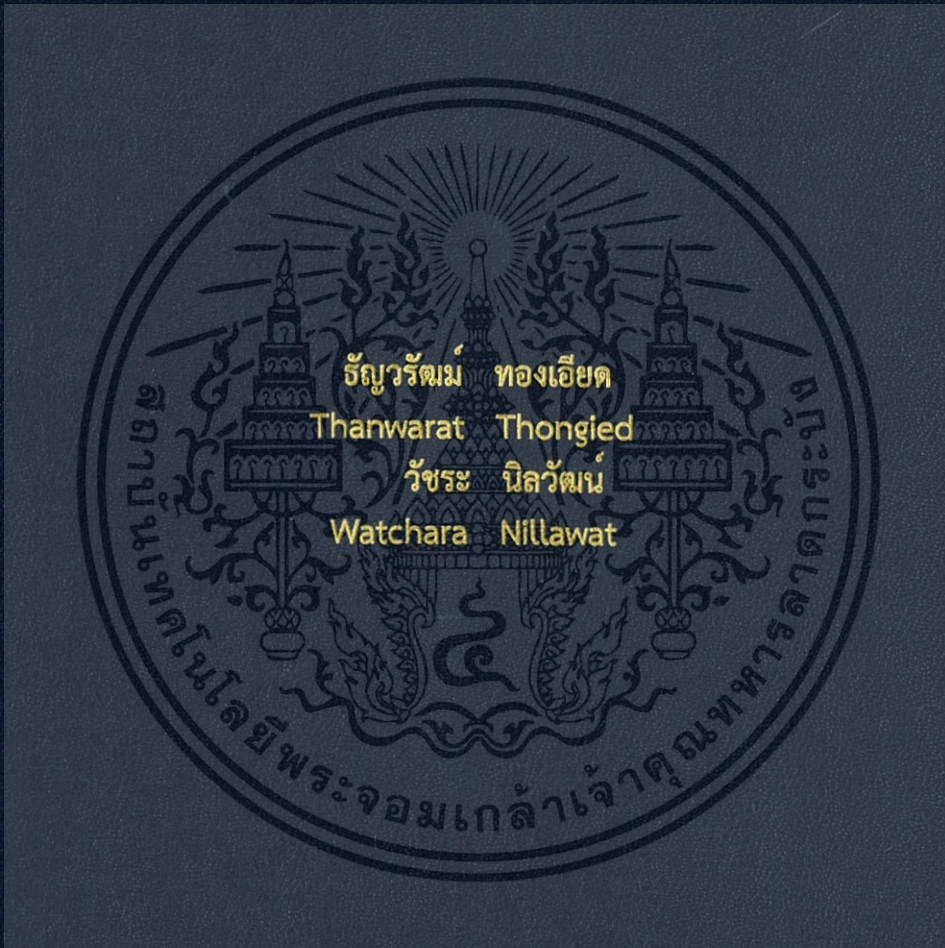


ระบบติดตามรถสาธารณะ

BUS TRACKING SYSTEM



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2558

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบติดตามรถสาธารณะ

BUS TRACKING SYSTEM



T143951

โดย

ธัญวัฒน์ ทองเอียด รหัส 55010560

วัชร นิลวัฒน์ รหัส 55011122

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร.เทอดศักดิ์ ลีฬาทอง

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 143951
วันเดือนปี 04 เม.ย. 2559

b. 10800495
i.

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2558

สาขาวิชา วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบติดตามบนรถสาธารณะ

BUS TRACKING SYSTEM

ผู้จัดทำ นายธัญวรัตน์ ทองเอียด รหัสนักศึกษา 55010560

นายวัชร นิลวัฒน์ รหัสนักศึกษา 55011122

ปริญญานิพนธ์นี้ผ่านการตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว

(ดร.เทอดศักดิ์ ลีมหาทอง)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญาานิพนธ์

ระบบติดตามรถสาธารณะ

นักศึกษา

นายธัญวรัตน์ ทองเอียด

รหัสประจำตัว 55010560

นายวัชร นิลวัฒน์

รหัสประจำตัว 55011122

ปริญญา

วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา

วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

ปีการศึกษา

2558

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์

ดร.เทอดศักดิ์ ลีว่าหาทอง

บทคัดย่อ

ปริญญาานิพนธ์นี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาและออกแบบระบบติดตามรถสาธารณะ ใน กรุงเทพมหานคร และปริมณฑล เพื่อช่วยให้ผู้โดยสารที่ต้องการเดินทางโดยรถโดยสารประจำทาง จากสถานที่หนึ่งไปสู่จุดหมายปลายทางได้โดยไม่สิ้นเปลืองเวลาไปกับการรอรถที่ท่ารถประจำทาง และสามารถบริหารจัดการเวลาให้เกิดประโยชน์สูงสุดได้ ซึ่งระบบติดตามรถสาธารณะนี้จะทำให้ ผู้โดยสารทราบตำแหน่งของรถโดยสารประจำทางที่ต้องการขึ้น พร้อมทั้งสามารถคำนวณเวลา เดินทางของรถโดยสารที่จะมาถึง โดยจะส่งพิกัดตำแหน่งเป็นข้อความไปยังโทรศัพท์มือถือเพื่อเชื่อมต่อไปยังกูเกิลแมพ

Thesis Title	Bus Tracking System	
Student	Mr.Thanwarat Thongied	ID.55010560
	Mr.Watchara Nillawat	ID.55011122
Degree	Bachelor of Engineering	
Program	Electronics Engineering	
Year	2015	
Thesis Advisor	Dr.Thurdsak Leauhatong	

Abstract

The purpose of this project is to study and design a tracking system for buses in Bangkok and its suburb. The system consists of PIC24FJ128DA106 microcontroller, a GPS module and GSM module. A passenger will know the location and the time it takes to travel of the bus. The message will be sent to your mobile phone and connect to the google map.

กิตติกรรมประกาศ

โครงการชิ้นนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ เนื่องจากการสนับสนุนจากอาจารย์ที่ปรึกษา
ดร.เทอดศักดิ์ ลีหาทอง ที่ให้ความรู้ คำแนะนำ ให้การสนับสนุนด้านอุปกรณ์ และสถานที่ในการ
ทำงาน นอกจากนี้ยังได้รับการสนับสนุนจากอาจารย์ทุกท่านในภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ และรุ่นพี่
ปริญญาโท รวมไปถึงเจ้าหน้าที่ห้องสมุดที่ให้การช่วยเหลือในการสืบค้นข้อมูล
จึงใคร่ขอขอบพระคุณผู้มีอุปการคุณทุกท่านมา ณ ที่นี้



ธัญวรัดมภ์ ทองเอียด
วัชรระ นิลวัฒน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญรูป.....	VII

บทที่1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	1
1.3 สมมุติฐานการศึกษา.....	1
1.4 ขอบเขตการวิจัย.....	1
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	1

บทที่2 หลักการทฤษฎี.....	2
2.1 Microcontroller	3
2.1.1 หน่วยความจำของ PIC	3
2.1.2 สรุป Concept สถาปัตยกรรมของ PIC	3
2.1.3 โครงสร้างโดยทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์	4
2.2 เทคโนโลยีจีเอสเอ็ม.....	5
2.2.1 ข้อกำหนดของจีเอสเอ็ม.....	8
2.2.2 โครงสร้างและองค์ประกอบของระบบจีเอสเอ็ม.....	8
2.2.3 เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ (The Mobile Station)	8
2.2.4 ส่วนของสถานีฐาน (Base Station Subsystem).....	9
2.2.5 ระบบเน็ตเวิร์กและสวิตชิง (Network and switching subsystem).....	10
2.2.6 สำหรับฐานข้อมูลภายในเอ็นเอสเอส.....	10
2.2.7 ระบบปฏิบัติการ (Operation subsystem).....	11
2.2.8 การรับส่งคลื่นสัญญาณวิทยุระบบจีเอสเอ็ม.....	11
2.2.9 หลักการทำงานของจีเอสเอ็มโมดูล.....	12
2.2.10 SIM900.....	13

2.3 จีพีเอส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3.1 ส่วนประกอบของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS.....	15
2.3.2 หลักการทำงานของ GPS.....	16
2.4 เทคโนโลยี Bluetooth.....	16
2.4.1 HC-05 Bluetooth Module	17
บทที่ 3 การทำงานและการออกแบบวงจร.....	19
3.1 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์	20
3.1.1 คุณสมบัติด้านการควบคุมกราฟิก.....	20
3.1.2 คุณสมบัติอนุกรม.....	21
3.1.3 คุณสมบัติอุปกรณ์ต่อพ่วง.....	21
3.2 วงจร GSM.....	23
3.3 วงจรซิมการ์ด	24
3.4 วงจรจีพีเอส.....	25
บทที่ 4 ผลการทดลอง.....	27
4.1 การทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์	27
4.2 การทดลอง GSM SIM900.....	28
4.3 การทดลอง GPS.....	30
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง.....	31
5.1 วิเคราะห์ผลการทดลอง	31
5.1.1 การทดลองที่ 4.1	31
5.1.2 การทดลองที่ 4.2	31
5.1.3 การทดลองที่ 4.3.....	31
5.2 สรุปผลการทดลอง.....	31
5.2.1 การทดลองที่ 4.1	31
5.2.2 การทดลองที่ 4.2	31
5.2.3 การทดลองที่ 4.3	31
5.3 ปัญหา อุปสรรค และการแก้ไข.....	32

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 การใช้งานคำสั่งของ GSM SIM 900.....	13
2.2 คำสั่ง AT Command สำหรับ GSM.....	14
2.3 คำสั่ง AT Command สำหรับ GPS.....	14



สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 Block Diagram ของระบบติดตามรถสาธารณะ.....	2
2.2 โครงสร้างโดยทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์.....	4
2.3 ระบบGSMที่ใช้กันทั่วไป.....	6
2.4 รูปบัตรสมาร์ทการ์ดทั่วไป.....	9
2.5 รูปซิมการ์ดที่ตัดจากบัตรสมาร์ทการ์ด.....	9
2.6 ลักษณะและหน้าที่ของ BTS.....	10
2.7 หลักการทำงานของ GSM SIM 900.....	12
2.8 ตัวเครื่อง GPS RXM-GPS-SRB.....	15
2.9 HC-05 Bluetooth.....	17
2.10 ขาของ HC-05	18
3.1 Flow Chart ของระบบติดตามรถสาธารณะ.....	19
3.2 PIC24FJ128DA106.....	20
3.3 การต่อวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC24FJ128DA106.....	22
3.4 GSM SIM900.....	23
3.5 วงจร GSM SIM900.....	24
3.6 SIM Card.....	24
3.7 วงจรซิมการ์ด.....	25
3.8 GPS Module	26
3.9 วงจรจีพีเอส.....	26
4.1 สโคปจับสัญญาณที่ได้ออกมาเป็นสัญญาณสแควเวฟ.....	27
4.2 เปิดพอร์ต SIM900 และให้คำสั่งโทรออกได้.....	28
4.3 ภาพจากโทรศัพท์ที่สามารถโทรเข้าได้จริง.....	28
4.4 โปรแกรม HyperTerminal เมื่อเขียนคำสั่งเปิดพอร์ต และคำสั่งส่งข้อความ.....	29
4.5 ข้อความที่ได้รับจาก GSM SIM 900 เมื่อเขียนคำสั่งส่งข้อความ.....	29
4.6 หน้าจอจากโทรศัพท์เมื่อขอ “REQUEST” จะได้ลิงก์กูเกิ้ลแมพตอบกลับมา.....	30
4.7 หน้าจอจากโทรศัพท์ตำแหน่งของรถโดยสารกับผู้โดยสารและเวลาเมื่อรถบัสจะมาถึง.....	30

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันการเดินทางโดยรถโดยสารประจำทางในกรุงเทพ และ ปริมณฑลมีปัญหาเป็นอย่างมากเกี่ยวกับเวลาที่ใช้ในการรอรถโดยสารประจำทาง อาจทำให้เกิดค่าเสียโอกาส ส่งผลกระทบต่อทรัพย์สิน จิตใจ และคุณภาพชีวิตของผู้โดยสาร เนื่องจากเราไม่สามารถทราบตำแหน่งและเวลาที่แน่นอนในการเดินทางของรถโดยสารประจำทางได้ เพื่อไม่ให้ผู้โดยสารเสียเวลาในการรอและสามารถบริหารจัดการเวลาให้เกิดประโยชน์สูงสุด ดังนั้นโครงการนี้จึงมีความสำคัญอย่างมากในการอำนวยความสะดวกแก่ผู้โดยสาร

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

โครงการนี้จัดทำขึ้นเพื่อสร้างระบบติดตามรถสาธารณะที่สามารถช่วยผู้โดยสารที่ต้องการเดินทางโดยการนั่งรถโดยสารประจำทางให้ได้ทราบตำแหน่งของรถโดยสาร พร้อมทั้งสามารถคำนวณเวลาเดินทางของรถโดยสารที่จะมาถึงผู้โดยสารได้

