

เครื่องส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือ

AID TRANSMITTERS

นายคมกริช ดิ่งหมาย รหัส 53362471

นายสถาพร รอดไพโร รหัส 53363119

โรงเรียนวิศวกรรมศาสตร์	
วันที่รับ	19 พ.ย. 57
ลงทะเบียน	16589388
เลขที่เอกสารนี้คือ	ป.ร.
รวมเงินค่าสมัคร	ด 145/-

2556

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2556



## ใบรับรองปริญญาโท

ชื่อหัวข้อโครงการ เครื่องส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือ  
ผู้ดำเนินโครงการ นายคมกริช ดั่งหมาย รหัส 53362471  
นายสถาพร รอดไพโร รหัส 53363119  
ที่ปรึกษาโครงการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ เข้มมนต์  
สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า  
ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์  
ปีการศึกษา 2556

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี อนุมัติให้ปริญญาโทฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง  
การศึกษาดำเนินหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

.....ที่ปรึกษาโครงการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ เข้มมนต์)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภวรรณ พลพิทักษ์ชัย)

.....กรรมการ

(ดร.มุกิตา สงฆ์จันทร์)

ชื่อหัวข้อโครงการงาน	เครื่องส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือ
ผู้ดำเนินโครงการงาน	นายคมกริช ตั้งหมาย รหัส 53362471 นายสถาพร รอดไพโร รหัส 53363119
ที่ปรึกษาโครงการงาน	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ แย้มเม่น
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2556

### บทคัดย่อ

โครงการงานนี้ได้นำเสนอการออกแบบและพัฒนาเครื่องส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายไร้สายระบบจีเอสเอ็ม โดยส่งข้อมูลเข้าโทรศัพท์มือถือเพื่อร้องขอความช่วยเหลือจากหน่วยกู้ภัย เครื่องนี้สามารถระบุพิกัดตำแหน่งและข้อมูลของผู้ป่วยได้ โดยที่การระบุพิกัดตำแหน่งด้วยเครื่องรับพิกัดตำแหน่งจีพีเอส และการส่งข้อมูลพิกัดตำแหน่งจะส่งผ่านเครือข่ายไร้สายระบบจีเอสเอ็ม

เครื่องที่พัฒนาขึ้นจะประกอบด้วยชุดวงจรจีพีอาร์เอสเป็นตัวรับสัญญาณจากจีพีเอสของดาวเทียมเพื่อคำนวณหาค่าพิกัด และนำข้อมูลพิกัดที่ได้รับส่งไปให้กับเครื่องผู้ใช้บริการโทรศัพท์มือถือซึ่งทำหน้าที่จัดเก็บและแสดงผลข้อมูลตำแหน่งพิกัดผ่านทางเครือข่ายไร้สายบริการเอสเอ็มเอสโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมการทำงานของชุดวงจรจีพีอาร์เอส

จากผลการทดสอบการใช้งาน จะพบว่า เครื่องที่พัฒนาขึ้นสามารถจัดส่งข้อความขอความช่วยเหลือและข้อมูลพิกัดตำแหน่งไปยัง โทรศัพท์มือถือได้อย่างถูกต้องภายในเวลา 30 วินาที นอกจากนี้ เครื่องที่พัฒนาขึ้นมานี้ยังใช้งานสะดวก พกพาได้ง่าย และสามารถส่งเสียงเตือนเพื่อให้บุคคลรอบข้างได้ยินเพื่อเข้ามาช่วยเหลือผู้ป่วยในเบื้องต้นได้ก่อน

<b>Projects title</b>	Aid Transmitters
<b>Name</b>	Mr.Khomkrich Tingmai ID. 53362471 Mr.Sathapron Rodpri ID. 53363119
<b>Project advisor</b>	Assistant Professor Suchart Yammen, Ph.D.
<b>Major</b>	Electrical Engineering
<b>Department</b>	Electrical and Computer Engineering
<b>Academic year</b>	2013

---

### **Abstract**

This project presents the design and development of an aid transmitter for position data via a wireless network, a GSM system by sending the data to a mobile phone to call for help from rescuers. The developed machine can also specify coordinates and data of their patients, where the coordinates are specified by using the GPS receiver, and the specified coordinate data are transmitted through the GSM wireless network.

The developed machine consists of a series of GPRS circuits, which receive signals from GPS satellites to calculate the coordinates. The received data are also transferred to the user's mobile phone, which stores and displays the coordinates via the wireless network of SMS services by using a microcontroller to control the operation of the GPRS circuit.

From the testing results on applications, it is found that the developed machine can correctly transmit an aid message and coordinates to the mobile phone within 30 seconds. Moreover, the developed machine is easily used, is conveniently carried, and can make an alarm for hearing people around to help a patient at first.

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ เข้มเม่น อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ที่ได้ให้คำปรึกษา ที่แนะ ตรวจสอบแก้ไขในการเขียนปริญญานิพนธ์ คณะผู้ดำเนินโครงการขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง และขอขอบพระคุณ ดร.มุกิตา สงฆ์จันทร์ ซึ่งเป็นคณะกรรมการในการสอบ โครงการที่ให้คำแนะนำชี้แนะแนวทาง และข้อคิดเห็นต่างๆที่เป็นประโยชน์ในโครงการนี้ ทำให้โครงการออกมาสมบูรณ์แบบยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภวรรณ พลพิทักษ์ชัย ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาโครงการวิศวกรรมไฟฟ้า ที่ให้คำแนะนำ คำปรึกษาในการพิมพ์รูปเล่มปริญญานิพนธ์ รวมถึงแก้ไขปรับปรุงให้รูปเล่มปริญญานิพนธ์ให้ถูกต้องตามหลักการพิมพ์และการเย็บเล่มปริญญานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ คุณวรัช พาทา ที่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการต่อวงจรและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA328P และเหนือสิ่งอื่นใด คณะผู้ดำเนินโครงการขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ และครอบครัวอันเป็นที่รักยิ่ง ทำเป็นกำลังหลักในการสนับสนุนการศึกษาของข้าพเจ้า และคอยเป็นแสงส่องทางในยามที่ข้าพเจ้าเดินหลงทาง และขอบคุณเพื่อนที่คอยช่วยเหลือข้าพเจ้าและคนอื่นๆที่ข้าพเจ้าไม่ได้กล่าวถึงไว้ ณ ที่นี้

นายคมกริช     ตั้งหมาย  
นายสถาพร     รอดไพโร

# สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองปริญญาบัตร.....	ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ค
กิตติกรรมประกาศ.....	ง
สารบัญ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป.....	ฉ

บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ.....	2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินโครงการ.....	2
1.5 ระยะเวลาการดำเนินโครงการ.....	3
1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
1.7 รายละเอียดงบประมาณโครงการ.....	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการทำงาน.....	5
2.1 ระบบที่ระบุพิกัดตำแหน่งทุกแห่งบนโลก (GPS: Global Positioning System).....	5
2.1.1 ส่วนประกอบของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS.....	6
2.1.2 หลักการทำงานของ GPS.....	7
2.1.3 หน้าที่สำคัญของดาวเทียม GPS.....	9
2.1.4 การบอกพิกัดตำแหน่งด้วยตัวรับ GPS.....	9
2.1.5 ความแม่นยำของ GPS.....	10
2.1.6 ประโยชน์ของ GPS.....	10
2.1.7 GPS Module.....	10
2.2 ส่วนให้พลังงาน (Power Supply).....	11
2.3 หลักการรับส่ง SMS ของโทรศัพท์มือถือ.....	12

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3.1 SMS.....	12
2.3.2 โหมดของการรับส่งข้อความ SMS.....	13
2.3.3 ชุดวงจร GPRS Module.....	14
2.3.4 คุณสมบัติของบอร์ด ET-BASE GSM SIM900.....	15
2.3.5 คุณสมบัติเบื้องต้นของโมดูล SIM900.....	15
2.3.6 การสั่ง เปิด-ปิด การทำงานของโมดูล SIM900.....	16
2.3.7 ควบคุมการเปิดปิดทางขา PWRKEY.....	16
2.3.8 การติดต่อสื่อสารกับ โมดูล SIM900.....	17
2.3.9 การส่งข้อความภาษาอังกฤษ.....	17
2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR.....	19
2.4.1 คุณสมบัติ.....	19
2.5 วงจร ไซเรนพยางบาล.....	20
2.5.1 คุณสมบัติ.....	20
2.5.2 การทำงานของวงจร.....	20
2.6 ไอซีรักษาระดับแรงดันและวงจรชาร์จ.....	21
2.6.1 ไอซีรักษาระดับแรงดัน.....	21
2.6.2 วงจรชาร์จ.....	22
บทที่ 3 วิธีการดำเนินโครงการ.....	23
3.1 ศึกษาข้อมูลและหลักการทางทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	23
3.2 การออกแบบทางด้านฮาร์ดแวร์.....	23
3.2.1 ส่วนประกอบของวงจรเครื่องส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือ.....	24
3.3 การออกแบบทางด้านซอฟต์แวร์.....	32
3.3.1 การใช้โปรแกรมอาร์ดูอิโนไออีเพื่อการดาวน์โหลด Hex File ให้ไมโครคอนโทรลเลอร์.....	33

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 การทดสอบเครื่องส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือ.....	37
4.1 ผลการออกแบบทางด้านฮาร์ดแวร์ .....	37
4.2 ผลการออกแบบทางด้านซอฟต์แวร์.....	37
4.3 ผลการทดสอบการทำงานของเครื่องส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือ.....	39
4.3.1 การทดสอบความแม่นยำของพิกัดตำแหน่งที่ส่งข้อมูล .....	39
4.3.2 การทดสอบความดังของสัญญาณเสียง .....	48
4.4 วิเคราะห์ผลการทดลอง .....	48
บทที่ 5 สรุปผล.....	50
5.1 สรุปผลการดำเนินโครงการ .....	50
5.2 ปัญหา และแนวทางแก้ไข .....	51
5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนา .....	51
เอกสารอ้างอิง.....	52
ภาคผนวก ก คู่มือการใช้งาน .....	53
ภาคผนวก ข ซอร์สโค้ดของไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA328P.....	62
ภาคผนวก ค รายละเอียดของ SIM900 Hardware Design .....	73
ภาคผนวก ง รายละเอียดของไอซี หมายเลข LM317T .....	113
ภาคผนวก จ รายละเอียดของ ATmega328.....	120
ภาคผนวก ฉ รายละเอียดของ GPS Module .....	140
ประวัติผู้ดำเนินโครงการ.....	160



## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แสดงขั้นตอนและระยะเวลาการดำเนินงาน .....	3
2.1 ตัวอย่างการเข้ารหัส PDU ของคำว่า ALERT .....	14
2.2 ส่วนแสดงสถานะ LED .....	16
2.3 การเชื่อมต่อสัญญาณแบบ 3 เส้น .....	17
3.1 หน้าตามขบวนวงจรใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ .....	26
4.1 การทดสอบบริเวณพื้นที่โล่งแจ้ง .....	43
4.2 การทดสอบบริเวณพื้นที่ภายในอาคาร .....	45
4.3 การทดสอบบริเวณพื้นที่ปกคลุมไปด้วยต้นไม้ .....	47



# สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงส่วนประกอบของระบบดาวเทียม GPS .....	6
2.2 หลักการทำงาน .....	8
2.3 ลักษณะชุดวงจร GPS โมดูล U-block รุ่น VKK16U6.....	11
2.4 ลักษณะแบตเตอรี่ .....	11
2.5 โครงสร้างระบบ SMS.....	12
2.6 ลักษณะ โมดูล GPRS SIM900.....	14
2.7 กำหนดรูปแบบของข้อความเป็น Text Mode .....	18
2.8 การส่งข้อความ .....	18
2.9 โครงสร้างของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ATmega328.....	20
2.10 วงจรโซลาร์เซลล์.....	21
2.11 ไลดอะแกมของไอซีรักษาระดับแรงดัน (IC voltage regulator) .....	21
3.1 แผนภาพแสดงการทำงานทั้งหมดของเครื่องส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือ .....	24
3.2 แสดงส่วนประกอบเครื่องส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือ.....	24
3.3 แสดงส่วนประกอบของวงจรใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ .....	25
3.4 แสดงวงจรใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ .....	26
3.5 แสดงวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงและวงจรชาร์จ .....	27
3.6 แสดงการออกแบบวงจรใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์.....	28
3.7 การประกอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์พร้อมแหล่งจ่ายไฟฟ้า กระแสตรงและวงจรชาร์จ .....	28
3.8 วงจร โมดูล SIM900 .....	29
3.9 โมดูล SIM900 แบบสำเร็จรูป .....	29
3.10 โมดูล GPS U-blok รุ่น VKK16U6 แบบสำเร็จรูป .....	30
3.11 วงจรเสียบโซลาร์เซลล์ .....	31
3.12 แสดงวงจรเสียบโซลาร์เซลล์แบบสำเร็จรูป.....	31
3.13 แผนผังการควบคุมระบบเครื่องส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือ .....	32
3.14 หน้าต่างโปรแกรมอาร์ดูอิโน .....	34
3.15 เลือกเบอร์อาร์ดูอิโน .....	34

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.16 เลือกพอร์ตติดต่อสื่อสาร .....	35
3.17 โปรแกรมที่เขียนแล้วบันทึกไว้ .....	35
3.18 คอมไพเลอร์โค้ด .....	36
3.19 คอมไพเลอร์โค้ดวิธีการโหลดโปรแกรมไปยัง ATmega328 .....	36
3.20 การโหลดเสร็จสมบูรณ์ .....	36
4.1 วงจรภายในส่วนควบคุม และประมวลผล .....	37
4.2 แสดงการประกอบเครื่องส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือเสร็จสมบูรณ์ .....	38
4.3 ตัวอย่างข้อความที่แสดงค่าการทำงานของอุปกรณ์ผ่าน Hyper Terminal .....	38
4.4 ตัวอย่างข้อความที่หมายเลขปลายทางได้รับ .....	39
4.5 รูปแสดงค่าพิกัดตำแหน่งจากโทรศัพท์มือถือรุ่น SONY XPERIA Z .....	40
4.6 รูปแสดงค่าพิกัดตำแหน่งจากเครื่องส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือที่แสดงบน Hyper Terminal .....	40
4.7 รูปแสดงการทดสอบบริเวณพื้นที่โล่งแจ้ง .....	42
4.8 รูปแสดงพิกัดตำแหน่งการทดสอบบริเวณพื้นที่โล่งแจ้ง .....	42
4.9 รูปแสดงการทดสอบบริเวณภายในอาคาร .....	44
4.10 รูปแสดงพิกัดตำแหน่งการทดสอบบริเวณภายในอาคาร .....	44
4.11 รูปแสดงการทดสอบบริเวณพื้นที่ปกคลุมด้วยต้นไม้ .....	46
4.12 รูปแสดงพิกัดตำแหน่งการทดสอบบริเวณพื้นที่ปกคลุมด้วยต้นไม้ .....	46

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ

ปัจจุบันการเจ็บป่วยฉุกเฉินสามารถเกิดขึ้นได้กับบุคคลทั่วไป ทั้งอาการป่วยจากโรคที่เป็นอยู่หรือจากการได้รับบาดเจ็บอย่างกะทันหัน หากไม่ได้รับการรักษาทันทีจะมีโอกาสเกิดอาการที่รุนแรงมากขึ้น เช่น เป็นอัมพาต ตาบอด หูหนวกทันที และอาจเกิดอันตรายจากภาวะหัวใจหยุดเต้นได้หรืออาจถึงขั้นเสียชีวิตหากไม่ได้รับการช่วยเหลือและรักษาโดยเร็ว แต่กรณีที่ผู้บาดเจ็บประสบเหตุขณะที่อยู่ตามลำพังไม่มีผู้พบเห็นเพื่อให้การช่วยเหลือ อาจทำให้ช่วยเหลือไม่ทันเวลา และการค้นหาผู้บาดเจ็บอาจเป็นไปได้ช้าเนื่องจากไม่ทราบตำแหน่งที่แน่ชัดของผู้ประสบเหตุ ดังนั้นโครงการนี้ผู้จัดทำจึงได้พัฒนาเครื่องขอความช่วยเหลือ โดยหวังว่าจะอำนวยความสะดวกในการค้นหา การช่วยเหลือและการกู้ภัยได้ โดยออกแบบเครื่องให้สามารถส่งข้อความขอความช่วยเหลือพร้อมพิกัดตำแหน่งของผู้ใช้งานอุปกรณ์ไปยังหน่วยบริการการแพทย์ฉุกเฉินของโรงพยาบาลและญาติของผู้ประสบเหตุ เพื่อแจ้งให้ทราบว่าผู้ประสบเหตุฉุกเฉินและต้องการความช่วยเหลือ ซึ่งปัจจุบันระบบ GPS (Global Positioning System) ที่อาศัยระบบดาวเทียมในการบอกพิกัดตำแหน่ง และการให้บริการระบบ SMS (Short Message Service) ที่เป็นการส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายไร้สายได้มีการนำมาใช้กันหลากหลายมากขึ้น เนื่องจากทำให้การติดต่อสื่อสารมีความสะดวกและรวดเร็ว ดังนั้นผู้จัดทำจึงได้ศึกษาเกี่ยวกับระบบต่างๆ ที่ได้กล่าวมาข้างต้น เพื่อนำมาประยุกต์ใช้งานร่วมกันให้เกิดประโยชน์ได้อย่างสูงสุด โดยพัฒนาเครื่องบอกพิกัดด้วยระบบ GPS ผ่านเครือข่ายไร้สายระบบ GSM และใช้แบตเตอรี่ขนาดเล็กเป็นแหล่งจ่ายพลังงานให้กับอุปกรณ์ทุกตัวบนบอร์ดของเครื่องส่งตลอดเวลา แล้วนำมาประกอบกันเป็นอุปกรณ์ขอความช่วยเหลือซึ่งน่าจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่ตกอยู่ในภาวะอันตรายหรือต้องการความช่วยเหลือในขณะที่อยู่ตามลำพัง โดยไม่สามารถช่วยเหลือตัวเองได้หรือไม่มีผู้ให้การช่วยเหลือ หากมีอุปกรณ์ที่สามารถร้องขอความช่วยเหลือในภาวะฉุกเฉินได้ จะทำให้ผู้ประสบเหตุได้รับการช่วยเหลือ การปฐมพยาบาลเบื้องต้น และนำส่งโรงพยาบาลได้รวดเร็วยิ่งขึ้น

### 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ส่งข้อมูลขอความช่วยเหลือ

### 1.3 ขอบเขตของโครงการ

1. อุปกรณ์เป็นสวิตช์กด เมื่อกดสวิตช์จะมีการแจ้งเตือนเป็นสัญญาณเสียงไซเรนและทำการส่งข้อมูลเข้าโทรศัพท์มือถือ
2. การส่งข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายไร้สาย จะอยู่ในรูปแบบข้อความสั้นและรหัสพิกัดตำแหน่ง

### 1.4 ขั้นตอนการดำเนินโครงการ

เพื่อให้การดำเนินงานออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ส่งข้อมูลขอความช่วยเหลือสำเร็จตามระยะเวลาโครงการที่วางแผนไว้ คณะผู้จัดทำมีแนวทางและลำดับขั้นตอนการทำงานดังนี้

เริ่มต้นด้วยการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการดำเนินโครงการ อาทิเช่น ศึกษาความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการใช้งานตัวควบคุม (ไมโครคอนโทรลเลอร์) ศึกษาการทำงานของโมดูล GPS ศึกษาการทำงานของโมดูล GPRS วงจรไซเรนพยางบาล ไอซีรีกิสระดับแรงดันและวงจรชาร์จ รวมทั้งศึกษาหลักทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับ GPS และ GPRS

ต่อมาได้ออกแบบและพัฒนาหลายพิมพ์วงจรสำหรับใส่ไมโครคอนโทรลเลอร์กับอุปกรณ์ส่งเสียงไซเรน พร้อมทั้งออกแบบซ็อกเก็ตใส่แบตเตอรี่ขนาด 7.4 โวลต์ รวมทั้งได้ออกแบบวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงและวงจรชาร์จ

จากนั้นได้ออกแบบโปรแกรมเพื่อให้อุปกรณ์เริ่มทำงาน โดยตรวจสอบจากการกดสวิตช์ถ้ามีการกดสวิตช์อุปกรณ์ก็จะเริ่มทำงานรับค่าพิกัดตำแหน่งจากชุดวงจร GPS และทำการส่งข้อมูลในรูปแบบข้อความสั้น (SMS) ผ่านทางเครือข่ายไร้สายจากชุดวงจร GPRS ซึ่งทางผู้จัดทำได้ใช้โปรแกรมของอาร์ดูโนในการเขียนโปรแกรม

ต่อมาทดสอบการทำงานของเครื่องส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือ ทั้งความแม่นยำของพิกัดตำแหน่งที่ส่งข้อมูลและความดังของสัญญาณเสียง โดยแบ่งพื้นที่การทดสอบออกเป็น 3 ส่วน คือ พื้นที่โล่งแจ้ง พื้นที่ภายในอาคารและพื้นที่ที่ปกคลุมไปด้วยต้นไม้ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงแก้ไข วิเคราะห์สรุปผลและจัดทำรูปเล่มรายงาน

## 1.5 ระยะเวลาการดำเนินโครงการ

ตารางที่ 1.1 แสดงขั้นตอนและระยะเวลาการดำเนินงาน

ขั้นตอน	เดือน								
	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1. ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง	←			→					
2. ศึกษาหลักการทางทฤษฎี	←			→					
3. ศึกษาระบบควบคุม			←		→				
4. ศึกษาโมดูล GPS			←				→		
5. ศึกษาโมดูล GPRS			←				→		
6. ศึกษาวงจรไซเรน			←				→		
7. ศึกษาไอซีปรับแรงดัน			←				→		
8. ศึกษาการวงจรชาร์จ			←				→		
9. ออกแบบฮาร์ดแวร์				←	→				
10. ออกแบบซอฟต์แวร์					←	→			
11. ทดสอบการทำงาน						←	→		
12. ปรับปรุงและแก้ไข						←	→		
13. วิเคราะห์ผลการทดลอง						←	→		
14. สรุปผล						←	→		
15. จัดทำรูปเล่มรายงาน						←			→

## 1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ผู้ประสบเหตุได้รับการช่วยเหลือและนำส่งโรงพยาบาล
2. เพิ่มความอำนวยความสะดวกในการช่วยเหลือและกู้ภัย

### 1.7 รายละเอียดงบประมาณโครงการ

1. แผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA328P	500 บาท
2. แผงวงจรโมดูล GPS	650 บาท
3. แผงวงจรโมดูล GPRS	1,600 บาท
4. แผงวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง	200 บาท
5. อุปกรณ์ต่อพ่วงและกล่องใส่ชิ้นงาน	300 บาท
6. ค่าถ่ายเอกสารและค่าเช่าเล่มปริญญาบัตร	1,000 บาท
รวมเป็นเงินทั้งสิ้น (สี่พันสองร้อยห้าสิบบาทถ้วน)	<u>4,250 บาท</u>



## บทที่ 2

### ทฤษฎีและหลักการทำงาน

ในการสร้างเครื่องส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือจำเป็นต้องศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการทำงานของเทคโนโลยีสื่อสารไร้สายเพื่อนำมาประยุกต์ใช้งานให้เหมาะสม ซึ่งจะกล่าวรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### 2.1 ระบบที่ระบุพิกัดตำแหน่งทุกแห่งบนโลก (GPS: Global Positioning System)

การหาตำแหน่งบนพื้นโลกมีความสำคัญหลายอย่าง เช่น การนำทางหรือการสื่อสารเคลื่อนที่ รวมทั้งการใช้งานเกี่ยวกับทางด้านภูมิศาสตร์ เป็นต้น ซึ่งในอดีตนั้น การหาตำแหน่งบนพื้นโลกจะใช้การสังเกตทางดาราศาสตร์เป็นหลัก โดยมีการกำหนดกริด (Grid Locator System) เพื่อใช้ในการอ้างอิงตำแหน่งที่ตั้ง

ในกรณีที่ต้องการทราบตำแหน่งของวัตถุเคลื่อนที่นั้นใช้การคำนวณทิศทางและความเร็วของการเคลื่อนที่เทียบกับจุดอ้างอิงจุดหนึ่ง แต่วิธีการดังกล่าวมีความคลาดเคลื่อน จึงมีการพัฒนาต่อมาและทำให้ดาวเทียมเริ่มเข้ามามีบทบาท

ในปี ค.ศ. 1967 เมื่อรัฐบาลอนุญาตให้เอกชนใช้ประโยชน์จากระบบทรานสิต (Transit) ได้ (เดิมใช้ในทางทหาร) ทำให้พัฒนาการของงานรังวัดดาวเทียมอย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว ระบบดาวเทียมเพื่องานรังวัดที่รู้จักกันแพร่หลายมี 2 ระบบ คือ ระบบทรานสิต และ ระบบ GPS (Global Positioning System)

ระบบทรานสิตได้รับการพัฒนาโดยห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ประยุกต์แห่งมหาวิทยาลัยจอห์นฮอปกินส์ ตั้งแต่ตอนเริ่มต้นยุคอวกาศและยังคงใช้งานได้เรื่อยมาจนถึงประมาณปี ค.ศ. 1995 ดาวเทียมระบบทรานสิต จึงได้ถูกยกเลิกไป

ระบบ GPS ย่อมาจาก Global Positioning System คือ ระบบที่ระบุทุกตำแหน่งบนพื้นโลก จากกลุ่มดาวเทียม 24 ดวง ที่โคจรอยู่รอบโลก ซึ่งถ้าเรามีอุปกรณ์รับสัญญาณจะสามารถแสดงตำแหน่งนั้นๆ ได้อย่างแม่นยำ ซึ่งระบบ GPS พัฒนาขึ้นโดยอาศัยความรู้และประสบการณ์จากระบบทรานสิต ในปี ค.ศ. 1978 ได้มีการส่งดาวเทียมขึ้นในวงโคจร เพื่อทดสอบความเป็นไปได้หาข้อบกพร่อง และนำไปพัฒนาอุปกรณ์ต่างๆ ให้ความสมบูรณ์ขึ้น จนทำให้ GPS เป็นประโยชน์ในการหาตำแหน่งทั้งบนและเหนือพื้นผิวโลก

ประวัติและการพัฒนาของดาวเทียม GPS ในการพัฒนาเครื่องส่งวิทยุ ทำให้เครื่องช่วยการเดินทางได้พัฒนาไปอีก เรียกว่า Radio Beacon รวมทั้ง Loran และ Omega ในที่สุดเทคโนโลยีดาวเทียมทำให้เครื่องช่วยเดินทางและการหาตำแหน่งจะพิจารณาจากเส้นสัญญาณเดินทางผ่านด้วย



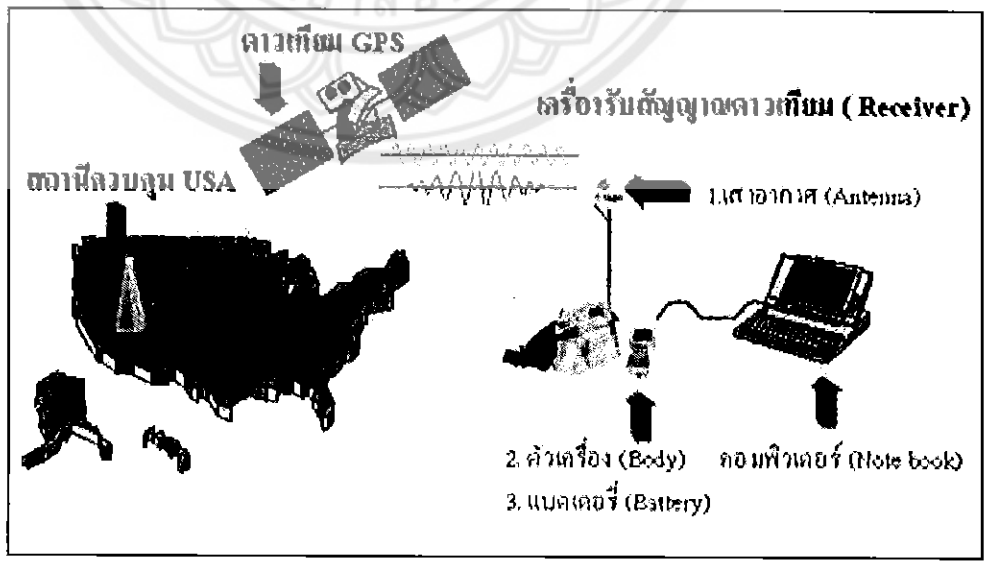
การวัดของ Doppler ที่เคลื่อนที่ไป ระบบทรานสิตเป็นระบบช่วยในการเดินเรือได้รับการคิดค้นสำเร็จในปี ค.ศ. 1950 และใช้งานอยู่ 33 ปี จึงได้ปลดประจำการไป

ระบบทรานสิต ประกอบด้วยดาวเทียม 6 ดวง ที่เกือบเป็นวงกลม การโคจรผ่านขั้วโลกที่ ความสูง 1075 กิโลเมตร ระยะเวลาของการหมุน 107 นาที การโคจรของดาวเทียมทรานสิต จะแน่นอนกว่าโดยการติดตามจากสถานีพื้น โลกที่กำหนดไว้ ด้วยสภาพที่นำพอใจความเร็วที่แน่นอนเป็น 35 ถึง 100 เมตร รอบต่อนาที ปัญหาของทรานสิต คือ ครอบคลุมพื้นที่มีช่องว่างระหว่างกันมาก ผู้ใช้ต้องคำนวณ โดยการ interpolate ตำแหน่งของตนเองระหว่างที่ดาวเทียมโคจรผ่านไป

หลังจากที่ทรานสิตประสบผลสำเร็จ ทางกองทัพสหรัฐ พิจารณาระบบช่วยในการเดินทาง ให้ก้าวหน้าและมีประสิทธิภาพมากขึ้น ทางกระทรวงกลาโหมสหรัฐ ได้ผลิตระบบการหาตำแหน่ง Navstar ทั่วโลก (The Navstar Global Positioning System - GPS) ซึ่งเอาไว้ในการระบุตำแหน่ง การนำวิถีของจรวดทั้งทางบกและทางอากาศ และยังสามารถบอกได้ว่า กองกำลังทหารอยู่ ณ ที่ใดของสนามรบ และนั่นก็เป็นจุดเริ่มต้นของการผลิตคิดค้น ระบบวิธีการระบุตำแหน่งบนพื้น โลก ซึ่งระบบ GPS จะขัดแย้งกับทรานสิต คือ ระบบ GPS ให้สัญญาณครอบคลุมพื้นที่ต่อเนื่องและให้ความถูกต้องและแม่นยำกว่าระบบเดิม ซึ่ง ได้ผลิตให้ดาวเทียมมีความทันสมัยและเหมาะสมในการนำไปใช้งานต่างๆจนถึงปัจจุบัน

2.1.1 ส่วนประกอบของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS

โดยทั่วไปเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม (Receiver) ประกอบด้วย 3 ส่วน ดังรูปที่ 2.1 คือ



รูปที่ 2.1 แสดงส่วนประกอบของระบบดาวเทียม GPS

### 1. ส่วนอวกาศ ประกอบด้วยเครือข่ายมีดาวเทียม 3 ค่าย คือ อเมริกา รัสเซีย ยุโรป

อเมริกา ชื่อ NAVSTAR (Navigation Satellite Timing and Ranging) มีดาวเทียม 28 ดวง ใช้งานจริง 24 ดวง อีก 4 ดวงเป็นตัวสำรอง บริหารงานโดย Department of Defense มีรัศมีวงโคจร จากพื้นโลก 20,162.81 กิโลเมตร (12,600 ไมล์) ดาวเทียมแต่ละดวงใช้เวลาในการโคจรรอบโลก 12 ชั่วโมง

รัสเซีย ชื่อ GLONASS (Global Navigation Satellite) บริหารโดย Russia VKS (Russia Military Space Force) ในขณะนี้ภาคประชาชนทั่วโลกสามารถใช้ข้อมูลจากดาวเทียมของทางอเมริกา (NAVSTAR) ได้ฟรี เนื่องจากนโยบายสิทธิการเข้าถึงข้อมูลและข่าวสารสำหรับประชาชนของรัฐบาลสหรัฐ จึงเปิดให้ประชาชนทั่วไปสามารถใช้ข้อมูลดังกล่าวในระดับความแม่นยำที่ไม่เป็นภัยต่อความมั่นคงของรัฐ กล่าวคือมีความแม่นยำในระดับบวก / ลบ 10 เมตร

ยุโรป ชื่อ Galileo มี 27 ดวง บริหารงานโดย ESA (European Satellite Agency) จะพร้อมใช้งานในปี 2008

### 2. ส่วนควบคุม ประกอบด้วยสถานีภาคพื้นดิน

สถานีใหญ่อยู่ที่ Falcon Air Force Base ประเทศสหรัฐอเมริกา และศูนย์ควบคุมย่อยอีก 5 จุด กระจายไปยังภูมิภาคต่างๆทั่วโลก

### 3. ส่วนผู้ใช้งาน

ผู้ใช้งานต้องมีเครื่องรับสัญญาณที่สามารถรับคลื่นและแปรรหัสจากดาวเทียมเพื่อนำมาประมวลผลให้เหมาะสมกับการใช้งานในรูปแบบต่างๆ [3]

#### 2.1.2 หลักการทำงานของ GPS

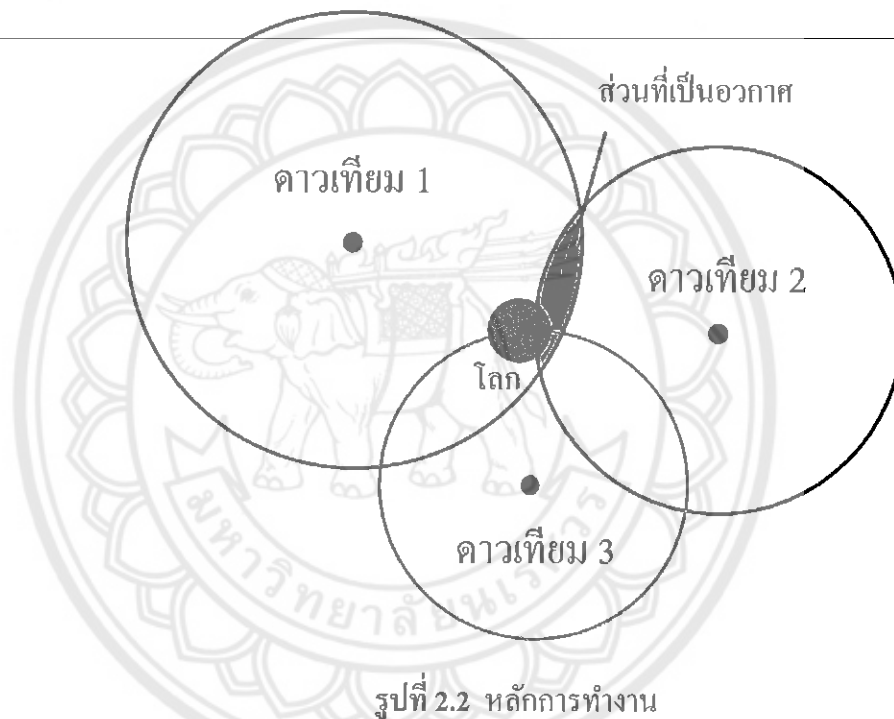
หลักการของเครื่อง GPS คือการคำนวณระยะทางระหว่างดาวเทียมกับเครื่อง GPS ซึ่งจะต้องใช้ระยะทางจากดาวเทียมอย่างต่ำ 3 ดวง เพื่อให้ได้ตำแหน่งที่แน่นอน ซึ่งเมื่อเครื่อง GPS สามารถรับสัญญาณจากดาวเทียมได้ 3 ดวงขึ้นไปแล้ว จะมีคำนวณระยะทางระหว่างดาวเทียมถึงเครื่อง GPS โดยจากสูตรคำนวณทางฟิสิกส์ คือ ความเร็ว x เวลา = ระยะทาง

โดยดาวเทียมทั้ง 3 ดวงจะส่งสัญญาณที่เหมือนกันมายังเครื่อง GPS โดยความเร็วแสง (186,000 ไมล์ต่อวินาที) แต่ระยะเวลาในการรับสัญญาณได้จากดาวเทียมแต่ละดวงนั้นจะไม่เท่ากัน เนื่องจากระยะทางไม่เท่ากัน เช่น

ดาวเทียม 1: ระยะเวลาในการส่งสัญญาณจากดาวเทียมดวงแรกถึงเครื่อง GPS คือ 0.10 วินาที ระยะทางระหว่างดาวเทียมกับ GPS คือ 18,600 ไมล์ (186,000 ไมล์ต่อวินาที x 0.10 วินาที เท่ากับ 18,600 ไมล์) ฉะนั้นตำแหน่งปัจจุบันก็จะสามารถเป็นจุดใดก็ได้ในวงกลมที่มีรัศมี 18,600 ไมล์ ซึ่งจะเห็นว่าดาวเทียมเพียงดวงเดียวยังไม่สามารถบอกตำแหน่งที่แน่นอนได้

ดาวเทียม 2: ระยะเวลาในการส่งสัญญาณจากดาวเทียมดวงแรกถึงเครื่อง GPS คือ 0.08 วินาที ระยะทางระหว่างดาวเทียมกับ GPS คือ 13,200 ไมล์ (186,000 ไมล์ต่อวินาที  $\times$  0.08 วินาที เท่ากับ 13,200 ไมล์) ฉะนั้นตำแหน่งปัจจุบันก็จะสามารถเป็นจุดใดก็ได้ในจุดตัดกันระหว่างวงกลม จากดาวเทียมดวงแรกกับดาวเทียมดวงที่ 2

ดาวเทียม 3: ระยะเวลาในการส่งสัญญาณจากดาวเทียมดวงแรกถึงเครื่อง GPS คือ 0.06 วินาที ระยะทางระหว่างดาวเทียมกับ GPS คือ 11,160 ไมล์ (186,000 ไมล์ต่อวินาที  $\times$  0.06 วินาที เท่ากับ 11,160 ไมล์) ฉะนั้นตำแหน่งปัจจุบันก็จะสามารถเป็นจุดใดก็ได้ในจุดตัดกันระหว่างวงกลม จากดาวเทียมทั้ง 3 ดวง แสดงดังรูปที่ 2.2



จากรูปจะเห็นได้ว่าจะเหลือตำแหน่งอยู่ 2 จุดที่บริเวณวงกลมทั้ง 3 ตัดกันคือตำแหน่งที่อยู่ในอวกาศ ซึ่งแน่นอนว่าเราไม่สามารถไปอยู่ในอวกาศได้ ตำแหน่งนี้จะถูกตัดทิ้งอัตโนมัติโดยเครื่อง GPS อีกตำแหน่งคือตำแหน่งบนพื้นโลกซึ่งเป็นตำแหน่งที่เราขึ้นถือเครื่อง GPS อยู่ ซึ่งความถูกต้องแม่นยำของตำแหน่งก็ขึ้นกับจำนวนดาวเทียมที่สามารถรับสัญญาณได้ในขณะนั้น หากมีมากกว่า 3 ดวงก็จะละเอียดมากขึ้น และก็ขึ้นกับเครื่อง GPS ด้วย หากเป็นเครื่องที่มีราคาแพง (ซึ่งมักใช้เฉพาะงาน) ก็จะมี ความถูกต้องแม่นยำมากขึ้น ข้อมูลตำแหน่งที่ได้มานั้น ยังสามารถใช้ร่วมกับโปรแกรมในเครื่อง GPS เพื่อบอกจุดบนแผนที่ และแสดงตำแหน่งของเราว่าอยู่จุดใดของแผนที่ได้อีกด้วย ทั้งนี้ก็ขึ้นกับข้อมูลแผนที่ที่ติดมากับเครื่องด้วยว่ามีความแม่นยำเพียงใด โดยแผนที่พื้นฐานจะไม่ได้ติดตั้งมากับเครื่อง GPS ทุกรุ่น ซึ่งอาจจะต้องซื้อแยกจากตัวเครื่อง

### 2.1.3 หน้าที่สำคัญของดาวเทียม GPS

1. รับข้อมูล วงโคจรที่ถูกต้องของดาวเทียม (Ephemeris Data) ที่ส่งมาจาก สถานีควบคุมดาวเทียมหลัก (Master Control Station) เพื่อส่งกระจายสัญญาณข้อมูลนี้ ลงไปยังพื้นโลก สำหรับตัวรับ GPS ใช้ในการคำนวณ ระยะห่าง (Range) ระหว่างดาวเทียมดวงนั้นกับตัวรับ GPS และตำแหน่งของดาวเทียมบนท้องฟ้า เพื่อใช้คำนวณหาตำแหน่งพิกัดของตัวรับ GPS
2. ส่งรหัส (Code) และข้อมูล Carrier Phase ไปกับคลื่นวิทยุ ลงไปยังพื้นโลก สำหรับตัวรับ GPS ใช้ในการคำนวณระยะห่าง (Range) ระหว่างดาวเทียมดวงนั้นกับตัวรับ GPS
3. ส่งข้อมูลตำแหน่งโดยประมาณของดาวเทียมทั้งหมด (Almanac Information) และข้อมูลสุขภาพของดาวเทียมลงไปยังพื้นโลก สำหรับตัวรับ GPS ใช้ในการกำหนดดาวเทียมที่จะสามารถรับสัญญาณได้

สถานีควบคุมภาคพื้นดิน MONITORING AND CONTROLLING ระบบ GPS ถูกควบคุมโดย กองทัพอากาศ สหรัฐอเมริกา จากสถานีควบคุมหลัก ในรัฐโคโลราโด ซึ่งจะคอยตรวจสอบดาวเทียมทุกดวงในระบบ ป้อนคำสั่งควบคุมและป้อนข้อมูล รวมทั้งให้ข่าวสารในการนำร่อง สถานีตรวจสอบภาคพื้นดิน ใช้สายอากาศภาคพื้นดินในการควบคุมดาวเทียม GPS และส่งต่อข้อมูลให้แก่สถานี Master Control เพื่อกำหนดตำแหน่งพิกัดที่แน่นอน ของดาวเทียมแต่ละดวง และปรับปรุงความถูกต้องของข้อมูลอยู่ตลอดเวลา ถ้าดาวเทียมดวงใดเกิดความผิดปกติขึ้น สถานีควบคุมภาคพื้นดินก็จะทำการกำหนดสุขภาพดาวเทียมดวงนั้นเป็น "Un-healthy" เพื่อให้ตัวรับ GPS ทราบว่า ไม่ควรใช้ข้อมูลจากดาวเทียมดวงนี้ ซึ่งเครื่องรับก็จะทำการตรวจสอบได้ จากการตรวจสอบสถานะของดาวเทียม และเครื่องก็จะไม่ทำการรับข้อมูล จากดาวเทียมดวงดังกล่าว แล้วใช้ดาวเทียมดวงอื่นที่มีความเหมาะสมในการคำนวณตำแหน่งพิกัดแทน ในบางครั้งดาวเทียมอาจถูกปิดใช้งานเพื่อทำการบำรุงรักษาหรืออาจจะถูกปิดเพื่อเปลี่ยนวงโคจรตามความเหมาะสม

### 2.1.4 การบอกพิกัดตำแหน่งด้วยตัวรับ GPS

ดาวเทียม GPS แต่ละดวงจะส่งกระจายสัญญาณ 2 ชนิดอย่างต่อเนื่องได้แก่ สัญญาณ Standard Positioning Service (SPS) ซึ่งใช้สำหรับบุคคลทั่วไป และ สัญญาณ Precise Positioning Service (PPS) ซึ่งใช้สำหรับทหาร สัญญาณ SPS เป็นสัญญาณแบบ Spread-Spectrum ที่กระจายสัญญาณด้วยความถี่ 1575.42 เมกะเฮิรตซ์ สภาพแวดล้อมหรือสัญญาณรบกวนที่เกิดจากอุปกรณ์ไฟฟ้าบนพื้นโลกมีผลกระทบค่อนข้างน้อยต่อสัญญาณดังกล่าว

สัญญาณ SPS ประกอบด้วยข้อมูลเกี่ยวกับวงโคจร ของดาวเทียม 2 ชนิดคือ ข้อมูล Almanac และข้อมูล Ephemeris ข้อมูล Almanac เป็นข้อมูลที่บอกถึงสภาพของดาวเทียมและตำแหน่งวงโคจรของดาวเทียมทุกดวงในระบบอย่างคร่าวๆ เครื่องรับ GPS จะรับข้อมูล Almanac

จากดาวเทียมดวงใดๆที่สามารถรับสัญญาณได้ แล้วใช้ข้อมูลดังกล่าวเพื่อการเลือกรับดาวเทียมที่สามารถจะใช้ได้ในการคำนวณตำแหน่งพิกัดส่วนข้อมูล Ephemeris ประกอบด้วยข้อมูลที่แม่นยำโดยละเอียดของวงโคจรของดาวเทียมแต่ละดวงที่ทำการรับสัญญาณได้ สัญญาณ SPS จะส่งรหัส (Code) ลงมาด้วย โดยรหัสดังกล่าว จะทำให้ตัวรับ GPS สามารถคำนวณเวลาที่สัญญาณเดินทางจากดาวเทียมมาถึง ตัวรับ GPS ได้ เมื่อเครื่องทราบเวลาที่เดินทางและตำแหน่งดาวเทียม (Ephemeris) ก็จะสามารถคำนวณหาระยะ (Pseudo range) ระหว่างดาวเทียม แต่ละดวงกับตัวรับ GPS ได้

### 2.1.5 ความแม่นยำของ GPS

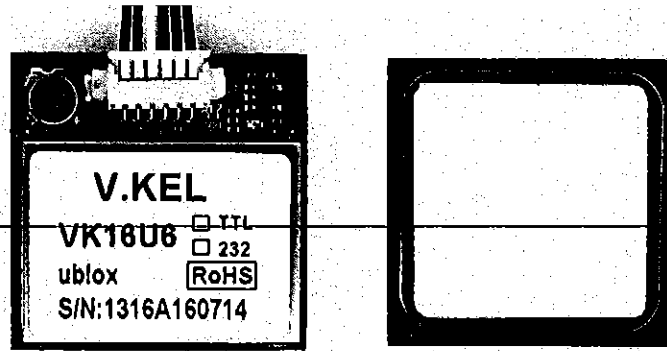
โดยทั่วไปแล้วตัวรับ GPS ที่ทำงานโดยอาศัยสัญญาณ SPS สามารถคำนวณ ค่าตำแหน่งพิกัดที่มีความถูกต้องอยู่ในระยะ 25 เมตร และค่าความถูกต้องของความเร็วอยู่ในระยะ 5 เมตรต่อวินาที (เครื่อง GPS ของ Magellan สามารถคำนวณค่าตำแหน่งพิกัด ที่มีความถูกต้องอยู่ในระยะ 15 เมตร) เนื่องจากค่าความถูกต้องที่ได้นี้จะขึ้นอยู่กับนโยบายของรัฐบาลสหรัฐอเมริกา ที่เรียกว่า Selective Availability (SA) เพื่อรักษาความมั่นคงทางทหาร สัญญาณ SA นี้จะทำให้เกิดค่าความผิดพลาดขึ้นกับข้อมูล Ephemeris ที่ส่งกระจายมาจากดาวเทียม ส่งผลให้ค่าความผิดพลาดของค่าตำแหน่งพิกัดที่ได้มีค่าเพิ่มขึ้นเป็นระยะ 100 เมตร ในการใช้งานทั่วไปแล้วค่าความผิดพลาดในระยะ 100 ก็ดีเพียงพอ

