สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบนำทางภายในอาคารโดยใช้ RFID

INDOOR NAVIGATION SYSTEM USING RFID

T117472

โดย

นายกิตติธัช ฐิติพัฒนะกูล

นายคมกริช ชนะการ

นายคุณากร มุทะธากุล

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 117472
วัน,เดือน,ปี 5 มี.ค. 2554

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

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบนำทางภายในอาคารโดยใช้ RFID

INDOOR NAVIGATION SYSTEM USING RFID

โดย

นายกิตติธัช	ฐิติพัฒนะกูล	50010110
นายคมกริช	ชนะการ	50010173
นายคุณากร	มุทะธากุล	50010184

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร.พิพัฒน์ พรหมมี

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2553

ฝ่านการตรวจชำนาญแล้ว

(ลงชื่อ).....ผู้ตรวจ

ฝ่านการตรวจชำนาญแล้ว

(ลงชื่อ).....ผู้ตรวจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2553

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบนำทางภายในอาคารโดยใช้ RFID

INDOOR NAVIGATION SYSTEM USING RFID

ผู้จัดทำ

1. นายกิตติธัช ฐิติพัฒนะกูล 50010110
2. นายคมกริช ชนะการ 50010173
3. นายคุณากร มุทะธากุล 50010184

..... **อาจารย์ที่ปรึกษา**

(ผศ.ดร.พิพัฒน์ พรหมมี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ประสบความสำเร็จไปได้ด้วยดีนั้น ทางคณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา คือ ผศ.ดร. พิพัฒน์ พรหมมี ที่ได้ให้คำปรึกษาและชี้แนะแนวทางในการทำปริญญานิพนธ์ตลอดจนคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้กับทางคณะผู้จัดทำทั้งในอดีตและปัจจุบัน รวมทั้งผู้ให้คำปรึกษาและคำแนะนำในการทำปริญญานิพนธ์ตลอดมา

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อคุณแม่ ผู้ที่เป็นแรงบันดาลใจอันสำคัญยิ่ง รวมถึงกำลังใจที่ได้รับเสมอมาจากคุณพ่อคุณแม่ อีกทั้งญาติพี่น้องของคณะผู้จัดทำ ทำให้คณะผู้จัดทำมีความมานะพากเพียรทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นายกิตติธัช ฐิติพัฒนะกูล
นายคมกริช ชนะการ
นายคุณากร มุทะธากุล
คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบนำทางภายในอาคารโดยใช้ RFID

INDOOR NAVIGATION SYSTEM USING RFID

โดย นายกิตติธัช จิติพัฒนะกูล 50010110
นายคมกริช ชนะการ 50010173
นายคุณากร มุทะธากุล 50010184

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.พิพัฒน์ พรหมมี

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอระบบการนำทางในอาคาร โดยใช้ RFID ซึ่งใช้ประโยชน์สำหรับภายในอาคารขนาดใหญ่ ที่ไม่รู้แผนผังภายในอาคารนั้นๆ ในส่วนของระบบนี้ประกอบด้วย เครื่องอ่านและเขียน RFID 1 ตัว ติดตั้งอยู่ที่บริเวณทางเข้า แท็กซึ่งใช้ในการเก็บข้อมูล และ เครื่องอ่าน RFID ที่ต่อกับจอ LCD เพื่อใช้ในการแสดงผลบอกเส้นทางซึ่งติดตั้งอยู่ภายในอาคาร ในส่วนของการทำงานนั้น เริ่มต้นด้วยการนำแท็กไปป้อนข้อมูลจุดหมายปลายทางที่เครื่องอ่านและเขียน RFID ทางเข้า จากนั้นระบบจะบอกเส้นทางในการเดินทางผ่านทางหน้าจอ LCD ผู้ใช้งานจะเดินทางไปตามจุดต่างๆ ตามระบบแจ้ง และ เมื่อพบกับเครื่องอ่าน RFID ที่ติดอยู่ตามจุดต่างๆในแต่ละชั้นก็จะตรวจสอบเส้นทาง ไปจนกว่าผู้ใช้จะเดินทางสู่จุดหมายได้อย่างถูกต้อง

ABSTRACT

This thesis presents the indoor navigation system for the labyrinthine building and unknown the map using RFID. The system contains three parts, master subsystem which is located at the entrance, slave subsystem which is located at the different places and different floors and RFID tags. The LCD displays shows the direction of the destination which are installed in master and slave subsystems. In the operation, user has to receive the tag and input the destination data at user the entrance. User can see the direction on the LCD then follows the instruction. User can recheck the direction when user found the slave subsystem at the new places until user reaches the destination.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

กิตติกรรมประกาศ		I
บทคัดย่อ		II
สารบัญ		III
สารบัญรูป		V
สารบัญตาราง		VI
บทที่ 1	**บทนำ**	**1**
	1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	1.2 วัตถุประสงค์	4
	1.3 ขอบเขตของโครงงาน	4
บทที่ 2	**ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง**	**5**
	2.1 เทคโนโลยี อาร์เอฟไอดี (RFID)	5
	2.2 ความหมายและประวัติความเป็นมา	5
	2.3 ส่วนประกอบของระบบอาร์เอฟไอดี	7
	2.4 ระยะในการอ่านข้อมูล	11
	2.5 เปรียบเทียบอาร์เอฟไอดีกับรหัสแท่ง	12
	2.6 การทำงานของอาร์เอฟไอดี	13
	2.7 คลื่นพาหะและมาตรฐานของระบบอาร์เอฟไอดี	16
	2.8 การประยุกต์ใช้อาร์เอฟไอดีในประเทศไทย	18
	2.9 ความปลอดภัยของข้อมูลและสิทธิส่วนบุคคลของอาร์เอฟไอดี	22
	2.10 PIC MICROCONTROLLER	25
	2.11 โครงสร้าง MEMORY ของ PIC16F87X	27
บทที่ 3	**การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์**	**43**
	3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
	3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง	68
บทที่ 4	**การทดลองและผลการทดลอง**	**69**
	4.1 ผลการทดลอง	69
บทที่ 5	**สรุปผลการทดลอง**	**78**
	5.1 สรุปผล	78
	5.2 ข้อเสนอแนะ	78
บรรณานุกรม		**79**
ภาคผนวก ก	**CODE ที่ใช้สำหรับ PIC MICROCONTROLLER**	
ภาคผนวก ข	**DATA SHEET**	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่

1.1	อาร์เอฟไอดี	1
2.1	ระบบอาร์เอฟไอดี	7
2.2	แท็กในรูปแบบชนิดต่าง ๆ	9
2.3	เครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีแบบติดผนัง	10
2.4	เครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีแบบประตู	11
2.5	หลักการทำงานของ LF, HF, และ UHF	14
2.6	ตัวอย่างการทำ ASK	15
2.7	เครื่องอ่านทำงานร่วมกับแท็กหลาย ๆ อันพร้อมกัน	16
2.8	แสดงความถี่ย่านที่ระบบอาร์เอฟไอดีถูกใช้งาน	17
2.9	เหรียญโดยสาร (TOKEN) ซึ่งใช้เป็นตั๋วเที่ยวเดียว	19
2.10	แสดงอัลกอริธึมแบบสมมาตร (SYMMETRIC ALGORITHM)	23
2.11	PIC MICROCONTROLLER	26
2.12	ขนาดPROGRAM MEMORY	27
2.13	MEMORY MAP ของ PIC16F87X	30
2.14	บล็อกไดอะแกรมของขา RA3 RA0 และ RA5	33
2.15	บล็อกไดอะแกรมของ RA4 และ T0CKI	33
2.16	บล็อกไดอะแกรมของขา RB3, RB0	35
2.17	บล็อกไดอะแกรมของขา RB7, RB4	35
2.18	บล็อกไดอะแกรมของพอร์ต C (ขาส่งออกไปยังอุปกรณ์ต่างๆ) RC<0:2> RC<5:7>	38
2.19	บล็อกไดอะแกรมของพอร์ต C (ขาส่งออกไปยังอุปกรณ์ต่างๆ) RC<3:4>	39
2.20	บล็อกไดอะแกรมของพอร์ต D	40
2.21	บล็อกไดอะแกรมของพอร์ต E	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่