1.3 สมมุติฐานการศึกษา

ระบบติดตามรถสาธารณะสามารถช่วยคนที่ต้องการเดินทางโดยการนั่งรถโดยสารประจำทางภายในกรุงเทพมหานคร และเขตปริมณฑล จากสถานที่หนึ่งไปสู่จุดหมายปลายทางได้ โดยไม่ต้องสิ้นเปลืองเวลาไปกับการรอรถที่ทำการประจำทาง โดยเราจะรู้ตำแหน่งของรถประจำทางที่เราต้องการจะขึ้น

1.4 ขอบเขตการวิจัย

ในปริญญานิพนธ์นี้จะทำการติดตั้งเครื่องติดตามไบนรถโดยสารประจำทาง จากนั้นทำการทดลอง เป็นผู้โดยสารที่ต้องการจะทราบถึงตำแหน่งของรถโดยสาร โดยส่งข้อความไปยังเครื่องติดตามบนรถโดยสารประจำทาง และ จัดเก็บสถิติข้อมูลว่าในการส่งข้อความแต่ละครั้งเครื่องติดตามจะส่งข้อความระบุตำแหน่งกลับมาหรือไม่

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ระบบนำทางรถสาธารณะสามารถส่งข้อความขอพิกัดที่ลิงค์ไปยังกเกิ้ลแมพที่จะทราบถึงตำแหน่งและเวลาที่รถโดยสารจะมาถึงยังผู้โดยสาร ช่วยนำความสะดวกสบายและจัดการบริหารเวลา

ให้เกิดประโยชน์อย่างสูงสุด

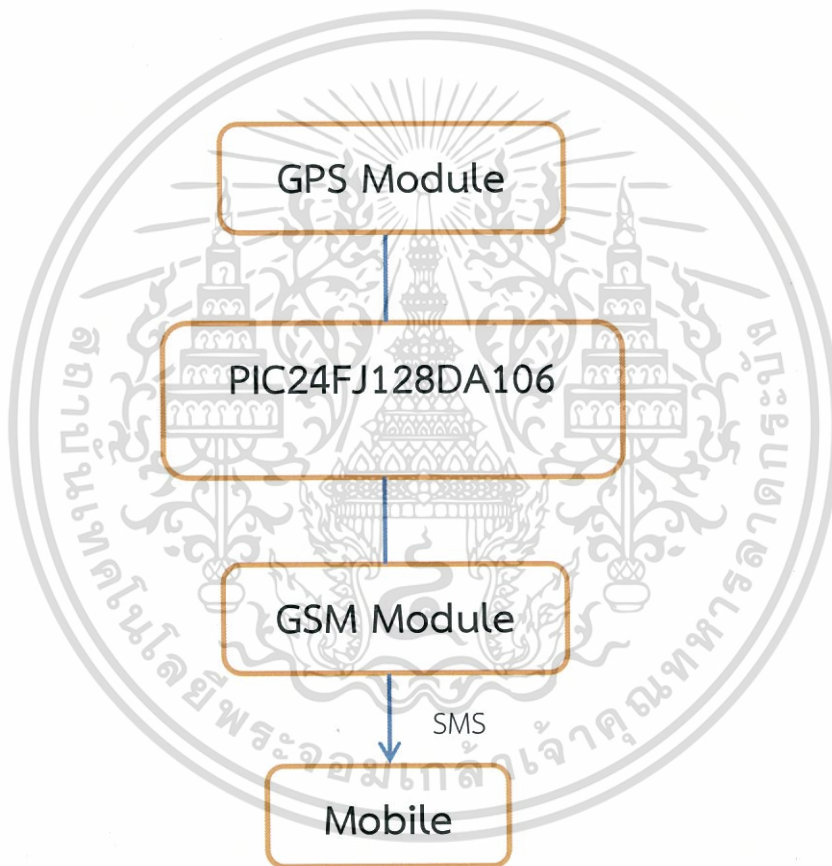
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

หลักการทฤษฎี

ระบบติดตามรถสาธารณะนี้ทำหน้าที่ส่งพิกัดตำแหน่งรถไปยังผู้ใช้ผ่านทางข้อความ โดยประกอบไปด้วย 3 ส่วนคือ

1. Microcontroller
2. GSM Module
3. GPS Module



รูปที่ 2.1 Block Diagram ของระบบติดตามรถสาธารณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 Microcontroller

PIC คืออะไร PIC คือ microcontroller อีกชื่อหนึ่ง ย่อมาจากคำว่า Peripheral Interface Controller ซึ่ง concept ของเจ้า microcontroller ตระกูลนี้ก็คือ พยายามรวมเอาทุกอย่างเอาไว้ในตัวของมันไม่ว่าจะเป็น PROGRAM MEMORY, RAM, EEPROM, SERIAL, I2C, PWM, A/D ฯลฯ โดยไม่จำเป็นต้องต่อ อุปกรณ์เสริมจากภายนอก ในตัว PIC จะมีฟังก์ชันที่ใช้ในการประมวลผล รวมทั้งหน่วยความจำ ซึ่งทำให้มันเหมือนกับ CPU

ความเร็ว PIC ภาคของความถี่สัญญาณนาฬิกา ปัจจุบันสามารถทำสัญญาณนาฬิกาที่ 20 MHz ซึ่งทำให้หนึ่ง คำสั่งของ PIC ใช้เวลาเพียง 0.25 μ Sec แต่อย่างไรก็ตามได้มีบริษัทอื่นได้ซื้อลิขสิทธิ์ PIC จาก microchip และได้สร้าง chip ที่มีความเร็วได้มากกว่าเดิมขึ้นไปอีก

2.1.1 หน่วยความจำของ PIC

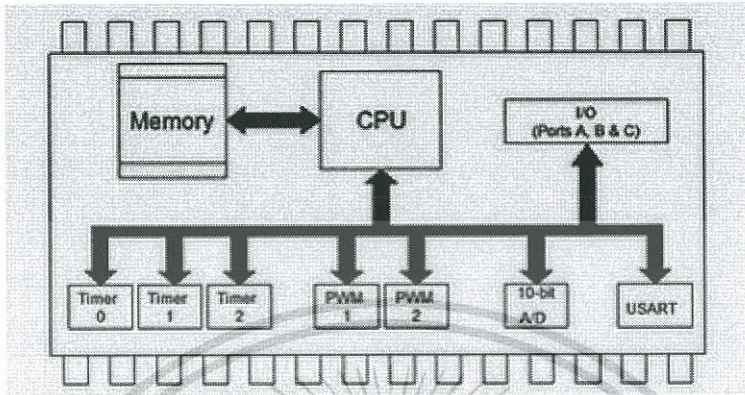
ในอดีตหน่วยความจำของ PIC จะค่อนข้างน้อย คืออยู่ระหว่าง 512 words ถึง 4K words แต่ในปัจจุบัน บริษัท microchip ซึ่งเป็นเจ้าของ PIC ได้พัฒนาจนทำให้ memory ของ PIC มีขนาดเป็นหลายสิบกิโลไบต์ และมีที่ท้าวจะขยายได้ใหญ่ขึ้นเรื่อยๆ ในเรื่องของการนับขนาดของหน่วยความจำของ PIC จะนับไม่เหมือนปกติ โดยที่ หนึ่งคำสั่งของ PIC จะมีขนาด 14 bits ดังนั้นเราจะเรียกว่า 1 word ของ PIC จะมีขนาด 14 bits เช่น PIC16F84A ระบุว่าหน่วยความจำ 1 K (ซึ่งหมายถึง 1 Kword ถ้าคำนวณให้เป็นแบบ 1 byte = 8 bit จะได้ว่า $1 \times 1,024 \times 14 = 14,336$ bits ดังนั้นก็คือ $14,336 / (8 \times 1,024) = 1.75K$ bytes นั่นเอง

2.1.2 สรุป Concept สถาปัตยกรรมของ PIC

PIC จะยึดถือการออกแบบที่รวบรวมทุกอย่างไว้ใน chip ตัวเดียวโดยไม่ต้องต่ออุปกรณ์ใดๆ เพิ่มเติมผลที่ตามมาก็คือแผ่นวงจรจะมีขนาดเล็ก และอุปกรณ์ที่ใช้จะไม่มาก บางงานอาจจะใช้แค่ PIC เพียงตัวเดียวโดยไม่ต้องใช้ chip อื่นมาเพิ่มเติมเลย นี่ก็คือคุณสมบัติพิเศษของ PIC ครับ ซึ่งปัจจุบันหลายบริษัทที่ผลิต microcontroller ก็เริ่มจะหันมาเปลี่ยนแบบแนวทางนี้ครับ แต่ทุกอย่างย่อมมีข้อเสีย เนื่องจาก concept ที่จะรวมทุกอย่างไว้ใน chip เดียว ทำให้ program memory และ data memory ไม่สามารถขยายโดยใช้กับ memory ภายนอก PIC จึงเหมาะสำหรับงานเล็กๆ ไม่ใช่งานใหญ่ๆ ที่ต้องใช้การคำนวณ และ memory เยอะๆ

2.1.3 โครงสร้างโดยทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์

โครงสร้างโดยทั่วไป ของไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น สามารถแบ่งออกมาได้เป็น 5 ส่วนใหญ่ๆ ดังต่อไปนี้



รูปที่ 2.2 โครงสร้างโดยทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์

2.1.3.1 หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU: Central Processing Unit)

เป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ทำงานหรือประมวลผล ตามชุดของคำสั่งเครื่องจากซอฟต์แวร์ คำนี้เริ่มใช้ในอุตสาหกรรมคอมพิวเตอร์ตั้งแต่ต้นศตวรรษ 1960s หน่วยประมวลผลเปรียบเสมือนเป็นสมองของคอมพิวเตอร์ ในการทำหน้าที่ตัดสินใจหรือคำนวณ จากคำสั่งที่ได้รับมา เช่น การเปรียบเทียบ การกระทำการทางคณิตศาสตร์ ฯลฯ

2.1.3.2. หน่วยความจำ (Memory)

สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ หน่วยความจำที่มีไว้สำหรับเก็บโปรแกรมหลัก (Program Memory) เปรียบเสมือนฮาร์ดดิสก์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ คือข้อมูลใดๆ ที่ถูกเก็บไว้ในนี้จะไม่สูญหายไปแม้ไม่มีไฟเลี้ยง อีกส่วนหนึ่งคือหน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) ใช้เป็นเหมือนกระดานทดในการคำนวณของซีพียู และเป็นที่พักข้อมูลชั่วคราวขณะทำงาน แต่หากไม่มีไฟเลี้ยง ข้อมูลก็จะหายไปคล้ายกับหน่วยความจำแรม(RAM)ในเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไป แต่สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์สมัยใหม่ หน่วยความจำข้อมูลจะมีทั้งที่เป็นหน่วยความจำแรม ซึ่งข้อมูลจะหายไปเมื่อไม่มีไฟเลี้ยง และเป็นอีอีพรอม (EEPROM : Erasable Electrically Read-Only Memory) ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้แม้ไม่มีไฟเลี้ยง

2.1.3.3. ส่วนติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก หรือพอร์ต (Port)

มี 2 ลักษณะคือ พอร์ตอินพุต (Input Port) และ พอร์ตส่งสัญญาณหรือพอร์ตเอาต์พุต (Output Port) ส่วนนี้จะใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก ถือว่าเป็นส่วนที่สำคัญมาก ใช้ร่วมกันระหว่างพอร์ตอินพุต เพื่อรับสัญญาณ อาจจะด้วยการกดสวิตช์ เพื่อนำไปประมวลผล และ ส่งไปพอร์ตเอาต์พุต เพื่อแสดงผลเช่น การติดสว่างของหลอดไฟ เป็นต้น

2.1.3.4. ช่องทางเดินของสัญญาณหรือบัส (BUS)

ช่องทางเดินของสัญญาณหรือบัส (BUS) คือเส้นทางการแลกเปลี่ยนสัญญาณข้อมูลระหว่าง ซีพียู หน่วยความจำและพอร์ต เป็นลักษณะของสายสัญญาณ จำนวนมากอยู่ภายในตัว ไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยแบ่งเป็นบัสข้อมูล (Data Bus), บัสแอดเดรส (Address Bus) และบัสควบคุม Control Bus) บัสข้อมูลเป็นสายสัญญาณที่บรรจุข้อมูล เพื่อการประมวลผลทั้งหมด ขนาดของบัสจะขึ้นอยู่กับความสามารถการประมวลผลของซีพียู สำหรับในงานทั่วไป ขนาดของบัสข้อมูลจะเป็น 8 บิต และในปัจจุบันได้มีการพัฒนาขึ้นมาจนถึง 16,32 และ 64 บิต บัสแอดเดรสเป็นสายสัญญาณที่บรรจุค่าตำแหน่งของหน่วยความจำ

