

ระบบต้อนรับอัตโนมัติบนรถโดยสาร
AUTOMETIC BUS HOSTESS SYSTEM

โดย

นางสาวบุจรี ธรรมชิตตुक
นางสาวปาลีตา ฉานอจนา
นางสาวผ่องนภา ภูมิเขต

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2555

ระบบต้อนรับอัตโนมัติบนรถโดยสาร
AUTOMETIC BUS HOSTESS SYSTEM



ปริญญาานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2555

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบต้อนรับอัตโนมัติบนรถโดยสาร
AUTOMATIC BUS HOSTESS SYSTEM

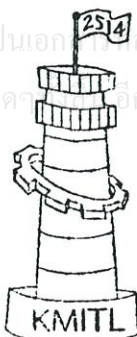
โดย

นางสาวนุจรี	ธรรมชัตตुक	52010620
นางสาวปาไลตา	ถานอาจนา	52010715
นางสาวผ่องนภา	ภูมิเขต	52010738

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร.พิพัฒน์	พรหมมี
ผศ.ดร.มนตรี	คำเงิน

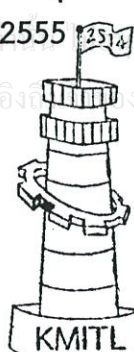
ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



ผ่านการตรวจรูปเล่มแล้ว

(.....)
อาจารย์ที่ปรึกษา
2 / ๒๕๖5

วิศวกรรมโทรคมนาคม
Telecommunications Engineering



ผ่านการตรวจชิ้นงานแล้ว

(.....)
กรรมการผู้ตรวจชิ้นงาน
8 / ๒๕๖5

วิศวกรรมโทรคมนาคม
Telecommunications Engineering

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2555

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบต้อนรับอัตโนมัติบนรถโดยสาร

AUTOMATIC BUS HOSTESS SYSTEM

ผู้จัดทำ

- | | | |
|------------------|------------|----------|
| 1. นางสาวนุจรี | ธรรมชัตตुक | 52010620 |
| 2. นางสาวปาไลตา | ถานอานา | 52010715 |
| 3. นางสาวผ่องนภา | ภูมิเขต | 52010738 |



(รศ.ดร.พิพัฒน์ พรหมมี)

อาจารย์ที่ปรึกษา



(ผศ.ดร.มนตรี คำเงิน)

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้จัดทำขึ้นเป็นผลสำเร็จได้เนื่องด้วยได้รับความอนุเคราะห์และได้รับคำปรึกษาเป็นอย่างดีจากรศ.ดร.พิพัฒน์พรหมมีที่ช่วยให้คำแนะนำข้อคิดเห็นที่ติตลอดมาขอขอบคุณเพื่อนๆที่ทุกคนให้ความช่วยเหลือให้ข้อคิดเห็นให้กำลังใจมาตลอดขอขอบคุณปริญญาานิพนธ์ของรุ่นพี่ที่เป็นพื้นฐานอ้างอิงในการออกแบบและการประยุกต์เกี่ยวกับผลงานชิ้นนี้และที่สำคัญที่สุดต้องขอขอบคุณภาควิชาโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณอาจารย์ทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวถึงในที่นี้ที่ให้ความกรุณาประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้รวมถึงแนวความคิดและแนวทางการปฏิบัติให้แก่ผู้จัดทำจนทำให้ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จผลตามเป้าหมาย



นางสาวนุจรีธรรมชัตตुक
นางสาวปาลิตาถานอานา
นางสาวผ่องนภาภูมิเขต
ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบต้อนรับอัตโนมัติบนรถโดยสาร
AUTOMATIC BUS HOSTESS SYSTEM

โดย นางสาวนุจรีธรรมชัตตुक 52010620
นางสาวปาไลตาถนอาณา 52010715
นางสาวผ่องนภาภูมิเขต 52010738

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.พิพัฒน์พรหมมี
ผศ.ดร.มนตรีคำเงิน

บทคัดย่อ

โครงการฉบับนี้นำเสนอระบบต้อนรับอัตโนมัติบนรถโดยสารในระบบประกอบไปด้วยวงจร GPS MODULE , RFID , ไมโครคอนโทรลเลอร์และวงจรขยายเสียงหลักการทำงานของระบบคือเมื่อรถประจำทางวิ่งไปตามเส้นทางจ่ายค่าโดยสารผ่านบัตร RFID โดยคำนวณค่าโดยสารจากสถานีต้นทางไปยังสถานีที่ต้องการส่งผู้โดยสารโดยมี GPS MODULE คอยรับสัญญาณดาวเทียมเพื่อตรวจสอบพิกัดของรถกับปลายทางของผู้โดยสารโดยประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์และเตือนผู้โดยสารผ่านวงจรขยายเสียงเมื่อใกล้ถึงสถานีที่ต้องการ

ABSTRACT

This project presents an automatic bus hostess system. The system include GPS module, RFID ,microcontroller and power amplifier units. Principle of operating system is when shuttle bus run along the route passengers pay transportation fee using RFID card. The system will calculate the fee from a starting location to the destination. While the bus is moving, GPS module receives satellite coordinate and compares it with the passenger destination which is processed by microcontroller. The voice announcement is provided to the passenger before the bus reaches the destination.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	I
บทคัดย่อ	II
สารบัญ	III
สารบัญรูป	V
สารบัญตาราง	VI
บทที่ 1	
บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ	1
บทที่ 2	
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	2
2.1 GPS (GLOBAL POSITION SYSTEM)	2
2.1.1 ความหมายของ GPS	2
2.1.2 ประวัติและพัฒนาการของดาวเทียม GPS	2
2.1.3 องค์ประกอบของระบบดาวเทียม GPS	4
2.1.4 หลักการทำงานของ GPS	6
2.1.5 ข้อดีข้อเสียของระบบ GPS	6
2.1.6 ข้อมูลจากเครื่องรับ GPS	7
2.1.7 โครงสร้างของข้อมูลที่ส่งจากดาวเทียม GPS	9
2.1.8 มาตรฐาน NMEA	10
2.2 โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877A	10
2.2.1 พอร์ตไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A	11
2.2.2 การใช้งาน EEPROM ภายใน	15
2.2.3 การจัดสรรหน่วยความจำ	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ห้ามมิให้คัดลอกหรือเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่น
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	2.3 การแสดงผลทางหน้าจอ LCD (LIQUID CRYSTAL DISPLAY)	17
	2.4 ระบบ RFID	19
	2.4.1 องค์ประกอบของระบบ RFID	20
	2.4.2 ลักษณะการทำงานของระบบRFID	24
	2.4.3 วิธีการรับส่งข้อมูลระหว่างแท็กและเครื่องอ่าน	25
	2.4.4 การป้องกันการชนกันของสัญญาณข้อมูล (ANTI - COLLISION)	25
	2.4.5 หลักการทำงานเบื้องต้นของระบบ RFID	26
	2.4.6 การสื่อสารแบบไร้สาย	26
	2.4.7 คลื่นพาห้ในระบบ RFID	28
	2.4.8 การจัดการหน่วยความจำบนบัตร MIFARE 1 K	29
	2.4.9 การใช้งานเครื่องเขียน – อ่าน RFID	30
	2.5 การคำนวณระยะทาง	33
บทที่ 3	การออกแบบและการจัดทำปฏิญญานิพนธ์	34
	3.1 การออกแบบ	35
	3.1.1 การออกแบบทางด้านฮาร์ดแวร์	35
	3.1.2 การออกแบบซอฟต์แวร์	37
	3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	41
	3.2.1 เครื่องรับสัญญาณจีพีเอส	41
	3.2.2 วงจรแปลงไฟ	42
	3.2.3 วงจรขยายเสียง	42
	3.2.4 MP3 MODULE	43
	3.2.5 ชุดอ่าน – เขียนบัตร RFID	44
	3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง	46
	3.3.1 การทดสอบสัญญาณจากเครื่องรับสัญญาณ GPS	46
	3.3.2 ทำการบันทึกไฟล์เสียงเพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เรียกใช้งาน	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 4	ผลการทดลอง	50
	4.1 จีพีเอส โมดูล	50
	4.1.1 สัญญาณจากจีพีเอส โมดูล	50
	4.1.2 ค่าความผิดพลาดของพิกัดจีพีเอส	52
	4.2 การอ่านข้อมูลจากแท็ก	64
	4.3 ผลการทดลอง	68
	4.3.1 สัญญาณเสียงที่ส่งออกจาก MP3 MODULE	68
	4.3.2 การแสดงสถานีและชำระอัตราค่าโดยสาร	69
บทที่ 5	สรุปผลและข้อเสนอแนะ	71
	5.1 สรุปผล	71
	5.2 ข้อเสนอแนะ	71
	5.3 ประโยชน์ที่ได้รับ	71
บรรณานุกรม		72
ภาคผนวก ก	โค้ดที่ใช้งาน	73
ภาคผนวก ข	ดาต้าชีท	82

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 NAVSTAR	3
2.2 สถานีควบคุมระบบดาวเทียม GPS 5 แห่ง	4
2.3 การโคจรของดาวเทียม GPS รอบโลก	5
2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877	10
2.5 โครงสร้างของพอร์ต A (RA0 , RA1 ,RA2 , RA3 , RA5)	11
2.6 โครงสร้างของพอร์ต A (RA4)	12
2.7 โครงสร้างของพอร์ต B (RB0 - RB3)	12
2.8 โครงสร้างของพอร์ต (RB4 – RB7)	13
2.9 โครงสร้างของพอร์ต C (RC0 – RC2 , RC5 – RC7)	13
2.10 โครงสร้างของพอร์ต C (RC3 , RC4)	14
2.11 โครงสร้างของพอร์ต D (RD0 – RD7)	14
2.12 โครงสร้างของพอร์ต E	15
2.13 การจัดสรรหน่วยความจำโปรแกรม	17
2.14 โครงสร้างทั่วไปของแอลซีดีโมดูล	18
2.15 การทำงานรวมของระบบ RFID	20
2.16 RFID แท็กในรูปแบบต่างๆ	21
2.17 ตัวอย่าง ACTIVE TAGที่มีแบตเตอรี่ LITHIUM 2 ก้อนอยู่ภายนอก	22
2.18 บล็อกไดอะแกรมของ PASSIVE TAG	23
2.19 แผนผังการทำงานของระบบ RFID	24
2.20 แสดงอัลกอริทึมที่ใช้ป้องกันการชน	26
2.21 การสื่อสารระหว่างแท็กและตัวอ่านข้อมูล	27
2.22 คลื่นพาห้ในระบบ RFID	29
2.23 การจัดการหน่วยความจำบนบัตร MIFARE 1K	29
2.24 การใช้งานการเรียกและการตอบกลับของ SELECT MIFARE CARD	30
2.25 การใช้งานการเรียกและการตอบกลับของ LOGIN CARD	31
2.26 การใช้งานการเรียกและการตอบกลับของ READ VALUE BLOCK	32
2.27 การใช้งานการเรียกและการตอบกลับของ DECREMENT VALUE	32

สารบัญรูป (ต่อ)

3.1	บล็อกไดอะแกรมทั้งหมดของวงจร	34
3.2	PIC16F877A	35
3.3	รายละเอียดภายในของ IC MAX-232	36
3.4	เอ็มพีสามโมดูลจีพีเอสโมดูลเชื่อมต่อพอร์ตอนุกรมกับไมโครคอนโทรลเลอร์	36
3.5	วงจรเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์และแอลซีดี	37
3.6	โพล์วชาร์ตการรับสัญญาณจากจีพีเอสและแสดงเสียงจากจีพีเอสโมดูล	37
3.7	โพล์วชาร์ตแสดงการทำงานของ RFID	39
3.8	โพล์วชาร์ตแสดงการทำงานของ RFID (ต่อ)	40
3.9	เครื่องรับสัญญาณ GPS รุ่น GR – 83	41
3.10	วงจรแปลงไฟ	42
3.11	วงจรขยายเสียง	43
3.12	MP3 MODULE	43
3.13	RFID READER/WRITE	45
3.14	บัตร RFID MIFARE	45
3.15	วงจรมำสัญญาณจากจีพีเอสโมดูลส่งออกไปยังไฮเปอร์เทอมินอล	46
3.16	หน้าต่าง NEW CONNECTION	47
3.17	เลือกพอร์ตที่ใช้ในการติดต่อ	47
3.18	การกำหนดค่าในหน้าต่าง PORT PROPERTIES	48
3.19	ตัวอย่างการเก็บค่าพิกัด	48
3.20	วงจรรวม	49
4.1	\$GPRMC คือ ช่วงพิกัดที่เลือกนำมาใช้งาน โดยในตำแหน่งสาขาวิชา โทรคมนาคม ได้พิกัด 1343.5924,N และ 10046.6126,E	50
4.2	\$GPRMC คือ ช่วงพิกัดที่เลือกนำมาใช้งาน โดยในตำแหน่งสาขาวิชาวิศวกรรม โยธา ได้พิกัด 1343.6283,N และ 10046.5353,E	51
4.3	พิกัดหน้าสาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคมจากจีพีเอสโมดูล	52
4.4	พิกัดที่หน้าสาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคมวัดได้จากดาวเทียมจีพีเอส	52
4.5	พิกัดที่หน้าภาควิชาวิศวกรรมโยธาวัดได้จากดาวเทียมจีพีเอส	55
4.6	พิกัดที่หน้าอาคารเรียนรวม E-12 วัดได้จากดาวเทียมจีพีเอส	57

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

4.7	พิกัดที่หน้าอาคารเรียน HM วัดได้จากดาวเทียมจีพีเอส	60
4.8	พิกัดละติจูดเปรียบเทียบระหว่างจีพีเอสโมดูลและดาวเทียมจีพีเอสทั้ง 4 สถานี	62
4.9	พิกัดลองจิจูดเปรียบเทียบระหว่างจีพีเอสโมดูลและดาวเทียมจีพีเอสทั้ง 4 สถานี	63
4.10	ระยะทางที่คลาดเคลื่อนทั้ง 4 สถานี	63
4.11	SELECT CARD เพื่อระบุการเลือกการ์ด	64
4.12	สัญญาณคำสั่ง SELECT CARD ที่ส่งออกจากคอมพิวเตอร์เพื่อให้ตัวอ่าน – เขียน ระบุประเภท และความจุของการ์ด RFID	64
4.13	การ LOGIN ผิดพลาด	65
4.14	LOGIN สำเร็จ	65
4.15	เขียนข้อมูลลง TAG RFID	66
4.16	สัญญาณที่ได้เมื่อเขียนข้อมูลลง TAG RFID	67
4.17	อ่านข้อมูลใน TAG RFID	67
4.18	สัญญาณที่ได้เมื่ออ่านข้อมูลใน TAG RFID	68
4.19	สัญญาณ 07A63031303031 ส่งสัญญาณเรียกไฟล์เสียงให้แสดงออกทาง วงจรรขยายเสียง	68
4.20	สัญญาณที่เอ็มพีสามโมดูลตอบรับกลับมาเมื่อมีการส่งสัญญาณสำเร็จ	69
4.21	เมื่อผู้โดยสารทาบแท็ก RFID ที่สถานีต้นทาง	69
4.22	จำนวนเงินที่คงเหลือภายในบัตรและสถานีปลายทางที่ผู้โดยสารลงจากรถ โดยสาร	70
4.23	เตือนผู้โดยสารกรณีจำนวนบัตรเหลือน้อยไม่เพียงพอต่อค่าโดยสาร	70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ตารางแสดงความหมายชุดข้อมูล	8
2.2 ความหมายของข้อมูลภายในชุดข้อมูล RMC	9
2.3 ย่นความถี่ต่างๆของระบบ RFID และการใช้งาน	28
3.1 ไฟล์เสียงที่บันทึกไว้ในแต่ละสถานี	49
4.1 ค่าที่พิกัดของสถานีและค่าที่แสดงออกทาง LCD ของตาแหน่งต่างๆ	51
4.2 พิกัดที่สถานีหน้าสาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม	53
4.3 พิกัดที่สถานีหน้าสาขาวิชาวิศวกรรมโยธา	55
4.4 พิกัดที่สถานีหน้าอาคารเรียนรวม E - 12	58
4.5 พิกัดที่สถานีหน้าอาคารเรียนรวม HM	60
4.6 อัตราค่าโดยสารของรถโดยสารประจำทาง	64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันระบบรถโดยสารประจำทางได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก เนื่องจากสะดวก รวดเร็ว แต่การเดินทางโดยใช้รถโดยสารประจำทางนั้นเกิดปัญหาบางประการ เช่น ผู้โดยสารอาจไม่ทราบเส้นทาง ไม่ทราบว่ารถถึงสถานีไหนแล้ว บางครั้งทำให้เกิดการผิดพลาดในการลงรถโดยสารผิด สถานี หรือ ไม่ทราบว่าราคาค่าโดยสาร โครงการจึงจัดทำขึ้นเพื่อแก้ปัญหาเหล่านี้ โดยใช้เครื่องมืออัตโนมัติติดตั้งแทนการใช้แรงงานคน ทำให้ไม่จำเป็นต้องมีกระเป๋ารถเมล์ ผู้โดยสารสามารถรู้สถานีที่ต้องการจะลงโดยฟังจากระบบอัตโนมัติ และจ่ายค่าโดยสารขณะลงจากรถ

1.2 วัตถุประสงค์

- 1) เพื่ออำนวยความสะดวกในการใช้บริการรถโดยสารสาธารณะและการจ่ายเงินแก่ผู้โดยสาร
- 2) เพื่อศึกษาการทำงานของ GPS module และประยุกต์ใช้งานได้
- 3) เพื่อสร้างระบบต้อนรับอัตโนมัติบนรถโดยสาร

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

โครงการนี้จัดทำระบบต้อนรับอัตโนมัติบนรถโดยสาร เมื่อรถประจำทางวิ่งไปตามเส้นทาง ผู้โดยสารจะจ่ายค่าโดยสารผ่านบัตร RFID โดยคำนวณค่าโดยสารจากตำแหน่งต้นทางและสถานีที่ต้องการส่งผู้โดยสาร โดยมี GPS module คอยรับสัญญาณดาวเทียมเพื่อตรวจสอบพิกัดของรถกับสถานีของรถโดยสาร ประมวลผลราคาค่าโดยสารด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ และเตือนผู้โดยสารผ่านวงจรรขยายเสียง เมื่อใกล้ถึงสถานีที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 GPS (Global Position System)

2.1.1 ความหมายของ GPS

GPS หรือ Global Position System ชื่อภาษาไทยบัญญัติโดยคณะกรรมการบัญญัติเทคโนโลยีสารสนเทศ ราชบัณฑิตยสถาน เมื่อเดือนพฤษภาคม 2541 ไว้ว่า “ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก” ชื่อเต็มของระบบนี้คือ NAVSTAR Global Positioning System คำว่า NAVSTAR เป็นอักษรย่อมาจาก Navigation Satellite Timing and Ranging ภาคของดาวเทียมสำหรับนำร่องคือระบบที่ระบุตำแหน่งทุกแห่งบนโลก จากกลุ่มดาวเทียม 24 ดวง ที่โคจรอยู่รอบโลก ในระดับสูงที่พ้นจากคลื่นวิทยุรบกวนของโลกและวิธีการสามารถให้ความถูกต้องเพียงพอที่จะใช้ชี้บอกตำแหน่งได้ทุกแห่งบนโลกตลอดเวลา 24 ชั่วโมง จากการนำมาใช้งานจริงจะให้ความถูกต้องสูง โดยที่ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของตำแหน่งทางราบต่ำกว่า 50 เมตร และถ้าเป็นวิธีแบบ “อนุพันธ์” (Differential) จะให้ความถูกต้องถึงระดับเซนติเมตรจากการพัฒนาทางด้านอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ทำให้สามารถผลิตเครื่องรับ GPS ที่มีขนาดลดลง และมีราคาถูกลงกว่าเครื่องรับระบบ TRANSIT เดิมเป็นอันมาก

2.1.2 ประวัติและพัฒนากการของดาวเทียม GPS

ในศตวรรษที่ 20 ในการพัฒนาเครื่องส่งวิทยุทำให้เครื่องช่วยการเดินทางได้พัฒนาไปอีกขั้นเรียกว่า Radio beacons รวมทั้ง Loran และ Omega ในที่สุดเทคโนโลยีของดาวเทียมทำให้เครื่องช่วยการเดินทางและการหาตำแหน่งจะพิจารณาจากเส้นที่สัญญาณเดินทางผ่านด้วยการวัดของ Doppler ที่เคลื่อนที่ไป ซึ่งระบบ Transit เป็นระบบเครื่องช่วยการเดินทางโดยอาศัยดาวเทียมได้รับการค้นคิดสำเร็จในปี ค.ศ. 1950 และใช้งานอยู่ 33 ปี จึงได้ปลดประจำการไป ระบบ Transit ได้พัฒนามาให้ข้อมูลการหาตำแหน่งที่แน่นอนให้เรือดำน้ำ Polaris ที่มีจรวดนำวิถี หลักการคือ การคาดการณ์โดยใช้ความถี่ Doppler ที่เปลี่ยนแปลงตำแหน่งไปจากดาวเทียม Sputnik ส่งโดยสหภาพโซเวียตในเดือนตุลาคม 1957 สัญญาณเปลี่ยนของ Doppler สามารถพิจารณาการโคจรของดาวเทียมใช้ข้อมูลที่จดเอาไว้ที่สถานีหนึ่งเมื่อดาวเทียมโคจรผ่านไประบบ Transit ประกอบด้วยดาวเทียม 6 ดวงที่เกือบเป็นวงกลม การโคจรผ่านขั้วโลกที่ความสูง 1,075 กิโลเมตร ระยะเวลาของการหมุน 107 นาที การโคจรของดาวเทียม Transit จะแน่นอนกว่าโดยการติดตามจากสถานีพื้นโลกที่กำหนดไว้ ด้วยสภาพที่นำพ้อใจความเร็วที่แน่นอนเป็น 35 ถึง 100 เมตรรอบต่อนาที ปัญหาของ Transit คือการครอบคลุมพื้นที่มีช่องว่างระหว่างกันมาก ผู้ใช้ต้องคำนวณโดยการ interpolate ตำแหน่งของตนเองระหว่างที่ดาวเทียมโคจรผ่านไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสำเร็จของ Transit เป็นการกระตุ้นให้ทั้งกองทัพเรือและกองทัพอากาศของสหรัฐอเมริกาพิจารณาระบบช่วยการเดินทางที่ก้าวหน้ากว่าเดิมและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ทางกระทรวงกลาโหมของสหรัฐอเมริกา ได้ผลิตระบบการหาตำแหน่ง NAVSTAR ทั่วโลก ซึ่งจะเอาไว้ใน การระบุตำแหน่งการนำวิถีของจรวดทั้งทางบกและทางอากาศ และยังสามารถบอกได้ว่ากองกำลัง ทหารอยู่ตำแหน่งใดของสนามรบและนั่นก็เป็นจุดเริ่มต้นของการผลิตคิดค้นระบบวิธีการระบุ ตำแหน่งบนพื้นโลก ซึ่งระบบ GPS ขัดแย้งกับ Transit คือระบบ GPS ให้สัญญาณครอบคลุมพื้นที่ ต่อเนื่องและให้ความถูกต้องและแม่นยำกว่าระบบเดิม ซึ่งได้ผลิตให้ดาวเทียมมีความทันสมัย (Modernization) และเหมาะสมในการนำไปใช้งานต่างๆจนถึงปัจจุบัน ดาวเทียม GPS ได้ถูกสร้าง ขึ้นมาแล้วถึง 4 รุ่น

รุ่นที่ 1 เรียกว่า Block I

รุ่นที่ 2 เรียกว่า Block II/IIA

รุ่นที่ 3 เรียกว่า Block IIR

รุ่นที่ 4 เรียกว่า Block IIF

คุณลักษณะบางประการของดาวเทียม (GPS Satellites)

- ชื่อ : NAVSTAR
- บริษัทที่ผลิต : Rockwell International
- น้ำหนัก : 930 กิโลกรัม. (in orbit)
- วงโคจร : 12 ชั่วโมง / รอบ
- ขนาด : 5.1 เมตร.
- ความเร็วในการโคจร : 4 กิโลเมตร/วินาที
- สัญญาณที่ส่ง : 1,575.42 เมกกะเฮิร์ตซ์ and 1,227.60 เมกกะเฮิร์ตซ์
- เครื่องรับสัญญาณ : 1,783.74 เมกกะเฮิร์ตซ์
- นาฬิกา : 2 Cesium and 2 Rubidium
- อายุการใช้งาน : 7.5 ปี (later model Block IIR 10 years)



รูปที่ 2.1 NAVSTAR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้า ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 องค์ประกอบของระบบดาวเทียม GPS

สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 องค์ประกอบ ได้แก่

1. ส่วนศูนย์ควบคุมกลาง (Control Station Segment) ซึ่งเป็นศูนย์ควบคุมระบบและบัญชาการการทำงานของระบบ GPS รวมไปถึงการตรวจตราดูความเรียบร้อยของระบบ ตั้งอยู่ที่ฐานทัพอากาศเมือง Colorado Spring สหรัฐอเมริกา และศูนย์ควบคุมกลางประกอบด้วย

- สถานีสังเกตการณ์ (Monitor Station) จำนวน 5 แห่ง กระจายอยู่ตามจุดต่างๆ ของโลก ได้แก่ Hawaii , Kwajalein , Ascension Island , Diego Garcia และ Colorado Spring
- งานส่งสัญญาณภาคพื้นดิน (Ground Antennas) ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 3 จุด ได้แก่ Ascension Island , Diego Garcia , Kwajalein
- ศูนย์บัญชาการ (Master Control Station) ตั้งอยู่ฐานทัพอากาศสหรัฐอเมริกา Schriever AFB รัฐ Colorado

เมื่อสถานีรับสัญญาณจากดาวเทียมมา เพื่อปรับแก้ไขข้อมูลวงโคจร (Ephemeris) และข้อมูลเวลา (Clock Correction) ของดาวเทียมแต่ละดวงแล้วจะทำการส่งข้อมูลวงโคจร (Ephemeris) และข้อมูลเวลา (Clock data) กลับไปยังดาวเทียม แล้วดาวเทียมก็จะทำการส่งข้อมูลที่ได้รับการแก้ไขแล้วมาพร้อมกับคลื่นวิทยุมายังเครื่องรับ GPS



Global Positioning System (GPS) Master Control and Monitor Station Network

รูปที่ 2.2 สถานีควบคุมระบบดาวเทียม GPS 5 แห่ง

2. ส่วนอวกาศ (Space Segment) จะประกอบด้วย

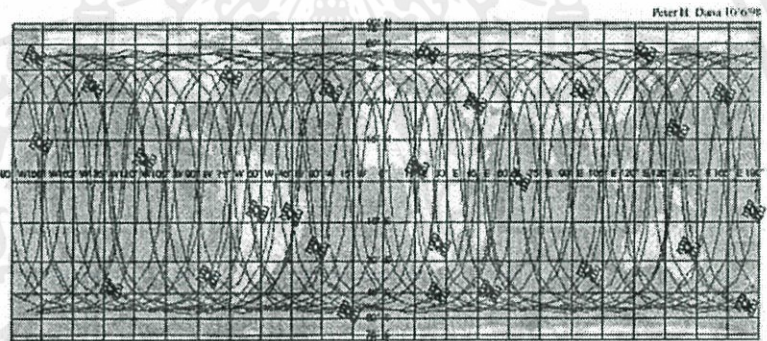
- ดาวเทียมทั้งหมด 24 ดวง แต่ละดวงโคจรรอบโลกเป็นเวลา 12 ชั่วโมง
- มีความสูงของวงโคจรอยู่ประมาณ 11,000 ไมล์จากพื้นโลก
- ดาวเทียมแต่ละดวงจะมีนาฬิกาอะตอม (Atomic Clock) ติดตั้งอยู่ถึง 4 เครื่องซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวน จะให้เวลาที่ถูกต้องมาก การศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มีระนาบของวงโคจร 6 ระนาบ แต่ละระนาบมีดาวเทียม 4 ดวง และเอียงทำมุมกับเส้นศูนย์สูตร (Equator) เป็นมุม 55 องศา

โครงสร้างของวงโคจร (Constellation) ในลักษณะนี้ทำให้มีดาวเทียมจำนวน 5 - 8 ดวง ที่เครื่องรับ GPS สามารถรับสัญญาณได้ ณ ตำแหน่งหนึ่งตำแหน่งใดได้ตลอดเวลาและดาวเทียม GPS จะมีปีกเป็นแผงเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ (solar cell panels) โดยปกติจะพยายามหมุนตัวให้สามารถรับพลังงานแสงอาทิตย์ได้มากที่สุด ดังนั้นตัวดาวเทียมจะมีการหมุนปรับตัวตลอดเวลาโดยให้ปีกเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ตั้งฉากกับตำแหน่งของดวงอาทิตย์ในตัวดาวเทียมยังบรรจุแบตเตอรี่สำหรับให้พลังงานเมื่อดาวเทียม GPS เคลื่อนตัวอยู่ภายในเงาของโลก

ตำแหน่งของดาวเทียมตลอดเวลาจะถูกคำนวณให้เครื่องรับหาตำแหน่งของผู้ใช้ที่สามารถรับข้อมูลได้ 50 bps ต่อเนื่องกัน วงโคจรของแต่ละดวงต่อระยะเวลา 1 ชั่วโมง โดยการตั้งองค์ประกอบโคจรที่ 15 คาร์ทีเรียน (keplerian) พร้อมทั้งค่าสัมประสิทธิ์ฮาร์โมนิกเพิ่มขึ้นจากการรบกวนและแก้ไขทุกๆ 4 ชั่วโมง



Global Positioning System Satellites and Orbits
for 27 Operational Satellites on September 29, 1998
Satellite Positions at 00:00:00 9/29/98 with 24 hours (2 orbits) of Ground Tracks to 00:00:00 9/30/98

รูปที่ 2.3 การโคจรของดาวเทียม GPS รอบโลก

3. ส่วนผู้ใช้งาน (User Segment) ประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ ส่วนที่เกี่ยวข้องกับทางทหาร (Military) และทางพลเรือน (Civilian) ซึ่งทางพลเรือนจะได้รับสัญญาณฟรี แต่ผู้ใช้ต้องรับผิดชอบหาซื้อจานรับ (Antenna) และเครื่องรับ (Receiver) ด้วยตนเอง นโยบายการให้บริการข้อมูล GPS ของรัฐบาลสหรัฐฯ มีดังนี้

- Precise Positioning Services : PPS
 - ใช้ในการทางทหารเป็นหลัก
 - ข้อมูลจะมีการเข้ารหัส เฉพาะผู้ที่มีเครื่องถอดรหัสจึงจะสามารถใช้งานได้
 - ความถูกต้องของพิกัด คือ 22 เมตร ในแนวราบ , 27.7 เมตร ในแนวตั้ง และ 200 nanosecond (UTC) ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Standard Positioning Services : SPS
 - ใช้ในกิจการพลเรือนเป็นหลัก
 - ความถูกต้องลดลงเนื่องจาก Selective Availability (SA)
 - ความถูกต้องของพิกัด คือ 100 เมตร ในแนวราบ , 156 เมตร ในแนวตั้ง และ 340 nanosecond (UTC)

2.1.4 หลักการทำงานของ GPS

หลักการทำงานของ GPS เป็นเรื่องง่ายๆ การทำงานคือ

2.1.4.1 จะอาศัยพื้นฐานของของ GPS : satellites Triangulation

หลักการ : อาศัยตำแหน่งของดาวเทียมในอวกาศเป็นจุดอ้างอิง แล้ววัดระยะจากดาวเทียม 4 ดวง และใช้หลักการทางเรขาคณิตในการคำนวณหาตำแหน่งบนพื้นโลก

2.1.4.2 วัดระยะทางระหว่างเครื่องรับ GPS กับดาวเทียม GPS

การวัดระยะทางระหว่างเครื่องรับกับดาวเทียมทำโดยวัดระยะเวลาที่คลื่นวิทยุใช้ในการเดินทางจาก ดาวเทียมสู่เครื่องรับ ใช้เวลาเดินทางของคลื่นวิทยุ

สูตร : ระยะทาง = ความเร็ว*เวลาที่ใช้เดินทาง

คลื่นวิทยุ : ความเร็ว = 186,000 ไมล์ต่อนาที

การวัดระยะทางในการเดินทาง คือ โดยการเทียบกันของคลื่นสัญญาณที่ดาวเทียมส่งมากับคลื่นสัญญาณที่ดาวเทียมส่งมากับคลื่นสัญญาณที่เครื่องรับ GPS ส่งมา

2.1.4.3 ต้องรู้ตำแหน่งของดาวเทียม GPS ที่แน่นอนในอวกาศ

- วงโคจรสูงมากประมาณ 11,000 ไมล์
- วงโคจรอาจคลาดเคลื่อน เนื่องจากแรงโน้มถ่วงของดวงจันทร์และดวงอาทิตย์
- สถานีควบคุมจะใช้เรดาร์ตรวจสอบการโคจรของดาวเทียม GPS ตลอดเวลาแล้วส่งข้อมูลไปปรับแก้ข้อมูลวงโคจรและเวลาของดาวเทียมเมื่อข้อมูลได้รับการแก้ไข แล้วจะถูกส่งมายังเครื่องรับ GPS

2.1.5 ข้อดีข้อเสียของระบบ GPS

ข้อดีของระบบ GPS

- รู้ทุกเส้นทางที่รถไปมารวมถึง วัน เวลา ความเร็ว ทิศทาง ระยะทางทั้งหมด
- ใช้ได้ทั้งการคมนาคมทั้งทางบก ทางน้ำ หรือในอวกาศ
- ประหยัดรายจ่ายและค่าน้ำมัน เพิ่มเที่ยวขนส่งงานโดยไม่เพิ่มจำนวนรถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ © 2015 โดย บริษัท อีทีเอส จำกัด
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ © 2015 โดย บริษัท อีทีเอส จำกัด
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ไม่มีค่าใช้จ่ายอื่นๆอีกเลย ในการใช้งาน และสามารถบันทึกข้อมูลได้สูงสุดถึง 13,000 ครั้งต่อวัน (ซึ่งระบบ Real - Time ทำไม่ได้)
- เป็นเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจได้ดี ประโยชน์ที่ได้รับจากระบบติดตามยานพาหนะ BG - FLEET Management

ข้อเสียของระบบ GPS

- เครื่องรับสัญญาณบางประเภทราคาแพง
- ร่างานบางประเภทอาจมีปัญหา ถ้านำไปซึ่จักรยานอาจจะดับได้ง่ายๆ แต่สามารถแก้ไขได้โดยการโมร่างาน
- อาจเกิดปัญหาที่เกิดจากดาวเทียม (Check error , Ephemeris error) อาจเกิดจาก วงโคจรคลาดเคลื่อน เนื่องจากแรงโน้มถ่วงของดวงจันทร์และดวงอาทิตย์หรือ อาจเกิดจากความคลาดเคลื่อนของนาฬิกาเพียงเล็กน้อยจะทำให้การคำนวณระยะทางผิดพลาด ได้มากเนื่องจากดาวเทียมอยู่สูงมาก
- การต่อเชื่อมกับอุปกรณ์อื่นและความสะดวกบางเครื่องแสดงได้เฉพาะพิกัดภูมิศาสตร์ บางเครื่องไม่สามารถต่อเข้ากับเครื่องมืออื่นหรือคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก (PC) ได้ และ ข้อใหญ่ที่ต้องพิจารณา ความแข็งแรงทนทานถ้าต้องใช้เครื่องทำงานในพื้นที่ทะเล หรือ ในพื้นที่ป่าเขา การใช้ไฟและความร้อนที่เกิดขึ้นเป็นตัวชี้สำคัญที่จะต้องเอาใจใส่

2.1.6 ข้อมูลจากเครื่องรับ GPS

ข้อมูลที่ได้จากเครื่องนั้นมีหลายอย่างด้วยกัน เช่น ตำแหน่งของเครื่องรับ , พิกัดเวลามาตรฐาน (UTC : Universal Time Coordinate) , ความเร็ว ทิศทางในการเคลื่อนที่ สถานการณ์รับสัญญาณดาวเทียมที่ปรากฏ ฯลฯ โดยอาจจะดูได้จากการแสดงผลที่หน้าจอของเครื่องรับ ซึ่งข้อมูลจะมีลักษณะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับรุ่น ยี่ห้อของเครื่องรับ GPS แล้วก็ยังคงขึ้นอยู่กับเวอร์ชันของมาตรฐาน NMEA ที่ใช้ด้วย โดยเราสามารถศึกษาการใช้งานได้จากคู่มือการใช้งานที่มากับเครื่องรับหรืออาจดูข้อมูลผ่านทางพอร์ตอนุกรม

การส่งข้อมูลทางพอร์ตอนุกรมจะเป็นมาตรฐานเดียวกันในทุกรุ่น ทุกยี่ห้อ โดยใช้มาตรฐานการส่งแบบ NMEA ซึ่งเป็นโปรโตคอลสำหรับการสื่อสารชนิดหนึ่ง กำหนดขึ้นโดยองค์กรกลางคือ Nation Marine Electronics Association โดยข้อมูลที่ส่งออกมา (NMEA Message) จะสามารถแบ่งเป็นเรคคอร์ด (Record) หรือชุดข้อมูลย่อยๆ โดยในแต่ละชุดข้อมูลจะประกอบไปด้วยรหัส ASCII ซึ่งมีความยาวไม่เกิน 80 ตัวอักษร โดยแสดงตัวอย่างชุดข้อมูลต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงความหมายชุดข้อมูล