3.1	บล็อกไดอะแกรม การทำงานของ HOST	43
3.2	บล็อกไดอะแกรม การทำงานของ READER	44
3.3	วงจรรวม	45
3.4	วงจรREGULATOR	45
3.5	วงจร AMPLIFIER	46
3.6	ผังการทำงานของ HOST	47
3.7	ผังการทำงานของ READER	48
3.8	RFID READER SL015B-1	49
3.9	การต่อใช้งาน MAX232 กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์	60
3.10	บอร์ด MINI MP3 V2	61
3.11	MP3 STANDALONE MODULE	63
3.12	ปุ่มกด	64
3.13	แอลซีดี	65
4.1	เริ่มต้นการทำงานด้วยการทาบบัตร	69
4.2	กดหมายเลขห้องที่ต้องการผ่านคีย์แพด	69
4.3	เมื่อมีการกดหมายเลขห้อง	70
4.4	เลือกห้องในกรณีมีห้องย่อย	70
4.5	ส่งพัลส์ควบคุมสวิทซ์	71
4.6	เป็นการวัดสัญญาณ CH1 คือ MP3 กับ CH 2 คือ วงจรขยาย	71
4.7	ส่ง LOGIN SECTOR (BA0A0200AAFFFFFFFFFF18) จาก PIC MICROCONTROLLER	72
4.8	ส่ง LOGIN SECTOR (BA0A0200AAFFFFFFFFFF18) จาก RFID	72
4.9	ส่ง SELECT CARD (BA0201B9) จาก PIC	73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่

4.10 ส่ง SELECT CARD (BA0201B9) จาก RFID 73

4.11 เขียนข้อมูลจาก PIC 74
(BA1130401000000000000000000000000000000000000000)

4.12 เขียนข้อมูลจาก RFID 74
(BA1130401000000000000000000000000000000000000000)

4.13 สัญญาณรวมที่ส่งจากPIC (SELECT CARD, LOGIN SECTOR, WRITE) 75

4.14 สัญญาณรวมที่ส่งจาก RFID (SELECT CARD, LOGIN SECTOR, WRITE) 75

4.15 เมื่อเขียนข้อมูลแล้ว นำการ์ดออก 76

4.16 จอแอลซีดีจะขึ้นรายละเอียดของห้องที่กดหมายเลข 76

4.17 จอแอลซีดีจะขึ้นรายละเอียดของห้องที่กดหมายเลข 77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	ย่านความถี่ต่างๆของระบบการชี้เฉพาะโดยคลื่นความถี่วิทยุและการใช้งาน	2
2.1	ความถี่ที่ใช้งานของอาร์เอฟไอดี	17
2.2	ฟังก์ชัน พอร์ต A	34
2.3	สรุปการเชื่องโยงขาต่างๆ ของพอร์ตA	34
2.4	ฟังก์ชันของพอร์ต B	37
2.5	สรุปการเชื่องโยงขาต่างๆ ของพอร์ต B	37
2.6	ฟังก์ชันพอร์ต C	39
2.7	สรุปการเชื่องโยงขาต่างๆ ของพอร์ต C	39
2.8	ฟังก์ชันของพอร์ต D	40
2.9	สรุปการเชื่องโยงขาต่างๆ ของพอร์ต D	41
2.10	ฟังก์ชันของพอร์ต E	42
2.11	สรุปการเชื่องโยงขาต่างๆ ของพอร์ต E	42
3.1	รายละเอียดขาต่างๆของ อาร์เอฟไอดี	50
3.2	อัตรา BAUD RATE	51
3.3	คำสั่งโดยรวม	52
3.4	สถานะโดยรวม	53
3.5	รายละเอียดห้องภายในอาคาร	65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เทคโนโลยี อาร์เอฟไอดี (RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION) เป็นระบบชี้เฉพาะอัตโนมัติด้วยคลื่นความถี่วิทยุ ที่ใช้สัญญาณวิทยุพลังต่ำเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลกัน แบบไร้สาย (Wireless) ซึ่งในปัจจุบันนี้เราอาจจะกล่าวได้ว่าเทคโนโลยี อาร์เอฟไอดี เป็นระบบที่ถูกนำมาใช้งานในด้านต่างๆมากมาย ไม่ว่าจะเป็นหน่วยงาน หรือ องค์กรทั้งภาครัฐ ภาคเอกชน โรงงานอุตสาหกรรม ร้านค้า ห้างสรรพสินค้า ซึ่งเราจะพบเห็นการใช้งานของระบบ อาร์เอฟไอดี ได้ อาทิเช่น ระบบรักษาความปลอดภัย ระบบคลังสินค้า ระบบเครือข่ายเทคโนโลยี สมาร์ทการ์ด (สมาร์ทการ์ด) / อาร์เอฟไอดี ระบบการตรวจสอบและติดตามตู้สินค้าผนึกติดด้วย อาร์เอฟไอดี ระบบควบคุมยานพาหนะเข้าออกด้วย อาร์เอฟไอดี บาร์โค๊ดและการปศุสัตว์ เป็นต้น

รูปที่ 1.1 อาร์เอฟไอดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งถ้าหากเราพิจารณารูปแบบของเทคโนโลยี อาร์เอฟไอดี ที่ใช้ในงานดังกล่างก็มีทั้งแบบที่สามารถถูกเขียน หรือ อ่านข้อมูลออกมาจากฉลากที่มีชื่อเรียกว่า ทรานสพอนเตอร์ (Transponder, Transmitter & Responder) หรือที่เรียกกันโดยทั่ว ๆ ไปว่า "แท็กส์" (Tag) ได้โดยไม่ต้องมีการสัมผัส กับ ทรานสซิฟเวอร์ (Transceiver, Transmitter & Receiver) หรือที่เรียกกันโดยทั่ว ๆ ไป ว่า "เครื่องอ่าน" (Reader) โดยระยะห่างของการเขียนหรืออ่านข้อมูลระหว่าง แท็กส์ และ เครื่องอ่าน จะขึ้นกับความถี่ (Frequency) และกำลังงานที่ใช้ โดยเราสามารถพิจารณาการเลือกใช้งาน อาร์เอฟไอดี ได้ตามมาตราฐานที่มีการกำหนดในปัจจุบัน มาตรฐานของการรวมกลุ่มระหว่างแต่ละประเทศ ความถี่คลื่นพาหะของระบบการชี้เฉพาะโดยคลื่นความถี่วิทยุ โดยมีสามกลุ่มใหญ่ๆ คือ กลุ่มประเทศในยุโรปและแอฟริกา (Region 1), กลุ่มประเทศอเมริกาเหนือและอเมริกาใต้ (Region 2) และสุดท้ายคือกลุ่มประเทศตะวันออกไกล และออสเตรเลีย (Region 3) ซึ่งแต่ละกลุ่มประเทศจะกำหนดแนวทาง ในการเลือกใช้ความถี่ต่างๆ ให้แก่ บรรดาประเทศสมาชิกดังนี้