### 2.1.6 ประโยชน์ของ GPS

1. บอกตำแหน่งว่าตอนนี้เราอยู่ที่ไหน
2. บันทึกเส้นทางที่เราไปไหนมาบ้าง เช่น ใช้ในการเดินป่า
3. นำทางไปจุดหมายที่กำหนด เช่น เราจะไปในสถานที่ที่ไม่เคยไปมาก่อน เราก็สามารถสั่งให้อุปกรณ์ GPS นำทางไปยังสถานที่นั้นได้ หรือจะใช้ค้นหาสถานที่สำคัญต่างๆก็ได้เช่นกัน

### 2.1.7 GPS Module

เป็นลักษณะของชุดวงจร GPS ที่มีเฉพาะในตัวโมดูลเท่านั้น ซึ่งมันเป็นส่วนที่ประมวลค่าของข้อมูลต่างๆที่รับมาจากดาวเทียม GPS ซึ่งในการจะนำข้อมูลที่ได้รับการประมวลผลมาใช้นั้น จำเป็นที่จะต้องติดตั้งส่วนประมวลผลเพิ่มเติมเข้าไป ซึ่งอาจจะเป็นคอมพิวเตอร์ที่มีโปรแกรมแผนที่อยู่ ค่าที่ได้จากชุดวงจรก็จะสามารถนำมาแสดงบนแผนที่ได้ ซึ่งลักษณะชุดวงจรที่ใช้ในโครงการนี้คือ ชุดวงจร GPS โมดูล U-block รุ่น VKK16U6 แสดง ได้ดังรูปที่ 2.3

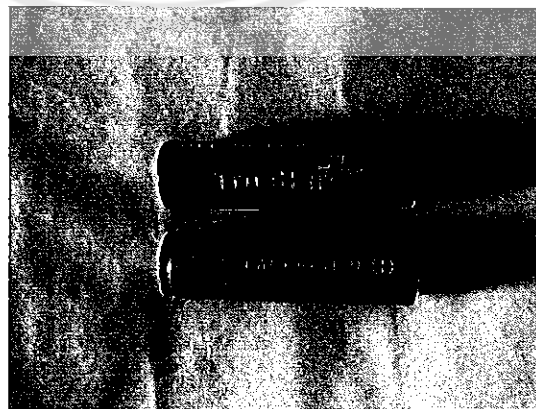


รูปที่ 2.3 ลักษณะชุดวงจร GPS โมดูล U-block รุ่น VKK16U6

การเชื่อมต่อ ฮาร์ดแวร์ ของชุดอุปกรณ์ GPS จะเป็นการเชื่อมต่อแบบอนุกรม โดยใช้ RS-232 เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ทั่วไปเราต้องการสายนำสัญญาณเพียง 2 เส้น คือส่งเส้นที่ส่งข้อมูลออกจาก GPS และ Ground มีเพียงบางกรณีเท่านั้นที่จะใช้สายเส้นที่ 3 ในการรับข้อมูลจากอุปกรณ์อื่นๆเข้าตัว GPS Module ความเร็วในการส่งข้อมูลจะมีการปรับได้ตามมาตรฐาน โดยส่วนใหญ่ที่พบเห็นกันทั่วไปคือแบบ [4800 baud rate,8 bits of data, no parity,และ 1 stop bit] ซึ่งจะทวนสัญญาณทุกๆ 1 วินาที เราสามารถใช้มาตรฐานอื่นๆ ก็ได้หากเราต้องการอัตราการส่งข้อมูลที่สูงหรือต่ำกว่านี้ เช่น แบบ [1200 baud rate,8 bits of data, no parity,และ 1 stop bit]

## 2.2 ส่วนให้พลังงาน (Power Supply)

ใช้แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน ความจุ 900 มิลลิแอมป์ชั่วโมง แรงดันไฟฟ้า 3.7 โวลต์ ค่าคายประจุคงที่ 20C,ระยะเวลาคายกระแสสูงสุด (10 วินาที) 30 องศาเซลเซียส น้ำหนัก 50 กรัม ขนาด 14x50 มิลลิเมตร อัตราค่าสูงสุด(C) = 2C ลักษณะแบตเตอรี่แสดงได้ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 ลักษณะแบตเตอรี่

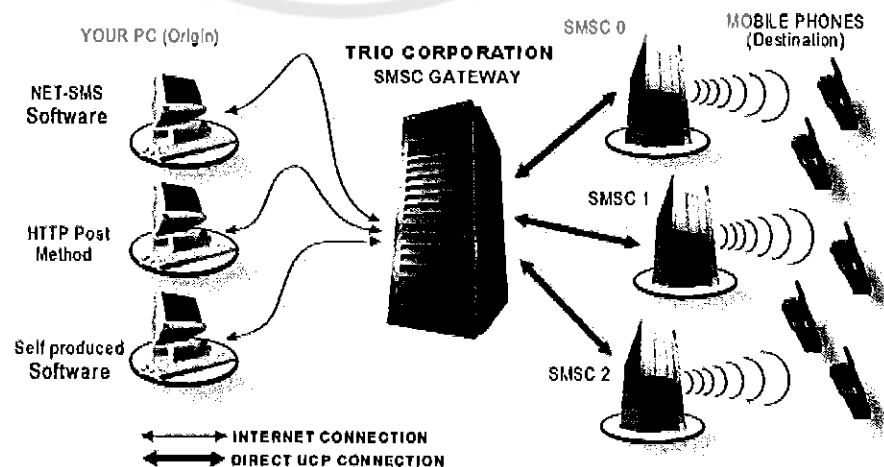
แบตเตอรี่ลิเทียม (Lithium-ion battery) เป็นแบตเตอรี่ ทำจากธาตุลิเทียม (Li น้ำหนักต่อ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร) จึงมีน้ำหนักเบา (50 ถึง 200 วัตต์ชั่วโมงต่อกิโลกรัม) มีพลังไฟฟ้าสูงเมื่อเทียบกับน้ำหนัก ตัวแบตเตอรี่เป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมแบน มีเปลือกเป็นถุงอลูมิเนียมและยังเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ข้อดีคือสามารถเก็บพลังงานไฟฟ้าได้มากกว่าแบบ Nickel Cadmium (NiCd) ถึง 350% และน้ำหนักที่น้อยกว่า 10% - 20% โดยประมาณ และอัตราของแรงดันไฟฟ้าที่ลดลงเองโดยที่เราไม่ได้ใช้งาน (Self Discharge) อยู่ที่ประมาณ 5% ซึ่งแบตเตอรี่แบบ NiMH มีอัตราอยู่ที่ 30% และ NiCd ที่ 20% แต่ข้อเสียของมันคือห้ามใช้จนแรงดันไฟฟ้าต่ำกว่า 3.0 โวลต์ เพราะอาจเสียหายได้ แบตเตอรี่ lipo แต่ละก้อน โดยปกติจะระบุคุณสมบัติไว้อย่างชัดเจน เช่น จำนวน โวลต์, มิลลิแอมป์ ชั่วโมง และ C เอาไว้โดยปกติแล้วจะมีแรงดันไฟฟ้าที่ 3.7 โวลต์ เมื่อชาร์จจนเต็มจะมีแรงดันเท่ากับ 4.23 โวลต์ สามารถใช้งานได้ 500 - 600 ครั้ง

## 2.3 หลักการรับส่ง SMS ของโทรศัพท์มือถือ

ในการส่งข้อมูลพิกัดตำแหน่งจากเครื่องส่งไปยังโทรศัพท์มือถือผู้ให้บริการของโครงการนี้ ได้ใช้การส่งข้อมูลแบบ SMS โดยใช้ชุดวงจร GPRS เป็นเครื่องส่งสัญญาณ ดังนั้นเพื่อความเข้าใจมากขึ้นจึงขอกล่าวรายละเอียดเกี่ยวกับ SMS ดังนี้

### 2.3.1 SMS

SMS ย่อมาจาก Short Message Service เป็นบริการส่งข้อความสั้น จากโทรศัพท์มือถือ ต้นทางผ่านชุมสายไปยังโทรศัพท์มือถือปลายทาง โดยสามารถส่งได้สูงสุด 160 ตัวอักษรต่อครั้ง ตามข้อกำหนดมาตรฐานขององค์การ ETSI (European Telecommunications Standards Institute) โครงสร้างระบบ SMS สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 โครงสร้างระบบ SMS

### 2.3.2 โหมดของการรับส่งข้อความ SMS

แบ่งออกเป็น 2 โหมดคือ Text Mode และ PDU Mode (Protocol Description Unit Mode) การส่งข้อความใน Text Mode นั้นจะเป็นการนำข้อความที่ต้องการส่งมาเข้ารหัสก่อน (โดยตัวเครื่องส่งเอง) แล้วจึงส่งข้อมูลในรูปแบบ PDU Mode อีกครั้งหนึ่งแต่ในบางเครื่องก็ไม่สนับสนุนการส่งแบบ Text Mode ผ่านทาง AT Command แต่หากเป็น PDU Mode จะสามารถส่งได้ เนื่องจากเครื่องจะไม่ต้องทำการแปลงข้อมูลอีกชั้น โดยรูปแบบในการส่งข้อมูลในรูปแบบ SMS ผ่าน AT Command มี 2 รูปแบบ ดังนี้

1. Text Mode เป็นการส่งข้อมูลในรูปแบบของตัวอักษรได้โดยตรง ซึ่งตัวเครื่องส่วนใหญ่ไม่รองรับการส่งข้อมูลรูปแบบนี้ผ่านทาง AT Command จึงไม่สามารถใช้งานได้สมบูรณ์ เนื่องจากการส่งข้อความใน Text Mode นั้นจะเป็นการนำข้อความที่ต้องการส่งมาเข้ารหัสก่อน (โดยตัวเครื่องเอง) แล้วจึงส่งข้อมูลในรูปแบบ PDU Mode อีกครั้งหนึ่ง แต่ในโทรศัพท์บางเครื่องก็ไม่สนับสนุนการส่งข้อความแบบ Text Mode ผ่านทาง AT Command แต่หากส่งข้อความแบบ PDU Mode จะสามารถส่งได้ เนื่องจากโทรศัพท์จะไม่มีแปลงข้อมูลอีกชั้นหนึ่ง

2. PDU Mode คือโหมดการทำงานอีกประเภทหนึ่ง ซึ่งจะทำให้การแปลงรหัสแอสกี (ASCII) ของตัวอักษรแต่ละตัวให้เป็นรหัส PDU ซึ่งรหัส PDU นั้นสามารถนำมาใช้งานได้กับชุดคำสั่ง AT Command ในการส่ง SMS สามารถใช้ได้กับโทรศัพท์มือถือทุกเครื่องที่รับคำสั่ง AT Command ได้ โดยการเข้ารหัส PDU มีขั้นตอนดังนี้

- 2.1 จะต้องทราบรหัสแอสกีแบบเลขฐาน 16 (Hexadecimal) ของแต่ละอักขระ
- 2.2 แปลงจากรหัสแอสกีแบบเลขฐาน 16 เป็นรหัสแอสกีแบบเลขฐาน 2 (Binary)
- 2.3 รหัสแอสกีแบบเลขฐาน 2 มาตัดบิตซ้ายสุดทิ้ง
- 2.4 แปลงเป็นรหัส PDU โดยนำบิตสุดท้ายของแต่ละตัวอักขระตัวที่ 2 มาวางหน้า 7 บิตของตัวอักขระที่ 1 จากนั้นนำ 2 บิตสุดท้ายของอักขระตัวที่ 3 มาวางหน้า 6 บิตที่เหลือของอักขระตัวที่ 2 ซึ่งจะได้รหัส PDU ของอักขระตัวที่ 2 จากนั้นนำ 3 บิตสุดท้ายของอักขระตัวสุดท้ายของอักขระตัวที่ 4 มาวางหน้า 5 บิตที่เหลือของอักขระตัวที่ 3 ซึ่งจะได้รหัส PDU ของอักขระตัวที่ 3 จากนั้นทำตามขั้นตอนเดิมไปเรื่อยๆ จนได้รหัส PDU 8 บิต ของทุกตัวอักขระ

2.5 แปลงรหัส PDU 8 บิตที่ได้ให้เป็นรหัส PDU แบบเลขฐาน 16 การเข้ารหัส PDU ของคำว่า ALERT จะเห็นว่ารหัส PDU คือ 4166514A05 ซึ่งตัวอย่างการเข้ารหัสแสดงได้ดังตารางที่ 2.1

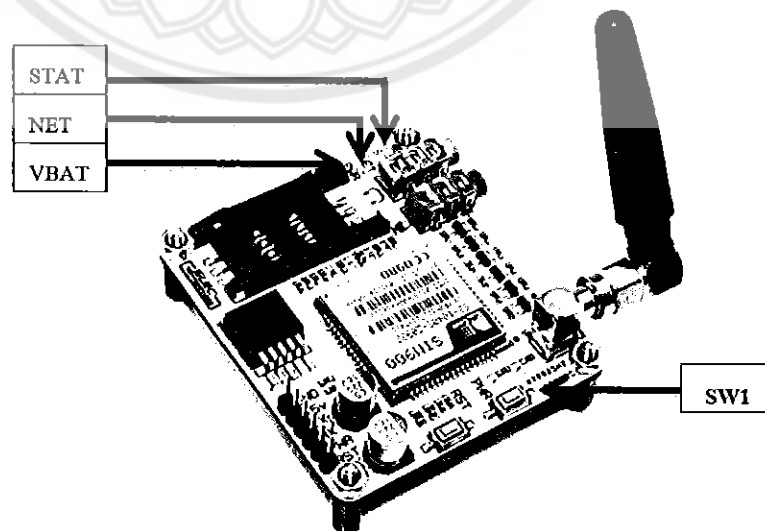


ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างการเข้ารหัส PDU ของคำว่า ALERT

Format	A	L	E	R	T
ASCII Hex	41	4C	45	52	54
ASCII Bin	0100 0001	0100 1100	0100 0101	0101 0010	0101 0100
บิตที่จะเข้ารหัส	100 0001	100 1100	100 0101	101 0010	101 0100
PDU	0100 0001	0100 1100	0100 0101	0101 0010	0101 0100
PDU Hex	41	66	51	4A	05

### 2.3.3 ชุดวงจร GPRS Module

ชุดวงจร GPRS เป็นลักษณะของ GPRS ที่มีเฉพาะตัวโมดูลเท่านั้น โดยความสามารถในการทำงานได้เท่ากับโทรศัพท์รุ่นที่สามารถเชื่อมต่อ GPRS ได้ทุกอย่าง เช่น โทรออก รับสายเข้า ส่ง SMS เป็นต้น แต่เนื่องจากตัว GPRS เป็นเพียงตัวโมดูลเท่านั้น ดังนั้นการที่จะใช้งานดังที่กล่าวมาได้นั้น จะต้องนำฮาร์ดแวร์อื่นๆมาเชื่อมต่อกับ โมดูลเอง และต้องเขียนคำสั่งควบคุมการทำงานให้กับตัวโมดูลด้วย AT Command ตัวโมดูลจึงจะสามารถทำงานได้ ซึ่งโมดูลนี้ได้ออกแบบมาเพื่อให้ทำงานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์โดยเฉพาะอยู่แล้ว ดังนั้นจึงสามารถใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงานของตัวโมดูลนี้ได้ดังที่ใช้ในโครงการนี้ ลักษณะโมดูล GPRS SIM900 แสดงดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 ลักษณะโมดูล GPRS SIM900

### 2.3.4 คุณสมบัติของบอร์ด ET-BASE GSM SIM900

1. มีสวิตช์แบบ Push-Button สำหรับใช้สั่ง เปิด-ปิด การทำงานของโมดูลภายในบอร์ด
2. มีสวิตช์แบบ Push-Button สำหรับใช้สั่ง RESET การทำงานของโมดูลภายในบอร์ด
3. มี Socket SIM รองรับ SIM Card พร้อมวงจร ESD ป้องกัน SIM เสียหาย
4. มีวงจร Regulate ขนาด 4.2 โวลต์ / 3 แอมแปร์ สำหรับจ่ายให้กับ โมดูล SIM900 ได้อย่างเพียงพอสามารถใช้กับ SIM ของระบบ GSM900MHz แบบ 2 วัตต์ ได้อย่างไม่เกิดปัญหา มีวงจร Regulate ขนาด 2.8 โวลต์ / 150 มิลลิแอมแปร์ สำหรับจ่ายให้กับวงจรแปลงระดับสัญญาณ โลจิก
5. มีวงจร Line Driver สำหรับแปลงระดับสัญญาณ โลจิกจากโมดูล SIM900 ให้เป็น RS232 (1200 bps-115200 bps) สำหรับพอร์ตที่ใช้ในการสื่อสารสำหรับส่งงาน โมดูล
6. มีวงจรแปลงระดับสัญญาณ โลจิก TTL ระดับแรงดัน 3 โวลต์ ถึง 5 โวลต์ ทำให้สามารถเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้โดยตรงโดยไม่ต้องผ่านวงจร Line Driver RS232
7. มี LED แสดงสถานะพร้อมในบอร์ด สำหรับแสดงสถานะของแหล่งจ่ายไฟ สถานะพร้อมทำงานของโมดูล สถานะในการเชื่อมต่อกับ Network และ สถานะ เปิด – ปิด ของโมดูล
8. มีขั้วสำหรับเชื่อมต่อกับ Handset (ชุดปากพูด และหูฟัง ของโทรศัพท์บ้าน) โดยใช้ขั้วต่อแบบ RJ11 มาตรฐาน พร้อมวงจร Voice Filter สามารถนำชุด Handset ของโทรศัพท์บ้าน ต่อเข้ากับบอร์ดทางขั้วต่อแบบ RJ11 สำหรับใช้พูดคุย โทรออก และ รับสายได้โดยสะดวก

### 2.3.5 คุณสมบัติเบื้องต้นของโมดูล SIM900

1. รองรับความถี่ GSM/GPRS 850/900/1800/1900MHz
2. รองรับ GPRS Multi-Slot Class10 และ GPRS Mobile Station Class B
3. รองรับมาตรฐานคำสั่ง AT Command (GSM 07.07 / 07.05 และคำสั่งเพิ่มเติมจาก SIMCOM)
4. รองรับ SIM Applications Toolkit
5. ทำงานที่ย่านแรงดัน 3.2 โวลต์ ถึง 4.8 โวลต์
6. รองรับการเชื่อมต่อภายนอก
  - ใช้ได้กับ SIM card 1.8 โวลต์ และ 3 โวลต์
  - มีวงจร Analog Audio (MIC & Speaker)

### 2.3.6 การสั่ง เปิด-ปิด การทำงานของโมดูล SIM900

ตามปกติแล้วโมดูล SIM900 จะมีโหมดการทำงานอยู่หลายโหมด เราสามารถทำงานสั่ง เปิด-ปิดการทำงานของโมดูลได้ โดยใช้วิธีดังต่อไปนี้

สวิทช์ เปิด-ปิด (SW1) เป็นการสั่ง เปิด และ ปิด การทำงานของโมดูล SIM900 ด้วยการกด สวิทช์ โดยสวิทช์ตัวนี้จะเป็นแบบ Push-Button Switch (สวิทช์กดติด-ปล่อยดับ) โดยเป็น การกำหนดสถานะทางลอจิกให้กับขาสัญญาณ PWRKEY(PIN 1) ของโมดูลโดยเมื่อกดสวิทช์จะ เป็นลอจิก “0” เมื่อปล่อยสวิทช์จะเป็นลอจิก “1” โดยการทำงานของสวิทช์จะต้องทำการกดสวิทช์ ต่อเนื่องกันเป็นเวลามากกว่า 1 วินาที จึงจะมีผลต่อการทำงานของโมดูล โดยลักษณะการทำงานของ สวิทช์จะเป็นแบบสัญญาณอิมพัลส์ กล่าวคือ ถ้าโมดูลอยู่ในสถานะของ Power OFF อยู่แล้ว ทำการกดสวิทช์เป็นเวลามากกว่า 1 วินาที จะเป็นการสั่งให้โมดูลกลับเข้าสู่ Power ON หรือพร้อม ทำงาน แต่ถ้าหากว่าโมดูลอยู่ในสถานะของ Power ON อยู่แล้วทำการกดสวิทช์ เป็นเวลามากกว่า 1 วินาที แล้วปล่อยจะเป็นการสั่งให้โมดูลหยุดทำงานและกลับเข้าสู่สถานะของ Power OFF (หยุดทำงาน) ส่วนสถานะ LED ต่างๆ แสดงดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ส่วนแสดงสถานะ LED

LED สถานะ	Power-ON	Power-OFF
VBAT (เขียว)	ติดสว่าง	ติดสว่าง
NET(ส้ม)	กระพริบ	ดับ
STAT(เขียว)	ติดสว่าง	ดับ

### 2.3.7 ความคุมการเปิดปิดทางขา PWRKEY

การสั่งเปิดปิดการทำงานของโมดูลแบบนี้จะใช้สัญญาณควบคุมจากภายนอก เช่น จากไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยผ่านทางขา PWRKEY โดยลักษณะการทำงานของสวิทช์ จะเป็น แบบสัญญาณอิมพัลส์ กล่าวคือ ถ้าโมดูลอยู่ในสถานะของ Power OFF อยู่แล้วทำการสั่งลอจิก “1” เป็นเวลามากกว่า 1 วินาที แล้วปล่อยเป็นลอจิก “0” จะเป็นการสั่งให้โมดูลกลับเข้าสู่ Power ON หรือพร้อมทำงาน แต่ถ้าหากว่าโมดูลอยู่ในสถานะของ Power ON อยู่แล้วทำการการสั่งลอจิก “1” เป็นเวลามากกว่า 1 วินาที แล้วปล่อยเป็นลอจิก “0” จะเป็นการสั่งให้โมดูลหยุดทำงานและกลับเข้าสู่ สถานะของ Power OFF (หยุดทำงาน)

### 2.3.8 การติดต่อสื่อสารกับโมดูล SIM900

การติดต่อสื่อสารกับ โมดูล SIM900 ของบอร์ด GSM SIM900 นั้นสามารถทำได้ 2 แบบ คือ เชื่อมต่อผ่านพอร์ตสื่อสารอนุกรม RS232 โดยใช้ขั้วต่อแบบ 4 PIN ซึ่งสามารถนำไปเชื่อมต่อกับ สัญญาณ RS232 มาตรฐาน เช่น คอมพิวเตอร์ RS232 (Com-Port) หรือ บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่มีขั้ว RS232 แบบ 4 PIN ได้ทันที นอกจากนี้บอร์ด GSM SIM900 ยังได้เตรียมขั้วต่อสัญญาณ อนุกรมระดับสัญญาณ TTL 3 - 5 โวลต์ (P4 หรือ P5) สำหรับเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยตรง โดยไม่ต้องมีวงจรแปลงระดับสัญญาณเป็น RS232 โดยสัญญาณการเชื่อมต่ออนุกรมของ โมดูล SIM900 จะมีดังนี้

1. TXD (Transmit Data) ของ โมดูล SIM900 ซึ่งเป็น Output จาก SIM900 ซึ่งตามปกติจะ ต่อเข้ากับ RXD (Receive Data) ของอุปกรณ์ด้าน Host
2. RXD (Receive Data) ของ โมดูล SIM900 ซึ่งเป็น Input ของ SIM900 ซึ่งตามปกติจะต่อ เข้ากับ TXD (Transmit Data) จากอุปกรณ์ด้าน Host
3. GND ของ โมดูล SIM900 ต้องต่อเข้ากับ GND ของอุปกรณ์ด้าน Host ตารางแสดงการ ต่อสายสัญญาณระหว่าง GSM SIM900 กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์

ตารางที่ 2.3 การเชื่อมต่อสัญญาณแบบ 3 เส้น

SIM900	Signal Direction	ไมโครคอนโทรลเลอร์
TXD	→	RXD
RXD	←	TXD
GND	—	GND

### 2.3.9 การส่งข้อความภาษาอังกฤษ

ก่อนการส่งข้อความนั้นต้องทำการตั้งค่ากำหนดรูปแบบของข้อความเป็น Text Mode โดยใช้คำสั่ง `AT+CMGF = 1` เลือกพารามิเตอร์ของข้อความ โดยใช้คำสั่ง `AT+CSMP = 17, 167, 0, 0` จากนั้นเลือกชุดของตัวอักษรที่จะส่ง โดยใช้คำสั่ง `AT+CSCS = "GSM"` ดังตัวอย่าง (เราสามารถ ตรวจสอบค่าทั้ง 3 นี้ว่าถูกต้องหรือไม่โดยใช้คำสั่ง `AT+CMGF?`, `AT+CSMP?` และ `AT+CSCS?` ถ้าค่าถูกต้องอยู่แล้วก็ไม่ต้องกำหนดใหม่) แสดงดังรูปที่ 2.7

AT+CMGF=1<Ent> OK AT+CSMP=17,167,0,0<Ent> OK
AT+CSCS="GSM"<Ent> OK

รูปที่ 2.7 กำหนดรูปแบบของข้อความเป็น Text Mode

ในการส่งข้อความนั้นจะใช้คำสั่ง AT+CMGS ในการส่งงาน โดยในกรณีที่ใช้ Text Mode นั้นให้ใช้รูปแบบคำสั่งเป็น AT+CMGS = "+เบอร์ผู้รับ" โดยเบอร์ของผู้รับต้องใส่รหัสประเทศ นำหน้าแทนศูนย์ด้วยเสมอ ซึ่งในกรณีที่ประเทศไทยจะใช้รหัสประเทศเป็น "66" ดังนั้นถ้าต้องการส่งข้อความให้กับเบอร์ที่ใช้งานอยู่ในประเทศไทย เช่น 083-3189685 ก็จะต้องกำหนดหมายเลขของเบอร์ผู้รับปลายทางเป็น 6683-3189685 แทน ซึ่งในกรณีนี้จะได้รับรหัสเบอร์ผู้รับข้อความเป็น "+66833189685" ซึ่งเมื่อ โมดูล SIM900 ได้รับคำสั่ง AT+CMGS เรียบร้อยแล้วมันจะตอบรับด้วยการส่งเครื่องหมาย ">" กลับมาบอก ซึ่งหลังจากนี้เป็นต้นไปผู้ใช้ก็สามารถจะทำการพิมพ์ข้อความต่างๆที่ต้องการจะส่งให้กับ โมดูล ได้ทันที โดยให้ปิดท้ายข้อความด้วยการกดปุ่ม Ctrl+Z (0x1A) เช่น ถ้าต้องการส่งข้อความให้กับหมายเลข 0894469xxx ด้วยข้อความ "Hello Test SMS" จะเป็นดังรูปที่ 2.8

AT+CMGS="+66894469xxx"<Ent> > Hello Test SMS<Ctrl+Z> +CMGS: 6  OK
---

รูปที่ 2.8 การส่งข้อความ

ในกรณีที่พิมพ์คำสั่ง AT+CMGS = "+66833189685" แล้วข้อความตอบกลับมาเป็น ERROR แสดงว่าพิมพ์คำสั่งผิดหรือไม่ได้ตั้งค่ากำหนดรูปแบบของข้อความเป็น Text Mode ให้ตรวจสอบโดยใช้คำสั่ง T+CMGF? ถ้าข้อความตอบกลับมาเป็น +CMGF : 0 แสดงว่ายังไม่ได้ตั้งค่าให้ใช้คำสั่ง AT+CMGF = 1 ตามด้วย Enter เพื่อกำหนดรูปแบบของข้อความเป็น Text Mode [4]

## 2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล AVR

เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล AVR โดยบอร์ดเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR เบอร์ ATMEGA328 ของ ATMEL เป็น MCU ประจําบอร์ด โดย MCU รุ่นนี้จะบรรจุอยู่ภายในตัวถังแบบ 28 Pin DIP โดย MCU ตัวนี้จะมีจุดเด่น คือเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาดเล็กแต่เพียบพร้อมไปด้วยทรัพยากรพื้นฐานต่างๆอย่างครบถ้วน และยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานต่างๆได้โดยง่าย ซึ่ง MCU สามารถทำงานได้ด้วยความถี่สูงสุด 20 เมกะเฮิร์ตซ์ ที่ 1 Clock / Machine Cycle นอกจากนี้แล้วยังมีความเพียบพร้อมด้วยอุปกรณ์พื้นฐานต่างๆที่จำเป็นต่อการใช้งานไม่ว่าจะเป็นหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลแบบ EEPROM ขนาด 512 ไบต์ และหน่วยความจำใช้งานแบบ SRAM อีก 1 กิโลไบต์ ส่วนในด้านของอุปกรณ์ Peripheral นั้นก็นับว่าครบถ้วนเหมาะแก่การนำไปประยุกต์ใช้งานเกี่ยวกับการควบคุมและประมวลผลต่างๆได้เป็นอย่างดีโดยจะมีทั้งระบบฮาร์ดแวร์ของ SPI, UART, I2C, Watchdog, Timer/Counter, PWM ADC, และ (TDX,RXD) [5]

### 2.4.1 คุณสมบัติ

1. MCU ตระกูล AVR เบอร์ ATmega328 ของ Atmel ซึ่งเป็น MCU ขนาด 8 บิต โดยเลือกใช้แหล่งกำเนิดสัญญาณนาฬิกาแบบ XTAL ค่า 16 เมกะเฮิร์ตซ์
2. มีหน่วยความจำ 8 กิโลไบต์ Flash / 512 Byte EEPROM / 1024 ไบต์ SRAM สำหรับ ATmega328 ซึ่งสามารถลบ และเขียนซ้ำได้กว่า 100,000 ครั้ง
3. มีพอร์ต I/O ขนาด 20 บิต จำนวน 3 พอร์ต
4. มีวงจรถ่ายโอนข้อมูล UART จำนวน 1 พอร์ต
5. มีวงจรถ่ายโอน SPI จำนวน 1 พอร์ต
6. มีวงจรถ่ายโอน I2C จำนวน 1 พอร์ต
7. มีวงจรถ่ายโอน Timer/Counter ขนาด 16 บิต 1 ชุด และ Timer/Counter ขนาด 8 บิต 2 ชุด
8. มีวงจรถ่ายโอน ADC ขนาด 10 บิต จำนวน 6 ช่อง
9. MCU ประจําบอร์ดได้รับการติดตั้ง Bootloader สำหรับใช้ Upload Code ให้บอร์ดผ่านทางพอร์ตสื่อสารอนุกรม RS232 ได้ทันที โดยไม่ต้องใช้เครื่องโปรแกรมภายนอก
10. โปรแกรมใช้ได้ทั้ง ภาษาแอสเซมบลี ภาษาซีภาษาเบสิกและ ภาษา C++ ของ Arduino ได้ทันที
11. มีขั้วต่อสัญญาณ I/O แบบ TTL
12. มีขั้วต่อ RS232 สำหรับใช้งาน และ Upload Code ด้วย Bootloader ผ่าน RS232
13. ใช้กับแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง 1.8 โวลต์ ถึง 5.5 โวลต์

(PCINT14/RESET) PC6	<input type="checkbox"/> 1	28	<input type="checkbox"/> PC5 (ADC5/SCL/PCINT13)
(PCINT16/RXD) PD0	<input type="checkbox"/> 2	27	<input type="checkbox"/> PC4 (ADC4/SDA/PCINT12)
(PCINT17/TXD) PD1	<input type="checkbox"/> 3	26	<input type="checkbox"/> PC3 (ADC3/PCINT11)
(PCINT18/INT0) PD2	<input type="checkbox"/> 4	25	<input type="checkbox"/> PC2 (ADC2/PCINT10)
(PCINT19/OC2B/INT1) PD3	<input type="checkbox"/> 5	24	<input type="checkbox"/> PC1 (ADC1/PCINT9)
(PCINT20/XCK/T0) PD4	<input type="checkbox"/> 6	23	<input type="checkbox"/> PC0 (ADC0/PCINT8)
VCC	<input type="checkbox"/> 7	22	<input type="checkbox"/> GND
GND	<input type="checkbox"/> 8	21	<input type="checkbox"/> AREF
(PCINT6/XTAL1/TOSC1) PB6	<input type="checkbox"/> 9	20	<input type="checkbox"/> AVCC
(PCINT7/XTAL2/TOSC2) PB7	<input type="checkbox"/> 10	19	<input type="checkbox"/> PB5 (SCK/PCINT5)
(PCINT21/OC0B/T1) PD5	<input type="checkbox"/> 11	18	<input type="checkbox"/> PB4 (MISO/PCINT4)
(PCINT22/OC0A/AIN0) PD6	<input type="checkbox"/> 12	17	<input type="checkbox"/> PB3 (MOSI/OC2A/PCINT3)
(PCINT23/AIN1) PD7	<input type="checkbox"/> 13	16	<input type="checkbox"/> PB2 (SS/OC1B/PCINT2)
(PCINT0/CLKO/ICP1) PB0	<input type="checkbox"/> 14	15	<input type="checkbox"/> PB1 (OC1A/PCINT1)

รูปที่ 2.9 โครงสร้างของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ATmega328

## 2.5 วงจรไซเรนพยายาล

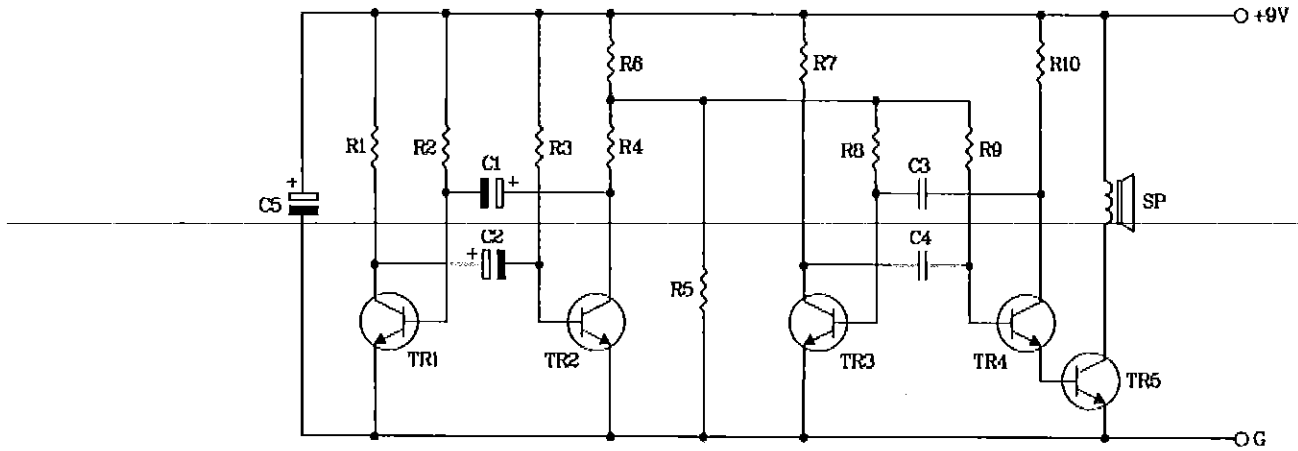
วงจรไซเรน เป็นวงจรไซเรนประเภทหนึ่งที่ทำให้เสียงเหมือนไซเรนของรถพยาบาล ดังเป็นนี้ เสียงสูงต่ำสลับกันไป เหมาะสำหรับการนำมาใช้เป็นวงจรเตือนภัยฉุกเฉิน

### 2.5.1 คุณสมบัติ

1. ใช้แหล่งจ่ายไฟกระแสตรงขนาด 9 โวลต์
2. กินกระแสสูงสุดประมาณ 45 มิลลิแอมป์
3. ใช้กับลำโพงบัสเซอร์ 6 โวลต์

### 2.5.2 การทำงานของวงจร

นำ TR1 และ TR2 มาต่อเป็นวงจรกำเนิดความถี่ต่ำ ซึ่งจะถูกส่งไปควบคุมความถี่สูง ที่ประกอบด้วย TR3 และ TR4 จึงทำให้เสียงดังออกมาเป็นจังหวะตามชุดความถี่ต่ำ ความถี่ทั้งสองนี้ จะถูกส่งไปขยาย โดย TR5 และส่งออกลำโพงต่อไป วงจรเสียงไซเรนแสดงดังรูปที่ 2.10

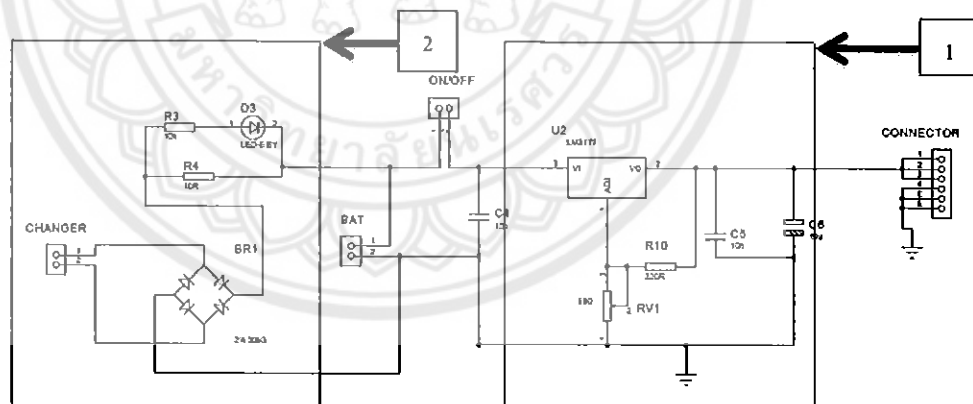


รูปที่ 2.10 วงจรโซเรนพยายาล

## 2.6 ไอซีรักษาระดับแรงดันและวงจรชาร์จ

### 2.6.1 ไอซีรักษาระดับแรงดัน

หมายเลข 1 วงจรเร็กกูเรเตอร์เป็นวงจรที่คอยรักษาระดับแรงดันให้คงที่ โครงการงานนี้ใช้ IC เบอร์ LM317 เป็นตัวคอยรักษาระดับแรงดันให้คงที่ ดังรูปที่ 2.9 เมื่อป้อนแรงดันไฟฟ้าไม่คงที่ เข้าที่ขาเข้า ผลจากการทำงานจะได้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงคงที่ออกที่ขาออกสำหรับ โหลด



รูปที่ 2.11 โค้ดแกรมของไอซีรักษาระดับแรงดัน (IC voltage regulator)

LM317 เป็นไอซีจ่ายไฟตรง สามารถให้แรงดันได้ประมาณ 1.25 โวลต์ ถึง 3.7 โวลต์ และจ่ายกระแสได้สูงสุด 1.5 แอมแปร์ วงจรนี้จ่ายกระแสคงที่ แม้ว่าแรงดันเข้าจะเปลี่ยนแปลงอย่างไรก็ตาม



การปรับระดับแรงดันให้เป็น 1.25 โวลต์ ถึง 3.0 โวลต์ ทำได้โดยการปรับที่ RV1 จะมีผลทำให้ ขา adj ของ IC LM317 ปรับระดับการทำงานของตัวมัน ทำให้ค่าแรงดันมีการเปลี่ยนแปลงค่าแรงดันที่ได้โดยประมาณหาได้จาก

$$V_{out} = 1.25 + \frac{1.25 \times RV1}{R10}$$

### 2.6.2 วงจรชาร์จ

เป็นวงจรชาร์จถ่านอย่างง่าย โดยจะชาร์จด้วยกระแส 150 มิลลิแอมป์ โดยใช้เวลาชาร์จจนเต็มประมาณ 6 ชั่วโมง ซึ่งมี R4 ที่ทำหน้าที่จำกัดการไหลของกระแสที่จะไปชาร์จถ่าน โดยที่ R3 และ LED นั้นเป็นตัวบอกสถานะของถ่านที่ชาร์จว่าเต็มหรือยัง ถ้า LED ติดแสดงว่าถ่านยังชาร์จไฟไม่เต็ม



## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินโครงการ

โครงการนี้มีทั้งส่วนที่เป็นภาคส่งและภาครับ ซึ่งแต่ละส่วนต้องใช้อุปกรณ์ต่างๆเพื่อนำมาประกอบกันเป็นชิ้นงานเพื่อให้สามารถทำงานได้ตามต้องการ โดยอาศัยซอฟต์แวร์เป็นตัวควบคุมการทำงานของอุปกรณ์เหล่านี้ ดังนั้นเพื่อให้การทำงานของเครื่องส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือเป็นไปอย่างสมบูรณ์ จึงได้ออกแบบในแต่ละส่วนดังนี้

#### 3.1 ศึกษาข้อมูลและหลักการทางทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การดำเนินงานในหัวข้อนี้เป็นขั้นตอนแรกสำหรับการศึกษาข้อมูลต่างๆที่เป็นประโยชน์ในการออกแบบและพัฒนาเครื่องส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือ โดยมีหัวข้อต่างๆที่ได้ทำการศึกษาดังต่อไปนี้

3.1.1 ศึกษาความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งทางผู้จัดทำเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR และได้บรรยายคุณสมบัติไว้แล้วในหัวข้อที่ 2.4 ของบทที่ 2

3.1.2 ศึกษาการทำงานของ GPS Module ที่ใช้ในการออกแบบและพัฒนาเครื่องส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือ ซึ่งรายละเอียดได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อที่ 2.1.7 ของบทที่ 2

3.1.3 ศึกษาการทำงานของ GPRS Module เพื่อนำโมดูลฟังก์ชันมาใช้ในการออกแบบและพัฒนาเครื่องส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือ ซึ่งรายละเอียดได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 2.3.3 ของบทที่ 2

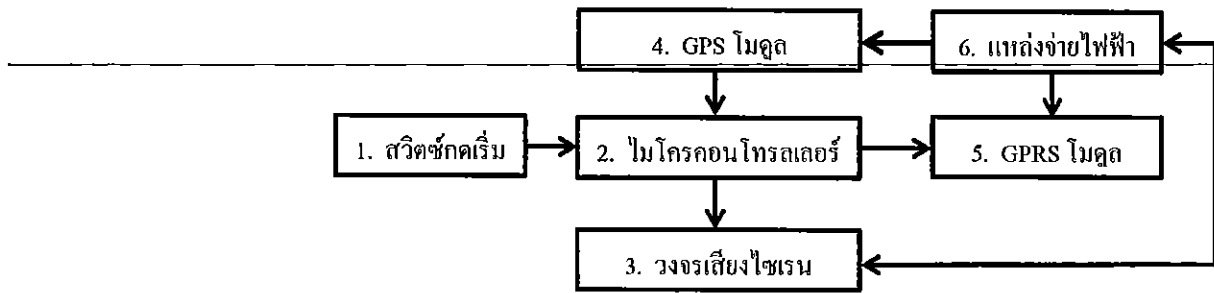
3.1.4 ศึกษาการทำงานของวงจรไซเรนพยางบาล โดยรายละเอียดได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อที่ 2.5 ของบทที่ 2

3.1.5 ศึกษาไอซีรักษาระดับแรงดันและวงจรชาร์จ โดยรายละเอียดได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อที่ 2.6 ของบทที่ 2

#### 3.2 การออกแบบทางด้านฮาร์ดแวร์

การทำงานของเครื่องส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือที่ผู้จัดทำได้ออกแบบไว้ แสดงดังรูปที่ 3.1 โดยเริ่มจากสวิทช์กด (ส่วนที่ 1) เพื่อสั่งการทำงานเข้ามาในไมโครคอนโทรลเลอร์ (ส่วนที่ 2) ซึ่งเป็นหน่วยประมวลผลที่ใช้สั่งการวงจรเสียงไซเรนให้ทำงาน (ส่วนที่ 3) และจากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะรับค่าพิกัดตำแหน่งจากโมดูล GPS (ส่วนที่ 4) เพื่อส่งค่าพิกัดตำแหน่งไปยังโมดูล GPRS (ส่วนที่ 5) ที่ทำหน้าที่ส่งข้อมูลทั้งหมดไปยังโทรศัพท์มือถือ โดยเครื่องส่งสัญญาณ

ขอความช่วยเหลือจะทำงานได้ต้องอาศัยแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง (ส่วนที่ 6) ทำหน้าที่เป็นไฟเลี้ยงวงจรทั้งหมดที่ได้กล่าวมา

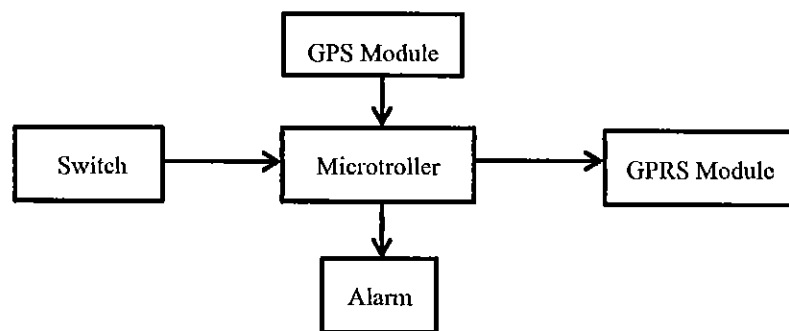


รูปที่ 3.1 แผนภาพแสดงการทำงานทั้งหมดของเครื่องส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือ

จากแผนภาพแสดงการทำงานทั้งหมดของเครื่องส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือ สามารถอธิบายในส่วนของการพัฒนาวงจรต่างๆ ได้ดังนี้ หัวข้อที่ 3.2.1 เป็นการอธิบายการพัฒนาวงจรทั้งหมด โดยเริ่มจากการออกแบบบนสคีมาเมติกไดอะแกรม (Schematic Diagram) การออกแบบลายวงจรและการลงอุปกรณ์เป็นวงจรใช้งานจริง หัวข้อที่ 3.2.2 เป็นแผนภาพวงจรรวมของเครื่องส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือเพื่อแสดงการเชื่อมต่อกันของวงจรรย่อย หัวข้อที่ 3.2.3 เป็นการประกอบวงจรเพื่อสร้างเครื่องส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือตามที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งรายละเอียดของแต่ละหัวข้อสามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