ชุดข้อมูล	ข้อมูลที่ถูกรับที่ก
APA	Autopilot cross track error , direction to steer , status of GPS route status , destination waypoint name , and bearing origin to destination (old format)
APB	Revised autopilot message contains all of the above plus heading to steer to ward destination , bearing from the present position to the destination
BWC	Range and bearing to a waypoint
GGA	GPS position , time , fix quality , number of satellites used , HDOP (Horizontal Dilution of the Precision) , differential reference information and age
GLL	GPS – derived latitude , longitude and rime of fix
GSA	GPS receiver operating mode , satellites used in the navigation solution reported by the S - GGA sentence and DOP (Dilution of Precision) values
GSV	Number of satellites in view , satellites number , elevation , azimuth and SNR value
RMB	Date status cross track error , direction to steer , origin , destination landmark location , bearing to destination and velocity toward and the destination
RMC	Time , longitude , speed , heading and date
VTG	Track (magnitude and true) and groundspeed (knots and KPH)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในที่นี้จะยกตัวอย่างเป็นชุดข้อมูล RMC โดยชุดข้อมูล RMC ที่เครื่องรับ GPS ส่งออกมาเป็นดังนี้
\$GPRMC,083654.000,A,1343.6435,N,10046.6104,E,0.48,141.46,300812,,A*6D

ตารางที่ 2.2 ความหมายของข้อมูลภายในชุดข้อมูล RMC

หมายเลขฟิลด์	ชื่อ	ข้อมูล	คำอธิบาย
1	Message ID	\$GPRMC	ส่วนหัวโปรโตคอล RMC
2	UTC position	083654.000	กำหนดการกระทำที่เวลา 08:36:54 UTC
3	Status	A	A = ทำงาน , V = เฉย
4	Latitude	1343.6435	13*43.6435 ตำแหน่งละติจูด
5	N/S Indicator	N	N=north , S=south
6	Longitude	10046.6104	100*46.6104 ตำแหน่ง ลองจิจูด
7	E/W Indicator	E	E=east , W=west
8	Speed Over Ground	0.48	ความเร็ว (knots)
9	Course Over Ground	141.46	True (Degrees)
10	Date	300812	dd/mm/yy
11	Magnetic Variation		Degrees
12	Magnetic Variation (Ref)		E=east , W=west(degree)
13	Checksum	*6D	เช็คซัม

2.1.7 โครงสร้างของข้อมูลที่ส่งจากดาวเทียม GPS

ข้อมูลที่ส่งจากดาวเทียม GPS ประกอบด้วยข้อมูลที่ถูกแบ่งออกเป็นเฟรมย่อยๆ เรียกว่า ซับเฟรม (Sub frame) แต่ละซับเฟรมจะแทรกค่าเวลาที่ซับเฟรมนั้นๆ ถูกส่งออกมาจาก GPS ไว้ด้วยเพื่อใช้ร่วมในการคำนวณหาพิกัดตำแหน่ง ข้อมูลแต่ละเฟรมมีขนาด 1,500 บิต ถูกแบ่งในรูปซับเฟรมขนาด 300 บิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.8 มาตรฐาน NMEA

มาตรฐาน NMEA คือการอินเตอร์เฟซทางไฟฟ้าและโปรโตคอลการสร้างข้อมูลสำหรับการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์การเดินเรือ (NMEA ยังมีมาตรฐานสำหรับการสื่อสารอื่นๆด้วย) โดย NMEA ย่อมาจาก The National Electronic Association ซึ่งการศึกษาและพัฒนาอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ทางน้ำ

2.1.8.1 การอินเตอร์เฟซทางไฟฟ้า (Electrical Interface)

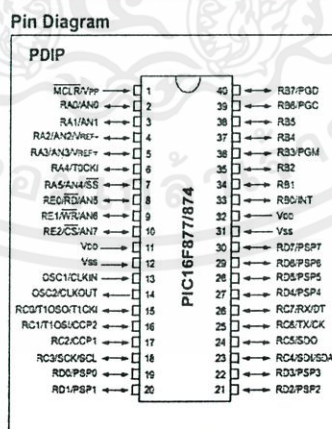
มาตรฐานนี้สามารถใช้เป็นระบบที่มีตัวส่ง (talker) เดียวกับตัวรับ (Listener) สายที่แนะนำให้ใช้เป็นแบบ shield switch pair โดยต่อกราวด์ที่ตัวส่งเท่านั้นมาตรฐานไม่ได้กำหนดชนิดของคอนเนคเตอร์ (connector) เจาะจง

2.1.8.2 มาตรฐาน NMEA - 0183

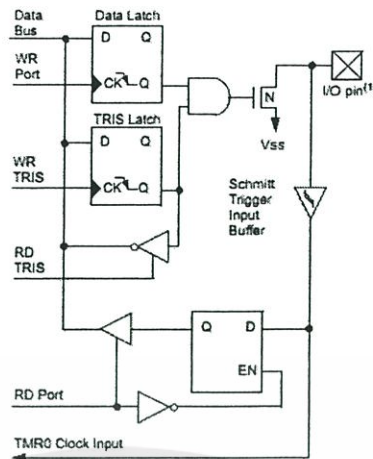
มาตรฐานที่เอาต์พุตจะเป็นแบบ อีไอเอ - 4221 และมีสายสัญญาณ 2 เส้น เอ และ บี โวลเตจบนเส้นเอจะเป็นเหมือนสาย ทีทีแอล เดียวแบบเดิม ขณะที่บี โวลเตจจะกลับทางกันกับเอ เช่น เอเป็น +5 บีจะเป็นกราวด์ในการใช้งาน สายเพียงสายเดียวคือ สายเอ ในอีไอเอ - 4221 อาจจะถูกใช้เชื่อมต่อกับอาร์เอส - 232 อินพุตของคอมพิวเตอร์ในมาตรฐาน เอ็นเอ็มอีเอ - 0183 ตัวอักษรที่ใช้คือ แอสกี ซึ่งสามารถพิมพ์ได้ เอ็นเอ็มอีเอ - 0183 นั้นข้อมูลจะถูกส่งด้วยอัตรา 4,800 บอิต ข้อมูลจะส่งรูปของประโยคหรือจะเรียกชื่อประโยค (sentence name) ตามด้วยฟิลด์ข้อมูลจำนวนหนึ่งซึ่งถูกแบ่งแยกโดยเครื่องหมายคอมม่า (,) และสิ้นสุดด้วยเครื่องหมายเช็คซัม (check sum) ที่สามารถเลือกได้ว่าจะมีหรือไม่และจบลงด้วยแครีเรียร์เทิร์นและไลน์ฟีด (carrier return / line feed) ซึ่งประโยคจะมีตัวอักษรถึง 82 ตัวรวม \$ และแครีเรียร์เทิร์นและไลน์ฟีด

2.2 โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877

การจัดวางขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับรูปที่ 2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877 นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 โครงสร้างของพอร์ต A (RA4)

2.2.1.2 พอร์ต B

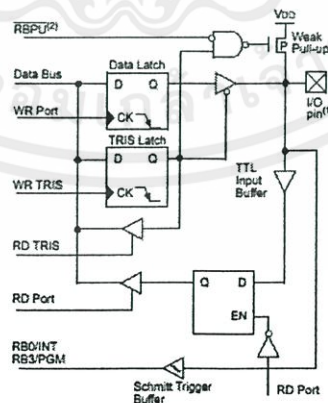
พอร์ต B เป็นพอร์ตแบบสองทิศทางมีขนาด 8 บิต มีรีจิสเตอร์กำหนดทิศทาง การถ่ายทอดข้อมูลของพอร์ต B คือ TRISB การกำหนดทิศทางจะกำหนดเช่นเดียวกับ TRISA

แต่ละขาของพอร์ต สามารถเลือกให้พูลอัพโดยการเคลียร์บิต RBPU ในรีจิสเตอร์ OPTION และการพูลอัพจะถูกยกเลิกโดยอัตโนมัติเมื่อกำหนดให้พอร์ต B เป็นเอาต์พุต และนอกจากนี้การพูลอัพจะถูกยกเลิกเมื่อเกิดเพาเวอร์อนรีเซต

ในส่วนของขาอีก 4 ขาคือ RB4 - RB7 ยังใช้เป็นขาเพื่อทำการตรวจสอบ การเปลี่ยนแปลงข้อมูลหรือระดับสัญญาณของพอร์ต B เพื่อกระตุ้นให้เกิดการอินเตอร์รัพท์ กล่าวคือ จะสามารถส่งรับสัญญาณอินเตอร์รัพท์ได้เฉพาะขาที่เป็นอินพุต ซึ่งถ้าบิต RB4 - RB7 บิตใดบิตหนึ่ง เป็นเอาต์พุตจะไม่สามารถรับสัญญาณอินเตอร์รัพท์ได้

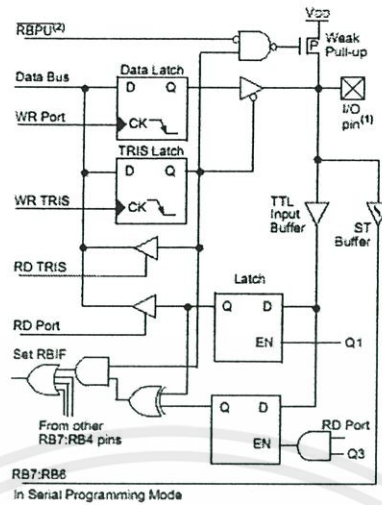
ขณะอยู่ในโหมด Sleep สามารถทำให้อุปกรณ์เกิดการอินเตอร์รัพท์ได้โดย ผู้ใช้ ผู้บริการอินเตอร์รัพท์ย่อยสามารถทำการเคลียร์อินเตอร์รัพท์ได้ดังนี้

1. อ่านหรือเขียนจากพอร์ต B อย่างใดอย่างหนึ่งจะทำให้หยุดการทำงาน
2. เคลียร์บิต RBIF



รูปที่ 2.7 โครงสร้างของพอร์ต B (RB0 - RB3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับอ่านเพื่อใช้อ้างอิงเท่านั้น ไม่ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

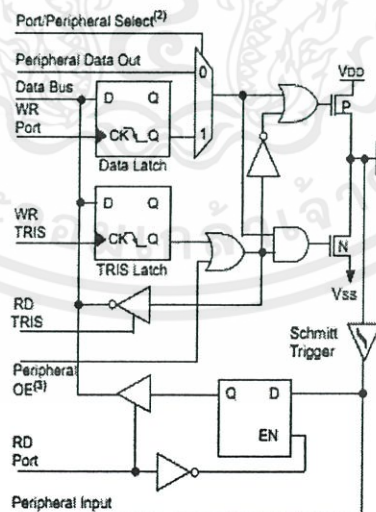


รูปที่ 2.8 โครงสร้างของพอร์ต (RB4 – RB7)

2.2.1.3 พอร์ต C

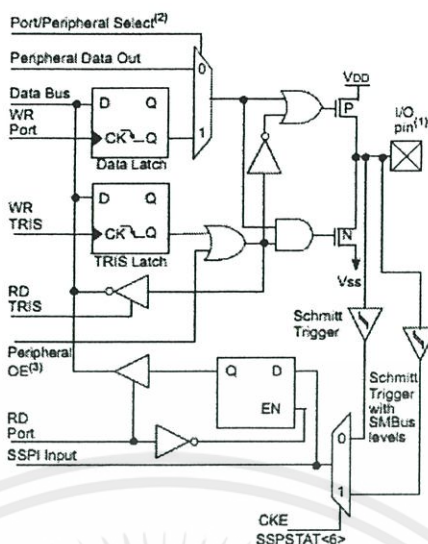
พอร์ต C เป็นพอร์ตแบบสองทิศทางมีขนาด 8 บิต มีรีจิสเตอร์กำหนดทิศทางการถ่ายทอดข้อมูลของพอร์ต C หรือ TRIS

พอร์ต C จะมัลติเพล็กซ์กับฟังก์ชันอุปกรณ์เสริมมากมายและพอร์ต C นี้ยังมีบัฟเฟอร์ทางอินพุตแบบขมิตทริกเกอร์ เมื่อทำการ Enable ฟังก์ชันอุปกรณ์เสริม ควรระวังในการกำหนดค่าของบิต TRISC และในบางอุปกรณ์จะทำการโอเวอร์ไรด์บิต TRISC เพื่อกำหนดใช้ขาเป็นอินพุตหรือเอาต์พุตและควรหลีกเลี่ยงตำแหน่งปลายทาง ผู้ใช้ควรจะต้องอ้างอิงถึงส่วนอุปกรณ์เสริมที่คล้ายคลึงสำหรับการตั้งค่าบิต TRISC ให้ถูกต้อง



รูปที่ 2.9 โครงสร้างของพอร์ต C (RC0 – RC2 , RC5 – RC7)

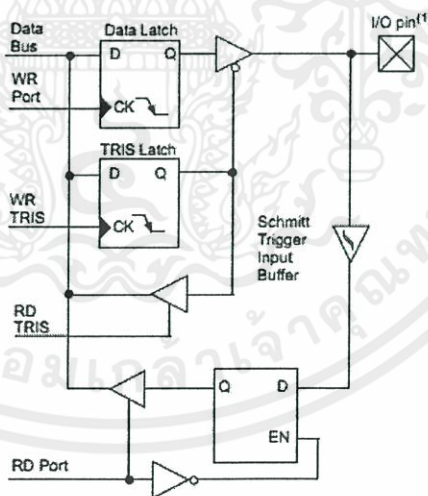
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 โครงสร้างของพอร์ต C (RC3 , RC4)

2.2.1.3 พอร์ต D

โดยพอร์ต D จะเป็นพอร์ตขนาด 8 บิตซึ่งจะมี ขมิตริกเกอร์แบบ Input Buffer อยู่ในตัวโดยที่เราสามารถกำหนดแต่ละบิตของพอร์ตให้เป็นอินพุตหรือเอาต์พุตได้โดยอิสระจากกัน พอร์ต D สามารถจะทำตัวเป็น Parallel Slave Port ได้อีกด้วยโดยทำการ Set PSP Mode Bit ซึ่งในโหมดนี้บัฟเฟอร์ภายในจะกลายเป็น TTL



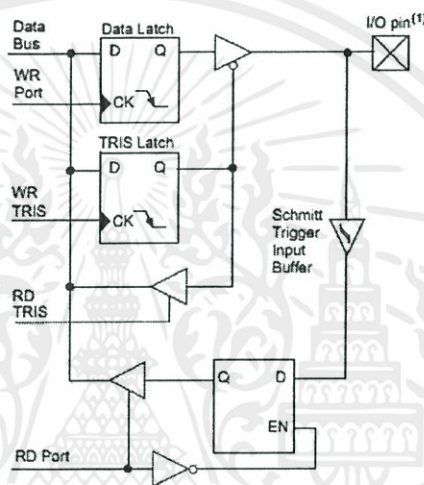
รูปที่ 2.11 โครงสร้างของพอร์ต D (RD0 – RD7)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.3 พอร์ต E

สำหรับพอร์ต E จะมีทั้งหมด 3 ขา คือ RE / (RD) / AN5 , RE / (WR) / AN6 และ RE5 / (CS) / AN7 ซึ่งจะมีขั้วต่อทริกเกอร์แบบ Input Buffer อยู่ในตัวโดยที่เราสามารถกำหนดแต่ละบิตของพอร์ตให้เป็นอินพุตหรือเอาต์พุต พอร์ตสามารถกลายเป็น Control Input สำหรับ Microprocessor Port เมื่อทำการ Set PSP Mode Bit

ข้อควรระวังคือต้องตรวจสอบให้ดีกว่า TRISC ตั้งแต่บิตที่ 0 – 2 ถูก Set และต้องแน่ใจว่า ADCON 1 ถูก Set ให้อยู่ในโหมด Digital I / O ซึ่งในโหมดนี้ Input Buffer จะเป็น TTL



รูปที่ 2.12 โครงสร้างของพอร์ต E

2.2.2 การใช้งาน EEPROM ภายใน

PIC 16F87X มีหน่วยความจำแบบ EEPROM โดยสามารถอ่านและเขียนในขณะที่ทำงานปกติได้แต่ต้องทำโดยการเข้าถึงนั้นจะต้องทำผ่านรีจิสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษซึ่งต้องใช้ถึง 4 ตัว โดย EECON 1 เป็นส่วนรีจิสเตอร์ที่ใช้ควบคุมการเข้าถึงหน่วยความจำของการเขียนเท่านั้นไม่สามารถอ่านและเขียนในขณะที่ทำงาน

บิต EEPGO เป็นบิตที่ใช้กำหนดว่าจะเข้าถึง EEPROM หรือหน่วยความจำคือถ้าเป็น “0” จะเป็นการเข้าถึง EEPROM ถ้าเป็น “1” เป็นการเข้าถึงหน่วยความจำแบบ Flash

บิต RD และ WR เป็นบิตที่ใช้กำหนดว่าเป็นการอ่านหรือเขียน โดยทั้งสองบิตนี้สามารถเซตได้โดยซอฟต์แวร์อย่างเดี่ยวและจะถูกเคลียร์โดยฮาร์ดแวร์ เมื่ออ่านหรือเขียนเสร็จเรียบร้อย

บิต WREN เป็นบิตที่ใช้ Enable การเขียนและปกติจะถูกดีสอีนาเบิลหรือเป็น “0”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิต WRERR ใช้บอกว่าการเขียนเกิดขัดจังหวะจากการรีเซ็ต หรือวอตช์ด็อกทำงาน ซึ่งบิตนี้จะเซต “1” ถ้าเกิดกรณีทั้งสองขณะเขียนข้อมูลลง EEPROM และถ้าไม่เกิดกรณีทั้งสองขณะเขียนข้อมูลจะเป็น “1”

บิต EEDATA เป็นที่พักข้อมูลขนาด 8 บิต ที่ต้องการอ่านหรือเขียนมีจำนวน 64 ไบต์ มีแอดเดรสอยู่ที่ 0x00 - 0x3F การเขียนและอ่านข้อมูลจะกระทำในระดับไบต์หรือครั้งละ 8 บิตเท่านั้น การเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำ EEPROM ทุกครั้งจะต้องทำการลบข้อมูลออกก่อนเสมอ ซึ่งอัตราเร็วในการลบข้อมูลจะสูงในขณะที่อัตราเร็วในการเขียนข้อมูลจะขึ้นอยู่กับไทม์เมอร์ในตัว PIC16F87X ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงแรงดันอุณหภูมิตั้งแต่ในขณะที่ทำการเขียนข้อมูลนั้น

เมื่อทำการป้องกันข้อมูลในหน่วยความจำ EEPROM แล้ว CPU สามารถอ่านและเขียนข้อมูลในหน่วยความจำได้เป็นปกติ แต่เครื่องโปรแกรมภายนอกจะไม่สามารถเข้าถึงหน่วยความจำส่วนนี้

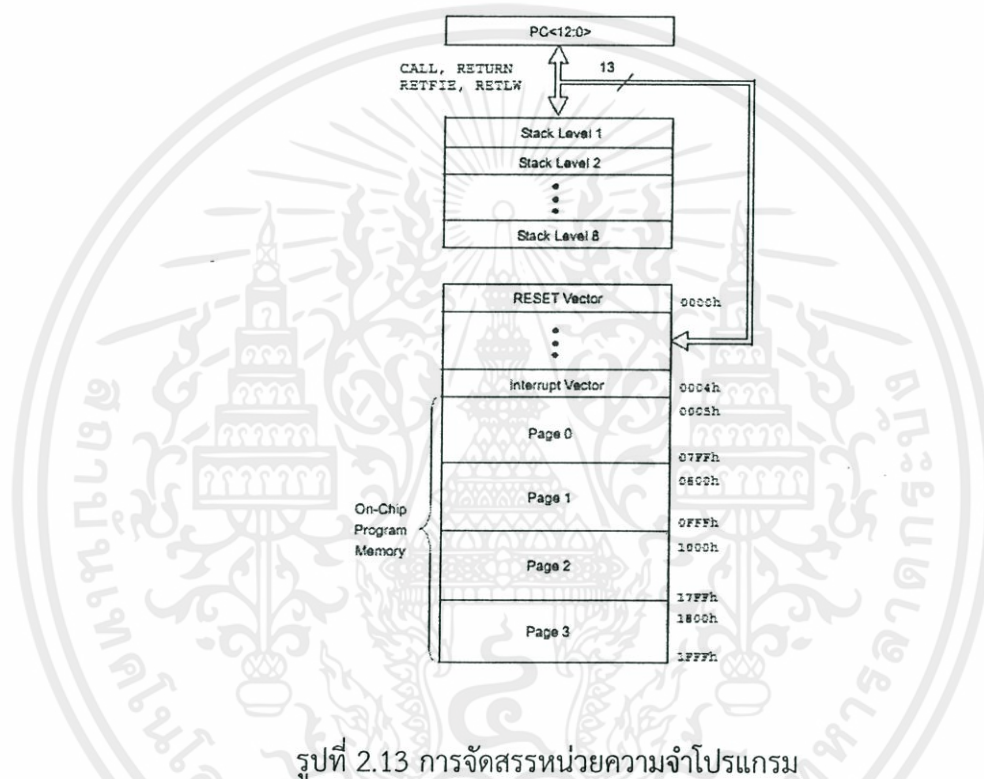
คุณสมบัติต่างๆของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ PIC 16F87X สามารถสรุปได้ดังนี้

1. 35 Instruction คำสั่ง
2. ในการปฏิบัติงานคำสั่งต่างๆจะใช้ Cycle เดียว และ 2 Cycle ในคำสั่งที่เป็นการกระโดด
3. ความถี่สูงสุดที่ทำงานได้คือ 20 เมกกะเฮิร์ตซ์ (16F87X – 20 / P)
4. การทำงานจะเป็นลักษณะ Pipeline ทำให้มีการทำงานที่เร็วขึ้น
5. หน่วยความจำโปรแกรม FLASH Program Memory มีขนาด 8K (14 - Bit Words)
6. หน่วยความจำข้อมูล (RAM) 368 ไบต์
7. หน่วยความจำข้อมูล (EEPROM) 256 ไบต์
8. สามารถตอบสนองการอินเตอร์รัพต์ได้ถึง 14 แหล่ง
9. STACK 8 ระดับ
10. เพาเวอร์อนรีเซต (POR) , เพาเวอร์ไทม์เมอร์ (PWRT) และ Oscillator Start-Up Time
11. Watchdog timer
12. สามารถเลือกการป้องกันข้อมูลได้ (Code Protection)
13. โหมดการประหยัดพลังงาน (Sleep Mode)
14. เลือกโหมดของสัญญาณนาฬิกาได้หลายโหมด
15. สามารถโปรแกรมโดยใช้แรงดัน +5 โวลต์ ได้
16. ฟังก์ชันการโปรแกรมแบบ ICSP (In Circuit Serial Programming)
17. ทำงานที่ไฟเลี้ยง 2.0 โวลต์ ถึง 5.5 โวลต์
18. กระแสทั้งซิงค์และซอร์สของพอร์ตคือ 25 มิลลิแอมป์
19. Timer / Counter จำนวน 3 ตัว คือ Timer 0, Timer 1 และ Timer 2
20. Module Capture / Compare / PWM จำนวน 2 ชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ขอสงวนสิทธิ์ในเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

21. A / D Converter ความละเอียด 10 บิต 8 แชนแนลภายในตัว
22. มี Module การสื่อสาร USART
23. มี Module ตรวจสอบระดับแรงดันไฟเลี้ยง Brown-out reset (BOR)
24. มีพอร์ต I / O พอร์ต ประกอบด้วย A , B , C , D และ E แต่ละพอร์ตจะมีจำนวนบิตไม่เท่ากันซึ่งรวมแล้วจะมี I / O จำนวน 33 บิต

2.2.3 การจัดสรรหน่วยความจำ



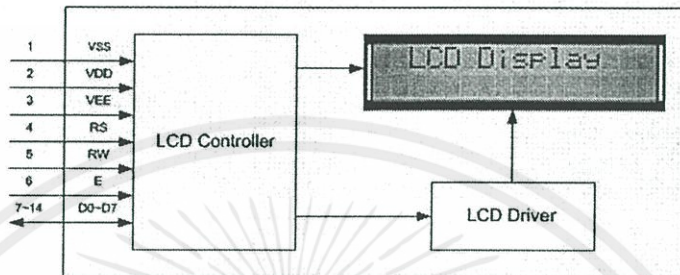
รูปที่ 2.13 การจัดสรรหน่วยความจำโปรแกรม

2.3 การแสดงผลทางหน้าจอ LCD (Liquid Crystal Display)

อุปกรณ์ที่ใช้แสดงผลเป็นหน่วยของระบบไมโครคอนโทรลเลอร์มีอยู่หลายชนิด หน่วยแสดงผลแบบแอลซีดี ที่มีโครงสร้างเป็นดอทเมทริกซ์ (LCD Dot Matrix) เป็นอุปกรณ์อีกชนิดหนึ่ง ที่นิยมนำมาใช้เนื่องจากเป็นหน่วยแสดงผลที่กินพลังงานต่ำ เหมาะกับระบบที่ต้องการพลังงานจากแบตเตอรี่ นอกจากนี้ยังเป็นอุปกรณ์ขนาดเล็ก มีความละเอียดสูง สามารถแสดงตัวอักษรและรูปภาพได้หลายแบบ การที่จะทำให้แอลซีดีแต่ละดอทสว่างเป็นรูปร่างหรือตัวอักษรต่าง ๆ นั้นจะต้องใช้วงจรที่มีความซับซ้อน ในปัจจุบันยังมีการสร้างเป็นบอร์ดแอลซีดีสำเร็จรูป (LCD module) เพื่อสะดวกต่อการใช้งาน โดยโครงสร้างภายในประกอบด้วยจอภาพแบบแอลซีดี วงจรขับสัญญาณ และเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวควบคุมแอลซีดี การทำให้บอร์ดแอลซีดีแสดงผลลักษณะต่างๆจะทำได้โดยการเขียนคำสั่งควบคุมและเขียนข้อมูลให้กับแอลซีดี

หน่วยแสดงผลแบบแอลซีดีโมดูลที่พบทั่วไปในท้องตลาดจะมีโครงสร้างที่สะดวกต่อการใช้งาน โดยส่วนประกอบทั่วไป แสดงดังรูป 2.14



รูปที่ 2.14 โครงสร้างทั่วไปของแอลซีดีโมดูล

โดยทั่วไปขาต่างๆของแอลซีดีโมดูลประกอบด้วย

- ขา V_{DD} ขานี้จะต่อกับแหล่งจ่ายไฟ +5 โวลต์
- ขา V_{SS} ขานี้จะต่อกับกราวด์ของแหล่งจ่ายไฟ
- ขา V_C ขานี้เป็นขาที่ควบคุมความสว่างของแอลซีดี
- ขา RS เป็นขาที่ใช้ควบคุมรีจิสเตอร์ภายในหน่วยควบคุม เนื่องจากมีรีจิสเตอร์อยู่ 2

ประเภท คือ รีจิสเตอร์คำสั่ง (Command register) และรีจิสเตอร์ข้อมูล (data register) ถ้าหากขานี้เป็นลอจิก “0” หมายความว่าเลือกรีจิสเตอร์ข้อมูล ถ้าเป็นลอจิก “1” หมายความว่าเลือกรีจิสเตอร์คำสั่ง

- ขา RW เป็นขาสัญญาณที่ใช้เลือกว่าจะอ่านหรือเขียนข้อมูลให้กับแอลซีดี ถ้าเป็นลอจิก “0” หมายความว่าอ่านข้อมูล แต่ถ้าเป็นลอจิก “1” หมายความว่าเขียนข้อมูล

- ขา E (Enable) เป็นขากำหนดลักษณะการอ่านเขียนข้อมูล สำหรับการเชื่อมต่อแอลซีดีโมดูลเข้ากับระบบไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นทำได้หลายวิธี โดยอาจต่อแอลซีดีเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์โดยตรง โดยให้ไมโครคอนโทรลเลอร์มองว่าเป็นชิปตัวหนึ่งคล้ายกับหน่วยความจำ การต่อแบบนี้เรียกว่าการต่อแบบ Memory map แต่จะทำให้เสียเนื้อที่หน่วยความจำบางส่วนไป การติดต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับแอลซีดีโมดูล จะใช้คำสั่งเหมือนกับการติดต่อกับหน่วยความจำ อีกวิธีหนึ่งเราอาจต่อแอลซีดีโมดูลเข้ากับพอร์ตอินพุต-เอาต์พุตของระบบที่มีอยู่แล้ว จากนั้นใช้หลักการเขียนโปรแกรมสร้างสัญญาณขึ้นมาเพื่อติดต่อกับแอลซีดีโมดูล นอกจากนี้สัญญาณข้อมูลที่จะส่งให้กับแอลซีดีโมดูล สามารถเลือกใช้แบบ 8 บิต หรือ 7 บิตได้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ระบบ RFID

RFID ย่อมาจากคำว่า Radio Frequency Identification เป็นระบบฉลากที่ได้ถูกพัฒนามาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2523 โดยอุปกรณ์ RFID ที่มีการประดิษฐ์ขึ้นใช้งานเป็นครั้งแรกนั้น เป็นผลงานของ Leon Theremin ซึ่งสร้างให้กับรัฐบาลของประเทศรัสเซียในปี พ.ศ. 2488 ซึ่งอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นมาในเวลานั้นทำหน้าที่เป็นเครื่องมือดักจับสัญญาณ ไม่ได้ทำหน้าที่เป็นตัวระบุเอกลักษณ์อย่างที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน

RFID ในปัจจุบันมีลักษณะเป็นป้ายอิเล็กทรอนิกส์ (RFID Tag) ที่สามารถอ่านค่าได้โดยผ่านคลื่นวิทยุจากระยะห่าง เพื่อตรวจ ติดตามและบันทึกข้อมูลที่ติดอยู่กับป้าย ซึ่งนำไปฝังไว้หรือติดอยู่กับวัตถุต่างๆ เช่น ผลิตภัณฑ์ กล่อง หรือสิ่งของใดๆ ทำให้สามารถติดตามข้อมูลของวัตถุ 1 ชิ้นว่าคืออะไร ผลิตที่ไหน ใครเป็นผู้ผลิต ผลิตอย่างไร ผลิตวันไหน และ เมื่อไร ประกอบไปด้วยชิ้นส่วนกี่ชิ้น และ แต่ละชิ้นมาจากที่ไหน รวมทั้งตำแหน่งที่ตั้งของวัตถุนั้นๆ ในปัจจุบันว่าอยู่ส่วนใดในโลก โดยไม่จำเป็นต้องอาศัยการสัมผัส (Contact - Less) หรือต้องเห็นวัตถุนั้นๆก่อน ทำงานโดยใช้เครื่องอ่านที่สื่อสารกับป้ายด้วยคลื่นวิทยุในการอ่านและเขียนข้อมูล และย่านความถี่ประกอบด้วย 125 / 134 กิโลเฮิร์ตซ์ (LF) 13.56 เมกกะเฮิร์ตซ์ (HF) 433 / 869 / 915 เมกกะเฮิร์ตซ์ (UHF) และ 2.45 / 5.8 กิกะเฮิร์ตซ์ (uW) พร้อมทั้งนี้ การใช้งาน RFID มีข้อได้เปรียบเหนือกว่าระบบบาร์โค้ดเป็นอย่างมาก จึงทำให้โครงการแผ่นป้ายประชาสัมพันธ์อัจฉริยะเลือกใช้ RFID แทนระบบบาร์โค้ด ดังจะเห็นได้ดังต่อไปนี้

- RFID มีความละเอียด และสามารถบรรจุข้อมูลได้มากกว่า ซึ่งทำให้สามารถแยกความแตกต่างของสินค้าแต่ละชิ้นแม้จะเป็น SKU (Stock Keeping Unit – ชนิดสินค้าเดียวกันก็ตาม)
- ความเร็วในการอ่านข้อมูลจากแถบ RFID เร็วกว่าการอ่านข้อมูลจากแถบบาร์โค้ดหลายสิบเท่า
- สามารถอ่านข้อมูลได้พร้อมกันหลาย ๆ แถบ RFID
- สามารถส่งข้อมูลไปยังเครื่องรับได้โดยไม่ต้องนำไปจ่อในมุมที่เหมาะสมอย่างการใช้เครื่องอ่านบาร์โค้ด (Non-Line of Sight)
- ค่าเฉลี่ยของความถูกต้องของการอ่านข้อมูลด้วยเทคโนโลยี RFID นั้นจะอยู่ที่ประมาณ 99.5 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ความถูกต้องของการอ่านข้อมูลด้วยระบบบาร์โค้ดอยู่ที่ 80 เปอร์เซ็นต์
- สามารถเขียนทับข้อมูลได้ จึงทำให้สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ซึ่งจะลดต้นทุนของการผลิตป้ายสินค้า ซึ่งคิดเป็นประมาณ 5% ของรายรับของบริษัท
- สามารถขจัดปัญหาที่เกิดขึ้นจากการอ่านข้อมูลซ้ำที่อาจเกิดขึ้นจากระบบบาร์โค้ด
- ความเสียหายของป้ายชื่อ (Tag) น้อยกว่าเนื่องจากไม่จำเป็นต้องติดไว้ภายนอกบรรจุภัณฑ์

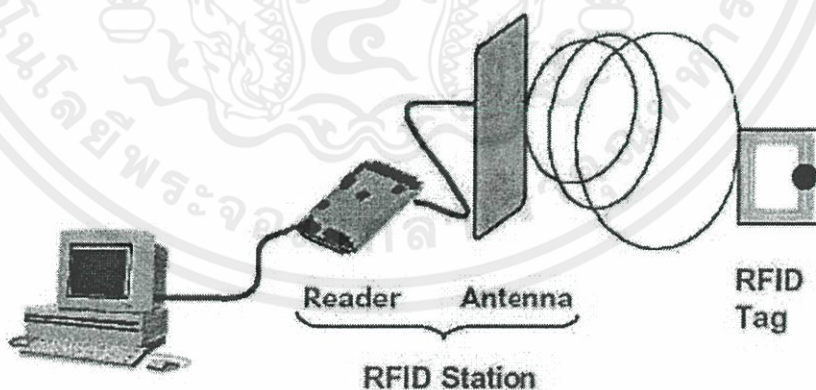
เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ห้ามเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ระบบความปลอดภัยสูงกว่า ยากต่อการปลอมแปลงและลอกเลียนแบบ
- ทนทานต่อความเปียกชื้น แรงสั่นสะเทือน การกระทบกระแทก

2.4.1 องค์ประกอบของระบบ RFID

ระบบ RFID มีองค์ประกอบหลักๆอยู่ 2 ส่วน โดยส่วนแรกคือ ทรานสปอนเดอร์หรือแท็ก (Transponder / Tag) ที่ใช้ติดกับวัตถุต่างๆที่ต้องการ โดยแท็กจะบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุชิ้นนั้นๆไว้ ส่วนที่สอง คือ เครื่องสำหรับอ่านหรือเขียนข้อมูลภายในแท็กด้วยคลื่นความถี่วิทยุ (Interrogator / Reader) โดยการทำงานนั้น เครื่องอ่านจะทำหน้าที่จ่ายกำลังงานในรูปคลื่นความถี่วิทยุให้กับตัวบัตรยังผลให้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ภายในสามารถส่งข้อมูลจำเพาะที่แสดงถึง "Identity" กลับมาประมวลผลที่ตัวอ่านได้

หากนำมาเปรียบเทียบกับระบบบาร์โค้ด เพื่อให้เห็นภาพชัดเจน แท็กในระบบ RFID ก็คือ เครื่องอ่านบาร์โค้ด (Scanner) โดยข้อแตกต่างของทั้งสองระบบ คือ ระบบ RFID จะใช้คลื่นความถี่วิทยุในการอ่านหรือเขียน ส่วนระบบบาร์โค้ดจะใช้แสงเลเซอร์ในการอ่าน ซึ่งข้อเสียของระบบบาร์โค้ด คือ หลักการอ่านเป็นการใช้แสงในการอ่านแท็กบาร์โค้ด ทำให้ต้องอ่านแท็กที่ไม่มีอะไรปิดตัวบาร์โค้ดอยู่ หรือ ต้องอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกับลำแสงที่ยิงออกมาจากเครื่องสแกนเท่านั้น และสามารถอ่านได้เพียงครั้งละ 1 แท็ก ในระยะใกล้ๆ แต่ระบบ RFID จะมีความแตกต่างออกไป โดยสามารถอ่านแท็กได้โดยไม่จำเป็นต้องเห็นแท็ก หรือ แท็กนั้นอาจจะซ่อนอยู่ในวัตถุอื่นๆ ก็สามารถที่จะอ่านได้ และ แท็กไม่จำเป็นต้องอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกันกับคลื่นความถี่ เพียงแค่อยู่ในบริเวณที่สามารถรับคลื่นวิทยุได้ ก็สามารถอ่านข้อมูลได้ และ การอ่านแท็กในระบบ RFID ยังสามารถอ่านได้ครั้งละหลายๆแท็กในเวลาเดียวกัน โดยระยะการอ่านข้อมูลนั้น สามารถอ่านได้ไกลกว่าระบบบาร์โค้ด ดังจะเห็นได้จากการทำงานโดยรวมของระบบ RFID รูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 การทำงานรวมของระบบ RFID

ในปัจจุบัน การใช้บัตรอัจฉริยะ (Smart Card) และ ระบบตรวจสอบรหัสโดยใช้ความถี่วิทยุ (RFID) เป็นที่ยอมรับอย่างสูงว่า เป็นเทคโนโลยีที่เอื้ออำนวยต่อการใช้งานที่ต้องการบ่งบอก