ตารางที่ 1.1 ย่านความถี่ต่างๆ ของระบบการชี้เฉพาะโดยคลื่นความถี่วิทยุ และการใช้งาน

ย่านความถี่	คุณลักษณะ	การใช้งาน
ย่านความถี่ต่ำ 100-500 กิโลเฮิร์ต(kHz) ความถี่มาตรฐานที่ใช้งานทั่วไปคือ 125 กิโลเฮิร์ต	- ระยะทางการรับส่งข้อมูลใกล้ - ต้นทุนไม่สูง - ความเร็วในการอ่านข้อมูลต่ำ - ความถี่ในย่านนี้เป็นที่แพร่หลายทั่วโลก	- การควบคุมส่วนกลาง (Access Control) - ปศุสัตว์ - ระบบคงคลัง - รถยนต์
ย่านความถี่กลาง 10 – 15 กิโลเฮิร์ต ความถี่มาตรฐานที่ใช้งานทั่วไปคือ 13.56 เมกะเฮิร์ต (MHz)	- ระยะการรับส่งข้อมูลปานกลาง - ราคามีแนวโน้มถูกลงในอนาคต - ความเร็วในการอ่านข้อมูลปานกลาง - ความถี่ในย่านนี้เป็นที่แพร่หลายทั่วโลก	- การควบคุมส่วนกลาง - สมาร์ตการ์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.1 ย่านความถี่ต่างๆ ของระบบกรชี้เฉพาะโดยคลื่นความถี่วิทยุ และการใช้งาน (ต่อ)

ย่านความถี่	คุณลักษณะ	การใช้งาน
ย่านความถี่สูง 850-950 เมกะเฮิร์ต 2.4-5.8 จิกะเฮิร์ต(GHz) ความถี่มาตรฐานที่ใช้งานทั่วไปคือ 2.45 จิกะเฮิร์ต	- ระยะการรับส่งข้อมูลไกล (10 เมตร) - ความเร็วในการอ่านข้อมูลสูง - ราคาแพง	- รถไฟ - ระบบเก็บค่าผ่านทาง

ย่านความถี่ที่นิยมใช้งานคือย่านความถี่ต่ำ (125 กิโลเฮิร์ต) ย่านความถี่ปานกลาง(13.56 กิโลเฮิร์ต และย่านความถี่สูง (2.45 จิกะเฮิร์ต) ตามลำดับดังที่แสดงไว้ในตารางที่ 1.2 จากที่เราได้กล่าวถึงเทคโลยี อาร์เอฟไอดี มาทั้งหมดเราจะเห็นได้ว่าเทคโนโลยี อาร์เอฟไอดี มีประโยชน์ต่อการใช้งานหลายด้านและเป็นเทคโลยีที่เข้ามามีบทบาทต่อการบริหารจัดการธุรกิจขนาดใหญ่และอำนวยความสะดวกต่อการดำเนินชีวิตอย่างมาก ซึ่งจะมีส่วนต่อการเปลี่ยนโฉมของสังคมเข้าสู่สังคม สำหรับประเทศไทยแล้วเทคโนโลยี อาร์เอฟไอดี ยังเป็นเทคโนโลยีที่ใหม่สำหรับประเทศไทย จึงมีการนำเข้าซึ่งเทคโนโลยี อาร์เอฟไอดี จากต่างประเทศ เข้ามาใช้ในประเทศไทย ซึ่งเรื่องราคาก็ย่อมสูงเช่นเดียวกันกับความต้องการของเทคโนโลยี แต่เมื่อมองในแง่ของผลประโยชน์ที่จะได้รับก็ถือว่าคุมค่ากับการลงทุน จึงเกิดแนวคิดที่จะศึกษาเกี่ยวกับเทคโนโลยีเกี่ยวกับ อาร์เอฟไอดี เพื่อที่จะลดต้นทุนของเทคโนโลยีดังกล่าว จากการนำเข้าจากต่างประเทศ และเพื่อให้สามานำประยุกต์ให้ใช้กับงานด้านต่าง ๆ ได้แพร่หลาย สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์ และ เทคโนโลยีแห่งชาติ โดยศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ และ ในปัจจุบันได้สนับสนุนการก่อตั้งเครือข่ายสหกิจเทคโนโลยี อาร์เอฟไอดีในประเทศไทย เพื่อดูแลเกี่ยวกับมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้งาน และการจัดสรรความถี่ เป็นต้น ซอฟแวร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์

1) เพื่อศึกษาและเรียนรู้ระบบการทำงานของเทคโนโลยี อาร์เอฟไอดี
2) เพื่อให้สามารถวิเคราะห์และแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้
3) เพื่อความสะดวกสบายในชีวิตประจำวัน
4) เพื่อให้เข้าใจพื้นฐานทางด้านอิเล็กทรอนิกส์มากขึ้น

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

ปริญญานิพนธ์นี้นำเสนอระบบการนำทางในอาคารโดยใช้ อาร์เอฟไอดี ซึ่งใช้ประโยชน์สำหรับภายในอาคารขนาดใหญ่ ที่ไม่รู้แผนผังภายในอาคารนั้นๆ ในส่วนของระบบนี้ประกอบด้วย เครื่องอ่านและเขียน อาร์เอฟไอดี 1 ตัว ติดตั้งอยู่ที่บริเวณทางเข้า แท็กส์ซึ่งใช้ในการเก็บข้อมูล และ เครื่องอ่าน อาร์เอฟไอดี ที่ต่อกับแอลซีดี (LCD) เพื่อใช้ในการแสดงผลบอกเส้นทาง ซึ่งติดตั้งอยู่ภายในอาคาร ในส่วนของการทำงานนั้น เริ่มต้นด้วยการนำแท็กส์ไปป้อนข้อมูลจุดหมายปลายทางที่เครื่องอ่านและเขียน อาร์เอฟไอดี ทางเข้า จากนั้นระบบจะส่งเสียงและแสดงเส้นทางในการเดินทางผ่านทางหน้าจอ แอลซีดี ผู้ใช้งานจะเดินทางไปตามจุดต่างๆ ตามระบบแจ้ง และ เมื่อพบกับเครื่องอ่าน อาร์เอฟไอดี ที่ติดอยู่ตามจุดต่างๆในแต่ละชั้นก็จะตรวจสอบเส้นทาง ไปจนกว่าผู้ใช้จะเดินทางสู่จุดหมายได้อย่างถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 เทคโนโลยี อาร์เอฟไอดี (RFID)

ในปัจจุบันการใช้ระบบตรวจสอบรหัสโดยใช้ความถี่วิทยุ (อาร์เอฟไอดี) เป็นที่ยอมรับอย่างสูงว่าเป็นเทคโนโลยีที่เอื้ออำนวยต่อการใช้งานที่ต้องการการบ่งบอกความแตกต่างหรือข้อมูลเฉพาะของแต่ละบุคคลที่สามารถทำงานได้ถูกต้องแม่นยำ รวดเร็ว และมีความเป็นอัตโนมัติกว่าระบบตรวจสอบรหัสในระบบอื่น ๆ เช่น รหัสแบบแท่ง (Barcode) การใช้งานที่ง่ายและยังเพิ่มขีดความสามารถในการให้บริการเสริมในเชิงพาณิชย์ด้านต่าง ๆ อีกทั้งยังสอดคล้องกับเทคโนโลยีทางการเก็บข้อมูลคอมพิวเตอร์ ยังผลให้การขยายตัวของการใช้งานอาร์เอฟไอดีสูงขึ้น

เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี (Radio Frequency Identification) หรือการระบุด้วยคลื่นวิทยุเป็นเทคโนโลยีที่เข้ามามีบทบาทต่อการบริหารจัดการธุรกิจรูปแบบใหม่และอำนวยความสะดวกต่อการดำเนินชีวิตอย่างมาก ซึ่งจะมีส่วนในการเปลี่ยนโฉมของสังคมเข้าสู่สังคมสารสนเทศของประเทศไทย เริ่มมีการใช้งานจริงหรือการทดสอบการใช้งานบ้างแล้ว ได้แก่ บัตรโดยสารรถไฟฟ้าใต้ดิน การทดสอบอาร์เอฟไอดี เพื่อการตรวจสอบย้อนกลับในอุตสาหกรรมอาหาร (foodtraceability) การใช้อาร์เอฟไอดีในการบริหารจัดการสินค้าคงคลัง และการกระจายสินค้า จะเห็นได้ว่าอาร์เอฟไอดีเข้ามามีบทบาทสำคัญต่อการเพิ่มขีดการแข่งขันของประเทศเป็นอย่างมาก

2.2 ความหมายและประวัติความเป็นมา

2.2.1 ความหมายของอาร์เอฟไอดีและประวัติความเป็นมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาร์เอฟไอดี ย่อมาจาก Radio Frequency Identification เป็นเทคโนโลยีการระบุข้อมูลที่แสดงเอกลักษณ์ของวัตถุหรือบุคคลด้วยคลื่นความถี่วิทยุที่ได้ถูกพัฒนามาในยุคคริสตทศวรรษ 1970 เพื่อวัตถุประสงค์เพื่อนำไปใช้ในการบ่งชี้วัตถุในระยะไกลได้ โดยมีจุดเด่นคือสามารถอ่านข้อมูลจากแท็กส์ (Tag) ได้ครั้งละหลาย ๆ แท็กส์แบบไร้สัมผัส และสามารถอ่านค่าได้แม้ในสภาพที่ทัศนวิสัยไม่ดีทนต่อความเปียกชื้น แรงสั่นสะเทือน การกระทบกระแทก และสามารถจะอ่านข้อมูลได้ด้วยความเร็วสูง โดยข้อมูลจะถูกเก็บไว้ในไมโครชิปที่อยู่ในแท็กส์ ในปัจจุบันได้มีการนำเอาอาร์เอฟไอดีไปประยุกต์ใช้งานในด้านอื่น ๆ นอกเหนือจากนำมาใช้ทดแทนระบบรหัสแท่งแบบเดิม ได้แก่การใช้งานในบัตรชนิดต่าง ๆ เช่น บัตรประจำตัวพนักงาน บัตรโดยสาร บัตรสำหรับเปิดประตูห้องพักในโรงแรม บัตรที่จอดรถตามศูนย์การค้าต่าง ๆ แท็กส์สำหรับติดกระเป๋าเดินทาง แท็กส์สำหรับติดสินค้าหนังสือ หรือฉลากยา บางครั้งเราอาจพบเห็นอยู่ในรูปของแท็กส์สินค้าซึ่งมีขนาดเล็กจนสามารถแทรกลงระหว่างชั้นของเนื้อกระดาษได้ หรือเป็นแค็ปซูลขนาดเล็กฝังเอาไว้ในตัวสัตว์เพื่อบันทึกประวัติต่าง ๆ เป็นต้น

2.2.2 วิวัฒนาการของอาร์เอฟไอดี

จุดเริ่มต้นของอาร์เอฟไอดี มีมาตั้งแต่ยุคสงครามโลกครั้งที่ 2ทางด้านการพัฒนาได้มีการให้สิทธิบัตรของอเมริกาเกี่ยวกับอาร์เอฟไอดีอันแรกให้กับ Mario W.Cardullo เป็นสิทธิบัตรเกี่ยวกับแท็กส์แบบแอ็กทีฟ เมื่อวันที่ 23 มกราคม ค.ศ. 1973 และในปีเดียวกันได้มีการมอบสิทธิบัตรเกี่ยวกับแท็กส์แบบพาสซีฟ แก่ Charles Walton โดยประยุกต์ใช้งานสำหรับการเปิดล็อกประตู และ Chales Walton ได้อนุญาตสิทธิให้บริษัท Schlage เป็นผู้ผลิต

ในช่วงปี ค.ศ. 1970 รัฐบาลสหรัฐอเมริกาได้มีการพัฒนาเกี่ยวกับอาร์เอฟไอดีเหมือนกันที่ศูนย์วิจัยแห่งชาติ ลอส อลามอส (Los Alamos National Laboratory) มลรัฐนิวเม็กซิโกใช้สำหรับการติดตามวัตถุนิวเคลียร์ให้กับกระทรวงพลังงาน โดยใช้อาร์เอฟไอดีติดกับรถบรรทุกและเครื่องอ่านที่ประตูทางเข้าออก และเมื่อทีมนักวิทยาศาสตร์ของศูนย์วิจัยแห่งนี้ ได้ออกมาตั้งบริษัทและพัฒนาเป็นระบบเก็บค่าทางด่วนอัตโนมัติ

ในขณะเดียวกันกระทรวงเกษตรของสหรัฐมีความต้องการแท็กส์แบบพาสซีฟชนิดความถี่ 125 กิโลเฮิรตซ์ สำหรับติดโคเลี้ยง เพื่อใช้แยกแยะว่าโคตัวไหนมีการฉีดวัคซีนแล้วหรือไม่ทางศูนย์วิจัยแห่งชาติลอส อลามอส ได้พัฒนาอาร์เอฟไอดีความถี่ 125

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิโลเฮิรตซ์ สำหรับฝังใต้ผิวหนังของโค อาร์เอฟไอดีความถี่ 125 กิโลเฮิรตซ์ ได้มีการใช้ในเชิงพาณิชย์ในหลายรูปแบบ และต่อมาได้มีการพัฒนาไปที่ความถี่ 13.56 เมกะเฮิรตซ์

2.3 ส่วนประกอบของระบบอาร์เอฟไอดี

ในระบบอาร์เอฟไอดี มีองค์ประกอบหลัก ๆ อยู่ 3 ส่วนด้วยกัน ส่วนแรกคือ แท็กส์ หรือ ทรานสปอนเดอร์ (tag หรือ Transponder) ที่ใช้ติดกับวัตถุต่าง ๆ ที่เราต้องการ ส่วนที่สองคือ เครื่องสำหรับอ่านแท็กส์ (Interrogator/Reader) ด้วยคลื่นความถี่วิทยุ ถ้าเปรียบเทียบกับระบบบรหัสแท่ง แท็กส์ในระบบอาร์เอฟไอดีเปรียบได้กับตัวรหัสแท่งที่ติดกับฉลากของสินค้า และเครื่องอ่านในระบบอาร์เอฟไอดีคือเครื่องอ่านรหัสแท่ง (Scanner) โดยข้อแตกต่างของทั้งสองระบบคือ ระบบอาร์เอฟไอดีจะใช้คลื่นความถี่วิทยุในการอ่าน/เขียน ส่วนระบบรหัสแท่งจะใช้แสงเลเซอร์ในการอ่าน โดยข้อเสียของระบบรหัสแท่งคือ การอ่าน (สแกน) เป็นการใช้แสงในการอ่านรหัสแท่งซึ่งจะต้องไม่มีสิ่งกีดขวาง หรือต้องอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกับลำแสงที่ยิงจากเครื่องสแกน และสามารถอ่านได้ทีละรหัสในระยะใกล้ ๆ แต่ระบบอาร์เอฟไอดีมีความแตกต่างโดยสามารถอ่านรหัสจากแท็กส์ได้โดยไม่ต้องเห็นแท็กส์ เพียงอยู่ในบริเวณที่สามารถรับคลื่นวิทยุได้ก็สามารถอ่านข้อมูลได้ ส่วนที่สาม ได้แก่ ระบบประยุกต์ใช้งาน รวมถึงระบบฮาร์ดแวร์และซอร์ฟแวร์ประยุกต์ใช้งาน หรือระบบฐานข้อมูล ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระบบการใช้งานที่เกี่ยวข้อง เช่น ระบบข้อมูลสินค้า ระบบบริหารงานบุคคล

