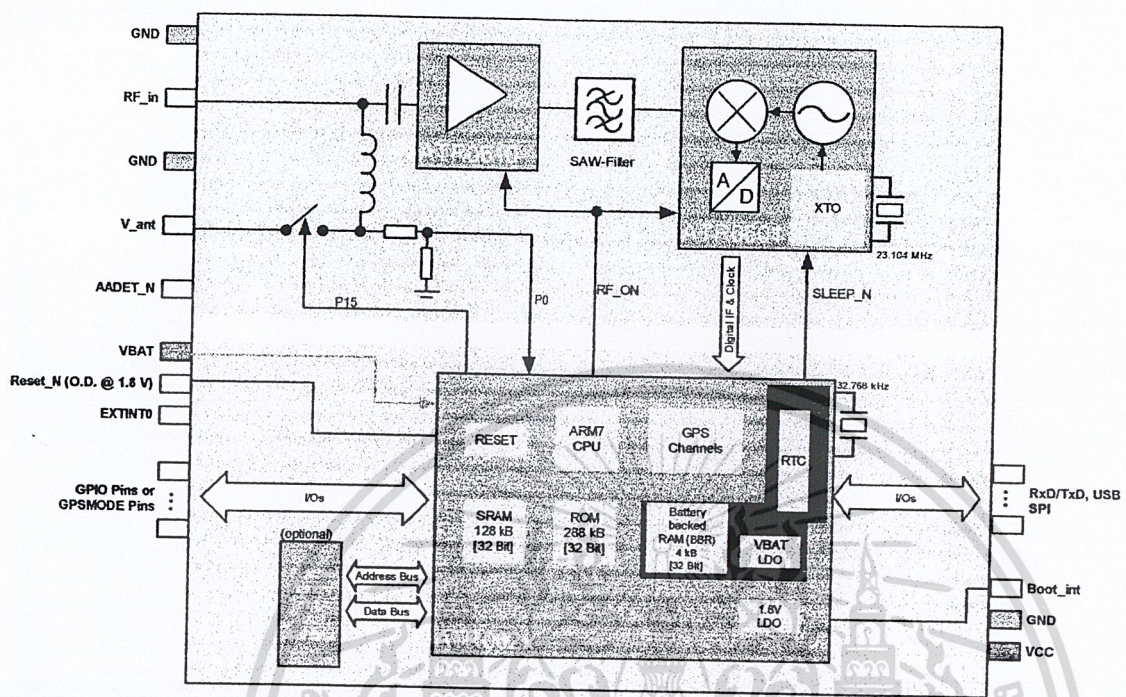


Figure 1: Hardware Block Schematic

1.4 Operating Modes

The ANTARIS®4 GPS Technology supports the following Operating Modes:

| Operating Modes                | Description                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Continuous Tracking Mode (CTM) | In this mode, the Autonomous Power Management (APM) automatically optimizes power consumption. It powers off parts of the receiver when they are not used. Also, the CPU speed is reduced when the CPU workload is low.                                                                                                                        |
| Power Saving Modes             | A configurable power saving mode is available where the GPS is put into sleep mode and activated up on a selectable time interval or upon external request (signal activity on serial port or EXTINT input). This mode is ideally suited in applications with stringent power budget requirements in mobile and battery operated end products. |

Table 2: Operating Modes

For more information see the ANTARIS®4 System Integration Manual [1].

1.5 Assisted GPS (A-GPS)

The ANTARIS®4 GPS engine supports Mobile Station (MS) based A-GPS for accelerated acquisition and position computation in the GPS receiver. In addition, timing receivers (such as the LEA-4T) support MS assisted (output of raw tracking information for position computation by the service provider). Supply of aiding information like ephemeris, almanac, rough last position and time and satellite status and an optional time synchronization signal will reduce time to first fix significantly. All LEA-4x modules support the u-blox AssistNow Online® A-GPS service. The LEA-4H and LEA-4P are also AssistNow Offline® ready.



## 1.6 Antenna

The LEA-4x modules are designed for use with passive and active antennas. An antenna supervisor is provided on all modules except the LEA-4M. If activated, the GPS receiver is capable of detecting short circuits to the active antenna by checking the bias voltage level and can shut down the voltage bias immediately. A series resistor is needed in front of the **V\_ANT** input. UBX and NMEA messages are provided to report the condition of the antenna supply. Open circuit detection can also be supported with an additional external circuit. For details, please refer to the *ANTARIS®4 System Integration Manual* [1].

| Parameter                      | Specification                                                   |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Antenna Type                   | Passive and active antenna                                      |
| Active Antenna Recommendations | Minimum gain 15 - 20 dB (to compensate signal loss in RF cable) |
|                                | Maximum noise figure 1.5 dB                                     |
|                                | Maximum gain 50 dB                                              |

Table 3: Antenna Specifications for all LEA-4 Modules

| Parameter          | Specification                                        |
|--------------------|------------------------------------------------------|
| Antenna Supply     | Using <b>VCC_RF</b> or external voltage source       |
| Antenna Supervisor | Short circuit detection Built-in                     |
|                    | Open circuit detection Enabled with external circuit |