ความแตกต่างหรือข้อมูลจำเพาะของแต่ละบุคคล ที่สามารถทำงานได้ถูกต้องแม่นยำ รวดเร็ว และ มีความเป็นอัตโนมัติกว่าระบบตรวจสอบรหัสในระบบอื่นๆ เช่น บาร์โค้ด (Barcode) การใช้งานที่ง่าย และ ยังเพิ่มขีดความสามารถในการให้บริการเสริมในเชิงพาณิชย์ด้านต่างๆ อีกทั้งยังสอดคล้องกับ เทคโนโลยีทางการเก็บข้อมูลคอมพิวเตอร์ ยังผลให้การขยายตัวของการใช้งาน RFID และ Smart Card สูงขึ้นอย่างรวดเร็ว

2.4.1.1 ทรานสปอนเดอร์หรือแท็ก (Transponder / Tag)

ทรานสปอนเดอร์ หรือ แท็กมาจากคำว่าทรานสมิตเตอร์ (Transmitter) ผสมกับคำว่าเรสปอนเดอร์ (Responder) โดยโครงสร้างภายในของแท็กจะประกอบด้วย 2 ส่วน ใหญ่ๆ ได้แก่ ขดลวดขนาดเล็กซึ่งทำหน้าที่เป็นสายอากาศ (Antenna) และ ไมโครชิพ (Microchip) ซึ่งขดลวดขนาดเล็กที่ทำหน้าที่เป็นสายอากาศนั้น จะใช้สำหรับส่งสัญญาณคลื่น ความถี่วิทยุ และ สร้างพลังงานป้อนให้ส่วนของไมโครชิพ (Microchip) ที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูลต่างๆ ของวัตถุนั้นๆ โดยทั่วไปตัวแท็กอาจจะอยู่ในรูปแบบที่เป็นได้ทั้งกระดาษ แผ่นฟิล์ม พลาสติกที่มี ขนาดและรูปร่างแตกต่างกันออกไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัสดุที่จะนำมาแท็กไปติด และมีได้หลายรูปแบบ เช่น ขนาดเท่าบัตรเครดิต เหยียด กระดุม ฉลากสินค้า แคปซูล เป็นต้น

ไมโครชิพที่อยู่ในแท็กนั้น จะมีหน่วยความจำซึ่งอาจเป็นแบบอ่านได้อย่าง เดียว (ROM) หรือ ทั้งอ่านทั้งเขียน (RAM) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการในการใช้งาน โดยปกติ หน่วยความจำแบบอ่านได้อย่างเดียว (ROM) จะใช้เก็บข้อมูลเกี่ยวกับการรักษาความปลอดภัย เช่น ข้อมูลของบุคคลที่มีสิทธิผ่านเข้าออกในบริเวณที่มีการควบคุมหรือระบบปฏิบัติการ ในขณะที่ หน่วยความจำแบบทั้งอ่าน และ เขียน (RAM) จะใช้เก็บข้อมูลชั่วคราวในระหว่างที่แท็ก และ ตัว อ่านข้อมูลทำการติดต่อสื่อสารกัน ซึ่งจะเห็นได้จากรูปที่ 2.16



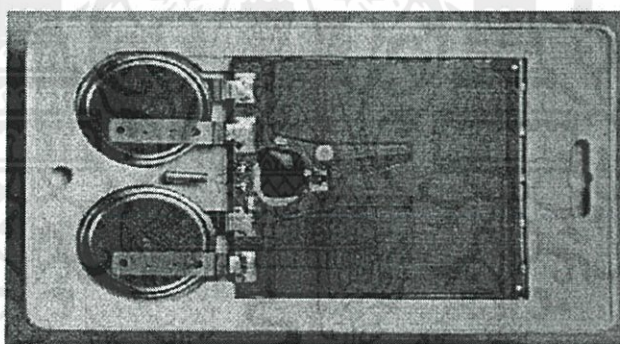
รูปที่ 2.16 RFID แท็กในรูปแบบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยหลักการนั้นสามารถแบ่งแท็กที่มีใช้งานออกเป็น 2 ชนิดใหญ่ๆ โดยแต่ละชนิดจะมีความแตกต่างกันในแง่ของการใช้งาน ราคา โครงสร้าง และหลักการทำงาน ซึ่งสามารถแบ่งแยกออก ดังนี้

1.Active RFID Tags

แท็กชนิดนี้จะต้องอาศัยแหล่งจ่ายไฟจากแบตเตอรี่ภายนอก เพื่อจ่ายพลังงานให้กับวงจรภายในทำงาน เราจะสามารถทั้งอ่านและเขียนข้อมูลลงในแท็ก ชนิดนี้ได้ และการที่ต้องใช้แบตเตอรี่จึงทำให้แท็กชนิดแอกทีฟมีอายุการใช้งานจำกัดตามอายุของแบตเตอรี่ เมื่อแบตเตอรี่หมดก็ต้องนำแท็ก ไปทิ้งไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ดังรูปที่ 2.17 อย่างไรก็ตามถ้าเราสามารถออกแบบวงจรของแท็ก ให้กินกระแสไฟน้อยๆ ก็อาจจะมีอายุการใช้งานนานนับสิบปี โดยแท็กชนิดนี้สามารถมีหน่วยความจำภายในขนาดใหญ่ได้ถึง 1 เมกกะไบต์ และสามารถอ่านข้อมูลได้ระยะไกลสูงสุดประมาณ 10 เมตร ซึ่งไกลกว่าแท็กชนิดพาสซีฟ อีกทั้งยังมีกำลังส่งสูง และยังสามารถทำงานในบริเวณที่มีสัญญาณรบกวนได้ดีอีกด้วย แม้ว่าแท็กชนิดนี้จะมีข้อดีอยู่ในหลายๆ ส่วน แต่ก็มีข้อเสียด้วยเช่นกัน คือ มีราคาต่อหน่วยแพง และมีขนาดค่อนข้างใหญ่ และมีอายุการใช้งานจำกัดดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น



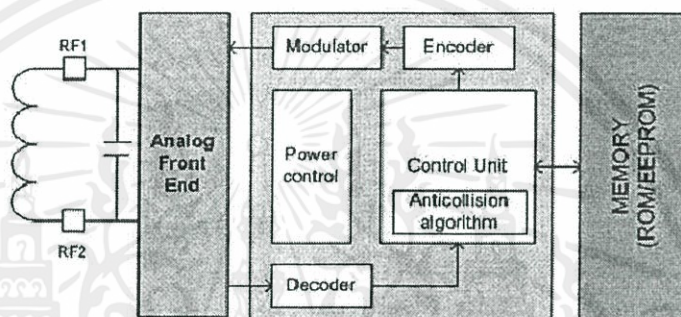
รูปที่ 2.17 ตัวอย่าง แอกทีฟ แท็ก (Active Tag) ที่มีแบตเตอรี่ ลิเทียม 2 ก้อนอยู่ภายนอก

2.Passive RFID Tags

แท็กชนิดนี้ไม่จำเป็นต้องอาศัยแหล่งจ่ายไฟจากภายนอกใดๆ เพราะภายในแท็ก จะมีวงจรกำเนิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำขนาดเล็ก เป็นแหล่งจ่ายไฟในตัว ทำให้การอ่านข้อมูลนั้นทำได้ไม่ไกลมากนัก ระยะอ่านสูงสุดประมาณ 1 เมตร โดยจะขึ้นอยู่กับความแรงของเครื่องส่ง และ คลื่นความถี่วิทยุที่ใช้ โดยปกติแล้วแท็กชนิดนี้มักมีหน่วยความจำขนาดเล็ก โดยทั่วไปประมาณ 16 ถึง 1,024 ไบต์เท่านั้น และ ด้วยความที่แท็กชนิดนี้ไม่มีแบตเตอรี่ภายในจึงทำให้น้ำหนักเบากว่าแท็กชนิดแอกทีฟ ราคาต่ำกว่า และมีอายุการใช้งานไม่จำกัด แต่ข้อเสียก็คือ ตัวอ่านข้อมูลจะต้องมีความไวสูง และ มักจะมีปัญหาเมื่อนำไปใช้งานในสิ่งแวดล้อมที่มีสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แม่เหล็กไฟฟ้ารบกวนสูงอีกด้วย แต่ด้วยข้อได้เปรียบในเรื่องราคา และ อายุการใช้งานทำให้แท็กชนิดพาสซีฟนี้เป็นที่นิยมมากกว่าแท็กชนิดแอคทีฟแผงวงจรไอซีของแท็กชนิดพาสซีฟ ที่มีการผลิตออกมาจะมีทั้งขนาด และ รูปร่างเป็นได้ตั้งแต่แท่ง หรือ แผ่นขนาดเล็กจนแทบไม่สามารถมองเห็นได้จนไปถึงขนาดใหญ่สะดุดตา ซึ่งต่างก็มีความเหมาะสมตามลักษณะการใช้งานที่แตกต่างกัน โดยทั่วไปโครงสร้างภายในส่วนที่เป็นไอซีของแท็กนั้นจะประกอบด้วยส่วนหลักๆ 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนควบคุมการทำงานของภาครับส่งสัญญาณวิทยุ (Analog Front-End) ส่วนควบคุมภาคลอจิก (Digital Control Unit) ส่วนของหน่วยความจำ (Memory) ซึ่งอาจจะเป็นแบบ ROM หรือ EEPROM ดังรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 บล็อกไดอะแกรมของ Passive Tag

นอกจากการแบ่งแท็กตามที่กล่าวมาแล้วข้างต้น แท็กยังถูกแบ่งประเภทจากรูปแบบการใช้งานได้เป็น 3 แบบ คือ แบบที่สามารถถูกอ่านและเขียนข้อมูลได้อย่างอิสระ (Read-Write) แบบเขียนได้เพียงครั้งเดียวเท่านั้นแต่อ่านได้อย่างอิสระ (WORM หรือ Write-Once Read-Many) และแบบอ่านได้เพียงครั้งเดียว (Read Only)

2.4.1.2 Reader หรือ Interrogator

หน้าที่สำคัญของตัวอ่านข้อมูล (Reader หรือ Interrogator) ก็คือการรับข้อมูลที่ส่งมาจากแท็ก แล้วทำการตรวจสอบความผิดพลาดของข้อมูล ถอดรหัสสัญญาณข้อมูลที่ได้รับซึ่งกระทำโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ อัลกอริทึมที่อยู่ในเฟิร์มแวร์ (Firmware) ของตัวไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำหน้าที่ในการส่งสัญญาณ ถอดรหัสสัญญาณที่ได้และทำหน้าที่ติดต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อนำข้อมูลผ่านเข้าสู่กระบวนการต่อไป นอกจากนี้ตัวอ่านข้อมูลที่ติดตั้งมีความสามารถในการป้องกันการอ่านข้อมูลซ้ำ เช่น ในกรณีที่แท็กถูกวางทิ้งอยู่ในบริเวณสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่ตัวอ่านข้อมูลสร้างขึ้น หรือ อยู่ในระยะการรับส่ง ก็อาจทำให้ตัวอ่านข้อมูลทำการรับ หรือ อ่านข้อมูลจากแท็กซ้ำอยู่เรื่อยๆไม่สิ้นสุด ดังนั้นตัวอ่านข้อมูลที่ติดตั้งมีระบบป้องกันเหตุการณ์นี้ที่เรียกว่าระบบ “Hands Down Polling” โดยตัวอ่านข้อมูลจะสั่งให้แท็กหยุดการส่งข้อมูลในกรณีเกิดเหตุการณ์ดังกล่าว หรือ อาจจะมีบางกรณีที่มีแท็กหลายแท็กอยู่ในบริเวณ

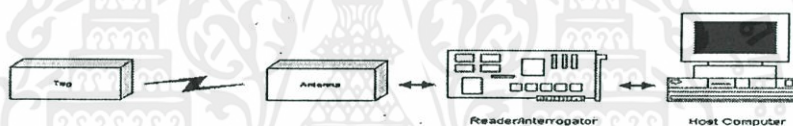
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นสำหรับใช้ในวงการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้เพื่อเป็นการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สนามแม่เหล็กไฟฟ้าพร้อมกัน หรือที่เรียกว่า “Batch Reading” ตัวอ่านข้อมูลควรมีความสามารถที่จะจัดลำดับการอ่านแท็กทีละตัวได้

2.4.2 ลักษณะการทำงานของระบบ RFID

หัวใจของเทคโนโลยี RFID ได้แก่ “Inlay” ที่บรรจุอุปกรณ์และวงจรรีเลย์ทรอนิกส์กับโลหะที่ยืดหยุ่นได้ สำหรับการติดตาม หรือ ทำหน้าที่เป็นเสาอากาศนั่นเอง Inlay มีความหนาสูงสุดอยู่ที่ 0.375 มิลลิเมตร สามารถทำเป็นแผ่นบางอัดเป็นชั้นๆ ระหว่างกระดาษ แผ่นฟิล์ม หรือพลาสติกก็ได้ ซึ่งเป็นการผลิตเครื่องหมายหรือฉลาก จากวัสดุที่มีราคาไม่แพงนัก ซึ่งจะเห็นว่า Inlay มีลักษณะรูปร่างที่บางมาก จึงทำให้ง่ายต่อการติดเป็นป้ายชื่อหรือฉลากของชิ้นงานหรือวัสดุต่างๆ ได้สะดวก

RFID เป็นระบบที่นำเอาคลื่นวิทยุมาเป็นคลื่นพาหะเพื่อใช้ในการสื่อสารข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ 2 ชนิดที่เรียกว่าแท็ก (Tag) และตัวอ่านข้อมูล (Reader หรือ Interrogator) ซึ่งเป็นการสื่อสารแบบไร้สาย โดยการนำข้อมูลที่ต้องการส่งมาทำการมอดูเลต (Modulate) กับคลื่นวิทยุแล้วส่งออกผ่านทางสายอากาศที่อยู่บนตัวรับข้อมูล ดังแผนผังการทำงานของ RFID ในรูปที่ 2.19



รูปที่ 2.19 แผนผังการทำงานของระบบ RFID

การประยุกต์ใช้งาน RFID จะมีลักษณะการใช้งานที่คล้ายกับบาร์โค้ด (Bar code) และยังสามารถรองรับความต้องการอีกหลายอย่างที่บาร์โค้ดไม่สามารถตอบสนองได้ เนื่องจากบาร์โค้ดจะเป็นระบบที่อ่านได้อย่างเดียว (Read only) ไม่สามารถทำการเปลี่ยนแปลงข้อมูลที่อยู่บนบาร์โค้ดได้ แต่แท็กของระบบ RFID จะสามารถทั้งอ่านและบันทึกข้อมูลได้ ดังนั้นเราจึงสามารถเปลี่ยนแปลง หรือ ทำการบันทึกข้อมูลที่อยู่ในแท็กได้ตามความต้องการของผู้ใช้งาน

นอกจากนี้ระบบ RFID ยังสามารถใช้งานได้แม้ขณะที่วัตถุกำลังเคลื่อนที่ เช่น ขณะสินค้ากำลังเคลื่อนที่อยู่บนสายพานการผลิต (Conveyor) หรือในบางประเทศก็มีการใช้ระบบ RFID ในการเก็บค่าผ่านทางด่วนโดยผู้ใช้บริการทางด่วนไม่ต้องหยุดรถเพื่อจ่ายค่าบริการ ผู้ที่ใช้บริการทางด่วนจะมีแท็กติดกับรถ และแท็กจะทำการสื่อสารกับตัวอ่านข้อมูล ผ่านทางสายอากาศขนาดใหญ่ที่ติดตั้งอยู่บริเวณทางขึ้นทางด่วน ในขณะที่รถแล่นผ่านสายอากาศ ตัวอ่านข้อมูลก็จะคิดค่าบริการและบันทึกจำนวนเงินที่เหลือลงในแท็กโดยอัตโนมัติ หรือแม้กระทั่งการใช้งานในปศุสัตว์เพื่อบันทึกประวัติ หรือระบุความแตกต่างของสัตว์แต่ละตัวที่อยู่ในฟาร์ม

ข้อดีของระบบ RFID อีกอย่างก็คือ แท็ก และ ตัวอ่านข้อมูลสามารถสื่อสารผ่านตัวกลางได้หลายอย่าง เช่น น้ำ พลาสติก กระดาษ หรือวัสดุทึบแสงอื่นๆ ในขณะที่บาร์โค้ดทำไม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ ห้ามมิให้คัดลอกหรือเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 วิธีการรับส่งข้อมูลระหว่างแท็กและเครื่องอ่าน

ส่วนมากมักจะใช้วิธีการมอดูเลตทางแอมพลิจูด หรือใช้วิธีการมอดูเลตทางแอมพลิจูดบวกกับการเข้ารหัสแมนเชสเตอร์ (Manchester encoded AM) แต่ทว่าในปัจจุบันก็มีแท็กที่ใช้การมอดูเลตแบบอื่นๆด้วย เช่น การมอดูเลตชั้นแบบเฟสชิฟคีย์อิง (Phase Shift Keying : PSK) ฟรีควเอนซีชิฟคีย์อิง (Frequency Shift Keying : FSK) หรือการใช้การมอดูเลตทางความถี่ (Frequency Modulation : FM) ในการรับส่งข้อมูล หรือสัญญาณวิทยุระหว่างแท็กกับเครื่องอ่าน จะมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อสายอากาศมีความยาวที่เหมาะสมกับความถี่พาหะใช้งาน เช่น เมื่อความถี่ใช้งานเป็น 13.56 เมกกะเฮิร์ตซ์ ความยาวของเสาอากาศ (เป็นเส้นตรง) ที่เหมาะสมคือ 22.12 แนนอนว่าในทางปฏิบัติคงไม่สามารถนำเสาอากาศที่ขนาดใหญ่นั้นมาใช้งานกับแท็กขนาดเล็กได้ สายอากาศที่ดูจะเหมาะจะใช้ร่วมกับแท็กมากที่สุดก็คือ สายอากาศที่เป็นขดลวดขนาดเล็ก ที่ชื่อว่า สายอากาศแบบแมกเนติกไดโพล (Magnetic dipole antenna) รูปแบบของสายอากาศแบบนี้ก็จะมียุ่หลากหลายทั้งแบบที่เป็นขดลวดพันแกนอากาศและแกนเฟอร์ไรต์ แบบที่เป็นวงลูปที่ทำขึ้นจากลายทองแดงบนแผ่นวงจรพิมพ์ ทั้งที่เป็นลูปแบบวงกลมและสี่เหลี่ยม ทั้งนี้ความเหมาะสมในการใช้งานก็แตกต่างกันไปตามความถี่พาหะและประเภทของงานด้วยเช่นกัน

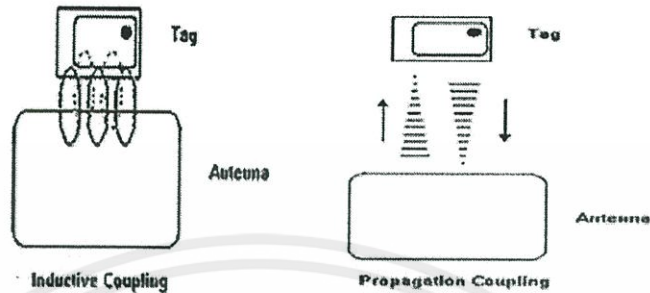
นอกจากการรับส่งข้อมูลแล้วสายอากาศก็ยังทำหน้าที่เป็นแหล่งจ่ายไฟให้กับแท็กด้วย โดยอาศัยหลักการทำงานตามแนวคิดของไมเคิล ฟาราเดย์ เรื่องแรงดันเหนี่ยวนำในขดลวดที่เกิดจากเส้นแรงแม่เหล็ก (จากเครื่องอ่าน) ที่มีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามเวลา (Time - varying magnetic field) พุ่งผ่านสายอากาศของแท็ก เมื่อแท็กและเครื่องอ่านตั้งอยู่ห่างกันในระยะ 0.16 เท่าของความยาวคลื่นพาหะที่ใช้ เรียกปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นว่า Transformer - type Coupling ซึ่งเป็นปรากฏการณ์แบบเดียวกับการเกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นระหว่างขดลวดปฐมภูมิ (Primary) และขดลวดทุติยภูมิ (Secondary) ในทรานส์ฟอร์มเมอร์ (Transformer) จะเป็นวงจรพื้นฐานสำหรับอธิบายกลไกที่เกิดขึ้นในการส่งข้อมูลของแท็ก

2.4.4 การป้องกันการชนกันของสัญญาณข้อมูล (Anti - Collision)

การอ่านข้อมูลจากแท็กได้หลายๆ แท็กในเวลาเดียวกันเป็นข้อดีข้อหนึ่งของ RFID จะทำให้การอ่านข้อมูลของแท็กจำนวนมากทำได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งสิ่งที่ทำให้การอ่านข้อมูล จากแท็กได้พร้อมๆ กัน นั่นก็คือ อัลกอริทึมที่ใช้ในการป้องกันการชนกันของข้อมูล (Anti - Collision) ที่อยู่ภายในระบบ RFID ดังรูปที่ 2.20 นั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Coupling หรือ Proximity Electromagnetic) กับวิธีการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Propagation Coupling)



รูปที่ 2.21 การสื่อสารระหว่างแท็กและตัวอ่านข้อมูล

เทคนิคการมอดูเลตข้อมูลเข้ากับคลื่นพาหะก็มีด้วยกันหลายวิธี เช่น ASK (Amplitude shift Keying) , FSK (Frequency Shift Keying) หรือ PSK (Phase shift Keying) ซึ่งขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบจะเลือกให้มีความเหมาะสมกับการใช้งานแต่ละประเภท

1. การมอดูเลตเชิงเลขทางแอมพลิจูด (ASK) ความถี่ของคลื่นพาหะ (Carrie Wave) ซึ่งทำหน้าที่นำสัญญาณอนาล็อกผ่านตัวกลางสื่อสารนั้นจะคงที่ ลักษณะของสัญญาณมอดูเลตเมื่อค่าบิตของสัญญาณข้อมูลดิจิทัลมีค่าเป็น 1 ขนาดของคลื่นพาหะจะสูงขึ้นกว่าปกติ และเมื่อบิตมีค่าเป็น 0 ขนาดของคลื่นพาหะจะตกลงกว่าปกติ การมอดูเลต ASK มักจะไม่ค่อยได้รับความนิยมเพราะจะถูกรบกวนจากสัญญาณอื่นได้ง่าย

2. การมอดูเลตเชิงเลขทางความถี่ (FSK) ในการมอดูเลตแบบ FSK ขนาดของคลื่นพาหะจะไม่เปลี่ยนแปลง สิ่งที่เปลี่ยนแปลงไปคือความถี่ของคลื่นพาหะนั้นเอง เมื่อบิตมีค่าเป็น 1 ความถี่ของคลื่นพาหะจะสูงกว่าปกติ และเมื่อบิตมีค่าเป็น 0 ความถี่ของคลื่นพาหะก็จะต่ำกว่าปกติ

3. การมอดูเลตเชิงเลขทางเฟส (PSK) หลักการของ Phase Keying (PSK) คือค่าของขนาดและความถี่ของคลื่นพาหะจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงแต่ที่จะเปลี่ยน คือเฟสของสัญญาณ กล่าวคือเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสภาวะของบิตจาก 1 ไป 0 หรือเปลี่ยนจาก 0 ไป 1 เฟสของคลื่นจะเปลี่ยน (shift) ไป 180 องศาด้วย หลักการ PSK สามารถทำได้ทั้งแบบ 2 เฟส (0 , 90 , 180 และ 270 องศา) และแบบ 8 เฟส (0 , 45 , 90 , 135 , 180 , 225 , 270 และ 315 องศา) ในการมอดูเลตเพื่อเปลี่ยนสัญญาณข้อมูลดิจิทัลให้เป็นสัญญาณอนาล็อกทั้ง 3 แบบ วิธีการแบบ PSK จะมีสัญญาณรบกวนเกิดขึ้นน้อยที่สุดได้สัญญาณที่มีคุณภาพดีที่สุด แต่วงจรการทำงานจะยุ่งยากกว่าและ ราคาสูงกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.7 คลื่นพาหิในระบบ RFID

ในปัจจุบันคลื่นพาหิที่ใช้งานกันในระบบ RFID จะอยู่ในย่านความถี่ ISM (Industrial – Scientific – Medical) ซึ่งย่านความถี่ที่กำหนดการใช้งานในเชิงอุตสาหกรรม วิทยาศาสตร์ และการแพทย์ สามารถใช้งานได้โดยไม่ตรงกับย่านความถี่ที่ใช้ในการสื่อสารทั่วไป สำหรับคลื่นพาหิที่ใช้ในระบบ RFID อาจแบ่งออกได้เป็น 3 ย่านความถี่ใช้งาน

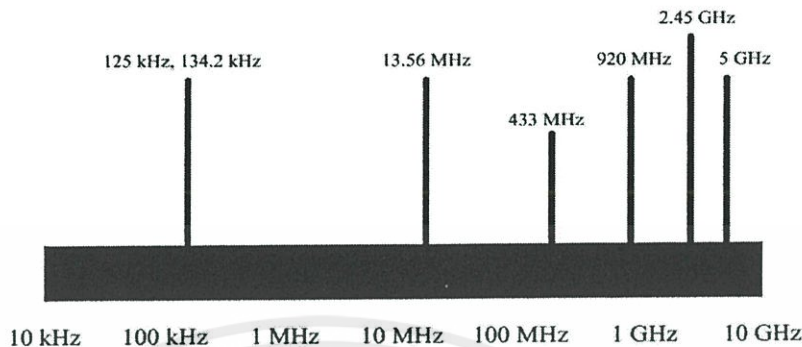
- ย่านความถี่ต่ำ (Low Frequency : LH) ต่ำกว่า 150 kHz
- ย่านความถี่สูง (High Frequency : HF) 13.56 MHz
- ย่านความถี่สูงยิ่ง (Ultra High Frequency : UHF) 433 / 868 / 915 MHz

ตารางที่ 2.3 ย่านความถี่ต่างๆของระบบ RFID และการใช้งาน

ย่านความถี่	คุณลักษณะ	การใช้งาน
ย่านความถี่ต่ำ 100-500 kHz ย่านความถี่มาตรฐานที่ใช้งานทั่วไปคือ 125 kHz	- ระยะการรับส่งข้อมูลใกล้ - ต้นทุนไม่สูง - ความเร็วในการอ่านข้อมูลต่ำ - ความถี่ในย่านนี้เป็นที่แพร่หลายทั่วโลก	- Access Control - ปุศสัตว์ - ระบบคลัง - รถยนต์
ย่านความถี่กลาง 10-15 MHz ความถี่มาตรฐานที่ใช้งานทั่วไปคือ 13.56 MHz	- ระยะการรับส่งข้อมูลปานกลาง - ราคามีแนวโน้มถูกลงในอนาคต - ความเร็วในการอ่านข้อมูลปานกลาง - ความถี่ในย่านนี้เป็นที่แพร่หลายทั่วโลก	- Access Control - สมาร์ทการ์ด
ย่านความถี่สูง 850-950 MHz , 2.4-5.8 GHz ความถี่มาตรฐานที่ใช้งานทั่วไปคือ 2.45 GHz	- ระยะการรับส่งข้อมูลไกล - ความเร็วในการอ่านข้อมูลสูง - ราคาแพง	- รถไฟ - ระบบเก็บค่าผ่านทาง

อย่างไรก็ตาม ความถี่ของคลื่นพาหิที่นิยมใช้งานในย่านความถี่ต่ำ ย่านความถี่ปานกลาง และย่านความถี่สูงก็คือ 1.5 kHz , 13 MHz และ 2.45 GHz ตามลำดับ นอกจากนี้รัฐบาลของแต่ละประเทศโดยทั่วไปจะมีการออกกฎหมายเกี่ยวกับระเบียบการใช้งานย่านความถี่ต่างๆ รวมถึงกำลังส่งของระบบ RFID ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.22 คลื่นพาห้ในระบบ RFID

2.4.8 การจัดการหน่วยความจำบนบัตร Mifare 1 K

Byte Number	0x00	0x01	0x02	0x03	Page
Serial Number	SN0	SN1	SN2	BCC0	0x00
Serial Number	SN3	SN4	SN5	SN6	0x01
Internal / Lock	BCC1	Internal	Lock0	Lock1	0x02
OTP	OTP0	OTP1	OTP2	OTP3	0x03
Data Read/Write	Data0	Data1	Data2	Data3	0x04
Data Read/Write	Data4	Data5	Data6	Data7	0x05
Data Read/Write	Data8	Data9	Data10	Data11	0x06
Data Read/Write	Data12	Data13	Data14	Data15	0x07
Data Read/Write	Data16	Data17	Data18	Data19	0x08
Data Read/Write	Data20	Data21	Data22	Data23	0x09
Data Read/Write	Data24	Data25	Data26	Data27	0x0A
Data Read/Write	Data28	Data29	Data30	Data31	0x0B
Data Read/Write	Data32	Data33	Data34	Data35	0x0C
Data Read/Write	Data36	Data37	Data38	Data39	0x0D
Data Read/Write	Data40	Data41	Data42	Data43	0x0E
Data Read/Write	Data44	Data45	Data46	Data47	0x0F

รูปที่ 2.23 การจัดการหน่วยความจำบนบัตร Mifare 1K

หน่วยความจำ แบ่งเป็น 16 Pages ในแต่ละ 1 Pages แบ่งเป็น 4 Bytes ซึ่งจะมี หน่วยความจำทั้งหมด = 16 x 4 = 64 Bytes = 512 Bits

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่หน่วยความจำทั้งหมด ผู้ใช้ไม่สามารถนำมาเก็บข้อมูลได้ทั้งหมดเพราะถูกแบ่งออกมาบางส่วนเพื่อใช้ในการจัดการหน่วยความจำคือหน่วยความจำที่ Page 0 - 3 ใช้เก็บเลขบัตรและเลขรหัสผู้ผลิต และอื่นๆที่ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ โดย Page 0 - 3 เก็บเลขบัตร Serial Number ที่เขียนมาจากผู้ผลิตที่ไม่สามารถแก้ไขได้

2.4.9 การใช้งานเครื่องเขียน – อ่าน RFID

2.4.9.1 ในการใช้งานคำสั่ง select mifare card เครื่องเขียน – อ่าน RFID SL025M นั้น ไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งคำสั่งให้กับเครื่องอ่าน โดยมี Format เป็นดังรูปที่ 2.24 โดย 0xBA คือไบต์ข้อมูลเริ่มแรกที่ยกถึงการส่งคำสั่งให้กับเครื่องเขียน – อ่าน RFID ไบต์ที่สอง (Len) เป็นความยาวทั้งหมดของไบต์ที่ใช้งาน ไบต์ที่สาม (0x01) เป็นค่าที่กำหนดมาแล้วสำหรับ select card ไบต์ที่สี่ (Checksum) เป็นการตรวจสอบค่าความถูกต้องของข้อมูล เมื่อเครื่องเขียน – อ่าน RFID ได้รับคำสั่งทั้งหมดตามที่ได้กล่าวมาแล้ว ก็จะส่งข้อมูลตอบกลับมาโดยส่งค่า 0xBD ที่เป็นไบต์แรกของคำสั่งตอบกลับ มีสถานะ (status) เป็นตัวตรวจสอบว่ามีแท็กสำหรับใช้งานหรือไม่ ถ้ามีการส่งค่า 0x00 คือคำสั่งที่ใช้นั้นสมบูรณ์ (Type) เป็นการเลือกประเภทของแท็กที่มี ซึ่งโครงการนี้จะมีการส่ง 0x01 เป็นการบอกค่าบัตรว่าเป็น Mifare 1K และมีการส่งค่า Checksum เหมือนกับการส่งคำสั่งให้กับเครื่องอ่าน

0xBA	Len	0x01	Checksum			
Response:						
0xBD	Len	0x01	Status	UID	Type	Checksum
Status:	0x00:	Operation succeed				
	0x01:	No tag				
	0xF0:	Checksum error				
UID:	The uniquely serial number of Mifare card					
Type:	0x01:	Mifare 1k, 4 byte UID				
	0x02:	Mifare 1k, 7 byte UID ^[1]				
	0x03:	Mifare UltraLight or NATG203 ^[2] , 7 byte UID				
	0x04:	Mifare 4k, 4 byte UID				
	0x05:	Mifare 4k, 7 byte UID ^[1]				
	0x06:	Mifare DesFire, 7 byte UID				
	0x0A:	Other				

รูปที่ 2.24 การใช้งานการเรียกและการตอบกลับของ select mifare card

2.4.9.2 ในการใช้งานคำสั่ง login card เครื่องเขียน – อ่าน RFID SL025M นั้น ไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งคำสั่งให้กับเครื่องอ่าน โดยมี Format เป็นดังรูปที่ 2.21 โดย 0xBA คือไบต์ข้อมูลเริ่มแรกที่ยกถึงการส่งคำสั่งให้กับเครื่องเขียน – อ่าน RFID ไบต์ที่สาม (0x02) เป็นค่าที่กำหนดมาแล้วสำหรับ login card ไบต์ที่สี่ (sector) เป็นการระบุ sector ที่เราจะทำการเข้าไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี การนำเอกสารนี้ไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อ่าน หรือเขียนข้อมูลสามารถเลือกได้ตั้งแต่ 0x00 – 0x27 ไบต์ที่ห้า (Type) เป็นการเลือกชนิดของ บัตรว่าจะเขียนข้อมูลลงบัตรชนิดใด มีทั้ง 0xAA และ 0xBB การใช้งานจะเลือกตามคุณสมบัติที่เรา จะใช้งาน ไบต์ที่หก (Key) เป็นการกำหนดรหัสผ่านเพื่อเข้าไปทำการเขียน – อ่านบัตร ซึ่งรหัสนี้จะมีจำนวน 6 ไบต์ ไบต์ที่เจ็ด (Checksum) เป็นการตรวจสอบค่าความถูกต้องของข้อมูล เมื่อเครื่อง เขียน – อ่าน RFID ได้รับคำสั่งทั้งหมดตามที่ได้อ่านมาแล้ว ก็จะส่งข้อมูลตอบกลับมาโดยส่งค่า 0XBD ที่เป็นไบต์แรกของคำสั่งตอบกลับ มีสถานะ (status) เป็นตัวตรวจสอบว่าการ login สมบูรณ์ หรือไม่ ถ้ามีการส่งค่า 0x00 คือการ login สมบูรณ์ และมีการส่งค่า Checksum เหมือนกับการส่ง คำสั่งให้กับเครื่องอ่าน

0xBA	Len	0x02	Sector	Type	Key	Checksum
Sector: Sector need to login, 0x00 – 0x27						
Type: Key type (0xAA: authenticate with KeyA, 0xBB: authenticate with KeyB)						
Key: Authenticate key, 6 bytes						
Response:						
0xBD	Len	0x02	Status	Checksum		
Status: 0x02: Login succeed						
0x01: No tag						
0x03: Login fail						
0x08: Address overflow						
0xF0: Checksum error						

รูปที่ 2.25 การใช้งานการเรียกและการตอบกลับของ login card

2.4.9.3 ในการใช้งานคำสั่ง read value block เครื่องเขียน – อ่าน RFID SL025M นั้น ไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งคำสั่งให้กับเครื่องอ่าน โดยมี Format เป็นดังรูปที่ 2.26 โดย 0xBA คือไบต์ข้อมูลเริ่มแรกที่ยกถึงการส่งคำสั่งให้กับเครื่องเขียน – อ่าน RFID ไบต์ที่สาม (0x03) เป็นค่าที่กำหนดมาแล้วสำหรับ read value block ไบต์ที่สี่ (block) เป็นการระบุ block ที่เราจะทำการเข้าไปอ่าน หรือเขียนข้อมูลสามารถเลือกได้คือ 0x01 และ 0x02 ไบต์ที่ห้า (Checksum) เป็นการตรวจสอบค่าความถูกต้องของข้อมูล เมื่อเครื่องเขียน – อ่าน RFID ได้รับ คำสั่งทั้งหมดตามที่ได้อ่านมาแล้ว ก็จะส่งข้อมูลตอบกลับมาโดยส่งค่า 0XBD ที่เป็นไบต์แรกของ คำสั่งตอบกลับ มีสถานะ (status) เป็นตัวตรวจสอบว่าการอ่านข้อมูลสมบูรณ์หรือไม่ ถ้ามีการส่งค่า 0x00 คือการอ่านข้อมูลสมบูรณ์ และมีการส่งค่า Checksum เหมือนกับการส่งคำสั่งให้กับเครื่อง อ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0xBA	Len	0x05	Block	Checksum	
Block: The absolute address of block to be read, 1 byte.					
Response:					
0xBD	Len	0x05	Status	Value	Checksum
Status:	0x00:	Operation succeed			
	0x01:	No tag			
	0x04:	Read fail			
	0x0D:	Not authenticate			
	0x0E:	Not a value block			
	0xF0:	Checksum error			
Value:	Value returned if the operation succeeds, 4 bytes.				