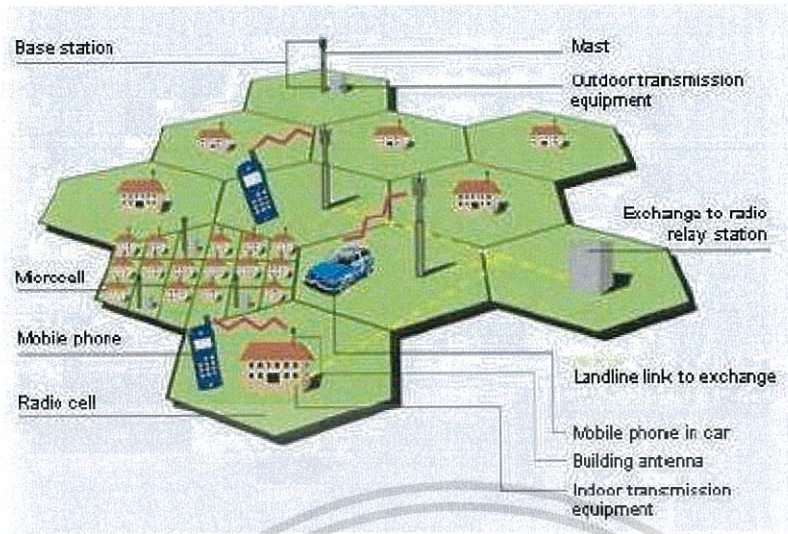
โดยการติดต่อกับหน่วยความจำนั้น ซีพียู ต้องกำหนดตำแหน่งที่ต้องการอ่านหรือเขียนก่อน ดังนั้นจำนวนสายสัญญาณของแอดเดรสจึงต้องมีจำนวนมาก ยิ่งมากเท่าไร ก็จะเป็นการแสดง ขนาดของหน่วยความจำที่ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถติดต่อได้ โดยสามารถคำนวณได้จาก จำนวนแอดเดรสของหน่วยความจำ = 2 ยกกำลัง n (n คือจำนวนของเส้นทาง) ยกตัวอย่าง ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวหนึ่งมีสายแอดเดรส 10 เส้น ดังนั้น ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวนี้ สามารถติดต่อกับหน่วยความจำได้ 2 ยกกำลัง 10 = 1,024 ตำแหน่ง หากต้องการทราบความจุของหน่วยความจำจริงๆ จะต้องทราบถึงขนาดของบัสข้อมูลก่อนว่าเป็นเท่าใด หากเป็น 8 บิต ความจุของหน่วยความจำที่มีสายแอดเดรส 10 เส้น จะเท่ากับ $8 \times 1024 = 8,192$ บิต และ 1 กิโลไบต์ เท่ากับ 1,024 ไบต์ ดังนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์ดังกล่าว จึงมีความจุของหน่วยความจำเท่ากับ 8,192 บิต หรือ 1,024 ไบต์ หรือ 1 กิโลไบต์ บัสควบคุมเป็นกลุ่มของสายสัญญาณควบคุมการติดต่อทั้งหมดของซีพียูกับหน่วยความจำและพอร์ต สำหรับสายสัญญาณเลือกควบคุมหลักได้แก่ สายสัญญาณเลือก-อ่าน-เขียน หน่วยความจำ สายสัญญาณเลือกเลือก อ่านเขียนข้อมูลกับพอร์ต

2.1.3.5. วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา (Clock)

นับเป็นส่วนประกอบที่สำคัญมากอีกส่วนหนึ่ง เนื่องจากการทำงานที่เกิดขึ้นในตัว ไมโครคอนโทรลเลอร์ จะขึ้นอยู่กับกำหนัดจังหวะ หากสัญญาณนาฬิกามีความถี่สูง จังหวะการทำงานก็จะสามารถทำได้ถี่ขึ้นส่งผลให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวนั้น มีความเร็วในการประมวลผลสูงตามไปด้วย

2.2 เทคโนโลยีจีเอสเอ็ม

GSM ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลสำหรับช่องสัญญาณควบคุมและสัญญาณเสียงแบบ TDMA ซึ่งแตกต่างจากเทคโนโลยีโทรศัพท์มือถือก่อนหน้านี้ จึงถือว่าเป็น โทรศัพท์มือถือในยุคที่สอง หรือ 2G มีพัฒนาการมาจากโทรศัพท์แบบเซลลูลาร์



รูปที่ 2.3 ระบบ GSM ที่ใช้กันทั่วไป

ในปี 1989 ความรับผิดชอบของระบบจีเอสเอ็มได้ส่งมอบไปให้อีทีเอสไอ (European Telecommunication Standards Institute) ช่วงปลายปี 1995 เฉพาะในแถบยุโรปมีคู่สายการใช้ถึง 10 ล้านเลขหมาย ในอเมริกาเหนือ ใช้ระบบจีเอสเอ็ม ที่เรียกว่าพีซีเอสพันเก้าและได้มีการเปลี่ยนแปลงคำย่อของจีเอสเอ็ม (Group Special Mobile) เป็นจีเอสเอ็ม (Global System for Mobile) และมีการนำเทคโนโลยีแบบดิจิทัล มาแทนการใช้เทคโนโลยีอะนาล็อกแบบเดิม เหตุผลที่กลุ่มวิจัยของจีเอสเอ็ม ได้เลือกเทคโนโลยี ดิจิตอลสำหรับการพัฒนาระบบจีเอสเอ็ม มีดังต่อไปนี้

- ระบบดิจิทัลสามารถใช้ประโยชน์จากสเปกตรัมที่มีอยู่อย่างจำกัดได้ดีกว่าอะนาล็อก
- สัญญาณจากโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบดิจิทัลยังไม่สามารถนำมาติดต่อกับโทรศัพท์บ้าน
- เวลานั้นได้มีการคาดการณ์ว่าอนาคตระบบไอเอสดีเอ็น (Integrated Services Digital Network) กำลังมีการใช้งานอย่างแพร่หลายมาก
- ระบบดิจิทัลสามารถสร้างระบบป้องกันสัญญาณจากการดักฟังได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าระบบอะนาล็อก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในช่วงก่อนปีค.ศ. 1980 ระบบโทรศัพท์เซลลูลาร์แบบอะนาลอกได้เติบโตอย่างรวดเร็วใน ประเทศแถบยุโรป โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มประเทศสแกนดิเนเวีย สหราชอาณาจักร ฝรั่งเศสและ เยอรมัน ซึ่งอุปกรณ์และระบบการทำงานของแต่ละประเทศจะไม่สามารถใช้ร่วมกันได้ ทำให้มี ข้อจำกัดด้านการค้าขายอุปกรณ์โทรศัพท์ในแถบยุโรป

ในปี 1982 มีการรวมตัวกันของกลุ่มความมั่นคงของยุโรป (Conference of European Posts And Telegraphs หรือ CEPT) ขึ้นเพื่อศึกษาระบบโทรศัพท์โดยเรียกว่ากลุ่มจีเอสเอ็ม (Group Special Mobile) เพื่อทำการศึกษาและพัฒนาระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ใช้ในแถบภาคพื้นที่ยุโรป

ในปี 1989 ความรับผิดชอบของระบบจีเอสเอ็มได้ส่งมอบไปให้อีทีเอสไอ (European Telecommunication Standards Institute) ช่วงปลายปี 1995 เฉพาะในแถบยุโรปมีคู่สายการใช้ถึง 10 ล้านเลขหมาย ในอเมริกาเหนือ ใช้ระบบจีเอสเอ็ม ที่เรียกว่าพีซีเอสพันเก้าและได้มีการเปลี่ยนแปลงคำย่อของจีเอสเอ็ม (Group Special Mobile) เป็นจีเอสเอ็ม (Global System for Mobile) และมีการนำเทคโนโลยีแบบดิจิทัล มาแทนการใช้เทคโนโลยีอะนาลอกแบบเดิม เหตุผลที่กลุ่มวิจัยของจีเอสเอ็ม ได้เลือกเทคโนโลยี ดิจิตอลสำหรับการพัฒนาระบบจีเอสเอ็ม มีดังต่อไปนี้

- ระบบดิจิทัลสามารถใช้ประโยชน์จากสเปกตรัมที่มีอยู่อย่างจำกัดได้ดีกว่าแอนาลอก
- สัญญาณจากโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบดิจิทัลยังไม่สามารถนำมาติดต่อกับโทรศัพท์บ้านปกติได้
- เวลานั้นได้มีการคาดการณ์ว่าอนาคตระบบไอเอสดีเอ็น (Integrated Services Digital Network) กำลังมีการใช้งานอย่างแพร่หลายมาก
- ระบบดิจิทัลสามารถสร้างระบบป้องกันสัญญาณจากการดักฟังได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าระบบแอนาลอก

2.2.1 ข้อกำหนดของจีเอสเอ็ม

ช่องความถี่ อพลิงค์: 890 เมกกะเฮิร์ต - 915 เมกกะเฮิร์ต

ดาวนลิงค์ : 935 เมกกะเฮิร์ต - 960เมกกะเฮิร์ต

ขยายคลื่นความถี่ ประกอบด้วย : 880-890 เมกกะเฮิร์ต สำหรับ อพลิงค์และ 925-935 เมกกะเฮิร์ต สำหรับ ดาวนลิงค์

การสื่อสารสองระยะทาง : 45 เมกกะเฮิร์ต

การแบ่งแยกคลื่นพาหะ : 200 กิโลเฮิร์ต คลื่นพาหะแรกที่ 890.2 เมกกะเฮิร์ต

มอดูเลชัน : จีเอ็มเอสเค (Gaussian Minimum Shift Keying)

อัตราการส่ง : 270.833 (กิโลบิต/เซก)

2.2.2 โครงสร้างและองค์ประกอบของระบบจีเอสเอ็ม

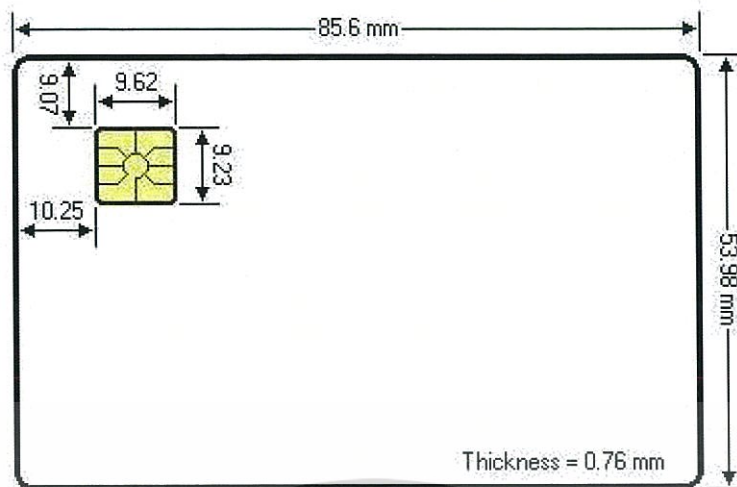
โครงสร้างของระบบจีเอสเอ็ม ประกอบด้วยองค์ประกอบต่างๆ ดังนี้

1. เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Mobile Station หรือ MS)
2. ส่วนของสถานีฐาน (Base Station Subsystem หรือ BSS)
3. ส่วนของระบบเน็ตเวิร์กและสวิตชิง (Network and Switching Subsystem หรือNSS)
4. ระบบปฏิบัติการ (Operation Support Subsystem หรือ OSS)

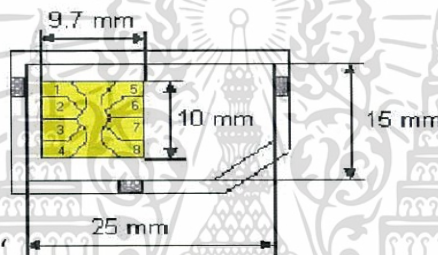
2.2.3 เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ (The Mobile Station)

เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่คือเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ผู้ใช้บริการใช้ในการโทรออก หรือรับสายเรียกเข้า ภายในอุปกรณ์โทรศัพท์เครื่องหนึ่งประกอบด้วยส่วนย่อย 2 ส่วน คือเอ็มอี (Mobile Equipment หรือ ME) และซิม (Subscriber Identity Module หรือSIM) ส่วนของเอ็มอีทำหน้าที่จัดการกับการรับส่งคลื่นสัญญาณวิทยุระหว่างโทรศัพท์เคลื่อนที่ กับส่วนของสถานีฐาน และรวมไปถึงอุปกรณ์สำหรับการติดต่อกับผู้ใช้ เช่น ไมโครโฟน ลำโพง ส่วนของซิม คือ สมาร์ทการ์ด (smart card) แผ่นบางๆ ที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูลที่ทำ หน้าที่เก็บข้อมูลเกี่ยวกับผู้ใช้ รายการประเภทของบริการที่ผู้ใช้ได้ขอไว้ และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับ โครงข่าย เช่น เลขประจำตัวของผู้ใช้ ตำแหน่งหรือบริเวณที่เครื่องโทรศัพท์มีการใช้งานอยู่ เป็นต้น นอกจากนี้ยังอาจจะเก็บหมายเลขโทรศัพท์ที่ผู้ใช้มีการติดต่อกับเป็นประจำเพื่อความสะดวก ของผู้ใช้บริการ แผ่นซิม ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันมี 2 รูปแบบคือ แผ่นที่มีขนาดเท่ากับบัตรเครดิต เรียกว่า ไอเอสโอซิม (ISO SIM) และแบบขนาดเล็กที่เรียกว่า ปลั๊กอิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เผยแพร่เพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 รูปบัตรสมาร์ทการ์ดทั่วไป