Table 4: Antenna Supervisor Specifications (feature not available with the LEA-4M)



## 1.7 Configuration

### 1.7.1 Boot-Time GPSPMODE Configuration

The LEA-4A, LEA-4M and LEA-4S provide four GPSPMODE pins for boot-time configuration. They become effective immediately after start-up. Once the module has started, the configuration settings may be modified with UBX configuration messages. The modified settings remain effective until power-down or reset. If these settings have been stored in battery-backup RAM (with the CFG-CFG message), then the modified configuration will be retained, as long as the backup battery supply is not interrupted.

| GPSPMODE |                          |
|----------|--------------------------|
| 2        | GPS sensitivity settings |
| 0        | Normal sensitivity mode  |
| 1        | High sensitivity mode    |

Table 5: GPSPMODE Configuration for LEA-4A, LEA-4M

| GPSPMODE |                          |
|----------|--------------------------|
| 23       | GPS sensitivity settings |
| 0        | Auto mode                |
| 1        | High sensitivity mode    |

Table 6: GPSPMODE Configuration for LEA-4S

| GPSPMODE |                            |
|----------|----------------------------|
| 7        | USB power settings         |
| 0        | Bus-Powered USB Interface  |
| 1        | Self-Powered USB Interface |

Table 7: USB Settings

| GPSPMODE |   | Activated Message Set    | Serial Port 1 |          | Serial Port 2 |          |
|----------|---|--------------------------|---------------|----------|---------------|----------|
| 6        | 5 |                          | Baud Rate     | Protocol | Baud Rate     | Protocol |
| 0        | 0 | High                     | 19.2 Kbaud    | NMEA     | 57.6 Kbaud    | UBX      |
| 0        | 1 | Low                      | 4.8 Kbaud     | NMEA     | 19.2 Kbaud    | UBX      |
| 1        | 0 | Medium (default)         | 9.6 Kbaud     | NMEA     | 38.4 Kbaud    | UBX      |
| 1        | 1 | Reserved for factory use | 115.2 Kbaud   | UBX      | 19.2 Kbaud    | NMEA     |

Table 8: Supported GPSPMODE settings

### 1.7.2 Configuration (LEA-4H, LEA-4P, LEA-4R, LEA-4T)

With the LEA-4H, LEA-4P, LEA-4R and LEA-4T the configuration settings can be modified with UBX configuration messages. The modifications can be saved to the Flash memory.

For more information see the *ANTARIS®4 System Integration Manual* [1].





### 1.8 Dead Reckoning (LEA-4R)

Dead reckoning GPS receivers supplement the GPS information with an incoming signal from a gyroscope (turn rate sensor) and odometer pulses to do dead reckoning navigation through periods of poor GPS reception. Depending on the quality of the available GPS signals, the LEA-4R uses an algorithm specially developed by u-blox in order to compute the next positions accurately by using an automatically weighted average of the GPS and sensor inputs. This provides precise navigation in locations with no or impaired GPS reception, for example in tunnels, indoor car parks and deep urban canyons.

The LEA-4R is a low power dead reckoning GPS receiver module. It is the ideal solution for high-volume applications requiring a cost-effective and tightly integrated product that provides a continuous and reliable positioning fix 100% of the time.

#### 1.8.1 Supported Peripheral Components (LEA-4R)

The LEA-4R supports the following peripheral components (Table 9):

| A/D converters with SPI interface                | digital temperature sensors with SPI interface              |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Linear Technology, LTC1860, 12-bit A/D converter | National Semiconductors, LM70, precision: 10 bits plus sign |

Table 9: Supported peripheral components

Gyroscopes should at least meet the requirements listed below:

| Parameter                               | Specification       |
|-----------------------------------------|---------------------|
| Supply Voltage                          | 5.0V ± 0.25V        |
| Zero Point                              | 2.5V ± 0.4V         |
| Scale factor                            | 25mV/°/s ± 5mV/°/s  |
| Dynamic Range                           | ± 60°/s to ± 125°/s |
| Linearity                               | ± 0.5% (Full scale) |
| Recommended operating temperature range | -40 to +85°C        |

Table 10: Required Specifications for Gyroscopes

Gyroscopes with a sensitivity (scale factor) of lower than 20mV/°/s may work but the performance will be degraded. For this reason u-blox does not recommend using gyros with a lower sensitivity.

For implementation details as well as a list of supported gyroscopes that u-blox is currently aware of, or for more information about Dead Reckoning and other special features of the LEA-4R please refer to the *TIM/LEA-4R System Integration Manual* [3].

### 1.9 Protocols

The LEA-4x series supports different serial protocols.

| Protocol | Type                                               | Runs on                  |
|----------|----------------------------------------------------|--------------------------|
| NMEA     | Input/output, ASCII, 0183, 2.3 (compatible to 3.0) | All serial ports and USB |
| UBX      | Input/output, binary, u-blox proprietary           | All serial ports and USB |
| RTCM     | Input, messages 1,2,3,9                            | All serial ports and USB |

Table 11: Available Protocols

For specification of the various protocols see the *ANTARIS®4 Protocol Specification* [2].