### 3.2.1 ส่วนประกอบของวงจรเครื่องส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือ

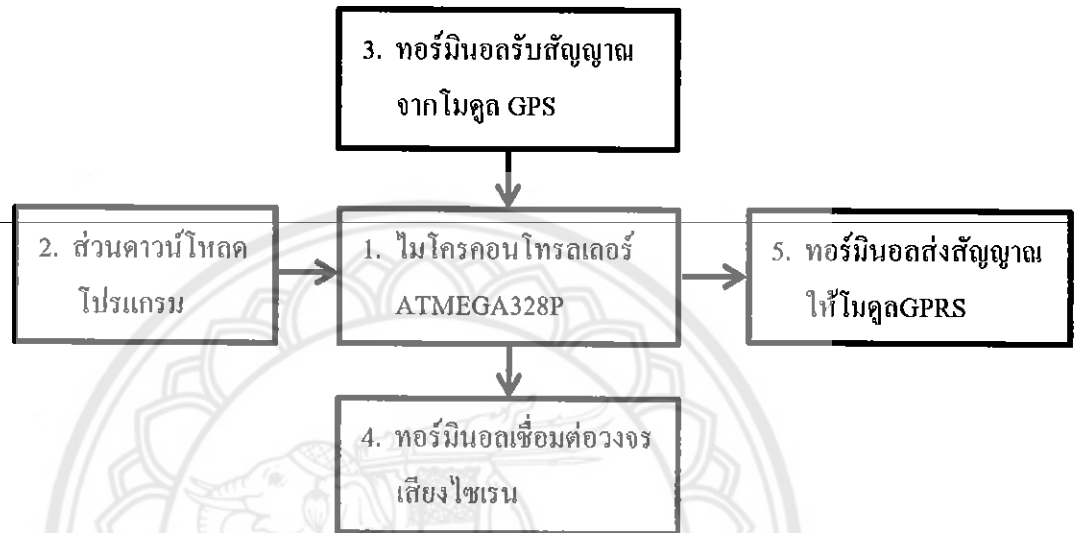
การออกแบบเครื่องส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือ ดังรูปที่ 3.1 ถูกออกแบบให้มีส่วนประกอบของวงจรหลักที่สำคัญทั้งหมด 4 ส่วน คือ วงจรใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ (ส่วนที่ 1) วงจรเสียงไซเรน (ส่วนที่ 2) ชุดวงจร GPS (ส่วนที่ 3) และชุดวงจร GPRS (ส่วนที่ 4) ซึ่งรายละเอียดของแต่ละวงจรจะอธิบายในหัวข้อต่อไปนี้



รูปที่ 3.2 แสดงส่วนประกอบเครื่องส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือ

### 1) การออกแบบวงจรใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์

การออกแบบส่วนประกอบของวงจรใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังรูปที่ 3.3 ประกอบไปด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ ATMEGA328 (ส่วนที่ 1) ชุดคาว์โนโหลดโปรแกรมลงไมโครคอนโทรลเลอร์ (ส่วนที่ 2) และจุดเชื่อมต่อสำหรับรับสัญญาณที่เข้ามาประมวลผลบนไมโครคอนโทรลเลอร์ (ส่วนที่ 3)



รูปที่ 3.3 แสดงส่วนประกอบของวงจรใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์

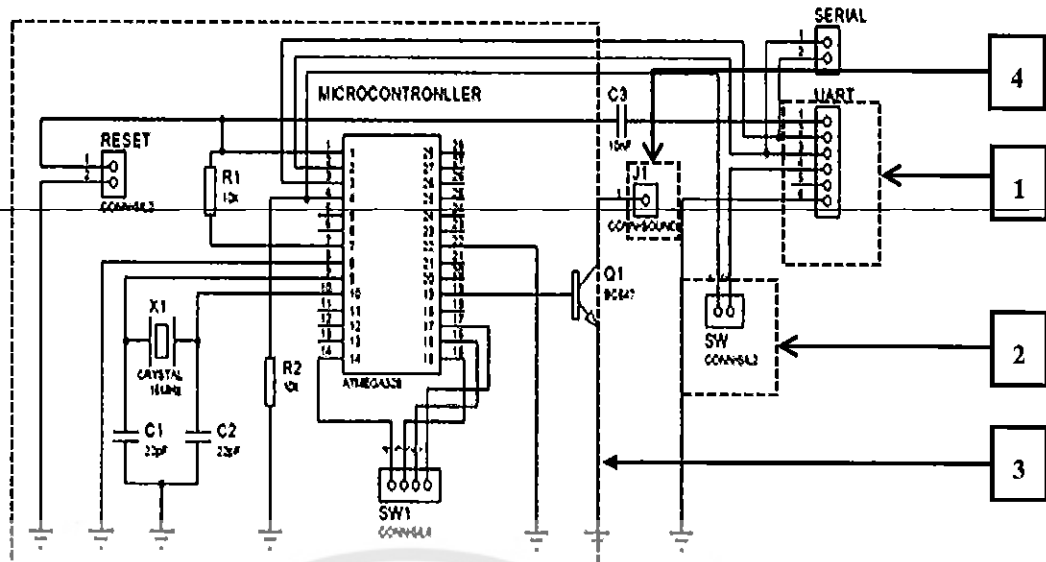
สำหรับรูปที่ 3.4 แสดงวงจรที่ได้ออกแบบบนสคีมเมติกไดอะแกรม (Schematic Diagram) ที่จะพัฒนาเป็นชิ้นงานจริง มีรูปแบบดังนี้

หมายเลข 1 คือ พอร์ตทอร์มินอลสำหรับคาว์โนโหลดคำสั่งลงบนไมโครคอนโทรลเลอร์

หมายเลข 2 คือ สวิตช์ของปุ่มกดทำงาน

หมายเลข 3 คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ (เบอร์ ATMEGA328)

หมายเลข 4 คือ ทอร์มินอลที่รับคำสั่งจากไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อสั่งการไปยังชุดวงจรเสียงให้ทำงาน



รูปที่ 3.4 แสดงวงจรใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์

หน้าที่ของวงจรใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ สามารถแยกการใช้งานตามขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ (เบอร์ ATMEGA328P) ได้ดังตารางที่ 3.1 ดังนี้

ตารางที่ 3.1 หน้าที่ของแต่ละขานวงจรใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์

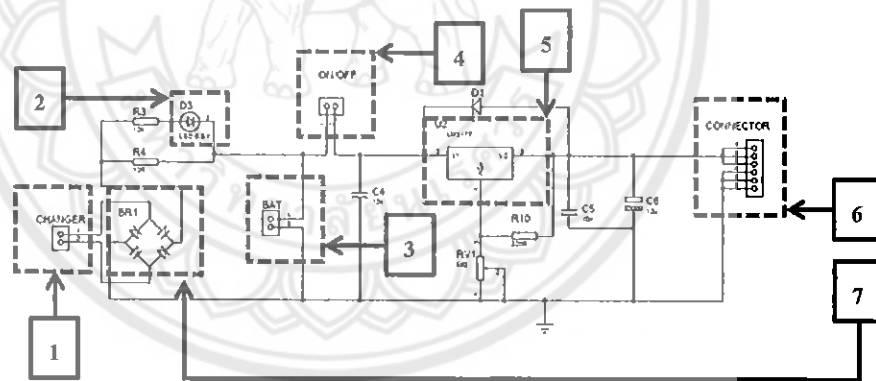
หมายเลขขา	ชื่อขา	หน้าที่
1	MCRL	รีเซตโปรแกรม ต่อกับสวิตช์รีเซตที่อยู่บนวงจรสวิตช์ปุ่มกด
2,3	TXD,RXD	การสื่อสารพอร์ตอนุกรม
4	PCINT18	เป็นอินพุตติดต่อกับวงจรสวิตช์ปุ่มกดใช้งาน
7,20	VCC	รับไฟเลี้ยงไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA328P ต่อกับไฟ +5 โวลต์
8,22	GND	เป็นกราวด์ให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA328P
9,10	OSC1/CLK1, OSC2/CLKO	รับสัญญาณนาฬิกาจากคริสตัลความถี่ 16 เมกะเฮิร์ตซ์
3	TXD	มีหน้าที่ส่งข้อมูลให้กับ โมดูล GPRS ต่อกับขา RXD
14	PB0	มีหน้าที่รับข้อมูลจากโมดูล GPS ต่อกับขา TXD
15	PB1	มีหน้าที่สั่งเปิด-ปิด โมดูล GPRS
19	PB5	มีหน้าที่สั่งการให้วงจรเสียงไซเรนทำงาน

หน้าที่หลักของวงจรใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับเครื่องส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือมีดังต่อไปนี้

1. รับข้อมูลจากโมดูล GPS
2. ส่งข้อมูลให้กับโมดูล GPRS
3. รับสัญญาณจากการกดสวิตช์บนวงจรสวิตช์ปุ่มกด เพื่อส่งข้อมูล
4. รับโปรแกรมที่เกิดจากการพัฒนาเป็น เวิร์กไฟล์ ลงบนไมโครคอนโทรลเลอร์

## 2) การออกแบบวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง +5 โวลต์ และวงจรชาร์จ

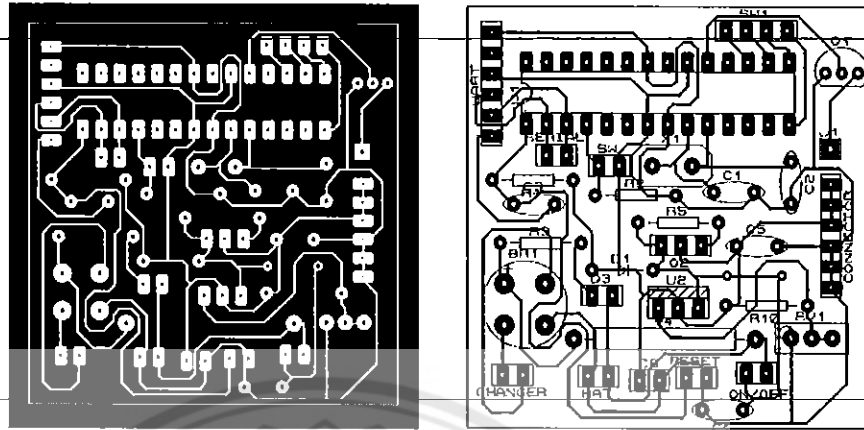
หน้าที่เป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้าให้กับวงจรต่างๆ โดยใช้ถ่านลิเทียมกระแสตรงขนาดแรงดัน 7.4 โวลต์ แล้วแปลงแรงดันให้เหลือ 5 โวลต์ ซึ่งใช้ไอซี LM317T รักษาระดับแรงดัน 5 โวลต์ โดยใช้ตัวเก็บประจุเป็นตัวกรอง และส่วนวงจรชาร์จต่อกับวงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ เป็นวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น (Full wave rectifier circuit) เพื่อกำหนดขั้วบวก-ลบให้เข้าถ่านลิเทียมให้ถูกต้องและชาร์จไฟเข้าถ่านลิเทียมด้วยแรงดันกระแสตรง 10 โวลต์ ถึง 12 โวลต์ จากอะแดปเตอร์ซึ่งชาร์จไฟด้วยกระแสขนาด 150 มิลลิแอมป์ ใช้เวลาชาร์จประมาณ 6 ชั่วโมง สามารถออกแบบวงจรได้ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 แสดงวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงและวงจรชาร์จ

- หมายเลข 1 คือ ช่องเสียบอะแดปเตอร์เพื่อชาร์จไฟ
- หมายเลข 2 คือ หลอด LED แสดงสถานะการชาร์จ เมื่อชาร์จเต็มแล้ว หลอด LED จะดับ
- หมายเลข 3 คือ ทอร์มินอลต่อกับถ่านลิเทียมขนาด 7.4 โวลต์
- หมายเลข 4 คือ ทอร์มินอลต่อกับสวิตช์เปิด-ปิดอุปกรณ์
- หมายเลข 5 คือ ไอซีรักษากระดับแรงดัน 5 โวลต์
- หมายเลข 6 คือ ทอร์มินอลจ่ายไฟ 5 โวลต์ให้กับบอร์ด
- หมายเลข 7 คือ ไดโอดบริดจ์ ใช้เรียงขั้ว บวก-ลบ ก่อนเข้าถ่านลิเทียม

วงจรใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์พร้อมแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงและวงจรชาร์จ  
ถูกออกแบบหลายวงจรและจัดเรียงอุปกรณ์บนแผงวงจร [1] ดังรูปที่ 3.6

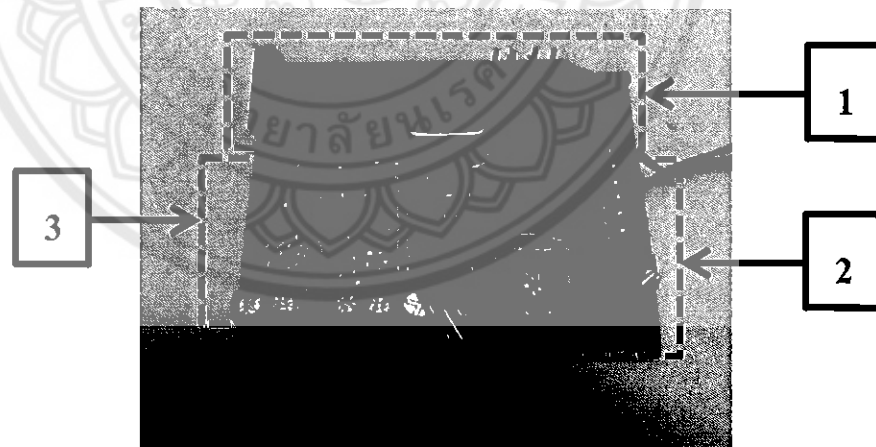


(ก) ออกแบบลายทองแดง

(ข) ตำแหน่งอุปกรณ์ของวงจร

รูปที่ 3.6 แสดงการออกแบบวงจรใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์

จากนั้นทำการสร้างวงจรใช้งานจากลายทองแดงข้างต้นและประกอบอุปกรณ์  
อิเล็กทรอนิกส์ลงบนแผ่นวงจรดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 การประกอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์  
พร้อมแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงและวงจรชาร์จ

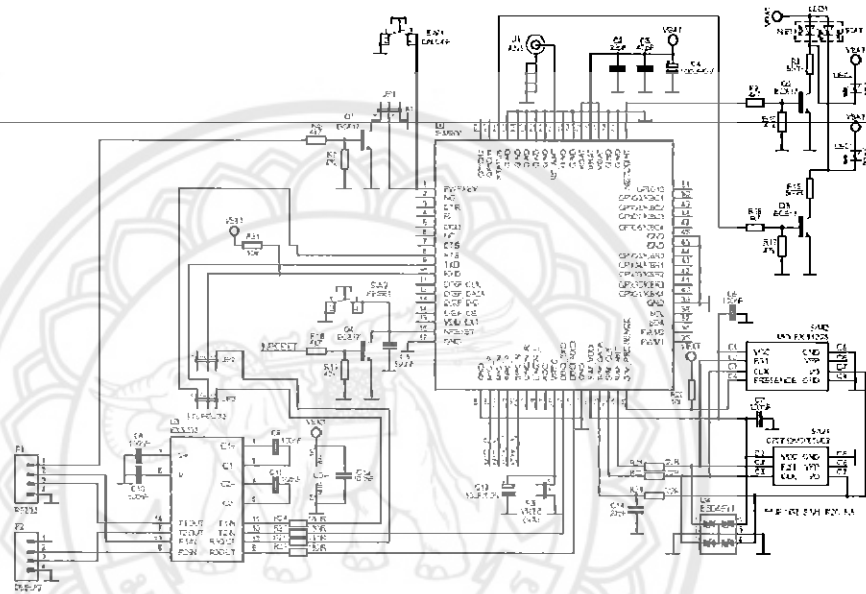
หมายเลข 1 คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์

หมายเลข 2 คือ วงจรรักษาระดับแรงดัน

หมายเลข 3 คือ วงจรชาร์จ

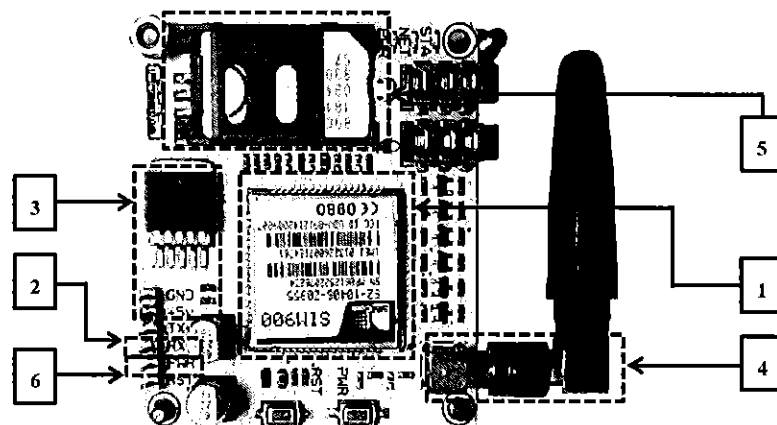
### 3) การพัฒนาและใช้งานวงจรโมดูล SIM900

GSM SIM900 เป็นชุดเรียนรู้และพัฒนาาระบบการสื่อสารไร้สาย โดยใช้โมดูล GSM/GPRS รุ่น SIM900 ของบริษัท SIMCom เป็นอุปกรณ์หลัก ซึ่ง SIM900 เป็นโมดูลสื่อสารระบบ GSM/GPRS ขนาดเล็ก รองรับระบบสื่อสาร GSM ความถี่ 850/900/1800/1900MHz โดยทำงานผ่านทางพอร์ตสื่อสารอนุกรม RS232 ด้วยชุดคำสั่ง AT Command สามารถประยุกต์ใช้งานได้มากมาย หลากรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นการรับส่งสัญญาณแบบ Voice, SMS, Data, FAX และยังสามารถสื่อสารด้วย Protocol TCP/IP ด้วย โดยวงจรโมดูล SIM900 แสดงดังรูป รูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 วงจร โมดูล SIM900

วงจร โมดูล SIM900 ถูกออกแบบหลายวงจรและจัดอุปกรณ์ได้ดังรูปที่ 3.9 ซึ่งเป็นบอร์ดโมดูลสำเร็จรูปและมีพอร์ตสื่อสารอนุกรมสามารถเชื่อมต่อได้โดยตรงกับไมโครคอนโทรลเลอร์และยังมีวงจรป้องกันชิมการ์ด โทรศัพท์เสียหายด้วย



รูปที่ 3.9 โมดูล SIM900 แบบสำเร็จรูป



หมายเลข 1 คือ โมดูล SIM900

หมายเลข 2 คือ ขั้วสำหรับต่อสัญญาณระดับ TTL ขนาด 3 โวลต์ ถึง 5 โวลต์ ซึ่งจะเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อรับข้อมูลแล้วส่งเข้าโทรศัพท์มือถือ

หมายเลข 3 คือ แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง

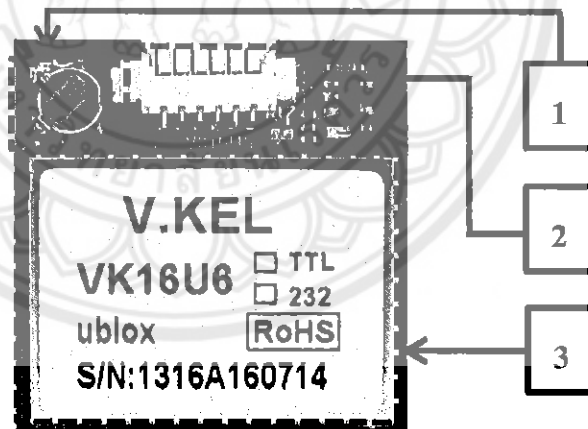
หมายเลข 4 คือ คอนเน็คเตอร์เสาอากาศ GSM ย่านความถี่ 850/900/1800/1900MHz

หมายเลข 5 คือ ซ็อกเก็ตสำหรับติดตั้ง SIM Card ให้กับโมดูล

หมายเลข 6 คือ ขั้วสำหรับต่อสัญญาณระดับ TTL ขนาด 3 โวลต์ ถึง 5 โวลต์ ซึ่งจะเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อสั่งเปิดโมดูลให้ทำงาน

#### 4) การพัฒนาการใช้งานวงจรโมดูล GPS U-blox รุ่น VKK16U6

โมดูล GPS เป็นชุดวงจร GPS U-blox รุ่น VK16U6 เนื่องจากอุปกรณ์มีขนาดเล็กคือ 28x28x8.4 มิลลิเมตร มีความไวในการรับสัญญาณได้ถึง -162 เดซิเบล ซึ่งรับสัญญาณดาวเทียมได้ถึง 50 ช่องสัญญาณ ความเร็วในการตรวจพบตำแหน่งได้สูงสุด 500 เมตรต่อวินาที ความเร็วในการอัปเดตตำแหน่ง 1-5 เฮิร์ตซ์ และใช้แรงดันไฟฟ้า 3.3-5 โวลต์ ข้อจำกัดของชุดวงจร GPS คือ ชุดวงจร GPS จะค้นหาตำแหน่งได้เมื่อรับสัญญาณจากดาวเทียมได้เท่านั้น แสดงดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 โมดูล GPS U-blok รุ่น VKK16U6 แบบสำเร็จรูป

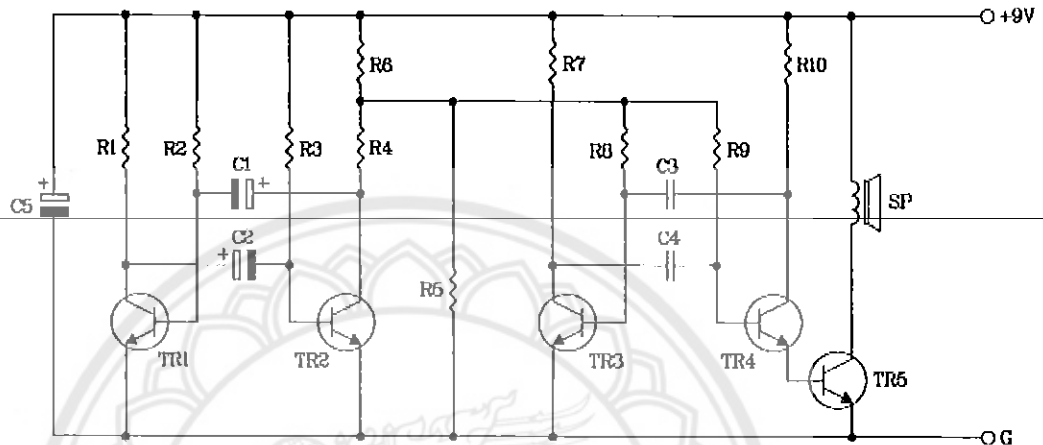
หมายเลข 1 คือ ถ่านสำรองไฟ

หมายเลข 2 คือ ขั้วสำหรับต่อสัญญาณระดับ TTL ขนาด 3 โวลต์ ถึง 5 โวลต์ เชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้โดยตรงโดยไม่ต้องผ่านวงจร Line Driver RS232 และสำหรับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง

หมายเลข 3 คือ ชิป GPS U-blok

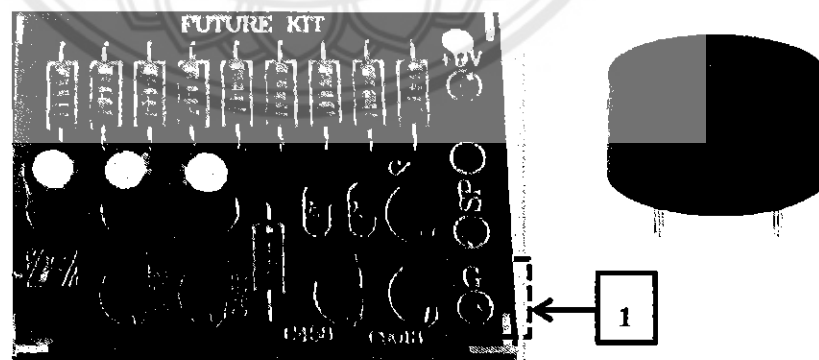
### 5) การพัฒนาและการใช้งานวงจรเสียงไซเรนพยาบาล

การส่งสัญญาณร้องขอความช่วยเหลือจะใช้ชุดวงจรเสียง ที่ให้เสียงเหมือนไซเรนของรถพยาบาล ดังเป็นจังหวะสูงต่ำสลับกัน ใช้แหล่งจ่ายไฟกระแสตรง 9 โวลต์ กระแสไฟฟ้าสูงสุดประมาณ 45 มิลลิแอมแปร์ ต่อเข้ากับลำโพงแบบเปียโซ (piezo) ที่ทำงานโดยการสั่นสะเทือนเป็นจังหวะทำให้เกิดเสียงขึ้น แสดงดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 วงจรเสียงไซเรนพยาบาล

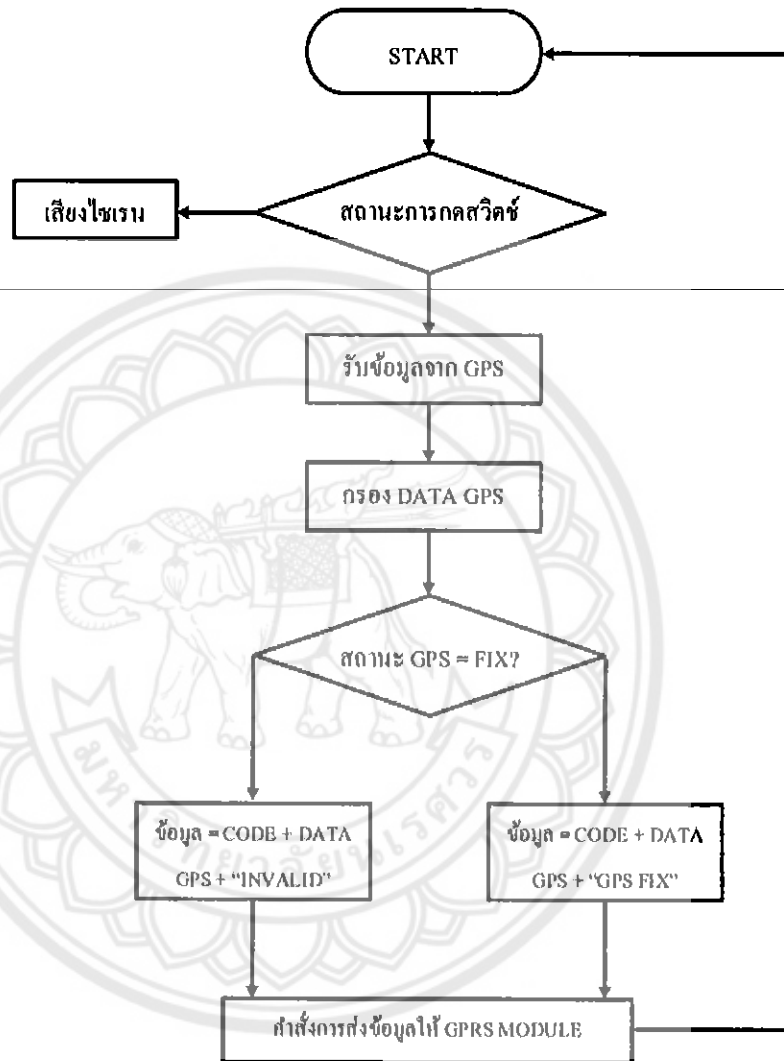
วงจรเสียงไซเรนพยาบาลถูกออกแบบหลายวงจรและจัดเรียงอุปกรณ์ ดังรูปที่ 3.12 ซึ่งเป็นบอร์ดสำเร็จรูป โดยต่อผ่านทรานซิสเตอร์เพื่อเป็นสวิตช์เปิด-ปิดให้วงจรทำงานและเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ (หมายเลข 1) ซึ่งจุดเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้อธิบายไว้ในหัวข้อวงจรใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ (รูปที่ 3.4)



รูปที่ 3.12 แสดงวงจรเสียงไซเรนพยาบาลแบบสำเร็จรูป

### 3.3 การออกแบบทางด้านซอฟต์แวร์

เพื่อให้ง่ายต่อการการพัฒนาซอฟต์แวร์ จำเป็นที่จะต้องมึแผนผังการทำงานของโปรแกรม ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างมากสำหรับการพัฒนาโปรแกรมและเพื่อให้เข้าใจในการทำงานของระบบมากขึ้น ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.13 แผนผังการควบคุมระบบเครื่องส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือ

การส่งข้อมูลจะเริ่มต้นด้วยการตรวจสอบว่ามีการกดสวิตช์หรือไม่ ถ้าไม่มีให้กลับไปเริ่มใหม่ แต่ถ้ามีการกดสวิตช์ก็ให้ทำการรับค่าพิกัดตำแหน่งจากชุดวงจร GPS แล้วทำการเพิ่มรหัสเข้าไปที่ส่วนหัวหรือส่วนเริ่มต้นของข้อมูลพิกัดตำแหน่งนั้น จากนั้นก็ทำการตรวจสอบอีกว่าสถานะนั้น FIX หรือ INVALID แล้วก็ส่งคำสั่งการส่งข้อมูลด้วย SMS ไปให้กับชุดวงจร GPRS ตามด้วยข้อมูลที่เพิ่มรหัส แล้วการส่งข้อความก็สำเร็จ

ในส่วนของการเขียน โปรแกรมเพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์สั่งการให้ชุดวงจร GPRS รับคำสั่ง แล้วทำการส่งข้อความขอความช่วยเหลือไปยังหมายเลขปลายทางที่ตั้งค่าไว้ โดยการตั้งค่า หมายเลขโทรศัพท์ที่จะทำการส่งข้อความไปยังหมายเลขปลายทาง จะขึ้นต้นด้วย “+66” ซึ่งเป็น รหัสของประเทศไทยตามหลักสากลแล้วต่อด้วยเลขหมายโทรศัพท์ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

```
Serial.println("AT+CMGF=1\n");           //Open Text Mode
delay(100);                               //Time delay
ShowSerialData();                         //Data from function Show Serial Data
Serial.println("AT + CMGS = \"+66833324234\n"); //Phone number to receive sms
delay(1000);                              //Time delay
```

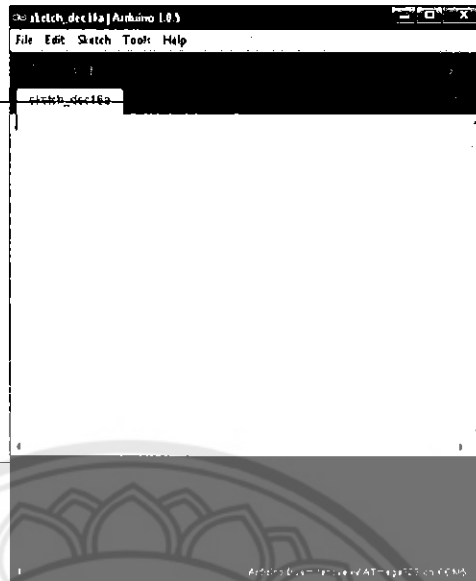
ส่วนของข้อความที่จะทำการส่ง ไปยังหมายเลขปลายทางนั้น ในการเขียน โปรแกรม เราจะขึ้นต้นด้วยข้อความลักษณะร้องขอความช่วยเหลือ เช่น "help me from Sathapron is in emergency" และตามด้วยพิกัดตำแหน่ง โดยโปรแกรมคำสั่งที่เขียนจะนำค่าพิกัดตำแหน่ง ละติจูด ลองจิจูด จากชุดวงจร GPS ด้วยคำสั่ง "+latitudebener+", "+latdir+" "+longatitubener+" "+londir" ดังตัวอย่างต่อไปนี้

```
ShowSerialData();                         //Data from function Show Serial Data
Serial.println("help me from Sathapron is in emergency,L:"+latitudebener+", "+latdir+"
"+longatitubener+" "+londir);             //Data from GPS module and massege text
delay(100);                               //Time delay
```

### 3.3.1 การใช้โปรแกรมอาร์ดูโนโอไอเพื่อการดาวน์โหลด Hex File ให้ไมโครคอนโทรลเลอร์

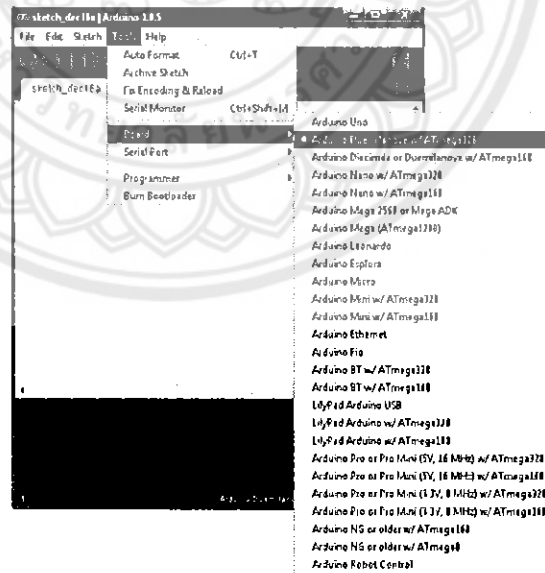
การดาวน์โหลด Hex File ให้กับ MCU จำเป็นจะต้องใช้อาร์ดูโนโอไอเป็นเครื่องโปรแกรมแบบพอร์ตอนุกรมของ Atmel เพื่อใช้ในการดาวน์โหลดเฮกไฟล์เท่านั้นหลังจากการลงโปรแกรมของอาร์ดูโนโอสมบรูณ์แล้ว ก็จะเริ่มทดลองบอร์ด โดยการเปิดตัวอย่างโปรแกรมมาทดลอง ซึ่งตัวอย่าง โปรแกรมนั้นคือ Blink (โปรแกรมไฟกระพริบ) ทำตามขั้นตอนด้านล่าง [2]

1. ทำการเปิดโปรแกรมอาร์ดูโนหลังจากนั้นเราจะเห็นรูปหน้าต่างดังต่อไปนี้



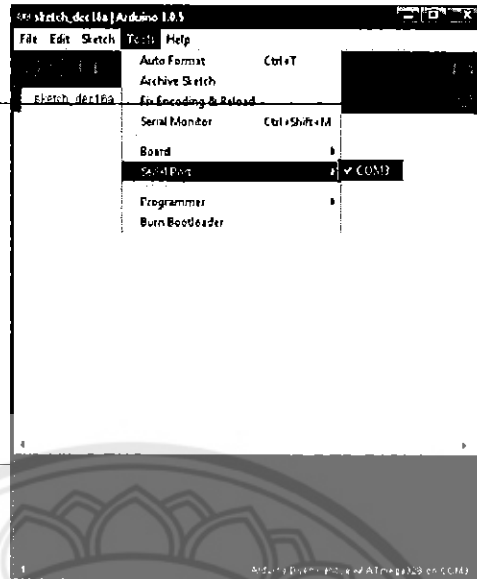
รูปที่ 3.14 หน้าต่างโปรแกรมอาร์ดูโน

2. เฉพาะของ ATmega328 ให้เลือก Tools > Board > Arduino Duemilanove/ ATmega328 ดังรูปด้านล่าง



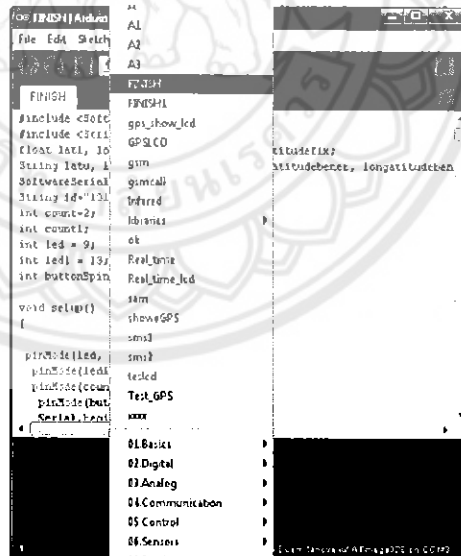
รูปที่ 3.15 เลือกบอร์ดอาร์ดูโน

### 3. หลังจากนั้นก็เลือก Port Com ที่ติดต่อกับบอร์ดแบบ Serial



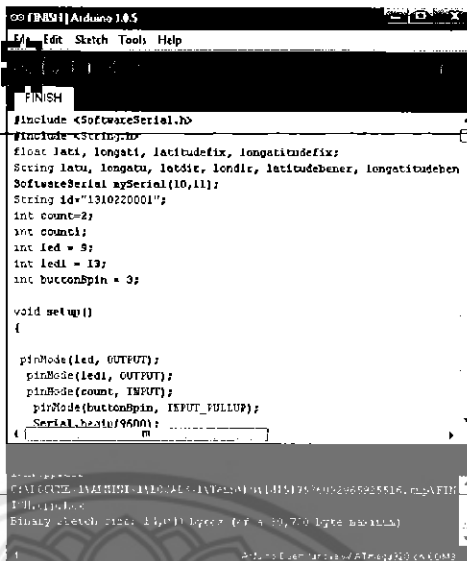
รูปที่ 3.16 เลือกพอร์ตติดต่อสื่อสาร

### 4. ทำการเปิดโปรแกรมที่ได้เขียนไว้



รูปที่ 3.17 โปรแกรมที่เขียนแล้วบันทึกไว้

## 5. ทำการ compiling code ก่อน หาก code ของเราก็ด้องจะขึ้นดังรูป



```

FINISH
#include <SoftwareSerial.h>
#include <String.h>
float lati, longati, latitudefix, longitudefix;
String latu, longatu, latdix, longdix, latitudebener, longitudeben
SoftwareSerial mySerial(10,11);
String id="1310220001";
int count=2;
int count1;
int led = 9;
int led1 = 13;
int buttonPin = 3;

void setup()
{
  pinMode(led, OUTPUT);
  pinMode(led1, OUTPUT);
  pinMode(count, INPUT);
  pinMode(buttonPin, INPUT_PULLUP);
  Serial.begin(9600);
}

```

รูปที่ 3.18 คอมไพล์โค้ด

## 6. ทำการโหลด File โปรแกรม ดังรูป



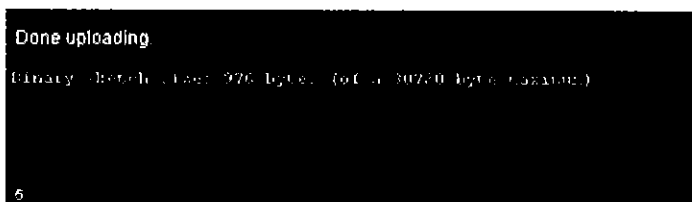
```

FINISH
#include <SoftwareSerial.h>
#include <String.h>
float lati, longati, latitudefix, longitudefix;
String latu, longatu, latdix, longdix, latitudebener, longitudeben
SoftwareSerial mySerial(10,11);
String id="1310220001";
int count=2;
int count1;
int led = 9;
int led1 = 13;
int buttonPin = 3;

void setup()
{
  pinMode(led, OUTPUT);
  pinMode(led1, OUTPUT);
  pinMode(count, INPUT);
  pinMode(buttonPin, INPUT_PULLUP);
  Serial.begin(9600);
}

```

รูปที่ 3.19 คอมไพล์โค้ดวิธีการโหลดโปรแกรมไปยัง ATmega328



รูปที่ 3.20 การโหลดเสร็จสมบูรณ์

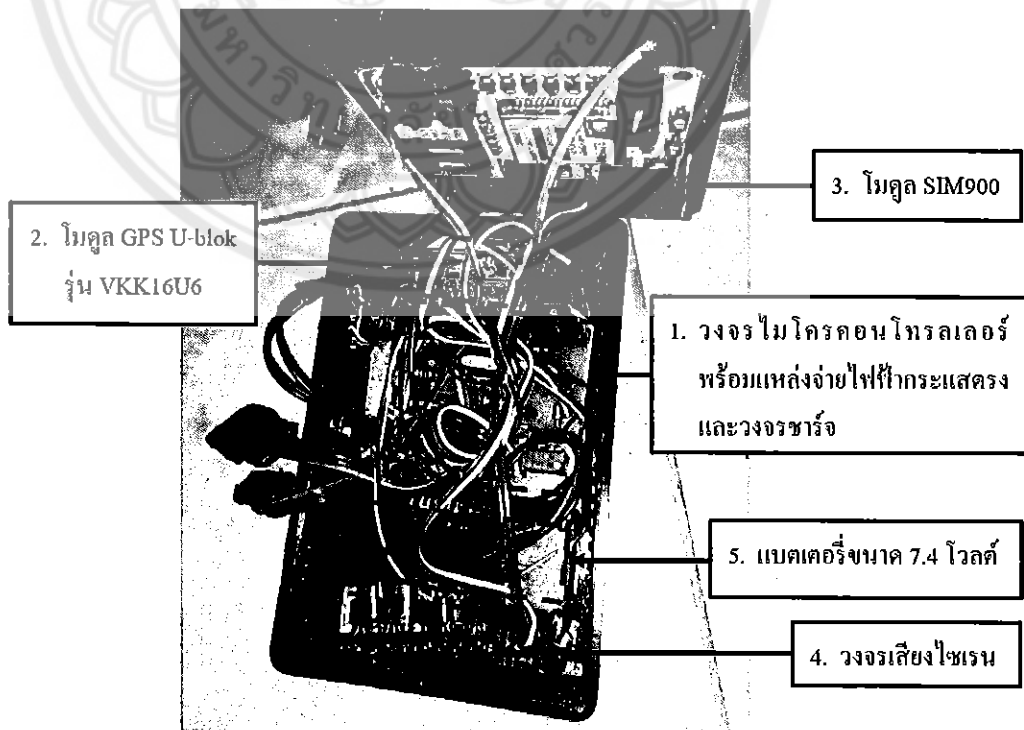
## บทที่ 4

### การทดสอบเครื่องส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือ

หลังจากที่ได้มีการออกแบบและสร้างอุปกรณ์ในบทที่ 3 แล้ว ในบทนี้จะเป็นการอธิบายถึงการทดสอบผลการทำงานของอุปกรณ์ โดยจะแบ่งเนื้อหาออกเป็น 4 ส่วน คือ ผลการออกแบบทางด้านฮาร์ดแวร์ ผลการออกแบบทางด้านซอฟต์แวร์ ผลการทดสอบการทำงานของเครื่องส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือ และการวิเคราะห์ผลการทดลอง ซึ่งในแต่ละส่วนจะอธิบายในหัวข้อดังต่อไปนี้

#### 4.1 ผลการออกแบบทางด้านฮาร์ดแวร์

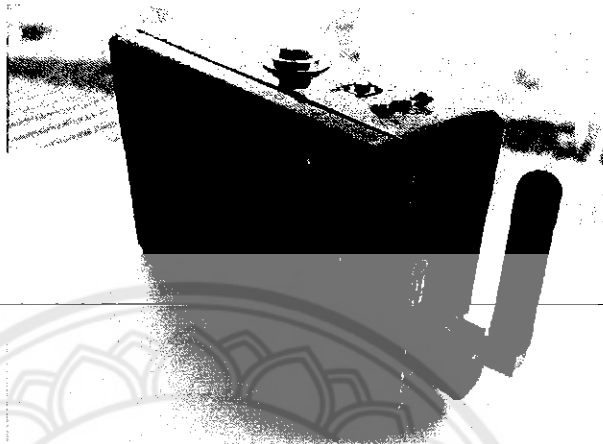
ในการสร้างเครื่องส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือ จากที่ได้กล่าวถึงรายละเอียดและส่วนประกอบภายในต่างๆที่ใช้ในการสร้างเครื่องส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือไว้ในบทที่ 3 แล้ว ซึ่งประกอบไปด้วย วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์พร้อมแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงและวงจรชาร์จ (ส่วนที่ 1) โมดูล GPS (ส่วนที่ 2) โมดูล GPRS (ส่วนที่ 3) วงจรเสียงไซเรน (ส่วนที่ 4) และแบตเตอรี่ขนาด 7.4 โวลต์ (ส่วนที่ 5) ซึ่งสามารถทำการประกอบและแจกแจงรายละเอียดได้ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 วงจรภายในส่วนควบคุม และประมวลผล



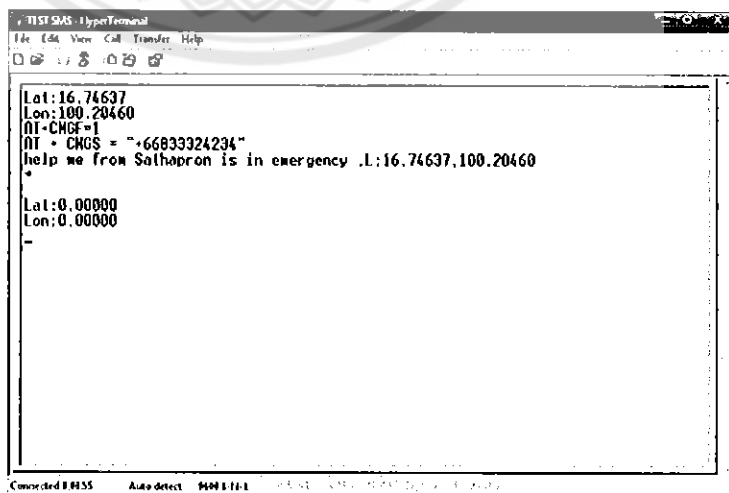
ทำการนำวงจรใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับ โมดูล GPRS โมดูล GPS และวงจรเสียงไซเรน โดยใช้สายไฟเชื่อมตามที่ได้ทำการออกแบบไว้ และจากนั้นนำสายไฟเชื่อมวงจรแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงเข้ากับวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อเป็นไฟเลี้ยงวงจร แล้วทำการปิดกล่องเป็นการเสร็จสมบูรณ์ ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 แสดงการประกอบเครื่องส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือเสร็จสมบูรณ์

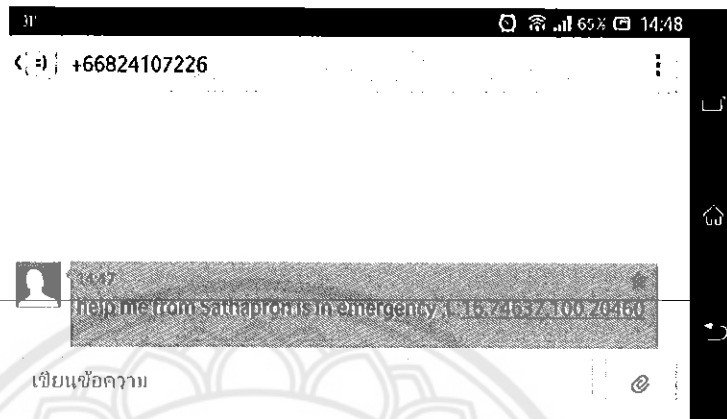
#### 4.2 ผลการออกแบบทางด้านซอฟต์แวร์

ในการทดสอบอุปกรณ์นั้น เครื่องส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือสามารถเชื่อมต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์ได้ เพื่อให้สะดวกต่อการทดสอบอุปกรณ์ในการทำงานทางด้านซอฟต์แวร์ โดยจะแสดงค่าการทำงานของอุปกรณ์ผ่าน Hyper Terminal บนคอมพิวเตอร์ ค่าที่แสดงบนคอมพิวเตอร์จะประกอบไปด้วย ชื่อความขอความช่วยเหลือ หมายเลขโทรศัพท์ปลายทาง พิกัดตำแหน่งที่อยู่ (ละติจูด,ลองจิจูด) ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 ตัวอย่างข้อความที่แสดงค่าการทำงานของอุปกรณ์ผ่าน Hyper Terminal