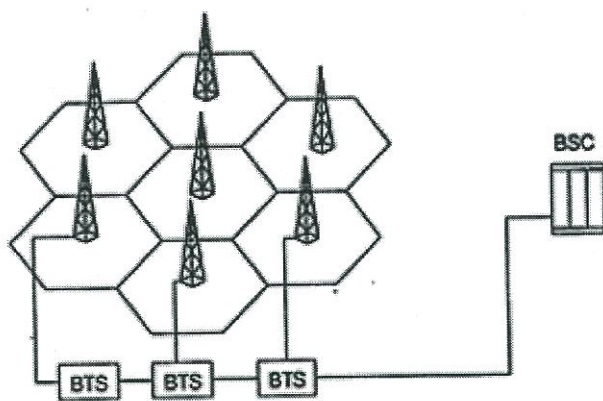
รูปที่ 2.5 รูปชิพการ์ดที่ตัดจากบัตรสมาร์ทการ์ด

2.2.4 ส่วนของสถานีฐาน (Base Station Subsystem)

ส่วนของสถานีฐาน ประกอบด้วย 2 ส่วนหลักคือบีทีเอส (Base Transceiver Station หรือ BTS) และบีเอสซี (base station controller หรือ BSC) ส่วนของ บีทีเอสทำหน้าที่ ติดต่อกับ เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ทั้งหลาย โดยที่บีทีเอสหนึ่งตัวจะดูแลครอบคลุมบริเวณหนึ่งที่ เรียกว่าเซลล์ โดยหลักๆ แล้ว บีทีเอสประกอบด้วยอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รับส่งคลื่นสัญญาณวิทยุ คล้ายๆ กันกับส่วนเอ็มไอของเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยขนาดกำลังส่งของสถานีฐานมีได้หลาย ระดับ กลุ่มของบีทีเอสที่ครอบคลุมพื้นที่หลายๆ เซลล์จำนวนหนึ่งจะอยู่ภายใต้การดูแลของบีเอสซี หนึ่งตัว ซึ่งโดยปกติแล้ว บีเอสซีหนึ่งตัวจะสามารถดูแลและควบคุม บีทีเอสได้จำนวนมากถึง หลายสิบหรือหลายร้อยชุด

ส่วนของบีเอสซีทำหน้าที่หลักในการควบคุมการทำงานของบีทีเอสทุกตัวที่อยู่ภายใต้ การ ดูแลเช่น การจัดสรรช่องสัญญาณที่เหมาะสมสำหรับการติดต่อสื่อสารการเริ่มต้น การเชื่อมต่อ และ สิ้นสุดของการใช้ช่องสัญญาณแต่ละช่องและรวมไปถึงเรื่องของการตัดสินใจและการทำแฮนด์โอเวอร์ระหว่างเซลล์ในกรณีที่โทรศัพท์เคลื่อนที่มีการย้ายจากเซลล์หนึ่งไปยังเซลล์ข้างเคียง สิ่งต่างๆ เหล่านี้เป็นหน้าที่ของบีเอสซีที่จะต้องจัดการทั้งหมด นอกจากนี้ อีกด้านหนึ่งของบีเอสซีคืออยู่กับ

เอ็นเอสเอส ซึ่งมีเอ็มเอสซีเป็นองค์ประกอบสำคัญ



รูปที่ 2.6 ภาพลักษณะและหน้าที่ของ BTS

2.2.5 ระบบเน็ตเวิร์กและสวิตชิง (Network and switching subsystem)

ระบบเน็ตเวิร์กและสวิตชิงประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ เอ็มเอสซี และฐานข้อมูล สำหรับการจัดการกับการใช้งานของผู้ใช้บริการ ในส่วนของ เอ็มเอสซีนั้นด้านหนึ่ง ต่อเชื่อมอยู่กับ บีเอสซีซึ่งเป็นส่วนที่ดูแลการรับส่งสัญญาณระหว่างสมาชิกผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่กับส่วน ของโครงข่าย ส่วนอีกด้านหนึ่งต่อเชื่อมอยู่กับระบบโทรศัพท์อื่นๆ ดังนั้น เอ็มเอสซีจึงเป็นส่วนที่ทำหน้าที่สวิตซ์และเชื่อมต่อคู่สายทั้งระหว่างผู้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ 2 เครื่องเข้าด้วยกัน และ ระหว่างผู้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่กับผู้ใช้โทรศัพท์ธรรมดาหรือผู้ใช้บริการจากโครงข่ายประเภทอื่นๆ ด้วย ในการเชื่อมต่อระหว่าง เอ็มเอสซีกับโครงข่ายภายนอกอาศัยมาตรฐานการเชื่อมต่อที่เรียกว่า ซีซีไอทีที (CCITT Signaling System no.7 (SS7)) โดยปกติแล้ว เอ็มเอสซีหนึ่งชุดสามารถใช้ ควบคุมดูแล บีเอสซีได้หลายชุดทั้งระบบรวมกันสามารถครอบคลุมการให้บริการประชากรได้มากถึงประมาณ 1 ล้าน

2.2.6 สำหรับฐานข้อมูลภายในเอ็นเอสเอส

ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วนหลัก คือ

1.เฮชแอลอาร์ (Home Location Register หรือ HLR) เป็นฐานข้อมูลที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูล ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับผู้ใช้บริการ เช่น สถานะของเครื่องโทรศัพท์ การเปิด ปิด การใช้งานโทรออก การรับสายเข้าบริเวณที่พื้นที่การใช้งานของเครื่องโทรศัพท์ครั้งสุดท้ายและรวมไปถึงประเภทของการบริการเสริมที่ผู้ต้องการในช่วงเวลาที่ผู้ใช้โทรศัพท์เริ่มการใช้งานเพื่อการติดต่อสื่อสารข้อมูลที่บรรจุในแผ่นซิมบางส่วนจะถูกส่งผ่านจากเครื่องโทรศัพท์ไปยังฐานข้อมูลเฮชแอลอาร์ เพื่อใช้ในการระบุถึงหมายเลขประจำตัวของผู้ใช้และเพื่อตรวจสอบว่าผู้ใช้บริการดังกล่าวมีสิทธิ หรือได้รับอนุญาตให้ใช้บริการหรือไม่ โดยมีฐานข้อมูลเฮชแอลอาร์จะเก็บรหัสลับของผู้ใช้บริการแต่ละคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.เอยูซี (Authentication Centre หรือ AUC) เป็นฐานข้อมูลที่เก็บข้อมูลที่เป็นความลับ ดังนั้นฐานข้อมูล ประเภทนี้จึงมักจะจัดให้อยู่ในสถานที่ที่ปลอดภัย และจะอนุญาตให้เข้าได้เฉพาะบุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้องดูแลและรับผิดชอบกับระบบเท่านั้น การจะเข้าถึงข้อมูลเหล่านี้ได้ก็จะต้องมีการใส่รหัสลับผ่านด้วย นอกจากนี้ข้อมูลที่เก็บในฐานข้อมูลยังต้องมีการเข้ารหัสอีกชั้นหนึ่ง

3.วีแอลอาร์ (Visitor Location Register หรือ VLR) เป็นฐานข้อมูลที่อยู่คู่กับ เอ็มเอสซี เพื่อเก็บข้อมูลชั่วคราวของผู้ใช้บริการในขณะที่มีการใช้งานอยู่ เช่น เก็บตำแหน่งหรือบริเวณที่เครื่องโทรศัพท์ที่อาจมีการเปลี่ยนไปในขณะที่มีการใช้งานอยู่

โดยรวมแล้วส่วนของเอ็นเอสเอส ที่ประกอบขึ้นจาก เอ็มเอสซี,เอชแอลอาร์, เอยูซี และ วีแอลอาร์ มีหน้าที่ในการควบคุมเรียก (Call Control) จัดการกับตำแหน่งและการเคลื่อนที่ของโทรศัพท์ (Mobility Management) และการดูแลในเรื่องของการให้บริการเสริม (Supplementary Services)

2.2.7 ระบบปฏิบัติการ (Operation subsystem)

ในส่วนนี้ประกอบด้วย โอเอ็มซี (Operations and Maintenance Centre หรือ OMC) ซึ่งมีหน้าที่หลักในการดูแลจัดการเรื่องการปฏิบัติการของระบบโดยรวม การจัดการกับปัญหาของอุปกรณ์ บางส่วนที่เกิดความเสียหาย การปรับตั้งค่าต่างๆ ภายในระบบให้เหมาะสม การจัดการเรื่องสมาชิก ผู้ใช้บริการของระบบซึ่งรวมถึงการคิดค่าบริการและออกบิลเก็บค่าบริการ การทำงานของ โอเอ็มซีส่วนใหญ่แล้วจำเป็นต้องมีการติดต่อกับฐานข้อมูลเอชแอลอาร์

2.2.8 การรับส่งคลื่นสัญญาณวิทยุระบบจีเอสเอ็ม

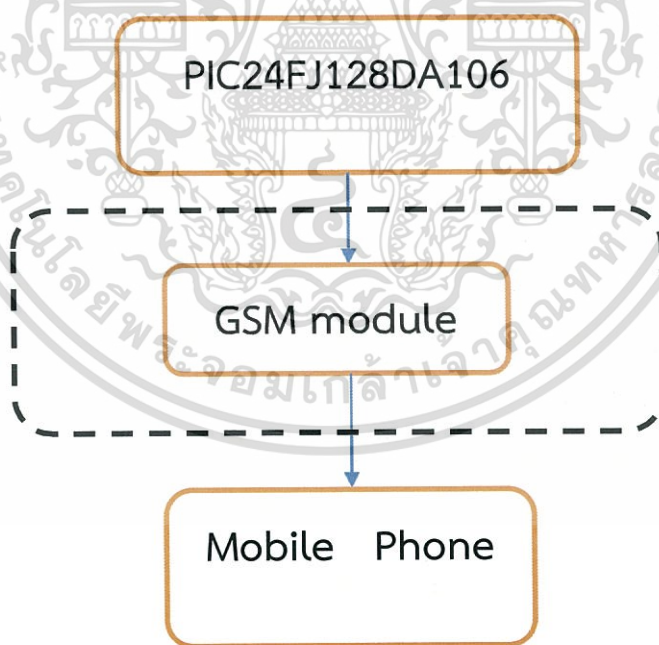
ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่จีเอสเอ็มนั้นได้มีการกำหนดช่วงความถี่สำหรับใช้งานไว้ทั้งหมด 50 เมกกะเฮิร์ต ในย่านความถี่ 890-915 เมกกะเฮิร์ต และ 935-960 เมกกะเฮิร์ต โดยในย่านความถี่ย่านนั้นมีไว้สำหรับเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่เอ็มเอส ในการส่งข้อมูลไปที่สถานีฐานรับส่งสัญญาณบี ทีเอชและในส่วนของย่านความถี่สูงมีไว้ส่งข้อมูลในทิศทางตรงข้ามภายในแบนวิดท์ขนาด 25 เมกกะ เฮิร์ตของการส่งข้อมูลแต่ละทิศทางจีเอสเอ็ม ได้แบ่งจำนวนช่องของคลื่นพาห์ไว้ทั้งหมด 124 ช่อง โดยแต่ละช่องมีความถี่ห่างกันรเท่ากับ 200 กิโลเฮิร์ต ลักษณะการแบ่งช่องสัญญาณแบบนี้มีชื่อ เรียกว่า เอฟดีเอ็มเอ (Frequency Division Multiple Access หรือ FDMA) และในแต่ละคลื่นพาห์ ใช้ช่องสัญญาณได้ทั้งหมด 8 ช่องสัญญาณโดยวิธีที่เรียกว่า ทีดีเอ็มเอ (Time Division Multiple Access หรือ TDMA) ดังนั้นจะเห็นว่าจีเอสเอ็ม อาศัยทั้งวิธีเอฟดีเอ็มเอ และ ทีดีเอ็มเอ