1.10 LEA-4T

1.10.1 Time Mode

LEA-4T provides a special Time Mode to provide higher timing accuracy. The LEA-4T is designed for use with stationary antenna setups. The Time Mode features three different settings described in Table 12: Disabled, Survey-In and Fixed Mode.

| Time Mode Settings | Description                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Disabled           | Standard PVT operation with SuperSense <sup>®</sup> enabled                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Survey-In          | The GPS receiver computes the average position over an extended time period until a predefined maximum standard deviation has been reached. Afterwards the receiver will be automatically set to <b>Fixed Mode</b> and the timing features will be activated.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Fixed Mode         | <p>In this mode, a fixed 3D position and known standard deviation is assumed and the timing features are activated. <b>Fixed Mode</b> can either be activated directly by feeding pre-defined position coordinates (ECEF - Earth Center Earth Fixed format) or by performing a <b>Survey-In</b>.</p> <p>In Fixed mode, the timing errors in the TIMEPULSE signal which otherwise result from positioning errors are eliminated. Single-satellite operation is supported, but must be activated separately using the UBX-CFG-NAV2 message. For details, please refer to the <i>ANTARIS<sup>®</sup>4 System Integration Manual</i> [1].</p> |

Table 12: Time Mode Settings

In **Fixed Mode**, the accuracy of the TIMEPULSE signal is higher. Note that the TIMEPULSE signal has a granularity is 43 ns which results from the 23.104 MHz GPS clock. Using the available quantization error information (see UBX-TIM message) in external post-processing, a significantly higher timing accuracy can be achieved.

1.10.2 Time Mark

LEA-4T can be used for precise time measurements with a sub microseconds resolution using the external interrupt (EXTINT0 and EXTINT1). Rising and falling edges of these signals are time-stamped to the GPS or UTC time and counted. The Time Mark functionality can be enabled with the UBX-CFG-TM2 message

For details, please refer to the *ANTARIS<sup>®</sup>4 System Integration Manual* [1].

1.10.3 Raw Data Output

The LEA-4T supports raw data output at an uptake rate of 10 Hz. The UBX-RXM-RAW message includes carrier phase with half-cycle ambiguity resolved, code phase and Doppler measurements, which can be used in external applications that offer precision positioning, real-time kinematics (RTK) and attitude sensing.



## 2 GPS Performance

| Parameter                    | Module                              | Specification                                                                                                                             |
|------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Receiver Type                | All                                 | L1 frequency, C/A Code,<br>16-Channels<br>8192 time / frequency search windows                                                            |
| Max Navigation Update Rate   | All<br>LEA-4T                       | 4 Hz<br>Raw Data<br>10 Hz                                                                                                                 |
| Accuracy                     | All                                 | Position 2.5 m CEP <sup>2</sup> 5.0 m SEP <sup>3</sup><br>Position DGPS / SBAS <sup>1</sup> 2.0 m CEP 3.0 m SEP                           |
| Acquisition <sup>4,5</sup>   | All                                 | GPS Mode: Fast Acq. Normal High Sens. Auto<br>Cold Start 34 s 36 s 41 s 34 s<br>Warm Start 33 s<br>Hot Start <3.5 s<br>Reacquisition <1 s |
| Sensitivity <sup>6</sup>     | LEA-4A<br>LEA-M<br>LEA-4P<br>LEA-4R | Tracking -150 dBm<br>Acquisition & Reacquisition -140 dBm<br>Cold Starts -140 dBm                                                         |
|                              | LEA-4H<br>LEA-4S<br>LEA-4T          | Tracking -158 dBm<br>Acquisition & Reacquisition -148 dBm<br>Cold Starts -142 dBm                                                         |
| Accuracy of Timepulse Signal | All                                 | RMS 50 ns<br>99% <100 ns<br>Granularity 43 ns<br>Compensated <sup>7</sup> (LEA-4T) 15 ns<br>Time Pulse Configurable: 0.1 ... 1000 Hz      |
| Dynamics                     | All                                 | ≤ 4 g                                                                                                                                     |
| Operational Limits           | All                                 | Maximum Speed 515 m/s                                                                                                                     |

Table 13: Performance Specification

<sup>1</sup> Depends on accuracy of correction data of DGPS or SBAS service  
<sup>2</sup> CEP = Circular Error Probability: The radius of a horizontal circle, centered at the antenna's true position, containing 50% of the fixes.  
<sup>3</sup> SEP = Spherical Error Probability. The radius of the sphere, centered at the true position, contains 50% of the fixes.  
<sup>4</sup> The different start-up modes like cold, warm and hot start are described in the *ANTARIS<sup>®</sup>4 System Integration Manual* [1]  
<sup>5</sup> Measured with good visibility and -125 dBm signal strength  
<sup>6</sup> Demonstrated with a good active antenna  
<sup>7</sup> Quantization error information can be used to compensate the granularity related error of the time pulse signal