รูปที่ 2.26 การใช้งานการเรียกและการตอบกลับของ Read value block

2.4.9.4 ในการใช้งานคำสั่ง read value block เครื่องเขียน – อ่าน RFID SL025M นั้น ไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งคำสั่งให้กับเครื่องอ่าน โดยมี Format เป็นดังรูปที่ 2.27 โดย 0xBA คือไบต์ ข้อมูลเริ่มแรกที่ยกถึงการส่งคำสั่งให้กับเครื่องเขียน – อ่าน RFID ไบต์ที่สาม (0x09) เป็นค่าที่กำหนดมาแล้วสำหรับ decrement value ไบต์ที่สี่ (block) เป็นการระบุ block ที่เราจะทำการเข้าไปอ่าน หรือเขียนข้อมูลสามารถเลือกได้คือ 0x01 และ 0x02 ซึ่งจะต้องเป็น block เดียวกับการเขียนอ่านข้อมูล ดังที่กล่าวมาใน 2.4.9.3 ไบต์ที่ห้า (Value) เป็นการเขียนข้อมูลให้ค่าลดลง สามารถเขียนได้จำนวน 4 ไบต์ ไบต์ที่หก (Checksum) เป็นการตรวจสอบค่าความถูกต้องของข้อมูล เมื่อเครื่องเขียน – อ่าน RFID ได้รับคำสั่งทั้งหมดตามที่ได้กล่าวมาแล้ว ก็จะส่งข้อมูลตอบกลับมาโดยส่งค่า 0xBD ที่เป็นไบต์แรกของคำสั่งตอบกลับ มีสถานะ (status) เป็นตัวตรวจสอบว่าการลดค่าของข้อมูลสมบูรณ์หรือไม่ ถ้ามีการส่งค่า 0x00 คือการลดค่าของข้อมูลสมบูรณ์ และมีการส่งค่า Checksum เหมือนกับการส่งคำสั่งให้กับเครื่องอ่าน

0xBA	Len	0x09	Block	Value	Checksum
Block: The absolute address of block to be decreased, 1 byte					
Value: The value to be decreased by, 4 bytes					
Response:					
0xBD	Len	0x09	Status	Value	Checksum
Status:	0x00:	Operation succeed			
	0x01:	No tag			
	0x05:	Write fail			
	0x06:	Unable to read after write			
	0x0D:	Not authenticate			
	0x0E:	Not a value block			
	0xF0:	Checksum error			
Value:	The value after decrement if the operation succeeds, 4 bytes				

รูปที่ 2.27 การใช้งานการเรียกและการตอบกลับของ decrement value

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การคำนวณระยะทาง

สูตรที่ใช้ในการคำนวณระยะทางจริงโดยนำพิกัดจาก GPS Module ทั้ง latitude และ longitude สูตรที่ใช้คือ

$$C = (\sqrt{A^2 + B^2}) \times R$$

โดยที่ค่า C = ระยะทางบนพื้นโลก (กิโลเมตร)

A = longitude1 - longitude2

B = latitude1 - latitude2

R = รัศมีของโลก 6,366.7 กิโลเมตร



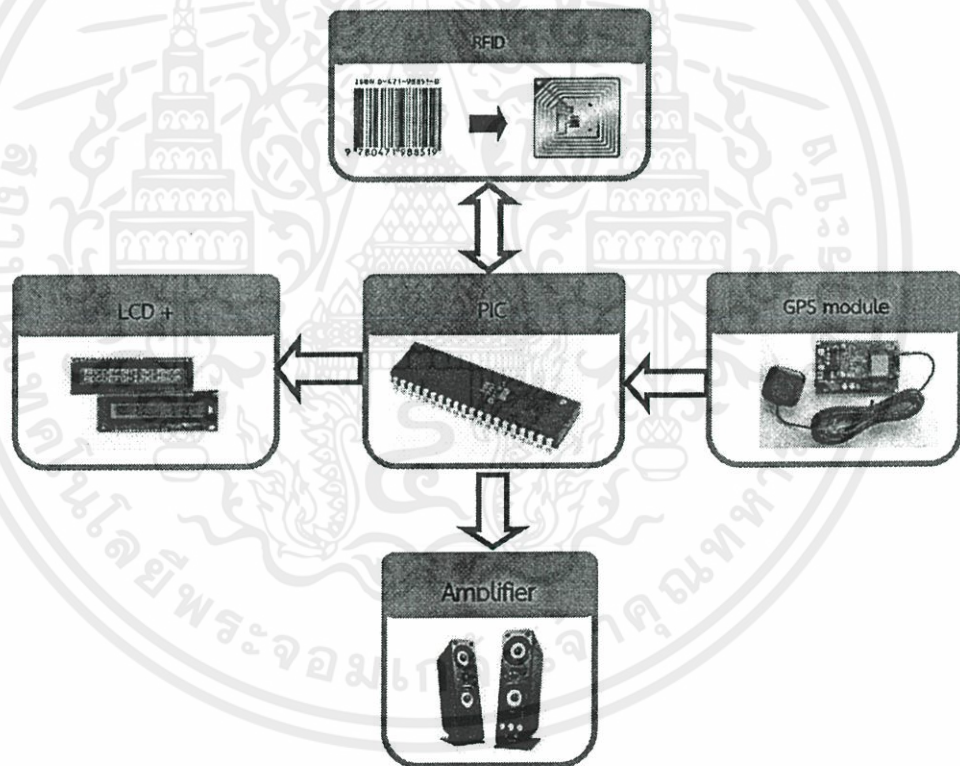
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและการจัดทำปฏิญญานิพนธ์

ในโครงการนี้ประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือการออกแบบวงจรทางด้านฮาร์ดแวร์ และการเขียนซอฟต์แวร์ควบคุม โดยจะเขียนให้ไมโครคอนโทรลเลอร์รับค่าจาก จีพีเอสโมดูลและใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นหลักในการประมวลผลว่าสัญญาณจากจีพีเอสโมดูลที่รับค่ามานั้นตรงกับสถานีใด แล้วทำประมวลผลแสดงค่าส่งออกแอลซีดีว่าสถานีนี้คือสถานีใด โดยได้มีการเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877A ทางด้านซอฟต์แวร์นั้นทำการควบคุมวงจรถ่ายโดยใช้ภาษาซี

ในส่วนของผู้โดยสารจะชำระค่าโดยสารโดยใช้บัตร RFID โดยจะต้องระบุข้อมูลของปลายทาง ระบบจะคำนวณค่าโดยสาร และ หักเงินในบัตร เมื่อรถประจำทางเคลื่อนที่ใกล้ถึงปลายทางที่ผู้โดยสารต้องการลง ระบบจะแจ้งเตือนผู้โดยสารว่าใกล้ถึงปลายทางที่ต้องการแล้ว



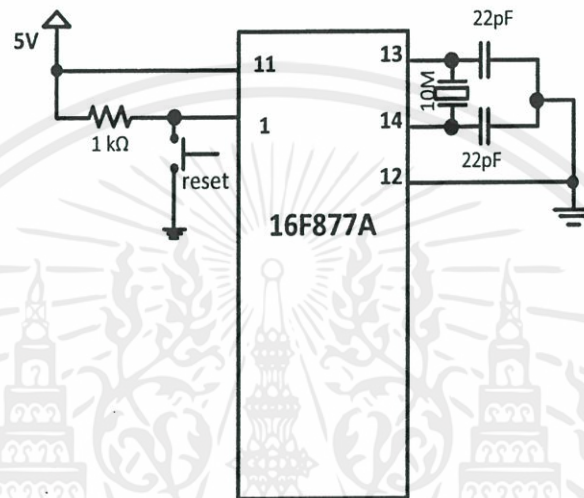
รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมทั้งหมดของวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 การออกแบบ

3.1.1 การออกแบบทางด้านฮาร์ดแวร์

3.1.1.1 การออกแบบส่วนประมวลผลในโครงการนี้ใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877A ซึ่งมีพอร์ตใช้งานและมีหน่วยความจำที่เพียงพอสำหรับโครงการนี้



รูปที่ 3.2 PIC16F877A

ขา 27 ถึง ขา 30 ต่อพอร์ตขนานกับ LCD

ขา 1 ต่อขา RST

ขา 13 กับ 14 ต่อคริสตัลเพื่อเป็นฐานเวลาให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยอาศัยความถี่ของคริสตัลเป็นตัวกำหนดฐานเวลา

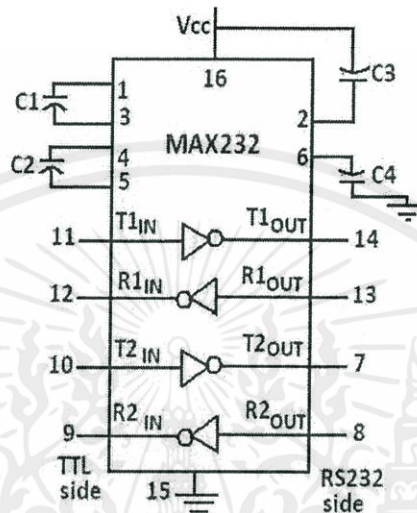
ขา 12 เป็นขากราวด์ของไมโครคอนโทรลเลอร์

ขา 11 ต่อเข้ากับแรงดันไฟ +5 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

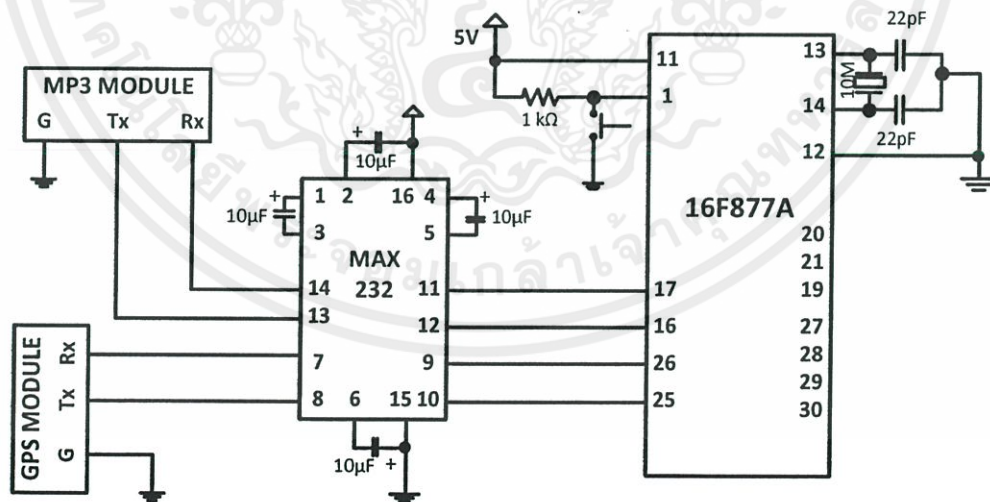
3.1.1.2 เอ็มพีสามโมดูลเชื่อมต่อพอร์ทอนุกรม

MAX 232 เป็นไอซีที่แปลงระดับสัญญาณของ RS - 232 มาเป็นระดับ TTL และในทำนองเดียวกันก็แปลงระดับสัญญาณ TTL ไปเป็นระดับสัญญาณ RS - 232



รูปที่ 3.3 รายละเอียดภายในของ IC MAX-232

ใช้พอร์ทอนุกรมในการส่งสัญญาณเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ กับเอ็มพีสามโมดูลและจีพีเอสโมดูล

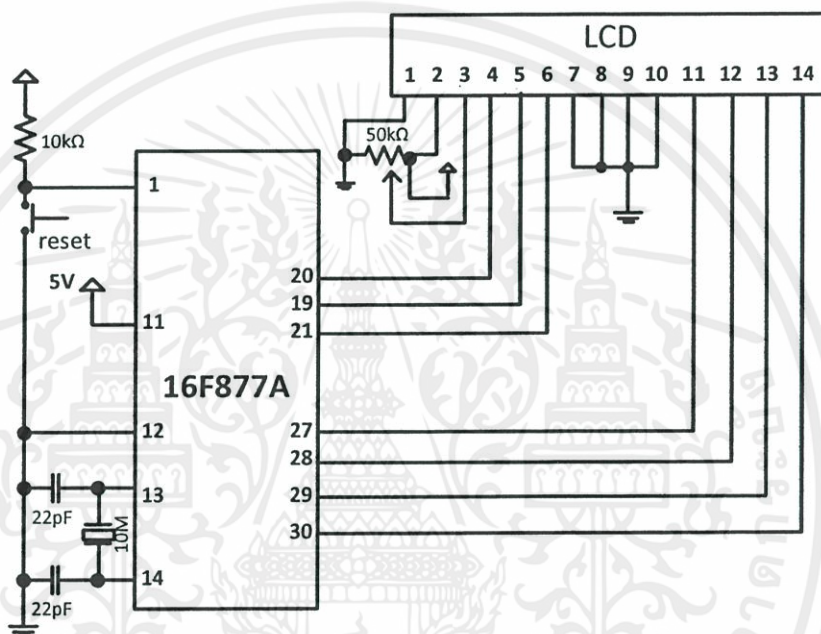


รูปที่ 3.4 เอ็มพีสามโมดูล จีพีเอสโมดูล เชื่อมต่อพอร์ทอนุกรมกับไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบริการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1.3 ส่วนแสดงผล LCD

LCD สามารถแสดงผลได้หลายรูปแบบทั้ง ตัวเลข ตัวอักษร และสัญลักษณ์ต่างๆ ได้ตามต้องการ การใช้งานจอแสดงผลร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์จะต้องทำการเขียนโปรแกรมเพื่อ ควบคุมการแสดงผลที่จอผล โดยมีการแสดงข้อมูล 2 แบบ คือแบบ 8 บิต ส่งข้อมูลออกขา D0 - D7 และแบบ 4 บิตส่งข้อมูลออกขา D4 - D7

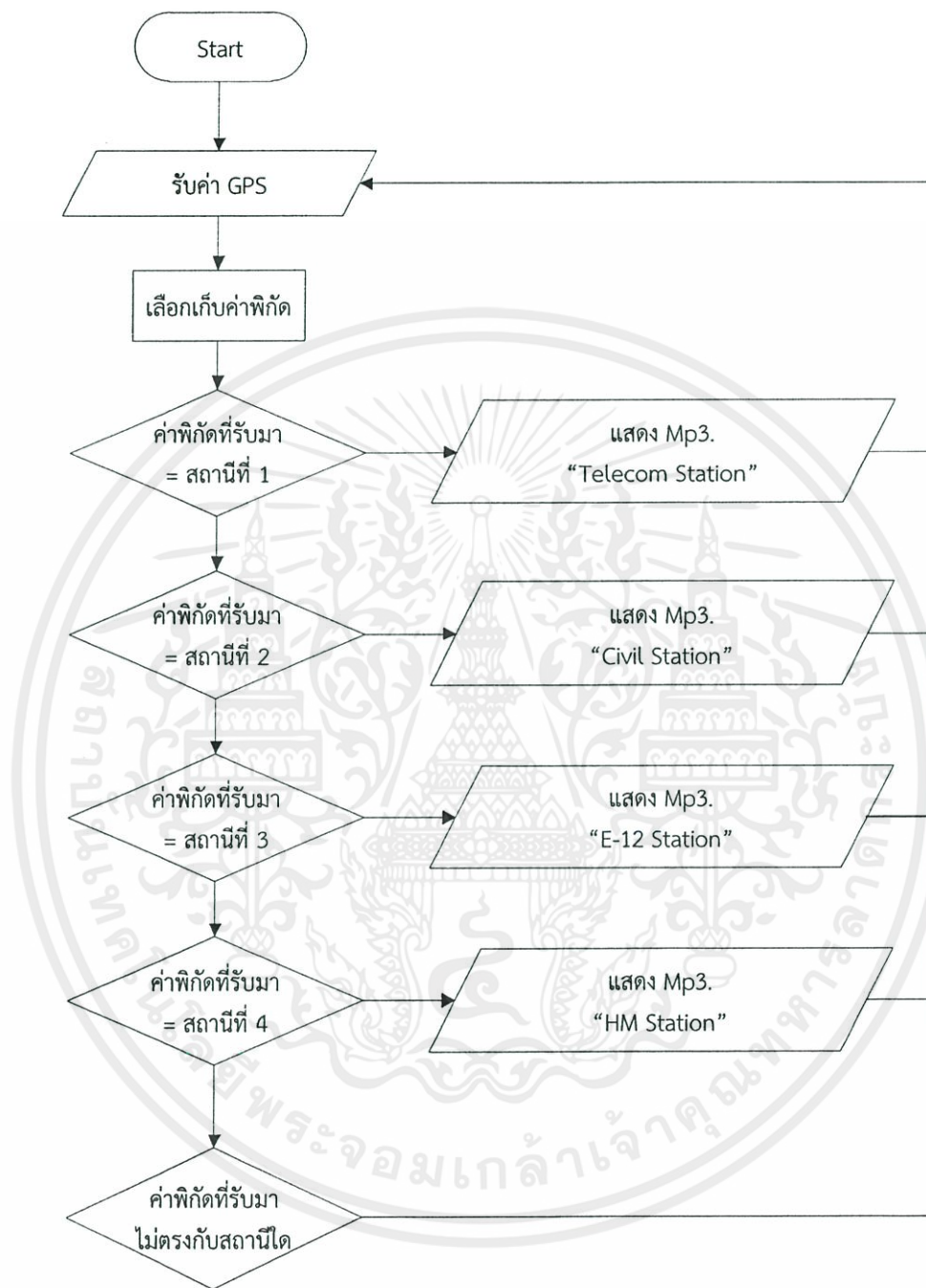


รูปที่ 3.5 วงจรเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์และ แอลซีดี

3.1.2 การออกแบบซอฟต์แวร์

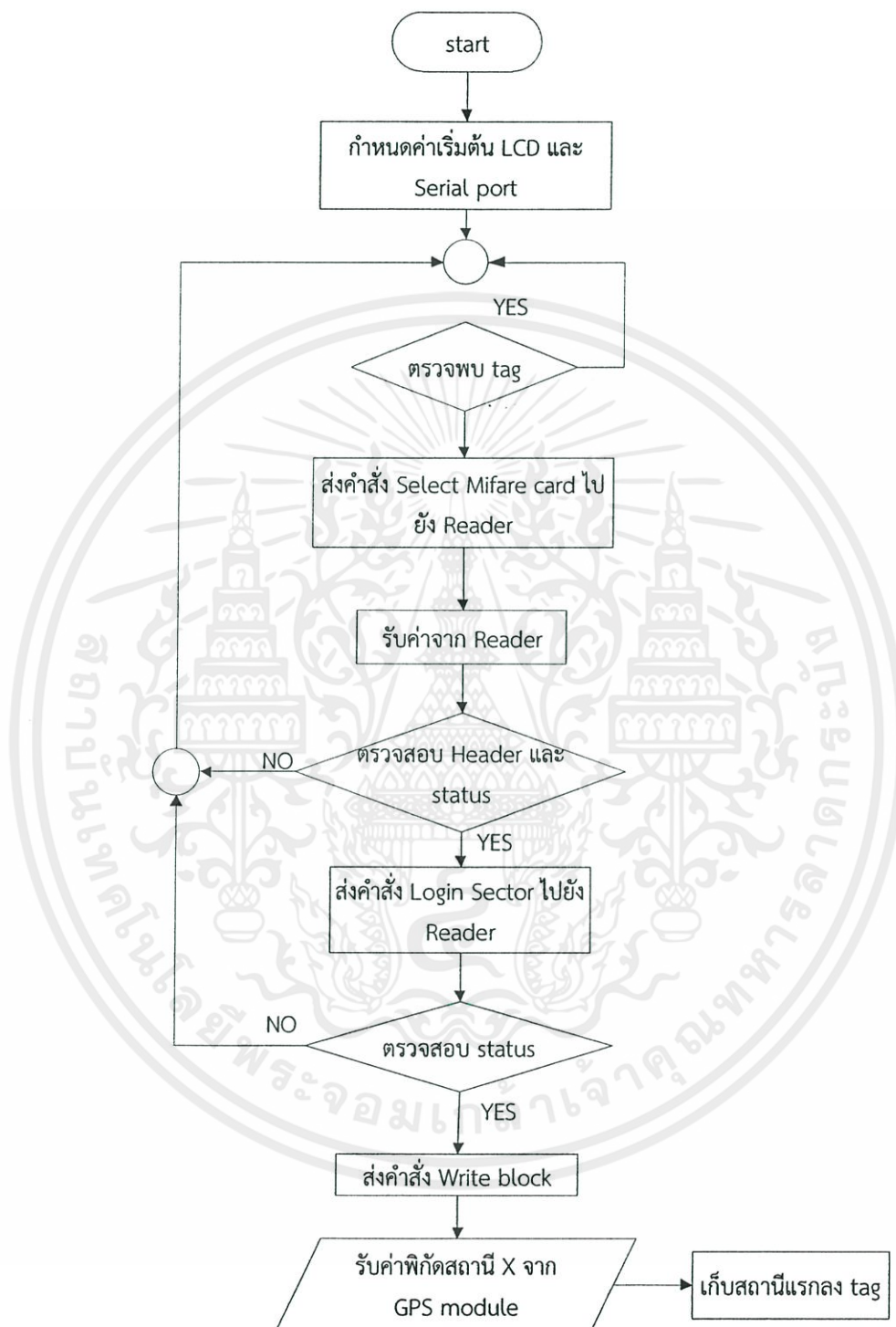
การออกแบบซอฟต์แวร์จะทำการรับค่าพิกัดสัญญาณจากจีพีเอส จากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการประมวลผล และควบคุม โมดูลเสียง ส่งสัญญาณออกทางวงจรรขยายเสียง ทำการออกแบบระบบชำระค่าโดยสารโดยใช้ RFID ในการชำระค่าบริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

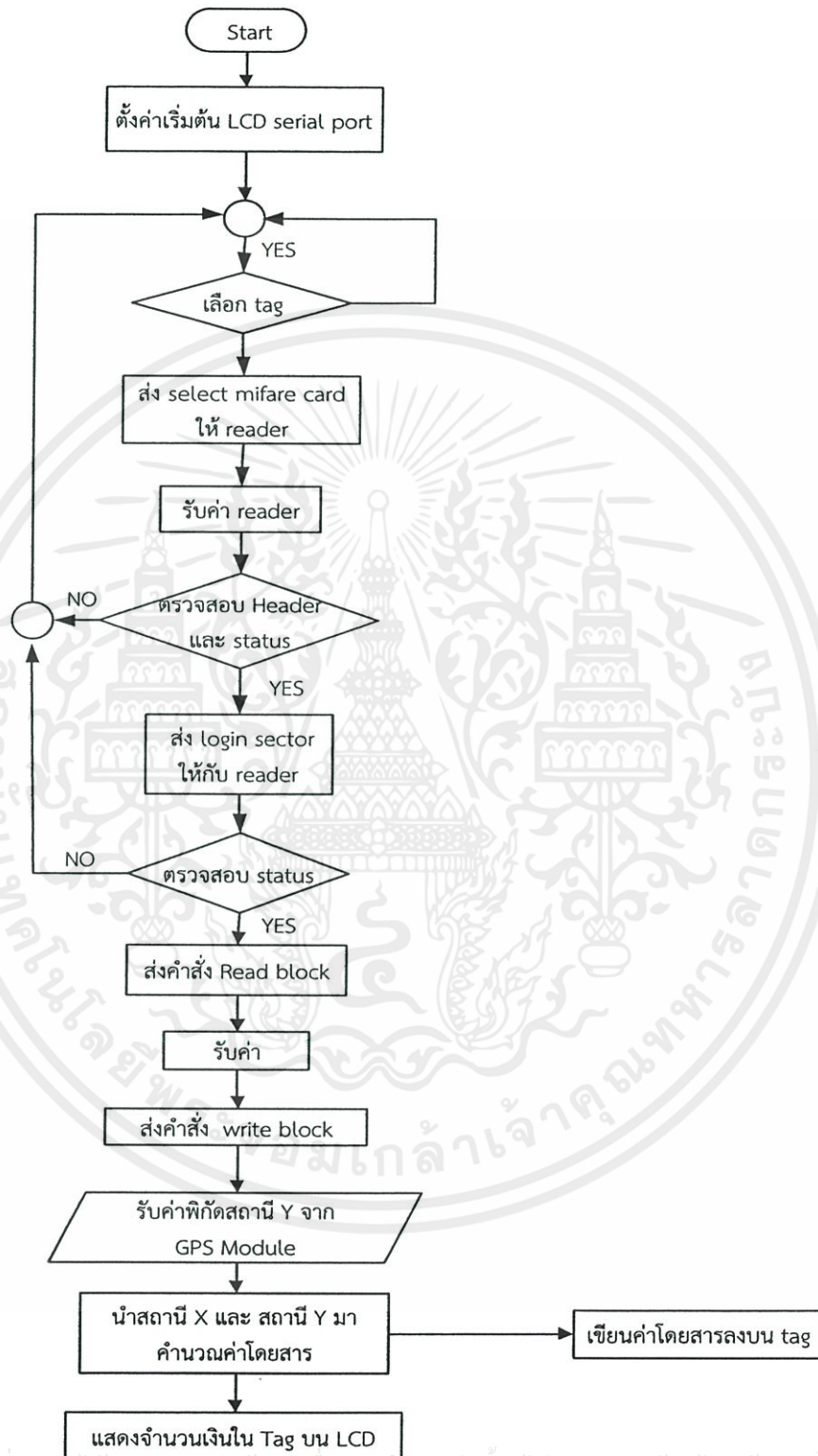


รูปที่ 3.6 โฟลว์ชาร์ตการรับสัญญาณจากจีพีเอส และแสดงเสียงจากจีพีเอส โมดูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับรูปที่ 3.7 ไฟล์ชาร์ตแสดงการทำงานของ RFID หน้าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 รูปที่ 3.8 โฟลว์ชาร์ตแสดงการทำงานของ RFID (ต่อ)
 ไม่ว่าจะพิมพ์ขึ้น หรือพิมพ์ขึ้นให้ดูแบบลงมือทำ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

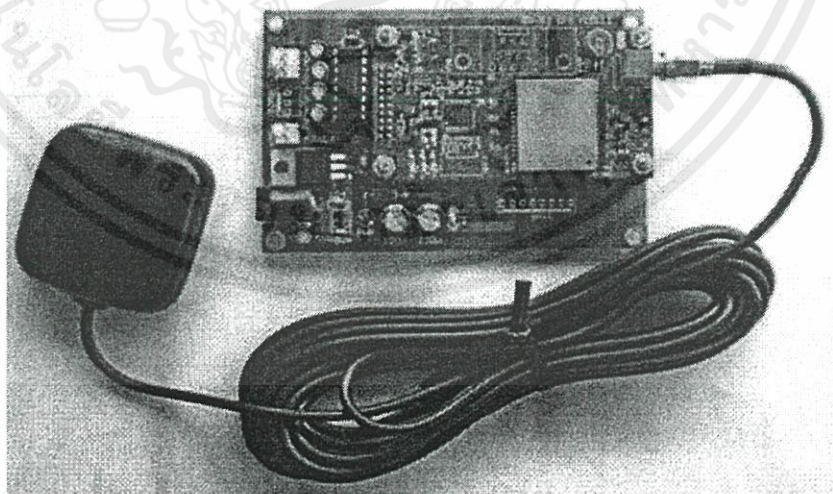
3.2.1 เครื่องรับสัญญาณจีพีเอส

เครื่องรับสัญญาณจีพีเอส (จีพีเอสโมดูล) ที่เลือกใช้จะให้ข้อมูลออกมาหลายประโยค แต่ในการใช้งานจะเลือกใช้งานเพียงประโยคอาร์เอ็มซีเท่านั้น โดยในประโยคอาร์เอ็มซีจะมีข้อมูลที่ต้องการครบถ้วนคือ เวลายูทีซี (UTC Time) , ละติจูด , ลองจิจูด , มุม และวันที่ ซึ่งประโยคอาร์เอ็มซีมีรูปแบบดังนี้

\$GPRMC,083654.000,A,1343.6435,N,10046.6104,E,022.4,141.46,300812,003.1,W*6A
รายละเอียดของประโยคอาร์เอ็มซี คือ

RMC	: บอกข้อมูลที่เล็กที่สุดของ GPS
083654	: กำหนดการกระทำที่เวลา 08:36:54 UTC
A	: สถานะ A = ทำงาน หรือ V = เฉย
1343.6435,N	: ละติจูด 13 องศาเหนือ 43.6435 ลิปดา
10046.6104,E	: ลองจิจูด 100 องศาตะวันออก 46.6104 ลิปดา
22.4	: ความเร็วบนพื้นโลก
141.46	: มุมของดาวเทียมในหน่วยองศา
300812	: วันที่ 30 เดือน 8 (สิงหาคม) ปี ค.ศ. 2012
003.1,W	: การเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็ก

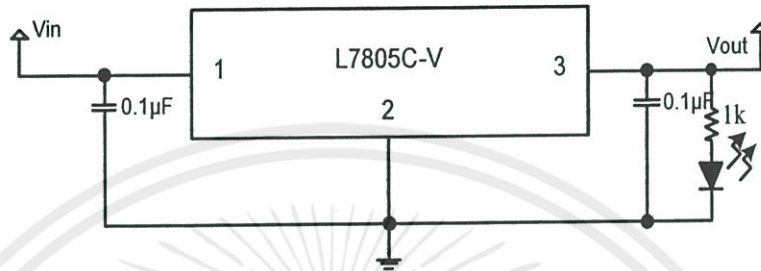
*6A : ตรวจสอบผลรวมของข้อมูล (checksum data) , ขึ้นต้นด้วย * เสมอ
สำหรับเครื่องรับสัญญาณจีพีเอสที่ใช้นั้น คือ เครื่องรับสัญญาณจีพีเอส GR - 83 แสดงดังภาพ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 3.9 เครื่องรับสัญญาณ GPS รุ่น GR - 83
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 วงจรแปลงไฟ

ทำการแปลงไฟจากวัตต์ 9 โวลต์ หรือ 12 โวลต์จากแบตเตอรี่ ให้เป็น 5 โวลต์เพื่อไม่ทำให้เกิดความเสียหายต่อวงจร



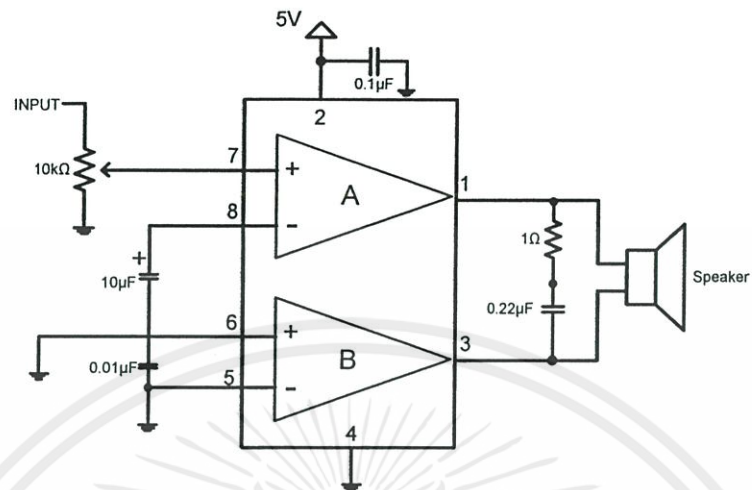
รูปที่ 3.10 วงจรแปลงไฟ

3.2.3 วงจรขยายเสียง

ออกแบบวงจรให้เป็นแบบบริดจ์ (Bridge Amplifier) ก็จะทำให้การตอบสนองความถี่ต่ำดี ในขณะที่ใช้ไฟเลี้ยงเพียงค่าเดียว ซึ่งมีความสะดวกในการใช้งาน วงจรบริดจ์แอมป์แบบโมโนที่นำเสนอนี้เป็นวงจรขยายกำลังขนาดเล็กที่มีกำลังขับไม่เกิน 2 วัตต์แบบโมโน ใช้กับแหล่งจ่ายไฟตรงได้ตั้งแต่ 3 ถึง 12 โวลต์ เหมาะสำหรับลำโพงที่ใช้กำลังในช่วง 1 ถึง 3 วัตต์ และมีค่าอิมพีแดนซ์ 8 โอห์ม

วงจรบริดจ์แอมป์แบบโมโน 2 วัตต์ ถูกออกแบบให้สร้างได้ง่ายโดยใช้ไอซีที่เป็นวงจรขยายกำลังขนาดเล็กเบอร์ TDA2822M ซึ่งภายในประกอบด้วยวงจรขยายกำลัง 2 วงจรคือ U101A กับ U101B โดยออกแบบให้ U101A ขยาย สัญญาณแบบไม่กลับสัญญาณ ส่วน U101B ขยายสัญญาณแบบกลับสัญญาณ ดังนั้นเมื่อวงจรขยายทั้ง 2 ขยายสัญญาณเดียวกัน สัญญาณเอาต์พุตของวงจรทั้ง 2 จะมีขนาดที่ถูกขยายเท่ากันแต่มีขั้วของแรงดันต่างกัน ลำโพงที่ต่ออยู่ระหว่างเอาต์พุตของวงจรทั้ง 2 ก็จะได้รับสัญญาณที่มีความแรงเป็น 2 เท่าเมื่อเทียบกับกรณีที่ต่อลำโพงระหว่างเอาต์พุตของวงจรขยายตัวเดียวกับกราวด์ ของวงจรขยายทั่วไป ทางด้านอินพุตของวงจรนี้ถูกออกแบบให้สามารถควบคุมค่าแรงดันที่ป้อนให้กับวงจรได้โดยใช้ความต้านทานปรับค่าได้ VR1 ซึ่งก็คือปุ่มควบคุมความดังหรือ Volume นั้นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

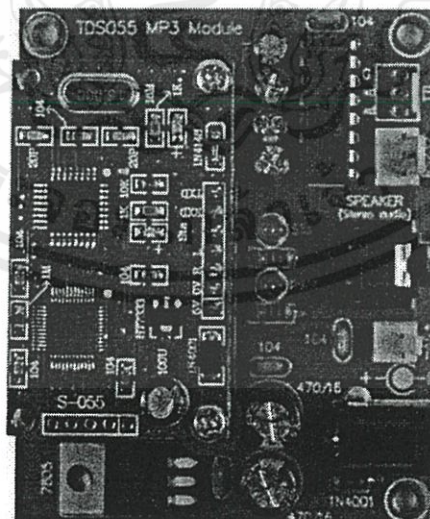


รูปที่ 3.11 วงจรขยายเสียง

3.2.4 MP3 Module

3.2.4.1 องค์ประกอบของ MP3 Module

- Power Supply 9 Vdc หรือ 5 Vdc
- ความเร็วในการสื่อสาร 9,600 , Non parity , 8 data bit , 1 end bit
- สื่อสารด้วยพอร์ตอนุกรม
- รองรับ SD card (32Mb to 1 Gb)
- ใช้ได้เฉพาะไฟล์ MP3 เท่านั้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.12 MP3 Module

3.2.4.2 ตัวอย่างโค้ดที่เรียกใช้งาน

โค้ดที่เรียกใช้งานเสียงจาก MP3 Module โดยเป็นตัวอย่างคำสั่งที่เรียกใช้

ไฟล์เสียง 001.mp3 จากโฟลเดอร์ ADVERT

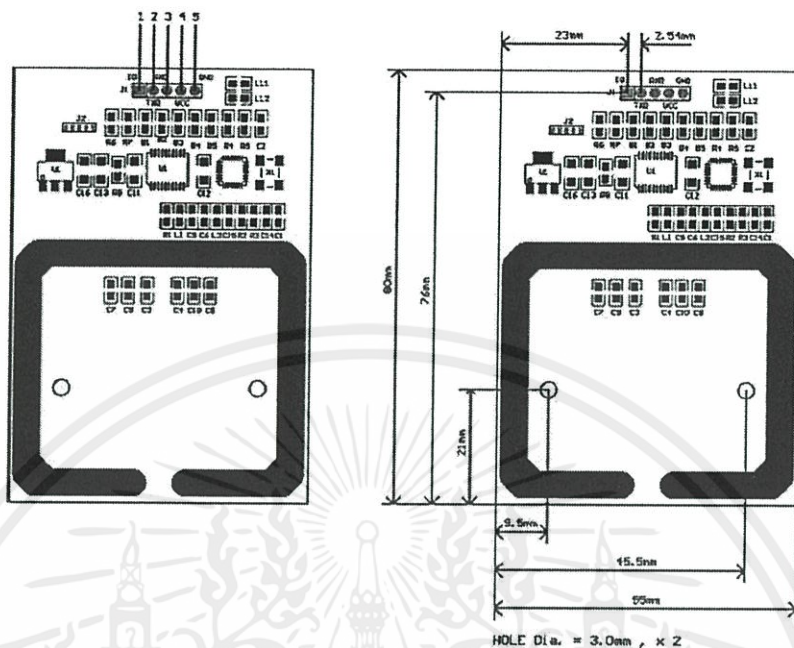
```
{
fputc(comm[0],MP3);
fputc(comm[1],MP3);
fputc(comm[2],MP3);
fputc(comm[3],MP3);
fputc(comm[2],MP3);
fputc(comm[2],MP3);
fputc(comm[3],MP3);
delay_ms(1000);
}
```

3.2.5 ชุดอ่าน – เขียนบัตร RFID

3.2.5.1 เครื่องอ่าน – เขียนบัตรรุ่น SL015M

- ส่งสัญญาณติดต่อกับบัตรในรูปแบบของคลื่น
- ใช้กับ Mifare card รุ่น Mifare 1 k , Mifare 4 k , Mifare UltraLight
- ระยะทำการ 80 mm. ขึ้นอยู่กับ Tag
- ทำงานที่ Baud rate 9600 ~ 115,200 bps
- ไฟ LED สองดวง สีเขียวเป็นไฟอัตโนมัติเมื่อแท็กในช่วงการตรวจสอบ , LED สีแดงจะถูกควบคุมโดยโฮสต์
- ขา tagSta (ขา1) แท็กตรวจจับสัญญาณ แนวตรวจจับภายในแท็กแสดงระดับต่ำ ภายนอกแท็กแสดงระดับสูง
- ขา Tx (ขา2) serial output port
- ขา Rx (ขา3) serial input port
- ขา VCC (ขา4) แหล่งจ่ายไฟ
- ขา GND (ขา5) กราวด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 RFID Reader/Write