วงจรการแปลงสัญญาณแอนะล็อกให้เป็นสัญญาณดิจิทัลและวงจรเข้ารหัสสัญญาณเพื่อลดขนาดของอัตราบิตที่ต้องใช้ส่งโดยที่คุณภาพของเสียงยังคงอยู่ในระดับที่ใช้งานได้ (RPE-LTP encoder) สัญญาณที่ได้นี้จะผ่านกระบวนการเข้ารหัสช่องสัญญาณเช่น การเข้ารหัสคอนโวลูชัน และเอกสทาร์เป็นเอกสทาร์ที่ส่งวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำอินเทอร์เน็ต ก่อนที่จะทำการส่งออกทั้งนี้เพื่อป้องกันสัญญาณจากช่องสัญญาณที่มี สัญญาณรบกวนมาก การเข้ารหัสช่องสัญญาณนี้มีข้อเสียอย่างหนึ่งคือทำให้อัตราบิตของข้อมูลมี ขนาดสูงขึ้น ซึ่งทำให้การส่งผ่านสัญญาณจำเป็นต้องใช้แบนด์วิดท์ที่มีขนาดกว้างขึ้น จากนั้นสัญญาณ นี้จะถูกส่งออก โดยใช้วิธีการมอดูเลตแบบ จีเอ็มเอสเคเมื่อสัญญาณนี้เดินทางถึงภาครับซึ่งคือสถานี ฐาน ก็จะถูกนำไปผ่านกระบวนการที่กลับกันกับที่ภาคส่งเพื่อดึงสัญญาณที่ต้องการออกมา สัญญาณที่ได้ซึ่งจะอยู่ในรูปของสัญญาณดิจิทัลจะถูกสวิตช์เพื่อจะเชื่อมต่อโทรศัพท์เครื่องนี้กับ อีกเครื่องหนึ่งซึ่งอาจจะเป็นโทรศัพท์เคลื่อนที่หรือเป็นโทรศัพท์แบบธรรมดาก็ได้โดยอาศัยส่วนที่ เรียกว่า เอ็มเอสซี ในทางกลับกันสัญญาณที่ได้ออกจากส่วนของวงจรสวิตช์จะถูกส่งกลับไป ที่ เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่โดยใช้วิธี และขั้นตอนที่คล้ายคลึงกับในทิศทางการส่งจากเครื่องโทรศัพท์ ไปที่สถานีฐาน

2.2.9 หลักการทำงานของจีเอสเอ็มโมดูล

จีเอสเอ็มโมดูลทำหน้าที่รับข้อมูลจาก PIC24FJ128DA106 และส่งข้อความ(SMS) บอกพิกัดไปยังโทรศัพท์มือถือ



รูปที่ 2.7 หลักการทำงานของ GSM SIM 900

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.10 SIM900

คุณสมบัติเบื้องต้นของโมดูล SIM900

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

การใช้งาน	รูปแบบคำสั่ง	รายละเอียด
ทดสอบคำสั่ง	AT+<x>=?	รูปแบบการใช้คำสั่งแบบนี้ จะใช้สำหรับสั่งอ่านค่ารูปแบบและพารามิเตอร์ต่างๆของคำสั่ง โดยถ้าคำสั่งนั้นมีอยู่จริง โมดูลจะตอบรับด้วยการพิมพ์ค่าของพารามิเตอร์ต่างๆของคำสั่งที่มีอยู่ทั้งหมดให้ทราบ
อ่านค่าพารามิเตอร์	AT+<x>?	รูปแบบการใช้คำสั่งแบบนี้ จะใช้สำหรับสั่งอ่านค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดไว้แล้วของคำสั่งนั้นๆ โดยโมดูลจะตอบรับด้วยการพิมพ์ค่าพารามิเตอร์ปัจจุบันที่กำหนดไว้แล้วให้ทราบ
กำหนดค่าการทำงาน	AT+<x>=<...>	รูปแบบการใช้คำสั่งแบบนี้ จะใช้สำหรับสั่งเขียนหรือกำหนดค่าพารามิเตอร์ให้กับคำสั่ง เช่น การกำหนดค่า Baudrate
สั่งให้ทำงาน	AT+<x>	รูปแบบการใช้คำสั่งแบบนี้ จะใช้สำหรับสั่งงานให้โมดูลปฏิบัติตามคำสั่งที่ต้องการเช่น การสั่งรีเซ็ต (ATZ)

ตารางที่ 2.1 การใช้งานคำสั่งของ GSM SIM 900

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Command	Description
AT+CMGD	DELETE SMS MESSAGE
AT+CMGF	SELECT SMS MESSAGE FORMAT
AT+CMGL	LIST SMS MESSAGES FROM PREFERRED STORE
AT+CMGR	READ SMS MESSAGE
AT+CMGS	SEND SMS MESSAGE
AT+CMGW	WRITE SMS MESSAGE TO MEMORY
AT+CMSS	SEND SMS MESSAGE FROM STORAGE
AT+CNMI	NEW SMS MESSAGE INDICATIONS
AT+CPMS	PREFERRED SMS MESSAGE STORAGE
AT+CRES	RESTORE SMS SETTINGS
AT+CSAS	SAVE SMS SETTINGS
AT+CSCA	SMS SERVICE CENTER ADDRESS
AT+CSCB	SELECT CELL BROADCAST SMS MESSAGES
AT+CSDH	SHOW SMS TEXT MODE PARAMETERS
AT+CSMP	SET SMS TEXT MODE PARAMETERS
AT+CSMS	SELECT MESSAGE SERVICE

ตารางที่ 2.2 คำสั่ง AT Command สำหรับ GSM

Command	Description
AT+CGPSPWR	GPS POWER CONTROL
AT+CGPSRST	GPS RESET MODE (HOT/WARM/COLD)
AT+CGPSINF	GET CURRENT GPS LOCATION INFO
AT+CGPSOUT	GPS NMEA DATA OUTPUT CONTROL
AT+CGPSSTATUS	GPS STATUS
AT+ CGPSIPR	SET TE-TA FIXED LOCAL RATE

ตารางที่ 2.3 คำสั่ง AT Command สำหรับ GPS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 จีพีเอส

2.3.1 ส่วนประกอบของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS



รูปที่ 2.8 ตัวเครื่อง GPS RXM-GPS-SR-B

เครื่องรับแบบเรียงลำดับสัญญาณดาวเทียม

1. Starved-Power Single Receivers เครื่องแบบนี้ออกแบบให้พกพาได้และสามารถทำงานได้ด้วยถ่านไฟฉายขนาดเล็ก การจัดการใช้กระแสไฟโดยให้ปิดการทำงานตัวเองโดยอัตโนมัติเมื่อแสดงตำแหน่งครั้งสองครั้งใน 1 นาที เหมาะสำหรับใช้งานบอกตำแหน่งส่วนตัว ข้อเสีย คือ ความถูกต้องของ GPS ไม่ดี และต่อเชื่อมกับอุปกรณ์อื่นไม่ได้ และไม่สามารถใช้วัดหาความเร็วได้

2. Single Channel Receivers เป็นเครื่องรับสัญญาณห้องเดียวใช้ทำงานหาระยะจากดาวเทียมทุกดวง แต่ที่ไม่เหมือนคือเครื่องรับช่องเดียวแบบมาตรฐานไม่จำกัดที่กำลัไฟ ดังนั้น จึงทำการรับต่อเนื่องได้ มีผลทำให้ความถูกต้องสูงกว่า และใช้วัดหาความเร็วได้

3. Fast-Multiplexing Single Receivers เครื่องรับนี้สามารถเปลี่ยนดาวเทียมได้เร็วกว่ามาก ข้อดีคือ สามารถทำการวัดได้ในขณะที่กำลังรับข้อมูลจากดาวเทียม ดังนั้นเครื่องทำงานได้อย่างต่อเนื่อง และการที่มีนาฬิกาไม่เที่ยงจึงมีผลต่อเครื่องประเภทนี้น้อย

4. Two-Channel Sequencing Receivers การเพิ่มช่องรับสัญญาณขึ้นอีกหนึ่งช่องช่วยให้เครื่องเพิ่มขีดความสามารถขึ้นอย่างเห็นได้ชัด

Continuous Receivers ได้แก่ เครื่องรับที่สามารถรับสัญญาณดาวเทียมพร้อมกันได้ตั้งแต่ 4 ดวงขึ้นไป และสามารถแสดงผลค่าตำแหน่งและความเร็วได้ทันทีหรือต้องการ ความถูกต้องสูง นอกจากข้อดีที่ใช้วัดตำแหน่งอย่างต่อเนื่อง

2.3.2 หลักการทำงานของ GPS

หลักการพื้นฐานของ GPS เป็นเรื่องง่ายๆ แต่อุปกรณ์ของเครื่องมือถูกสร้างขึ้นด้วยวิทยาการขั้นสูง การทำงาน GPS คือ

1. จะอาศัยหลักพื้นฐานของ GPS : Satellites Triangulation

หลักการ : อาศัยตำแหน่งของดาวเทียมในอวกาศเป็นจุดอ้างอิง แล้ววัดระยะจากดาวเทียม 4 ดวง และใช้หลักการทางเรขาคณิตในการคำนวณหาตำแหน่งบนพื้นโลก

2. วัดระยะทางระหว่างเครื่องรับ GPS กับดาวเทียม GPS โดยการวัดระยะเวลา ที่คลื่นวิทยุใช้ในการเดินทางจาก ดาวเทียมสู่เครื่องรับใช้เวลาเดินทางของคลื่นวิทยุ

สูตร : ระยะทาง = ความเร็ว * เวลาที่ใช้เดินทาง คลื่นวิทยุ : ความเร็ว = 186,000 ไมล์ต่อวินาที การวัดระยะเวลาในการเดินทาง คือ โดยการเทียบกันของคลื่นสัญญาณที่ดาวเทียมส่งมา กับ คลื่นสัญญาณที่เครื่องรับ GPS ส่งมา ส่วนคลื่นที่ใช้ในการส่งจะเป็น Pseudo Random Noise Code

3. การวัดระยะเวลาที่คลื่นวิทยุใช้ในการเดินทางของ GPS จะต้องใช้นาฬิกาที่ แม่นยำมาก ถ้า PRN CODE จากดาวเทียมมีข้อมูลเวลาที่คลื่นเริ่มออกเดินทางจากดาวเทียมเมื่อคลื่นสัญญาณจากดาวเทียมและคลื่นสัญญาณจากเครื่องรับ GPS สมวารกัน (Synchronize) และจะต้องใช้ Atomic Clock ในการวัดเวลา ส่วนเวลาที่ใช้ในการเดินทางจะสั้นมากประมาณ 0.06 วินาที คือเวลาของเครื่องรับ GPS * เวลาของดาวเทียม ส่วนการบอกตำแหน่ง GPS ยังเป็นเวลาที่มีความแน่นอนถึง 10 นาโนวินาทีหรือดีกว่า

4. ต้องรู้ตำแหน่งของดาวเทียม GPS ที่แน่นอนในอวกาศ

- วงโคจรสูงมากประมาณ 11,000 ไมล์
- วงโคจรอาจคลาดเคลื่อน (Ephemeris Errors) เนื่องจากแรงโน้มถ่วงของ ดวงจันทร์และดวงอาทิตย์
- สถานีควบคุมจะใช้เรดาร์ตรวจสอบการโคจรของดาวเทียม GPS ตลอดเวลาแล้วส่ง ข้อมูลไปปรับแก้ ข้อมูลวงโคจรและเวลาของดาวเทียม เมื่อข้อมูลได้รับการปรับแก้แล้วจะถูกส่งมายังเครื่องรับ GPS

2.4 เทคโนโลยี Bluetooth

Bluetooth คือ เทคโนโลยีไร้สายเป็นระบบสื่อสารของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบสองทางด้วยคลื่นวิทยุระยะสั้น (Short-Range Radio Links) โดยปราศจากการใช้สายเคเบิลหรือสายสัญญาณเชื่อมต่อและไม่จำเป็นต้องใช้การเดินทางแบบเส้นตรงเหมือนกับรังสีอินฟราเรด ซึ่งมีความสะดวกมากกว่าการเชื่อมต่อแบบอินฟราเรด ที่ใช้ในการเชื่อมต่อระหว่างโทรศัพท์มือถือกับอุปกรณ์ ในโทรศัพท์เคลื่อนที่รุ่นก่อนและในการวิจัย ไม่ได้มุ่งเฉพาะการส่งข้อมูลเพียงอย่างเดียว แต่ยังศึกษาถึงการส่งข้อมูลที่เป็นเสียง เพื่อใช้สำหรับ Headset (ชุดหูฟัง) บนโทรศัพท์มือถือด้วย

Bluetooth เป็นระบบสำหรับการเชื่อมโยงสื่อสารไร้สายระหว่างอุปกรณ์แบบ Portable (แบบพกพา) ต่าง ๆ ที่อยู่ภายในระยะบริเวณใกล้เคียงกัน ไม่ห่างไกลกันมากนัก ซึ่งความสามารถในการส่งข้อมูลของ Bluetooth นั้นขึ้นกับแต่ละ class (ประเภท) ที่ใช้ ซึ่งมี 3 class ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Class 1 กำลังส่ง 100 มิลลิวัตต์ ระยะประมาณ 100 เมตร