### 3 Mechanical Specifications

#### 3.1 Dimensional Specifications

| Parameter          | Specification           |
|--------------------|-------------------------|
| Length             | 22.4±.1mm [881 ±4mil]   |
| Width              | 17.0±.1mm [669 ±4mil]   |
| Thickness          | 3.0 ±0.3mm [118 ±12mil] |
| Pitch RF pins      | 1.1±0.1mm [43 ±4mil]    |
| Pitch Digital pins | 1.1±0.1mm [43 ±4mil]    |
| Weight             | 2.1g                    |

Table 14: Mechanical Specification

#### 3.2 Dimensional Diagrams

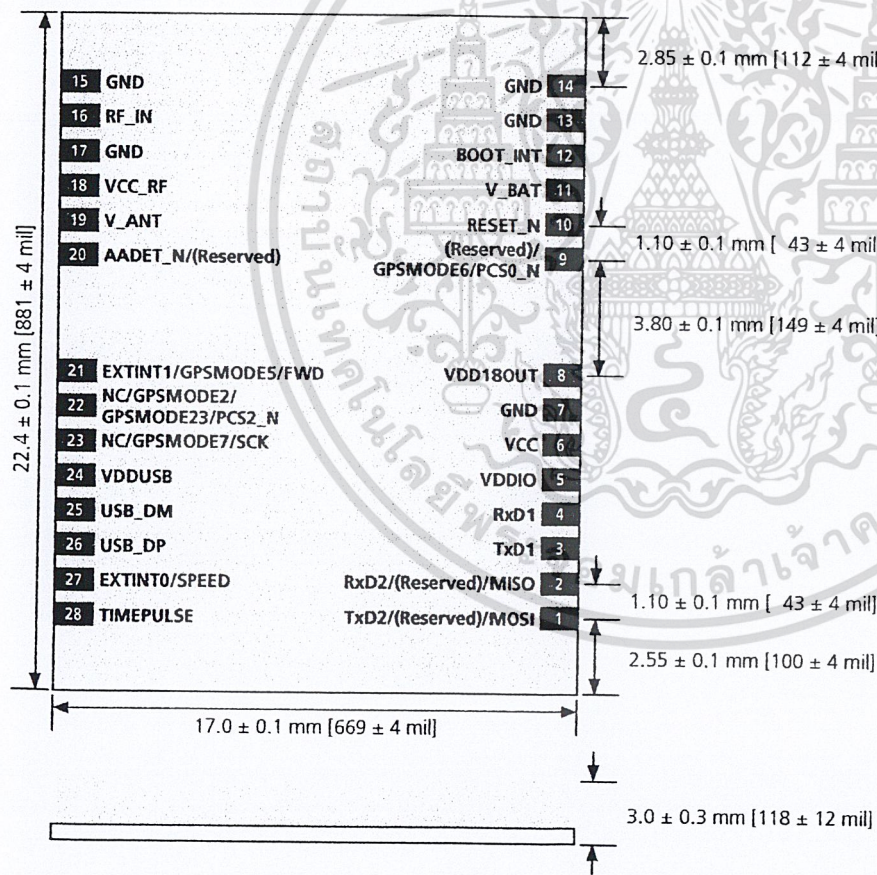


Figure 2: Dimensions

**Note** For detailed information for a design in, including detailed dimensional diagrams, footprints, paste mask recommendations, pinout tables and a recommended pad layout, please see the *ANTARIS<sup>®</sup>4 System Integration Manual* [1].