ส่วนการทำงานบนโทรศัพท์มือถือนั้น ในการส่งข้อความขอความช่วยเหลือไปยัง โทรศัพท์มือถือตามหมายเลขปลายทางที่ตั้งค่าไว้จากการเขียน โปรแกรมนั้น ทางอุปกรณ์ของเรา สามารถทำงานได้อย่างสมบูรณ์ โดยข้อความนั้นจะประกอบไปด้วย ข้อความขอความช่วยเหลือ และพิกัดตำแหน่งที่อยู่ (ละติจูด, ลองจิจูด) ดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 ตัวอย่างข้อความที่หมายเลขปลายทางได้รับ

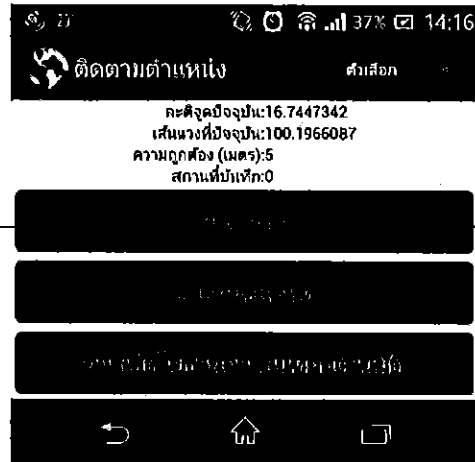
#### 4.3 ผลการทดสอบการทำงานของเครื่องส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือ

##### 4.3.1 การทดสอบความแม่นยำของพิกัดตำแหน่งที่ส่งข้อมูล

ผู้จัดทำโครงการได้ทำการทดสอบความแม่นยำของพิกัดตำแหน่ง โดยการแบ่งพื้นที่ การทดสอบออกเป็น 3 ส่วนคือ พื้นที่โล่งแจ้ง พื้นที่ภายในอาคารและพื้นที่ที่ปกคลุมไปด้วยต้นไม้ ซึ่งค่าพิกัดตำแหน่งจริง ณ จุดทดสอบบนแผนที่ อ้างอิงจากแอปพลิเคชัน GPS Tracking บนโทรศัพท์มือถือ รุ่น SONY XPERIA Z

การทดสอบเพื่อแสดงค่าพิกัดตำแหน่งจากเครื่องส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือ โดยทำการเชื่อมต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์แบบพกพาแล้วแสดงผลบน Hyper Terminal แทนการส่งข้อความไปยัง โทรศัพท์มือถือ โดยตรง เพื่อเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายในการส่งพิกัดตำแหน่งผ่าน SMS มีขั้นตอนการทดสอบดังนี้

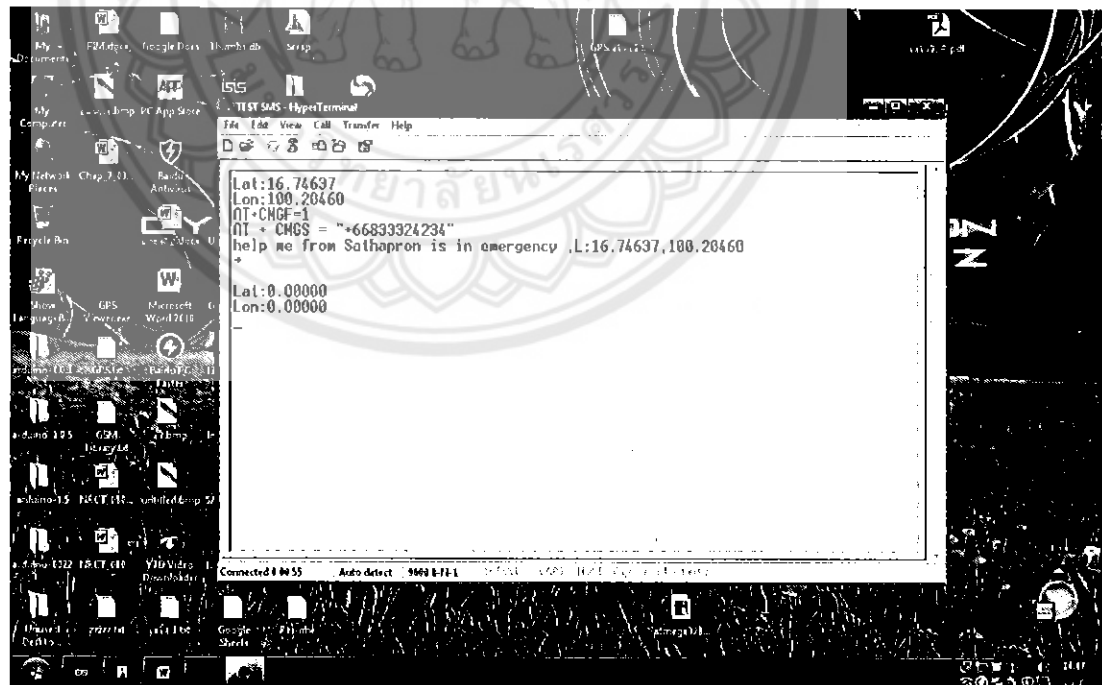
1. เปิดแอปพลิเคชัน GPS Tracking บน โทรศัพท์มือถือดังรูปที่ 4.1 เพื่อแสดงพิกัดตำแหน่งที่อยู่จริง ณ จุดทดสอบและบันทึกค่าพิกัดตำแหน่งนั้น ดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 รูปแสดงค่าพิกัดตำแหน่งจากโทรศัพท์มือถือรุ่น SONY XPERIA Z

2. เปิดเครื่องส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือ แล้วรอนจนกระทั่งสัญญาณ ไฟสีเหลืองกระพริบ ซึ่งเป็นการแสดงสถานะการรับสัญญาณของ GPS

3. ทำการกดสวิตช์เพื่อให้มีการส่งค่าพิกัดตำแหน่งไปแสดงผลบน Hyper Terminal แล้วบันทึกค่าพิกัดตำแหน่งที่เกิดขึ้น จากนั้นกดสวิตช์ทุกๆ 1 นาที เพื่อบันทึกค่าพิกัดตำแหน่งจากเครื่องส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือ ดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 รูปแสดงค่าพิกัดตำแหน่งจากเครื่องส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือที่แสดงบน Hyper Terminal

การเปรียบเทียบค่าพิกัดตำแหน่งของเครื่องส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือ กับพิกัดตำแหน่งจริงกล่าวคือ เป็นการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนจากจุดพิกัดตำแหน่งที่ทดสอบกับจุดพิกัดตำแหน่งของเครื่องส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือ โดยการเปลี่ยนค่าพิกัดตำแหน่งให้เป็นเมตรก่อนแล้วจึงนำมาหาค่าผลต่าง ดังสมการที่ 4.1.1

สมการที่ใช้ในการคำนวณระยะทางจากจุดสองจุด

การคำนวณระยะทางจากจุดสองจุดที่ได้จาก GPS จะใช้สมการ

$$D = \sqrt{(\text{lat}2 - \text{lat}1)^2 + (\text{long}2 - \text{long}1)^2}$$

Lat1 = Latitude จุดแรก

Lat2 = Latitude จุดที่สอง

Long1 = Longitude จุดแรก

Long2 = Longitude จุดที่สอง

โดยค่า Latitude และ Longitude จะต้องเปลี่ยนจาก หน่วยแบบ DD (Decimal Degrees) เป็นหน่วยแบบ DMS (Degrees Minute Seconds) ก่อน เพื่อจะได้เปลี่ยนหน่วยเป็น “เมตร” ได้ง่าย ตัวอย่างเช่น

ค่าพิกัด ในรูปแบบ DD คือ 100.45416 ต้องเปลี่ยนเป็น DMS มีวิธีดังนี้

1. ตัวเลขก่อนหน้าจุดทศนิยม จะเป็นค่าของหน่วยองศา คือ 100 องศา
2. นำตัวเลขหลังทศนิยม คูณด้วย 60 คือ  $0.45416 \times 60 = 27.2496$
3. จากค่าที่คำนวณได้ 27.2496 ตัวเลขก่อนหน้าจุดทศนิยม จะเป็นค่าของหน่วยลิปดา คือ 27 ลิปดา
4. นำตัวเลขหลังทศนิยมจากผลคูณในข้อ 2 คูณด้วย 60 คือ  $0.2496 \times 60 = 14.976$
5. ค่าที่ได้จากข้อ 4 จะเป็นค่าของหน่วยฟิลิปดา คือ 14.976 ฟิลิปดา

จะได้ค่าดังนี้ คือ 100 องศา 27 ลิปดา 14.976 ฟิลิปดา ต้องเปลี่ยนค่าดังกล่าว เป็นหน่วยเมตรก่อนแทนในสมการ โดย

ค่าองศา (Degrees) 1 องศา มี 60 ลิปดา

ค่าลิปดา (Minutes) 1 ลิปดา มี 60 ฟิลิปดา

ฟิลิปดา (Seconds) 1 ฟิลิปดา มีค่าระยะทางประมาณ 30.48 เมตร

### วิธีทำ

$$(((100 \times 60) + 27) \times 60) + 14.976) \times 30.48 = 11022634.06848 \text{ เมตร}$$

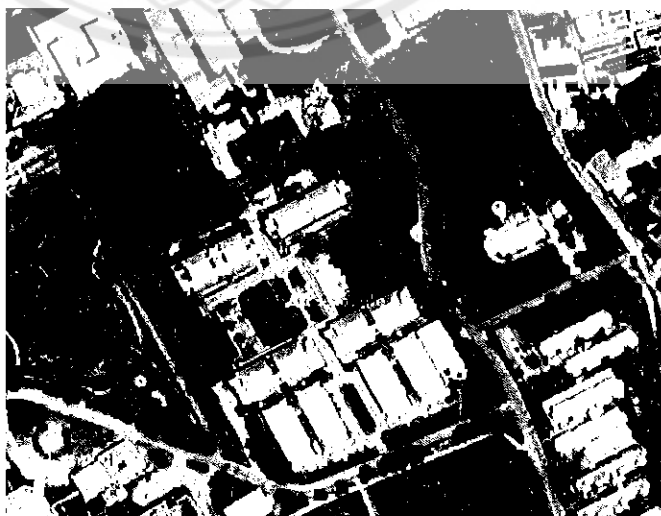
เมื่อได้หน่วยพิกัดเป็น เมตร จะสามารถ นำไปแทนในสมการดังกล่าวได้

$$D = \sqrt{(\text{lat}2 - \text{lat}1)^2 + (\text{long}2 - \text{long}1)^2}$$

#### 1. การทดสอบบริเวณพื้นที่โล่งแจ้ง



รูปที่ 4.7 รูปแสดงการทดสอบบริเวณพื้นที่โล่งแจ้ง

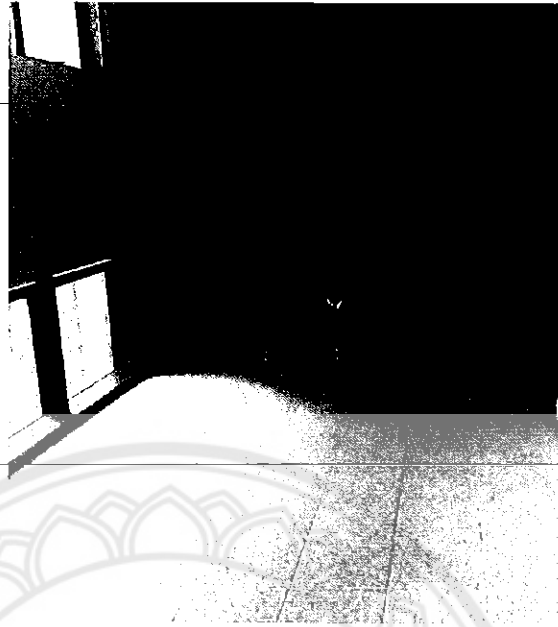


รูปที่ 4.8 รูปแสดงพิกัดตำแหน่งการทดสอบบริเวณพื้นที่โล่งแจ้ง

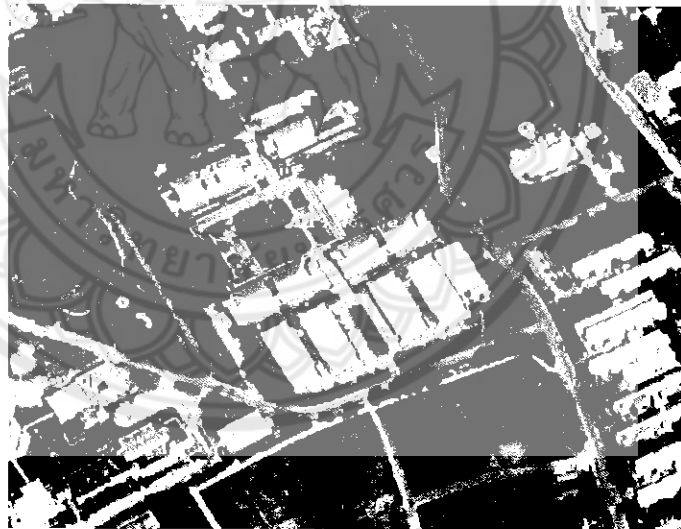
ตารางที่ 4.1 การทดสอบบริเวณพื้นที่โล่งแจ้ง

ครั้งที่	เครื่องส่ง	พิกัดตำแหน่งจริง	ระยะระหว่างเครื่องส่งสัญญาณ กับพิกัดตำแหน่งจริง (เมตร)
1	16.74485,100.19638	16.74468,100.19635	14
2	16.74479,100.19635	16.74468,100.19635	12
3	16.74490,100.19630	16.74468,100.19635	25
4	16.74487,100.19630	16.74468,100.19635	22
5	16.74485,100.19635	16.74468,100.19635	19
6	16.74487,100.19635	16.74468,100.19635	21
7	16.74477,100.19635	16.74468,100.19635	10
8	16.74473,100.19622	16.74468,100.19635	15
9	16.74479,100.19635	16.74468,100.19635	12
10	16.74453,100.19637	16.74468,100.19635	17
11	16.74483,100.19622	16.74468,100.19635	22
12	16.74480,100.19635	16.74468,100.19635	13
13	16.74479,100.19635	16.74468,100.19635	12
14	16.74462,100.19635	16.74468,100.19635	7
15	16.74479,100.19635	16.74468,100.19635	12
16	16.74462,100.19625	16.74468,100.19635	13
17	16.74480,100.19635	16.74468,100.19635	13
18	16.74480,100.19635	16.74468,100.19635	13
19	16.74482,100.19622	16.74468,100.19635	21
20	16.74482,100.19635	16.74468,100.19635	15
21	16.74480,100.19630	16.74468,100.19635	14
22	16.74480,100.19630	16.74468,100.19635	14
ค่าเฉลี่ย			15.27
Standard Deviation			4.53

## 2. การทดสอบภายในอาคาร



รูปที่ 4.9 รูปแสดงการทดสอบบริเวณภายในอาคาร



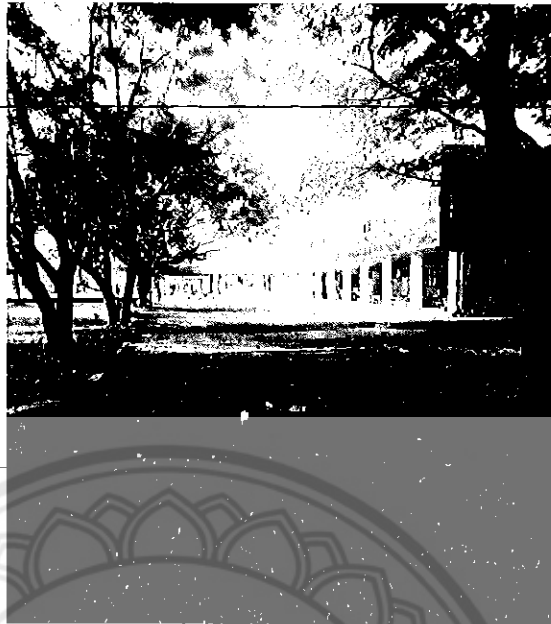
รูปที่ 4.10 รูปแสดงพิกัดตำแหน่งการทดสอบบริเวณภายในอาคาร

ตารางที่ 4.2 การทดสอบบริเวณพื้นที่ภายในอาคาร

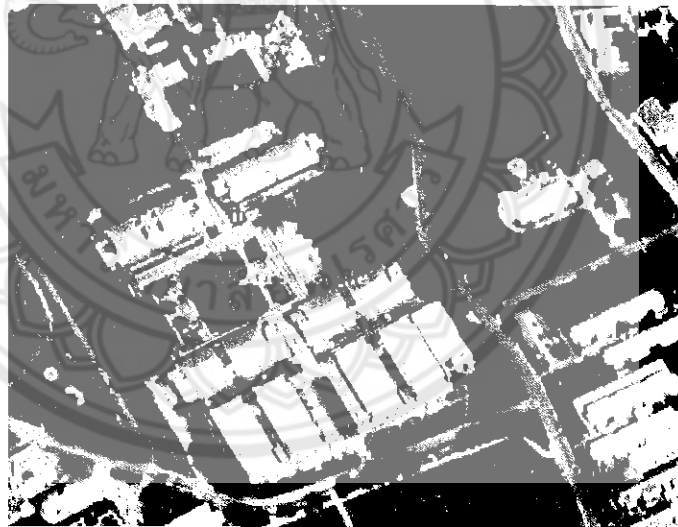
ครั้งที่	เครื่องส่ง	พิกัดตำแหน่งจริง	ระยะระหว่างเครื่องส่งสัญญาณ กับพิกัดตำแหน่งจริง (เมตร)
1	16.74436,100.19714	16.74456, 100.19665	68
2	16.74374,100.19675	16.74456, 100.19665	80
3	16.74437,100.19688	16.74456, 100.19665	71
4	16.74438,100.19710	16.74456, 100.19665	80
5	16.74415,100.19652	16.74456, 100.19665	52
6	16.74430,100.19670	16.74456, 100.19665	62
7	16.74428,100.19685	16.74456, 100.19665	61
8	16.74438,100.19683	16.74456, 100.19665	71
9	16.74415,100.19675	16.74456, 100.19665	45
10	16.74431,100.19685	16.74456, 100.19665	64
11	16.74403,100.19690	16.74456, 100.19665	36
12	16.74404,100.19701	16.74456, 100.19665	43
13	16.74385,100.19717	16.74456, 100.19665	46
14	16.74438,100.19710	16.74456, 100.19665	80
15	16.74408,100.19697	16.74456, 100.19665	44
16	16.74450,100.19685	16.74456, 100.19665	85
17	16.74462,100.19675	16.74456, 100.19665	97
18	16.74460,100.19643	16.74456, 100.19665	101
19	16.74418,100.19705	16.74456, 100.19665	58
20	16.74352,100.19697	16.74456, 100.19665	34
21	16.74368,100.19710	16.74456, 100.19665	38
22	16.74437,100.19710	16.74456, 100.19665	79
ค่าเฉลี่ย			63.4
Standard Deviation			19.61



### 3. การทดสอบบริเวณพื้นที่ปกคลุมด้วยต้นไม้



รูปที่ 4.11 รูปแสดงการทดสอบบริเวณพื้นที่ปกคลุมด้วยต้นไม้



รูปที่ 4.12 รูปแสดงพิกัดตำแหน่งการทดสอบบริเวณพื้นที่ปกคลุมด้วยต้นไม้

ตารางที่ 4.3 การทดสอบบริเวณพื้นที่ปกคลุมไปด้วยต้นไม้

ครั้งที่	เครื่องส่ง	พิกัดตำแหน่งจริง	ระยะระหว่างเครื่องส่งสัญญาณ กับพิกัดตำแหน่งจริง (เมตร)
1	16.74464,100.19728	16.74453,100.19724	13
2	16.74445,100.19727	16.74453,100.19724	9
3	16.74465,100.19724	16.74453,100.19724	13
4	16.74465,100.19724	16.74453,100.19724	13
5	16.74467,100.19724	16.74453,100.19724	15
6	16.74467,100.19727	16.74453,100.19724	16
7	16.74465,100.19715	16.74453,100.19724	16
8	16.74467,100.19717	16.74453,100.19724	17
9	16.74467,100.19732	16.74453,100.19724	18
10	16.74467,100.19715	16.74453,100.19724	18
11	16.74465,100.19727	16.74453,100.19724	14
12	16.74465,100.19728	16.74453,100.19724	14
13	16.74463,100.19728	16.74453,100.19724	12
14	16.74465,100.19720	16.74453,100.19724	14
15	16.74465,100.19728	16.74453,100.19724	14
16	16.74463,100.19717	16.74453,100.19724	13
17	16.74465,100.19727	16.74453,100.19724	14
18	16.74465,100.19724	16.74453,100.19724	13
19	16.74465,100.19724	16.74453,100.19724	13
20	16.74467,100.19724	16.74453,100.19724	15
21	16.74465,100.19717	16.74453,100.19724	15
22	16.74447,100.19757	16.74453,100.19724	36
ค่าเฉลี่ย			15.22
Standard Deviation			5.06

### 4.3.2 การทดสอบความดังของสัญญาณเสียง

ผู้จัดทำโครงการได้ดำเนินการทดสอบ ความดังของสัญญาณเสียง โดยทำการแบ่งออกเป็นสองส่วน คือ ส่วนแรกทำการทดสอบความดังของสัญญาณเสียงในพื้นที่โล่ง และส่วนที่สองทำการทดสอบความดังของสัญญาณเสียงภายในอาคาร ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

#### 1. การทดสอบในพื้นที่โล่ง

การทดสอบในพื้นที่โล่งแจ้ง ทำได้โดยการกดสวิทช์ที่เครื่องส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือ จากนั้นจะมีสัญญาณเสียงดังขึ้น แล้วทำการวัดระยะที่ได้ยินเสียง จากแหล่งกำเนิดเสียงแล้วเดินออกจากแหล่งกำเนิดเสียงเพื่อหาระยะทางโดยใช้ตลับเมตรในการวัดระยะทาง โดยผลจากการทดสอบวัดระยะทางได้ไกลสูงสุดประมาณ 80 เมตร

#### 2. การทดสอบภายในอาคาร

การทดสอบภายในอาคาร ทำได้โดยการกดสวิทช์ที่เครื่องส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือ จากนั้นจะมีสัญญาณเสียงดังขึ้น แล้วทำการวัดระยะที่ได้ยินเสียง โดยกำหนดให้แหล่งกำเนิดเสียงอยู่ภายในห้องปิด และผู้ทดสอบอยู่นอกห้องดังกล่าว จากนั้นทำการวัดระยะทางจากแหล่งกำเนิดเสียงไปถึงผู้ทดสอบ โดยผลจากการทดสอบวัดระยะทางได้ไกลสูงสุดประมาณ 8 เมตร

### 4.4 วิเคราะห์ผลการทดลอง

การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือที่พัฒนาขึ้น ได้แบ่งการทดลองออกเป็น การทดสอบการทำงานของเครื่องส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือ การทดสอบความแม่นยำของพิกัดตำแหน่งที่ส่งข้อมูล และการทดสอบความดังของสัญญาณเสียง ซึ่งสามารถวิเคราะห์ผลได้ดังต่อไปนี้

การทดสอบการทำงานของเครื่องส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือทั้งด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ สามารถวิเคราะห์ได้ว่า อุปกรณ์ที่คณะผู้จัดทำได้สร้างขึ้นมีวิธีการใช้งานที่ง่ายและมีขนาดพกพาได้สะดวก สามารถทำงานได้ตามที่คณะผู้จัดทำออกแบบไว้ สำหรับผลการทำงานของอุปกรณ์ขอความช่วยเหลือพบว่าอุปกรณ์สามารถส่งสัญญาณเสียงทุกครั้งที่เกิดสวิทช์ในทันที และสามารถส่งข้อความไปยังโทรศัพท์มือถือที่บ้านที่หมายเลขปลายทางไว้ได้ทุกครั้งในพื้นที่ที่มีสัญญาณโทรศัพท์ ดังรูปที่ 4.4 แต่ยังมีข้อจำกัดในเรื่องของการแสดงพิกัดตำแหน่งของอุปกรณ์ที่ยังระบุตำแหน่งคลาดเคลื่อน และไม่สามารถแสดงพิกัดตำแหน่งได้ในกรณีที่ชุดวงจร GPS ไม่สามารถรับสัญญาณจากดาวเทียมได้

การทดสอบความแม่นยำของพิกัดตำแหน่งที่ส่งข้อมูล เป็นการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบค่าพิกัดตำแหน่งของเครื่องส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือกับพิกัดตำแหน่งจริง โดยการทดสอบจะแบ่งออกเป็นอีก 3 ส่วน คือ พื้นที่โล่งแจ้ง พื้นที่ภายในอาคาร และพื้นที่ปกคลุมด้วยต้นไม้ สามารถวิเคราะห์ผลได้ดังนี้

การทดสอบการทำงานของเครื่องส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือบริเวณพื้นที่โล่งแจ้ง ถนนจอดรถหน้าตึก ภาควิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ เวลา 11.00 - 12.00 นาฬิกา ดังแสดงผลในตารางที่ 4.1 จะเห็นได้ว่า มีค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนระหว่างพิกัดตำแหน่งจากเครื่องส่ง และพิกัดตำแหน่งจริงที่แสดงบนแผนที่ในแอปพลิเคชัน GPS Tracking บนโทรศัพท์มือถือเท่ากับ  $15.27 \pm 4.53$  เมตร

การทดสอบการทำงานของเครื่องส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือบริเวณพื้นที่ภายในอาคาร ทดสอบภายในอาคารชั้น 6 ภาควิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ ระยะห่างจากขอบหน้าต่าง 0.5 เมตร ดังแสดงผลในตารางที่ 4.2 จะเห็นได้ว่า มีค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนระหว่างพิกัดตำแหน่งจากเครื่องส่ง และพิกัดตำแหน่งจริงที่แสดงบนแผนที่ในแอปพลิเคชัน GPS Tracking บนโทรศัพท์มือถือเท่ากับ  $63.4 \pm 19.61$  เมตร

การทดสอบการทำงานของเครื่องส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือบริเวณพื้นที่ปกคลุมด้วยต้นไม้ ใต้ต้นไม้ข้างอาคารภาควิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ ดังแสดงผลในตารางที่ 4.3 จะเห็นได้ว่า มีค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนระหว่างพิกัดตำแหน่งจากเครื่องส่ง และพิกัดตำแหน่งจริงที่แสดงบนแผนที่ในแอปพลิเคชัน GPS Tracking บนโทรศัพท์มือถือเท่ากับ  $15.22 \pm 5.06$  เมตร

การทดสอบความดังของสัญญาณเสียง โดยการทดสอบจะแบ่งออกเป็น ทดสอบความดังของสัญญาณเสียงในพื้นที่โล่ง และการทดสอบความดังของสัญญาณเสียงภายในอาคาร โดยทางผู้จัดทำความได้สุ่มตัวอย่างบุคคลเพื่อฟังความดังของสัญญาณเสียงที่สามารถรับฟังได้ และสรุปได้ว่า การทดสอบในพื้นที่โล่งความดังสัญญาณเสียงวัดระยะทางได้ไกลสุดเฉลี่ยประมาณ 80 เมตร ซึ่งมากกว่าบริเวณภายในอาคารที่วัดระยะทางได้ประมาณ 8 เมตร เนื่องจากมีสิ่งกีดขวางการเดินทางของเสียงบริเวณภายในอาคารมีมากกว่าเมื่อเทียบกับบริเวณพื้นที่โล่ง และเนื่องด้วยความจำกัดของขนาดของเครื่องส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือที่ต้องสะดวกต่อการพกพาของผู้ใช้งาน ส่งผลให้ต้องจำกัดขนาดของลำโพงให้มีขนาดเล็ก เพื่อให้ง่ายต่อการออกแบบอุปกรณ์ และการประหยัดของแบตเตอรี่ จึงทำให้ความดังของสัญญาณเสียงที่มีระยะทางของความดังที่จำกัด

## บทที่ 5

### สรุปผล

จากการดำเนินโครงการสามารถสรุปผลการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ในส่วนของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ซึ่งแจ้งปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการค้าดำเนินงาน รวมทั้งเสนอแนวทางการแก้ปัญหา พร้อมให้ข้อเสนอแนะในการทำโครงการไว้พัฒนาต่อไป

#### 5.1 สรุปผลการดำเนินโครงการ

โครงการนี้ได้จัดทำขึ้นเพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือ เพื่อใช้เป็นอุปกรณ์ในการช่วยเหลือผู้ป่วยที่มีอาการหรือโรคที่เกิดอย่างกะทันหัน เช่น โรคหัวใจ เป็นต้น

การดำเนินโครงการประกอบไปด้วยขั้นตอนทั้งหมด 5 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาข้อมูลและหลักการทางทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบทางด้านฮาร์ดแวร์ ขั้นตอนที่ 3 การออกแบบทางด้านซอฟต์แวร์ ขั้นตอนที่ 4 การทดสอบเครื่องส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือ ขั้นตอนที่ 5 จัดทำรูปเล่มปริิญาานิพนธ์

ผลการออกแบบเครื่องส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือ ทางผู้จัดทำได้ทำการออกแบบทางด้านฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ ดังรูปที่ 4.1 และ รูปที่ 4.2 ตามลำดับ และอุปกรณ์ก็สามารถทำการส่งข้อความขอความช่วยเหลือได้ตามที่ออกแบบไว้ ดังรูปที่ 4.4 และสามารถทำการทดสอบการทำงานของเครื่องส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือ ซึ่งแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่หนึ่งการทดสอบความแม่นยำของพิกัดตำแหน่งที่ส่งข้อมูล มีผลการทดสอบดังตารางที่ 4.1 ตารางที่ 4.2 ตารางที่ 4.3 และส่วนที่สองการทดสอบความดังของสัญญาณเสียง มีผลดังหัวข้อที่ 4.3.2

จากการดำเนินการศึกษาและทำโครงการได้ผลสรุปดังนี้ คือ เครื่องส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือสามารถส่งพิกัดตำแหน่งและข้อมูลของผู้ขอความช่วยเหลือที่ได้บันทึกไว้เข้าโทรศัพท์มือถือที่บันทึกไว้ได้ และนอกจากนี้เครื่องส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือมีสัญญาณเสียงเตือนเพื่อให้บุคคลรอบข้างได้ยิน เพื่อสามารถเข้ามาช่วยเหลือได้ มีวิธีการใช้งานที่ง่ายและมีขนาดพกพาได้สะดวก

## 5.2 ปัญหา และแนวทางแก้ไข

5.2.1 ปัญหาจากทำงาน เนื่องจากมีการจัดหาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ยากและการศึกษา การเขียนโปรแกรมหลายอย่าง เช่น ภาษาซี เพื่อใช้ในการเขียนโปรแกรมในไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่ใช้ในการควบคุมการทำงาน ซึ่งใช้เวลานานในการศึกษา แนวทางการแก้ไขปัญหาคือ ศึกษาคู่มือ ของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลนั้นอย่างละเอียด

5.2.2 ความคลาดเคลื่อนของ GPS ในโทรศัพท์มือถือ ซึ่งแต่ละเครื่องก็จะมี ความคลาดเคลื่อนที่ต่างกันอีกทั้งยังมีปัจจัยของสภาพอากาศทำให้เป็นอุปสรรคเวลาที่ทำการทดลองเพราะไม่ทราบค่าความคลาดเคลื่อนที่แน่นอน ทำให้ไม่สามารถระบุชัดเจนได้ รวมไปถึงความเร็วในการประมวลผลของโทรศัพท์มือถือแต่ละเครื่องเพราะถ้าเป็นเครื่องที่ประมวลผลได้ช้าก็จะใช้เวลา ในการรอรับค่า GPS นานมากแนวทางการแก้ไขปัญหาคือ ใช้โทรศัพท์มือถือที่ประมวลผลได้เร็วก็จะทำให้ใช้เวลาในการรอรับค่า GPS น้อยมาก

5.2.3 ความไวในการจับสัญญาณของโมดูล GPS U-blok รุ่น VKK16U6 ยังใช้เวลานาน ในการจับสัญญาณและโมดูล GPS ยังมีความเสียหายง่าย ถ้าหากมีแรงดันเกินเล็กน้อย แนวทางการแก้ไขปัญหาคือ ใช้โมดูล GPS ที่มีราคาแพงขึ้น

## 5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนา

จากผลการดำเนินงานโครงการ เมื่อเทียบกับวัตถุประสงค์ ซึ่งได้ผลดังนี้การออกแบบ อุปกรณ์เครื่องส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือสามารถนำไปใช้งานได้ และการออกแบบในการรับ ข้อมูลจาก GPS Module สามารถนำข้อมูลที่รับเข้ามาส่งไปยังโทรศัพท์มือถือได้ และสามารถพัฒนา อุปกรณ์เครื่องส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือต่อไปได้ คือ ให้สามารถส่งข้อความภาษาไทยและ เพิ่มความจุของแบตเตอรี่ให้มากขึ้นเพื่อเพิ่มเวลาการใช้งานให้ยาวนานขึ้น

นอกจากนี้ ในกรณีที่ผู้ป่วยไม่สามารถทำการกดสวิทช์จากเครื่องส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือ ไม่ได้ อุปกรณ์ควรเพิ่มส่วนของการตรวจจับการล้มของผู้ป่วยขึ้น เพื่อทำการส่งสัญญาณขอความช่วยเหลืออัตโนมัติ

## เอกสารอ้างอิง

- [1] ทีมงานสมาร์ตเลิร์นนิ่ง. (2543). พื้นฐานการออกแบบวงจรอย่างง่าย. (1). กรุงเทพฯ: ห้าง  
หุ้นส่วนสามัญ-สมาร์ตเลิร์นนิ่ง.
- [2] ประจัน พลังสันติกุล. (2549.). การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ด้วย  
ภาษา C กับ WinAVR (C Compiler). กรุงเทพฯ: บริษัท แอปซอพต์แวร์ จำกัด
- [3] ชูเกียรติ วิเชียรเจริญ. (2534). การประยุกต์ใช้งานรังวัดดาวเทียม GPS ในประเทศไทย. หน้า 63  
วิศวกรรมสาร ฉบับที่ 8
- [4] คู่มือการใช้งาน manual-ET-SIM900.pdf: <http://www.ett.co.th>
- [5] คู่มือการใช้งาน ATMEGA64.pdf: <http://www.ett.co.th>

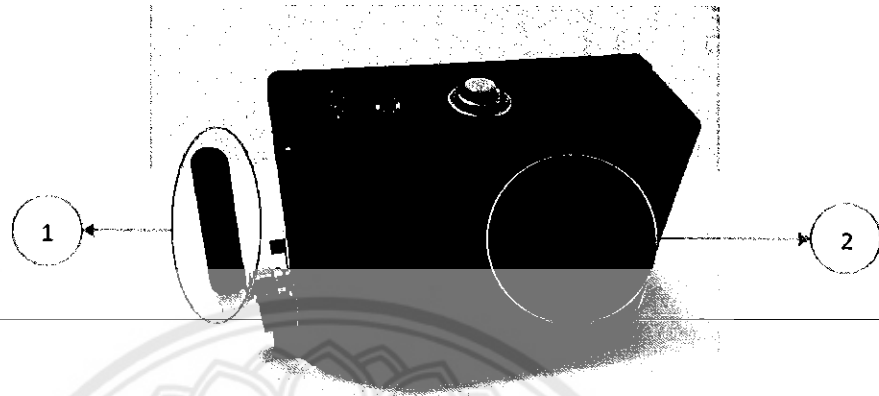






## คู่มือการใช้งาน

## ลักษณะของอุปกรณ์



รูปที่ 1 ด้านหน้าของตัวเครื่อง

หมายเลข 1 คือ เสาส่งสัญญาณ GPS Module

หมายเลข 2 คือ ช่องระบายความร้อน



รูปที่ 2 ด้านหลังของตัวเครื่อง

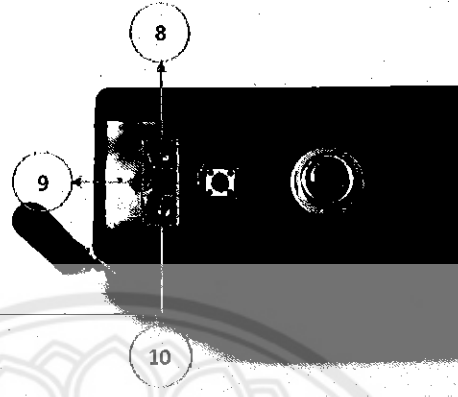
หมายเลข 3 คือ สวิตช์เริ่มทำงาน จะกดเมื่อต้องการส่งสัญญาณร้องขอความช่วยเหลือ

หมายเลข 4 คือ ช่องสำหรับชาร์จไฟให้อุปกรณ์ ใช้แอดปเตอ์ 12 โวลต์ กระแสตรงขนาด 0.25 แอมแปร์

หมายเลข 5 คือ สวิตช์เลื่อนเปิด-ปิดเครื่อง

หมายเลข 6 คือ สวิตช์กดยกเลิกการทำงาน

หมายเลข 7 คือ ลำโพง



รูปที่ 3 ด้านบนของตัวเครื่อง

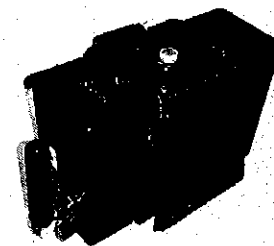
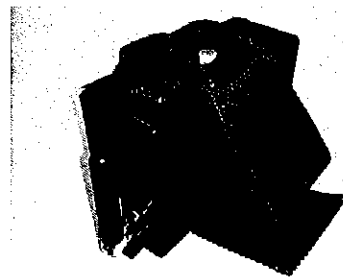
หมายเลข 8 คือ ไฟแสดงสถานะ เปิด-ปิด (สีเขียว)

หมายเลข 9 คือ ไฟแสดงสถานะการชาร์จไฟ (สีแดง)

หมายเลข 10 คือ ไฟแสดงสถานะการจับสัญญาณ GPS (สีเหลือง)



รูปที่ 4 รูปแสดงสายรัดตัวเครื่อง



รูปที่ 5 รูปแสดงตัวเครื่องเมื่อสวมสายรัด

## วิธีการใช้งานของอุปกรณ์

1. ชาร์ตไฟให้กับอุปกรณ์ โดยเสียบสายชาร์ตเข้ากับตัวอุปกรณ์ สังเกตไฟสีแดงจะแสดงสถานะของเครื่องที่กำลังชาร์ต ไฟสีแดงจะดับเมื่อชาร์ตไฟเต็มแล้วซึ่งใช้เวลาประมาณ 3 ชั่วโมง



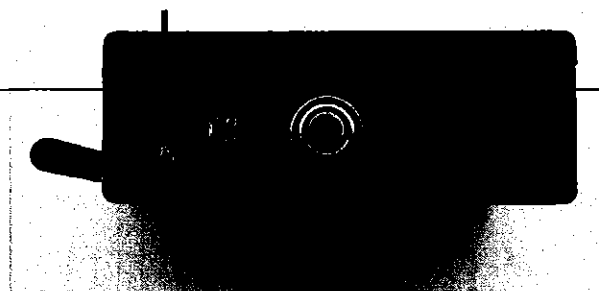
รูปที่ 6 แสดงตำแหน่งชาร์ตไฟของอุปกรณ์ขอความช่วยเหลือ

2. นำตัวเครื่องมาติดกับเข็มขัดของผู้ใช้งานในตำแหน่งที่สามารถกดปุ่มได้สะดวก



รูปที่ 7 แสดงลักษณะของการติดอุปกรณ์ขอความช่วยเหลือ

3. เลื่อนสวิตช์สีแดงเพื่อเปิดเครื่อง สังเกตสถานะของเครื่องที่พร้อมใช้งานได้จากไฟสีเขียว



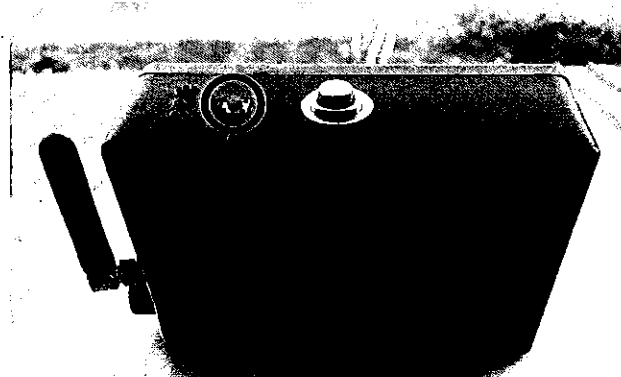
รูปที่ 8 แสดงสวิตช์เปิดปิดและไฟสีเขียวแสดงสถานะพร้อมใช้งาน

4. เมื่อเกิดภาวะฉุกเฉินและต้องการขอความช่วยเหลือ ให้ผู้ใช้งานกดปุ่มสีเหลือง



รูปที่ 9 แสดงปุ่มกด เมื่อต้องการส่งสัญญาณร้องขอความช่วยเหลือ

5. กรณีกดปุ่มสีเหลืองโดยไม่เจตนา ให้ผู้ใช้งานกดปุ่มสีแดง เพื่อยกเลิกการส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือทั้งหมด

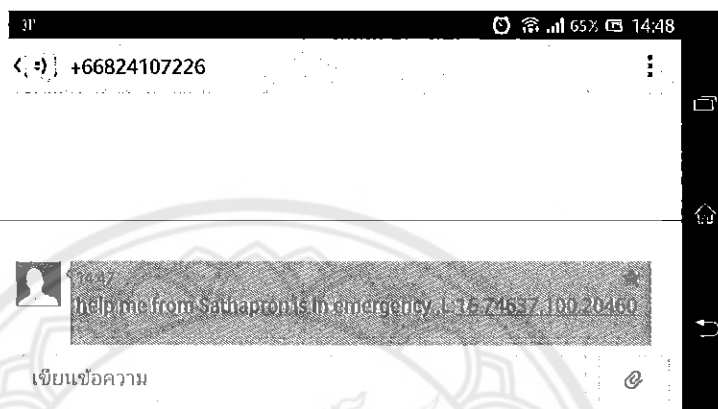


รูปที่ 10 แสดงปุ่มยกเลิกอุปกรณ์ขอความช่วยเหลือ

## วิธีปฏิบัติของผู้ที่ได้รับข้อความ

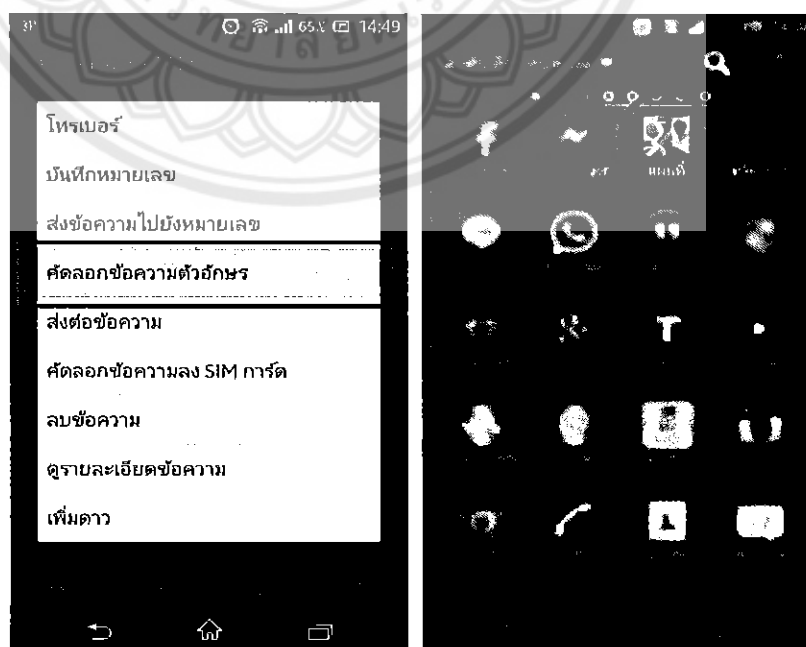
### - การค้นหาผ่าน Smartphone

1. หมายเลขโทรศัพท์ปลายทางที่รับข้อความจากอุปกรณ์ข้อความช่วยเหลือ จะได้รับข้อความที่ประกอบไปด้วยข้อความขอความช่วยเหลือเป็นภาษาอังกฤษ ชื่อผู้ปวยเป็นภาษาอังกฤษ และข้อความระบุพิกัดตำแหน่งของเครื่อง



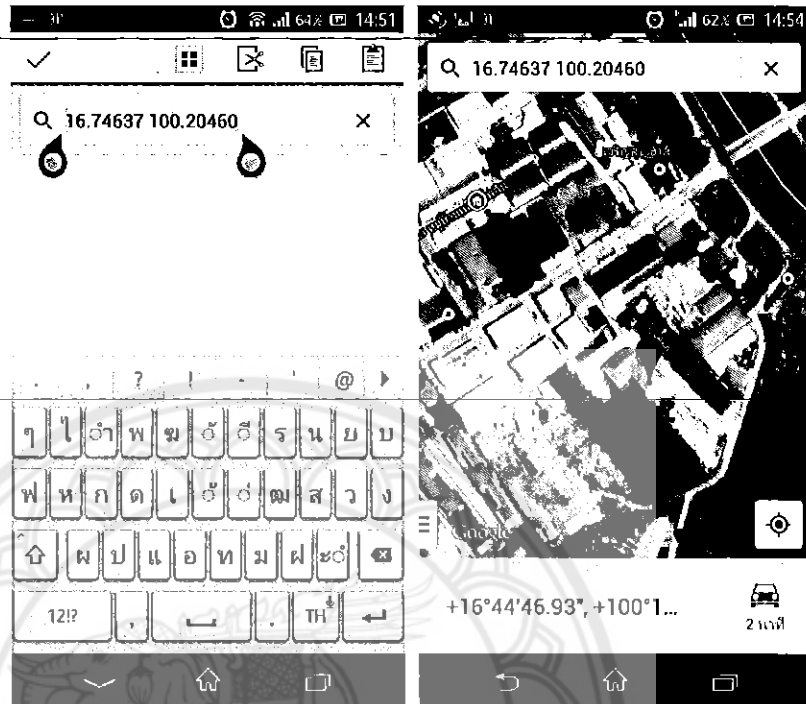
รูปที่ 11 ตัวอย่างข้อความที่ได้รับจากการใช้งานอุปกรณ์ข้อความช่วยเหลือ

2. ให้ผู้รับข้อความเปิดบริการแผนที่ออนไลน์ (Google Map) ของเว็บไซต์ Google ใน Smartphone และคัดลอกรหัสพิกัดภูมิศาสตร์หลังอักษร L เพื่อนำรหัสพิกัดไปค้นหาตำแหน่งของผู้ใช้งานอุปกรณ์