3.2.5.2 บัตร Mifare

- ความถี่ที่ 13.56 MHz
- หน่วยความจำแบบ EEPROM Size 1,024 Byte (1K)
- ใช้ในอุณหภูมิที่ -20°C ถึง $+50^{\circ}\text{C}$



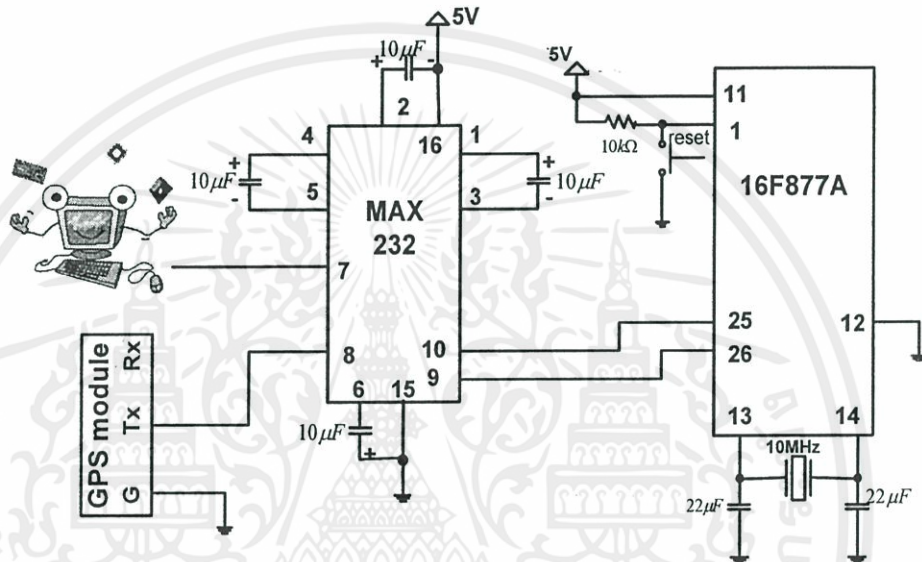
รูปที่ 3.14 บัตร RFID Mifare

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง

3.3.1 การทดสอบสัญญาณจากเครื่องรับสัญญาณ GPS

การทดสอบสัญญาณจากเครื่องรับสัญญาณ GPS ทำได้โดยการนำเครื่องรับสัญญาณ GPS มาต่อเข้ากับวงจรเชื่อมต่อสัญญาณมาตรฐานแบบ RS-232 ซึ่งจะใช้ไอซี MAX-232 ดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 วงจรนำสัญญาณจาก จีพีเอสโมดูลส่งออกไปยังไฮเปอร์เทอร์มินอล

ต่อวงจรดังรูปที่ 3.14 นำวงจรไปเชื่อมต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรมไฮเปอร์เทอร์มินอลในการแสดงผลค่าพิกัดของตำแหน่งจีพีเอสทำการกำหนดค่า บอร์ดเรตของไฮเปอร์เทอร์มินอลให้ตรงกับค่าบอร์ดเรตของจีพีเอส โมดูล ซึ่งมีขั้นตอนการกำหนดค่าในไฮเปอร์เทอร์มินอลคือ

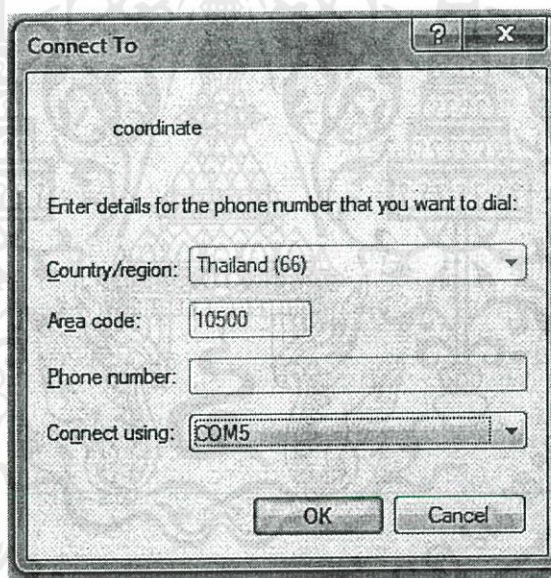
ขั้นตอนที่ 1 เปิดโปรแกรมไฮเปอร์เทอร์มินอล เมื่อปรากฏหน้าจอ ให้ใส่ชื่อ Connection เพื่อใช้ในการติดต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.16 หน้าต่าง new connection

ขั้นตอนที่ 2 เลือกพอร์ตที่ใช้ในการเชื่อมต่อ



รูปที่ 3.17 เลือกพอร์ตที่ใช้ในการติดต่อ

ขั้นตอนที่ 3 เมื่อปรากฏหน้าจอ ทำการกำหนดคุณสมบัติในการติดต่อรับส่งข้อมูลให้เลือก bit per second (Baud rate) เป็น 4,800 , Data bit เป็น 8 , Parity เป็น None , Stop bits เป็น “1” และ Flow control เป็น None จากนั้นกดปุ่ม OK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


```

$GPVTG,310.30,T,M,0.00,N,0.0,K,A=0C
$GPGGA,192054.000,1343.6286,N,10046.5354,E,1.03,2.5,7.6,M,-27.2,M,.0000*73
$GPRMC,192054.000,A,1343.6286,N,10046.5354,E,0.00,310.30,140313,.,,A=6B
$GPVTG,310.30,T,M,0.00,N,0.0,K,A=0C
$GPGGA,192055.000,1343.6283,N,10046.5353,E,1.04,2.1,7.9,M,-27.2,M,.0000*7C
$GPRMC,192055.000,A,1343.6283,N,10046.5353,E,0.00,310.30,140313,.,,A=68
$GPVTG,310.30,T,M,0.00,N,0.0,K,A=0C
$GPGGA,192056.000,1343.6274,N,10046.5367,E,1.04,2.1,9.9,M,-27.2,M,.0000*7E
$GP GSA,A,3,04,09,28,17,.,.,.,.,.,4.8,2.1,4.3*3B
$GPGSV,3,1,10,28,67,106,18,04,60,303,26,10,44,174,27,17,38,009,21*78
$GPGSV,3,2,10,09,36,254,17,02,35,255,17,08,18,176,.,20,14,046,.*74
$GPGSV,3,3,10,24,07,304,13,05,03,205,22*7D
$GPRMC,192056.000,A,1343.6274,N,10046.5367,E,0.00,310.30,140313,.,,A=64
$GPVTG,310.30,T,M,0.00,N,0.0,K,A=0C
$GPGGA,192057.000,1343.6268,N,10046.5355,E,1.04,2.1,11.3,M,-27.2,M,.0000*40
$GPRMC,192057.000,A,1343.6268,N,10046.5355,E,0.00,310.30,140313,.,,A=69
$GPVTG,310.30,T,M,0.00,N,0.0,K,A=0C
$GPGGA,192058.000,1343.6265,N,10046.5338,E,1.04,2.1,12.3,M,-27.2,M,.0000*4A
$GPRMC,192058.000,A,1343.6265,N,10046.5338,E,2.73,258.00,140313,.,,A=68
$GPVTG,258.00,T,M,2.73,N,5.1,K,A=00
$GPGGA,192059.000,1343.6259,N,10046.5322,E,1.04,2.1,14.1,M,-27.2,M,.0000*4B
$GPRMC,192059.000,A,1343.6259,N,10046.5322,E,5.01,255.74,140313,.,,A=61
$GPVTG,255.74,T,M,5.01,N,9.3,K,A=02

```

รูปที่ 4.2 \$GPRMC คือ ช่วงพิกัดที่เลือกนำมาใช้งาน โดยในตำแหน่งสาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ได้พิกัด 1343.6283,N และ 10046.5353,E

ทำการวัดพิกัดของสถานีที่รถประจำทางจอดรับผู้โดยสารทุกสถานี โดยใช้วิธีและขั้นตอนเหมือนกัน จะได้ตำแหน่ง ที่มีค่าพิกัดจีพีเอส และค่าที่แสดงชื่อของแต่ละสถานีผ่าน แอลซีดี แสดงได้ดังตารางที่ 4.1

ตาราง 4.1 ค่าที่พิกัดของสถานีและค่าที่แสดงออกทาง LCD ของตำแหน่งต่างๆ

ตำแหน่ง	ละติจูด (องศา)	ลองจิจูด (องศา)	ค่าที่แสดงออก LCD
ภาควิชาโทรคมนาคม	1343.5924	10046.6126	Telecom station
ภาควิชาโยธา	1343.6283	10046.5353	civil station
หน้าอาคารเรียนรวม E-12	1343.6316	10046.4209	E-12 station
อาคารเรียน HM	1344.5704	10047.4450	HM station

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ค่าความผิดพลาดของพิกัดจีพีเอส

ค่าความผิดพลาดของพิกัดที่ได้จาก จีพีเอส โมดูลเทียบกับ Google Map

4.1.2.1 พิกัดหน้าสาขาวิชาโทรคมนาคม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ

โดยพิกัดที่เก็บจาก จีพีเอส โมดูล ที่ใช้งานแสดงในรูปที่ 4.3 และตารางที่ 4.2 โดยทำการเก็บค่าพิกัด ทุกๆ 10 วินาที เปรียบเทียบกับค่าพิกัดจาก Google Map ดังแสดงในรูปที่ 4.4

```

$GPGGA,141458.000,1343.6429,N,10046.5870,E,1,03,2.5,2.4,M,-27.2,M,0.0000-7C
$GPRMC,141458.000,A,1343.6429,N,10046.5870,E,8.96,316.54,260313,0.0,A=61
$GPVTG,316.54,T,M,8.96,N,16.6,K,A=3E
$GPGGA,141459.000,1343.6430,N,10046.5868,E,1,03,2.5,2.6,M,-27.2,M,0.0000-7E
$GPRMC,141459.000,A,1343.6430,N,10046.5868,E,9.41,316.95,260313,0.0,A=67
$GPVTG,316.95,T,M,9.41,N,17.4,K,A=3B
$GPGGA,141500.000,1343.6444,N,10046.5854,E,6,00,50.0,2.6,M,-27.2,M,0.0000-49
$GPRMC,141500.000,1343.6444,N,10046.5854,E,6.00,50.0,2.6,M,-27.2,M,0.0000-06
$GPVTG,316.95,T,M,9.41,N,17.4,K,A=3B
$GPGGA,141501.000,1343.6459,N,10046.5840,E,6,00,50.0,2.6,M,-27.2,M,0.0000-41
$GPRMC,141501.000,V,1343.6459,N,10046.5840,E,7.26,316.95,260313,0.0,A=72
$GPVTG,316.95,T,M,7.26,N,13.4,K,A=3F
$GPGGA,141502.000,1343.6474,N,10046.5826,E,6,00,50.0,2.6,M,-27.2,M,0.0000-4D
$GPRMC,141502.000,V,1343.6474,N,10046.5826,E,7.26,316.95,260313,0.0,A=7E
$GPVTG,316.95,T,M,7.26,N,13.4,K,A=3F
$GPGGA,141503.000,1343.6427,N,10046.5873,E,1,03,2.5,2.6,M,-27.2,M,0.0000-7C
$GPRMC,141503.000,A,1343.6427,N,10046.5873,E,0.00,316.95,260313,0.0,A=69
$GPVTG,316.95,T,M,0.00,N,0.0,K,A=0S
    
```

รูปที่ 4.3 พิกัดที่หน้าสาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม จาก จีพีเอส โมดูล

เลือกเก็บพิกัด ละติจูด ลองจิจูด อาร์เอ็มซีจาก จีพีเอส โมดูลที่แสดงออกทาง ไฮเปอร์เทอร์มินอล ในการรับค่าจาก จีพีเอส โมดูล นั้น ค่าพิกัดที่ส่งมาจะเป็นพิกัดแบบ องศา ลิปดา แต่หากจะนำไปใช้ เราจำเป็นต้องแปลงพิกัดเป็นหน่วย องศา

ตัวอย่าง การคำนวณค่า เช่นละติจูด = 1343.6459 , ลองจิจูด = 10046.5854จะได้

ละติจูดในหน่วยเดซิมีอลเดกรี คือ $1343.6444 > 13 + (43.6459/60) = 13.7247316667$

ลองจิจูดในหน่วยเดซิมีอลเดกรี คือ $10046.5840 > 100 + (46.5840/60) = 100.7764$



เอกสารนี้เป็นเอกสาร รูปที่ 4.4พิกัดที่หน้าสาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม วัดได้จาก ดาวเทียม จีพีเอส โยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 พิกัดที่สถานีหน้าสาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

ละติจูด (องศา)	ลองจิจูด (องศา)	ละติจูด (องศา)	ลองจิจูด (องศา)	ละติจูด (องศา)	ลองจิจูด (องศา)
13.72721667	100.7764450	13.72732000	100.7765483	13.72729333	100.7765333
13.72720000	100.7764733	13.72720667	100.7765467	13.72723667	100.7765583
13.72722000	100.7765183	13.72721333	100.7765583	13.72725833	100.7765550
13.72723333	100.7765433	13.72720667	100.7765467	13.72729333	100.7765333
13.72722667	100.7765217	13.72722500	100.7765550	13.72721500	100.7764500
13.72723167	100.7765400	13.72720667	100.7765467	13.72731667	100.7765133
13.72722333	100.7765267	13.72721333	100.7765583	13.72738167	100.7764500
13.72723000	100.7765350	13.72723667	100.7765633	13.72740667	100.7764233
13.72733333	100.7765433	13.72724500	100.7765600	13.72743167	100.7764000
13.72725833	100.7765550	13.72724500	100.7765600	13.72745667	100.7763767
13.72722333	100.7765267	13.72724500	100.7765567	13.72737833	100.7764550
13.72722667	100.7765217	13.72734333	100.7765483	13.72734500	100.7764517
13.72723000	100.7765217	13.72721333	100.7765583	13.72732167	100.7764550
13.72722167	100.7765350	13.72724000	100.7765617	13.72739500	100.7764767
13.72723167	100.7765400	13.72723667	100.7765633	13.72737833	100.7764950
13.72737833	100.7764550	13.72724500	100.7765600	13.72727167	100.7765083
13.72724000	100.7765583	13.72724333	100.7765483	13.72726000	100.7765250
13.72737833	100.7764950	13.72723667	100.7765633	13.72724833	100.7765383
13.72724000	100.7765583	13.72732167	100.7764550	13.72735667	100.7765450
13.72723167	100.7765400	13.72737833	100.7764550	13.72721500	100.7765733
13.72722333	100.7765267	13.72745667	100.7763767	13.72733167	100.7765617
13.72723000	100.7765517	13.72727833	100.7764950	13.72721500	100.7765733
13.72722167	100.7765350	13.72734000	100.7765583	13.72731167	100.7765650
13.72723000	100.7765517	13.72733000	100.7765517	13.72739667	100.7765650
13.72725833	100.7765550	13.72720667	100.7765467	13.72723667	100.7765583

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 พิกัดที่สถานีหน้าสาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม (ต่อ)

ละติจูด (องศา)	ลองจิจูด (องศา)	ละติจูด (องศา)	ลองจิจูด (องศา)	ละติจูด (องศา)	ลองจิจูด (องศา)
13.72720667	100.7765467	13.72711333	100.7763950	13.72730333	100.7764017
13.72730000	100.7764733	13.72721167	100.7763967	13.72730333	100.7764000
13.72711500	100.7763933	13.72711000	100.7763983	13.72710500	100.7764000
13.72722500	100.7763850	13.72732667	100.7763767	13.72732500	100.7763633
13.72733167	100.7763767	13.72712667	100.7763767	13.72720667	100.7765467
13.72733000	100.7763767	13.72738667	100.7763733	13.72731667	100.7765133
13.72739500	100.7764767	13.72725833	100.7765550	13.72710333	100.7764317
13.72727833	100.7764950	13.72732167	100.7765350	13.72731833	100.7763900
13.72712000	100.7763900				

เฉลี่ยพิกัด จะได้ ละติจูด = 13.7273356, ลองจิจูด = 100.7765002

คำนวณระยะทางการคลาดเคลื่อน จากสูตร

$$s = (\sqrt{A^2 + B^2}) \times R \quad (4.1)$$

$$A = 13.7273356 - 13.7274 = 6.44 \times 10^{-5}$$

$$B = 100.7765002 - 100.7765 = 9.60 \times 10^{-6}$$

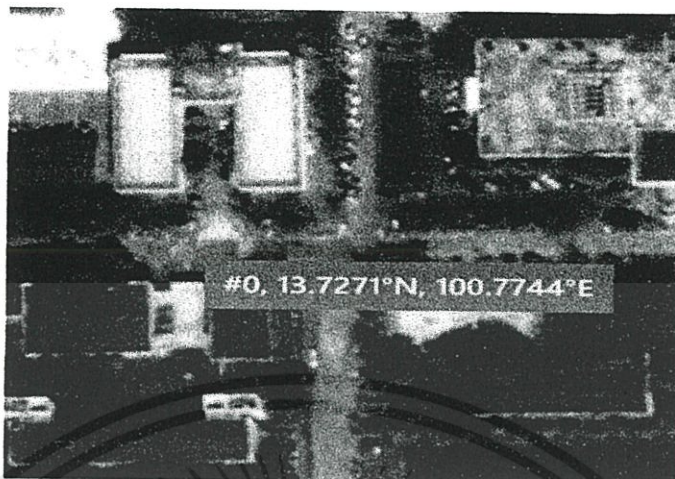
$$R = 6366.7 \text{ km.}$$

$$s = (\sqrt{(6.44 \times 10^{-5})^2 + (9.60 \times 10^{-6})^2}) \times 6366.7 = 0.4145460015 \text{ km.}$$

4.1.2.2 พิกัดหน้าสาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า

ฯ โดยพิกัดที่เก็บจาก จีพีเอส โมดูล แสดงดังตารางที่ 4.3 โดยทำการเก็บค่าพิกัดทุกๆ 10 วินาที เปรียบเทียบกับค่าพิกัดจาก Google Map ดังแสดงในรูปที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 พิกัดที่หน้าสาขาวิชาวิศวกรรมโยธา วัดได้จาก ดาวเทียม จีพีเอส

ตารางที่ 4.3 พิกัดที่สถานีหน้าสาขาวิชาวิศวกรรมโยธา

ละติจูด	ลองจิจูด	ละติจูด	ลองจิจูด	ละติจูด	ลองจิจูด
13.72707333	100.774388	13.727103	100.77440	13.727132	100.774380
13.72707833	100.774383	13.727103	100.77439	13.727130	100.774380
13.72707667	100.774380	13.727103	100.77439	13.727128	100.774380
13.72707000	100.774370	13.727103	100.77439	13.727127	100.774380
13.72705500	100.774363	13.727103	100.77439	13.727127	100.774380
13.72704833	100.774370	13.727103	100.77439	13.727128	100.774378
13.72720167	100.776185	13.727103	100.77439	13.727128	100.774377
13.72707667	100.774380	13.727103	100.77439	13.727130	100.774375
13.72705500	100.774363	13.727103	100.77438	13.727130	100.774375
13.72704833	100.774370	13.727105	100.77438	13.727132	100.774373
13.72705000	100.774375	13.727098	100.77437	13.727133	100.774373
13.72705167	100.774383	13.727092	100.77441	13.727133	100.774373
13.72704833	100.774383	13.727088	100.77452	13.727133	100.774372
13.72704667	100.774383	13.727077	100.77445	13.727133	100.774372

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 พิกัดที่สถานีหน้าสาขาวิชาวิศวกรรมโยธา (ต่อ)

13.72704500	100.774383	13.727055	100.77436	13.727133	100.774372
13.72705667	100.774392	13.727052	100.77438	13.727133	100.774370
13.72705167	100.774383	13.727045	100.77438	13.727133	100.774372
13.72707667	100.774447	13.727100	100.77447	13.727133	100.774370
13.72708833	100.774522	13.727077	100.77445	13.727133	100.774370
13.72708667	100.774503	13.727107	100.77443	13.727133	100.774370
13.72710000	100.774473	13.727105	100.77442	13.727133	100.774370
13.72710000	100.774473	13.727103	100.77441	13.727133	100.774368
13.72710500	100.774448	13.727098	100.77437	13.727133	100.774368
13.72709500	100.774440	13.727092	100.77441	13.727133	100.774368
13.72710667	100.774427	13.727088	100.77452	13.727133	100.774368
13.72710500	100.774417	13.727147	100.77439	13.727132	100.774367
13.72710333	100.774407	13.727145	100.77438	13.727132	100.774367
13.72710333	100.774407	13.727143	100.77438	13.727132	100.774367
13.72710333	100.774402	13.727143	100.77438	13.727133	100.774378
13.72710167	100.774400	13.727135	100.77438	13.727132	100.774367
13.72713167	100.774367	13.727130	100.77437	13.727130	100.774365
13.72713167	100.774365	13.727130	100.77437	13.727130	100.774365
13.72713000	100.774365	13.727130	100.77437	13.727132	100.774367
13.72713167	100.774367				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฉลี่ยพิกัด จะได้ ละติจูด = 13.72710692 , ลองจิจูด = 100.7744096
 คำนวณระยะทางการคลาดเคลื่อน จากสูตร

$$s = (\sqrt{A^2 + B^2}) \times R$$

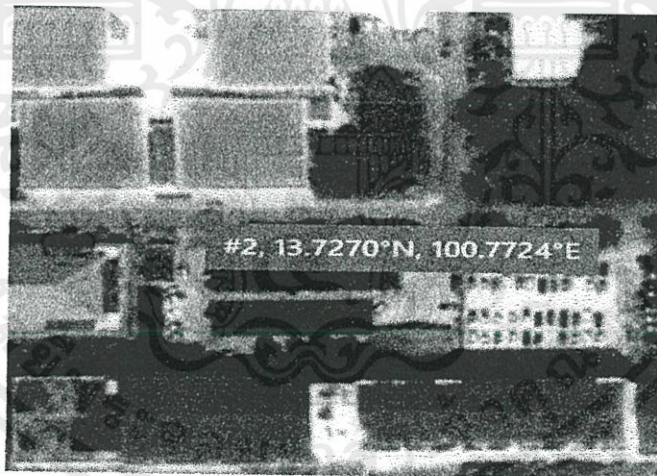
$$A = 13.72710692 - 13.7271 = 6.92 \times 10^{-6}$$

$$B = 100.7744096 - 100.7744 = 9.60 \times 10^{-6}$$

$$R = 6366.7 \text{ km.}$$

$$s = (\sqrt{(6.92 \times 10^{-6})^2 + (9.6 \times 10^{-6})^2}) \times 6366.7 = 0.0753443 \text{ km.}$$

4.1.2.3 พิกัดหน้าอาคารเรียนรวม E-12 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ
 โดยพิกัดที่เก็บจาก จีพีเอส โมดูล แสดงดังตารางที่ 4.4 โดยทำการเก็บค่าพิกัดทุกๆ 10 วินาที
 เปรียบเทียบกับค่าพิกัดจาก Google Map ดังแสดงในรูปที่ 4.6



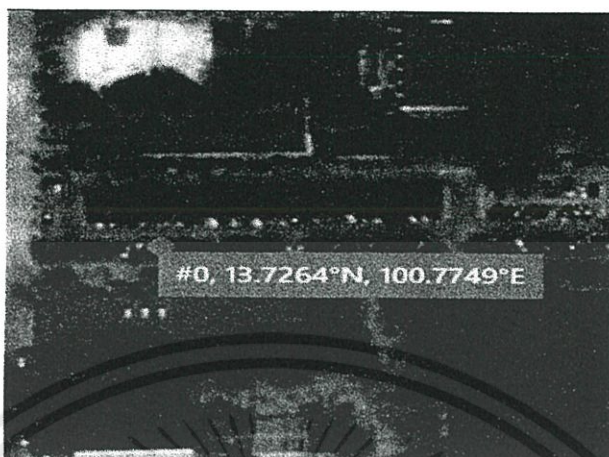
รูปที่ 4.6 พิกัดที่หน้าอาคารเรียนรวม E-12 วัดได้จาก ดาวเทียม จีพีเอส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 พิกัดที่สถานีหน้าอาคารเรียนรวม E - 12

ละติจูด (องศา)	ลองจิจูด (องศา)	ละติจูด (องศา)	ลองจิจูด (องศา)	ละติจูด (องศา)	ลองจิจูด (องศา)
13.72706500	100.7723800	13.7270600	100.7723567	13.72694500	100.7723900
13.72702667	100.7724333	13.7270583	100.7723550	13.72694000	100.7723867
13.72704333	100.7724150	13.7270583	100.7723550	13.72693667	100.7723850
13.72704833	100.7724067	13.7270583	100.7723550	13.72693833	100.7723817
13.72706333	100.7724033	13.7270450	100.7723550	13.72694167	100.7723800
13.72704667	100.7724117	13.7270450	100.7723550	13.72694833	100.7723800
13.72704500	100.7724067	13.7270450	100.7723533	13.72695500	100.7723800
13.72704000	100.7723883	13.7270450	100.7723500	13.72696167	100.7723817
13.72703667	100.7723750	13.7270450	100.7723500	13.72696667	100.7723817
13.72703667	100.7723750	13.7270483	100.7723500	13.72697167	100.7723833
13.72703000	100.7723417	13.7270517	100.7723467	13.72697500	100.7723850
13.72702500	100.7723200	13.7270533	100.7723467	13.72704833	100.7724267
13.72701833	100.7722883	13.7270567	100.7723450	13.72705000	100.7724267
13.72712333	100.7723467	13.7270583	100.7723450	13.72705500	100.7724283
13.72709167	100.7723183	13.7270583	100.7723450	13.72705667	100.7724283
13.72714167	100.7722733	13.7269650	100.7723867	13.72705500	100.7723967
13.72715000	100.7722850	13.7269600	100.7723900	13.72700333	100.7723983
13.72711667	100.7723017	13.7269600	100.7723933	13.72700500	100.7724000
13.72710167	100.7723083	13.7269683	100.7723967	13.72701000	100.7724033
13.72710167	100.7723083	13.7269717	100.7724000	13.72701333	100.7724033
13.72708000	100.7723300	13.7269750	100.7724000	13.72701167	100.7724033
13.72708000	100.7723300	13.7269750	100.7724017	13.72701000	100.7724117
13.72707833	100.7723317	13.7269683	100.7724000	13.72700667	100.7724067
13.72707667	100.7723433	13.7269650	100.7724000	13.72701667	100.7724167
13.72708667	100.7723417	13.7269617	100.7723983	13.72702167	100.7724183

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำข้อมูลไปเผยแพร่หรือใช้ซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 พิกัดที่หน้าอาคารเรียน HM วัดได้จาก ดาวเทียม จีพีเอส

ตารางที่ 4.5 พิกัดที่สถานีหน้าอาคารเรียนรวม HM

ละติจูด (องศา)	ลองจิจูด (องศา)	ละติจูด (องศา)	ลองจิจูด (องศา)	ละติจูด (องศา)	ลองจิจูด (องศา)
13.72632833	100.7755383	13.7265517	100.7752067	13.7264117	100.7754650
13.72636667	100.7755100	13.7265483	100.7752050	13.7263717	100.7753633
13.72638667	100.7754917	13.7265417	100.7752100	13.7263783	100.7753517
13.72639833	100.7754817	13.7265367	100.7752100	13.7263817	100.7753450
13.72640667	100.7754750	13.7265267	100.7752167	13.7263800	100.7753450
13.72641167	100.7754650	13.7265183	100.7752217	13.7263833	100.7753417
13.72641833	100.7754567	13.7265083	100.7752300	13.7263850	100.7753383
13.72642500	100.7754567	13.7265083	100.7752300	13.7263867	100.7753367
13.72643333	100.7754500	13.7265000	100.7752367	13.7263883	100.7753350
13.72643833	100.7754383	13.7264917	100.7752433	13.7263917	100.7753300
13.72644333	100.7754233	13.7264700	100.7752633	13.7263933	100.7753267
13.72644500	100.7754200	13.7264633	100.7752683	13.7263983	100.7753217
13.72644500	100.7754167	13.7264700	100.7752617	13.7263933	100.7753267
13.72644667	100.7754133	13.7264700	100.7752617	13.725983	100.7753217

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยเท่านั้น ไม่สามารถนำข้อมูลไปใช้ในการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 พิกัดที่สถานีหน้าอาคารเรียนรวม HM (ต่อ)

ละติจูด (องศา)	ลองจิจูด (องศา)	ละติจูด (องศา)	ลองจิจูด (องศา)	ละติจูด (องศา)	ลองจิจูด (องศา)
13.72644667	100.7753967	13.7263867	100.7754917	13.724983	100.7753217
13.72646500	100.7753417	13.7264333	100.7754500	13.7245133	100.7753067
13.72648667	100.7753017	13.7264333	100.7754500	13.7244100	100.7753117
13.72648667	100.7753017	13.7264650	100.7753417	13.7255133	100.7753067
13.72447833	100.7752883	13.7264700	100.7752833	13.7244117	100.7748067
13.72477000	100.7752833	13.7249450	100.7752383	13.7244167	100.7749983
13.72489667	100.7752717	13.7247267	100.7747167	13.7245167	100.7747983
13.72472167	100.7752617	13.7245083	100.7748300	13.7245183	100.7748983
13.72484500	100.7752467	13.7244917	100.7748433	13.7245167	100.7753000
13.72474500	100.7752467	13.7249783	100.7747883	13.7264183	100.7746983
13.72476000	100.7752217	13.7248700	100.7749833	13.7264217	100.7749967
13.72465167	100.7752067	13.7244650	100.7746417	13.7264217	100.7748967
13.72474833	100.7752067	13.7249433	100.7748233	13.7264183	100.7749983
13.72454500	100.7752383	13.7248333	100.7747500	13.7264183	100.7747000
13.72456000	100.7752217	13.7247250	100.7749567	13.7264150	100.7749033
13.72455500	100.7752100	13.7246167	100.7747017	13.7264183	100.7748000
13.72644667	100.7753967	13.7263867	100.7754917	13.724983	100.7753217
13.7248500	100.7753050	13.7264050	100.7743183	13.7243983	100.7748317
13.7246333	100.7753050	13.7264017	100.7746250	13.7245950	100.7748367
13.7247000	100.7753483	13.7263767	100.7748583	13.7247667	100.7747667
13.7235833	100.7753750				

เฉลี่ยพิกัด จะได้ ละติจูด = 13.7264456, ลองจิจูด = 100.774825

คำนวณระยะทางการคลาดเคลื่อน จากสูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$s = (\sqrt{A^2 + B^2}) \times R$$

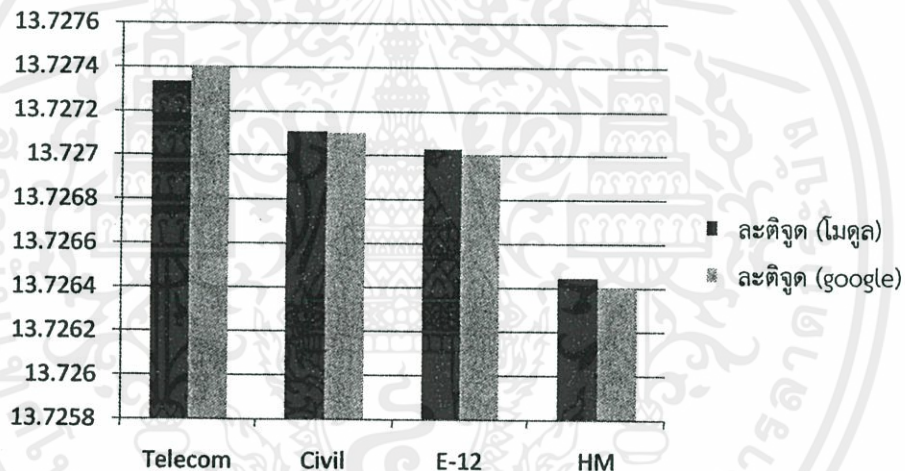
$$A = 13.7264456 - 13.7264 = 4.56 \times 10^{-5}$$

$$B = 100.774825 - 100.7749 = 7.5 \times 10^{-5}$$

$$R = 6366.7 \text{ km.}$$

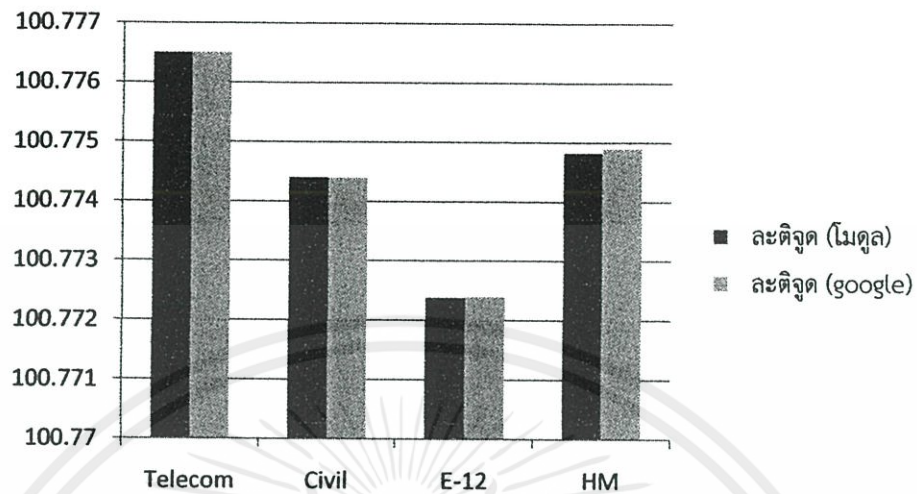
$$s = (\sqrt{(4.56 \times 10^{-5})^2 + (7.5 \times 10^{-5})^2}) \times 6366.7 = 0.5588 \text{ km}$$

กราฟแท่งสรุปการเปรียบเทียบพิกัดระหว่างจีพีเอส โมดูล และ ดาวเทียม จีพีเอสใน google map ทั้ง 4 สถานี ดังแสดงในรูปที่ 4.8 และแสดงในรูปที่ 4.9



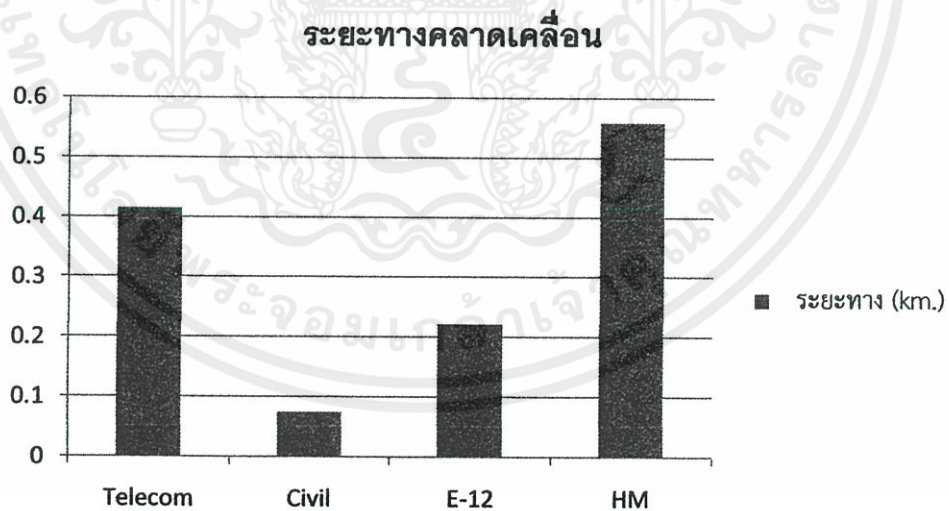
รูปที่ 4.8 พิกัดละติจูดเปรียบเทียบระหว่าง จีพีเอส โมดูล และ ดาวเทียม จีพีเอสทั้ง 4 สถานี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 พิกัดจุดเปรียบเทียบระหว่าง จีพีเอส โมดูล และ ดาวเทียม จีพีเอสทั้ง 4 สถานี

กราฟแท่งแสดงการเปรียบเทียบระยะทางคลาดเคลื่อนในแต่ละสถานีทั้ง 4 สถานี ดังแสดงในรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 ระยะทางที่คลาดเคลื่อนทั้ง 4 สถานี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

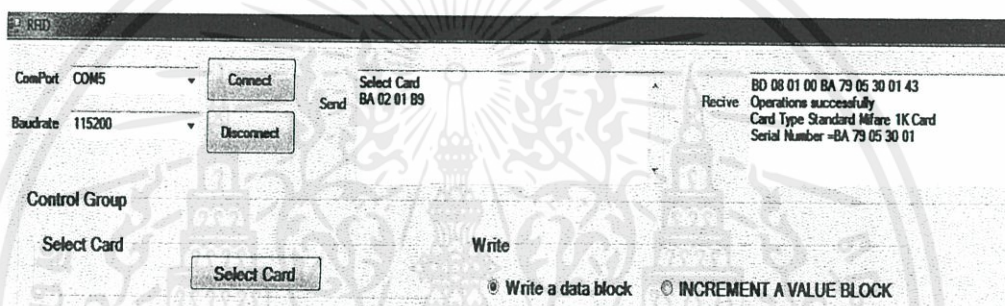
การกำหนดอัตราค่าโดยสาร จากระยะทางระหว่างสถานี ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 อัตราค่าโดยสารของรถโดยสารประจำทาง