## Pinout

| Standard Function |                                                |            |     |                                        |
|-------------------|------------------------------------------------|------------|-----|----------------------------------------|
| No                | Module                                         | Name       | I/O | Description                            |
| 1                 | LEA-4A, LEA-4S, LEA-4M                         | TxD2       | O   | Serial Port 2                          |
|                   | LEA-4H, LEA-4P, LEA-4T                         | (Reserved) | I   |                                        |
|                   | LEA-4R                                         | MOSI       | O   | SPI MOSI                               |
| 2                 | LEA-4A, LEA-4S, LEA-4M                         | RxD2       | I   | Serial Port 2                          |
|                   | LEA-4H, LEA-4P, LEA-4T                         | (Reserved) |     |                                        |
|                   | LEA-4R                                         | MISO       | I   | SPI MISO                               |
| 3                 | All                                            | TxD1       | O   | Serial Port 1                          |
| 4                 | All                                            | RxD1       | I   | Serial Port 1                          |
| 5                 | All                                            | VDDIO      | I   | Pad voltage supply                     |
| 6                 | All                                            | VCC        | I   | Supply voltage                         |
| 7                 | All                                            | GND        | I   | Ground                                 |
| 8                 | All                                            | VDD18OUT   | O   | 1.8V output                            |
| 9                 | LEA-4A, LEA-4S, LEA-4M                         | GPSMODE6   | I   | Boot-time config. pin                  |
|                   | LEA-4H, LEA-4P, LEA-4T                         | (Reserved) | I   |                                        |
|                   | LEA-4R                                         | PCSO_N     | O   | SPI Chip Select 0 (Temperature Sensor) |
| 10                | All                                            | RESET_N    | I/O | Reset                                  |
| 11                | All                                            | V_BAT      | I   | Backup voltage supply                  |
| 12                | All                                            | BOOT_INT   | I   | Boot mode                              |
| 13                | All                                            | GND        | I   | Ground                                 |
| 14                | All                                            | GND        | I   | Ground                                 |
| 15                | All                                            | GND        | I   | Ground                                 |
| 16                | All                                            | RF_IN      | I   | GPS signal input                       |
| 17                | All                                            | GND        | I   | Ground                                 |
| 18                | All                                            | VCC_RF     | O   | Output Voltage RF sect.                |
| 19                | LEA-4A, LEA-4H, LEA-4P, LEA-4R, LEA-4S, LEA-4T | V_ANT      | I   | Antenna Bias voltage                   |
|                   | LEA-4M                                         | NC         | I/O | Not Connected                          |
| 20                | LEA-4A, LEA-4H, LEA-4P, LEA-4R, LEA-4S, LEA-4T | AADET_N    | I   | Active Antenna Detect                  |
|                   | LEA-4M                                         | (Reserved) | I   |                                        |
| 21                | LEA-4A, LEA-4S, LEA-4M                         | GPSMODE5   | I   | Boot-time config. pin                  |
|                   | LEA-4H, LEA-4P, LEA-4T                         | EXTINT1    | I   | External Interrupt pin                 |
|                   | LEA-4R                                         | FWD        | I   | Direction Indication (1=Forward)       |
| 22                | LEA-4A, LEA-4M                                 | GPSMODE2   | I   | Boot-time config. pin                  |
|                   | LEA-4S                                         | GPSMODE23  | I   | Boot-time config. pin                  |
|                   | LEA-4H, LEA-4P, LEA-4T                         | NC         | I   | Not Connected                          |
|                   | LEA-4R                                         | PCS2_N     | O   | SPI Chip Select 2 (A/D Converter)      |
| 23                | LEA-4A, LEA-4S, LEA-4M                         | GPSMODE7   | I   | Boot-time config. pin                  |
|                   | LEA-4H, LEA-4P, LEA-4T                         | NC         |     | Not Connected                          |
|                   | LEA-4R                                         | SCK        | O   | SPI Clock                              |
| 24                | All                                            | VDDUSB     | I   | USB Supply                             |
| 25                | All                                            | USB_DM     | I/O | USB Data                               |
| 26                | All                                            | USB_DP     | I/O | USB Data                               |
| 27                | LEA-4A, LEA-4H, LEA-4M, LEA-4P, LEA-4S, LEA-4T | EXTINT0    | I   | External Interrupt Pin                 |
|                   | LEA-4R                                         | SPEED      | I   | Odometer Speedpulses                   |
| 28                | All                                            | TIMEPULSE  | O   | Time pulse (1PPS)                      |

Shaded pins have dead reckoning specific function. For implementation details see the *TIM/LEA-4R System Integration Manual* [3].

Table 15: Pinout

**Note** Pins designated Reserved should only be used with caution. For more information about Pinouts see the *ANTARIS®4 System Integration Manual* [1].



## 4 Electrical Specifications

### 4.1 Absolute Maximum Ratings

| Parameter                                                          | Symbol    | Module                         | Min  | Max  | Units |
|--------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------|------|------|-------|
| <b>Power Supply</b>                                                |           |                                |      |      |       |
| Power supply voltage (VCC)                                         | Vcc       | All                            | -0.3 | 3.6  | V     |
| I/O supply voltage (VDDIO)                                         | Vddio     | All                            | -0.3 | 3.6  | V     |
| Backup battery voltage (V_BAT)                                     | Vbat      | All                            | -0.3 | 3.6  | V     |
| <b>Input Pins</b>                                                  |           |                                |      |      |       |
| Digital input pin voltage (except RESET_N, VDDUSB, USB_DP, USB_DM) | Vin       | All                            | -0.3 | 5    | V     |
| Input pin voltage of RESET_N                                       | Vin_reset | All                            | -0.3 | 1.95 | V     |
| Input pin voltage VDDUSB                                           | Vin_usb   | All                            | -0.3 | 3.6  | V     |
| Input pin voltage USB_DP, USB_DM                                   | Vin_usbio | All                            | -1   | 4.6  | V     |
| <b>Voltage Supply output for Active Antenna and RF Section</b>     |           |                                |      |      |       |
| VCC_RF output current                                              | Iccrf     | All                            |      | 50   | mA    |
| <b>RF Input</b>                                                    |           |                                |      |      |       |
| Antenna bias voltage (applied via V_ANT)                           | Vant      | All                            | 0    | 6    | V     |
| Antenna bias current (applied via V_ANT)                           | Iant      | All                            |      | 100  | mA    |
| Input power at RF_IN (source impedance 50Ω, continuous wave)       | Prfin     | All                            |      | -5   | dBm   |
| <b>Environment</b>                                                 |           |                                |      |      |       |
| Storage temperature                                                | Tstg      | LEA-4H, LEA-4S, LEA-4T         | -40  | 85   | °C    |
|                                                                    |           | LEA-4A, LEA-4M, LEA-4P, LEA-4R | -40  | 125  | °C    |

Table 16: Absolute Maximum Ratings

**Warning** Stressing the device beyond the “Absolute Maximum Ratings” may cause permanent damage. These are stress ratings only. The product is not protected against overvoltage or reversed voltages. If necessary, voltage spikes exceeding the power supply voltage specification, given in table above, must be limited to values within the specified boundaries by using appropriate protection diodes.