รูปที่ 12 การเข้าสู่บริการแผนที่ออนไลน์ในโทรศัพท์เคลื่อนที่และคัดลอกข้อความ

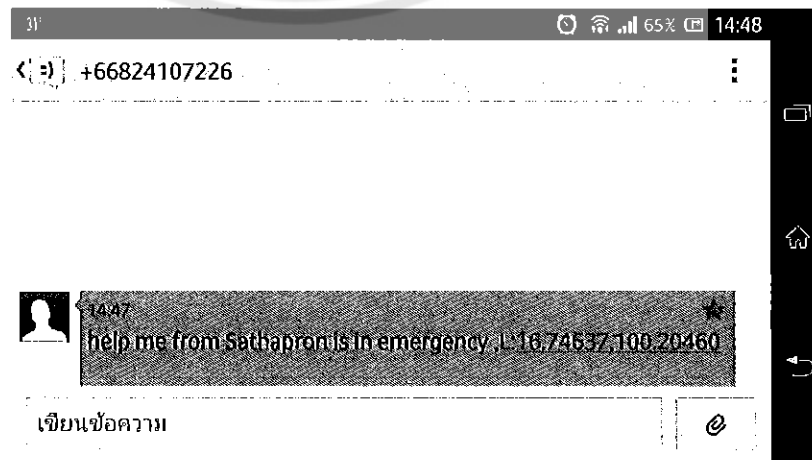
3. นำรหัสพิกัดภูมิศาสตร์ที่คัดลอกไว้มาวางในช่องค้นหาของบริการแผนที่ออนไลน์ (Google Map) เมื่อกดค้นหาแล้วจะปรากฏแผนที่เพื่อระบุตำแหน่งของผู้ใช้งานอุปกรณ์ขอช่วยเหลือ



รูปที่ 13 การวางข้อความลงในช่องค้นหาและภาพแผนที่ออนไลน์

#### - การค้นหาผ่าน Website

1. หมายเลขโทรศัพท์ปลายทางที่รับข้อความจากอุปกรณ์ขอความช่วยเหลือ จะได้รับข้อความที่ประกอบไปด้วยข้อความขอความช่วยเหลือเป็นภาษาอังกฤษ ชื่อผู้ป่วยเป็นภาษาอังกฤษ และข้อความระบุพิกัดตำแหน่งของเครื่อง



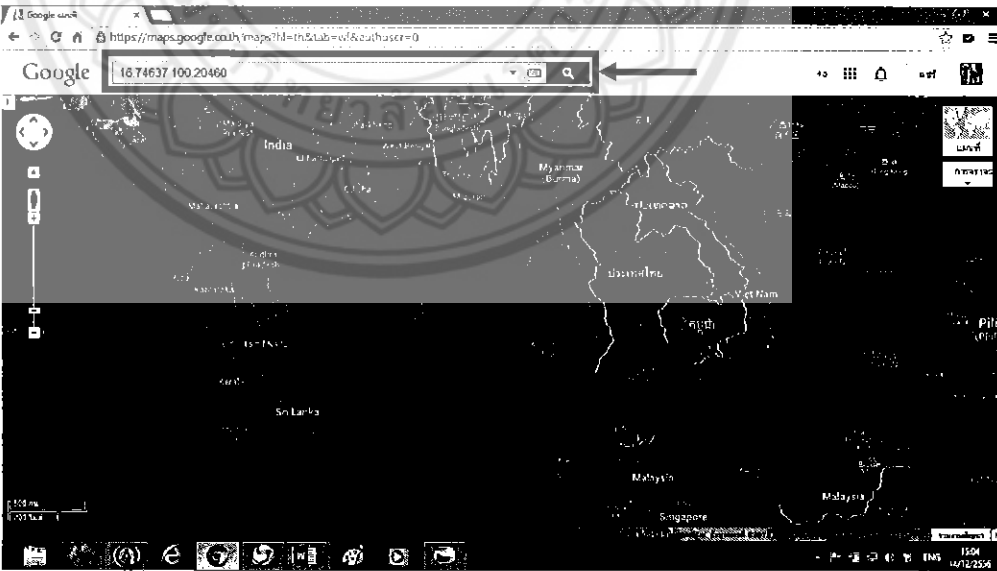
รูปที่ 14 ตัวอย่างข้อความที่หมายเลขปลายทางได้รับ

2. ให้ผู้รับข้อความเปิดบริการแผนที่ออนไลน์ (Google Map) ของเว็บไซต์ Google เพื่อนำรหัสพิกัดไปค้นหาตำแหน่งของผู้ใช้งาน



รูปที่ 15 การเข้าสู่บริการแผนที่ออนไลน์ผ่านเบราว์เซอร์

3. ให้ผู้รับข้อความนำรหัสพิกัดภูมิศาสตร์หลังอักษร L มาวางในช่องค้นหาของบริการแผนที่ออนไลน์ (Google Map) เมื่อกดค้นหาแล้วจะปรากฏแผนที่เพื่อระบุตำแหน่งของผู้ใช้งาน



รูปที่ 16 ตัวอย่างการใส่รหัสพิกัดลงในช่องค้นหา



รูปที่ 17 ตัวอย่างตำแหน่งของผู้ใช้งาน







ภาคผนวก ข

ซอร์สโค้ดของไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA328P

```

#include <SoftwareSerial.h>
#include <String.h>
float lati, longati, latitudefix, longatitdefix;
String latu, longatu, latdir, londir, latitudebener, longatitdebener;

SoftwareSerial mySerial(10,11);
String id="1310220001";
int count=2;
int count1;
int led = 9;
int led1 = 13;

int buttonBpin = 3;
void setup()
{
  pinMode(led, OUTPUT);
  pinMode(led1, OUTPUT);
  pinMode(count, INPUT);
  pinMode(buttonBpin, INPUT_PULLUP);
  Serial.begin(9600);
  delay(1000);//GPS ready
  mySerial.begin(9600);
  digitalWrite(led, HIGH);
  delay(1000);
  digitalWrite(led, LOW);
}

void loop()
{
  while(1)
  {
    count1 = digitalRead(count);
    if(count1==HIGH){
      digitalWrite(led1, HIGH);

```

ประกาศตัวแปร

ความเร็วในการติดต่อสื่อสารกับโมดูล GPRS

ความเร็วในการติดต่อสื่อสารกับโมดูล GPS

สั่งเปิดโมดูล GPRS

สั่งให้วงจรเสียงไซเรนทำงาน

```

Serial.print("Lat:");
latitude();
Serial.print("Lon:");
longitude();
convert();
if (digitalRead(buttonBpin) == LOW)
  {digitalWrite(led1, LOW); ← สั่งยกเลิกการทำงาน
loop();}
sms();
}
}

void convert(){
  char bufferlat[20];
  latitudebener=dtostrf(latitudefix,5,5,bufferlat);
  char bufferlon[20];
  longatituedeber=dtostrf(longatituedeberfix,5,5,bufferlon);
}
void sms()
{
  Serial.println("AT+CMGF=1\r");
  delay(100);
  ShowSerialData();
  Serial.println("AT + CMGS = \"+66833324234\");
  delay(1000);
  ShowSerialData();
  Serial.println("help me from Sathapron is in emergency
,L:"+latitudebener+" "+latdir+" "+longatituedeber+" "+lonidir);
  delay(100);
  ShowSerialData();
  Serial.println((char)26);
  delay(100);

```

```
ShowSerialData();
Serial.println();
ShowSerialData();
```

---

```
}
```

```
void ShowSerialData()
{
while(mySerial.available()!=0)
mySerial.write(mySerial.read());
}
```

---

```
double Datatransfer(char *data_buf,char num)
```

```
{
double temp=0.0;
unsigned char i,j;
if(data_buf[0]!='.')
{
i=1;
while(data_buf[i]!='.')
temp=temp*10+(data_buf[i++]-0x30);
for(j=0;j<num;j++)
temp=temp*10+(data_buf[+i]-0x30);
for(j=0;j<num;j++)
temp=temp/10;
temp=0-temp;
}
else
{
i=0;
while(data_buf[i]!='.')
temp=temp*10+(data_buf[i++]-0x30);
for(j=0;j<num;j++)
```

```
temp=temp*10+(data_buf[++i]-0x30);  
for(j=0;j<num;j++)  
temp=temp/10 ;
```

```
}  
  
return temp;  
}
```

```
char ID()
```

```
{
```

```
char i=0;
```

```
char value[6]={  
'$','G','P','G','G','A' };
```

```
char val[6]={  
'0','0','0','0','0','0' };
```

```
while(1)
```

```
{
```

```
if(mySerial.available())
```

```
{
```

```
val[i] = mySerial.read();
```

```
if(val[i]==value[i])
```

```
{
```

```
i++;
```

```
if(i==6)
```

```
{
```

```
i=0;
```

```
return 1;
```

```
}
```

```
}
```

```
else
```

```
i=0;
```

```

    }
}
}

void comma(char num)
{
    char val;
    char count=0;
    while(1)
    {
        if(mySerial.available())
        {
            val = mySerial.read();
            if(val==',')
                count++;
        }
        if(count==num)
            return;
    }
}

void UTC()
{
    char i;
    char time[9]={
        '0','0','0','0','0','0','0','0','0'
    };
    double t=0.0;
    if( ID())
    {
        comma(1);
        while(1)
        {

```

```

if(mySerial.available())
{
    time[i] = mySerial.read();
    i++;
}
if(i==9)
{
    i=0;
    t=Datatransfer(time,2);
    t=t+70000.00;
    Serial.println(t);
    return;
} } } }
void latitude()
{
    char i;
    char lat[10]={
        '0','0','0','0','0','0','0','0','0','0'};
    if (ID())
    {
        comma(2);
        while(1)
        {
            if(mySerial.available())
            {
                lat[i] = mySerial.read();
                i++;
            }
            if(i==10)
            {
                i=0;

```

```

char buzz[20];
lati=Datatransfer(lat,5);
latu=dtostrf(lati,5,5,buzz);
String latijam=latu.substring(0,2);
String latimin=latu.substring(2,4);
String latidet=latu.substring(5,10);
double latijamd = latijam.toInt();
double latimind = latimin.toInt();
double latidetd = latidet.toInt();
double latmin = latimind+(latidetd*0.00001);
latitudefix= latijamd+(latmin/60);
Serial.println(latitudefix,5);
return;
} } }
void lat_dir()
{
char i=0,val;
if( ID())
{
comma(3);
while(1)
{
if(mySerial.available())
{
val = mySerial.read();
latdir=String(val);
Serial.print(latdir);
Serial.println();
i++;
}
}
if(i==1)

```



```
{
    i=0;
    return;
}
}
}
}
void longitude()
{
    char i;
    char lon[11]={
        '0','0','0','0','0','0','0','0','0','0','0' };
    if (ID())
    {
        comma(4);
        while(1)
        {
            if(mySerial.available())
            {
                lon[i] = mySerial.read();
                i++;
            }
            if(i==11)
            {
                i=0;

                char buffer[20];
                longati=Datatransfer(lon,5);
                longatu=dtostrf(longati,5,5,buffer);
                String longatijam=longatu.substring(0,3);
                String longatimin=longatu.substring(3,5);
```

```

String longatidet=longatu.substring(6,11);
double longatijamd = longatijam.toInt();
double longatimind = longatimin.toInt();
double longatidetd = longatidet.toInt();
double longmin = longatimind+(longatidetd*0.00001);
longatituedfix= longatijamd+(longmin/60);
Serial.println(longatituedfix,5);
return;
} } } }

```

---

```

void lon_dir()

```

```

{
char i=0,val;

if( ID())
{
comma(5);
while(1)
{
if(mySerial.available())
{
val = mySerial.read();
lon_dir+=String(val);
Serial.print(lon_dir);
Serial.println();
i++;
}
if(i==1)
{
i=0;
return;
}
}
}

```

```
    }  
  }  
}  
  
void altitudc()  
{  
  char i,flag=0;  
  char alt[8]={  
    '0','0','0','0','0','0','0','0'  
  };  
  if (ID())  
  {  
    comma(9);  
    while(1)  
    {  
      if(mySerial.available())  
      {  
        alt[i] = mySerial.read();  
        if(alt[i]!=';')  
          flag=1;  
        else  
          i++;  
      }  
      if(flag)  
      {  
        i=0;  
        Serial.println(Datatransfer(alt,1),1);  
        return;  
      }  
    }  
  }  
}
```

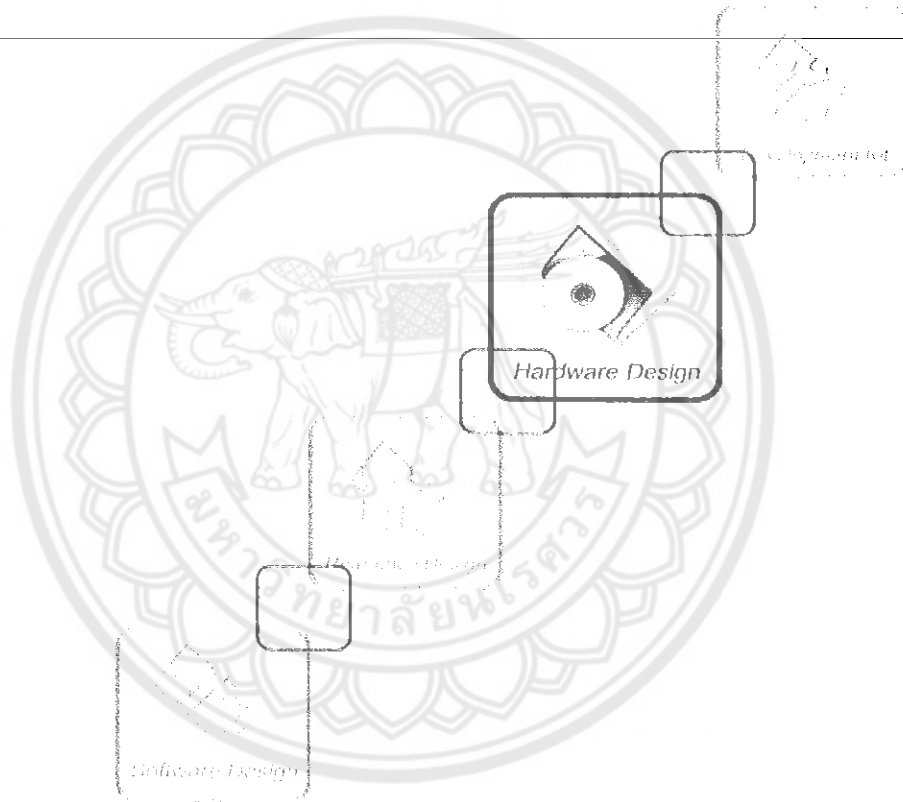


ภาคผนวก ก

รายละเอียดของ SIM900 Hardware Design



## SIM900-DS\_Hardware Design\_V1.00





<b>Document Title</b>	SIM900-DS Hardware Design
<b>Version</b>	1.00
<b>Date</b>	2013-01-20
<b>Status</b>	Release
<b>Document Control ID</b>	SIM900-DS_Hardware Design_V1.00

#### General Notes

SIMCom offers this information as a service to its customers, to support application and engineering efforts that use the products designed by SIMCom. The information provided is based upon requirements specifically provided to SIMCom by the customers. SIMCom has not undertaken any independent search for additional relevant information, including any information that may be in the customer's possession. Furthermore, system validation of this product designed by SIMCom within a larger electronic system remains the responsibility of the customer or the customer's system integrator. All specifications supplied herein are subject to change.

#### Copyright

This document contains proprietary technical information which is the property of SIMCom Limited, copying of this document and giving it to others and the using or communication of the contents thereof, are forbidden without express authority. Offenders are liable to the payment of damages. All rights reserved in the event of grant of a patent or the registration of a utility model or design. All specification supplied herein are subject to change without notice at any time.

Copyright © Shanghai SIMCom Wireless Solutions Ltd. 2013



## 1 Introduction

This document describes SIM900-DS hardware interface in great detail.

This document can help user to quickly understand SIM900-DS interface specifications, electrical and mechanical details. With the help of this document and other SIM900-DS application notes, users can use SIM900-DS to design various applications quickly.

## 2 SIM900-DS Overview

Designed for global market, SIM900-DS is a quad-band GSM/GPRS module that works on frequencies GSM 850MHz, EGSM 900MHz, DCS 1800MHz and PCS 1900MHz. SIM900-DS features GPRS multi-slot class 10/ class 8 (optional) and supports the GPRS coding schemes CS-1, CS-2, CS-3 and CS-4.

SIM900-DS with special features, Dual-SIM Dual-Standby, which allows customers to use two SIM cards in one device simultaneously.

With a tiny configuration of 24\*24\*3mm, SIM900-DS can meet almost all the space requirements in user applications, such as M2M, smart phone, PDA and other mobile devices.

SIM900-DS has 68 SMT pads, and provides all hardware interfaces between the module and customers' boards.

- Serial port and debug port
- Two analog audio channels
- PCM interface
- Programmable general purpose input and output.
- The SPI display interface

SIM900-DS is designed with power saving technique so that the current consumption is as low as 1.5mA in sleep mode.

SIM900-DS integrates TCP/IP protocol and extended TCP/IP AT commands which are very useful for data transfer applications. For details about TCP/IP applications, please refer to *document [2]*.

### 2.1 SIM900-DS Key Features

Table 1: SIM900-DS key features

Feature	Implementation
Power supply	3.2V ~ 4.8V
Power saving	Typical power consumption in sleep mode is 1.5mA (BS-PA-MFRMS-9)
Frequency bands	<ul style="list-style-type: none"> <li>● SIM900-DS Quad-band: GSM 850, EGSM 900, DCS 1800, PCS 1900. SIM900-DS can search the 4 frequency bands automatically. The frequency bands also can be set by AT command "AT+CBAND". For details, please refer to <i>document [1]</i>.</li> <li>● Compliant to GSM Phase 2/2+</li> </ul>



Transmitting power	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Class 4 (2W) at GSM 850 and EGSM 900</li> <li>● Class 1 (1W) at DCS 1800 and PCS 1900</li> </ul>
GPRS connectivity	<ul style="list-style-type: none"> <li>● GPRS multi-slot class 10 ( default )</li> <li>● GPRS multi-slot class 8 (option)</li> </ul>
Temperature range	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Normal operation: -30°C ~ +80°C</li> <li>● Restricted operation: -40°C ~ -30°C and +80 °C ~ +85°C*</li> <li>● Storage temperature -45°C ~ +90°C</li> </ul>
Data GPRS	<ul style="list-style-type: none"> <li>● GPRS data downlink transfer: max. 85.6 kbps</li> <li>● GPRS data uplink transfer: max. 42.8 kbps</li> <li>● Coding scheme: CS-1, CS-2, CS-3 and CS-4</li> <li>● Integrate the TCP/IP protocol.</li> <li>● Support Packet Broadcast Control Channel (PBCC11)</li> </ul>
CSD	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Support CSD transmission</li> </ul>
USSD	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Unstructured Supplementary Services Data (USSD) support</li> </ul>
SMS	<ul style="list-style-type: none"> <li>● MT, MO, CB, Text and PDU mode</li> <li>● SMS storage; SIM card</li> </ul>
FAX	Group 3 Class 1
SIM interface	Support SIM card: 1.8V, 3V
External antenna	Antenna pad
Audio features	<p>Speech codec modes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Half Rate (BTS 06.20)</li> <li>● Full Rate (BTS 06.10)</li> <li>● Enhanced Full Rate (BTS 06.50 / 06.60 / 06.80)</li> <li>● Adaptive multi rate (AMR)</li> <li>● Echo Cancellation</li> <li>● Noise Suppression</li> </ul> <p>Serial port:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Full modem interface with status and control lines, unbalanced, asynchronous,</li> <li>● 600bps to 460800bps.</li> <li>● Can be used for AT commands or data stream.</li> </ul>
Serial port and debug port	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Support RTS/CTS hardware handshake and software ON/OFF flow control.</li> <li>● Multiplex ability according to GSM 07.10 Multiplexer Protocol.</li> <li>● Autobauding supports baud rate from 600bps to 115200bps.</li> </ul> <p>Debug port:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Null modem interface DBG_TXD and DBG_RXD.</li> <li>● Can be used for debugging and upgrading firmware.</li> </ul>
Phonebook management	Support phonebook types: SM, FD, LD, RC, ON, MC.
SIM application toolkit	GSM 11.14 Release 99
Real time clock	Support RTC
Physical characteristics	<p>Size: 24*24*3mm</p> <p>Weight: 3.4g</p>
Firmware upgrade	Firmware upgradeable by debug port.

\*SIM900-DS does work at this temperature, but some radio frequency characteristics may deviate from the GSM specification.





Table 2: Coding schemes and maximum net data rates over air interface

Coding scheme	11.2kbps	23.6kbps	47.6kbps
CS-1	9.05kbps	18.1kbps	36.2kbps
CS-2	13.4kbps	26.8kbps	53.6kbps
CS-3	15.6kbps	31.2kbps	62.4kbps
CS-4	21.4kbps	42.8kbps	85.6kbps

## 2.2 Operating Modes

The table below summarizes the various operating modes of SIM900-DS.

Table 3: Overview of operating modes

Mode	Description
Normal operation	<p><b>GSM/GPRS SLEEP</b> Module will automatically go into sleep mode if the conditions of sleep mode are enabling and there is no on air and no hardware interrupt (such as GPIO interrupt or data on serial port). In this case, the current consumption of module will reduce to the minimal level. In sleep mode, the module can still receive paging message and SMS.</p>
	<p><b>GSM IDLE</b> Software is active. Module registered to the GSM network, and the module is ready to communicate.</p>
	<p><b>GSM TALK</b> Connection between two subscribers is in progress. In this case, the power consumption depends on network settings such as DTX off/on, FR/BFR/HR, hopping sequences, antenna.</p>
	<p><b>GPRS STANDBY</b> Module is ready for GPRS data transfer, but no data is currently sent or received. In this case, power consumption depends on network settings and GPRS configuration.</p>
	<p><b>GPRS DATA</b> There is GPRS data transfer (PPP or TCP or UDP) in progress. In this case, power consumption is related with network settings (e.g. power control level); uplink/downlink data rates and GPRS configuration (e.g. used multi-slot settings).</p>
Power down	<p>Normal power down by sending the AT command "AT+CPOWD=1" or using the PWRKEY. The power management unit shuts down the power supply for the baseband part of the module, and only the power supply for the RTC is remained. Software is not active. The serial port is not accessible. Power supply (connected to VBAT) remains applied.</p>
Minimum functionality mode	<p>AT command "AT+CFUN" can be used to set the module to a minimum functionality mode without removing the power supply. In this mode, the RF part of the module will not work or the SIM card will not be accessible, or both RF part and SIM card will be closed, and the serial port is still accessible. The power consumption in this mode is lower than normal mode.</p>

### 2.3 SIM900-DS Functional Diagram

The following figure shows a functional diagram of SIM900-DS:

- The GSM baseband engine
- Flash
- The GSM radio frequency part
- The antenna interface
- The other interfaces

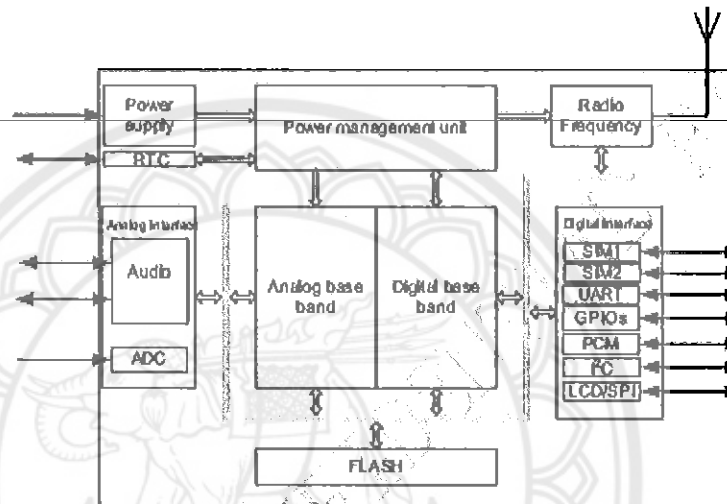


Figure 1: SIM900-DS functional diagram

### 3 Package Information

#### 3.1 Pin out Diagram

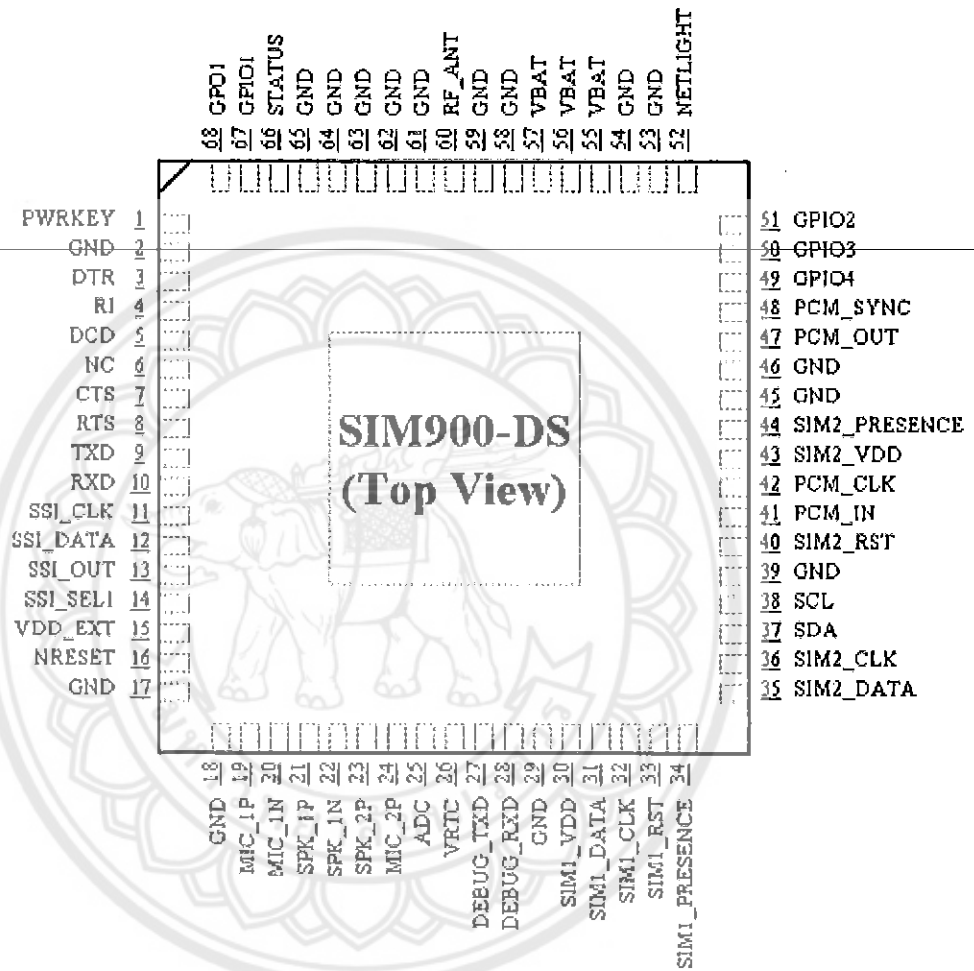


Figure 2: SIM900-DS pin out diagram (Top view)



### 3.2 Pin Description

Table 4: Pin description

Pin name	Pin number	I/O	Description	Comments
<b>Power supply</b>				
VBAT	55,56,57	I	Power supply	
VRTC	26	VO	Power supply for RTC	It is recommended to connect with a battery or a capacitor (e.g. 4.7uF).
VDD_EXT	15	O	2.8V output power supply	If it is unused, keep open.
GND	2,17,18,29,39, 45,46,53,54, 58,59,61,62, 63,64,65		Ground	
<b>Power control</b>				
PWRKEY	1	I	PWRKEY should be pulled low at least 1 second and then released to power on/down the module.	Pulled up internally.
<b>Audio interface</b>				
MIC1_P	19	I	Differential audio input	
MIC1_N	20			
SPK1_P	21	O	Differential audio output	If these pins are unused, keep open.
SPK1_N	22			
SPK2_P	23		Single audio output	
MIC2_P	24		Single audio input	
<b>Status</b>				
STATUS	66	O	Power on status	If these pins are unused, keep open.
NBTLIGHT	52	O	Network status	
<b>SSD interface</b>				
SSI_CLK	11	O		
SSI_DATA	12	VO	Display Interface	If these pins are unused, keep open.
SSI_OUT	13	O		
SSI_SEL1	14	O		
<b>I2C interface</b>				
SDA	37	O	I <sup>2</sup> C serial bus data	If these pins are unused, keep open.
SCL	38	VO	I <sup>2</sup> C serial bus clock	
<b>GPIO</b>				
GPI01	68	VO	GPI01	If these pins are unused, keep open.
GPI04	49		GPI04	
GPI03	50		GPI03	
GPI02	51		GPI02	



GPIO		67		GPIO1	
<b>SPI2 I/O port</b>					
RXD	10	I		Receive data	
TXD	9	O		Transmit data	
RTS	8	I		Request to send	
CTS	7	O		Clear to send	If these pins are unused, keep open.
DCD	5	O		Data carrier detect	
RI	4	O		Ring Indicator	
DTR	3	I		Data terminal ready	
<b>Debugging pins</b>					
DBG_TXD	27	O		For debugging and upgrading firmware	If these pins are unused, keep open.
DBG_RXD	28	I			
<b>SIM1 interface</b>					
SIM1_VDD	30	O		Voltage supply for SIM card. Support 1.8V or 3V SIM card	All signals of SIM interface should be protected against ESD with a TVS diode array.
SIM1_DATA	31	IO		SIM1 data input/output	
SIM1_CLK	32	O		SIM1 clock	
SIM1_RST	33	O		SIM1 reset	
SIM1_PRESENCE	34	I		SIM1 card detection	If it is unused, keep open.
<b>SIM2 interface</b>					
SIM2_VDD	43	O		Voltage supply for SIM card. Support 1.8V or 3V SIM card	All signals of SIM interface should be protected against ESD with a TVS diode array.
SIM2_DATA	35	IO		SIM2 data input/output	
SIM2_CLK	36	O		SIM2 clock	
SIM2_RST	40	O		SIM2 reset	
SIM2_PRESENCE	44	I		SIM2 card detection	If it is unused, keep open.
<b>ADC</b>					
ADC	25	I		Input voltage range: 0V ~ 2.8V	If it is unused, keep open.
<b>Reset pin</b>					
NRESET	16	I		Reset input(Active low)	Recommend connecting a 100nF capacitor.
<b>PCM interface</b>					
PCM_SYNC	48	O		PCM sync	If these pins are unused, keep open.
PCM_OUT	47	O		PCM data output	
PCM_IN	41	I		PCM data input	
PCM_CLK	42	O		PCM CLK	
<b>RF pin</b>					
RF_ANT	60	IO		Radio antenna connection	Impedence must be controlled to 50Ω.
<b>Notes</b>					
NC	6	-			This pin should be kept open.



### 3.3 Package Dimensions

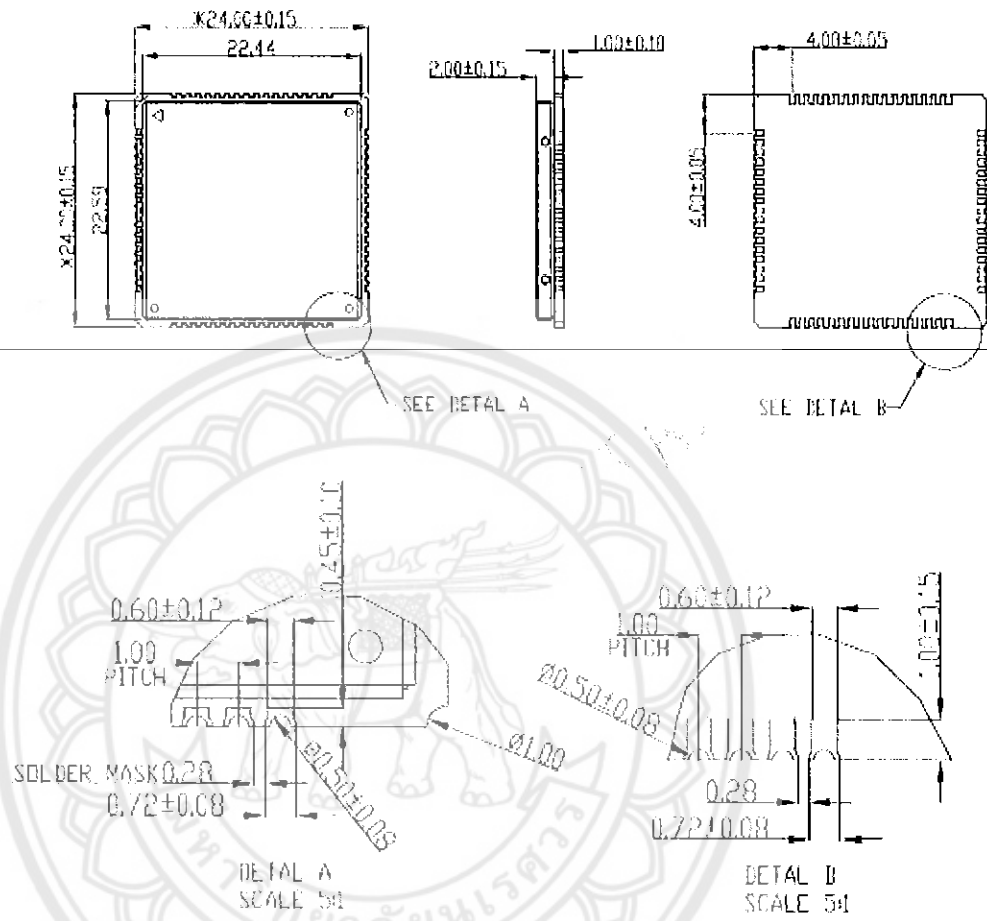


Figure 3: Dimensions of SIM900-DS (Unit: mm)

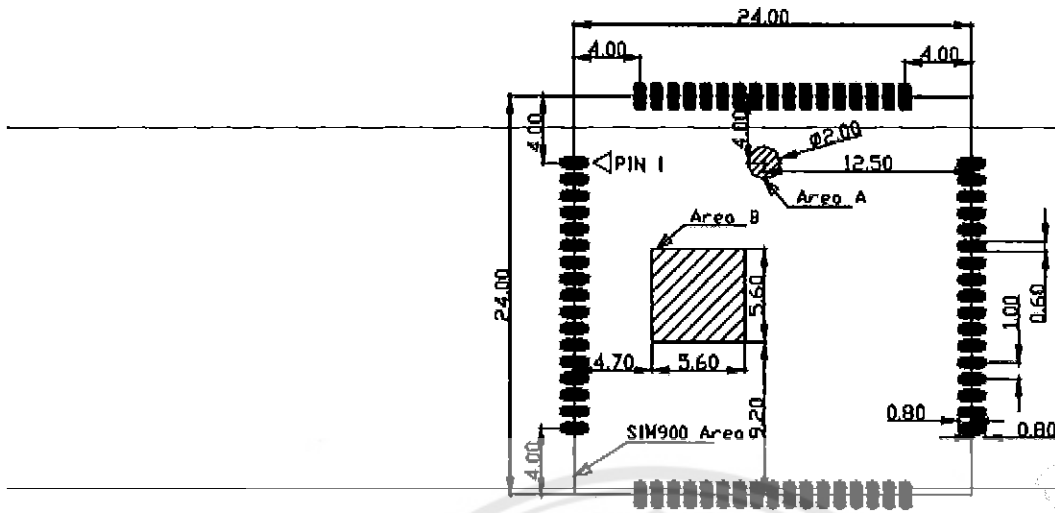


Figure 4: Recommended PCB footprint outline (Unit: mm)

*Note: Keep copper out of area A. Do not place via in area B to avoid short circuit between the via on customer board and the test points on the bottom side of the module.*

## 4 Application Interface

### 4.1 Power Supply

The power supply range of SIM900-DS is from 3.2V to 4.8V. The transmitting burst will cause voltage drop and the power supply must be able to provide sufficient current up to 2A. For the VBAT input, a bypass capacitor (low ESR) such as a 100  $\mu$ F is strongly recommended; this capacitor should be placed as close as possible to SIM900-DS VBAT pins. The following figure is the reference design of +5V input power supply. The designed output for the power supply is 4.1V, thus a linear regulator can be used.

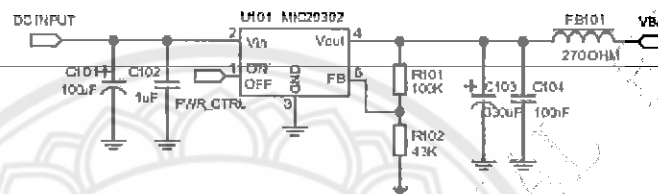


Figure 5: Reference circuit of the LDO power supply

If there is a high drop-out between the input and the desired output (VBAT), a DC-DC power supply will be preferable because of its better efficiency especially with the 2A peak current in burst mode of the module. The following figure is the reference circuit.

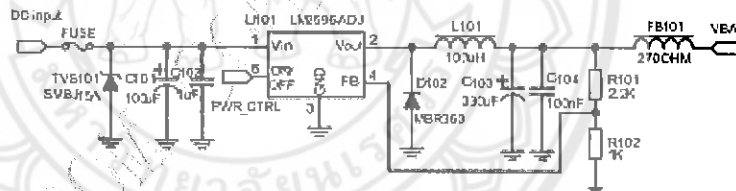


Figure 6: Reference circuit of the DC-DC power supply

The single 3.6V Li-ion cell battery can be connected to SIM900-DS VBAT pins directly. But the Ni-Cd or Ni-MH battery must be used carefully, since their maximum voltage can rise over the absolute maximum voltage of the module and damage it.

When battery is used, the total impedance between battery and VBAT pins should be less than 150m $\Omega$ . The following figure shows the VBAT voltage drop at the maximum power transmit phase, and the test condition is as following:

VBAT=4.0V,

A VBAT bypass capacitor  $C_A$ =100 $\mu$ F tantalum capacitor (ESR=0.7 $\Omega$ ),

Another VBAT bypass capacitor  $C_B$ =1 $\mu$ F.



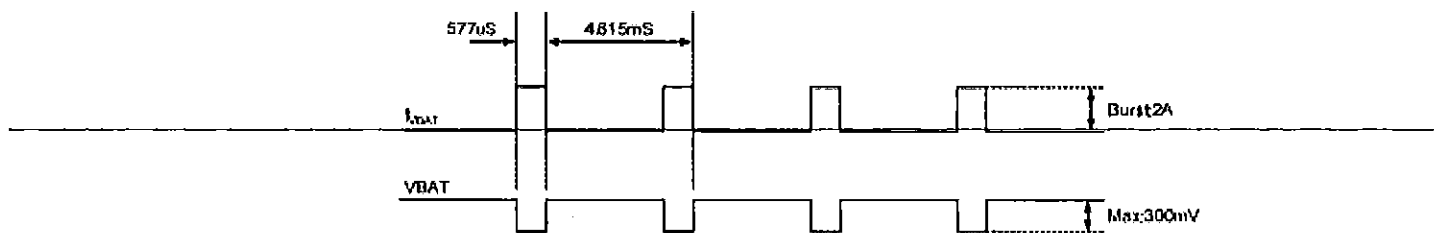


Figure 7: VBAT voltage drop during transmit burst

#### 4.1.1 Minimizing Voltage Drop of VBAT

When designing the power supply in user's application, pay special attention to power losses. Ensure that the input voltage never drops below 3.1V even when current consumption rises to 2A in the transmit burst. If the power voltage drops below 3.1V, the module may be shut down automatically. The PCB traces from the VBAT pins to the power supply must be wide enough (at least 60mil) to decrease voltage drops in the transmit burst. The power IC and the bypass capacitor should be placed to the module as close as possible.



Figure 8: The minimal VBAT voltage requirement at VBAT drop

#### 4.1.2 Monitoring Power Supply

The AT command "AT+CBC" can be used to monitor the VBAT voltage. For detail, please refer to *document [1]*.

### 4.2 Power on/down Scenarios

#### 4.2.1 Power on SIM900-DS

User can power on SIM900-DS by pulling down the PWRKEY pin for at least 1 second and release. This pin is already pulled up to 3V in the module internal, so external pull up is not necessary. Reference circuit is shown as below.

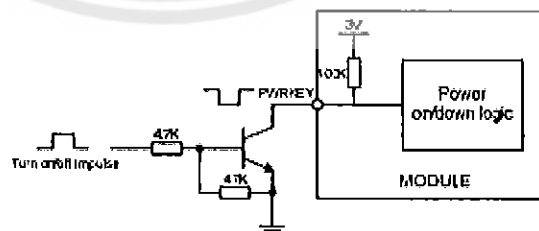


Figure 9: Powered on/down module using transistor

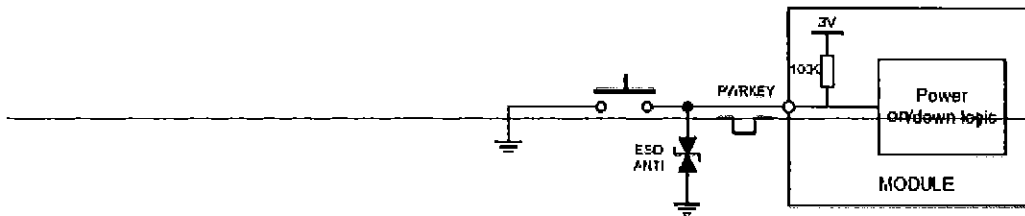


Figure 10: Powered on/down module using button

The power on scenarios is illustrated as following figure.

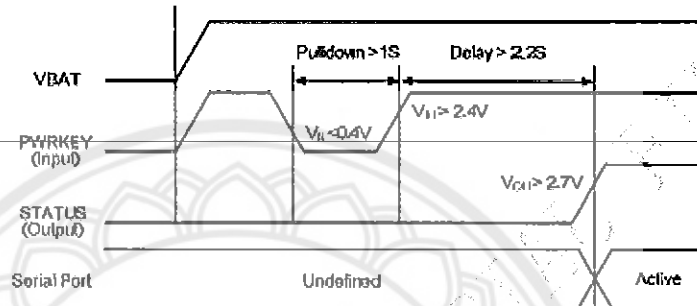


Figure 11: Timing of power on module

When power on procedure is completed, SIM900-DS will send following URC to indicate that the module is ready to operate at fixed baud rate.

**RDY**

This URC does not appear when autobauding function is active.

*Note: User can use AT command "AT+IPR=" to set a fixed baud rate and save the configuration to non-volatile flash memory. After the configuration is saved as fixed baud rate, the Code "RDY" should be received from the serial port every time when SIM900-DS is powered on. For details, please refer to the chapter "AT+IPR" in document [1].*

#### 4.2.2 Power down SIM900-DS

SIM900-DS will be powered down in the following situations:

- Normal power down procedure: power down SIM900-DS by the PWRKEY pin.
- Normal power down procedure: power down SIM900-DS by AT command "AT+CPWD="1".
- Abnormal power down: over-voltage or under-voltage automatic power down.
- Abnormal power down: over-temperature or under-temperature automatic power down.

##### 4.2.2.1 Power down SIM900-DS by the PWRKEY Pin

User can power down SIM900-DS by pulling down the PWRKEY pin for at least 1 second and release. Please refer to the power on circuit. The power down scenario is illustrated in following figure.

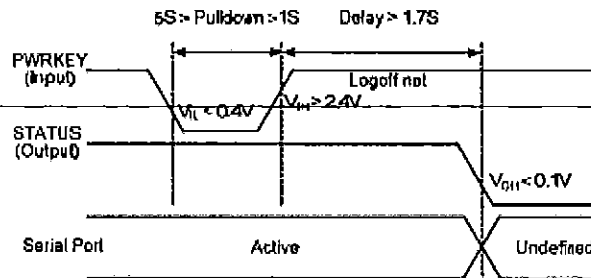


Figure 12: Timing of power down SIM900-DS by PWRKEY

This procedure makes the module log off from the network and allows the software to enter into a secure state to save data before completely shut down.

Before the completion of the power down procedure, the module will send URC:

***NORMAL POWER DOWN***

At this moment, AT commands can not be executed any more, and only the RTC is still active. Power down mode can also be indicated by STATUS pin, which is at low level at this time.

**4.2.2.2 Power down SIM900-DS by AT Command**

SIM900-DS can be powered down by AT command "AT+CPOWD=1". This procedure makes the module log off from the network and allows the software to enter into a secure state to save data before completely shut down.

Before the completion of the power down procedure, the module will send URC:

***NORMAL POWER DOWN***

At this moment, AT commands can not be executed any more, and only the RTC is still active. Power down mode can also be indicated by STATUS pin, which is at low level at this time.

For detail about the AT command "AT+CPOWD", please refer to *document [1]*

**4.2.2.3 Over-voltage or Under-voltage Power down**

The module software monitors the VBAT voltage constantly.

If the voltage  $\leq 3.3V$ , the following URC will be reported:

***UNDER-VOLTAGE WARNING***

If the voltage  $\geq 4.7V$ , the following URC will be reported:

***OVER-VOLTAGE WARNING***

If the voltage  $< 3.2V$ , the following URC will be reported, and the module will be automatically powered down.

***UNDER-VOLTAGE POWER DOWN***

If the voltage  $> 4.8V$ , the following URC will be reported, and the module will be automatically powered down.

***OVER-VOLTAGE POWER DOWN***

At this moment, AT commands can not be executed any more, and only the RTC is still active. Power down mode can also be indicated by STATUS pin, which is at low level at this time.



#### 4.2.2.4 Over-temperature or Under-temperature Power down

The module will constantly monitor the temperature of the module, if the temperature  $> +80^{\circ}\text{C}$ , the following URC will be reported:

**+CMTE: 1**

If the temperature  $< -30^{\circ}\text{C}$ , the following URC will be reported:

**+CMTE:-1**

If the temperature  $> +85^{\circ}\text{C}$ , the following URC will be reported, and the module will be automatically powered down.

**+CMTE: 2**

If the temperature  $< -40^{\circ}\text{C}$ , the following URC will be reported, and the module will be automatically powered down.

**+CMTE:-2**

At this moment, AT commands can not be executed any more, and only the RTC is still active. Power down mode can also be indicated by STATUS pin, which is at low level at this time.

The AT command "AT+CMTE" could be used to read the temperature when the module is running. For details please refer to *document [1]*.

#### 4.2.3 Restart SIM900-DS by PWRKEY Pin

When the module works normally, if the user wants to restart the module, follow the procedure below:

- 1) Power down the module.
- 2) Wait for at least 800mS after STATUS pin changed to low level.
- 3) Power on the module.

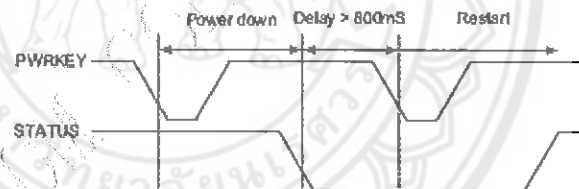


Figure 13: Timing of restart SIM900-DS

### 4.3 Power Saving Mode

SIM900-DS have two sleep modes: sleep mode 1 is enabled by hardware pin DTR; sleep mode 2 is only enabled by serial port regardless of the DTR. In sleep mode, the current of module is very low. The AT command "AT+CFUN=<fun>" can be used to set SIM900-DS into minimum functionality. When SIM900-DS is in sleep mode and minimum functionality, the current of module is lowest.