รูปที่ 2.1 ระบบอาร์เอฟไอดี

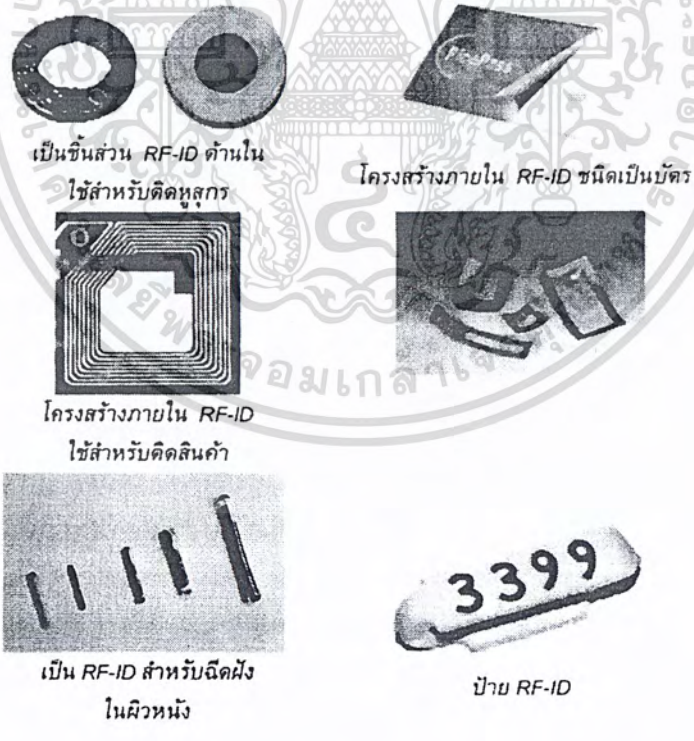
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 องค์ประกอบของแท็กส์ (Tag/Transponder)

โครงสร้างภายในของแท็กส์จะประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ ๆ ได้แก่ ส่วนของไมโครชิป (Microchip) ที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูลของวัตถุ เช่น รหัสสินค้า และขดลวดขนาดเล็กหรือแบบบาง ๆซึ่งทำหน้าที่เป็นสายอากาศ (Antenna) สำหรับรับส่งสัญญาณคลื่นความถี่วิทยุและสร้างพลังงานป้อนให้ส่วนของไมโครชิป

โดยทั่วไปตัวแท็กส์อาจอยู่ในรูปแบบที่เป็นกระดาษ แผ่นฟิล์ม พลาสติก มีขนาดและรูปร่างต่าง ๆ กันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัสดุที่จะนำเอาไปติด และมีหลายรูปแบบ เช่น บัตรเครดิตเหรียญ กระดุม ฉลากสินค้า แคปซูล หรือแท็กส์ เป็นต้น ทั้งนี้เราสามารถแบ่งแท็กส์ที่มีใช้งานกันอยู่ได้เป็น 3 ชนิดใหญ่ ๆ ได้แก่

- แท็กส์แบบพาสซีฟ
- แท็กส์แบบกึ่งพาสซีฟ
- แท็กส์แบบแอ็กทีฟ



รูปที่ 2.2 แท็กส์ในรูปแบบชนิดต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1.1 แท็กส์อาร์เอฟไอดีชนิดพาสซีฟ

แท็กส์ชนิดนี้ทำงานได้ไม่ต้องอาศัยแหล่งจ่ายไฟภายนอกใด ๆ เพราะภายในแท็กส์จะมีวงจรกำเนิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำขนาดเล็กเป็นแหล่งจ่ายไฟในตัวอยู่ ทำให้การอ่านข้อมูลทำได้ไม่ไกลมากนัก ระยะอ่านสูงสุดประมาณ 1 เมตร ขึ้นอยู่กับกำลังของเครื่องส่งและคลื่นความถี่วิทยุที่ใช้ โดยปกติแท็กส์ชนิดนี้มักมีหน่วยความจำน้อย โดยทั่วไปประมาณ 16-1,024 ไบต์ มีขนาดเล็กและน้ำหนักเบา ราคาต่อหน่วยต่ำ

ไมโครชิปหรือไอซีของแท็กส์ชนิดพาสซีฟที่มีการผลิตออกมาจะมีทั้งขนาดและรูปร่างเป็นได้ตั้งแต่แบบแท่งหรือแผ่นขนาดเล็กจนแทบไม่สามารมองเห็นได้ไปจนถึงขนาดใหญ่สะดุดตาซึ่งต่างก็มีความเหมาะสมกับชนิดการใช้งานที่แตกต่างกัน โดยทั่วไปโครงสร้างภายในส่วนที่เป็นไอซีของแท็กส์นั้นก็จะประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ๆ ได้แก่ ส่วนของควบคุมการทำงานของภาครับส่งสัญญาณวิทยุ (Analog Front-End) ส่วนควบคุมภาคลอจิก (Digital Control Unit) ส่วนของหน่วยความจำ (Memory) ซึ่งอาจจะเป็นแบบ รอม(ROM) หรือ อีอีพรอม (EEPROM)

2.3.1.2 แท็กส์อาร์เอฟไอดีแบบกึ่งพาสซีฟ

แท็กส์ชนิดนี้จะต้องอาศัยแหล่งจ่ายไฟจากแบตเตอรี่ภายนอกทำให้สามารถส่งข้อมูลได้ระยะไกลกว่าแท็กส์แบบพาสซีฟเพื่อประหยัดไฟ ตัวแท็กส์จะรอรับสัญญาณกระตุ้นให้ทำงานจากเครื่องอ่านแล้วจึงจะส่งข้อมูลกลับไปยังเครื่องอ่าน