4.2 Operating Conditions

| Parameter <sup>8</sup>                 | Symbol     | Module                                                             | Min                                                | Typical                                | Max      | Units | Condition     |
|----------------------------------------|------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------|----------|-------|---------------|
| Power Supply                           |            |                                                                    |                                                    |                                        |          |       |               |
| Power supply voltage (VCC)             | Vcc        | All                                                                | 2.7                                                |                                        | 3.3      | V     |               |
| I/O supply voltage (VDDIO)             | Vddio      | All                                                                | 1.65                                               |                                        | 3.6      | V     |               |
| Power supply voltage ripple            | Vcc_PP     | All                                                                |                                                    |                                        | 50       | mV    |               |
| Sustained supply current <sup>9</sup>  | Icc        | LEA-4A<br>LEA-4H<br>LEA-4M<br>LEA-4P<br>LEA-4R<br>LEA-4S<br>LEA-4T |                                                    | 35<br>39<br>35<br>36<br>48<br>38<br>39 |          | mA    | Vcc = 3.0 V   |
| Peak supply current <sup>10</sup>      | Iccp       | All                                                                |                                                    |                                        | 70       | mA    | Vcc = 3.3 V   |
| Sleep mode current                     | Iccs       | All                                                                |                                                    | 65                                     |          | µA    | Vcc = 3.0 V   |
| Backup battery voltage                 | Vbat       | All                                                                | 1.5                                                |                                        | 3.6      | V     |               |
| Backup battery current                 | Ibat       | All                                                                |                                                    | 5                                      |          | µA    | Vbat = 3.3V   |
| 1.8V output voltage (VDD18OUT pin)     | Vdd18out   | All                                                                | 1.65                                               | 1.8                                    | 1.95     | V     |               |
| 1.8V output current (VDD18OUT pin)     | Idd18out   | All                                                                |                                                    |                                        | 30       | mA    |               |
| UART and all I/O Signals <sup>11</sup> |            |                                                                    |                                                    |                                        |          |       |               |
| Input pin voltage range                | Vin        | All                                                                | 0                                                  |                                        | 5        | V     |               |
| Input pin low voltage                  | Vin_low    | All                                                                |                                                    |                                        | 0.41     | V     |               |
| Input pin high voltage                 | Vin_high   | All                                                                | 1.46                                               |                                        |          | V     |               |
| Output pin voltage range               | Vout       | All                                                                | 0                                                  |                                        | VDDIO    | V     |               |
| Output pin low voltage                 | Vout_low   | All                                                                |                                                    |                                        | 0.4      | V     | Iout = 1.5mA  |
| Output pin high voltage                | Vout_high  | All                                                                | VDDIO-0.5                                          |                                        |          | V     | Iout = -1.5mA |
| USB                                    |            |                                                                    |                                                    |                                        |          |       |               |
| VDDUSB (Pin 24) for USB operation      | Vddusb1    | All                                                                | 3.0                                                |                                        | 3.6      | V     |               |
| VDDUSB (Pin 24) if USB not used (low)  | Vddusb0    | All                                                                | 0                                                  |                                        | 2        | V     |               |
| USB_DM, USB_DP                         | VinU       | All                                                                | Compatible with USB with 27 Ohms series resistance |                                        |          |       |               |
| RESET_N Input (Open-Drain I/O)         |            |                                                                    |                                                    |                                        |          |       |               |
| Input and output pin voltage range     | VinR       | All                                                                | 0                                                  |                                        | VDD18OUT | V     |               |
| Input pin low voltage                  | Vin_lowR   | All                                                                |                                                    |                                        | 0.46     | V     |               |
| Input pin high voltage <sup>12</sup>   | Vin_highR  | All                                                                | 1.3                                                |                                        |          | V     |               |
| Output pin low voltage                 | Vout_lowR  | All                                                                |                                                    |                                        | 0.1      | V     | Iout = 0.3 mA |
| Output pin high voltage                | Vout_highR | All                                                                | VDD18OUT -0.2                                      |                                        |          | V     | Iout = 0.1 mA |

<sup>8</sup> All specification are at an ambient temperature of 25°C.

<sup>9</sup> Average current drawn during Continuous Tracking Mode with 1 Hz update rate, using 9 channels for tracking and navigation and 3 channels for searching satellites (= acquisition). Use this figure to determine required battery capacity.

<sup>10</sup> Peak current drawn during initial acquisition phase. Use this figure to dimension maximum current capability of power supply.

<sup>11</sup> RxD1, RxD2 and EXTINT0 provide internal pull-up to V\_BAT18 (Battery supply regulated to 1.8V) and not VCC.