#### 4.3.1 Minimum Functionality Mode

There are three functionality modes, which could be set by the AT command "AT+CFUN=<fun>". The command provides the choice of the functionality levels <fun>=0,1,4.



- 0: minimum functionality.
- 1: full functionality (default).
- 4: flight mode (disable RF function).

Minimum functionality mode minimizes the current consumption to the lowest level. If SIM900-DS is set to minimum functionality by "AT+CFUN=0", the RF function and SIM card function will be disabled. In this case, the serial port is still accessible, but all AT commands correlative with RF function and SIM card function will not be accessible.

For detailed information about the AT Command "AT+CFUN=<fun>", please refer to *document [1]*.

**Table 5: The Current consumption of Minimum Functionality Mode**

CFUN	Current Consumption (mA)
0	1030
1	1575
4	1100

#### 4.3.2 Sleep Mode 1 (AT+CSCLK=1)

User can control SIM900-DS module to enter or exit the sleep mode 1 (AT+CSCLK=1) by DTR signal. When DTR is in high level and without interrupt (on air and hardware such as GPIO interrupt or data in serial port), SIM900-DS will enter sleep mode 1 automatically. In this mode, SIM900-DS can still receive paging or SMS from network but the serial port is not accessible.

*Note: For SIM900-DS, It requests to set AT command "AT+CSCLK=1" and ensure DTR at high level to enable the sleep mode 1; the default value is 0, which can not make the module to enter sleep mode. For more details please refer to document [1].*

#### 4.3.3 Wake Up SIM900-DS from Sleep Mode 1 (AT+CSCLK=1)

When SIM900-DS is in sleep mode 1 (AT+CSCLK=1), the following methods can wake up the module:

- Pull down DTR pin.  
The serial port will be active after DTR pin is pulled to low level for about 50ms.
- Receive a voice or data call from network.
- Receive a SMS from network.

#### 4.3.4 Sleep Mode 2 (AT+CSCLK=2)

In this mode, SIM900-DS will continuously monitor the serial port data signal. When there is no data transfer over 5 seconds on the RXD signal and there is no on air and hardware interrupts (such as GPIO interrupt), SIM900-DS will enter sleep mode 2 automatically. In this mode, SIM900-DS can still receive paging or SMS from network but the serial port is not accessible.

*Note: For SIM900-DS, It is requested to set AT command "AT+CSCLK=2" to enable the sleep mode 2; the default value is 0, which can not make the module to enter sleep mode. For more details please refer to document [1].*

### 4.3.5 Wake Up SIM900-DS from Sleep Mode 2 (AT+CSCLK=2)

When SIM900-DS is in sleep mode 2 (AT+CSCLK=2), the following methods can wake up the module:

- Send data to SIM900-DS via serial port.
- Receive a voice or data call from network.
- Receive a SMS from network.

\* Note: The first byte of the user's data will not be recognized.

### 4.4 RTC Backup

Current input for RTC when the VBAT is not supplied for the system. Current output for backup battery when the VBAT power supply is present and the backup battery is in low voltage state. The RTC power supply of module can be provided by an external capacitor or a battery (non-chargeable or rechargeable) through the VRTC.

The following figures show various reference circuits for RTC back up.

- External capacitor backup

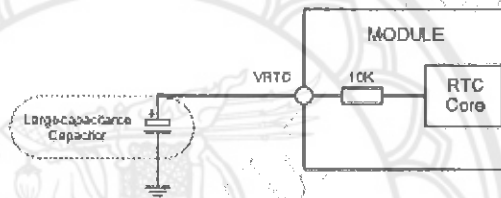


Figure 14: RTC supply from capacitor

- Non-chargeable battery backup

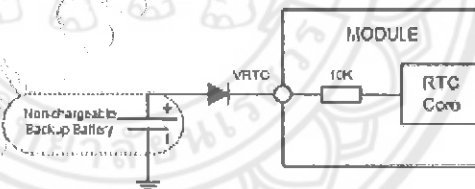


Figure 15: RTC supply from non-chargeable battery

- Rechargeable battery backup

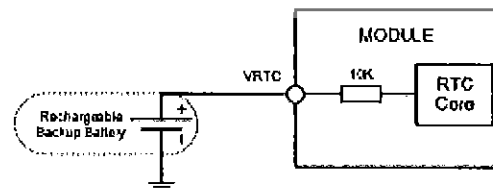


Figure 16: RTC supply from rechargeable battery



Coin-type rechargeable battery is recommended, such as X1H41411-IV01E form Seiko can be used. Typical charge-discharge curves for this battery are shown in the following figure.

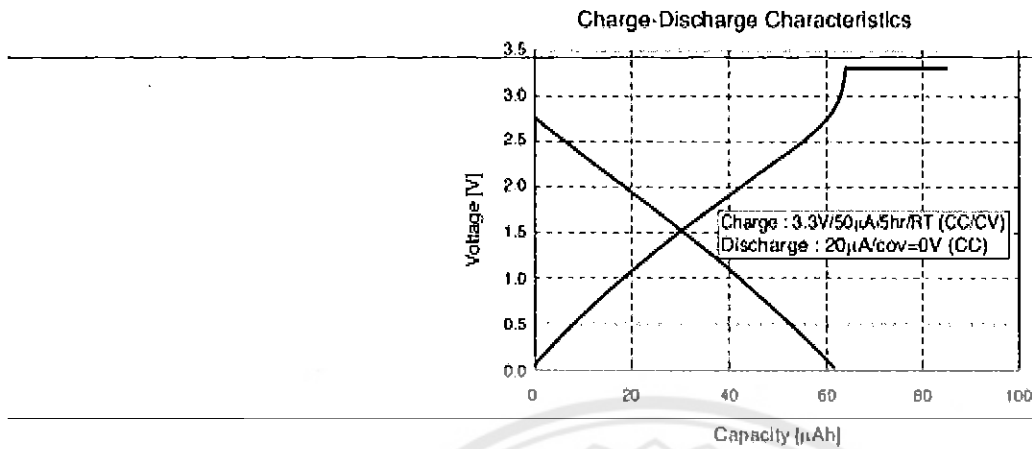


Figure 17: Seiko X1H41411-IV01E Charge-Discharge Characteristic

#### 4.5 Serial Interfaces

SIM900-DS provides two unbalanced asynchronous serial ports. One is the serial port and the other is the debug port. The module is designed as a DCB (Data Communication Equipment). The following figure shows the connection between module and client (DTE).

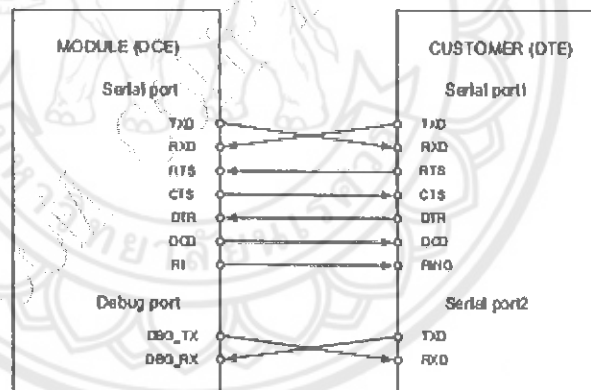


Figure 18: Connection of the serial interfaces

If only RXD and TXD are used in user's application, other serial pins should be kept open. Please refer to following figure.

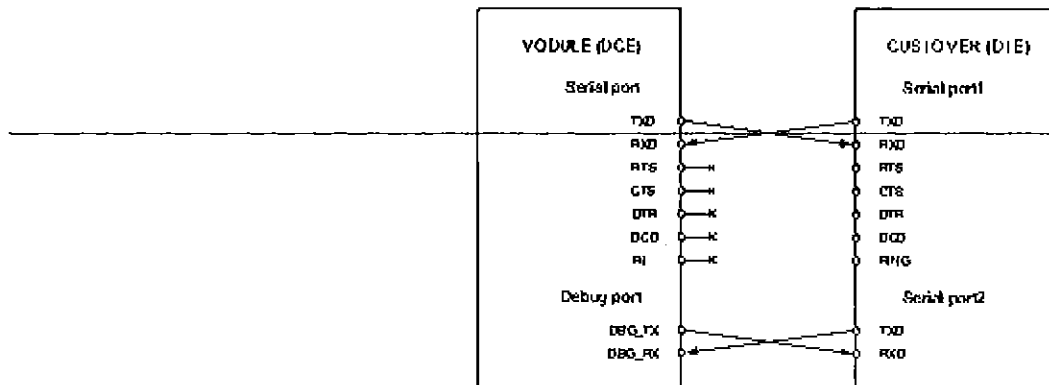


Figure 19: Connection of RXD and TXD only

#### 4.5.1 Function of Serial Port and Debug Port

##### Serial port:

- Full modem device.
- Contains data lines TXD and RXD, hardware flow control lines RTS and CTS, status lines DTR, DCD and RI.
- Serial port can be used for GSM FAX, GPRS service and AT communication. It can also be used for multiplexing function. For details about multiplexing function, please refer to document [3].
- Serial port supports the following baud rates: 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 14400, 19200, 28800, 38400, 57600, 115200, 230400 and 460800bps
- Auto-bauding only supports the following baud rates: 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 14400, 19200, 28800, 38400, 57600 and 115200bps
- The default setting is auto-bauding.

Auto-bauding allows SIM900-DS to automatically detect the baud rate of the host device. Pay more attention to the following requirements:

- Synchronization between DTE and DCE:
  - When DCE powers up with auto-bauding enabled, user must firstly send character "A" to synchronize the baud rate. It is recommended to send "AT" until DTE receives the "OK" response, which means DTE and DCE are correctly synchronized. For more information please refer to the AT command "AT+IPR".
- Restrictions of auto-bauding operation:
  - The DTE serial port must be set at 8 data bits, no parity and 1 stop bit.
  - The URC such as "RDY", "+CFUN: 1" and "+CPIN: READY" will not be reported.

*Note: User can use AT command "AT+IPR=x" to set a fixed baud rate and the setting will be saved to non-volatile flash memory automatically. After the configuration is set as fixed baud rate, the URC such as "RDY", "+CFUN: 1" and "+CPIN: READY" will be reported when SIM900-DS is powered on.*

##### Debug port:

- Used for debugging and upgrading firmware.
- Debug port supports the baud rate of 115200bps.



#### 4.5.2 Software Upgrade and Debug

Refer to the following figure for debugging and upgrading software.

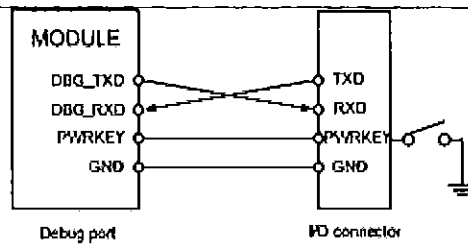


Figure 20: Connection for software upgrading and debugging

The serial port and the debug port support the CMOS level. If user connects the module to the computer, the level shifter should be added between the DCE and DTE.

For details about software upgrading, please refer to *document [4]*.

#### 4.6 Audio Interfaces

SIM900-DS provides two analog input interfaces, MIC1P/IN and MIC2P, which could be used for electret microphone. The module also provides two analog output interfaces, SPK1P/IN and SPK2P, which can directly drive 32Ω receiver.

AT command "AT+CMIC" is used to adjust the input gain level of microphone. AT command "AT+SIDET" is used to set the side-tone level. In addition, AT command "AT+CLVL" is used to adjust the output gain level. For more details, please refer to *document [1]* and *document [5]*.

In order to improve audio performance, the following reference circuits are recommended. The audio signals have to be layout according to differential signal layout rules as shown in following figures. If user needs to use an amplifier circuit for audio, National Semiconductor Company's LM4890 is recommended.

##### 4.6.1 Speaker Interface Configuration

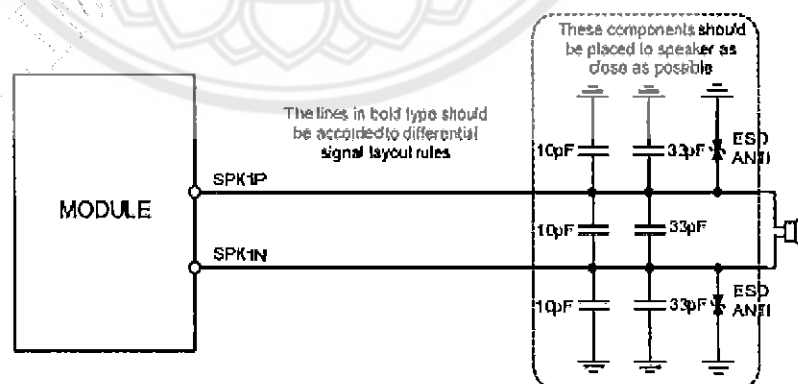


Figure 21: Speaker reference circuit

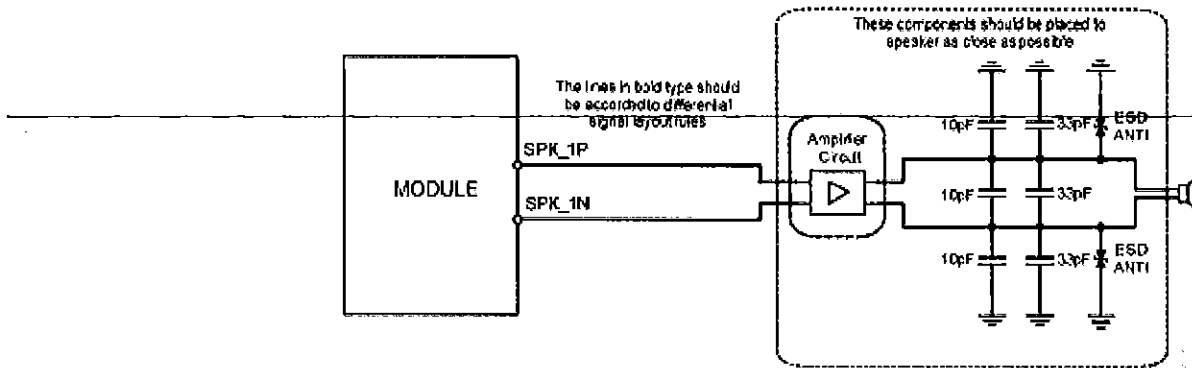


Figure 22: Speaker with amplifier reference circuit

4.6.2 Microphone Interfaces Configuration

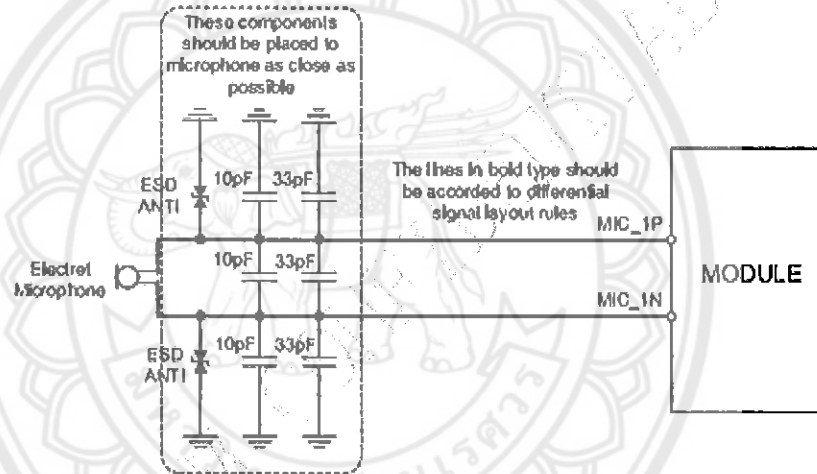


Figure 23 : Microphone reference circuit

Microphone input also could be used to LINE-IN input. For details, please refer to *document [6]*.



4.6.3 Earphone Interface Configuration

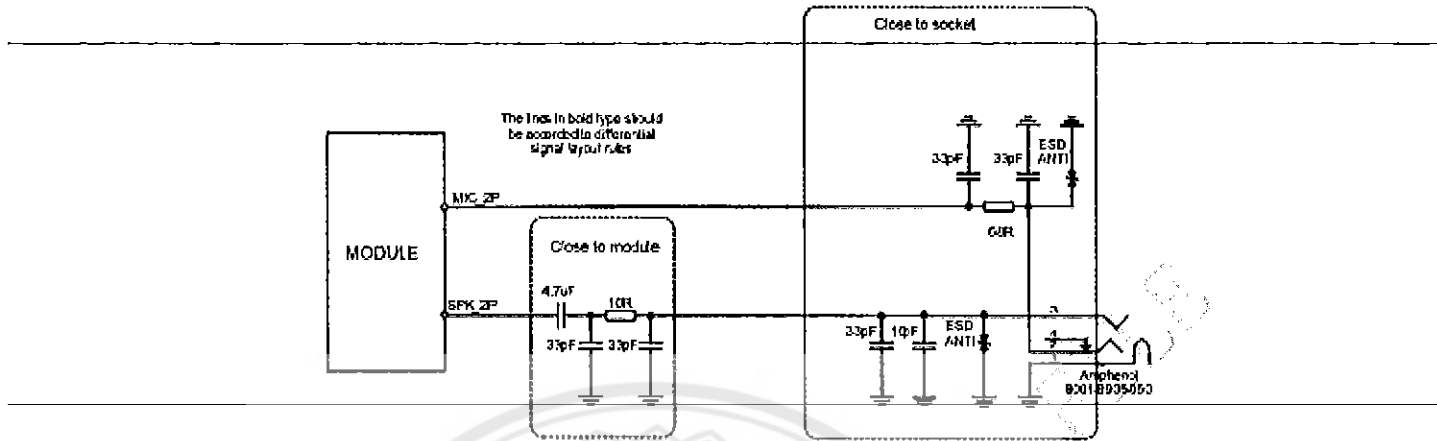


Figure 24: Earphone reference circuit

4.6.4 Audio Electronic Characteristics

Table 6: Microphone Input Characteristics

Parameter	Min	Typ	Max	Unit
Working Voltage	1.2	1.5	2.0	V
Working Current	200		500	uA
External Microphone Load Resistance	1.2	2.2		kΩ
Internal biasing DC Characteristics			2.5	V
Differential input voltage	THD <1% at F=1KHz; pre-amp gain = 20 dB; PGA gain = 14 dB		15.9	mVrms
	THD <5% at F=1KHz; pre-amp gain = 0 dB; PGA gain = 0 dB		740	mVrms

Table 7: Audio Output Characteristics

Parameter	Condition	Min	Typ	Max	Unit
Normal Output (SPK)	RL=32Ω, THD=0.1%	-	91	-	mW
	RL=32Ω, THD=1%	-	96	-	mW
	Output swing voltage (single ended)			1.1	Vpp
	Output swing voltage (differential)			2.2	Vpp



## 4.7 SIM Card Interface

### 4.7.1 SIM Card Application

SIM900-DS provides two SIM card interfaces. The interface complies with the GSM Phase 1 specification and the new GSM Phase 2+ specification for FAST 64 kbps SIM card. Both 1.8V and 3.0V SIM card are supported. The SIM interface is powered from an internal regulator in the module.

It is recommended to use an ESD protection component such as ST ([www.st.com](http://www.st.com)) ESDA6V1W5 or ON SEMI ([www.onsemi.com](http://www.onsemi.com)) SMF05C. The pull up resistors (15K $\Omega$ ) on the SIM1\_DATA and SIM2\_DATA line are already added in the module internal. Note that the SIM peripheral circuit should be close to the SIM card socket. The reference circuit of the 8-pin SIM card holder is illustrated in the following figure.

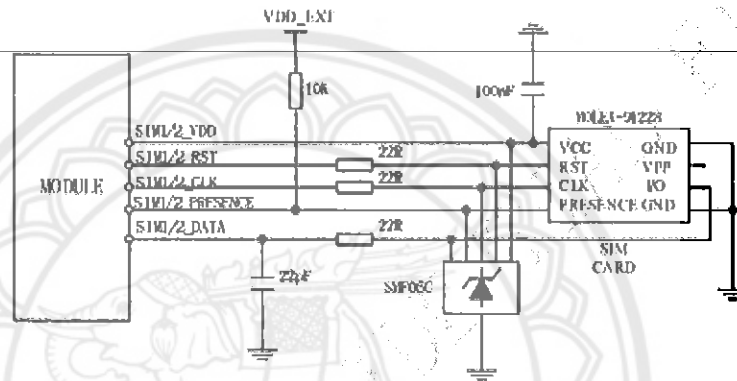


Figure 25: Reference circuit of the 8-pin SIM card holder

The SIM\_PRESENCE pin is used for detection of the SIM card hot plug in. User can select the 8-pin SIM card holder to implement SIM card detection function. AT command "AT+CSIDT" is used to enable or disable SIM card detection function. For details of this AT command, please refer to *document [1]*.

If the SIM card detection function is not used, user can keep the SIM\_PRESENCE pin open. The reference circuit of 6-pin SIM card holder is illustrated in the following figure.

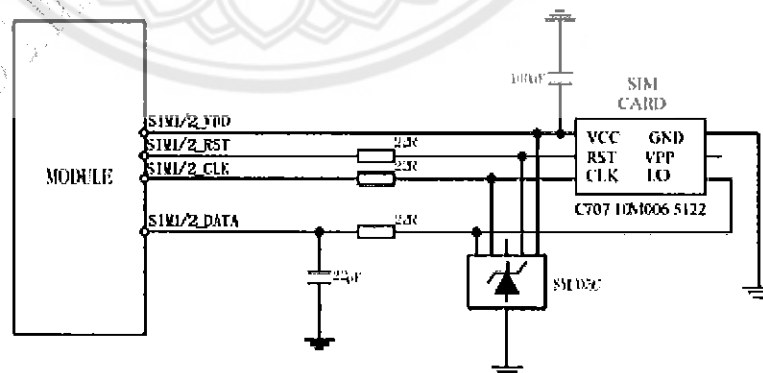


Figure 26: Reference circuit of the 6-pin SIM card holder



#### 4.7.2 Design Considerations for SIM Card Holder

For 6-pin SIM card holder, SIMCom recommends to use Amphenol C707 10M006 5122 .User can visit <http://www.amphenol.com> for more information about the holder.

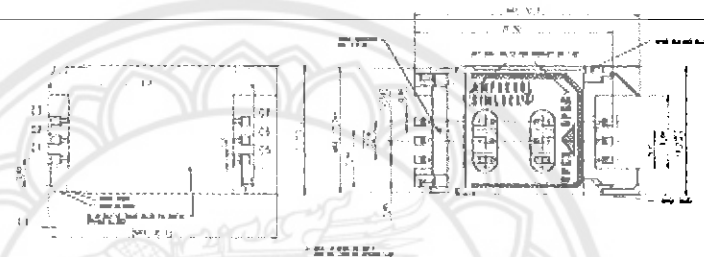
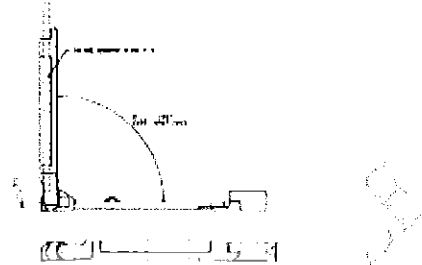


Figure 27: Amphenol C707 10M006 5122 SIM card holder

Table 8: Pin description (Amphenol SIM card holder)

Pin number	Signal	Description
C1	SIM_VDD	SIM card power supply
C2	SIM_RST	SIM card reset
C3	SIM_CLK	SIM card clock
C5	GND	Connect to GND
C6	VPP	Not connect
C7	SIM_DATA	SIM card data I/O

For 8 pins SIM card holder, SIMCom recommends to use Molex 91228. User can visit <http://www.molex.com> for more information about the holder.

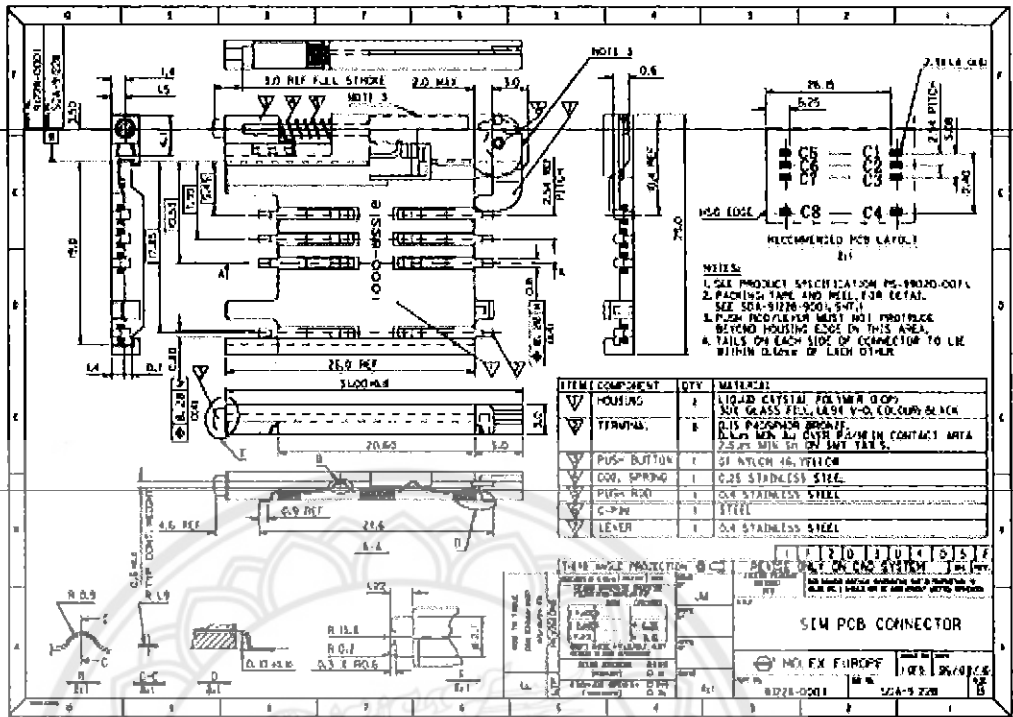


Figure 28: Molex 91228 SIM card holder

Table 9: Pin description (Molex SIM card holder)

Pin name	Signal	Description
C1	SIM_VDD	SIM card power supply
C2	SIM_RST	SIM card reset
C3	SIM_CLK	SIM card clock
C4	GND	Connect to GND
C5	GND	Connect to GND
C6	VPP	Not connect
C7	SIM_DATA	SIM card data I/O
C8	SIM_PRESENCE	Detect SIM card presence

4.8 LCD Display/SPI Interface

SIM900-DS provides a serial LCD display interface. It could also be used as SPI interface in the embedded AT application. For details about embedded AT application, please refer to document [7].

*Note: This function is not supported in the standard firmware. If user wants this function, the firmware must be customized. Please contact SIMCom for more details.*



## 4.9 PCM Interface

SIM900-DS provides PCM interface, which can communicate with external digital audio interface, such as BT, CODEC. This interface only supports master mode.

The PCM interface provides a FIFO to handle the difference in clock rates to effectively decouple the two interfaces to ensure no data is lost.

PCM interface features include the following:

- Full duplex operation
- 8 or 16-bit selectable PCM data word length
- Configurable PCM bit clock rate of up to 1 MHz
- LSB or MSB first serial data configuration

## 4.10 ADC

SIM900-DS provides an auxiliary ADC, which can be used to measure the voltage. User can use AT command "AT+CADC" to read the voltage value. For details of this AT command, please refer to *document [1]*.

Table 10: ADC specification

Parameter	Min	Typ	Max	Unit
Voltage range	0	-	2.8	V
ADC Resolution	-	10	-	bits
Sampling rate	-	-	200K	Hz

## 4.11 RI Behaviors

Table 11: RI Behaviors

State	RI responses
Standby	High
Voice call	The pin is changed to low. When any of the following events occur, the pin will be changed to high: (1) Establish the call (2) Hang up the call
Data call	The pin is changed to low. When any of the following events occur, the pin will be changed to high: (1) Establish the call (2) Hang up the call
SMS	The pin is changed to low, and kept low for 120ms when a SMS is received. Then it is changed to high.
URC	The pin is changed to low, and kept low for 120ms when some URCs are reported. Then it is changed to high. For more details, please refer to <i>document [8]</i> .

The behavior of the RI pin is shown in the following figure when the module is used as a receiver.

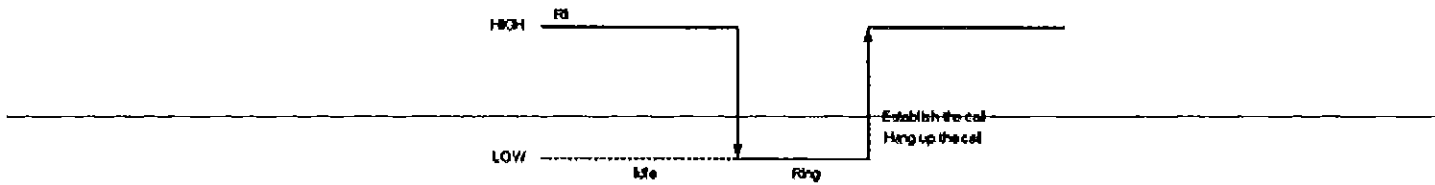


Figure 29: RI behaviour of voice calling as a receiver

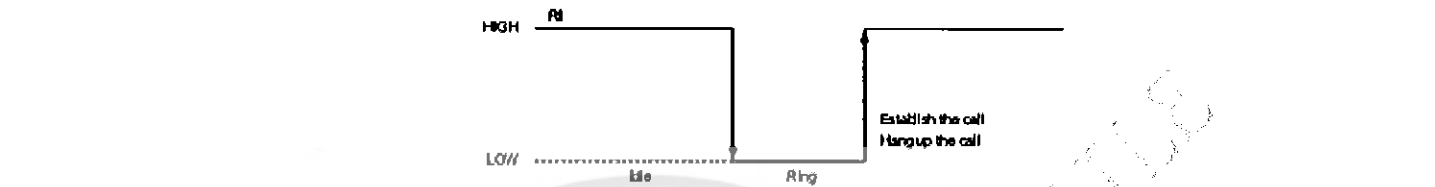


Figure 30: RI behaviour of data calling as a receiver

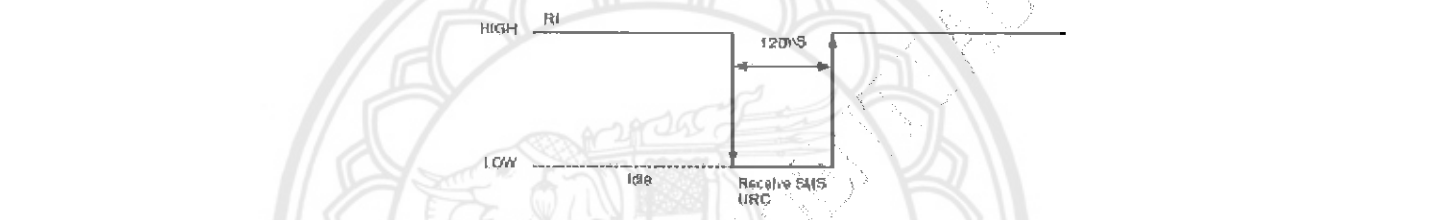


Figure 31: RI behaviour of URC or receive SMS

However, if the module is used as caller, the RI will remain high. Please refer to the following figure.

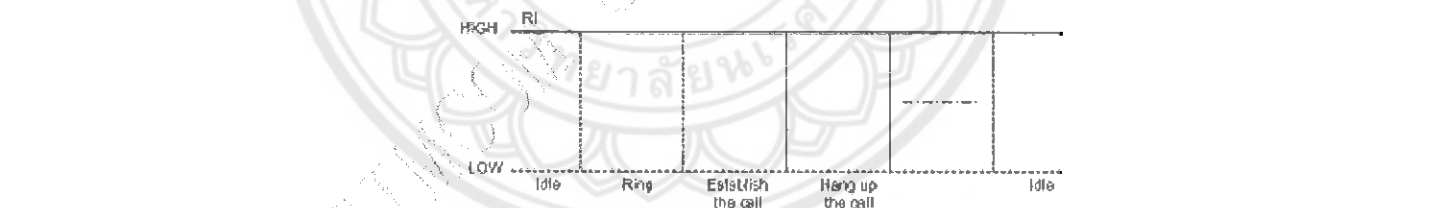


Figure 32: RI behaviour as a caller

**4.12 Network Status Indication**

The NETLIGHT pin can be used to drive a network status indication LED. The status of this pin is listed in following table:





Table 12: Status of the NETLIGHT pin

NETLIGHT	SIM900-DS Status (VDD)
Off	SIM900-DS is not running
64ms On/ 800ms Off	SIM900-DS not registered the network
64ms On/ 3000ms Off	SIM900-DS registered to the network
64ms On/ 300ms Off	GPRS communication is established

A reference circuit is recommended in the following figure:

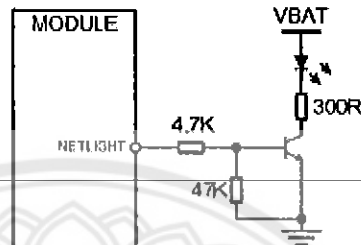


Figure33: Reference circuit of NETLIGHT

#### 4.13 General Purpose Input/Output (GPIO)

SIM900-DS provides up to 4 GPIO pins and 1 GPO pin. The output voltage level of the GPIO can be set by the AT command "AT+SGPIO". The input voltage level of the GPIO can also be read by the AT command "AT+SGPIO". For more details, please refer to *document [1]*.

Table 13: Pin definition of the GPIO interface

Pin Name	Pin Number	Pin Definition	IO Type
GPIO1	40	GPIO1	Output, pull down
GPIO2	41	GPIO2	Output, pull down
GPIO3	42	GPIO3	Output, pull down
GPIO4	43	GPIO4	Output, pull down
GPO1	44	GPO1	Output, pull down

#### 4.14 External Reset

The external NRESET pin is used to reset the module. This function is used as an emergency reset only when AT command "AT+CPOWD=1" and the PWRKEY pin have no effect. The NRESET pin could be pulled down to reset the module. The reset timing is illustrated in the following figure.

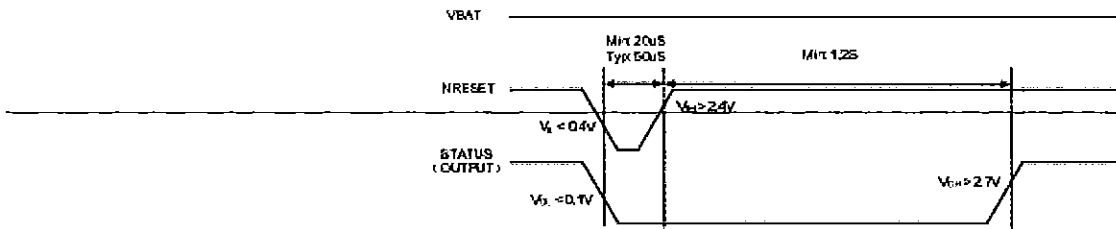


Figure 34: Reset timing

This pin is already pulled up in the module, so the external pull-up resistor is not necessary. A 100nF capacitor close to the NRESET pin is strongly recommended. A reference circuit is shown in the following figure.

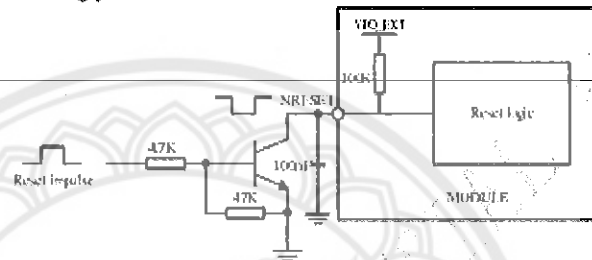


Figure 35: Reset reference design circuit

**NOTE:** It is recommended to cut off the VBAT power supply directly instead of using external reset pin when SIM900-DS can not respond to the AT command "AT+CPWD=1" and PWRKEY pin.

#### 4.15 I<sup>2</sup>C Bus

The SIM900-DS provides an I<sup>2</sup>C interface which is only used in the embedded AT application.

*Note: This function is not supported in the standard firmware. If user wants this function, the firmware must be customized. Please contact SIMCom for more details.*

#### 4.16 Antenna Interface

SIM900-DS provides a RF antenna interface. The customer's antenna should be located in the customer's main board and connect to module's antenna pad through microstrip line or other type RF trace which impedance must be controlled in 50Ω. To facilitate the antenna tuning and certification test, a RF connector and an antenna matching circuit should be added. The following figure is the recommended circuit.

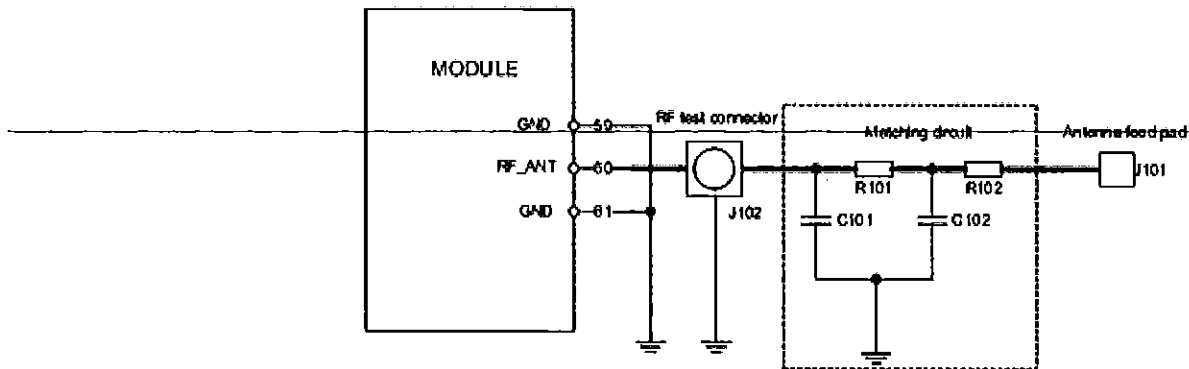


Figure 36: Antenna matching circuit

In this figure, the components R101, R102, C101 and C102 is used for antenna matching, the components' value only can be got after the antenna tuning. Usually, matching components' value is provided by antenna vendor, the default value of R101 and R102 are  $0\Omega$ , and reserve the place of C101 and C102 without soldering.

The RF test connector in above figure is used for conducted RF performance test, and should be placed as close as possible to the module's RF\_ANT pin. The traces in bold type should be treated as  $50\Omega$  impedance controlled line in PCB layout. For details about radio frequency trace layout, please refer to *document [9]*.



## 5 Electrical, Reliability and Radio Characteristics

### 5.1 Absolute Maximum Ratings

The absolute maximum ratings stated in following table are stress ratings under non-operating conditions. Stresses beyond any of these limits will cause permanent damage to SIM900-DS.

Table 14: Absolute maximum ratings

Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Unit
VBAT	Power supply voltage	-	-	5.5	V
$V_i^*$	Input voltage	-0.3	-	3.1	V
$I_i^*$	Input current	-	-	10	mA
$I_o^*$	Output current	-	-	10	mA

\* These parameters are for digital interface pins, such as keypad, GPIO, I<sup>2</sup>C, UART, LCD, PWMs and DEBUG.

### 5.2 Recommended Operating Conditions

Table 15: Recommended operating conditions

Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Unit
VBAT	Power supply voltage	3.2	4.0	4.8	V
T <sub>OPER</sub>	Operating temperature	-40	+25	+85	°C
T <sub>STG</sub>	Storage temperature	-45	-	+90	°C

### 5.3 Digital Interface Characteristics

Table 16: Digital interface characteristics

Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Unit
$I_{IH}$	High-level input current	-10	-	10	μA
$I_{IL}$	Low-level input current	-10	-	10	μA
$V_{IH}$	High-level input voltage	2.4	-	-	V
$V_{IL}$	Low-level input voltage	-	-	0.4	V
$V_{OH}$	High-level output voltage	2.7	-	-	V
$V_{OL}$	Low-level output voltage	-	-	0.1	V

\* These parameters are for digital interface pins, such as keypad, GPIO, I<sup>2</sup>C, UART, LCD, PWMs and DEBUG.



## 5.4 SIM Card Interface Characteristics

Table 17: SIM card interface characteristics

Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Unit
$I_{IH}$	High-level input current	-10	-	10	$\mu\text{A}$
$I_{IL}$	Low-level input current	-10	-	10	$\mu\text{A}$
$V_{IH}$	High-level input voltage	1.4	-	-	V
		2.4	-	-	V
$V_{IL}$	Low-level input voltage	-	-	0.4	V
		-	-	2.4	V
$V_{OH}$	High-level output voltage	1.7	-	-	V
		2.7	-	-	V
$V_{OL}$	Low-level output voltage	-	-	0.1	V
		-	-	0.1	V

## 5.5 VDD\_EXT Characteristics

Table 18: VDD\_EXT characteristics

Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Unit
$V_O$	Output voltage	2.70	2.80	2.95	V
$I_O$	Output current	-	-	10	mA

## 5.6 SIM1\_VDD and SIM2\_VDD Characteristics

Table 19: SIM1\_VDD and SIM2\_VDD characteristics

Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Unit
SIM1_VDD, SIM2_VDD	Output voltage	2.75	2.9	3.00	V
$I_O$	Output current	-	-	10	mA

## 5.7 VRTC Characteristics

Table 20: VRTC characteristics



Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Unit
V <sub>RTC-IN</sub>	VRTC input voltage	2.00	3.00	3.15	V
I <sub>RTC-IN</sub>	VRTC input current	-	2	-	uA
V <sub>RTC-OUT</sub>	VRTC output voltage	-	3.00	-	V
I <sub>RTC-OUT</sub>	VRTC output current	-	10	-	uA

## 5.8 Current Consumption (VBAT = 3.8V)

Table 21: Current consumption\*

Symbol	Parameter	Conditions	Typ	Unit	
I <sub>VRTC</sub>	VRTC current	VBAT disconnects. Backup battery is 3 V	2	uA	
		Power down mode	30	uA	
		SIM card1 and SIM card2 dual-standby	Sleep mode BS-PA-MFRMS=9 BS-PA-MFRMS=5 BS-PA-MFRMS=2	1.5 1.9 2.5	mA
		SIM card1 and SIM card2 dual-standby	Idle mode GSM850 EGSM900 DCS1800 PCS1900	23	mA
		SIM card1 or SIM card2 operates	Voice call GSM850 PCL=5 EGSM900 PCL=12 DCS1800 PCL=19 PCS1900 PCL=0	250 107 80 185	mA
I <sub>VBAT</sub>	VBAT current				
		SIM card1 or SIM card2 operates	DCS1800 PCL=7 PCS1900 PCL=15	92 74	
		SIM card1 or SIM card2 operates	Data mode GSM850 PCL=5 EGSM900 PCL=12 GPRS(4Rx,1 Tx) PCL=19	110 213	mA
		SIM card1 or SIM card2 operates	DCS1800 PCL=7 PCS1900 PCL=15	123 107	mA
		SIM card1 or SIM card2 operates	Data mode GSM850 PCL=5 EGSM900 PCL=12 GPRS(3Rx,2 Tx) PCL=19	445 176 122	mA
		SIM card1 or SIM card2 operates	DCS1800 PCL=0 PCS1900 PCL=7	305 147	mA
		SIM card1 or SIM card2 operates	DCS1800 PCL=15 PCS1900 PCL=15	115 73	mA
		SIM card1 or SIM card2 operates	Data mode GSM850 PCL=5 EGSM900 PCL=12 GPRS(1Rx,1 Tx) PCL=19	236 100 73	mA



Model	DCS1800	PCL=0	167	
	PCS1900	PCL=7	85	mA
		PCL=15	68	
VBAT <sub>peak</sub>	Peak current	During TX burst	2	A

\* In above table the current consumption value is the typical one of the module tested in laboratory. In the mass production stage, there may be differences among each individual.

### 5.9 Electro-Static Discharge

SIM900-DS is an ESD sensitive component, so more attention should be paid to the procedure of handling and packaging. The ESD test results are shown in the following table.

Table 22: The ESD characteristics (Temperature: 25°C, Humidity: 45 %)

Port	(60) (9kV) (30) (1)	(10) (9kV) (10)
VBAT	±5KV	±10KV
GND	±4KV	±10KV
RXD, TXD	±3KV	±6KV
Antenna port	±5KV	±10KV
SPK1_P/ SPK1_N/SPK2_P	±2KV	±6KV
MIC1_P/ MIC1_N/ MIC2_P	±2KV	±6KV
PWRKEY	±1KV	±6KV

### 5.10 Radio Characteristics

#### 5.10.1 Module RF Output Power

The following table shows the module conducted output power, it is followed by the 3GPP TS 05.05 technical specification requirement.

Table 23: SIM900-DS GSM850 and EGSM900 conducted RF output power

PRG1	Nominal Output Power (dBm)	GSM850 and EGSM900	
		Normal	ISM mode
0-2	39	±2	±2.5
3	37	±3	±4
4	35	±3	±4
5	33	±3	±4
6	31	±3	±4
7	29	±3	±4
8	27	±3	±4



9	25	±3	±4
10	23	±3	±4
11	21	±3	±4
12	19	±3	±4
13	17	±3	±4
14	15	±3	±4
15	13	±3	±4
16	11	±5	±6
17	9	±5	±6
18	7	±5	±6
19-31	5	±5	±6

Table 24: SIM900-DS DCS1800 and PCS1900 conducted RF output power

RF Ch.	DCS1800 and PCS1900		
	Nonlinear (dBm) (dBm)	Linear (dBm) (dBm)	
		Normal	Extreme
29	36	±2	±2.5
30	34	±3	±4
31	32	±3	±4
0	30	±3	±4
1	28	±3	±4
2	26	±3	±4
3	24	±3	±4
4	22	±3	±4
5	20	±3	±4
6	18	±3	±4
7	16	±3	±4
8	14	±3	±4
9	12	±4	±5
10	10	±4	±5
11	8	±4	±5
12	6	±4	±5
13	4	±4	±5
14	2	±5	±6
15-28	0	±5	±6

For the module's output power, the following is should be noted:

At GSM850 and EGSM900 band, the module is a class 4 device, so the module's output power should not exceed 33dBm, and at the maximum power level, the output power tolerance should not exceed +/-2dB under normal condition and +/-2.5dB under extreme condition.

At DCS1800 and PCS1900 band, the module is a class 1 device, so the module's output power should not exceed  
SIM900-DS\_Hardware Design\_V1.00 41 2013-01-20





30dBm, and at the maximum power level, the output power tolerance should not exceed  $\pm 2$ dB under normal condition and  $\pm 2.5$ dB under extreme condition.

### 5.10.2 Module RF Receive Sensitivity

The following table shows the module's conducted receive sensitivity, it is tested under static condition.