2.3.1.3 แท็กส์อาร์เอฟไอดีแบบแอ็กทีฟ

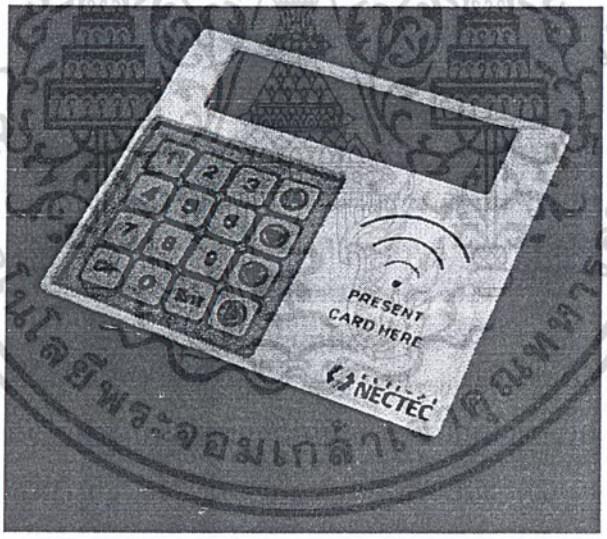
แท็กส์ชนิดนี้จะต้องอาศัยแหล่งจ่ายไฟจากแบตเตอรี่ภายนอกเพื่อจ่ายพลังงานให้กับวงจรภายในทำงาน โดยแท็กส์แบบนี้สามารถมีหน่วยความจำภายในขนาดใหญ่ได้ถึง 1 เมกะไบต์และสามารถอ่านได้ในระยะไกลสูงสุดประมาณ 100 เมตร ข้อเสียของแท็กส์แบบนี้คือ มีราคาต่อหน่วยสูง มีขนาดค่อนข้างใหญ่ และมีอายุการใช้งานที่จำกัดตามอายุของแบตเตอรี่ซึ่งจะมีอายุการใช้งานประมาณ 3-7 ปี และสามารถส่งสัญญาณออกมาเองได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด เช่น การตั้งเวลาหรือเมื่อกรณีที่มีเหตุอันควรตามที่โปรแกรมเอาไว้หรือเมื่อได้รับสัญญาณสอบถามจากเครื่องอ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 องค์ประกอบของเครื่องอ่าน (Reader) และหน้าที่การทำงาน

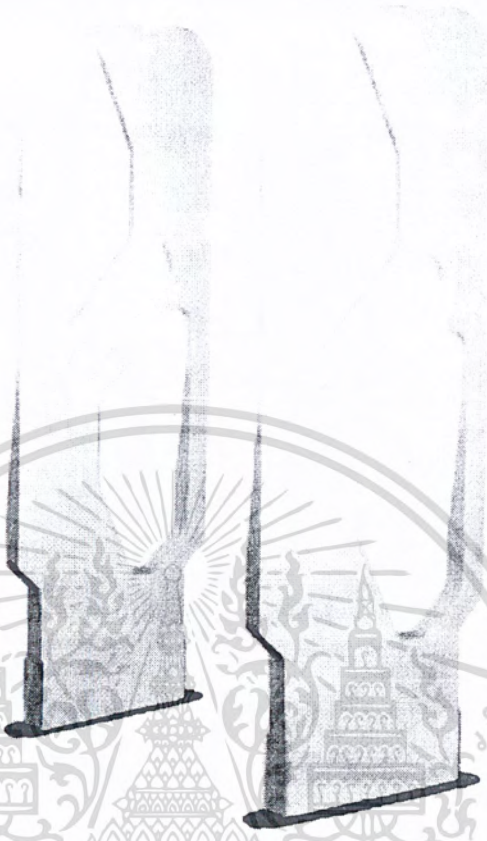
โดยหน้าที่ของเครื่องอ่านก็คือ การเชื่อมต่อเพื่ออ่านหรือเขียนข้อมูลลงในแท็กส์ด้วยสัญญาณความถี่วิทยุ ภายในเครื่องอ่านจะประกอบด้วย เสาอากาศที่ทำจากขดลวดทองแดง เพื่อใช้รับ-ส่งสัญญาณ ภาครับและภาคส่งสัญญาณวิทยุ และวงจรควบคุมการอ่าน-เขียนข้อมูลซึ่งมักจะเป็นวงจรจำพวกไมโครคอนโทรลเลอร์ และส่วนของการติดต่อกับคอมพิวเตอร์

โดยทั่วไปหน่วยประมวลข้อมูลที่อยู่ภายในเครื่องอ่าน มักใช้เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งอัลกอริธึมที่อยู่ภายในโปรแกรมจะทำหน้าที่ถอดรหัสข้อมูล (decoding) ที่ได้รับ และทำหน้าที่ติดต่อกับคอมพิวเตอร์ โดยลักษณะ ขนาด และรูปร่างของเครื่องอ่านจะแตกต่างกันไปตามประเภทการใช้งาน



รูปที่ 2.3 เครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีแบบติดผนัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 เครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีแบบประตู

2.4 ระยะในการอ่านข้อมูล

ระยะในการอ่านของเครื่องอ่านจะขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยได้แก่ กำลังส่งของเครื่องอ่านและชนิดของแท็กส์ ในการใช้งานทั่วไปแท็กส์ความถี่ต่ำ (LF) มีระยะในการอ่านประมาณ 10-30 เซนติเมตร ความถี่สูง (HF) มีระยะในการอ่านประมาณ 15-100 เซนติเมตร แท็กส์ชนิดความถี่สูงยิ่ง (UHF) มีระยะในการอ่านถึง 15 เมตร หรือถ้าเป็นแบบแอ็กทีฟ จะอ่านได้ถึง 100 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 เปรียบเทียบอาร์เอฟไอดีกับรหัสแท่ง

อาร์เอฟไอดีสามารถอ่านได้โดยอัตโนมัติ การใช้งานรหัสแท่ง (Barcode) ผู้ใช้จะต้องนำเครื่องสแกนไปอ่านที่แถบรหัส ขณะที่อาร์เอฟไอดีสามารถทำงานได้เองโดยอัตโนมัติเมื่อแท็กส์อยู่ในรัศมีของการอ่าน จึงเหมาะกับงานที่ต้องการการทำงานแบบอัตโนมัติ ไม่จำเป็นต้องมีผู้ปฏิบัติงาน เช่นในระบบลำเลียงในโรงงาน เมื่อลำเลียงผ่านขบวนการใด ก็สามารถตรวจสอบและบันทึกได้

อาร์เอฟไอดีสามารถทำได้ทั้งอ่านและเขียน ในขณะที่รหัสแท่งสามารถอ่านรหัสประจำตัวได้อย่างเดียว ระบบอาร์เอฟไอดีนอกจากอ่านรหัสประจำตัวมาทำการประมวลผลแล้วยังสามารถบันทึกข้อมูลอะไรบางอย่างกลับลงไปที่แท็กส์ได้ ยกตัวอย่างการตรวจสอบสต๊อกสินค้า เมื่อทำการอ่านข้อมูลแล้วก็จะทำการบันทึกกลับไปยังที่แท็กส์ว่าได้รับการตรวจแล้ว เพื่อลดข้อผิดพลาดกรณีหยิบสินค้านั้นมาอ่านรหัสประจำตัวซ้ำอีกครั้ง จะทำให้ระบบตรวจสอบสินค้าผิดพลาดได้ ซึ่งระบบรหัสแท่งไม่สามารถทำได้

อาร์เอฟไอดีสามารถอ่านได้จากระยะไกล ในขณะที่รหัสแท่งต้องอยู่ในระยะใกล้และตำแหน่งที่แสงสามารถสแกนถึง อาร์เอฟดีสามารถอ่านข้อมูลจากแท็กส์ได้อย่างสะดวก แม้ว่าอยู่ในพื้นที่ที่ไม่สะดวกหรือในพื้นที่อันตรายต่อการปฏิบัติงาน เช่น ห้องพ่นสีหรือพื้นที่ที่มีอุณหภูมิสูง

อาร์เอฟไอดี สามารถอ่านข้อมูลได้พร้อม ๆ กัน ในขณะที่ระบบแท่งจะต้องทำการสแกนแถบรหัสทีละแถบ ในขณะที่อาร์เอฟไอดีสามารถอ่านได้พร้อมกันหลาย ๆ แท็กส์ เพียงแค่นำสิ่งของที่ติดแท็กส์มาวางไว้ในพื้นที่รัศมีของเครื่องอ่านก็สามารถอ่านได้พร้อมกันอย่างรวดเร็ว สามารถลดเวลาการทงานและลดข้อผิพลาดในการเคลื่อนย้ายสิ่งของ