<sup>12</sup> Do not drive high.





your position is our focus

| Parameter <sup>13</sup>                                         | Symbol    | Module                                                                 | Min                                           | Typical | Max                                    | Units                                  | Condition             |
|-----------------------------------------------------------------|-----------|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------|----------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------|
| Dead Reckoning Signals                                          |           |                                                                        |                                               |         |                                        |                                        |                       |
| Input frequency (SPEED)                                         | fspeed    | LEA-4R                                                                 | 1 <sup>14</sup>                               |         | 5000                                   | Hz                                     |                       |
| Odometer Scale Factor                                           | Skf_t     | LEA-4R                                                                 | 1100                                          |         | 40000                                  | Pulse /km                              | Odometer Scale Factor |
| DR calculation rate                                             |           | LEA-4R                                                                 |                                               |         | 40                                     | Hz <sup>15</sup>                       |                       |
| RF input                                                        |           |                                                                        |                                               |         |                                        |                                        |                       |
| Antenna gain                                                    | Gant      | All                                                                    |                                               |         | 50                                     | dB                                     |                       |
| V_ANT antenna bias voltage (must connect to ground if not used) | Vant      | LEA-4A <sup>16</sup><br>LEA-4H<br>LEA-4P<br>LEA-4R<br>LEA-4S<br>LEA-4T | 2                                             |         | 6                                      | V                                      |                       |
| Antenna bias voltage drop                                       | Vant_drop | LEA-4A<br>LEA-4H<br>LEA-4P<br>LEA-4R<br>LEA-4S<br>LEA-4T               |                                               | 20      | 50                                     | mV                                     | Iant=10mA             |
| VCC_RF voltage                                                  | Vccrf     | All                                                                    |                                               | Vcc-0.1 |                                        | V                                      |                       |
| VCC_RF output current                                           | Iccrf     | All                                                                    |                                               | 20      | 50                                     | mA                                     |                       |
| Environment                                                     |           |                                                                        |                                               |         |                                        |                                        |                       |
| Operating temperature                                           | Topr      | LEA-4A<br>LEA-4H<br>LEA-4P<br>LEA-4R<br>LEA-4S<br>LEA-4T<br>LEA-4M     | -40<br>-40<br>-40<br>-40<br>-40<br>-40<br>-30 |         | 85<br>85<br>85<br>85<br>85<br>85<br>70 | °C<br>°C<br>°C<br>°C<br>°C<br>°C<br>°C |                       |

Table 17: Operating Conditions

Running this device beyond the "Operating Conditions" is not recommended and extended exposure beyond them may affect its reliability.

<sup>13</sup> All specification are at an ambient temperature of 25°C.  
<sup>14</sup> Frequencies below this threshold will be recognized as standstill of the vehicle.  
<sup>15</sup> Internal calculation rate for high accuracy in DR calculation. Not to be confused with Max Update Rate.  
<sup>16</sup> Not supported by LEA-4M



## 5 Environmental Specifications

Detailed description of the test series:

| Test                          | Standard                                                        | Samples |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------|---------|
| Visual inspection             | IPC-A-610 D, class 2 "Acceptability of electronic assemblies"   | 176     |
| Temperature step              | -40°C...+85°C, steps of 5K, operating                           | 176     |
| Metallographic investigations | IPC-A-600 F, Class 2 "Acceptability of printed boards"          | 6       |
| Dry heat                      | +60°C, 5% rH, 1000 hours, operating                             | 32      |
| Damp heat                     | +60°C, 95% rH, 1000 hours, operating                            | 32      |
| Thermal shock                 | -40°C...+125°C, 100 cycles                                      | 42      |
| Lifespan test                 | +85°C/1000 hours, operating                                     | 50      |
| Dry heat                      | +125°C, 1000 hours, non-operating                               | 16      |
| Damp heat, cyclic             | +25°C...+55°C; >90% rH, operating                               | 16      |
| Vibration                     | 5-500 Hz, 5g, 2.5 hours/axis at -40°C, +25° and 85°C, operating | 8       |
| Shock                         | 30g/11ms (half sine), 3 shocks/axis; non-operating              | 8       |

Table 18: Environmental Specification





## 6 Settings

### 6.1 Default Settings

Following default settings apply if all GPSMODE pins are left open. Please refer to the *ANTARIS®4 System Integration Manual* [1] for information about further settings.

| Interface                          | Module | Settings                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------------------|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Serial Port 1 Output<br>USB Output | All    | 9600 Baud, 8 bits, no parity bit, 1 stop bit<br>Configured to transmit both NMEA and UBX protocols, but only following NMEA and no UBX messages have been activated at start-up:<br><b>GGA, GLL, GSA, GSV, RMC, VTG, ZDA, TXT</b>                 |
| Serial Port 1 Input                | All    | 9600 Baud, 8 bits, no parity bit, 1 stop bit, Autobauding disabled<br>Automatically accepts following protocols without need of explicit configuration:<br><b>UBX, NMEA, RTCM</b><br>The GPS receiver supports interleaved UBX and NMEA messages. |
| USB Input                          | All    | Automatically accepts following protocols without need of explicit configuration:<br><b>UBX, NMEA</b><br>The GPS receiver supports interleaved UBX and NMEA messages.<br>USB Power Mode: Self Powered                                             |
| TIMEPULSE                          | All    | 1 pulse per second, synchronized at rising edge, pulse length 100ms                                                                                                                                                                               |