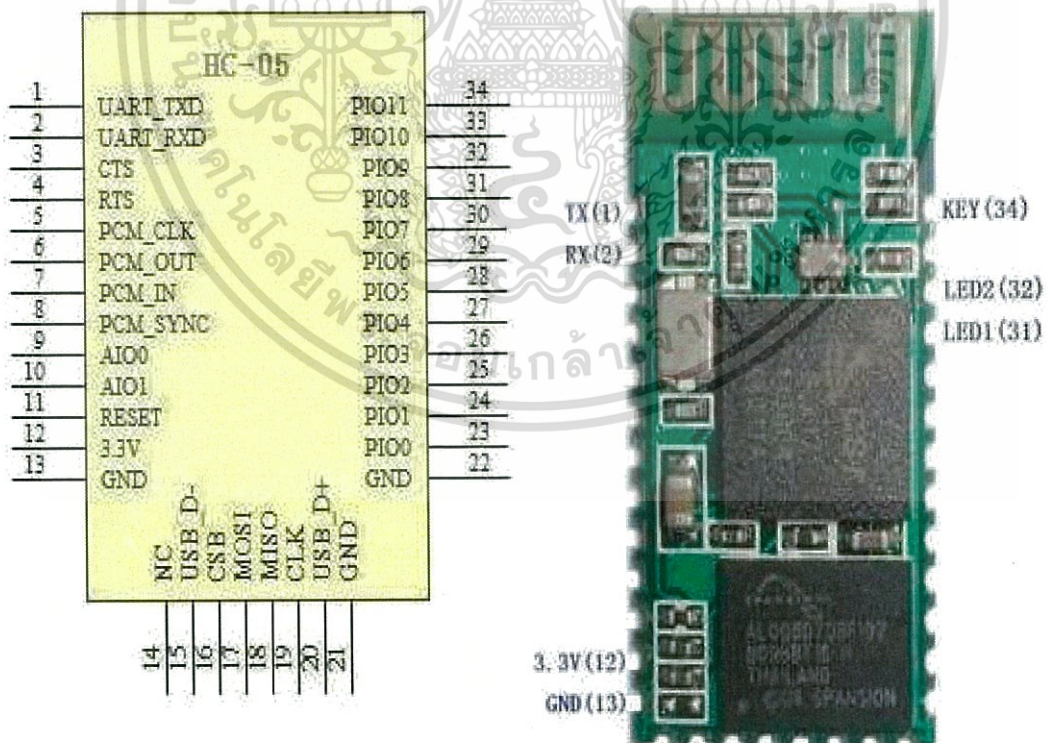
Class 2 กำลังส่ง 2.5 มิลลิวัตต์ ระยะประมาณ 10 เมตร

Class 3 กำลังส่ง 1 มิลลิวัตต์ ระยะประมาณ 1 เมตร

นอกจากนี้ในส่วนของ Air interface(อินเทอร์เฟซของอากาศ) ถูกพัฒนาอย่างเหมาะสมเพื่อสามารถต้านทานต่อสัญญาณแทรกแซงรบกวนที่เกิดขึ้นในแถบความถี่ 2.45 GHz ได้ ระบบนี้ได้รับการสนับสนุนจากหลายผู้ผลิตชั้นนำทั้งทางด้านคอมพิวเตอร์ PC และ อุปกรณ์โทรคมนาคมต่าง ๆ

2.4.1 HC-05 Bluetooth Module

HC-05 Bluetooth Module เป็นโมดูลไร้สายที่ใช้สื่อสารกันด้วย Bluetooth SPP (Serial Port Protocol) โดย Serial Port เป็น Bluetooth V2.0+EDR (Enhance Data Rate) 3Mbps Modulation พร้อมกับความถี่ใช้งาน 2.4 GHz สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์บลูทูธอื่นๆได้ รวมทั้งเชื่อมต่อด้วย Serial Interface ระหว่างคอมพิวเตอร์ด้วยวงจร RS232 เพื่อเข้าสู่ AT Command ในการปรับแต่งค่าต่างๆของโมดูล โมดูลรุ่นนี้สามารถตั้งค่าให้เป็นได้ทั้ง Master และ Slave Mode ซึ่งรายละเอียดจะอยู่ในส่วนของ AT Command



รูปที่ 2.9 HC-05 Bluetooth

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติต่างๆ

1. ความตอบสนองสัญญาณ -80dBm
2. กำลังส่งคลื่นวิทยุเพิ่มได้ถึง +4dbm
3. แรงดัน 1.8-3.6v
4. UART Interface พร้อมกับการปรับแต่ง baud rate ได้
5. เสื่ออากาศในตัวรายละเอียดการทำงานต่างๆ
6. Baud Rate ปกติ: 38400, Data bits: 8, Stop Bits:1
7. รองรับ Baud Rate : 9600,19200,38400,57600,115200,230400,460800



รูปที่ 2.10 ขาของ HC-05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

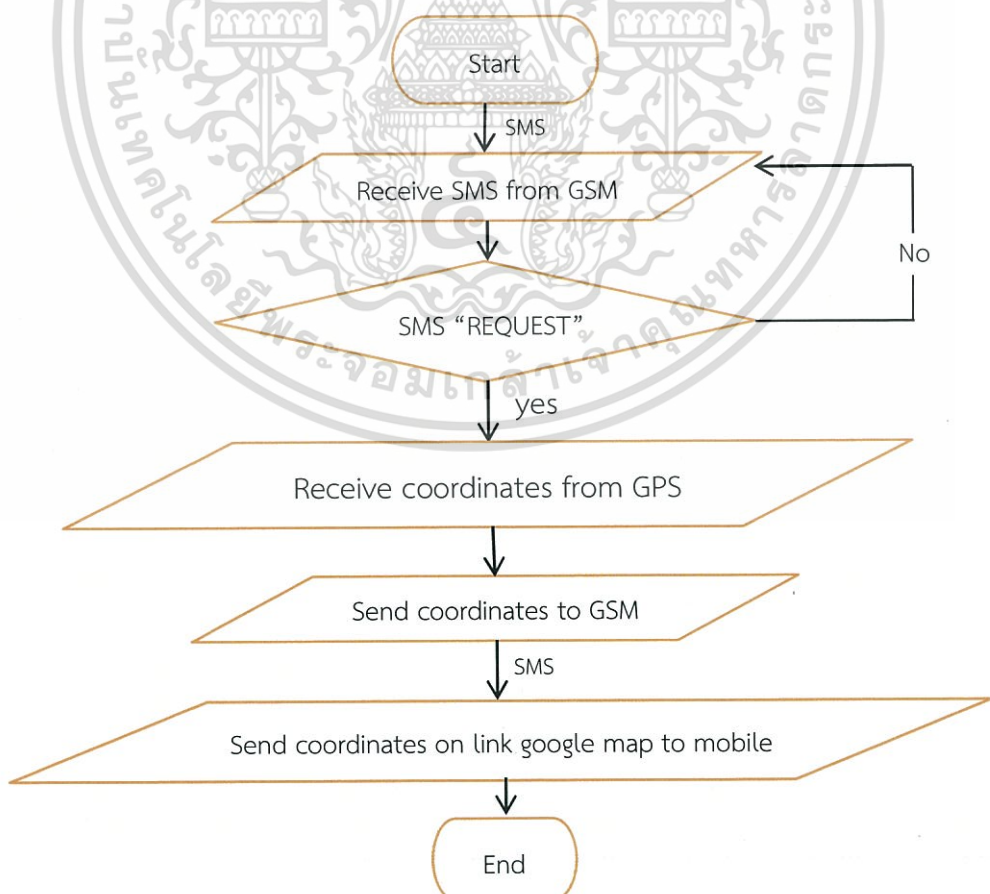
บทที่ 3

การทำงานและการออกแบบวงจร

ระบบติดตามรถสาธารณะนี้ทำหน้าที่ส่งพิกัดตำแหน่งรถไปยังผู้ใช้งานทางข้อความ โดยประกอบไปด้วย 3 ส่วนคือ

1. Microcontroller ทำหน้าที่ประมวลผลให้เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนด รับข้อมูลจาก GPS และส่งการทำงาน GSM module
2. GSM SIM900 ทำหน้าที่รับข้อความแล้วส่ง AT command ไปแจ้ง microcontroller ว่ามีข้อความเข้าและทำหน้าที่รับ AT command จาก microcontroller เพื่อส่งข้อความไปยังผู้ใช้
3. GPS ทำหน้าที่ส่งข้อมูลตำแหน่งไปยัง microcontroller

การใช้งานคือ ผู้ใช้งานจะส่งข้อความ"REQUEST" ไปยัง GSM module จากนั้น microcontroller จะวิเคราะห์ข้อมูล SMS ว่าใช้ "REQUEST" หรือไม่ ถ้าไม่จะวนกลับไปรับค่าใหม่ แต่ถ้าใช่ microcontroller จะรับค่าพิกัดจาก GPS ผ่านทาง serial port แล้วส่งพิกัดเป็นข้อความให้กับผู้ใช้งาน ข้อความสามารถลิงค์ไปยัง Google map เพื่อดูตำแหน่งของรถและสามารถคำนวณเวลาที่ใช้ในการเดินทางได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ 3.1 Flow Chart ของระบบติดตามรถสาธารณะ การใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์มีหน้าที่ควบคุมการทำงานเพื่อสั่งการ GPS และ SIM900 ให้ทำงาน ดังนั้นเราจึงเลือกใช้ PIC24FJ128DA106 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ เนื่องจากเราต้องใช้ช่องเชื่อมต่อแบบอนุกรม 2 ช่องสำหรับเชื่อมต่อกับ GPS และ GSM SIM900 โดยมีรายละเอียดของคอนโทรลเลอร์ดังนี้



รูปที่ 3.2 PIC24FJ128DA106

3.1.1 คุณสมบัติด้านการควบคุมกราฟฟิก

1. Three Graphics Hardware Accelerators to Facilitate Rendering of Block Copying, Text and Unpacking of Compressed Data
2. Color Look-up Table (CLUT) with Maximum of 256 Entries
3. 1/2/4/8/16 bits-per-pixel (bpp) Color Depth Set at Run Time
4. Display Resolution Programmable According to Frame Buffer
 - Supports direct access to external memory on devices with EPMP
 - Resolution supported is up to 480x272 @ 60 Hz, 16 bpp; 640x480 @ 30 Hz, 16 bpp or 640x480 @ 60 Hz, 8 bpp
5. Supports Various Display Interfaces
 - 4/8/16-bit Monochrome STN
 - 4/8/16-bit Color STN
 - 9/12/18/24-bit Color TFT (18 and 24-bit displays are connected as 16-bit, 5-6-5 RGB color format)

3.1.2 คุณสมบัติอนุกรม

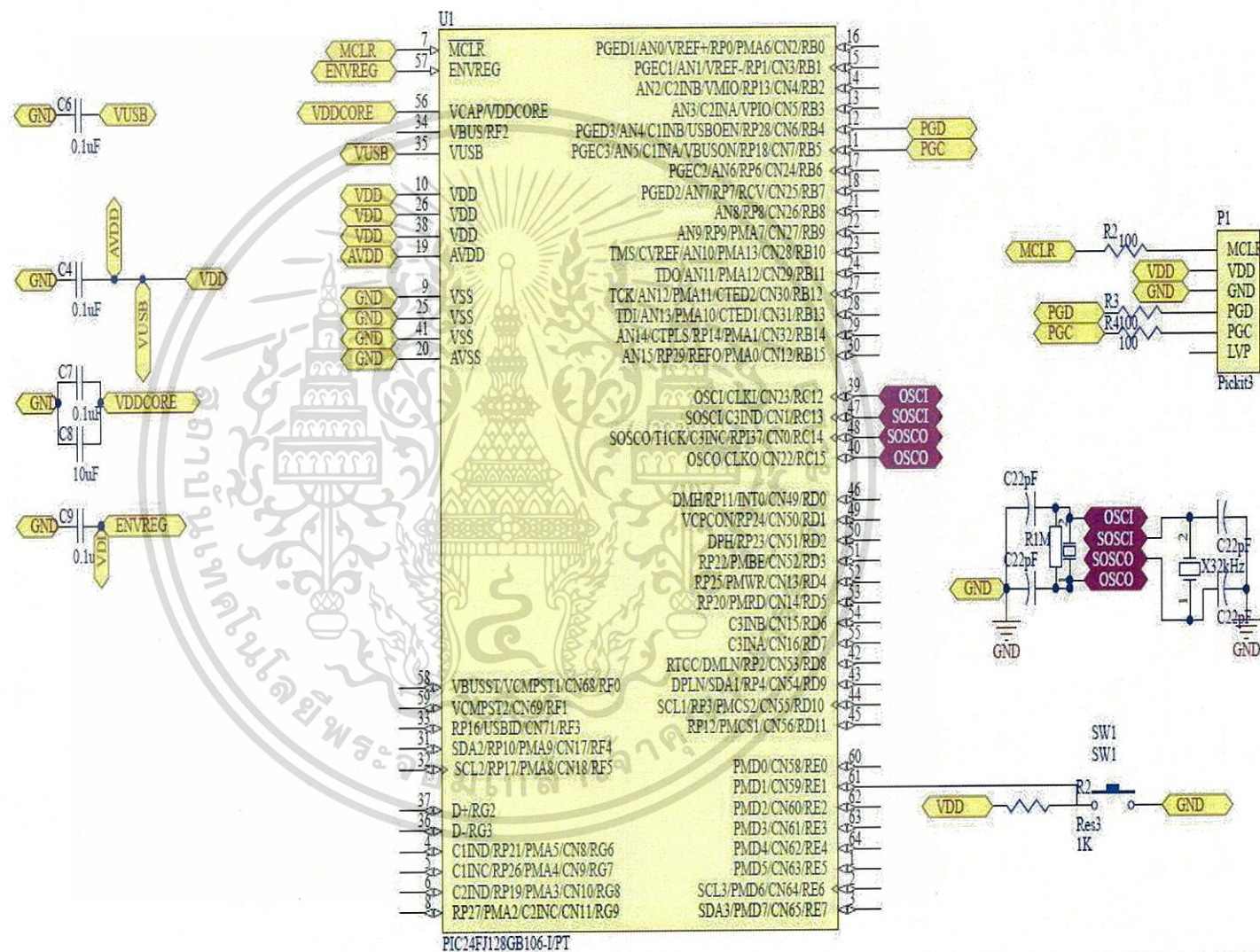
1. USB v2.0 On-The-Go (OTG) Compliant
2. Dual Role Capable – Can act as either Host or Peripheral
3. Low-Speed (1.5 Mbps) and Full-Speed (12 Mbps) USB Operation in Host mode
4. Full-Speed USB Operation in Device mode
5. High-Precision PLL for USB
6. Supports up to 32 Endpoints (16 bidirectional):
 - USB module can use the internal RAM location from 0x800 to 0xFFFF as USB endpoint buffers
7. On-Chip USB Transceiver with Interface for Off-Chip Transceiver
8. Supports Control, Interrupt, Isochronous and Bulk Transfers
9. On-Chip Pull-up and Pull-Down Resistors