อาร์เอฟไอดีสามารถอ่านได้แม้ไม่เห็นตัวแท็กส์ที่ติดอยู่ ทำให้สะดวกในการไม่ต้องเคลื่อนย้ายสิ่งของ เช่น การตรวจสอบสินค้าในตู้คอนเทนเนอร์ที่ใช้ระบบอาร์เอฟไอดี สามารถทราบรายละเอียดสินค้าในตู้สินค้า โดยไม่ต้องเปิดตู้เพื่อความปลอดภัยได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาร์เอฟไอดีมีความปลอดภัยสูง เนื่องจากข้อมูลเป็นข้อมูลดิจิตอลในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ทำให้สามารถเพิ่มความปลอดภัยของข้อมูลด้วยการเข้ารหัสลับเพื่อไม่ให้ผู้อื่นทราบข้อมูลที่ไม่ต้องการเปิดเผยได้

อาร์เอฟไอดีสามารถบันทึกประวัติการเคลื่อนย้ายของสินค้าได้ (Dynamic data onitems) เช่น บันทึกเวลาเข้าออกไว้บนสินค้าเอง หรือบันทึกเวลาต่าง ๆ ลงบนสินค้าได้โดยตรง ในขณะที่รหัสแท่งไม่สามารถทำได้ ต้องบันทึกไว้ในระบบฐานข้อมูล ซึ่งเมื่อสินค้าไปอยู่ในพื้นที่ที่ไม่สามารถเข้าถึงฐานข้อมูลทำให้ไม่สามารถรู้ข้อมูลเกี่ยวกับสินค้านั้น ๆ ได้

2.6 การทำงานของอาร์เอฟไอดี

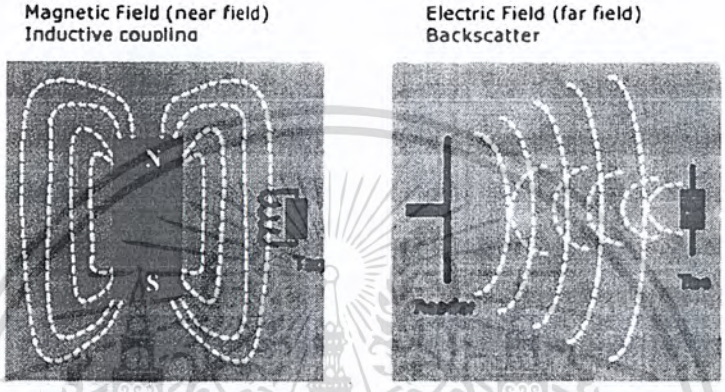
2.6.1 การทำงานของแท็กส์อาร์เอฟไอดีแบบพาสซีฟ

แท็กส์ชนิดนี้ทำงานได้ไม่ต้องอาศัยแหล่งจ่ายไฟภายนอกใด ๆ โดยทั่วไป การทำงานของแท็กส์อาร์เอฟไอดีแบบพาสซีฟ ในย่านความถี่ต่ำและสูง (LF และ HF) จะใช้หลักการคู่ควบแบบเหนี่ยวนำ (Inductive coupling) ซึ่งเกิดจากการอยู่ใกล้กันของขดลวดจากเครื่องอ่านที่กำลังทำงานและสายอากาศของแท็กส์ ทำให้เกิดการถ่ายเทพลังงานจากเครื่องอ่านไปยังไมโครชิปในแท็กส์ผ่านสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดขึ้น เมื่อไมโครชิปได้รับพลังงานก็จะทำงานตามลักษณะ เฉพาะของข้อมูลรหัสประจำตัว ปฏิกิริยาของไมโครชิปดังกล่าวเครื่องอ่านจะรับรู้ได้ผ่านสนามเหล็กและจะทำการตีความเป็นข้อมูลดิจิตอลแสดงถึงรหัสประจำตัวที่ส่งมาจากแท็กส์ได้ ลักษณะเงื่อนไขในการทำการเหนี่ยวนำแบบชักพาทำให้การอ่านข้อมูลทำได้ไม่ไกลมากนัก โดยทั่วไประยะอ่านสูงสุดจะประมาณ 1 เมตรขึ้นอยู่กับกำลังงานของเครื่องส่งและคลื่นความถี่วิทยุที่ใช้

โดยปกติแท็กส์ชนิดนี้มักมีหน่วยความจำขนาดเล็ก โดยทั่วไปประมาณ 16-1,024 ไบต์ มีขนาดเล็กและน้ำหนักเบา ราคาต่อหน่วยต่ำ ไมโครชิปหรือไอซีของแท็กส์ชนิดพาสซีฟที่มีการผลิตออกมาจะมีทั้งขนาดและรูปร่างเป็นได้ตั้งแต่แบบแท่ง หรือแผ่นขนาดเล็กจนแทบไม่สามารมองเห็นได้ไปจนถึงขนาดใหญ่สะดุดตา ซึ่งต่างก็มีความเหมาะสมกับชนิดการใช้งานที่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนในระบบความถี่สูงยิ่ง (UHF) แทนที่จะใช้การสร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้า จะใช้การคู่ควบแบบแผ่กระจาย (Propagation coupling) โดยที่สายอากาศของเครื่องอ่านจะทำการส่งพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าในรูปคลื่นวิทยุออกมา ซึ่งเมื่อแท็กส์ได้รับสัญญาณผ่านสายอากาศของตน แท็กส์ก็จะทำงานโดยการสะท้อนกลับคลื่นที่ได้รับซึ่งถูกปรับค่าตามรหัสประจำตัวของตนไปยังเครื่องอ่าน (backscattering)



รูปที่ 2.5 หลักการทำงานของ LF, HF, และ UHF

2.6.2 การทำงานของแท็กส์อาร์เอฟไอดีแบบแอ็กทีฟ

แท็กส์ชนิดนี้จะต้องอาศัยแหล่งจ่ายไฟจากแบตเตอรี่ภายนอก เพื่อจ่ายพลังงานให้กับวงจรภายในทำงาน โดยหลักใหญ่อาจสามารถแบ่งตามหลักการทำงานได้เป็นทรานสปอนเดอร์แบบแอ็กทีฟ ซึ่งจะทำการส่งข้อมูลออกก็ต่อเมื่อได้รับสัญญาณจากเครื่องอ่าน และแบบเครื่องบอกตำแหน่ง หรือบีคอน (beacon) ซึ่งสัญญาณจะถูกปล่อยออกมาเป็นระยะ ๆ ตลอดเวลาการใช้งานของแท็กส์หรือทรานสปอนเดอร์แบบแอ็กทีฟนั้น อาจพบได้ในระบบ เช่น ระบบจ่ายเงินในทางด่วนหรือด่านตรวจ ขณะที่เบคอนอาจพบได้ในระบบที่ต้องการการบ่งชี้พิกัดแบบเวลาจริง (Real-time locating system, RTLS) เช่น การจัดการการขนส่งสินค้า เป็นต้น