Table 19: Available Protocols.

| Module                 | Sensitivity Setting | Remark                                                        |
|------------------------|---------------------|---------------------------------------------------------------|
| LEA-4P, LEA-4R         | Normal              | The sensitivity mode can be changed with the CFG-RXM message. |
| LEA-4H, LEA-4T         | Auto                |                                                               |
| LEA-4A, LEA-4M, LEA-4S | High                |                                                               |

Table 20: sensitivity settings



# 7 Product Lineup

## 7.1 Ordering Information

| Ordering No.   | Product                                                                      |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------|
| LEA-4A-0-000-2 | LEA-4A GPS Module                                                            |
| LEA-4H-0-000-1 | LEA-4H GPS Module                                                            |
| LEA-4M-0-000-2 | LEA-4M GPS Module                                                            |
| LEA-4P-0-000-1 | LEA-4P GPS Module                                                            |
| LEA-4R-0-000-1 | LEA-4R GPS Module                                                            |
| LEA-4S-0-000-2 | LEA-4S GPS Module                                                            |
| LEA-4T-0-000-1 | LEA-4T GPS Module                                                            |
|                | <b>Delivery Packing</b>                                                      |
|                | 0 = Single samples                                                           |
|                | 1 = Tape on reel (100 pieces) LEA-4A, LEA-4H, LEA-4P, LEA-4R, LEA-4S, LEA-4T |
|                | 2 = Tape on reel (250 pieces) LEA-4M                                         |

Table 21: Ordering Information

## Related Documents

- [1] ANTARIS®4 System Integration Manual, Doc No GPS.G4-MS4-05007
- [2] ANTARIS®4 Protocol Specification, Doc No GPS.G3-X-03002
- [3] TIM/LEA-4R System Integration Manual, Doc No GPS.G4-MS4-05043

All these documents are available on our homepage (<http://www.u-blox.com>).





*your position is our focus*

## Contact

For further info, please contact us:

### Headquarters

#### u-blox AG

Zuercherstrasse 68  
CH-8800 Thalwil  
Switzerland

Phone: +41 44 722 74 44  
Fax: +41 44 722 74 47  
E-mail: [info@u-blox.com](mailto:info@u-blox.com)  
[www.u-blox.com](http://www.u-blox.com)

### Sales Offices

#### North, Central and South America

##### u-blox America, Inc.

1902 Campus Commons Drive  
Suite 310  
Reston, VA 20191  
USA

Phone: +1 (703) 483 3180  
Fax: +1 (703) 483 3179  
E-mail: [info\\_us@u-blox.com](mailto:info_us@u-blox.com)

##### Regional Office West Coast:

8600 Lemon Ave #1  
La Mesa, CA 91941  
USA

Phone: +1 (619) 741 3011  
Fax: +1 (619) 741 4334  
E-mail: [info\\_us@u-blox.com](mailto:info_us@u-blox.com)

##### Technical Support:

Phone: +1 (703) 483 3185  
E-mail: [support\\_us@u-blox.com](mailto:support_us@u-blox.com)

#### Europe, Middle East, Africa

##### u-blox AG

Zuercherstrasse 68  
CH-8800 Thalwil  
Switzerland

Phone: +41 44 722 74 77  
Fax: +41 44 722 74 47  
E-mail: [info@u-blox.com](mailto:info@u-blox.com)

##### Technical Support:

Phone: +41 44 722 74 74  
E-mail: [support@u-blox.com](mailto:support@u-blox.com)

#### Asia, Australia, Pacific

##### u-blox Singapore Pte. Ltd.

435 Orchard Road  
#19-02, Wisma Atria,  
Singapore 238877

Phone: +65 6734 3811  
Fax: +65 6736 1533  
E-mail: [info\\_ap@u-blox.com](mailto:info_ap@u-blox.com)  
Support: [support\\_ap@u-blox.com](mailto:support_ap@u-blox.com)

##### Regional Office China:

Room 716-718  
No. 65 Fuxing Road  
Beijing, 100036, China

Phone: +86 10 68 133 545  
Fax: +86 10 68 217 890  
E-mail: [info\\_cn@u-blox.com](mailto:info_cn@u-blox.com)  
Support: [support\\_cn@u-blox.com](mailto:support_cn@u-blox.com)

##### Regional Office Korea:

1258 Ho, Shinhan MetroKhan  
#1115, BisanDong  
DongAn-Ku  
Anyang-si  
KyungKi-do, Korea

Phone: +82 31 383 2584  
Fax: +82 31 386 2584  
E-mail: [info\\_kr@u-blox.com](mailto:info_kr@u-blox.com)  
Support: [support\\_kr@u-blox.com](mailto:support_kr@u-blox.com)

##### Regional Office Taiwan:

Room 305  
3F, #181, ZouTze Street  
Neihu Dis.  
Taipei, Taiwan

Phone: +886 2 2657 1090  
Fax: +886 2 2657 1097  
E-mail: [info\\_tw@u-blox.com](mailto:info_tw@u-blox.com)  
Support: [support\\_tw@u-blox.com](mailto:support_tw@u-blox.com)