3.1.3 คุณสมบัติอุปกรณ์ต่อพ่วง

1. Enhanced Parallel Master Port/Parallel Slave Port (EPMP/PSP), 100-pin devices only:
 - Direct access from CPU with an Extended Data Space (EDS) interface
 - 4, 8 and 16-bit wide data bus
 - Up to 23 programmable address lines
 - Up to 2 chip select lines
 - Up to 2 Acknowledgement lines (one per chip select)
 - Programmable address/data multiplexing
 - Programmable address and data Wait states
 - Programmable polarity on control signals
2. Peripheral Pin Select:
 - Up to 44 available pins (100-pin devices)
3. Three 3-Wire/4-Wire SPI modules (supports 4 Frame modes)
4. Three I2C™ modules Supporting Multi-Master/Slave modes and 7-Bit/10-Bit Addressing
5. Four UART modules:
 - Supports RS-485, RS-232, LIN/J2602 protocols and IrDA®
6. Five 16-Bit Timers/Counters with Programmable Prescaler
7. Nine 16-Bit Capture Inputs, each with a Dedicated Time Base
8. Nine 16-Bit Compare/PWM Outputs, each with a Dedicated Time Base
9. Hardware Real-Time Clock and Calendar (RTCC)
10. Enhanced Programmable Cyclic Redundancy Check (CRC) Generator
11. Up to 5 External Interrupt Source

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.3 การต่อวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC24FJ128DA106



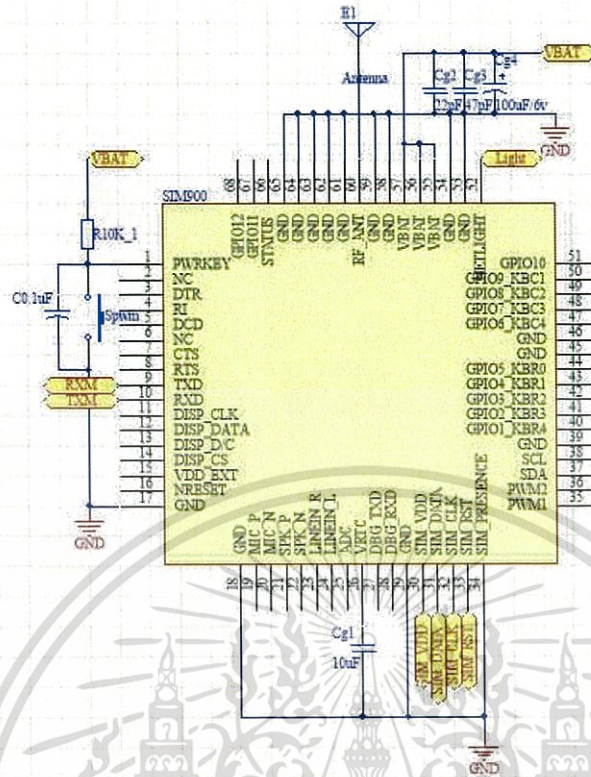
3.2 วงจร GSM

GSM ทำหน้าที่รับและส่งข้อความไปยังโทรศัพท์ ดังนั้นในโครงงานนี้จึงเลือกใช้ SIM900 ซึ่งมีข้อดีคือ มีราคาถูก และหาซื้อง่าย โดยมีรายละเอียดของ GSM SIM900 ดังต่อไปนี้

- รองรับความถี่ GSM/GPRS 850/900/1800/1900MHz
- รองรับ GPRS Multi-Slot Class10 และ GPRS Mobile Station Class B
- รองรับมาตรฐานคำสั่ง AT Command (GSM 07.07 / 07.05 และคำสั่งเพิ่มเติมจาก SIMCOM)
- รองรับ SIM Applications Toolkit
- ทำงานที่แรงดัน 3.2V ถึง 4.8V
- รองรับการเชื่อมต่อภายนอก
- ใช้ได้กับ SIM card 1.8V และ 3V
- มีวงจร Analog Audio (MIC & Speaker)
- รองรับ 5x4 Keypad Interface & SPI LCD Interface
- มีระบบ RTC พร้อมวงจร Backup มีขั้วต่อเสาอากาศภายนอกแบบ Connector และจุดเชื่อมต่อแบบ PAD



รูปที่ 3.4 GSM SIM900



รูปที่ 3.5 วงจร GSM SIM900

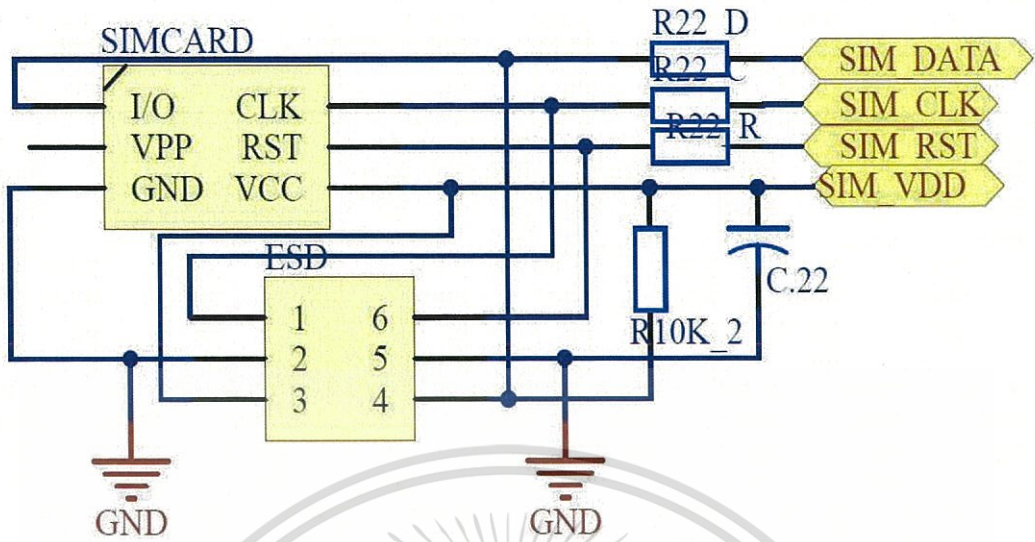
3.3 วงจรซิมการ์ด

เป็นวงจรที่นำมาใช้กับระบบ GSM ซึ่งจะใช้ติดต่อกับระบบฐานเครือข่ายของโทรศัพท์มือถือ



รูปที่ 3.6 SIM Card

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 วงจรซิมการ์ด

3.4 วงจรจีพีเอส

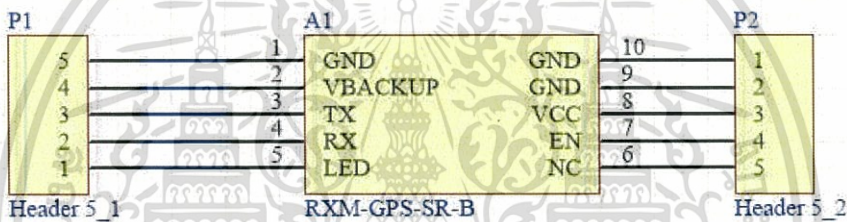
คุณสมบัติ

- SiRF Star III chipset
- 200,000+ correlators
- Low power consumption (46mW)
- High sensitivity (-159dBm)
- 20 channels
- Fast TTFF at low signal levels
- Battery-backed SRAM
- No programming necessary
- No external RF components needed
- Integral antenna
- No production tuning
- Direct serial interface
- Power down feature
- Compact surface-mount package
- Manual or reflow compatible
- RoHS compliant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 GPS Module



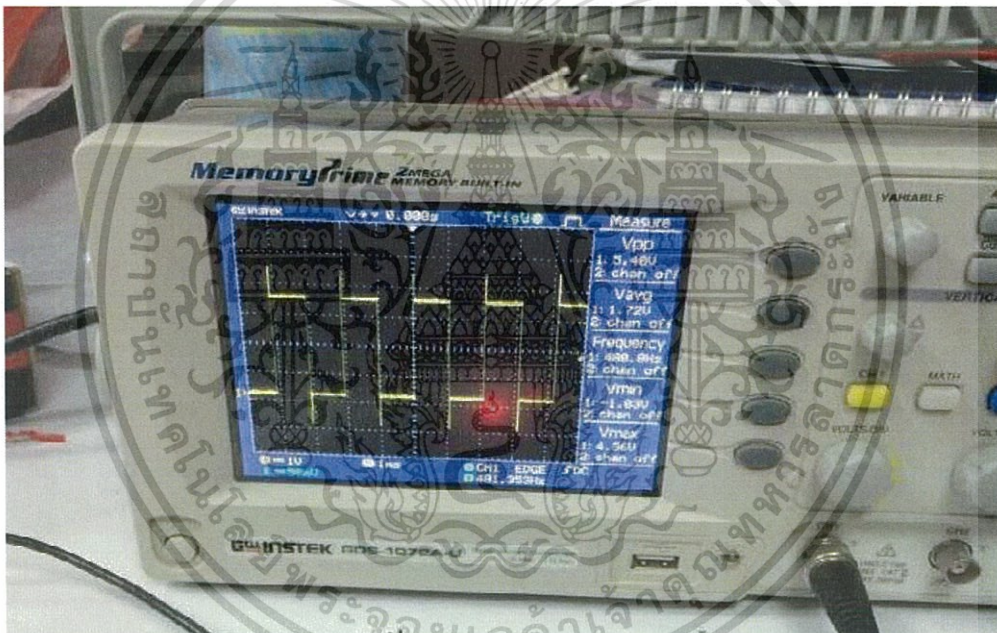
รูปที่ 3.9 วงจรจีพีเอส

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 การทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์

ทดลองบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยใช้ PIC24FJ128DA106 ให้ส่งข้อมูล 0x55 ผ่านทางพอร์ตสื่อสารอนุกรมที่ขา TX แล้วใช้ออสซิลโลสโคปจับที่ขา TX ของบอร์ด เพื่อทดสอบว่าไมโครคอนโทรลเลอร์ สามารถส่งข้อมูลได้หรือไม่

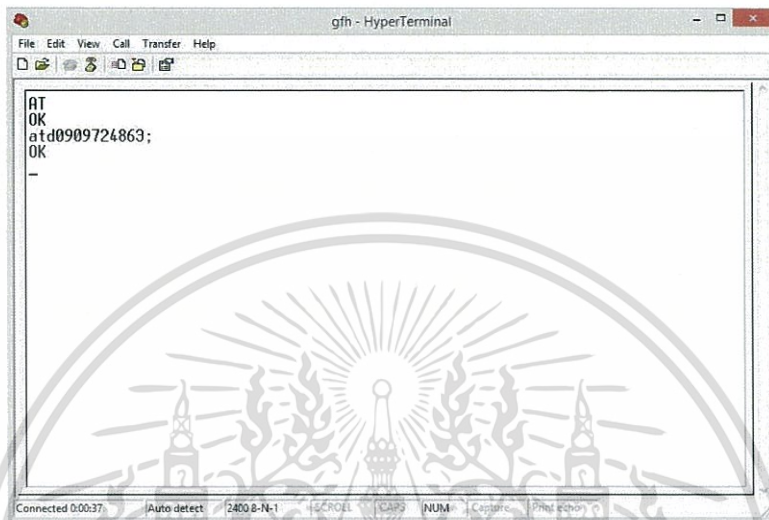


รูปที่ 4.1 สโคปจับสัญญาณที่ได้ออกมาเป็นสัญญาณสแควเวฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดลอง GSM SIM900