Telecom Station

5	Civil Station		
7	5	E-12 Station	
12	7	5	HM Station

4.2 การอ่านข้อมูลจากแท็ก



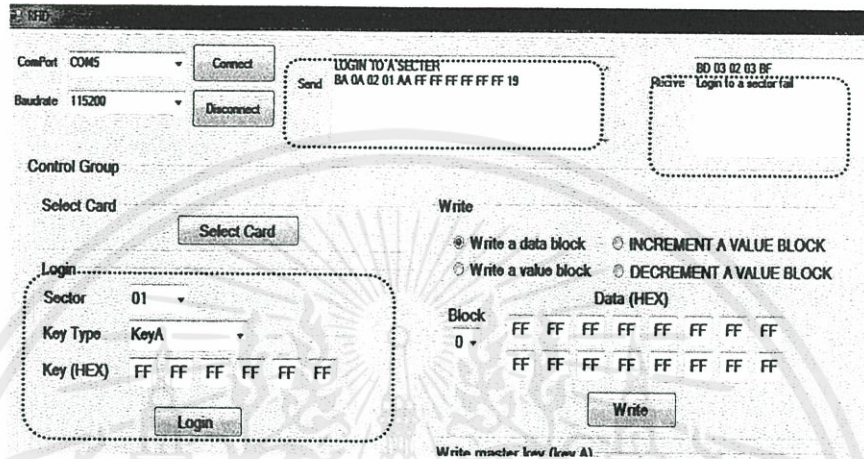
รูปที่ 4.11 select card เพื่อระบุการเลือกการ์ด



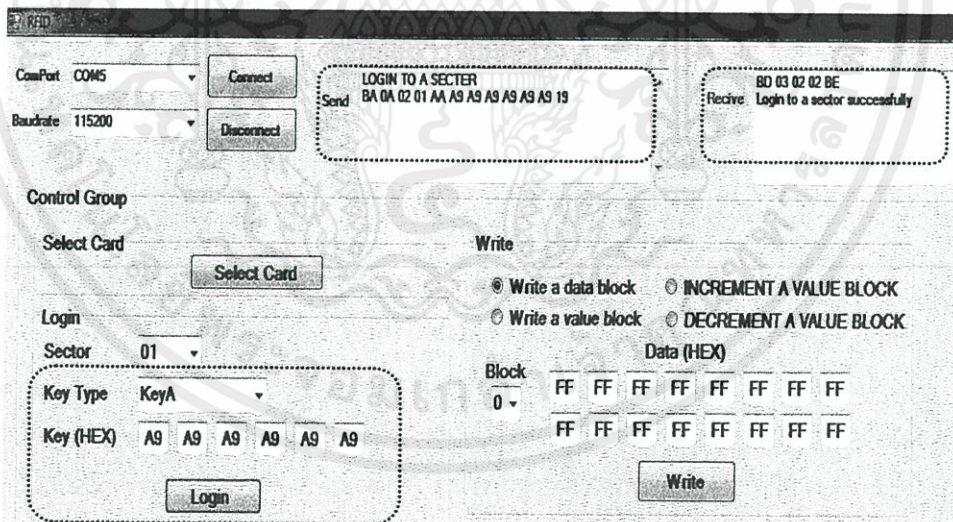
รูปที่ 4.12 สัญญาณคำสั่ง select card ที่ส่งออกจากคอมพิวเตอร์เพื่อให้ตัวอ่าน – เขียน ระบุประเภท และความจุของการ์ด RFID

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนด login เพื่อเข้าไปเปลี่ยนแปลงค่าภายในบัตร ทั้งเขียน และอ่าน tag ต้องทำการ login ให้ถูกต้องก่อน ดังแสดงในรูปที่ 4.15 ถ้า login ไม่ถูกต้องดังแสดงในรูปที่ 4.14 จะทำการเปลี่ยนแปลงข้อมูลภายใน tag ไม่ได้



รูปที่ 4.13 การ login ผิดพลาด

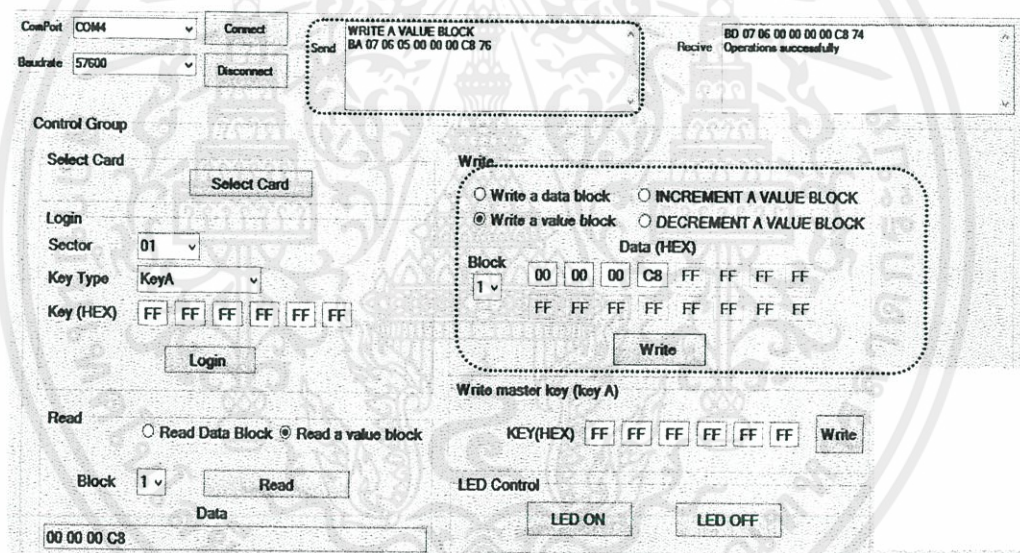


รูปที่ 4.14 login สำเร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การอ่านสัญญาณเมื่อเขียนข้อมูล คอมพิวเตอร์จะส่งคำสั่งไปยัง RFID คือ BA070605000000C876 ดังแสดงในภาพที่ 4.14 โดยสัญญาณที่ส่งออกมาจะมี startbit เป็น 0 ในแต่ละไบต์ จะมี อักขระขั้นระหว่างข้อมูล (delimiter)ในแต่ละไบต์ที่ทำการส่งนั้นจะเป็นการส่งแบบ บิตที่มีนัยบิตสำคัญต่ำสุด (Least Significant : LSB)โดยสัญญาณที่ออกมา ยกตัวอย่าง คือ 0/0101 1101 1/0111 0000 1/0110 0000 1/0101 0000 1/0000 0000 1/0000 0000 1/...

สัญญาณที่แสดงออกมาจะแสดงในรูปที่ 4.17โดย 0 ตัวแรกเป็น start bit เป็นการส่งสัญญาณแบบ เลขฐาน 2 นำมาเทียบให้เป็นเลขฐาน 16 โดย 1 ไบต์จะมีการส่ง 8 ค่ามีค่าเป็น A และ B ตามลำดับ โดยเป็นการส่งแบบ บิตที่มีนัยสำคัญต่ำสุด มีอักขระที่ขั้นระหว่างข้อมูลคือ 1 การส่ง 8 ค่าต่อมา มีค่าเป็น 7 และ 0 โดย สัญญาณที่ส่งออกมาทั้งหมด คือ AB7060500000008C67 จะเป็นสัญญาณเดียวกับที่ส่งออกมาจากคอมพิวเตอร์ คือ BA070605000000C876 ดังแสดงในรูปที่ 4.15



รูปที่ 4.15 เขียนข้อมูลลง tag RFID

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

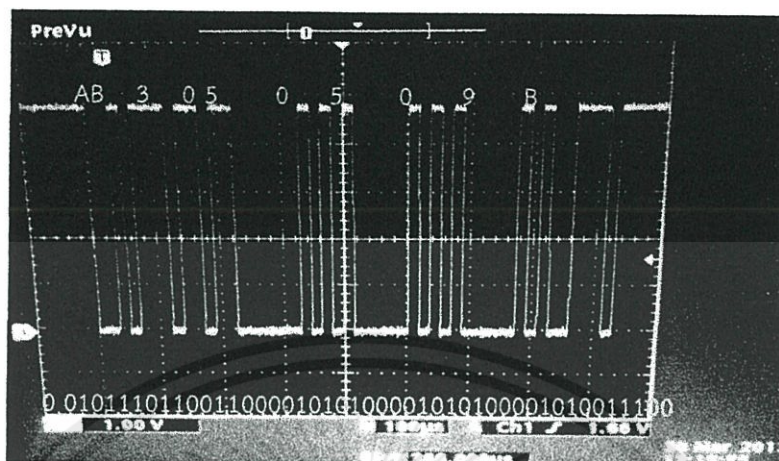


รูปที่ 4.16 สัญญาณที่ได้เมื่อเขียนข้อมูลลง tag RFID

การอ่านบัตร RFID จะทำการส่งคำสั่งอ่านบัตร RFID BA 03 05 05 B9 ดังแสดงในรูปที่ 4.16 มีสัญญาณที่ส่งออกมาคือ AB 30 30 30 9B ดังแสดงในรูปที่ 4.17 โดยมีหลักการอ่านสัญญาณเหมือนกับการเขียนข้อมูล

รูปที่ 4.17 อ่านข้อมูลใน tag RFID

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

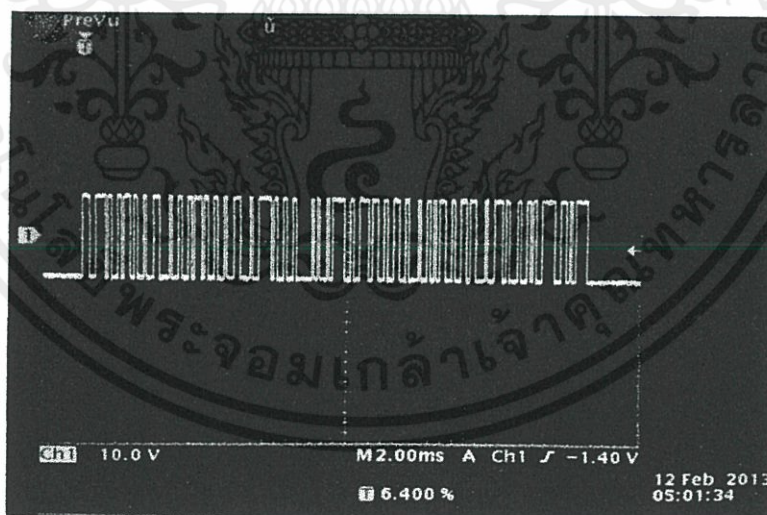


รูปที่ 4.18 สัญญาณที่ได้เมื่ออ่านข้อมูลใน tag RFID

4.3 ผลการทดลอง

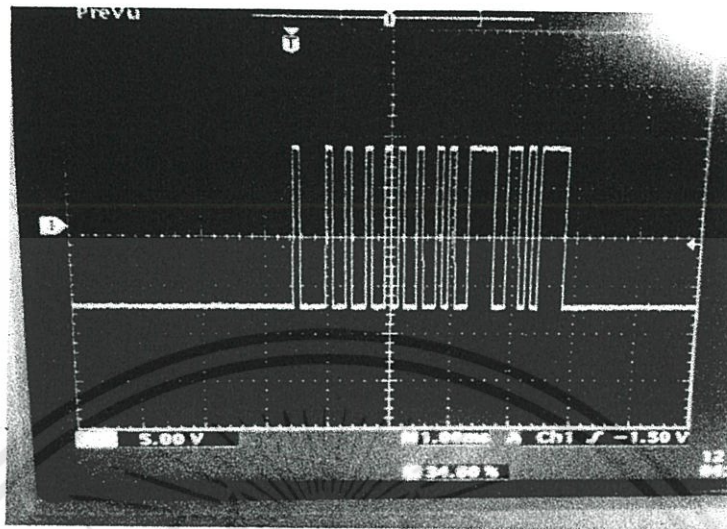
4.3.1 สัญญาณเสียงที่ส่งออกจาก mp3 module

ไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งสัญญาณให้กับ เอ็มพีสามโมดูล มีสัญญาณดังแสดงในรูปที่ 4.18 และเอ็มพีสาม โมดูลจะส่งสัญญาณตอบกลับมา มีสัญญาณดังแสดงในรูปที่ 4.19



รูปที่ 4.19 สัญญาณ 07A63031303031 ส่งสัญญาณเรียกไฟล์เสียงให้แสดงออกทางวงจรรขยายเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.20 สัญญาณที่ เอ็มพีสาม โมดูล ตอบรับกลับมา เมื่อมีการส่งสัญญาณสำเร็จ

4.3.2 การแสดงสถานีและชำระอัตราค่าโดยสาร

ทดลองการใช้งานเริ่มต้นที่สถานีอาคารเรียนรวม 12 ชั้น (ก่อนถึงสถานี จะมีเสียงจาก วงจรขยายเสียงแจ้งเตือนชื่อสถานีก่อนถึงสถานี)เมื่อผู้โดยสารทาบบัตร ระบบแสดงสถานะ E12 station และเงินที่มีภายในบัตรคือ 186 บาทผ่านจอ LCD ดังแสดงในรูปที่ 4.20



รูปที่ 4.21 เมื่อผู้โดยสารทาบแท็ก RFID ที่สถานีต้นทาง

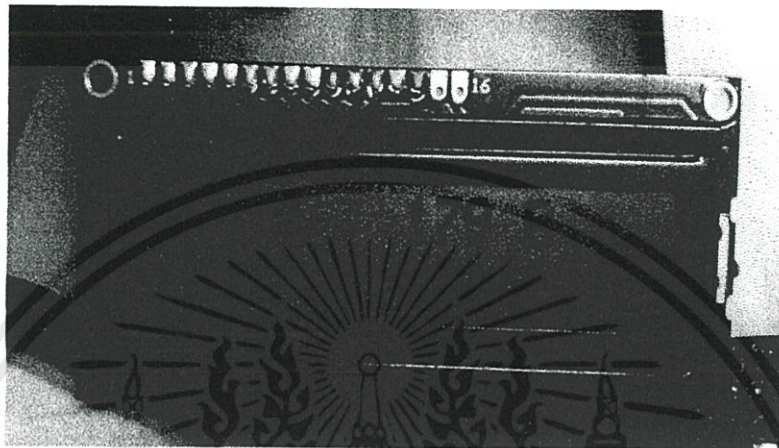
เมื่อถึงสถานีปลายทางตึกโทรคมนาคม ผู้โดยสารทาบบัตรอีกครั้งก่อนลงจากรถ

โดยสาร ระบบจะหักเงินจากบัตร และแสดงเงินคงเหลือภายในบัตรผ่านหน้าจอ LCD พร้อมทั้ง

เอกสารนี้เป็นแสดงสถานีที่ผู้โดยสารลงจากรถโดยสาร โดยจากสถานีอาคารเรียนรวม ให้หน้า 12 ชั้นถึงสถานีตึก

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โทรคมนาคมผู้โดยสารต้องชำระเงิน 7 บาท ระบบจะแสดงค่าคงเหลือภายในบัตรคือ 179 บาทดัง
แสดงในรูปที่ 4.21



รูปที่ 4.22 จำนวนเงินที่คงเหลือภายในบัตร และ สถานีปลายทางที่ผู้โดยสารลงจากรถโดยสาร
กรณีที่เงินในบัตรไม่เพียงพอต่อการชำระเงินในแต่ละสถานี จะมีการแสดงสถานะผ่าน
หน้าจอ LCD เพื่อเตือนให้ผู้โดยสารเติมเงินค่าโดยสารดังแสดงในรูปที่ 4.22



รูปที่ 4.23 เตือนผู้โดยสาร กรณีที่จำนวนบัตรเหลือน้อยไม่เพียงพอต่อค่าโดยสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

ระบบต้อนรับอัตโนมัติบนรถโดยสารที่สร้างขึ้นนั้นสามารถเก็บพิกัดค่าของสัญญาณจีพีเอสในแต่ละสถานี และ ไมโครคอนโทรลเลอร์จะควบคุมการเลือกพิกัด มีการส่งสัญญาณไปยังวงจรถ่ายสัญญาณ เพื่อแจ้งเตือนเมื่อถึงสถานี จากนั้นทำการเชื่อมวงจรเข้ากับ RFID เพื่อหักค่าโดยสาร

5.2 ข้อเสนอแนะ

การเก็บพิกัดจีพีเอส สัญญาณจากจีพีเอส จะมีการเปลี่ยนแปลง ณ ตำแหน่งที่ใกล้เคียงกัน ทำให้เวลาที่เราจะเก็บพิกัด ระยะทางจริงเราจะต้องทำการประมาณค่า เพื่อให้เกิดความถูกต้องในการเคลื่อนของรถโดยสารก่อนถึงสถานี

5.3 ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ได้ศึกษาเรียนรู้และมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้นเกี่ยวกับการทำงานของ GPS module และสามารถนำ GPS module มาประยุกต์ใช้งานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้
2. ได้รู้หลักการการทำงานของวงจรถ่ายสัญญาณและ คุณสมบัติของอุปกรณ์ที่นำมาใช้
3. ได้รับความรู้เกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมในการควบคุมและการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) ซึ่งในโครงการได้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมการทำงานของ GPS module การแสดงผลของบอร์ดแสดงสถานะ และ MP3 Module
4. ได้ศึกษาหลักการการทำงานของ MP3 Module และ วงจร Audio amplifier
5. ได้ศึกษาหลักการการทำงานของระบบ RFID
6. เพื่อบอกเส้นทางการเดินทางของรถประจำทางเพื่อความสะดวกแก่ผู้โดยสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โค้ด GPS และ MP3

```
#include <18F458.h>
#include <string.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

#FUSES NOWDT //No Watch Dog Timer
#FUSES HS //High speed Osc (> 4mhz)
#FUSES NOPUT //No Power Up Timer
#FUSES PROTECT //Code protected from reads
#FUSES NOBROWNOUT //No brownout reset
#FUSES NOLVP //No low voltage prgming, B3(PIC16) or B5(PIC18) used for
I/O
#FUSES NOCPD //No EE protection
#FUSES NOWRT //Program memory not write protected
#FUSES NODEBUG //No Debug mode for ICD

#use delay(clock=10000000)
#use rs232(baud=9600,xmit=PIN_C2,rcv=PIN_C1,stream=MP3,errors)
#use rs232(baud=4800,xmit=PIN_C6,rcv=PIN_C7,stream=GPS,errors)
#use rs232(baud=9600, xmit=PIN_C3,rcv=PIN_C4,STREAM=TRFID,ERRORS)

unsigned char comm[]={0x07,0xa6,0x30,0x31,0x32,0x33,0x34,0x35};
unsigned char d,gpss[26];
unsigned int i,j;
//#include <lcd.c>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

void main (void)
{
    //lcd_init();
    while(true)
    {

        // lcd_gotoxy(1,1);
        // lcd_putc("\fHello_GPS");
        LOOP:
        d=fgetc(GPS);
        if(d!='$'){goto LOOP;}
        d=fgetc(GPS);
        if(d!='G'){goto LOOP;}
        d=fgetc(GPS);
        if(d!='P'){goto LOOP;}
        d=fgetc(GPS);
        if(d!='R'){goto LOOP;}
        d=fgetc(GPS);
        if(d!='M'){goto LOOP;}
        d=fgetc(GPS);
        if(d!='C'){goto LOOP;}
        // lcd_putc("\fReceive");
        //delay_ms(500);
        for(i=0;i<=11;i++){
            d=fgetc(GPS);

            // lcd_putc("\fPass1");
            /* for(i=0;i<=25;i++)
            {
                gpss[i]=fgetc(GPS);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

}*/
gpss[0]=fgetc(GPS);
gpss[1]=fgetc(GPS);
gpss[2]=fgetc(GPS);
gpss[3]=fgetc(GPS);
gpss[4]=fgetc(GPS);
gpss[5]=fgetc(GPS);
gpss[6]=fgetc(GPS);
gpss[7]=fgetc(GPS);
gpss[8]=fgetc(GPS);
gpss[9]=fgetc(GPS);
gpss[10]=fgetc(GPS);
gpss[11]=fgetc(GPS);
gpss[12]=fgetc(GPS);
gpss[15]=fgetc(GPS);
gpss[14]=fgetc(GPS);
gpss[15]=fgetc(GPS);
gpss[16]=fgetc(GPS);
gpss[17]=fgetc(GPS);
gpss[18]=fgetc(GPS);
gpss[19]=fgetc(GPS);
gpss[20]=fgetc(GPS);
gpss[21]=fgetc(GPS);
gpss[22]=fgetc(GPS);
gpss[23]=fgetc(GPS);
gpss[24]=fgetc(GPS);
gpss[25]=fgetc(GPS);
//lcd_putc("\fPass2");
delay_ms(500);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆก็ตาม ผู้ใช้ต้องรับผิดชอบการใช้งานเอกสารฉบับนี้ด้วยตนเอง ไม่สามารถฟ้องร้องผู้จัดทำเอกสารฉบับนี้ได้

```
if(gpss[0]== 'A' && gpss[4]== '4' && gpss[5]== '3' && gpss[7]== '6' && gpss[17]== '4' && gp
```

```
ss[18]=='6'&&((gpss[20]=='6'&&(gpss[21]=='1'||gpss[21]=='0'))||(gpss[20]=='5'&&(gpss[21]=='8'||gpss[21]=='9'))))
```

```
{ //Telecom
  // lcd_gotoxy(1,1);
  // lcd_putc("\fTelecom Station");
  //ST1=0x0A;
  fputc(comm[0],MP3);
  fputc(comm[1],MP3);
  fputc(comm[2],MP3);
  fputc(comm[5],MP3);
  fputc(comm[2],MP3);
  fputc(comm[2],MP3);
  fputc(comm[3],MP3);
  delay_ms(3000);
  fputc(comm[0],MP3);
  fputc(comm[1],MP3);
  fputc(comm[2],MP3);
  fputc(comm[5],MP3);
  fputc(comm[2],MP3);
  fputc(comm[2],MP3);
  fputc(comm[3],MP3);
  delay_ms(3000);
  for(i=0;i<=120;i++)
  {
    fputc(0x0A,TRFID);
    delay_ms(200);
  }
  // fputc(0x0A,TRFID);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ if(gpss[0]=='A'&&gpss[4]=='4'&&gpss[5]=='3'&&gpss[7]=='6'&&(gpss[8]>='2'&&gpss[8]<='9'))

```
ss[8]<='4')&&gps[17]=='4'&&gps[18]=='6'&&((gps[20]=='5'&&gps[21]>='0'&&gps[21]<='4'))||(gps[20]=='4'&&gps[21]>='6'&&gps[21]<='9'))))
```

```
{ //Civil
  // lcd_gotoxy(1,1);
  // lcd_putc("\fCivil Station");
  // ST1=0x0B;
  fputc(comm[0],MP3);
  fputc(comm[1],MP3);
  fputc(comm[2],MP3);
  fputc(comm[5],MP3);
  fputc(comm[2],MP3);
  fputc(comm[2],MP3);
  fputc(comm[4],MP3);
  delay_ms(3000);
  fputc(comm[0],MP3);
  fputc(comm[1],MP3);
  fputc(comm[2],MP3);
  fputc(comm[5],MP3);
  fputc(comm[2],MP3);
  fputc(comm[2],MP3);
  fputc(comm[4],MP3);
  delay_ms(3000);
  for(i=0;i<=80;i++)
  {
    fputc(0x0B,TRFID);
    delay_ms(200);
  }
  // fputc(0x0B,TRFID);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด if(gps[0]=='A'&&gps[4]=='4'&&gps[5]=='3'&&gps[7]=='6'&&(gps[8]>='1'&&gp

```
ss[8]<='3')&&gps[17]=='4'&&gps[18]=='6'&&(gps[20]=='4'&&((gps[21]>='0'&&gps[21]<='3'))|(gps[20]=='3'&&(gps[21]>='4'&&gps[21]<='9'))))
```

```
{ //E12
// lcd_gotoxy(1,1);
//lcd_putc("\fE12 Station");
//ST1=0x0C;
fputc(comm[0],MP3);
fputc(comm[1],MP3);
fputc(comm[2],MP3);
fputc(comm[5],MP3);
fputc(comm[2],MP3);
fputc(comm[2],MP3);
fputc(comm[5],MP3);
delay_ms(3000);
fputc(comm[0],MP3);
fputc(comm[1],MP3);
fputc(comm[2],MP3);
fputc(comm[5],MP3);
fputc(comm[2],MP3);
fputc(comm[2],MP3);
fputc(comm[5],MP3);
delay_ms(3000);
for(i=0;i<=120;i++)
{
fputc(0x0C,TRFID);
delay_ms(200);
}
// fputc(0x0C,TRFID);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณี if(gps[0]=='A'&&gps[4]=='4'&&gps[5]=='3'&&gps[7]=='5'&&gps[8]>='6'&&gp

```
ss[8]<='9')&&gpss[17]== '4'&&gpss[18]== '6'&&((gpss[20]== '4'&&(gpss[21]>='0'&&gpss[21]<='5'))||((gpss[20]== '5'&&(gpss[21]>='0'&&gpss[21]<='2'))))
```

```
{ //HM
  //lcd_gotoxy(1,1);
  //lcd_putc("\fHM Station");
  //ST1=0x0D;
  fputc(comm[0],MP3);
  fputc(comm[1],MP3);
  fputc(comm[2],MP3);
  fputc(comm[5],MP3);
  fputc(comm[2],MP3);
  fputc(comm[2],MP3);
  fputc(comm[6],MP3);
  delay_ms(3000);
  fputc(comm[0],MP3);
  fputc(comm[1],MP3);
  fputc(comm[2],MP3);
  fputc(comm[5],MP3);
  fputc(comm[2],MP3);
  fputc(comm[2],MP3);
  fputc(comm[6],MP3);
  delay_ms(3000);
  for(i=0;i<=170;i++)
  {
    fputc(0x0D,TRFID);
    delay_ms(200);
  }
  // fputc(0x0D,TRFID);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบริการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
else { //none
```

```

// lcd_gotoxy(1,1);
// lcd_putc("\fNone Station");
/* fputc(comm[0],MP3);
fputc(comm[1],MP3);
fputc(comm[2],MP3);
fputc(comm[5],MP3);
fputc(comm[2],MP3);
fputc(comm[2],MP3);
fputc(comm[7],MP3);
ST1=0x00;
delay_ms(4000);*/
for(i=0;i<=5;i++)
{
fputc(0x00,TRFID);
delay_ms(200);
}
}
for(j=0;j<=25;j++)
{
gpss[j]=0;goto LOOP;
}
}
}
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โค้ด RFID

```
#include <18f458.h>
```

```
#include <string.h>
```

```
#include <stdio.h>
```

```
#include <stdlib.h>
```

```
#FUSES NOWDT //No Watch Dog Timer
```

```
#FUSES HS //High speed Osc (> 4mhz)
```

```
#FUSES NOPUT //No Power Up Timer
```

```
#FUSES PROTECT //Code protected from reads
```

```
#FUSES NOBROWNOUT //No brownout reset
```

```
#FUSES NOLVP //No low voltage prgming, B3(PIC16) or B5(PIC18) used for  
I/O
```

```
#FUSES NOCPD //No EE protection
```

```
#FUSES NOWRT //Program memory not write protected
```

```
#FUSES NODEBUG //No Debug mode for ICD
```

```
#use delay(clock=10000000)
```

```
#use rs232(baud=57600,xmit=PIN_C3,rcv=PIN_C4,STREAM=RFID,ERRORS)  
//SL015B
```

```
#use rs232(baud=9600,xmit=PIN_C6,rcv=PIN_C7,stream=GGPS,errors)
```

```
#use fast_io(A)
```

```
#include <lcd.c>
```

```
#define Mode_send 2
```

```
#define Mode_recive 1
```

```
#define Header 0xBA
```

```
#define Header_rec 0xBD
```

```
#define Select_Cardใช้งาน 0x01 ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
```

```
#define Loginให้คดแปลงนี้ 0x02 จะต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
```

```
#define Read_data_block 0x03
```

```

#define Write_data_block 0x04
#define Read_value_block 0x05
#define Write_value_block 0x06

unsigned char rfid_data[];
unsigned char select[]={0xBA,0x02,0x01,0xB9};
unsigned char
login_sector[]={0xBA,0x0A,0x02,0x00,0xAA,0xFF,0xFF,0xFF,0xFF,0xFF,0xFF,0x1
8};
//unsigned char read_b1[]={0xBA,0x03,0x03,0x01,0xBB};
unsigned char read_v1[]={0xBA,0x03,0x05,0x01,0xBD};
//unsigned char
write_v1[9]={0xBA,0x07,0x06,0x01,0x00,0x00,0x00,0xC8,0x00};
unsigned char Incre_v1[9]={0xBA,0x07,0x08,0x01,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00};
unsigned char Decre_v1[9]={0xBA,0x07,0x09,0x01,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00};
//unsigned char
write_b1[]={0xBA,0x13,0x04,0x01,0x00,0x11,0x22,0x33,0x44,0x55,0x66,0x77,0x
88,0x99,0xAA,0xBB,0xCC,0xDD,0xEE,0xFF,0xAC};
unsigned char ST1;

void Decre_va()
{

if((rfid_data[2]==0x0A&&ST1==0x0B)||((rfid_data[2]==0x0B&&ST1==0x0A)||((rfid_
data[2]==0x0B&&ST1==0x0C)||((rfid_data[2]==0x0C&&ST1==0x0B)||((rfid_data[2]
==0x0C&&ST1==0x0D)||((rfid_data[2]==0x0D&&ST1==0x0C))
{
Decre_v1[7]=0x05;
}

if((rfid_data[2]==0x0A&&ST1==0x0C)||((rfid_data[2]==0x0C&&ST1==0x0A)||((rfid_
data[2]==0x0B&&ST1==0x0D)||((rfid_data[2]==0x0D&&ST1==0x0B))

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด if((rfid_data[2]==0x0A&&ST1==0x0C)||((rfid_data[2]==0x0C&&ST1==0x0A)||((rfid_ data[2]==0x0B&&ST1==0x0D)||((rfid_data[2]==0x0D&&ST1==0x0B))

```

{
    Decre_v1[7]=0x07;
}
if((rfid_data[2]==0x0A&&ST1==0x0D)||(rfid_data[2]==0x0D&&ST1==0x0A))
{
    Decre_v1[7]=0x0C;
}
if(rfid_data[2]==ST1)
{
    Decre_v1[7]=0x00;
}
Decre_v1[4]=rfid_data[2];

Decre_v1[8]=Decre_v1[0]^Decre_v1[1]^Decre_v1[2]^Decre_v1[3]^Decre_v1[4]
]^Decre_v1[5]^Decre_v1[6]^Decre_v1[7];
    delay_ms(1000);
    fputc(Decre_v1[0],RFID);
    fputc(Decre_v1[1],RFID);
    fputc(Decre_v1[2],RFID);
    fputc(Decre_v1[3],RFID);
    fputc(Decre_v1[4],RFID);
    fputc(Decre_v1[5],RFID);
    fputc(Decre_v1[6],RFID);
    fputc(Decre_v1[7],RFID);
    fputc(Decre_v1[8],RFID);
}

```

```

void Incre_va()

```

```

{

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆก็ตาม Increment_v1[4]=ST1; Increment_v1[7]=0x00; และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Incre_v1[8]=Incre_v1[0]^Incre_v1[1]^Incre_v1[2]^Incre_v1[3]^Incre_v1[4]^Incr
e_v1[5]^Incre_v1[6]^Incre_v1[7];
    fputc(Incre_v1[0],RFID);
    fputc(Incre_v1[1],RFID);
    fputc(Incre_v1[2],RFID);
    fputc(Incre_v1[3],RFID);
    fputc(Incre_v1[4],RFID);
    fputc(Incre_v1[5],RFID);
    fputc(Incre_v1[6],RFID);
    fputc(Incre_v1[7],RFID);
    fputc(Incre_v1[8],RFID);
    //get_rfid();
}
void get_rfid(void)
{
    unsigned char c;
    unsigned char len;
    unsigned int cnt;

    if(input(PIN_C0)==0)
    {
        c = fgetc(RFID);
        if(c==Header_rec)
        {
            len = fgetc(RFID);
            for(cnt=0;cnt<len;cnt++)
            {
                rfid_data[cnt]= fgetc(RFID);
            }
            delay_ms(500);
        }
    }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น

ทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    }
}
}
void send_cmd (char* cmd,unsigned char _len)
{
    unsigned char i;
    for(i=0;i<_len;i++)
    {
        fputc(cmd[i],RFID);
    }
}

void main(void)
{
    lcd_init();
    while(true)
    {
        lcd_putc("\fWelcome");
        delay_ms(300);
        ST1=fgetc(GGPS);
        //printf(lcd_putc,"\fST1 = %x",ST1);
        //delay_ms(1000);
        if(ST1==0x0A||ST1==0x0B||ST1==0x0C||ST1==0x0D)
        {
            if(input(PIN_C0)==0)
            {
                send_cmd (Select,4);
                get_rfid();
                //lcd_putc("\fRFID_Select1");
                //delay_ms(1000);
                if(rfid_data[1]==0x00)
            {

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น หากมีข้อผิดพลาดประการใดขออภัยและต้องอภัยถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

send_cmd(login_sector,12);
get_rfid();
//lcd_putc("\fRFID_Login1");
//delay_ms(1000);
if(rfid_data[1]==0x02)
{
    send_cmd(read_v1,5);
    get_rfid();
    delay_ms(100);
    if(rfid_data[1]==0x00)
    {
        //lcd_putc("\fRFID_Read1");
        //lcd_gotoxy(1,2);
        //printf(lcd_putc,"%x %x %x
%x",rfid_data[2],rfid_data[3],rfid_data[4],rfid_data[5]);
        //delay_ms(1000);
        if((rfid_data[2]==0x00)&&(rfid_data[5]>=0x05))
        {
            //printf(lcd_putc,"\fST1 = %x",ST1);
            //delay_ms(500);
            Incre_va();
            get_rfid();
            delay_ms(200);
            if(rfid_data[1]==0x00)
            {
                //printf(lcd_putc,"\fInc %x %x %x
%x",rfid_data[2],rfid_data[3],rfid_data[4],rfid_data[5]);
                //delay_ms(1000);
                if(ST1==0x0A){
                    printf(lcd_putc,"\fyou have : %u B",rfid_data[5]);
                    lcd_gotoxy(1,2);
                    lcd_putc("Telecom station");delay_ms(2000);}
            }
        }
    }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

if(ST1==0x0B){
printf(lcd_putc,"\fyou have : %u B",rfid_data[5]);
lcd_gotoxy(1,2);
lcd_putc("Civil station");delay_ms(2000);}
if(ST1==0x0C){
printf(lcd_putc,"\fyou have : %u B",rfid_data[5]);
lcd_gotoxy(1,2);
lcd_putc("E12 station");delay_ms(2000);}
if(ST1==0x0D){
printf(lcd_putc,"\fyou have : %u B",rfid_data[5]);
lcd_gotoxy(1,2);
lcd_putc("HM station");delay_ms(2000);}
}
}
if((rfid_data[2]!=0x00)&&(rfid_data[5]>=0x05)&&(rfid_data[2]!=ST1))
{
Decre_va();
get_rfid();
delay_ms(200);
if(rfid_data[1]==0x00)
{
//printf(lcd_putc,"\fDec %x %x %x
%x",rfid_data[2],rfid_data[3],rfid_data[4],rfid_data[5]);
//delay_ms(1000);
if(ST1==0x0A){
printf(lcd_putc,"\fTotal : %u B",rfid_data[5]);
lcd_gotoxy(1,2);
lcd_putc("Telecom station");delay_ms(2000);}
if(ST1==0x0B){
printf(lcd_putc,"\fTotal : %u B",rfid_data[5]);
lcd_gotoxy(1,2);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้นำไปใช้ในการอื่นที่มิได้มีการนำไปใช้