Table 25: SIM900-DS conducted RF receive sensitivity

Frequency	Receive sensitivity (GSM, DCS)	Receive sensitivity (GSM, DCS)
GSM850	-109dBm	-107dBm
EGSM900	-109dBm	-107dBm
DCS1800	-109dBm	-107dBm
PCS1900	-109dBm	-107dBm

### 5.10.3 Module Operating Frequencies

The following table shows the module's operating frequency range, it is followed by the 3GPP TS 05.05 technical specification requirement.

Table 26: SIM900-DS operating frequencies

Frequency	Receive	Transmit
GSM850	869 ~ 894MHz	824 ~ 849 MHz
EGSM900	925 ~ 960MHz	880 ~ 915MHz
DCS1800	1805 ~ 1880MHz	1710 ~ 1785MHz
PCS1900	1930 ~ 1990MHz	1850 ~ 1910MHz



## 6 Manufacturing

### 6.1 Top and Bottom View of SIM900-DS



Figure 37: Top and bottom view of SIM900-DS

*Note: These test points are only used for module manufacturing and testing. They are not for customer using.*

The following figure marked the information of SIM900-DS module.



Figure 38: Module Information



Table 27: Illustration of module information

<b>A</b>	<b>Logo of SIMCam</b>
<b>B</b>	<b>Module name</b>
<b>C</b>	<b>Module part number</b>
<b>D</b>	<b>Module serial number and bar code</b>
<b>E</b>	<b>Module IMEI1 and bar code</b>
<b>F</b>	<b>Module IMEI2 and bar code</b>

6.2 Typical Solder Reflow Profile

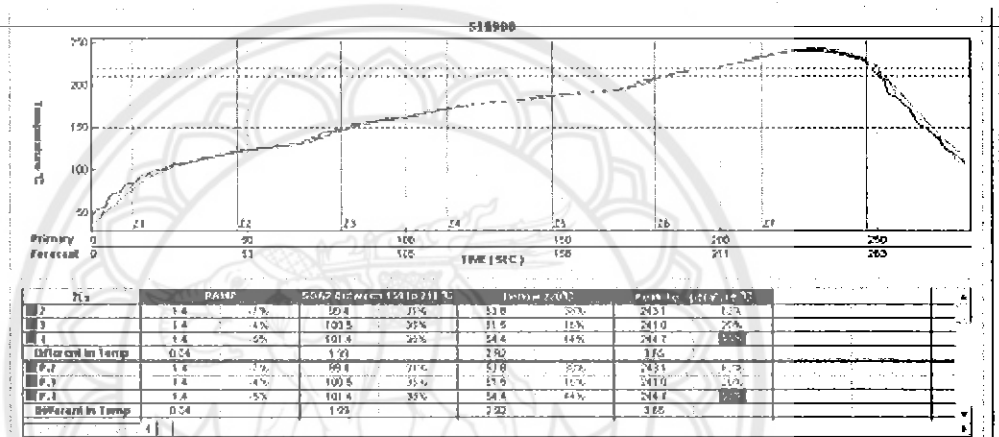


Figure 39: Typical Solder Reflow Profile

For details about secondary SMT, please refer to document [10].



**FAIRCHILD**  
SEMICONDUCTOR

LM317T (KA317)

## LM317T (KA317) Adjustable Voltage Regulator (Positive)



TO-220

### 3-TERMINAL POSITIVE ADJUSTABLE REGULATOR

This monolithic integrated circuit is an adjustable 3-terminal positive voltage regulator designed to supply 2.2A typical of load current with an output voltage adjustable over a 1.2 to 37V. It employs internal current limiting, thermal shut-down and safe area compensation.

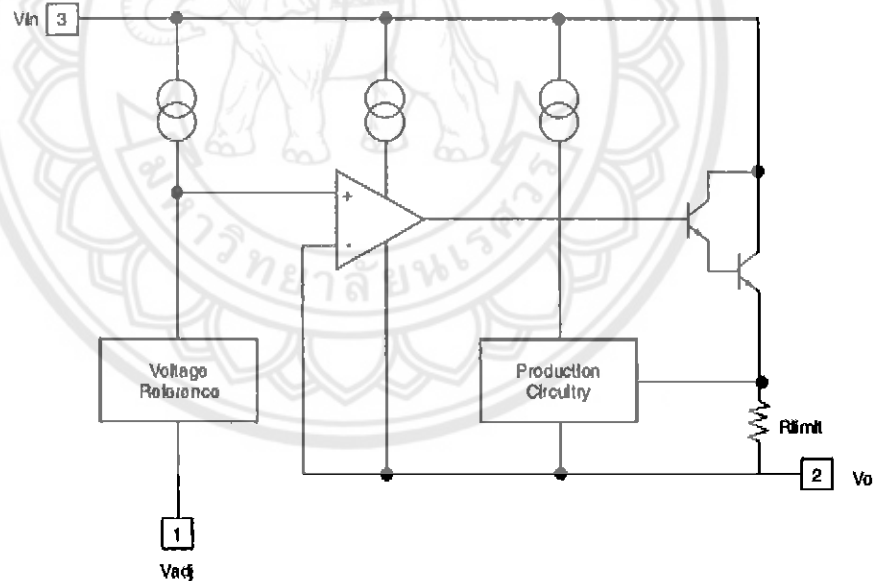
#### FEATURES

- Output Current 2.2A Typical
- Output Adjustable Between 1.2V and 37V
- Internal Thermal-Overload Protection
- Internal Short-Circuit Current-Limiting
- Output Transistor Safe-Area Compensation
- TO-220 Package

#### ORDERING INFORMATION

Device	Package	Operating Temperature
LM317T (KA317)	TO-220	0°C to +125°C

#### BLOCK DIAGRAM



**ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS** ( $T_A = +25^\circ\text{C}$ , unless otherwise specified)

Characteristic	Symbol	Value	Unit
Input-Output Voltage Differential	$V_I - V_O$	40	V
Lead Temperature	$T_{LEAD}$	230	$^\circ\text{C}$
Power Dissipation	$P_D$	Internally Limited	W
Operating Temperature Range	$T_{OPR}$	0 - +125	$^\circ\text{C}$
Storage Temperature Range	$T_{STG}$	-65 - +125	$^\circ\text{C}$
Temperature Coefficient of Output Voltage	$V_O/T$	0.02	$\%/^\circ\text{C}$

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS**

( $V_I - V_O = 5\text{V}$ ,  $I_O = 0.5\text{A}$ ,  $0^\circ\text{C} \leq T_J \leq +125^\circ\text{C}$ ,  $I_{MAX} = 1.5\text{A}$ ,  $P_{MAX} = 20\text{W}$ , unless otherwise specified)

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min	Typ	Max	Unit
Line Regulation	$R_{LINE}$	$T_A = +25^\circ\text{C}$ $3\text{V} \leq V_I - V_O \leq 40\text{V}$		0.01	0.04	$\%/V$
		$3\text{V} \leq V_I - V_O \leq 40\text{V}$		0.02	0.07	$\%/V$
Load Regulation	$R_{LOAD}$	$T_A = +25^\circ\text{C}$ , $10\text{mA} \leq I_O \leq I_{MAX}$ $V_O < 5\text{V}$ $V_O \geq 5\text{V}$		18 0.4	25 0.5	mV $\%/V_O$
		$10\text{mA} \leq I_O \leq I_{MAX}$ $V_O < 5\text{V}$ $V_O \geq 5\text{V}$		40 0.8	70 1.5	mV $\%/V_O$
Adjustable Pin Current	$I_{ADJ}$			46	100	$\mu\text{A}$
Adjustable Pin Current Change	$\Delta I_{ADJ}$	$3\text{V} \leq V_I - V_O \leq 40\text{V}$ $10\text{mA} \leq I_O \leq I_{MAX}$ $P \leq P_{MAX}$		2.0	5	$\mu\text{A}$
Reference Voltage	$V_{REF}$	$3\text{V} \leq V_I - V_{OUT} \leq 40\text{V}$ $10\text{mA} \leq I_O \leq I_{MAX}$ $P_O \leq P_{MAX}$	1.20	1.25	1.30	V
Temperature Stability	$ST_I$			0.7		$\%/V_O$
Minimum Load Current to Maintain Regulation	$I_{(MIN)}$	$V_I - V_O = 40\text{V}$		3.5	12	mA
Maximum Output Current	$I_{O(MAX)}$	$V_I - V_O \leq 15\text{V}$ , $P_D \leq P_{MAX}$ $V_I - V_O \leq 40\text{V}$ , $P_D \leq P_{MAX}$ , $T_A = 25^\circ\text{C}$	1.0	2.2 0.3		A
RMS Noise, % of $V_{OUT}$	$e_N$	$T_A = +25^\circ\text{C}$ , $10\text{Hz} \leq f \leq 10\text{kHz}$		0.003	0.01	$\%/V_O$
Ripple Rejection	RR	$V_O = 10\text{V}$ , $f = 120\text{Hz}$ without $C_{ADJ}$ $C_{ADJ} = 10\mu\text{F}$	66	60 75		dB
Long-Term Stability, $T_J = T_{TICKET}$	ST	$T_A = +25^\circ\text{C}$ for end point measurements, 1000HR		0.3	1	%
Thermal Resistance Junction to Case	$R_{\theta JC}$			5		$^\circ\text{C/W}$

\* Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Change in  $V_O$  due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used. ( $P_{MAX} = 20\text{W}$ )

TYPICAL PERFORMANCE CHARACTERISTICS

Fig. 1 Load Regulation

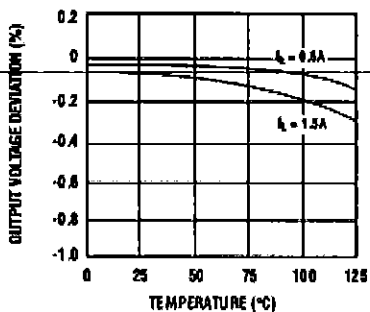


Fig. 2 Adjustment Current

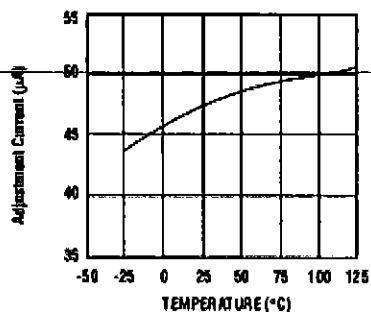


Fig. 3 Dropout Voltage

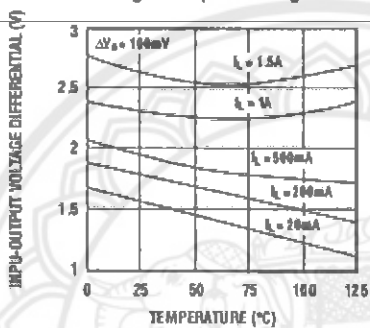
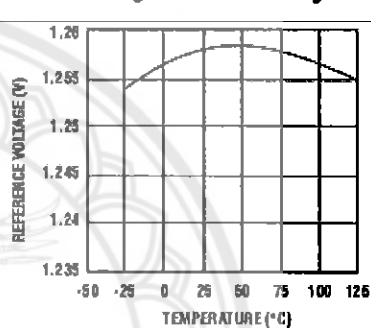


Fig. 4 Reference Voltage



## Typical Application

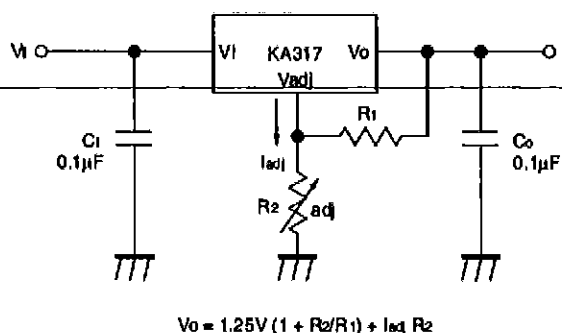


Fig. 6 Programmable Regulator

$C_1$  is required when regulator is located at an appreciable distance from the power supply filter.

$C_0$  improves transient response by reducing AC noise which is present at the output.

Since  $I_{ADJ}$  is controlled to less than 100µA, the error associated with this term is negligible in most applications.

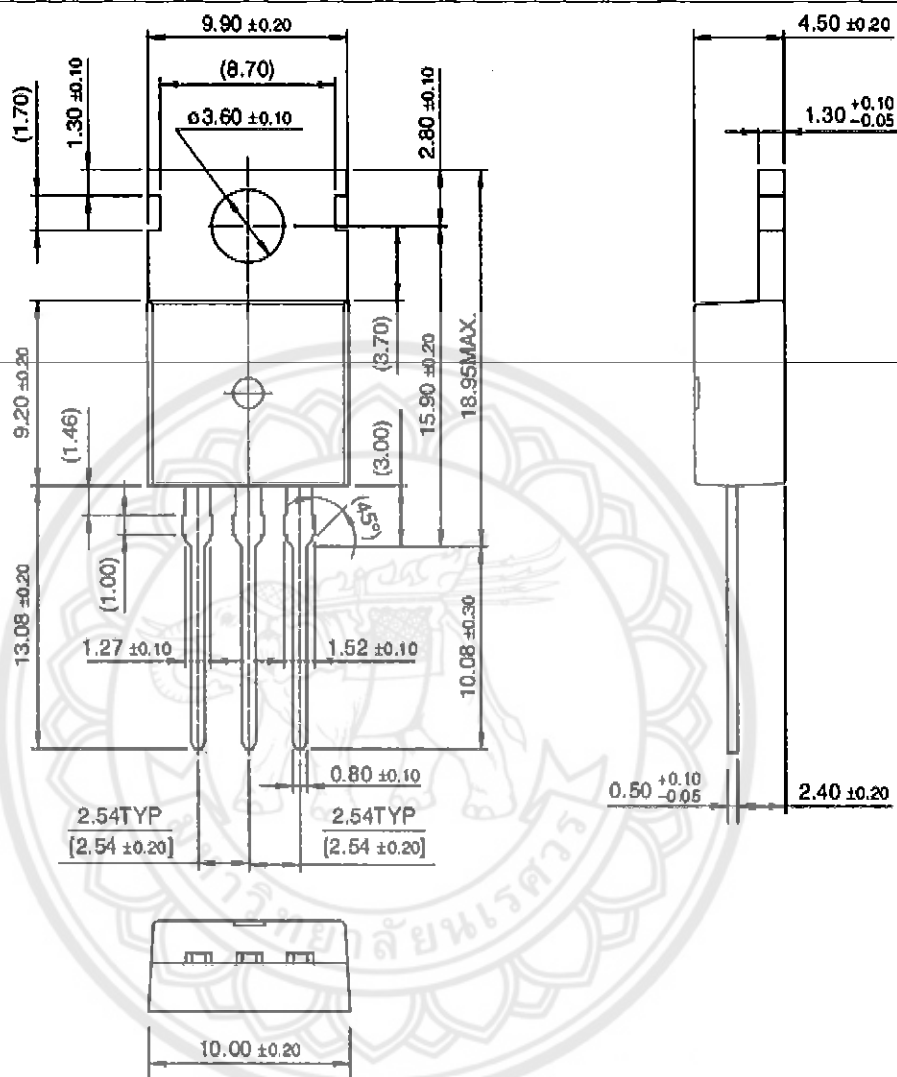


## TO-220 Package Dimensions

**FAIRCHILD**  
SEMICONDUCTOR™

## TO-220 (FS PKG CODE AE)

LM317T (KA317)



Dimensions in Millimeters

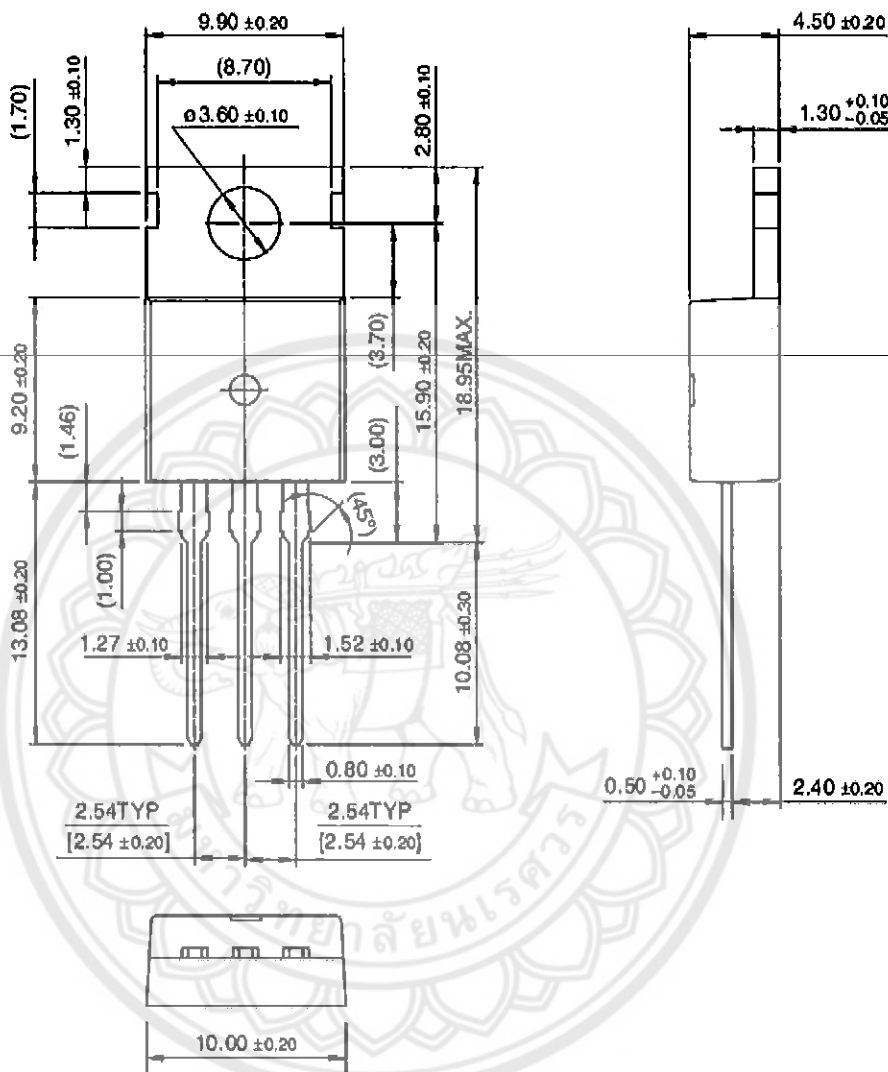
August 1999, Rev B

TO-220 Package Dimensions



TO-220 (FS PKG CODE AE)

LM317T (KA317)



Dimensions in Millimeters

August 1999, Rev B



## Features

- High Performance, Low Power AVR® 8-Bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
  - 131 Powerful Instructions – Most Single-Clock Cycle Execution
  - 32 x 8 General Purpose Working Registers
  - Fully Static Operation
  - Up to 20 MIPS Throughput at 20 MHz
  - On-chip 2-cycle Multiplier
- High Endurance Non-volatile Memory Segments
  - 4/8/16/32K Bytes of In-System Self-Programmable Flash program memory
  - 256/512/512/1K Bytes EEPROM
  - 512/1K/1K/2K Bytes Internal SRAM
  - Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/100,000 EEPROM
  - Data retention: 20 years at 85°C/100 years at 25°C<sup>(1)</sup>
  - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits In-System Programming by On-chip Boot Program True Read-While-Write Operation
  - Programming Lock for Software Security
- Peripheral Features
  - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescaler and Compare Mode
  - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
  - Real Time Counter with Separate Oscillator
  - Six PWM Channels
  - 8-channel 10-bit ADC in TQFP and QFN/MLF package Temperature Measurement
  - 6-channel 10-bit ADC in PDIP Package Temperature Measurement
  - Programmable Serial USART
  - Master/Slave SPI Serial Interface
  - Byte-oriented 2-wire Serial Interface (Philips I<sup>2</sup>C compatible)
  - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
  - On-chip Analog Comparator
  - Interrupt and Wake-up on Pin Change
- Special Microcontroller Features
  - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
  - Internal Calibrated Oscillator
  - External and Internal Interrupt Sources
  - Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby, and Extended Standby
- I/O and Packages
  - 23 Programmable I/O Lines
  - 28-pin PDIP, 32-lead TQFP, 28-pad QFN/MLF and 32-pad QFN/MLF
- Operating Voltage:
  - 1.8 - 5.5V
- Temperature Range:
  - -40°C to 85°C
- Speed Grade:
  - 0 - 4 MHz @ 1.8 - 5.5V, 0 - 10 MHz @ 2.7 - 5.5V, 0 - 20 MHz @ 4.5 - 5.5V
- Power Consumption at 1 MHz, 1.8V, 25°C
  - Active Mode: 0.2 mA
  - Power-down Mode: 0.1 µA
  - Power-save Mode: 0.75 µA (Including 32 kHz RTC)



**8-bit AVR<sup>®</sup>  
Microcontroller  
with 4/8/16/32K  
Bytes In-System  
Programmable  
Flash**

**ATmega48A  
ATmega48PA  
ATmega88A  
ATmega88PA  
ATmega168A  
ATmega168PA  
ATmega328  
ATmega328P**

**Summary**

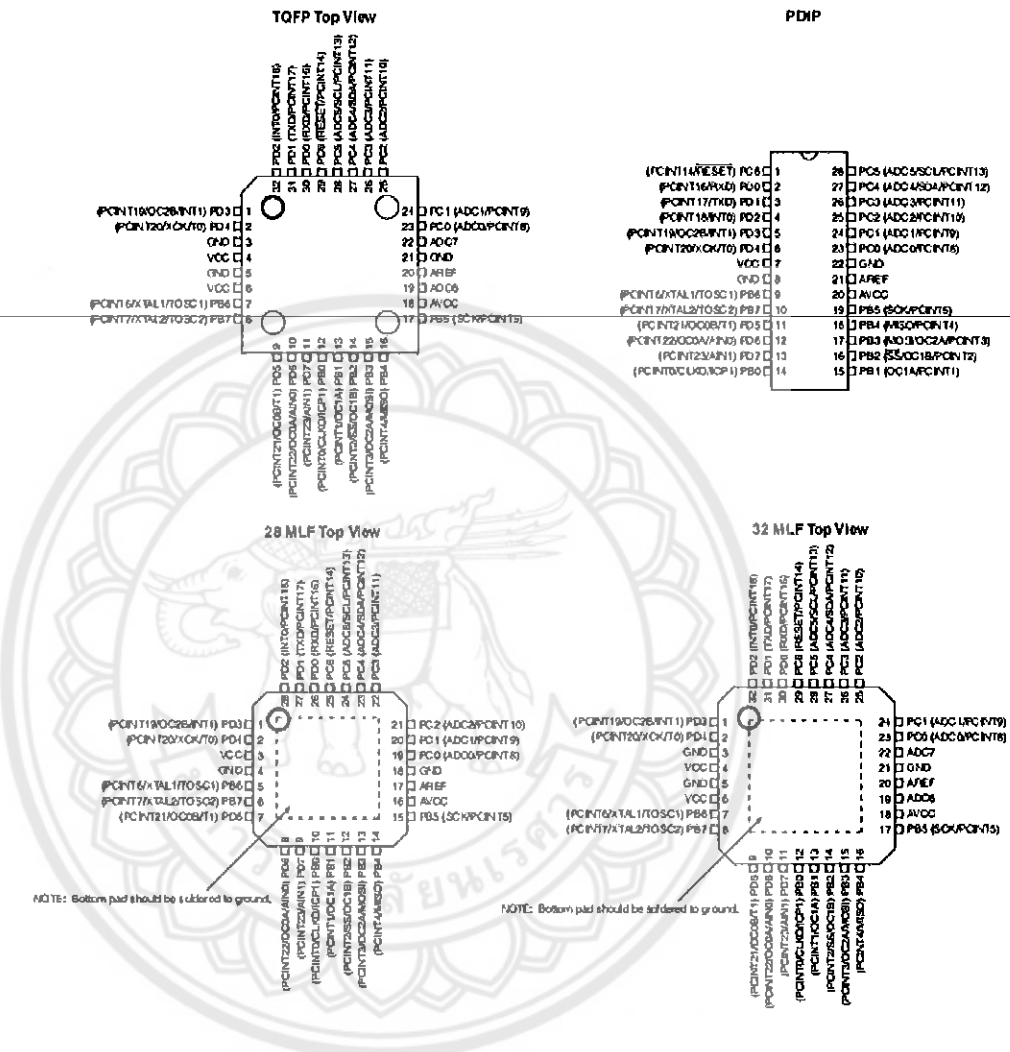
Rev. 8271BS-AVR-04/10



# ATmega48A/48PA/88A/88PA/168A/168PA/328/328P

## 1. Pin Configurations

Figure 1-1. Pinout ATmega48A/48PA/88A/88PA/168A/168PA/328/328P



## ATmega48A/48PA/88A/88PA/168A/168PA/328/328P

### 1.1 Pin Descriptions

#### 1.1.1 VCC

Digital supply voltage.

#### 1.1.2 GND

Ground.

#### 1.1.3 Port B (PB7:0) XTAL1/XTAL2/TOSC1/TOSC2

Port B is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port B output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port B pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port B pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Depending on the clock selection fuse settings, PB6 can be used as input to the inverting Oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.

Depending on the clock selection fuse settings, PB7 can be used as output from the Inverting Oscillator amplifier.

If the Internal Calibrated RC Oscillator is used as chip clock source, PB7...6 is used as TOSC2...1 input for the Asynchronous Timer/Counter2 if the AS2 bit in ASSR is set.

The various special features of Port B are elaborated in "and "System Clock and Clock Options" on page 26.

#### 1.1.4 Port C (PC5:0)

Port C is a 7-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The PC5...0 output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port C pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port C pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

#### 1.1.5 PC6/RESET

If the RSTDISBL Fuse is programmed, PC6 is used as an I/O pin. Note that the electrical characteristics of PC6 differ from those of the other pins of Port C.

If the RSTDISBL Fuse is unprogrammed, PC6 is used as a Reset input. A low level on this pin for longer than the minimum pulse length will generate a Reset, even if the clock is not running. The minimum pulse length is given in Table 28-12 on page 323. Shorter pulses are not guaranteed to generate a Reset.

The various special features of Port C are elaborated in "Alternate Functions of Port C" on page 86.

#### 1.1.6 Port D (PD7:0)

Port D is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port D output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port D pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port D pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

## ATmega48A/48PA/88A/88PA/168A/168PA/328/328P

The various special features of Port D are elaborated in "Alternate Functions of Port D" on page 89.

### 1.1.7 AV<sub>CC</sub>

AV<sub>CC</sub> is the supply voltage pin for the A/D Converter, PC3:0, and ADC7:6. It should be externally connected to V<sub>CC</sub>, even if the ADC is not used. If the ADC is used, it should be connected to V<sub>CC</sub> through a low-pass filter. Note that PC6...4 use digital supply voltage, V<sub>CC</sub>.

### 1.1.8 AREF

AREF is the analog reference pin for the A/D Converter.

### 1.1.9 ADC7:6 (TQFP and QFN/MLF Package Only)

In the TQFP and QFN/MLF package, ADC7:6 serve as analog inputs to the A/D converter. These pins are powered from the analog supply and serve as 10-bit ADC channels.



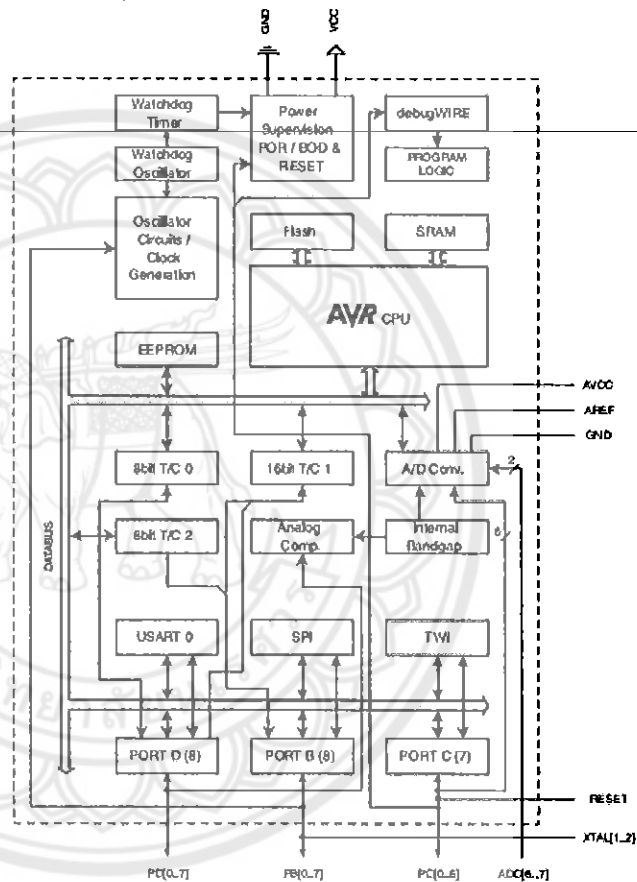
## ATmega48A/48PA/88A/88PA/168A/168PA/328/328P

### 2. Overview

The ATmega48A/48PA/88A/88PA/168A/168PA/328/328P is a low-power CMOS 8-bit microcontroller based on the AVR enhanced RISC architecture. By executing powerful instructions in a single clock cycle, the ATmega48A/48PA/88A/88PA/168A/168PA/328/328P achieves throughputs approaching 1 MIPS per MHz allowing the system designer to optimize power consumption versus processing speed.

#### 2.1 Block Diagram

Figure 2-1. Block Diagram



The AVR core combines a rich instruction set with 32 general purpose working registers. All the 32 registers are directly connected to the Arithmetic Logic Unit (ALU), allowing two independent



## ATmega48A/48PA/88A/88PA/168A/168PA/328/328P

registers to be accessed in one single instruction executed in one clock cycle. The resulting architecture is more code efficient while achieving throughputs up to ten times faster than conventional CISC microcontrollers.

The ATmega48A/48PA/88A/88PA/168A/168PA/328/328P provides the following features: 4K/8K bytes of In-System Programmable Flash with Read-While-Write capabilities, 256/512/512/1K bytes EEPROM, 512/1K/1K/2K bytes SRAM, 23 general purpose I/O lines, 32 general purpose working registers, three flexible Timer/Counters with compare modes, internal and external interrupts, a serial programmable USART, a byte-oriented 2-wire Serial Interface, an SPI serial port, a 6-channel 10-bit ADC (8 channels in TQFP and QFN/MLF packages), a programmable Watchdog Timer with internal oscillator, and five software selectable power saving modes. The Idle mode stops the CPU while allowing the SRAM, Timer/Counters, USART, 2-wire Serial Interface, SPI port, and interrupt system to continue functioning. The Power-down mode saves the register contents but freezes the oscillator, disabling all other chip functions until the next interrupt or hardware reset. In Power-save mode, the asynchronous timer continues to run, allowing the user to maintain a timer base while the rest of the device is sleeping. The ADC Noise Reduction mode stops the CPU and all I/O modules except asynchronous timer and ADC, to minimize switching noise during ADC conversions. In Standby mode, the crystal/resonator oscillator is running while the rest of the device is sleeping. This allows very fast start-up combined with low power consumption.

The device is manufactured using Atmel's high density non-volatile memory technology. The On-chip ISP Flash allows the program memory to be reprogrammed In-System through an SPI serial interface, by a conventional non-volatile memory programmer, or by an On-chip Boot program running on the AVR core. The Boot program can use any interface to download the application program in the Application Flash memory. Software in the Boot Flash section will continue to run while the Application Flash section is updated, providing true Read-While-Write operation. By combining an 8-bit RISC CPU with In-System Self-Programmable Flash on a monolithic chip, the Atmel ATmega48A/48PA/88A/88PA/168A/168PA/328/328P is a powerful microcontroller that provides a highly flexible and cost effective solution to many embedded control applications.

The ATmega48A/48PA/88A/88PA/168A/168PA/328/328P AVR is supported with a full suite of program and system development tools including: C Compilers, Macro Assemblers, Program Debugger/Simulators, In-Circuit Emulators, and Evaluation kits.

### 2.2 Comparison Between Processors

The ATmega48A/48PA/88A/88PA/168A/168PA/328/328P differ only in memory sizes, boot loader support, and interrupt vector sizes. Table 2-1 summarizes the different memory and interrupt vector sizes for the devices.

Table 2-1. Memory Size Summary

Device	Flash	EEPROM	RAM	Interrupt Vector Size
ATmega48A	4K Bytes	256 Bytes	512 Bytes	1 instruction word/vector
ATmega48PA	4K Bytes	256 Bytes	512 Bytes	1 instruction word/vector
ATmega88A	8K Bytes	512 Bytes	1K Bytes	1 instruction word/vector
ATmega88PA	8K Bytes	512 Bytes	1K Bytes	1 instruction word/vector
ATmega168A	16K Bytes	512 Bytes	1K Bytes	2 instruction words/vector

## ATmega48A/48PA/88A/88PA/168A/168PA/328/328P

**Table 2-1. Memory Size Summary**

Device	Flash	EEPROM	RAM	Interrupt Vector Size
ATmega168PA	16K Bytes	512 Bytes	1K Bytes	2 Instruction words/vector
ATmega328	32K Bytes	1K Bytes	2K Bytes	2 Instruction words/vector
ATmega328P	32K Bytes	1K Bytes	2K Bytes	2 Instruction words/vector

ATmega48A/48PA/88A/88PA/168A/168PA/328/328P support a real Read-While-Write Self-Programming mechanism. There is a separate Boot Loader Section, and the SPM instruction can only execute from there. In ATmega 48A/48PA there is no Read-While-Write support and no separate Boot Loader Section. The SPM instruction can execute from the entire Flash.

### 3. Resources

A comprehensive set of development tools, application notes and datasheets are available for download on <http://www.atmel.com/avr>.



## ATmega48A/48PA/88A/88PA/168A/168PA/328/328P

### 6. Ordering Information

#### 6.1 ATmega48A

Speed (MHz)	Power Supply	Ordering Code <sup>(2)</sup>	Package <sup>(1)</sup>	Operational Range
20 <sup>(3)</sup>	1.8 - 5.5	ATmega48A-AU ATmega48A-AUR <sup>(5)</sup> ATmega48A-MMH <sup>(4)</sup> ATmega48A-MMHR <sup>(4)(5)</sup> ATmega48A-MU ATmega48A-MUR <sup>(5)</sup> ATmega48A-PU	32A 32A 28M1 28M1 32M1-A 32M1-A 28P3	Industrial (-40°C to 85°C)

- Note:
1. This device can also be supplied in wafer form. Please contact your local Atmel sales office for detailed ordering information and minimum quantities.
  2. Pb-free packaging complies to the European Directive for Restriction of Hazardous Substances (RoHS directive). Also Halide free and fully Green.
  3. See "Speed Grades" on page 321.
  4. NiPdAu Lead Finish.
  5. Tape & Reel.

Package Type	
32A	32-lead, Thin (1.0 mm) Plastic Quad Flat Package (TQFP)
28M1	28-pad, 4 x 4 x 1.0 body, Lead Pitch 0.45 mm Quad Flat No-Lead/Micro Lead Frame Package (QFN/MLF)
32M1-A	32-pad, 5 x 5 x 1.0 body, Lead Pitch 0.50 mm Quad Flat No-Lead/Micro Lead Frame Package (QFN/MLF)
28P3	28-lead, 0.300" Wide, Plastic Dual In-line Package (PDIP)

## ATmega48A/48PA/88A/88PA/168A/168PA/328/328P

### 6.2 ATmega48PA

Speed (MHz)	Power Supply	Ordering Code <sup>(2)</sup>	Package <sup>(1)</sup>	Operational Range
20 <sup>(3)</sup>	1.8 - 5.5	ATmega48PA-AU ATmega48PA-AUR <sup>(5)</sup> ATmega48PA-MMH <sup>(4)</sup> ATmega48PA-MMHR <sup>(4)(5)</sup> ATmega48PA-MU ATmega48PA-MUR <sup>(5)</sup> ATmega48PA-PJ	32A 32A 28M1 28M1 32M1-A 32M1-A 28P3	Industrial (-40°C to 85°C)

- Note:
1. This device can also be supplied in wafer form. Please contact your local Atmel sales office for detailed ordering information and minimum quantities.
  2. Pb-free packaging complies to the European Directive for Restriction of Hazardous Substances (RoHS directive). Also Halide free and fully Green.
  3. See "Speed Grades" on page 321.
  4. NiPdAu Lead Finish.
  5. Tape & Reel.

Package Type	
32A	32-lead, Thin (1.0 mm) Plastic Quad Flat Package (TQFP)
28M1	28-pad, 4 x 4 x 1.0 body, Lead Pitch 0.45 mm Quad Flat No-Lead/Micro Lead Frame Package (QFN/MLF)
32M1-A	32-pad, 5 x 5 x 1.0 body, Lead Pitch 0.50 mm Quad Flat No-Lead/Micro Lead Frame Package (QFN/MLF)
28P3	28-lead, 0.300" Wide, Plastic Dual In-line Package (PDIP)

## ATmega48A/48PA/88A/88PA/168A/168PA/328/328P

### 6.3 ATmega88A

Speed (MHz)	Power Supply	Ordering Code <sup>(2)</sup>	Package <sup>(1)</sup>	Operational Range
20 <sup>(3)</sup>	1.8 - 5.5	ATmega88A-AU ATmega88A-AUR <sup>(5)</sup> ATmega88A-MMH <sup>(4)</sup> ATmega88A-MMHR <sup>(4)(5)</sup> ATmega88A-MU ATmega88A-MUR <sup>(5)</sup> ATmega88A-PU	32A 32A 28M1 28M1 32M1-A 32M1-A 28P3	Industrial (-40°C to 85°C)

- Note:
1. This device can also be supplied in wafer form. Please contact your local Atmel sales office for detailed ordering information and minimum quantities.
  2. Pb-free packaging complies to the European Directive for Restriction of Hazardous Substances (RoHS directive). Also Halide free and fully Green.
  3. See "Speed Grades" on page 321.
  4. NiPdAu Lead Finish.
  5. Tape & Reel.

Package Type	
<b>32A</b>	32-lead, Thin (1.0 mm) Plastic Quad Flat Package (TQFP)
<b>28M1</b>	28-pad, 4 x 4 x 1.0 body, Lead Pitch 0.45 mm Quad Flat No-Lead/Micro Lead Frame Package (QFN/MLF)
<b>32M1-A</b>	32-pad, 5 x 5 x 1.0 body, Lead Pitch 0.50 mm Quad Flat No-Lead/Micro Lead Frame Package (QFN/MLF)
<b>28P3</b>	28-lead, 0.300" Wide, Plastic Dual In-line Package (PDIP)

## ATmega48A/48PA/88A/88PA/168A/168PA/328/328P

### 6.4 ATmega88PA

Speed (MHz)	Power Supply (V)	Ordering Code <sup>(2)</sup>	Package <sup>(1)</sup>	Operational Range
20 <sup>(3)</sup>	1.8 - 5.5	ATmega88PA-AU ATmega88PA-AUR <sup>(5)</sup> ATmega88PA-MMH <sup>(4)</sup> ATmega88PA-MMHR <sup>(4R)</sup> ATmega88PA-MU ATmega88PA-MUR <sup>(R)</sup> ATmega88PA-PU	32A 32A 28M1 28M1 32M1-A 32M1-A 28P3	Industrial (-40°C to 85°C)

- Note:
1. This device can also be supplied in wafer form. Please contact your local Atmel sales office for detailed ordering information and minimum quantities.
  2. Pb-free packaging complies to the European Directive for Restriction of Hazardous Substances (RoHS directive). Also Halide free and fully Green.
  3. See "Speed Grades" on page 321.
  4. NiPdAu Lead Finish.
  5. Tape & Reel.

Package Type	
32A	32-lead, Thin (1.0 mm) Plastic Quad Flat Package (TQFP)
28M1	28-pad, 4 x 4 x 1.0 body, Lead Pitch 0.45 mm Quad Flat No-Lead/Micro Lead Frame Package (QFN/MLF)
32M1-A	32-pad, 5 x 5 x 1.0 body, Lead Pitch 0.50 mm Quad Flat No-Lead/Micro Lead Frame Package (QFN/MLF)
28P3	28-lead, 0.300" Wide, Plastic Dual In-line Package (PDIP)

## ATmega48A/48PA/88A/88PA/168A/168PA/328/328P

### 6.5 ATmega168A

Speed (MHz) <sup>(3)</sup>	Power Supply (V)	Ordering Code <sup>(2)</sup>	Package <sup>(1)</sup>	Operational Range
20	1.8 - 5.5	ATmega168A-AU ATmega168A-AUR <sup>(4)</sup> ATmega168A-MMH <sup>(4)</sup> ATmega168A-MMHR <sup>(4)(5)</sup> ATmega168A-MU ATmega168A-MUR <sup>(5)</sup> ATmega168A-PU	32A 32A 28M1 28M1 32M1-A 32M1-A 28P3	Industrial (-40°C to 85°C)

- Note:
1. This device can also be supplied in wafer form. Please contact your local Atmel sales office for detailed ordering information and minimum quantities.
  2. Pb-free packaging complies to the European Directive for Restriction of Hazardous Substances (RoHS directive). Also Halide free and fully Green.
  3. See "Speed Grades" on page 321
  4. NiPd/Au Lead Finish.
  5. Tape & Reel.

Package Type	
32A	32-lead, Thin (1.0 mm) Plastic Quad Flat Package (TQFP)
28M1	28-pad, 4 x 4 x 1.0 body, Lead Pitch 0.45 mm Quad Flat No-Lead/Micro Lead Frame Package (QFN/MLF)
32M1-A	32-pad, 5 x 5 x 1.0 body, Lead Pitch 0.50 mm Quad Flat No-Lead/Micro Lead Frame Package (QFN/MLF)
28P3	28-lead, 0.300" Wide, Plastic Dual In-line Package (PDIP)

## ATmega48A/48PA/88A/88PA/168A/168PA/328/328P

### 6.6 ATmega168PA

Speed (MHz) <sup>(3)</sup>	Power Supply (V)	Ordering Code <sup>(2)</sup>	Package <sup>(1)</sup>	Operational Range
20	1.8 - 5.5	ATmega168PA-AU ATmega168PA-AUR <sup>(5)</sup> ATmega168PA-MMH <sup>(4)</sup> ATmega168PA-MMHR <sup>(4)(5)</sup> ATmega168PA-MU ATmega168PA-MUR <sup>(5)</sup> ATmega168PA-PU	32A 32A 28M1 28M1 32M1-A 32M1-A 28P3	Industrial (-40°C to 85°C)

- Note:
1. This device can also be supplied in wafer form. Please contact your local Atmel sales office for detailed ordering information and minimum quantities.
  2. Pb-free packaging complies to the European Directive for Restriction of Hazardous Substances (RoHS directive), Also Halide free and fully Green.
  3. See "Speed Grades" on page 321.
  4. NiPdAu Lead Finish.
  5. Tape & Reel.

Package Type	
32A	32-lead, Thin (1.0 mm) Plastic Quad Flat Package (TQFP)
28M1	28-pad, 4 x 4 x 1.0 body, Lead Pitch 0.45 mm Quad Flat No-Lead/Micro Lead Frame Package (QFN/MLF)
32M1-A	32-pad, 5 x 5 x 1.0 body, Lead Pitch 0.50 mm Quad Flat No-Lead/Micro Lead Frame Package (QFN/MLF)
28P3	28-lead, 0.300" Wide, Plastic Dual In-line Package (PDIP)



## ATmega48A/48PA/88A/88PA/168A/168PA/328/328P

### 6.7 ATmega328

Speed (MHz)	Power Supply (V)	Ordering Code <sup>(2)</sup>	Package <sup>(1)</sup>	Operational Range
20 <sup>(3)</sup>	1.8 - 5.5	ATmega328-AU ATmega328-AUR <sup>(4)</sup> ATmega328-MU ATmega328-MUR <sup>(4)</sup> ATmega328-PU	32A 32A 32M1-A 32M1-A 28P3	Industrial (-40°C to 85°C)

- Note:
1. This device can also be supplied in wafer form. Please contact your local Atmel sales office for detailed ordering information and minimum quantities.
  2. Pb-free packaging complies to the European Directive for Restriction of Hazardous Substances (RoHS directive). Also Halide free and fully Green.
  3. See Figure 28-1 on page 321.
  4. Tape & Reel

Package Type	
32A	32-lead, Thin (1.0 mm) Plastic Quad Flat Package (TQFP)
28P3	28-lead, 0.300" Wide, Plastic Dual In-line Package (PDIP)
32M1-A	32-pad, 5 x 5 x 1.0 body, Lead Pitch 0.50 mm Quad Flat No-Lead/Micro Lead Frame Package (QFN/MLF)

## ATmega48A/48PA/88A/88PA/168A/168PA/328/328P

### 6.8 ATmega328P

Speed (MHz)	Power Supply	Ordering Code <sup>(2)</sup>	Package <sup>(1)</sup>	Operational Range
20 <sup>(3)</sup>	1.8 - 5.5	ATmega328P-AU ATmega328P-AUR <sup>(4)</sup> ATmega328P-MU ATmega328P-MUR <sup>(4)</sup> ATmega328P-PU	32A 32A 32M1-A 32M1-A 28P3	Industrial (-40°C to 85°C)

- Note:
1. This device can also be supplied in wafer form. Please contact your local Atmel sales office for detailed ordering information and minimum quantities.
  2. Pb-free packaging complies to the European Directive for Restriction of Hazardous Substances (RoHS directive). Also Halide free and fully Green.
  3. See Figure 26-1 on page 321.
  4. Tape & Reel.

Package Type	
32A	32-lead, Thin (1.0 mm) Plastic Quad Flat Package (TQFP)
28P3	28-lead, 0.300" Wide, Plastic Dual In-line Package (PDIP)
32M1-A	32-pad, 5 x 5 x 1.0 body, Lead Pitch 0.50 mm Quad Flat No-Lead/Micro Lead Frame Package (QFN/MLF)

**ATmega48A/48PA/88A/88PA/168A/168PA/328/328P**

**7. Packaging Information**

**7.1 32A**

**COMMON DIMENSIONS**  
(Unit of Measure = mm)

SYMBOL	MIN	NOM	MAX	NOTE
A	-	-	1.20	
A1	0.05	-	0.15	
A2	0.95	1.00	1.05	
D	8.75	9.00	9.25	
D1	8.90	7.00	7.10	Note 2
E	8.75	9.00	9.25	
E1	6.90	7.00	7.10	Note 2
B	0.30	-	0.45	
C	0.09	-	0.20	
L	0.45	-	0.75	
e	0.80 TYP			

Notes:

1. This package conforms to JEDEC reference MS-026, Variation ABA.
2. Dimensions D1 and E1 do not include mold protrusion. Allowable protrusion is 0.25 mm per side. Dimensions D1 and E1 are maximum plastic body size dimensions including mold mismatch.
3. Lead coplanarity is 0.10 mm maximum.