การทดลองนี้ใช้ PIC24FJ128DA106 เป็นตัวคอนโทรลเลอร์ ให้ส่งคำสั่ง AT command เปิดพอร์ต GSM SIM 900 และส่งคำสั่งโทร โดยใช้โปรแกรม HyperTerminal เป็นตัวรับ เอ้าท์พุทของ GSM SIM 900 ได้ตรวจดูว่า GSM SIM 900 สามารถทำงานและโทรออกได้

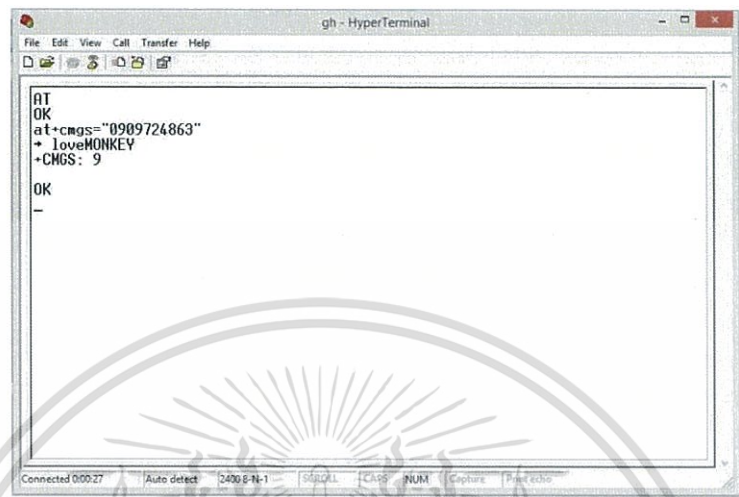


รูปที่ 4.2 เปิดพอร์ต SIM900 และให้คำสั่งโทรออกได้

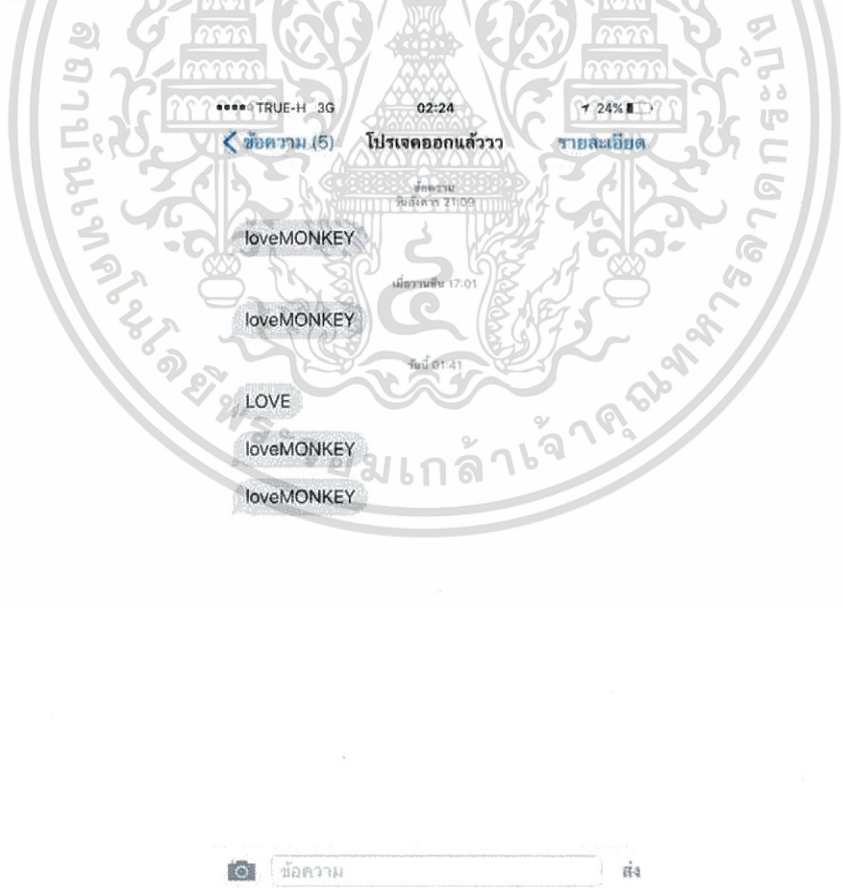


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้รูปที่ 4.3 ภาพจากโทรศัพท์ว่าสามารรถโทรเข้าได้จริงนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองนี้ใช้ PIC24FJ128DA106 เป็นตัวคอนโทรลเลอร์ ให้ส่งคำสั่ง AT command เปิดพอร์ต GSM SIM 900 และส่งคำสั่งส่งข้อความ ใช้โปรแกรม HyperTerminal เป็นตัวรับเข้าที่พุทของ GSM SIM 900 เพื่อตรวจสอบดูว่า GSM SIM 900 สามารถทำงานและส่งข้อความได้



รูปที่ 4.4 โปรแกรม HyperTerminal เมื่อเขียนคำสั่งเปิดพอร์ต และคำสั่งส่งข้อความ



รูปที่ 4.5 ข้อความที่ได้รับจาก GSM SIM 900 เมื่อเขียนคำสั่งส่งข้อความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

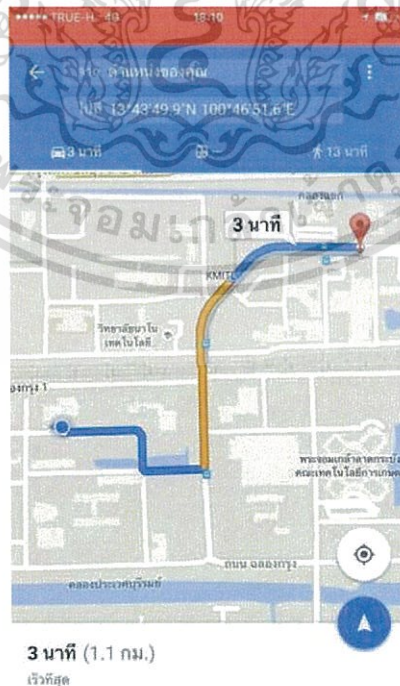
4.3 การทดลอง GPS

ทดลองเชื่อมต่อบอร์ด GSM SIM 900 และ GPS เข้ากับบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ โดย GSM SIM 900 เชื่อมต่อผ่านทางพอร์ตอนุกรม1 และ GPS เชื่อมต่อผ่านทางพอร์ตอนุกรม3 ซึ่งการทดลองส่งข้อความ “REQUEST” ไปยังอุปกรณ์แต่ละครั้งอุปกรณ์จะส่งข้อความแสดงพิกัดตำแหน่งเป็นลิงค์กูเกิ้ลแมปมายังโทรศัพท์มือถือ

REQUEST

http://maps.google.co.th/maps?hl=th&q=N+13.730522+E+100.780991&bav=on.2,or.r_qf.&bvm=bv.45960087,d.bmk&biw=1366&bih=649&um=1&ie=UTF-8&sa=N&tab=wl

รูปที่ 4.6 ภาพหน้าจอจากโทรศัพท์เมื่อขอ “REQUEST” จะได้ลิงค์กูเกิ้ลแมปตอบกลับมา



รูปที่ 4.7 ภาพหน้าจอจากโทรศัพท์ตำแหน่งของรถโดยสารกับผู้โดยสารและเวลาเมื่อรถบัสจะมาถึง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

5.1 วิเคราะห์ผลการทดลอง

5.1.1 การทดลองที่ 4.1

ทดลองบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ โดยใช้ PIC24FJ128DA106 ให้ส่งข้อมูล 0x55 ผ่านทางพอร์ตสื่อสารอนุกรมที่ขา TX แล้วใช้ออสซิลโลสโคปจับที่ขา TX ของบอร์ด เพื่อทดสอบว่าไมโครคอนโทรเลอร์ สามารถส่งข้อมูลได้หรือไม่

5.1.2 การทดลองที่ 4.2

ทดลองเชื่อมต่อบอร์ด GSM SIM 900 กับคอมพิวเตอร์เพื่อสังเกตความถูกต้องของกระบวนการทำงานของ GSM SIM 900 ผ่านโปรแกรม HyperTerminal พบว่า GSM SIM 900 มีการตอบสนองตรงตามจุดประสงค์ที่ได้ส่งคำสั่งในรูปแบบของ AT Command ผ่านทางพอร์ตสื่อสารอนุกรมไปให้กับ GSM SIM 900 เช่น คำสั่งให้โทรออก และคำสั่งส่งข้อความ

5.1.3 การทดลองที่ 4.3

จากการสร้างและออกแบบเครื่อง Bus Tracking system ได้ผลการทดลองที่ตรงตามทฤษฎี โดยวงจรสามารถสามารถรับส่งข้อมูลโดยผ่านตัวควบคุม PIC24fj128da106 ให้ส่งการรับและส่งข้อมูล GSM SIM900 โดยใช้ คำสั่ง AT command ในการโทรและส่งข้อความระบุพิกัดตำแหน่งจาก GPS ได้

5.2 สรุปผลการทดลอง

5.2.1 การทดลองที่ 4.1

จากการทดลองเพื่อตรวจสอบการทำงานของบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ว่าสามารถทำงานถูกต้องเป็นไปตามวัตถุประสงค์ได้หรือไม่ สามารถสรุปได้ว่าบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์สามารถส่ง 0x55 ผ่านทางพอร์ตเชื่อมต่ออนุกรมได้

5.2.2 การทดลองที่ 4.2

จากการทดลองเพื่อตรวจสอบการทำงานของ GSM SIM 900 ว่าสามารถทำงานถูกต้องเป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือไม่ สามารถสรุปได้ว่า GSM SIM 900 มีการตอบสนองต่อรหัสคำสั่ง AT Command ตรงตามวัตถุประสงค์

5.2.3 การทดลองที่ 4.3

ทดลองเชื่อมต่อบอร์ด GSM SIM 900 และ GPS เข้ากับบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ โดย GSM SIM 900 เชื่อมต่อผ่านทางพอร์ตอนุกรม 1 และ GPS เชื่อมต่อผ่านทางพอร์ตอนุกรม 3 ซึ่งทดลองส่งข้อความ “REQUEST” ไปยังอุปกรณ์แต่ละครั้งพบว่าอุปกรณ์สามารถส่งข้อความแสดงเอกสารพิกัดตำแหน่งเป็นลิงก์ยูทิลิตี้แมพมายังโทรศัพท์มือถือได้นั่น ไม่นับญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ปัญหา อุปสรรค และการแก้ไข

ในการทดลองครั้งนี้พบว่าในการระบุพิกัดตำแหน่งของ GPS ยังมีข้อจำกัดของอุปกรณ์ เนื่องจาก RXM-GPS-SR สามารถตรวจจับตำแหน่งดาวเทียมได้สูงสุด 20 จุด และต้องตรวจจับได้อย่างน้อย 4 จุดจึงจะสามารถระบุพิกัดได้ หากอยู่ในพื้นที่อับสัญญาณดาวเทียม เช่น ในอาคาร ชั้นใต้ดิน บริเวณที่มีตึกสูงบดบังสัญญาณ ก็จะไม่สามารถระบุพิกัดได้



เอกสารอ้างอิง

- [1] Arduino. **Arduino NG Specification Sheet**. [Online]. Available:
<http://www.arduino.cc/playground/Learning/ArduinoSpecs> [2015, June 20]
- [2] Batteries ASAP. **CSB 12V Batter Vendor Catalog**. [Online]. Available:
<http://www.batteriesasap.com/gpcsb12v71.html> [2016, February 10]
- [3] Digikey. **LED Drivers CAT9552 Vendor Catalog**. [Online]. Available:
<http://www.digikey.com/scripts/DkSearch/dksus.dll?site=us;lang=en;keywords>
 [2016, April 18]
- [4] Garmin, “**What is GPS?**”. [Online]. Available:
<http://www8.garmin.com/aboutGPS> [2016, January 12]
- [5] Linx Technologies, **RXM-GPS-SR**. [Online]. Available :
<http://www.grad.chula.ac.th/thesis/download/exam2.pdf> [2015, January 15]
- [6] NextBus. **NextBus Homepage**. [Online]. Available:
<http://www.nextbus.com/corporate> [2016, January 16]
- [7] SageQuest, **Mobile Control from SageQuest**, Solon, Ohio.
- [8] Silicon Solar Inc. **Solar Panel Vendor Catalog**. [Online]. Available:
http://www.siliconsolar.com/12v-solar-battery-maintainer-5_5w-p-16678.html
 [2016, January 18]