```

        lcd_putc("Civil station");delay_ms(2000);}
        if(ST1==0x0C){
            printf(lcd_putc,"\fTotal : %u B",rfid_data[5]);
            lcd_gotoxy(1,2);
            lcd_putc("E12 station");delay_ms(2000);}
        if(ST1==0x0D){
            printf(lcd_putc,"\fTotal : %u B",rfid_data[5]);
            lcd_gotoxy(1,2);
            lcd_putc("HM station");delay_ms(2000);}
    }
}
if(rfid_data[5]<=0x05)
{
    lcd_putc("\fNot enough money");
    lcd_gotoxy(1,2);
    lcd_putc("Please fill money");
    delay_ms(2000);
}
}
}
}
else
{
    if(input(PIN_C0)==0)
    {
        send_cmd (Select,4);
        get_rfid();
        //lcd_putc("\fRFID_Select2");ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
        //delay_ms(1000);ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น //นี่คือเงื่อนไขและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
        if(rfid_data[1]==0x00)

```




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RFID MODULE

Mifare Reader / Writer

SL025M User Manual



Version 1.4

Nov 2012

StrongLink

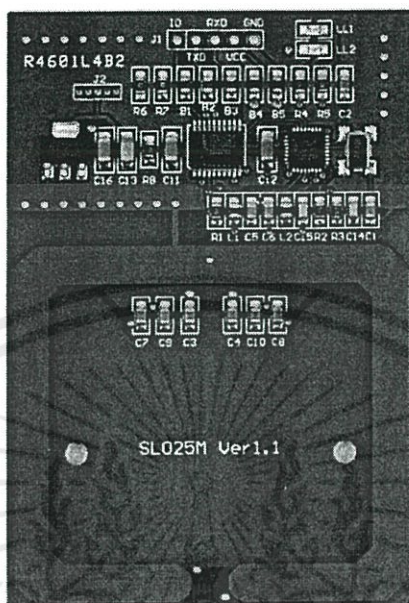
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CONTENT

1. MAIN FEATURES	3
2. PINNING INFORMATION	4
3. BAUD RATE SETTING	5
4. COMMUNICATION PROTOCOL.....	5
4-1. Communication Setting	5
4-2. Communication Format.....	5
4-3. Command Overview.....	6
4-4. Command List	7
4-4-1. Select Mifare card	7
4-4-2. Login to a sector.....	7
4-4-3. Download Key into SL025	7
4-4-4. Login sector via stored key	8
4-4-5. Read a data block	8
4-4-6. Write a data block	8
4-4-7. Read a value block	8
4-4-8. Initialize a value block	9
4-4-9. Write master key (key A).....	9
4-4-10. Increment value.....	9
4-4-11. Decrement value.....	10
4-4-12. Copy value.....	10
4-4-13. Read a data page (UltraLight).....	10
4-4-14. Write a data Page (UltraLight).....	11
4-4-15. Manage Red Led	11
4-4-16. Get firmware version.....	11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

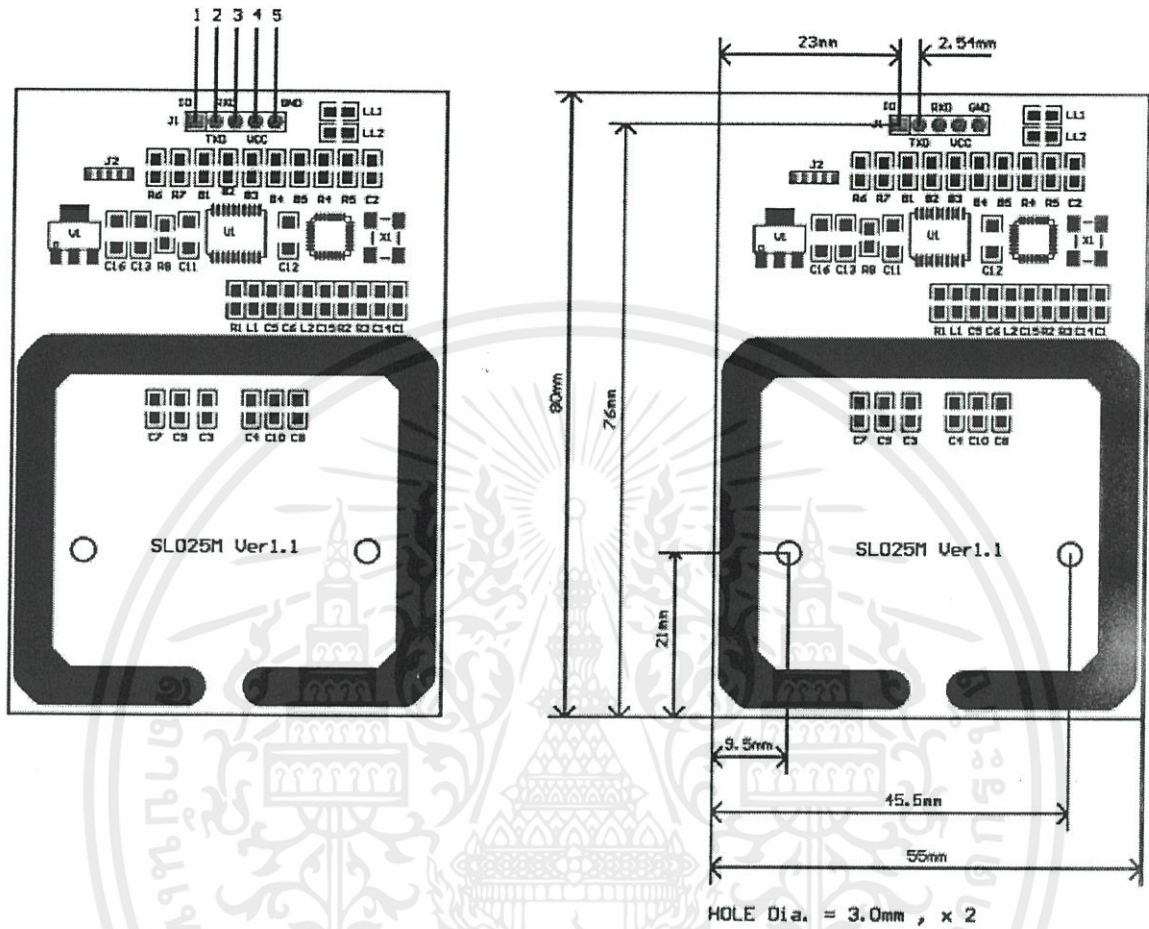
1. MAIN FEATURES



- Tags supported: Mifare 1k, Mifare 4k, Mifare UltraLight and NFC NTAG203
- Auto-detecting tag, Built-in antenna
- UART interface on COMS level, baud rate 9,600 ~ 115,200 bps
- 4.4 ~ 12.0VDC power supply
- Work current less than 80mA
- Operating distance: Up to 70mm, depending on tag
- Storage temperature: -40 °C ~ +85 °C
- Operating temperature: -25 °C ~ +70 °C
- Dimension: 80 × 55 mm
- Two LEDs, green led is auto light when tag in detection range, red led is controlled by host
- The OUT pin at low level indicates tag in detective range, and high level indicating tag out

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้คิดแบบลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. PINNING INFORMATION



PIN	SYMBOL	TYPE	DESCRIPTION
1	TagSta	Output	Tag detect signal low level indicating tag in detection range high level indicating tag out
2	TXD	Output	Serial output port
3	RXD	Input	Serial input port
4	VCC	PWR	Power Supply
5	GND	PWR	Ground

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

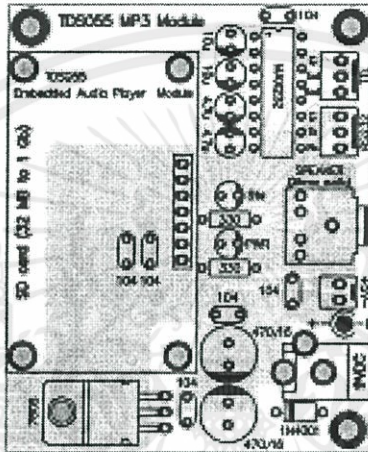
ส่วนประกอบสินค้า ... บอร์ด, สาย L232PC, แผ่น CD-Rom, ซีดีคู่มือ

Option บนบอร์ด ... ไม่มี

อาจต้องซื้อเพิ่ม ... ภาคจ่ายไฟ, SD-Card

D-TDS055 เป็นโมดูลที่ใช้สำหรับเล่นไฟล์เสียง MP3 โดยการใช้งานจะส่งผ่าน RS-232 Baudrate 9600,N,8,1 เก็บข้อมูลโดยใช้ SD-Card ประยุกต์ใช้งานได้หลากหลายที่เกี่ยวกับไฟล์เสียง MP3 โดยทางบริษัทซิลารีเสิร์ช ได้นำตัวโมดูล TDS055 มาทำเพิ่มเติมในส่วนของ Power Supply, RS-232 เพื่อสะดวกในการนำไปใช้งาน

ภาพบอร์ด



คุณสมบัติ

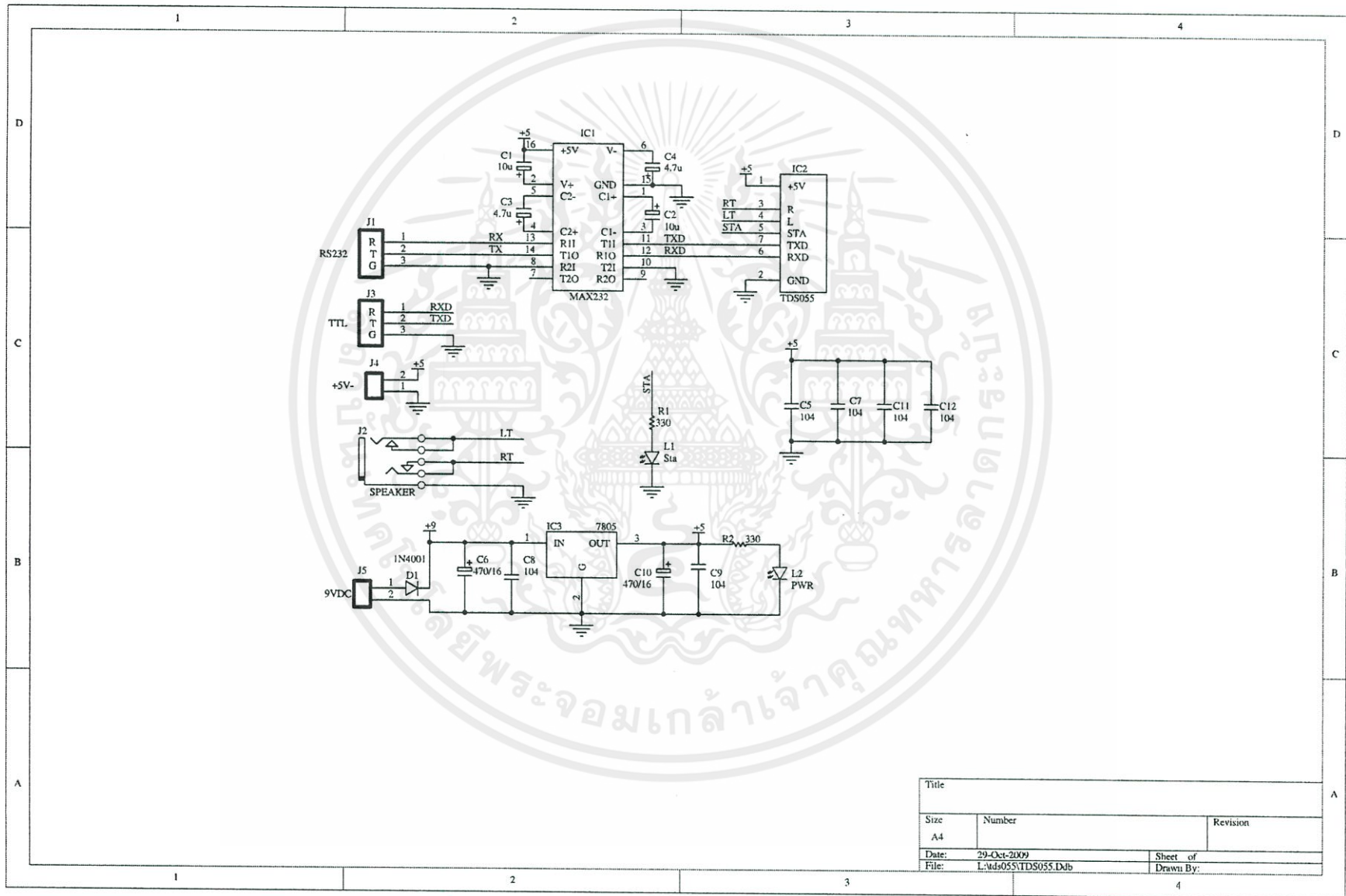
- Power Supply 9 Vdc หรือ 5 Vdc
- ใช้ได้เฉพาะไฟล์ MP3 เท่านั้น
- Stereo Audio Output
- รองรับ SD-Card (32 Mb to 1 Gb)
- ความเร็วในการสื่อสาร 9600,N,8,1
- มีพอร์ตสื่อสาร RS232 ต่อผ่านหัว 3 PIN
- มีขั้วต่อสำหรับ ADAPTER 9 Vdc หรือเลือกใช้ขั้วเสียบ 5 VOLT (DC) แบบ 2 PIN

แนวทางนำไปใช้งาน

- SD Card ที่จะนำมาใช้งานต้อง Format แบบ FAT (not FAT32)
- Folder ที่ใช้สำหรับเก็บไฟล์ MP3 จะมี 2 แบบ คือ "SONG" และ "ADVERT"
- SONG Folder จะเล่นไฟล์เสียง MP3 ทันที เมื่อมีการจ่ายไฟเข้าบอร์ด
- ADVERT Folder จะเล่นไฟล์เสียง MP3 เฉพาะไฟล์ที่ต้องการได้ โดย folder "ADVERT" จะต้องตั้งชื่อเป็น ADVERT01 ,ADVERT02 สามารถตั้งได้จนถึง ADVERT99 และชื่อไฟล์ใน folder "ADVERT" จะต้องตั้งเป็น 001.mp3 , 002.mp3 ได้จนถึง 999.mp3
- โปรแกรมเทอร์มินอลที่ใช้สำหรับส่งค่าเพื่อสั่งงานโมดูลชื่อ sscom32E.exe อยู่ในแผ่น CD-Rom ที่ให้มาพร้อมกับสินค้า
- การใช้งานชุดคำสั่งดูได้จาก DATASHEET ที่ให้มา

บริษัท ซิลารีเสิร์ช จำกัด 1108/41 ถนนสุขุมวิท แขวงพระโขนง เขตคลองเตย กรุงเทพฯ 10110

TEL. 02-712-2850-2 FAX. 02-381-1447 www.silaresearch.com



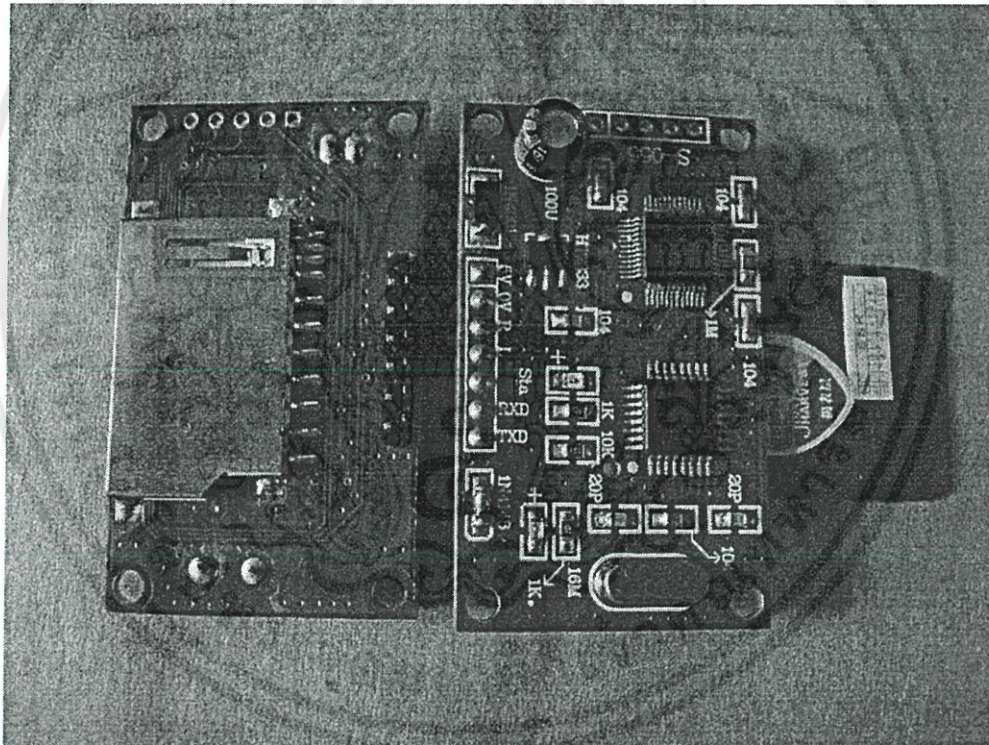
Title		
Size A4	Number	Revision
Date: 29-Oct-2009	Sheet of	
File: L.Wds055TDS055.Ddb	Drawn By:	

Embedded Audio Player Module TDS055 MP3 Module

I .Features

- >Power supply DC 5V to DC 9V
- >Dimension 50mm*30mm
- >Support mp3 audio format
- >Stereo audio output with good sound quality
- >Memory type SD card (32Mb to 1Gb)
- >File System FAT16
- >For simple application,
- > Means of communication : RS232
- >9600bit/s 1 start bit+ 8 data bit+1 end bit None verify (TTL level)
- >Play mp3 files in "SONG" folder in SD card once give module power .
- >External MCU control volume and play exact files in the "ADVERT" folders.

II .Product picture



III.Applications

- a. Public place announcement system
- b. Entertainment device sound sources
- c. Tourism guide device
- d. High class gift and toys.
- e. Announcer, alarm, adverting, background music systems
- f. Selfservice audio navigation system in dining room, hotel, bank...
- g. And other products need high quality and long duration sound.

เอกสารนี้เป็นเอกสารของบริษัทฯ สงวนลิขสิทธิ์ ห้ามเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IV.Pins descriptions



Pins	Descriptions
5V	Power positive DC5V to DC9V
0V	GND
R	R audio output
L	L audio output
Sta	Playing indicator (Low level normally , when playing it is High Level)
RXD	Serial interface receive pin (TTL level)
TXD	Serial interface transmit pin(TTL level)

V. Communication format

Item	Function	Byte A	Byte B	Byte C	Byte D	Byte E	Byte F	Byte G
1	Play song	02H	A0H	-	-	-	-	-
2	Pause song	02H	A1H	-	-	-	-	-