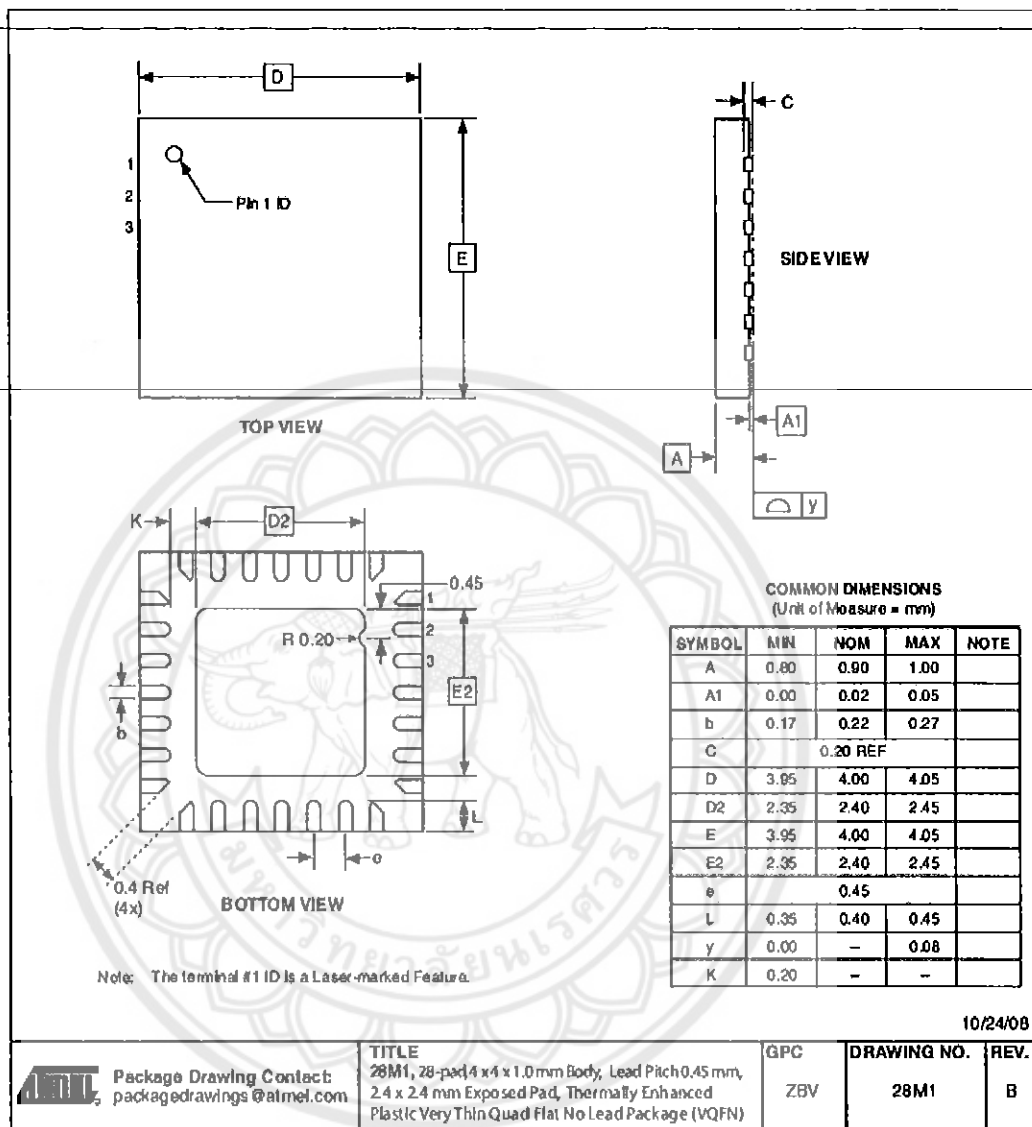
10/5/2001

2325 Orchard Parkway San Jose, CA 95131	<b>TITLE</b>	<b>DRAWING NO.</b>	<b>REV.</b>
	32A, 32-Lead, 7 x 7 mm Body Size, 1.0 mm Body Thickness, 0.8 mm Lead Pitch, Thin Profile Plastic Quad Flat Package (TQFP)	32A	B



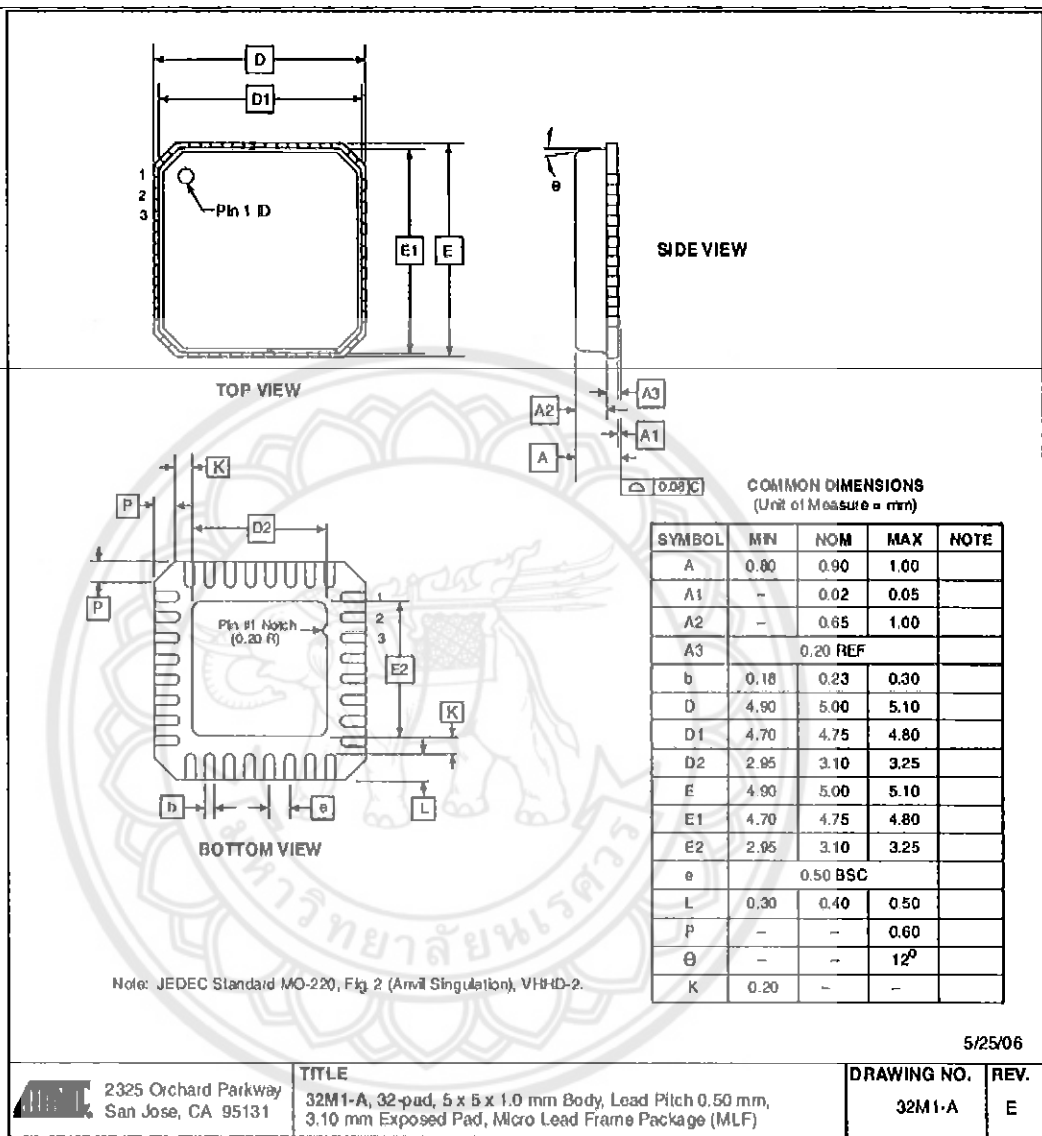
**ATmega48A/48PA/88A/88PA/168A/168PA/328/328P**

**7.2 28M1**



**ATmega48A/48PA/88A/88PA/168A/168PA/328/328P**

**7.3 32M1-A**



**ATmega48A/48PA/88A/88PA/168A/168PA/328/328P**

**7.4 28P3**

**COMMON DIMENSIONS**  
(Unit of Measure = mm)

SYMBOL	MIN	NOM	MAX	NOTE
A	-	-	4.5724	
A1	0.508	-	-	
D	34.544	-	34.798	Note 1
E	7.620	-	8.255	
E1	7.112	-	7.493	Note 1
B	0.381	-	0.533	
B1	1.143	-	1.397	
B2	0.762	-	1.143	
L	3.175	-	3.429	
C	0.203	-	0.358	
eB	-	-	10.100	
e	-	-	2.540 TYP	

Note: 1. Dimensions D and E1 do not include mold Flash or Protrusion. Mold Flash or Protrusion shall not exceed 0.25 mm (0.010").

09/28/01

2325 Orchard Parkway San Jose, CA 95131	TITLE 28P3, 28-load (0.300"/7.62 mm Wide) Plastic Dual Inline Package (PDIP)	DRAWING NO. 28P3	REV. B
--	--	---------------------	-----------





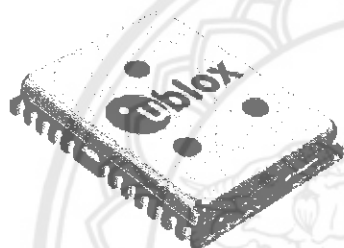
u-blox AG  
 Zürcherstrasse 68  
 8800 Thalwil  
 Switzerland  
 www.u-blox.com

Phone +41 41 722 7444  
 Fax +41 41 722 7447  
 info@u-blox.com

## NEO-5

### u-blox 5 ROM-Based GPS Modules

Data Sheet



#### Abstract

Technical data sheet describing the cost effective, high-performance u-blox 5 based NEO-5 series of GPS modules.

Features include AssistNow Online and AssistNow Offline A-GPS services, KickStart accelerated acquisition, SuperSense® Indoor GPS providing best-in-class acquisition and tracking sensitivity, small size and an innovative jamming-resistant RF architecture.

The miniature 12.2 x 16.0 mm form factor of the highly successful NEO-4S module is maintained, enabling easy migration. NEO-5 modules support passive and active antennas.

The 1.8V NEO-5D and NEO-5G modules provide the exceptional performance of u-blox 5 positioning while enabling power savings in the order of 40%.

*your position is our focus*

# Data Sheet





*your position is our focus*

<b>Title</b>	NEO-5		
<b>Subtitle</b>	u-blox5 ROM-Based GPS Modules		
<b>Doc Type</b>	Data Sheet	Preliminary	
<b>Doc Id</b>	GPS.G5-M55-07025-3		
<b>Revision Index</b>	<b>Date</b>	<b>Name</b>	<b>Status / Comments</b>
P1	16/02/2007	TG	Initial Version
P2	22/08/2007	TG	
P3	11/04/2008	TG	New Naming, TTF, Reliability Tests, Ordering Number, Power Modes
P4	16/04/2008	TG	EEPROM
P5	23/04/2008	TG	USB
P6	5/05/2008	TG	Thickness
P7	26/09/2008	TG	Power Consumption, Active Antenna Gain
1	7/07/2008	TG	Vbclip, Current Consumption, CI
2	11/10/2008	TG	NEO-5GD added
3	12/11/2008	TG	Vddusb, CFG pins

This document and the use of any information contained therein, is subject to the acceptance of the u-blox terms and conditions. They can be downloaded from [www.u-blox.com](http://www.u-blox.com).

u-blox makes no warranties based on the accuracy or completeness of the contents of this document and reserves the right to make changes to specifications and product descriptions at any time without notice.

u-blox reserves all rights to this document and the information contained herein. Reproduction, use or disclosure to third parties without express permission is strictly prohibited. Copyright © 2008, u-blox AG.

u-blox® is a registered trademark of u-blox Holding AG in the EU and other countries. ARM® is the registered trademark of ARM Limited in the EU and other countries.

Data sheet status	
Objective Specification	This data sheet contains target or goal specification for product development.
Advance Information	This data sheet contains data based on early testing. Values may change.
Preliminary	This data sheet contains preliminary data, revised and supplementary data may be published later.
Released	This data sheet contains the final product specification.

	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). Observe precautions for handling.



*your position is our focus*

# 1 Functional Description

## 1.1 Overview

The NEO-5 series by u-blox sets a new standard for GPS receiver modules. Powered by the high performance 50-channel u-blox 5 technology, these modules provide excellent performance at an economical price. A 32-channel acquisition engine with over 1 million effective correlators is capable of massive parallel searches across the time/frequency space. This enables a Time To First Fix (TTFF) of less than 1 second while long correlation/dwell times make possible the best-in-class acquisition and tracking sensitivity. An available functionality is KickStart, a new feature enabling accelerated acquisition of weak signals. Once acquired, satellites are passed on to a power-optimized dedicated tracking engine. This arrangement allows the GPS engine to simultaneously track up to 16 satellites while searching for new ones.

u-blox 5's advanced jamming suppression mechanism and innovative RF architecture provides a high level of immunity to jamming, ensuring maximum GPS performance. The miniature 12.2 x 16 mm form factor of the successful NEO-4S module is maintained, permitting easy migration. An I<sup>2</sup>C compatible DDC interface is provided to connect an optional external serial E<sup>2</sup>PROM to store power-up configuration settings. The 1.8V NEO-5D and NEO-5G modules provide the exceptional performance of u-blox 5 positioning while enabling power savings in the order of 40%.

The NEO-5 series is not designed for life saving or supporting devices or for aviation and should not be used in products that could in any way negatively impact the security or health of the user or third parties or that could cause damage to goods.



*your position is our focus*

## 1.2 Highlights and Features

### Highlights

- 50-channel u-blox 5 engine with over 1 million effective correlators
- <1 second Time To First Fix for Hot and Aided Starts
- -160dBm SuperSense<sup>®</sup> acquisition and tracking sensitivity
- Accelerated startup at weak signals for modules with KickStart feature
- Supports AssistNowOnline and AssistNowOffline A-GPS services; OMA SUPL compliant
- High immunity to jamming
- 4 Hz position update rate
- Miniature 16.0 x 12.2mm package
- UART, USB, DDC and SPI<sup>1</sup> interfaces
- 1.8V supply voltage for low power consumption (NEO-D / NEO-5G)
- RoHS compliant

### Features

	Voltage Range (V)	Thickness (mm)	50-channel engine	KickStart	SuperSense	FW Update / FLASH	Low Power Modes	GALILEO	UART	USB	SPI	DDC	AssistNow Online	AssistNow Offline	Dead Reckoning	Raw Data	Precision Timing	1PPS	CFG Pin	Reset Input	Antenna Supply	Antenna Supervisor
NEO-5D	1.8	2.4	✓		✓		P		1	1		1	✓	✓			✓	1				
NEO-5G	1.8	2.4	✓	✓	✓		P		1	1	1	1	✓	✓			✓	3				
NEO-5M	2.7-3.6	2.4	✓		✓		P		1	1		1	✓	✓			✓	1				
NEO-5Q	2.7-3.6	2.4	✓	✓	✓		P		1	1	1	1	✓	✓			✓	3				

P= Planned

Table 1: Features of the NEO-5 Series

<sup>1</sup> NEO-5Q / NEO-5G



*your position is our focus*

### 1.3 GPS Performance

Parameter	Specification
Receiver Type	50 Channels GPS L1 frequency, C/A Code
Time-To-First-Fix <sup>2</sup>	NEO-5G, NEO-5Q      NEO-5D, NEO-5M
	Cold Start (Autonomous)      29 s      32 s
	Warm Start (Autonomous)      29 s      32 s
	Hot Start (Autonomous)      <1 s      <1 s
Aided Starts <sup>3</sup>	<1 s      <3 s
Sensitivity <sup>4</sup>	Tracking & Navigation      NEO-5G, NEO-5Q      NEO-5D, NEO-5M
	Reacquisition      -160 dBm      -160 dBm
	Cold Start (Autonomous)      -144 dBm      -143 dBm
Horizontal Position Accuracy <sup>5</sup>	Autonomous      < 2.5 m
	SBAS      < 2.0 m
Accuracy of Timepulse Signal	RMS      30 ns
	Time Pulse      Configurable: 0.25 ... 1000 Hz
Max. Navigation Update Rate	4 Hz
Velocity Accuracy <sup>6</sup>	0.1m/s
Heading Accuracy <sup>6</sup>	0.5 degrees
Dynamics	≤ 4 g
Operational Limits	Velocity      515 m/s (1000 knots)

Table 2: NEO-5 GPS Performance

### 1.4 Block Diagram

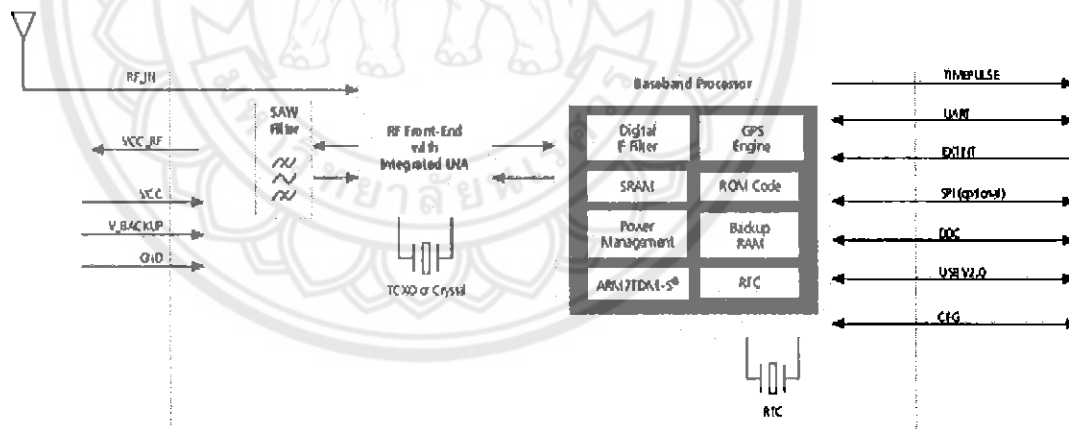


Figure 1: NEO-5 Hardware Block Schematic

<sup>2</sup> All satellites at -130 dB  
<sup>3</sup> Dependent on aiding data connection speed and latency  
<sup>4</sup> Demonstrated with a good active antenna  
<sup>5</sup> CEP, 50%, 24 hours static, -130dBm, SLP: <3.5m  
<sup>6</sup> 50% @ 30 m/s



*your position is our focus*

## 1.5 Assisted GPS (A-GPS)

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 and improve the acquisition sensitivity. NEO-5 modules support the u-blox AssistNow Online and AssistNow Offline-GPS services.

## 1.6 SuperSense Indoor GPS

All u-blox 5 modules come with SuperSense, providing ultra-fast acquisition/reacquisition and exceptional tracking sensitivity. SuperSense enables best-in-class tracking and navigation in difficult signal environments such as urban canyons or indoor locations.

## 1.7 KickStart

A new feature available with u-blox 5 receiver modules is KickStart. This functionality uses a TCXO to accelerate weak signal acquisition, enabling faster start and reacquisition times. KickStart is available with the NEO-5Q.

## 1.8 Protocols

The NEO-5 modules support different serial protocols.

Protocol	Type
NMEA	Input/output, ASCII, 0183, 2.3 (compatible to 3.0)
UBX	Input/output, binary, u-blox proprietary

Table 3: Available Protocols

Both protocols are available on UART, USB, DDC and SPI. For specification of the various protocols see the *u-blox5 Protocol Specification* [2].

## 1.9 Antenna

NEO-5 modules are designed for use with passive and active<sup>1</sup> antennas.

Parameter	Specification	
Antenna Type	Active <sup>1</sup> and passive antennas	
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 4: Antenna Specification

## 1.10 External Serial E<sup>2</sup>PROM

NEO-5 modules provide an I<sup>2</sup>C compliant DDC interface to connect an optional external serial E<sup>2</sup>PROM to store power-up configuration settings.

<sup>1</sup> For information on using active antennas with NEO-5 modules, see the *NEO-5 Hardware Integration Manual* [1].



*your position is our focus*

## 1.11 Configuration

### 1.11.1 Power Modes

u-blox 5 technology offers power optimized architecture with built-in autonomous power saving functions that minimize power consumption at any given time.

u-blox 5 can be operated in two different power modes: Maximum Performance and Eco Mode. In both cases, the receiver is operated in continuous mode. The difference lies in how the acquisition engine is used. Maximum Performance Mode freely uses the acquisition engine, resulting in the best possible TTF at weak signals. With Eco Mode the use of the acquisition engine is optimized to deliver lower current consumption.

Low Power Modes are planned. For more information, see the *u-blox 5 Protocol Specification* [2].

### 1.11.2 Boot-Time Configuration

The NEO-5 modules provide configuration pins for boot-time configuration. These 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, then the modified configuration will be retained, as long as the backup battery supply is not interrupted.

All NEO-5 modules include a **CFG\_COM0** pin, which can be configured as seen in Table 5.

CFG_COM0	Protocol	Messages	UART Baud rate	USB Power
1	NMEA	GSV, RMC, GSA, GGA, GLL, VTG, TXT	9600	BUS Powered <sup>1</sup>
0			38400	Self Powered

Table 5: Supported COM settings

NEO-5G and NEO-5Q include both **CFG\_COM0** and **CFG\_COM1** pins and can be configured as seen in Table 5. Default settings in bold.

CFG_COM1	CFG_COM0	Protocol	Messages	UART Baud rate	USB Power
1	1	NMEA	GSV, RMC, GSA, GGA, GLL, VTG, TXT	9600	BUS Powered
1	0			38400	Self Powered
0	1		GSV, RMC, GSA, GGA, VTG, TXT	4800	BUS Powered
0	0	UBX	NAV-SOL, NAV-STATUS, NAV-SYNFO, NAV-CLOCK, INF, MON-EXCEPT	57600	BUS Powered

Table 6: Supported COM settings (NEO-5G, NEO-5Q)

The NEO-5G and NEO-5Q provide a **CFG\_GPS0** pin for power mode configuration. This can be configured as seen in Table 7.

CFG_GPS0	Power Mode
0	Eco Mode
1	Maximum Performance Mode

Table 7: Supported CFG\_GPS0 settings (NEO-5G, NEO-5Q)



The **CFG\_GPS0** pin is shared with the SPI Clock pin. When using Eco Mode and SPI, pull **CFG\_GPS0** low during startup and then release it.

<sup>1</sup> Bus powered mode supported with FW 5.00 and above.



*your position is our focus*

## 2 Mechanical Specifications

Parameter	Specification	
A	16.0 +0.6/-0.1mm	[628.8 +24/-4mil]
B	12.2 ±0.1mm	[479.5 ±4mil]
C	2.4 ±0.2mm	[94.3 ±8mil]
D	1.0 +0.3/-0.1mm	[39.3 +18/-4mil]
E	1.1 ±0.1mm	[43.2 ±4mil]
F	3.0 ±0.1mm	[117.9 ±4mil]
G	1.1 ±0.1mm	[43.2 ±4mil]
Weight	1.6 g	

Table 8: NEO-5 Dimensions

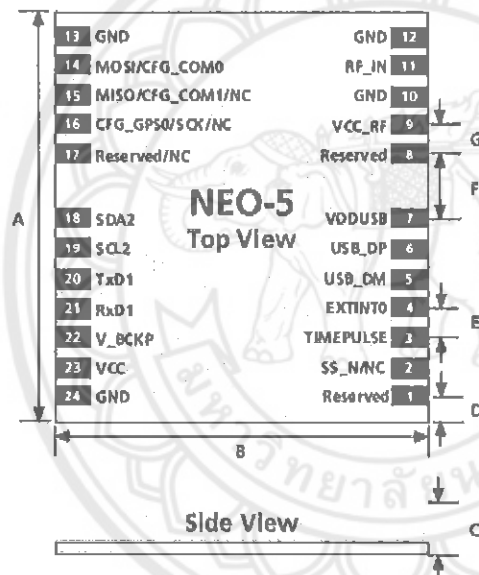


Figure 2: NEO-5 Dimensional Diagram (see Table 8 for specification)



For more information regarding the Footprint and Paste Mask consult the *NEO-5 Hardware Integration Manual* [1].



*your position is our focus*

## 2.1 Pin Assignment

No	Module	Name	I/O	Description
1	All	Reserved	I	
2	NEO-5Q/NEO-5G	SS_N	I	SPI Slave Select
	NEO-5M/NEO-5D	NC	I	Not Connected
3	All	TIMEPULSE	O	Time pulse (1PPS)
4	All	EXTINT0	I	External Interrupt Pin
5	All	USB_DM	IO	USB Data
6	All	USB_DP	IO	USB Data
7	All	VDDUSB	I	USB Supply
8	All	Reserved		See Hardware Integration Manual
9	All	VCC_RF	O	Output Voltage RF section
10	All	GND	I	Ground
11	All	RF_IN	I	GPS signal input
12	All	GND	I	Ground
13	All	GND	I	Ground
14	NEO-5Q/NEO-5G	MOSI/CFG_COM0	O/I	SPI MOSI / Configuration Pin
	NEO-5M/NEO-5D	CFG_COM0	I	Configuration Pin
15	NEO-5Q/NEO-5G	MISO/CFG_COM1	I	SPI MISO / Configuration Pin. Leave open if not used.
	NEO-5M/NEO-5D	NC	I	Not Connected
16	NEO-5Q/NEO-5G	CFG_GPS0_SCK	IO	Power Mode Configuration Pin SPI Clock
	NEO-5M/NEO-5D	NC	IO	Not Connected
17	NEO-5Q/NEO-5G	Reserved	O	
	NEO-5M/NEO-5D	NC	O	Not Connected
18	All	SDA2	IO	DDC Data
19	All	SCL2	IO	DDC Clock
20	All	TxD1	O	Serial Port 1
21	All	RxD1	I	Serial Port 1
22	All	V_BCKP	I	Backup voltage supply
23	All	VCC	I	Supply voltage
24	All	GND	I	Ground

Must be connected

Table 9: Pinout

Pins designated Reserved should only be used with caution. For more information about Pinouts see the *NEO-5 Hardware Integration Manual* [1].





*your position is our focus*

## 3 Electrical Specifications

### 3.1 Absolute Maximum Ratings

Parameter	Symbol	Module	Min	Max	Units	Condition
Power supply voltage (VCC)	Vcc	NEO-5Q, NEO-5M	-0.5	3.6	V	
		NEO-5D, NEO-5G	-0.5	2.0	V	
Backup battery voltage (V_BCKP)	Vbckp	All	-0.5	3.6	V	
USB supply voltage (VDDUSB)	Vddusb	All	-0.5	3.8	V	
Input pin voltage	Vin	All	-0.5	Vcc +0.5	V	
	Vin_usb	All	-0.5	Vddusb +0.5	V	
VCC_RF output current	krf	All		100	mA	
Input power at RF_IN	Prfin	All		+5	dBm	
Storage temperature	Tstg	All	-40	85	°C	

Table 10: Absolute Maximum Ratings



GPS receivers are Electrostatic Sensitive Devices (ESD) and require special precautions when handling. For more information see the *NEO-5 Hardware Integration Manual [1]*.



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.



For Prfin: source impedance=50Ω, continuous wave.



*your position is our focus*

### 3.2 Operating Conditions

Parameter <sup>a</sup>	Symbol	Module	Min	Typ	Max	Units	Condition
Power supply voltage (VCC)	Vcc	NEO-5Q, NEO-5M	2.7	3.0	3.6	V	
		NEO-5D, NEO-5G	1.75	1.8	2.0		
Peak supply current <sup>a</sup>	Iccp	All			150	mA	Vcc = 3.6V <sup>11</sup> / 2.0V <sup>12</sup>
Sustained supply current <sup>b</sup>	Icc Acquisition (Max Performance Mode)	All		102		mA	Vcc = 3.0V <sup>11</sup> / 1.8V <sup>12</sup>
	Icc Tracking (Max Performance Mode)	NEO-5D, NEO-5M		43 <sup>14</sup>			
		NEO-5G, NEO-5Q		44 <sup>14</sup>			
	Icc Acquisition (Eco Mode)	All		67			
Icc Tracking (Eco Mode)		NEO-5D, NEO-5M		40 <sup>15</sup>			
			NEO-5G, NEO-5Q		41 <sup>15</sup>		
Backup battery voltage	Vbckp	All	1.4		3.6	V	
Backup battery current	Ibckp	All		25		µA	Vbckp = 1.8V
Input pin voltage range	Vin	All			Vcc +0.5	V	
Input pin low voltage	Vin_low_1	All			0.2x Vcc	V	
Input pin high voltage	Vin_high_1	All	0.7x Vcc			V	
Input pin low voltage for Rx/D1	Vin_low_2	All			0.22	V	
Input pin high voltage for Rx/D1	Vin_high_2	All	0.91			V	
Output pin voltage range	Vout	All				V	
Output pin low voltage	Vout_low	All			0.4	V	Iout = 4 mA
Output pin high voltage	Vout_high	All	Vcc - 0.4			V	Iout = -4 mA
VDDUSB (Pin 7) for USB operation	Vddusb1	All	3.0 <sup>16</sup>		3.6	V	
USB_DM, USB_DP	VinU	All	Compatible with USB with 27 Ohms series resistance				
Antenna gain	Gant	All			30	dB	
Receiver Chain Noise Figure	NFlot	All		2.5		dB	
RF Input Power	Pfin	All			-5	dBm	
VCC_RF voltage	Vccrf	All		Vcc-0.1		V	
VCC_RF output current	Iccrf	All			50	mA	
Operating temperature	Topr	All	-40		85	°C	

Table 11: Operating Conditions



Operation beyond the "Operating Conditions" is not recommended and extended exposure beyond the "Operating Conditions" may affect device reliability.

<sup>a</sup> All specifications are at an ambient temperature of 25°C.

<sup>b</sup> Use this figure to dimension maximum current capability of power supply.

<sup>11</sup> NEO-5Q, NEO-5M

<sup>12</sup> NEO-5D, NEO-5G

<sup>13</sup> Use this figure to determine required battery capacity.

<sup>14</sup> FW 5.00, with strong signals, all orbits available. For Cold Starts typical 10 min after first fix. For Hot Starts typical 15 sec after first fix.

<sup>15</sup> FW 5.00, with strong signals. For Cold Starts typical 1 min after first fix. For Hot Starts typical 15 sec after first fix.

<sup>16</sup> If USB not used connect to GND



*your position is our focus*

## 4 Reliability Tests

Tests for product family qualifications:

Test		Standard
Visual inspection		IPC-A-610 "Acceptability of electronic assemblies" I.T.R.I. Publication No. 700 IPC-SM-840B Class 2.
Thermal shock	-40°C...+125°C, 100 cycles	IEC 68-2-14
function at various temperatures	-40°C/2 hours; RT/2 hours; +85°C/2 hours; function tests at stable temperature	IEC 68-2-1 and IEC 68-2-2
Lifespan test	+85°C/1000 hours, in function	IEC 68-2-2
Damp heat, cyclic	+25°C...+55°C; >90% Rh	IEC 68-2-30
Vibration	10-500 Hz; 2 hours/axis; 5g	IEC 68-2-6
Shock	30g/11ms (half sine); 3 Shock/axis; no function	IEC 68-2-27
Metallographic investigations		IPC-QE-650

Table 12: Reliability Tests



This specification is preliminary and subject to confirmation.

## 5 Design-In

In order to obtain the necessary information to conduct a proper design-in, u-blox strongly recommends consulting the *NEO-5 Hardware Integration Manual* [1].



*your position is our focus*

## 6 Default Settings

Interface	Settings
Serial Port 1 Output	9600 Baud, 8 bits, no parity bit, 1 stop bit Configured to transmit both NMEA and UBX protocols, but only following NMEA and no UBX messages have been activated at start-up: <b>GGA, GLL, GSA, GSV, RMC, VTG, TXT</b>
USB Output	Configured to transmit both NMEA and UBX protocols, but only following NMEA and no UBX messages have been activated at start-up: <b>GGA, GLL, GSA, GSV, RMC, VTG, TXT</b> USB Power Mode: Bus Powered
Serial Port 1 Input	9600 Baud, 8 bits, no parity bit, 1 stop bit, Autobauding disabled Automatically accepts following protocols without need of explicit configuration: UBX, NMEA The GPS receiver supports interleaved UBX and NMEA messages.
USB Input	Automatically accepts following protocols without need of explicit configuration: UBX, NMEA The GPS receiver supports interleaved UBX and NMEA messages. USB Power Mode: Bus Powered
TIMEPULSE (1Hz Nav)	1 pulse per second, synchronized at rising edge, pulse length 100ms
Power Mode	NEO-5Q, NEO-5G: Maximum Performance Mode NEO-5M, NEO-5D: Eco Mode

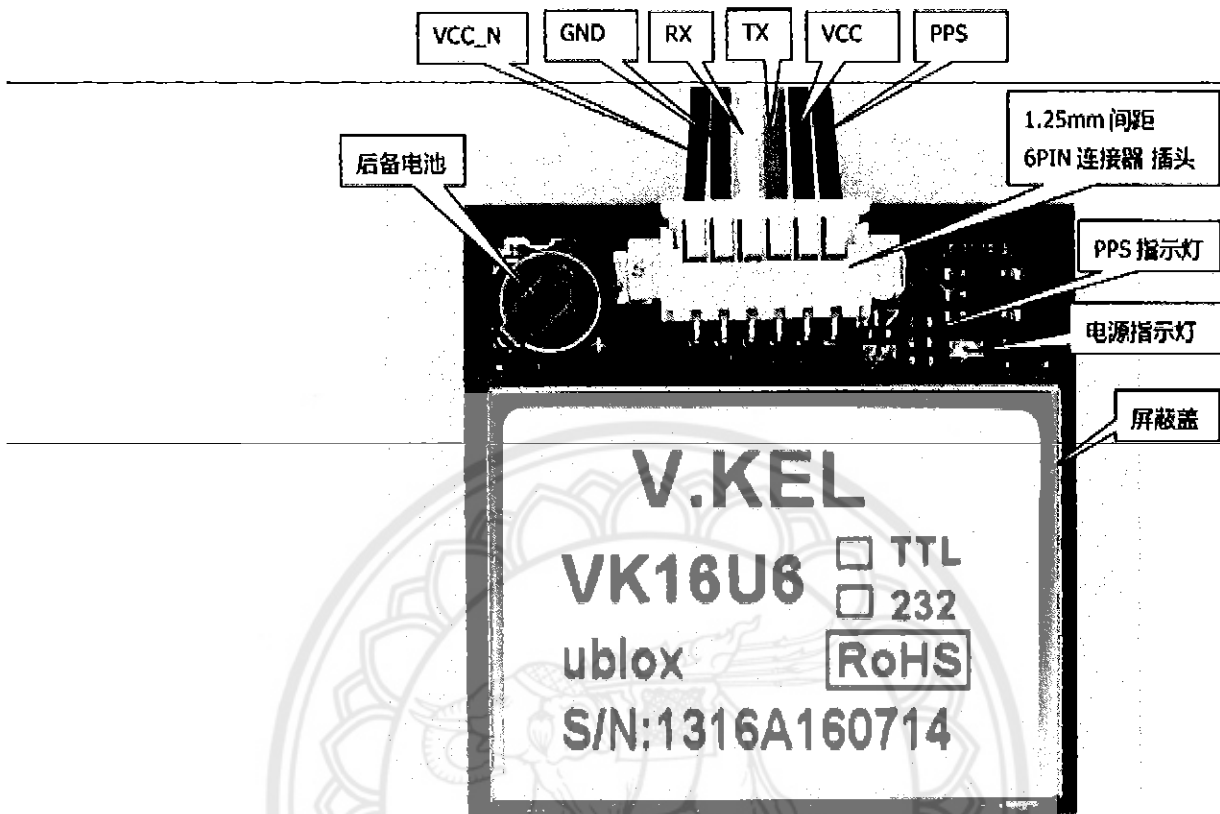
Table 13: Available Protocols.

Please refer to the *u-blox 5 Protocol Specification [2]* for information about further settings.

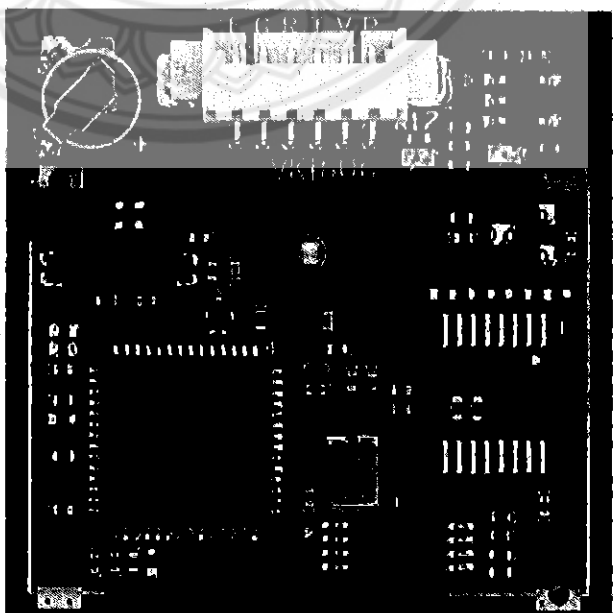
## 7 Ordering Information

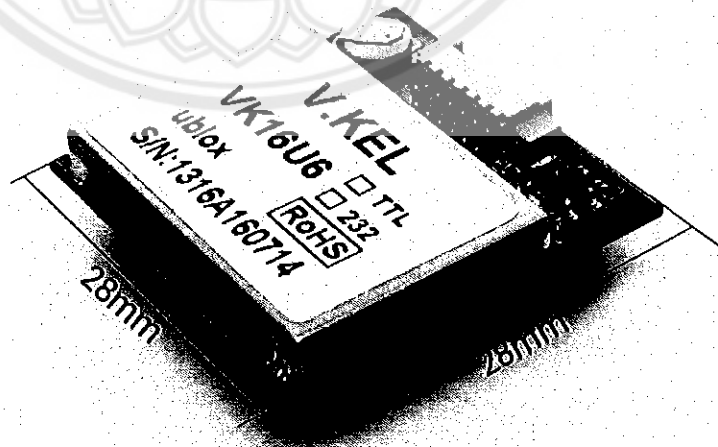
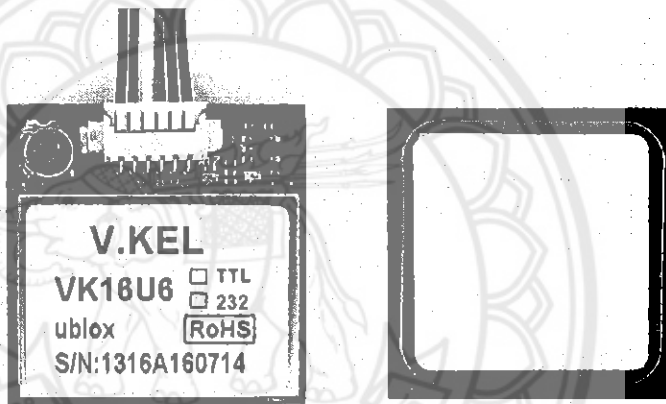
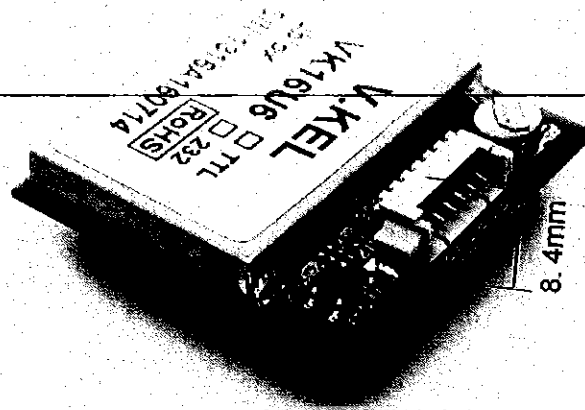
Ordering No.	Product
NEO-5D-0	NEO-5D GPS Module, Tape on reel, 250 pieces per reel
NEO-5G-0	NEO-5G GPS Module, Tape on reel, 250 pieces per reel
NEO-5Q-0	NEO-5Q GPS Module, Tape on reel, 250 pieces per reel
NEO-5M-0	NEO-5M GPS Module, Tape on reel, 250 pieces per reel
EVK-5H-0	u-blox 5 Evaluation Kit with KickStart
EVK-5P-0	u-blox 5 Evaluation Kit with SuperSense®

Table 14: Ordering Information



VK16U6拆开屏蔽盖图





**\$GPGGA**

ข้อมูลที่เป็นประโยชน์

\$GPGGA,123519,4807.038,N,01131.000,E,1,08,0.9,545.4,M,46.9,M,,\*47 จะมีความหมาย

ดังต่อไปนี้

GGA	Global Positioning System Fix Data (เจาะจงข้อมูลที่สำคัญ)
123519	Fix taken at 12:35:19 UTC
4807.038, N	ละติจูด (Latitude) 48 องศาเหนือ 07.038 ลิปดา
01131.000, E	ลองจิจูด (Longitude) 11 องศาตะวันออก 31.000' ลิปดา
1=กำหนดคุณภาพ	0 = ผิดพลาด
	1 = GPS fix (SPS)
	2 = DGPS fix
	3 = PPS fix
	4 = เวลาจริงของ Kinematics
	5 = ทศนิยม RTK
	6 = ประมาณการ (คำนวณการสิ้นสุด)
	7 = ควบคุม input
	8 = Simulation
08	จำนวนของดาวเทียมที่มี การติดตาม
0.9	ความเที่ยงตรงของตำแหน่งในแนวดิ่ง
545.4, M	ความสูงเหนือระดับน้ำทะเล (เมตร)
46.9, M	ความสูงเหนือระดับน้ำทะเล ทรงกลมของโลกแบบWGS584 (เมตร)
*47	ตรวจสอบผลรวมของข้อมูล (checksum data), ขึ้นต้นด้วย* เสมอ

**\$GPGSA**

ข้อมูลที่เป็นประโยชน์

---

**\$GPGSA,A,A,3,04,05,,09,12,,24,,,,,2.5,1.3,2.1\*39** จะมีความหมายดังต่อไปนี้

GSA	ข้อมูลดาวเทียมทั้งหมด
A	เลือกโดยอัตโนมัติ 2D หรือ 3D fix (M = ควบคุมเอง)
3	3D fix – ค่าประกอบด้วย: 1= no fix 2= 2มิติ (2D fix) 3= 3มิติ (3D fix)
04, 05...	รหัส PRNs ของดาวเทียมถูกใช้เพื่อกำหนด (fix) (ในอวกาศใช้ 12)
2.5	PDOP (ความเที่ยงตรง)
1.3	ความเที่ยงตรงในแนวราบ (HDOP)
2.1	ความเที่ยงตรงในแนวตั้ง (VAOP)
*39	ตรวจสอบผลรวมของข้อมูล (checksum data), ขึ้นต้นด้วย * เสมอ

**\$GPRMC**

ข้อมูลที่เป็นประโยชน์

**\$GPRMC,123519,A,4807.038,N,01131.000,E,022.4,084.4,23394,003.1,W\*6A**

จะมีความหมายดังต่อไปนี้

RMC	บอกข้อมูลที่เสกที่สุดของ GPS
123519	กำหนดการกระทำที่เวลา 12:35:19 UTC
A	สถานะ A= ทำงาน หรือ V= เฉย
4807.038, N	ละติจูด 48 องศาเหนือ 07.038 ลิปดา



01131.000, E      ลองจิจูด11 องศาตะวันออก 31.000 ลิปดา

22.4      ความเร็วบนพื้น โลก (knots)

---

84.4      มุมของติดตามดาวเทียมในหน่วยองศา

---

23394      วันที่ 23 เดือน 3 (มีนาคม) ปี ค.ศ. 1990

003.1, W      การเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็ก

\*6A      ตรวจสอบผลรวมของข้อมูล (checksum data), ขึ้นต้นด้วย \* เสมอ

---

### \$GPGSV

ข้อมูลที่เป็นประโยค

\$GGSV,2,1,08,01,40,083,46,02,17,308,41,12,07,344,39,14,22,228,45\*75

จะมีความหมายดังต่อไปนี้

GSV

ข้อมูลดาวเทียมซึ่งมีรายละเอียดมาก

2

จำนวนของประโยคสำหรับข้อมูลทั้งหมด

1

ประโยคที่1 ของ2

08

จำนวนของดาวเทียมที่รับได้

01

จำนวนดาวเทียม PRN

40

มุมเงย (evaluation), องศา

083

มุมกวาด (azimuth), องศา

46

ค่า SRN – ยิ่งสูงยิ่งดี

สำหรับ4 ดาวเทียมขึ้นไปต่อ 1 ประโยค

\*75

ตรวจสอบผลรวมของข้อมูล (checksum data), ขึ้นต้นด้วย \* เสมอ

**\$GPGLL**

ข้อมูลที่เป็นประโยค

---

**\$GPGLL,4916.45,N,12311.12,W,225444,A,\*31**

---

จะมีความหมายดังต่อไปนี้

GLL ตำแหน่งทางภูมิศาสตร์, ละติจูดและลองจิจูด

4916.45, N ละติจูด 49 องศาเหนือ 16.45 ลิปดา

12311.12, W ลองจิจูด 123 องศาตะวันตก 11.12 ลิปดา

225444 กำหนดค่าที่เวลา UTC 22:54:44

A ข้อมูลทำงาน หรือ V (เลขไม่ทำงาน)

\*31 ตรวจสอบผลรวมของข้อมูล (checksum data), ขึ้นต้นด้วย \* เสมอ

**\$GPVTG**

ข้อมูลที่เป็นประโยค

**\$GPVTG,054.7,T,034.4,M,005.5,N,010.2,K**

จะมีความหมายดังต่อไปนี้

VTG การติดตามวงโคจรดาวเทียม และ ความเร็วบนพื้นโลก

054.7, T ผลการติดตามวงโคจรดาวเทียม

034.4, M ผลการติดตามวงโคจรดาวเทียมแบบแม่เหล็ก

005.5, N ความเร็วบนพื้นโลก, หน่วยนี้อต (knots)

010.2, K ความเร็วบนพื้นโลก, กิโลเมตรต่อชั่วโมง

## ประวัติผู้ดำเนินโครงการ



ชื่อ นายคมกริช ดั่งหมาย  
 ภูมิลำเนา 111 หมู่ 11 ต.บ้านเหล่า อ.เจริญศิลป์ จ.สกลนคร  
 ประวัติการศึกษา  
 - จบระดับมัธยมศึกษาจาก โรงเรียนเตรียม  
 อุดมศึกษา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ  
 - ปัจจุบันกำลังศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4  
 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์  
 มหาวิทยาลัยขอนแก่น

E-mail: o\_flash\_kt@hotmail.com



ชื่อ นายสถาพร รอดไพร  
 ภูมิลำเนา 89 หมู่ 4 ต.น้ำร้อน อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์  
 ประวัติการศึกษา  
 - จบระดับมัธยมศึกษาจาก โรงเรียนเพชรบูรณ์  
 วิทยา  
 - ปัจจุบันกำลังศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4  
 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์  
 มหาวิทยาลัยขอนแก่น

E-mail: som-gang@hotmail.com