3	Stop song	02H	A2H	-	-	-	-	-
4	Next song	02H	A3H	-	-	-	-	-
5	Previous song	02H	A4H	-	-	-	-	-
6	Volume control	03H	A5H	Volume(0-8)	-	-	-	-
7	Play ad.	07H	A6H	Folder name tens	Folder name digits	File name digits	File name tens	File name hundreds
8	Pause ad.	02H	A7H	-	-	-	-	-
9	Continue ad.	02H	A8H	-	-	-	-	-
10	Stop ad.	02H	A9H	-	-	-	-	-

1. Play song (02H/A0H)

Note: In pause or stop state ,send these codes will make it into playing state ..

Byte A: 02H

Byte B :A0H

Receive:

Receive correctly and return: 'ok'

2. Pause song (02H/A1H)

Note: In playing state, send these codes will make it into pause state.

Byte A: 02H

Byte B :A1H

Receive:

Receive correctly and return: 'ok'

3. Stop song (02H/A2H)

Note: In playing state, send these codes will make it into stop state.

Byte A: 02H

Byte B :A2H

Receive:



Receive correctly and return: 'ok'

4. Stop song (02H/A3H)

Note: In playing ,pause or stop state, send these codes will make it into next song.

Byte A: 02H

Byte B :A3H

Receive:

Receive correctly and return: 'ok'

5. Stop song (02H/A4H)

Note: In playing ,pause or stop state, send these codes will make it into previous song.

Byte A: 02H

Byte B :A4H

Receive:

Receive correctly and return: 'ok'

6. Volume control (02H/A5H)

Note: For volume adjustment

Byte A: 03H

Byte B :A5H

Byte C: Volume level (0 – 8)

Receive:

Receive correctly and return: 'ok'

7.Play ad(07H/A6H/)

Note: Play advertisement

Byte A: 07H

Byte B:A6H

Byte C:Folder name tens (ASCII value)

Byte D:Folder name digits(ASCII value)

Byte E: File name hundreds (ASCII value)

Byte F: File name tens(ASCII value)

Byte G : File name digits (ASCII value)

Receive correctly and return: 'ok'

8.Pause ad (02H/A7H)

Note:In advertisement playing state, send these codes to pause the it .

Byte A: 02H

Byte B: A7H

Receive correctly and return: 'ok'

9.Pause ad (02H/A7H)

Note:In advertisement pause state, send these codes to continue it .

Byte A: 02H

Byte B: A8H

Receive correctly and return: 'ok'

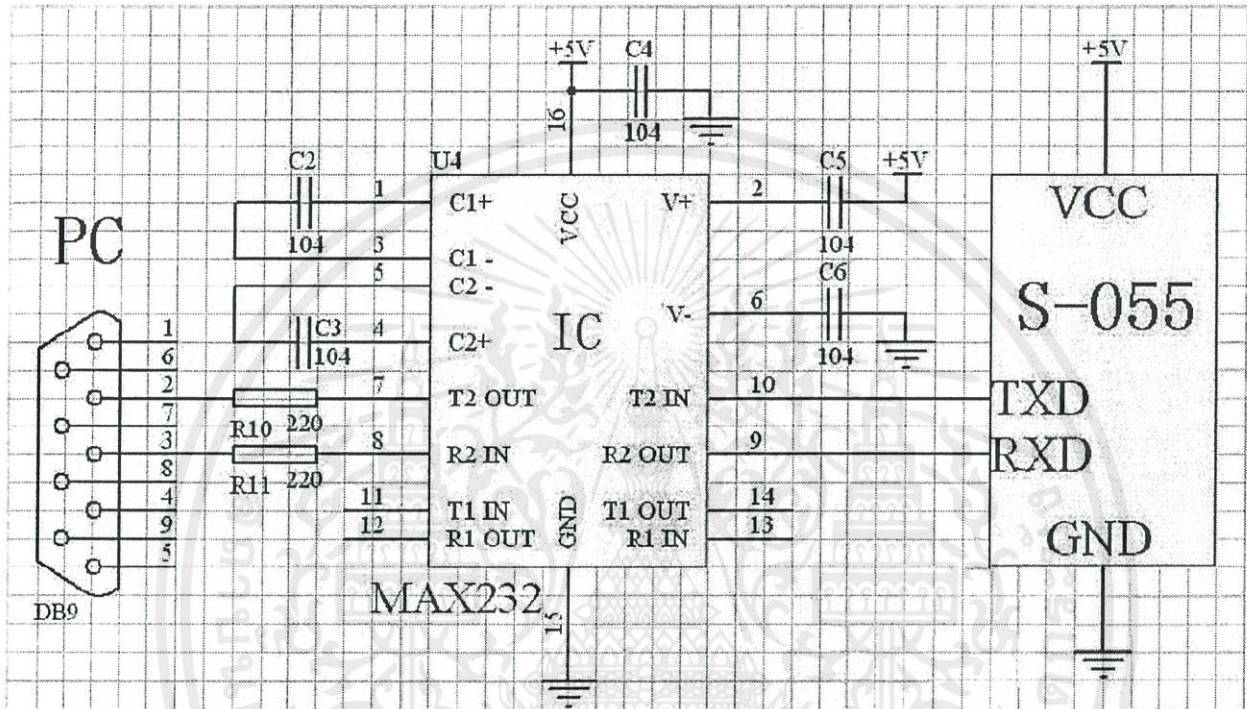
10.Stop ad (02H/A9H)

Note:In advertisement pause state, send these codes to continue it .

Byte A: 02H
 Byte B: A9H
 Receive correctly and return: 'ok'

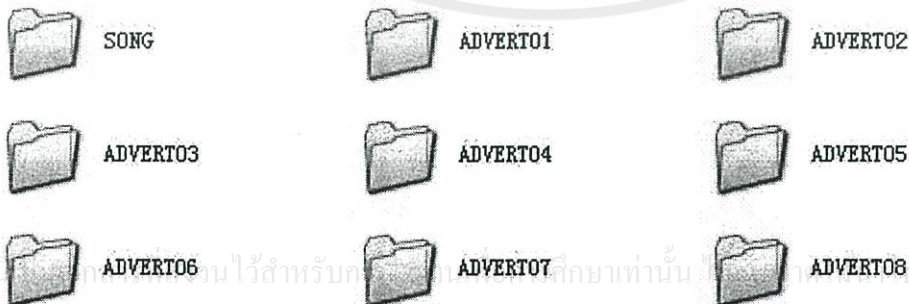
VI. RS232 Serial Interface Test

1. Set up a Max232 circuit as follow schematic



2. Format the SD card to "FAT" (not FAT32), then new "SONG" folder and ADVERT folders. ADVERT folders' name should be ADVERT01, ADVERT02, ADVERT03, ADVERT99, 99 folders maximum. And mp3 files in each ADVERT folder should be 001.mp3, 002.mp3, 003.mp3 999.mp3, 999 mp3 files in each folder maximum.

Folders in SD card



MP3 files in SONG folder



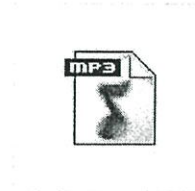
big big world.mp3



my love.mp3



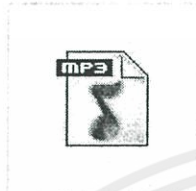
seasons in the sun.mp3



say you say me.mp3



yesterday once more.mp3



love .mp3

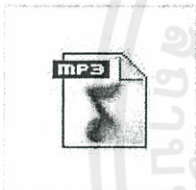


my heart will go on .mp3



take me to your heart .mp3

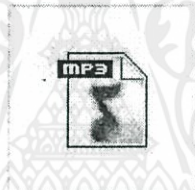
MP3 files in ADVERT folders



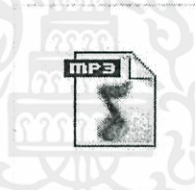
001. mp3



002. mp3



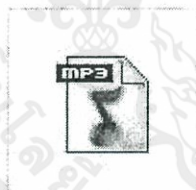
003. mp3



004. mp3



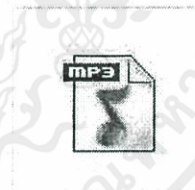
005. mp3



006. mp3



007 . mp3

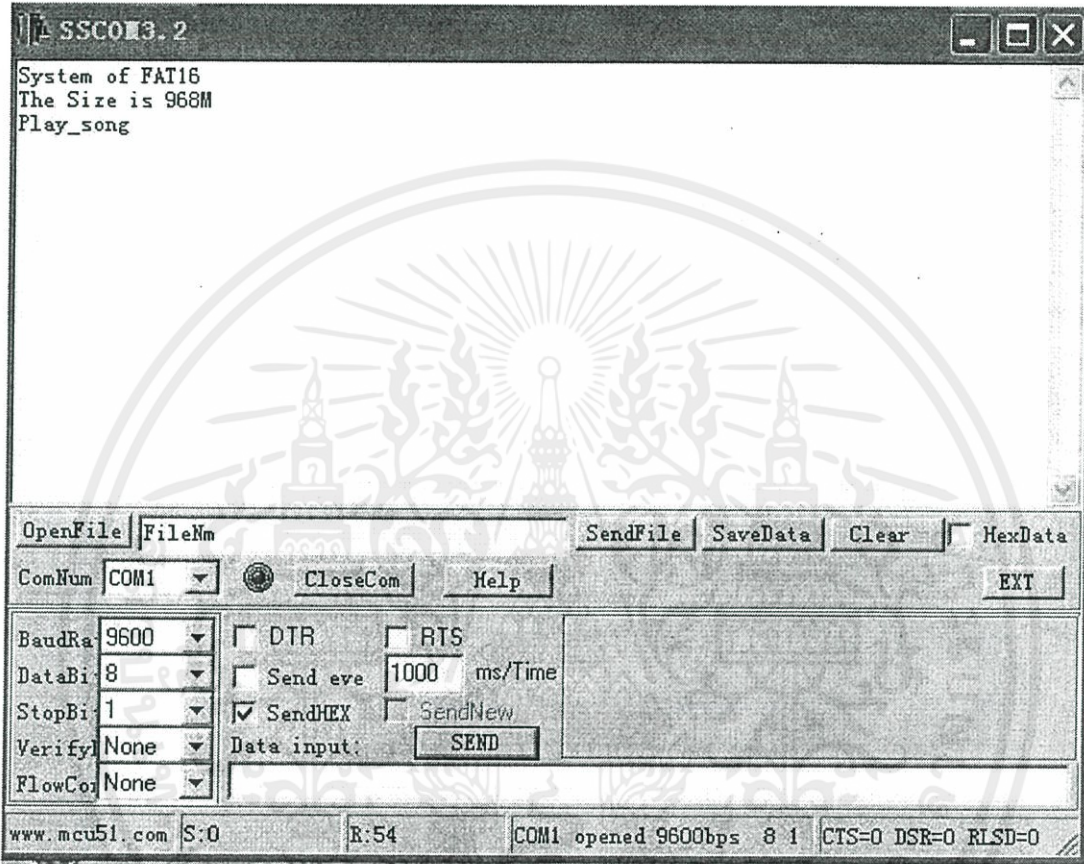


008 . mp3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Connect computer to Max232 circuit and module , open the SSCOM 3.2 or other serial interface assistant software download from Internet

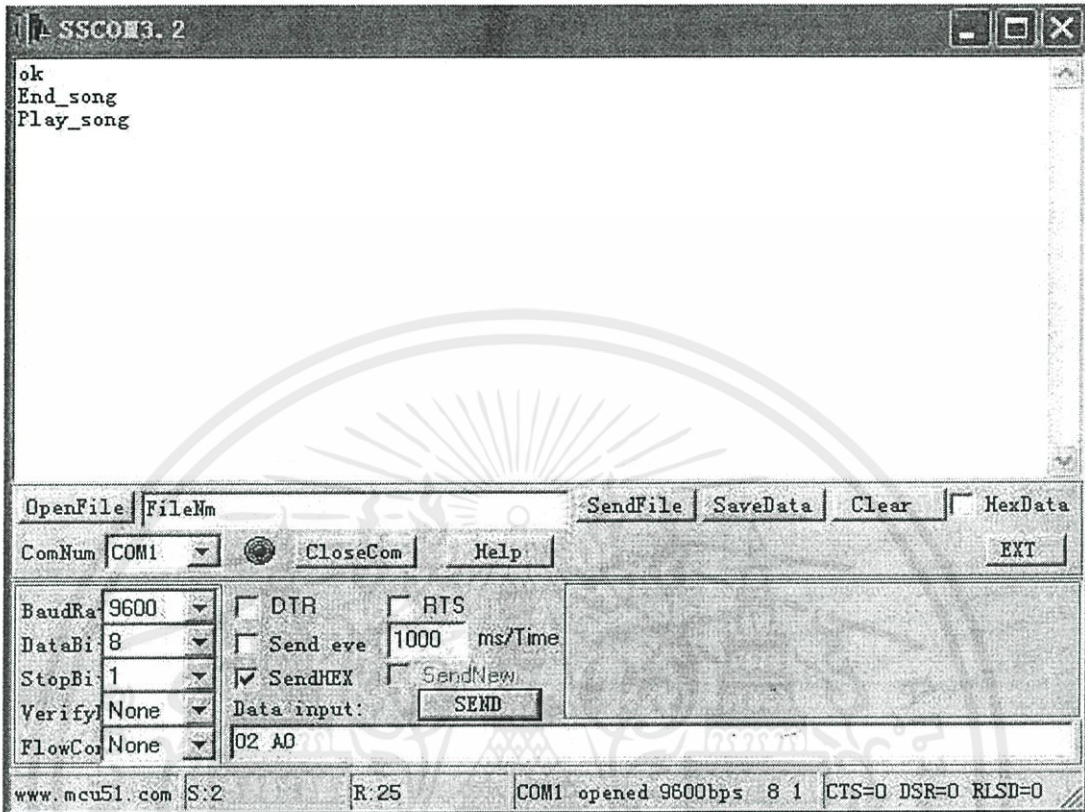
Click “Send Hex”



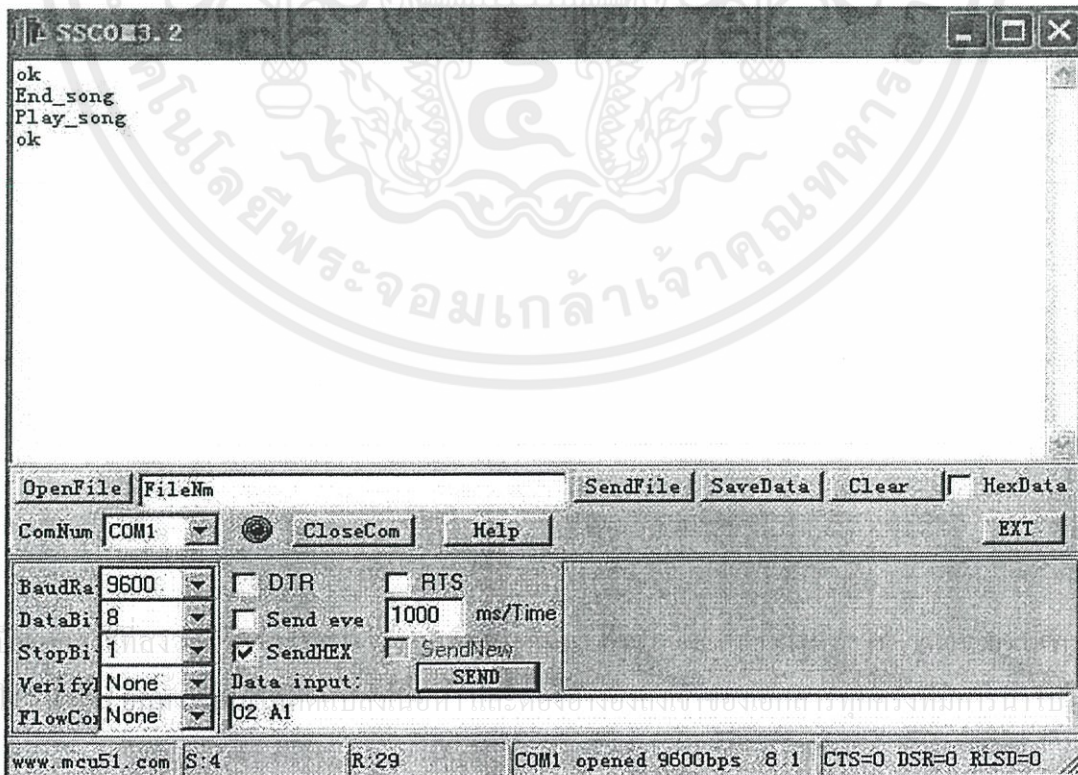
Control Examples

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

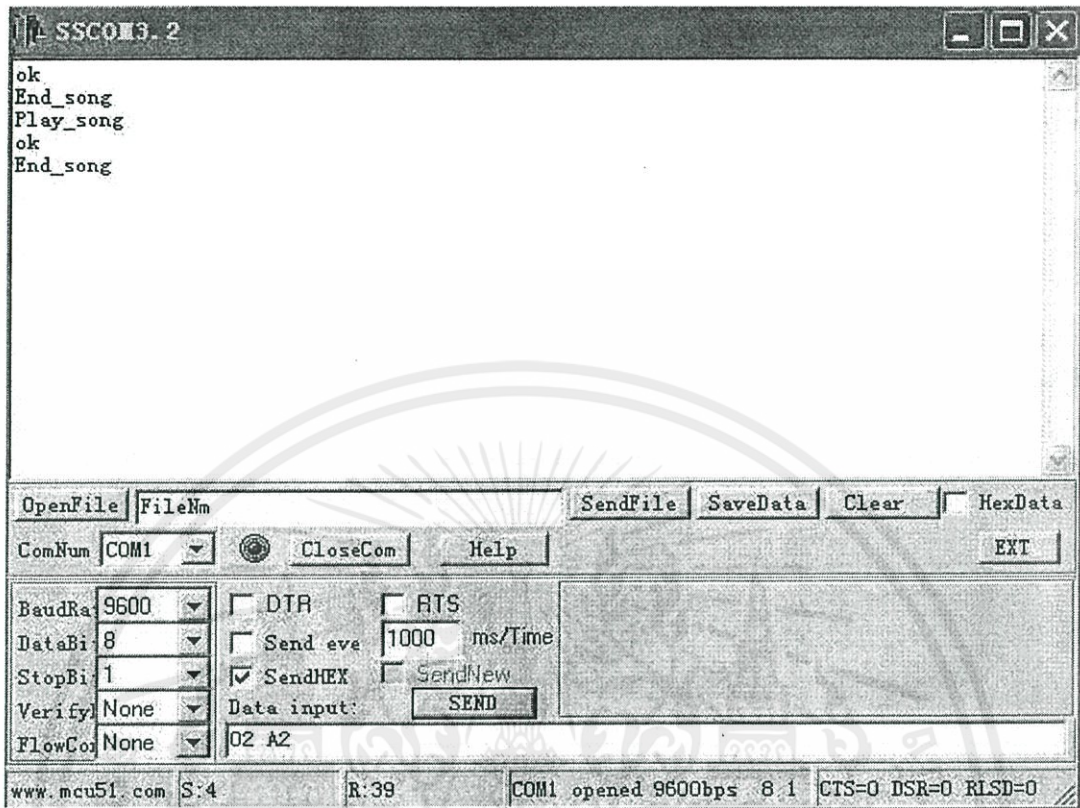
Send : 02 A0 to play song.



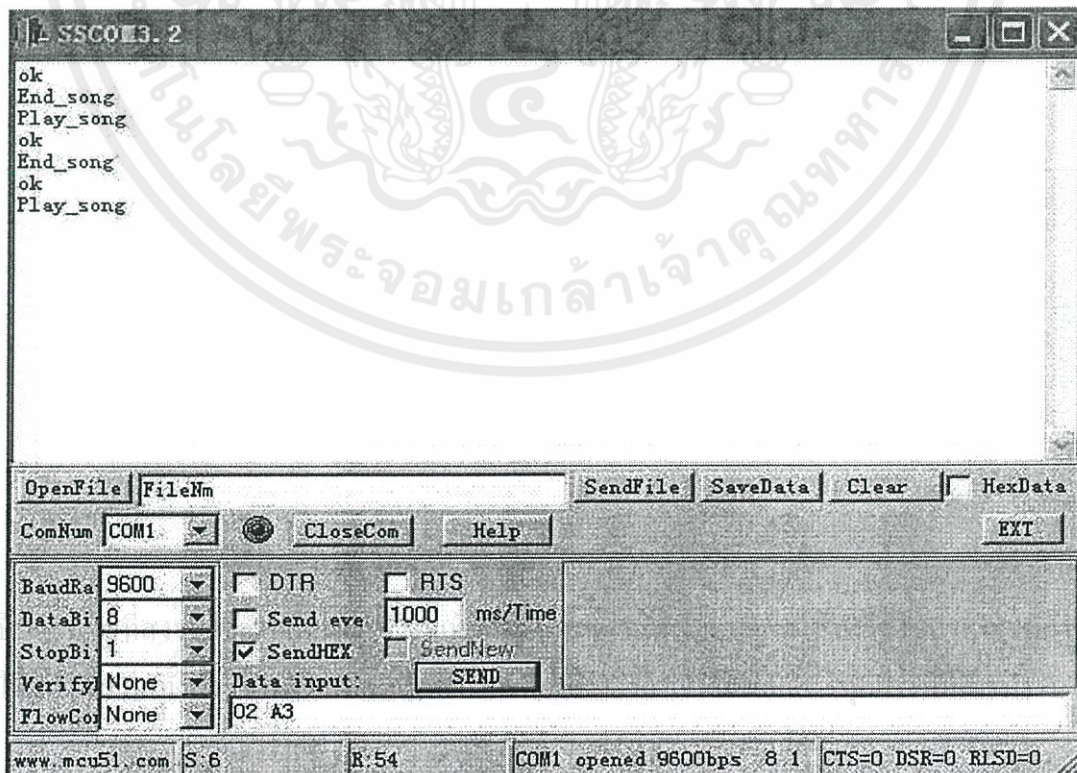
Send : 02 A1 to pause song.



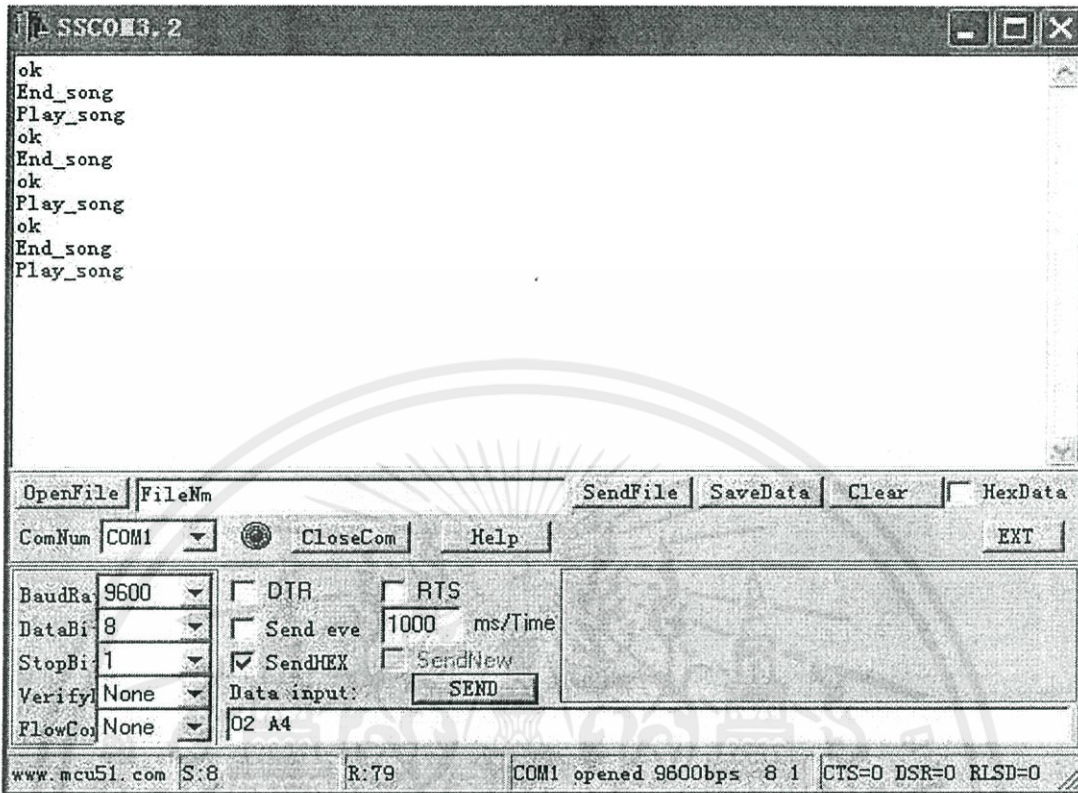
Send : 02 A2 to stop song.



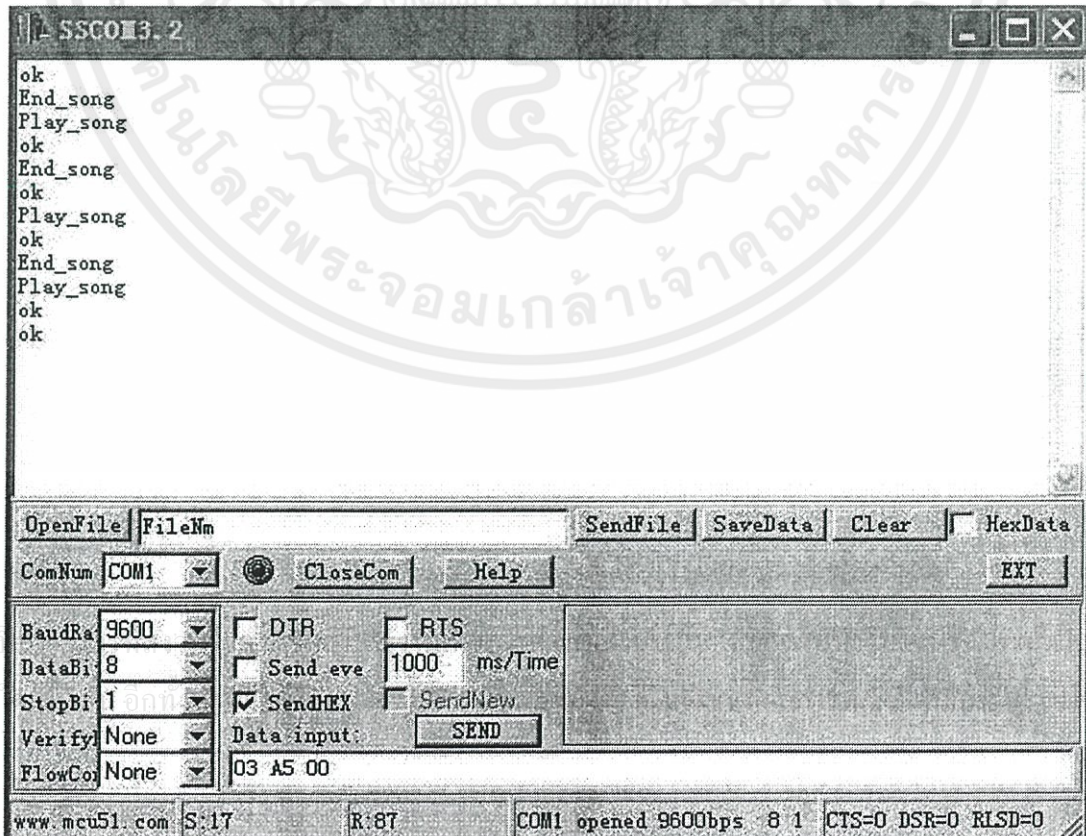
Send : 02 A3 to Play Next song.



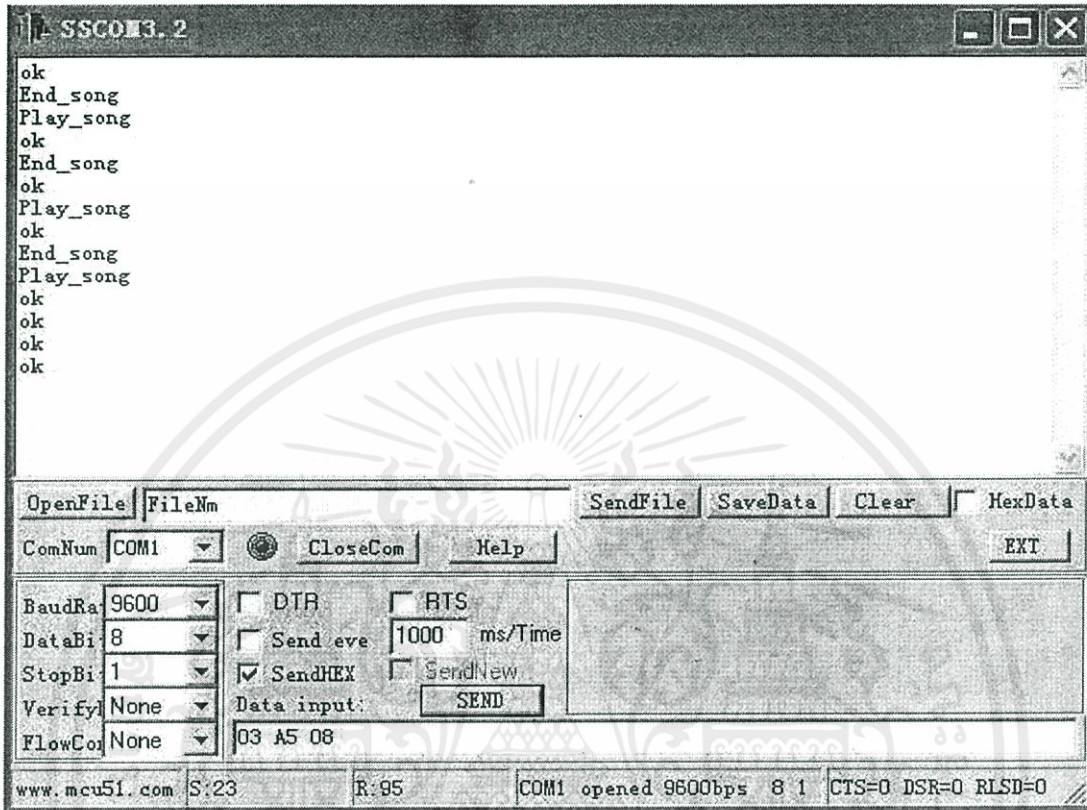
Send : 02 A4 to Play Previous song.



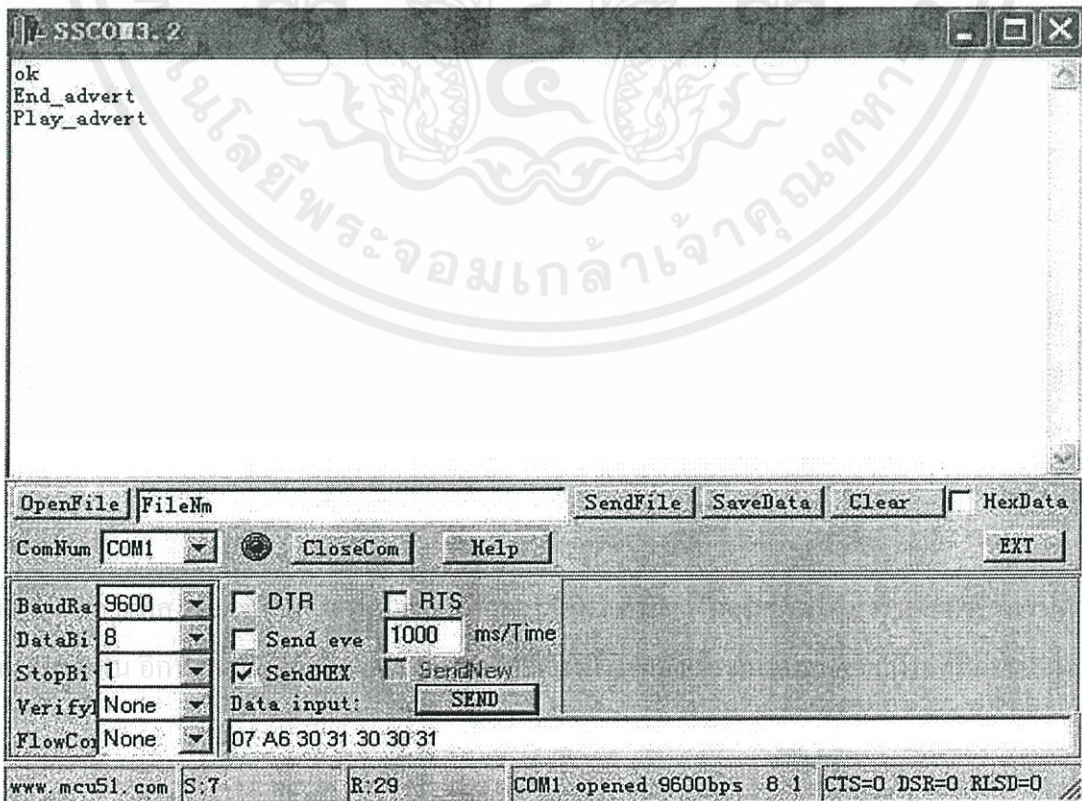
Send: 03 A5 00 for minimum volume (mute)



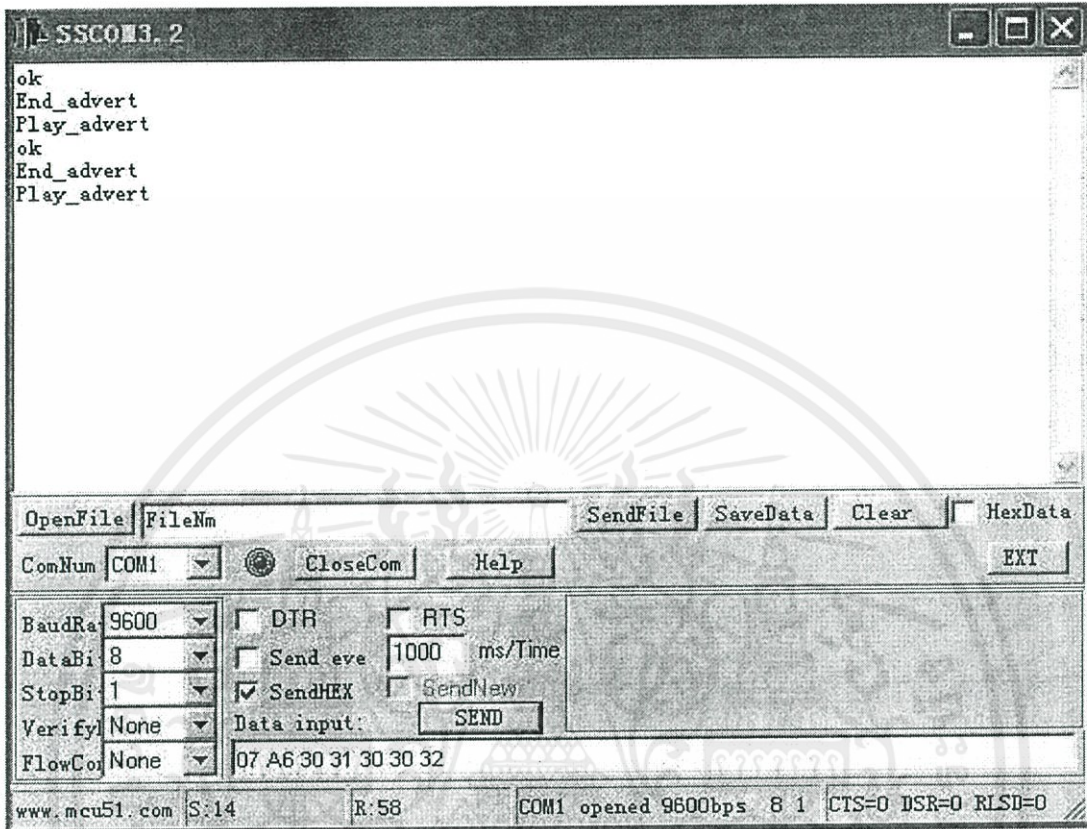
Send: 03 A5 00 for maximum volume , volume can be adjustable from 00 ,01,02,.....08 for SONG or ADVERT



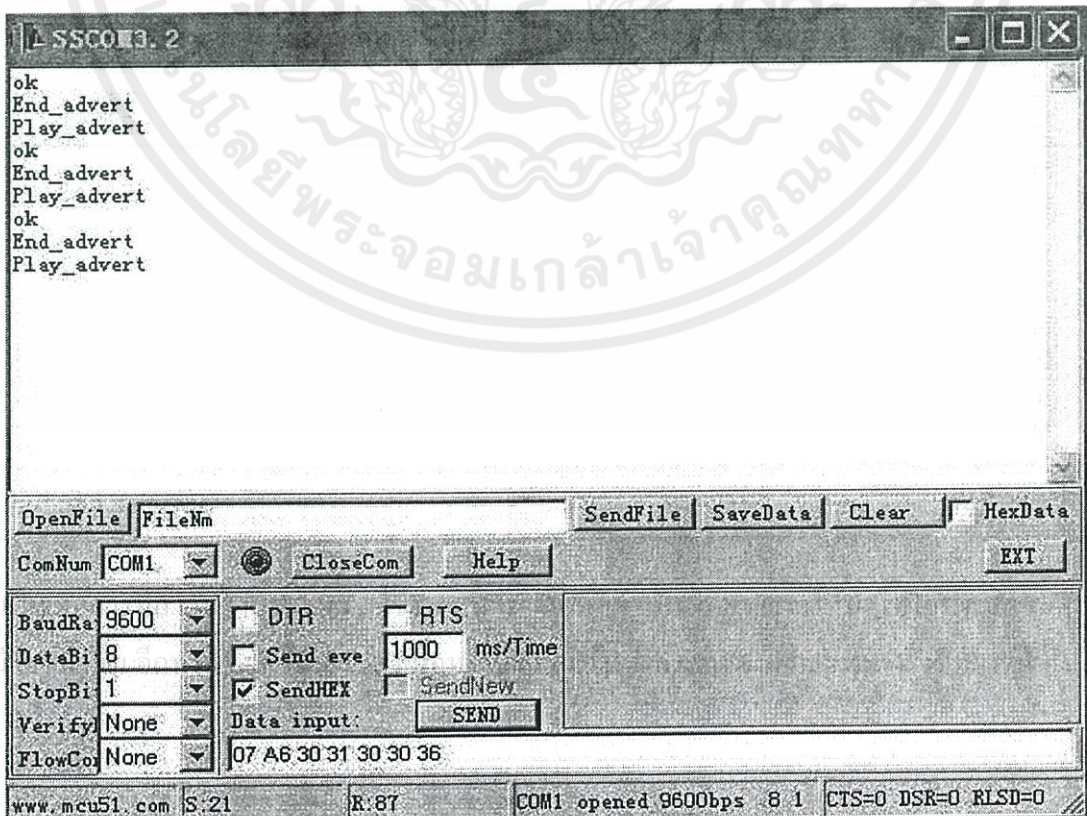
Send :07 A6 30 31 30 30 31 to play ad. (001.mp3 in ADVERT01)



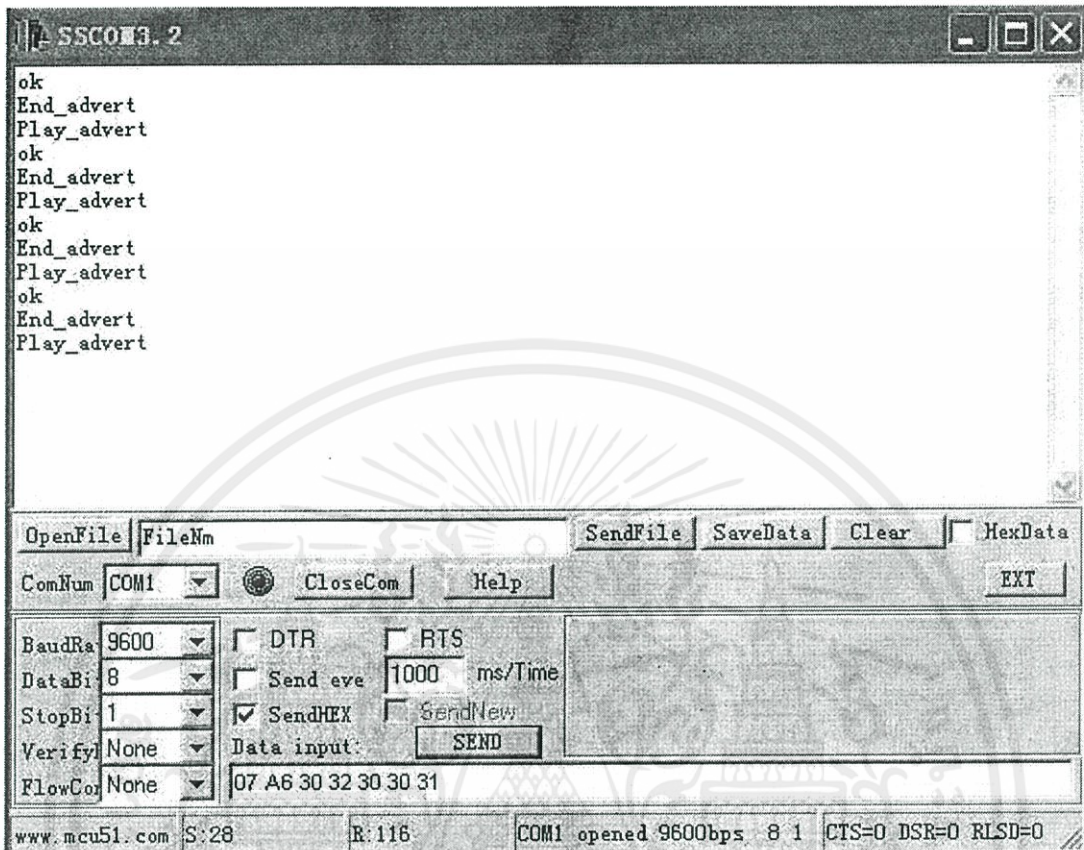
Send :07 A6 30 31 30 30 32 to play ad. (002.mp3 in ADVERT01)



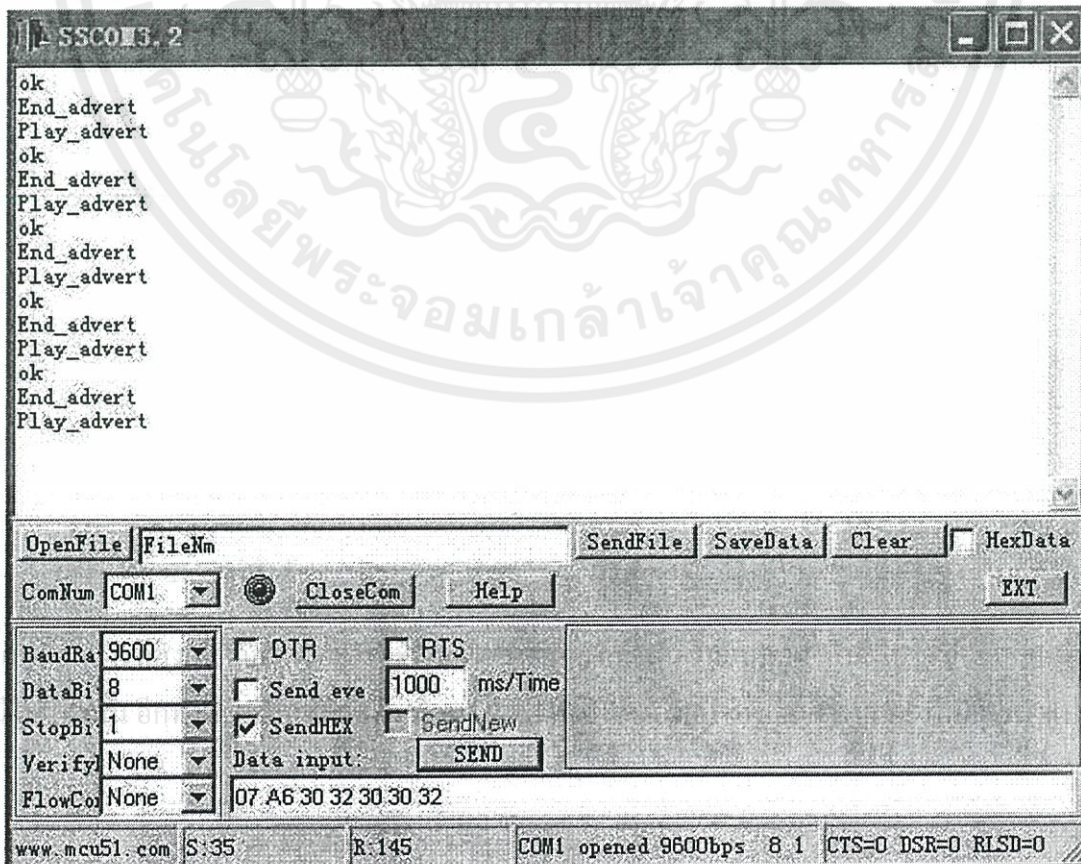
Send :07 A6 30 31 30 30 36 to play ad. (006.mp3 in ADVERT01)



Send :07 A6 30 32 30 30 31 to play ad. (001.mp3 in ADVERT02)

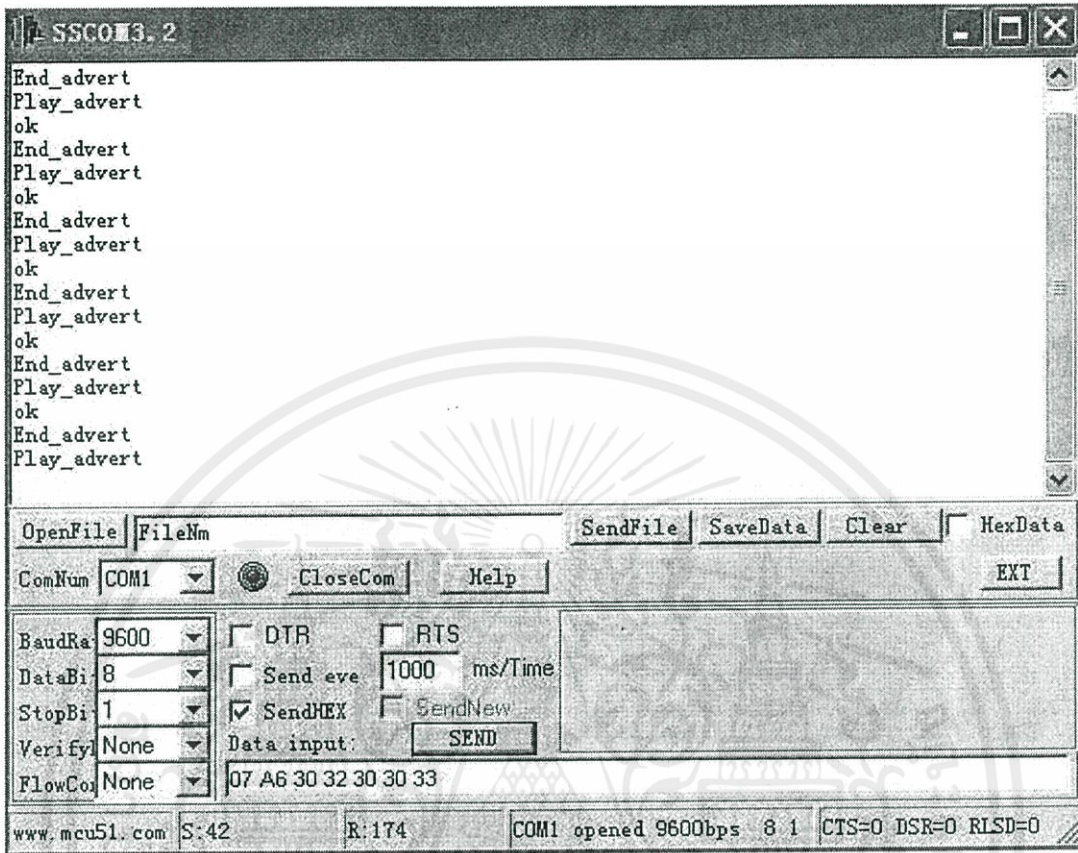


Send :07 A6 30 32 30 30 32 to play ad. (002.mp3 in ADVERT02)

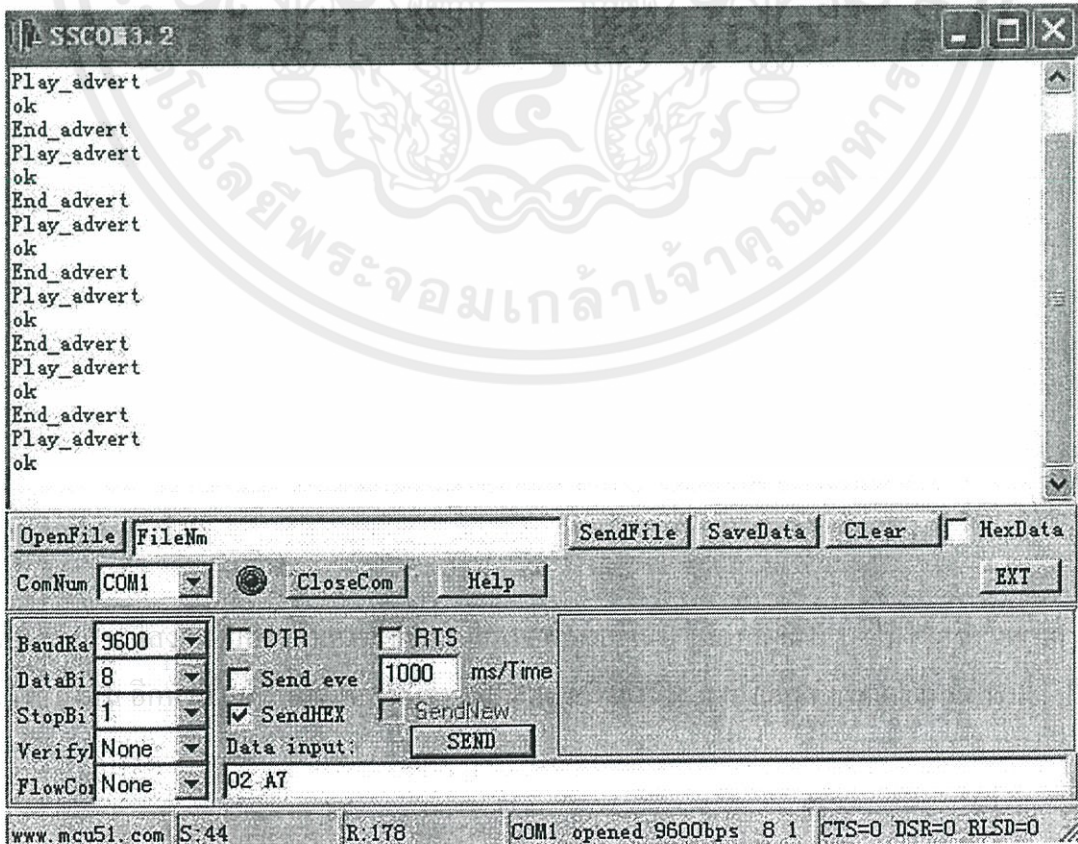




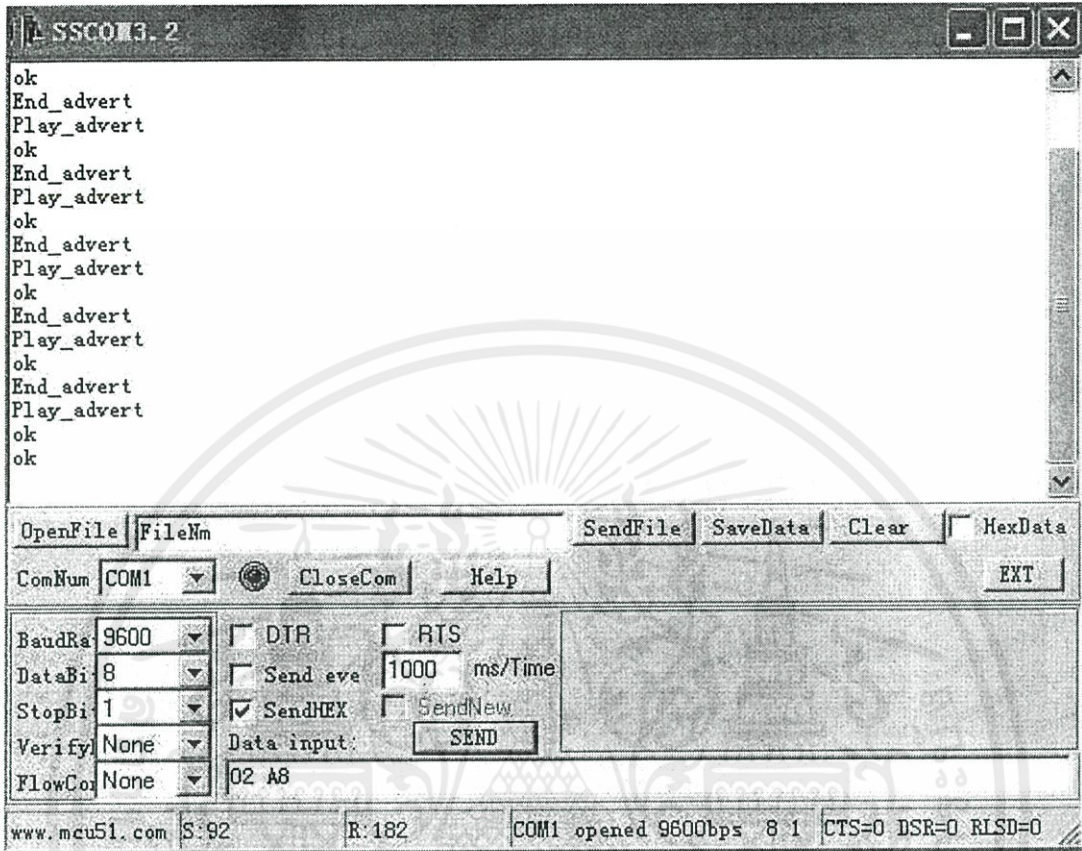
Send :07 A6 30 32 30 30 33 to play ad. (003.mp3 in ADVERT02)



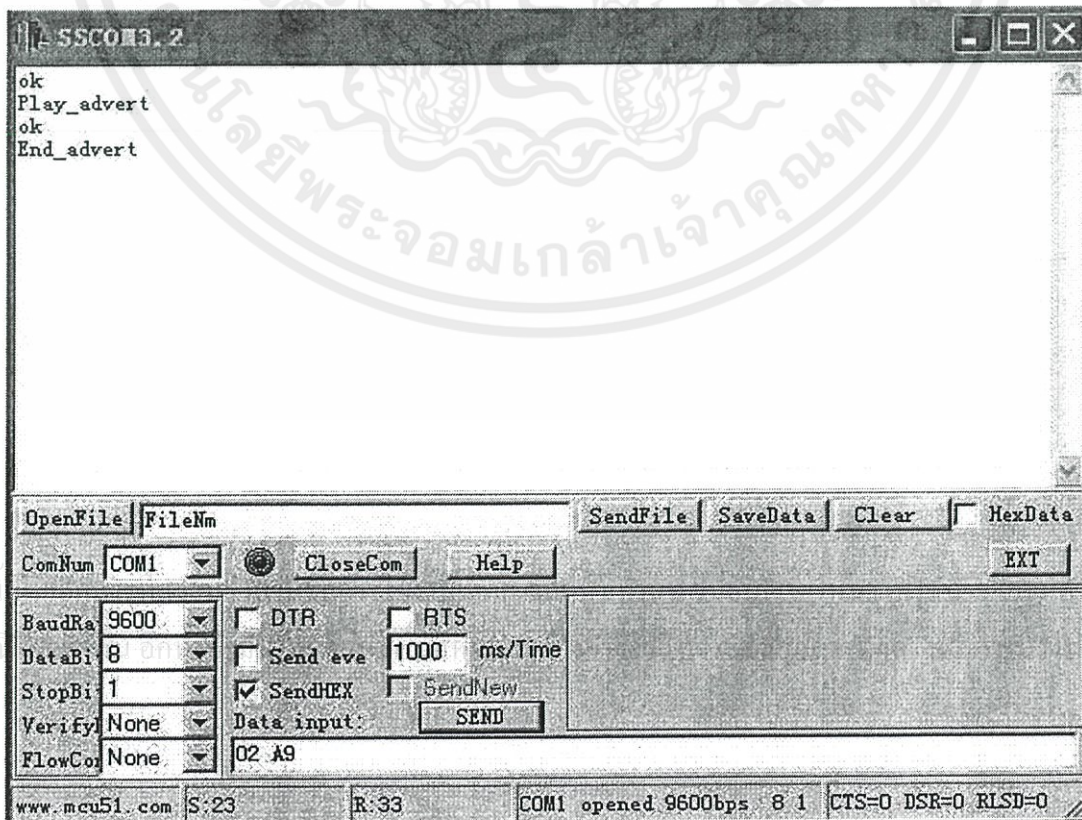
Send :02 A7 to pause ad.



Send :02 A8 to continue ad.



Send :02 A9 to stop ad.



**V. Versions**

Date	Version	Description
25 th Jan.,2007	V1.0	Chinese Original version
14 th Jun.,2008	V1.1	English version
1 st Oct.,2009	V1.2	English Revised version

VI.Contact information**Tenda Electronics Limited**

Add: No.15 Street,Guang Cong North Road, Taiping Economic and Technological

Development Zone,Guangzhou,China

Contact Person : Mr Keith / Miss Lynn / Miss Lisa

Tel: 86-20-22100510 Fax:86-20-37921106

Email:tendaelectronic@gmail.com web:www.tendaelectronics.com



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- [1] อรพิน ประวัตติบริสุทธิ. *คู่มือเรียนภาษาซี*. กรุงเทพฯ : โปรวิชั่น, 2547.
- [2] อุดม รานอก. *ภาษา C สำหรับงานควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51*. พิมพ์ครั้งที่ 1. นนทบุรี : ไอดีซีฯ, 2548.
- [4] สันติ นุราช, และอุกฤษฏ์ ตันทสุทธานนท์. *เรียนรู้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ฉบับภาษาซี*. กรุงเทพฯ : ไมโครริเชิสส์ เทคโนโลยี, 2548.
- [5] Chris Veness. "Calculate distance, bearing and more between Latitude/Longitude points."
<http://www.movable-type.co.uk/scripts/latlong.html>



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้