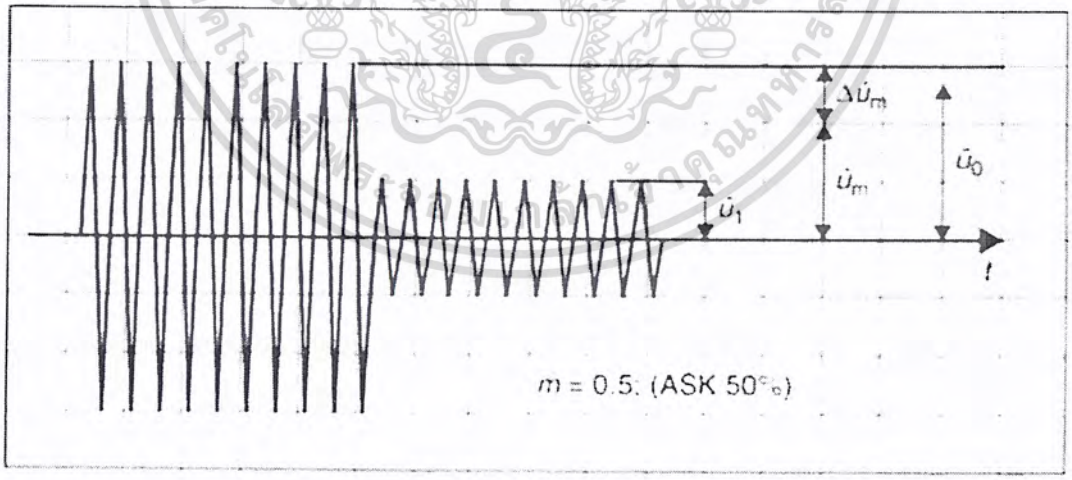
โดยแท็กส์แบบนี้สามารถมีหน่วยความจำภายในขนาดใหญ่ได้ถึง 1 เมกะไบต์ และสามารถอ่านได้ในระยะไกลสูงสุดประมาณ 100 เมตร ข้อเสียของแท็กส์แบบนี้คือ มีราคาต่อหน่วยสูงมีขนาดค่อนข้างใหญ่ และมีอายุการใช้งานที่จำกัดตามอายุของแบตเตอรี่ซึ่งจะมีอายุการใช้งานประมาณ 3-7 ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.3 หลักการและเทคนิคเบื้องต้นในการรับและส่งข้อมูลระหว่างแท็กส์และเครื่องอ่าน

กระบวนการส่งสัญญาณระหว่างอาร์เอฟไอดีและเครื่องอ่านโดยทั่วไปเป็นไปตามกระบวนกาทางด้านการสื่อสารระบบดิจิตอล นั่นคือ การเตรียมข้อมูลดิจิตอลที่จะส่งผ่านโดยการทำการเข้ารหัสให้อยู่ในรูปที่เหมาะสมสำหรับการส่งผ่านช่องสัญญาณ (channel) คำว่าเหมาะสมหมายถึงว่าสัญญาณมีโอกาสจะถูกส่งผ่านช่องสัญญาณที่มีสัญญาณรบกวน (noise) โดยมีค่าผิดพลาดน้อยที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ ซึ่งวิธีการเข้ารหัสนั้นมีได้หลายแบบโดยการเลือกใช้นั้นขึ้นอยู่กับช่องสัญญาณที่จะส่งผ่าน ตัวอย่างเทคนิคการเข้ารหัส เช่น การเข้ารหัสสัญญาณแบบ NRZ การเข้ารหัสแบบ Manchester การเข้ารหัสแบบ Miller การเข้ารหัสแบบ Differential เป็นต้น

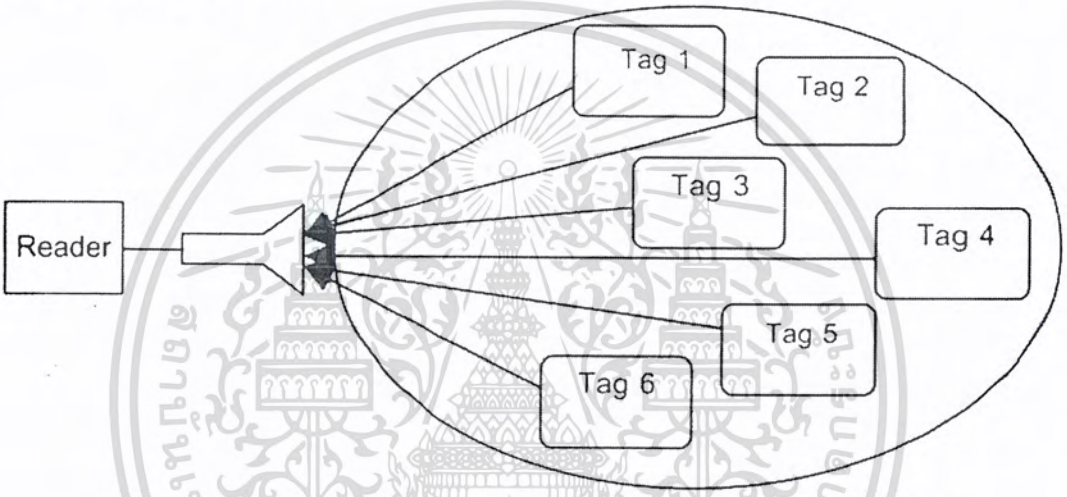
ซึ่งหลังจากการเข้ารหัสสัญญาณแล้ว สัญญาณจะถูกทำการกล้ำสัญญาณ (modulation)กับคลื่นพาหะย่านที่สูงกว่าเพื่อทำการส่งรับข้อมูลในย่านนั้น ๆ การกล้ำสัญญาณหมายถึงการปรับเปลี่ยนค่าต่าง ๆ ของคลื่นพาหะซึ่งเป็นคลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น แอมปลิจูด เฟส หรือความถี่ ตามค่าของข้อมูลที่จะส่ง ตัวอย่างเช่น ในการกล้ำสัญญาณแบบ ASK (amplitude shiftkeying) ค่าแอมปลิจูดของคลื่นพาหะจะถูกเปลี่ยนอยู่ระหว่างค่าสองค่าขึ้นกับค่าไบนารีของสัญญาณที่ถูกเข้ารหัส



รูปที่ 2.6 ตัวอย่างการทำ ASK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ ข้อดีอีกส่วนหนึ่งของระบบอาร์เอฟไอดี คือการอ่านข้อมูลจากแท็กส์ได้หลายแท็กส์ในเวลาเดียวกัน โดยระบบป้องกันการชนกันของสัญญาณข้อมูล (Anti-collision) ซึ่งจะทำให้การอ่านข้อมูลของแท็กส์จำนวนมากทำได้อย่างรวดเร็วพร้อม ๆ กัน ตัวอย่างการทำการป้องกันการชนกัน เช่น การใช้เทคนิค TDMA (Time Division Multiple Access) ซึ่งจะเป็นการจัดลำดับการอ่านค่าจากแท็กส์ในเวลาที่ต่าง ๆ กันไปทำให้สามารถอ่านได้ครบทุกแท็กส์ เป็นต้น ยิ่งไปกว่านั้น อาร์เอฟไอดี ยังมีกระบวนการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้รับ เช่น การทำผลรวมตรวจสอบ (Checksum)



รูปที่ 2.7 เครื่องอ่านทำงานร่วมกับแท็กส์หลาย ๆ อันพร้อมกัน

2.7 คลื่นพาหะและมาตรฐานของระบบอาร์เอฟไอดี

โดยมาตรฐานระหว่างประเทศ สำหรับการใช้งานอาร์เอฟไอดีมีอยู่ 2 หน่วยงานหลัก ได้แก่ International Organization of Standard หรือ ISO (http:/www.iso.org) EPC Global (http:/www.epcglobalinc.org) โดยที่มาตรฐานของอาร์เอฟไอดีมีการกำหนดไว้ 4 ด้านดังนี้

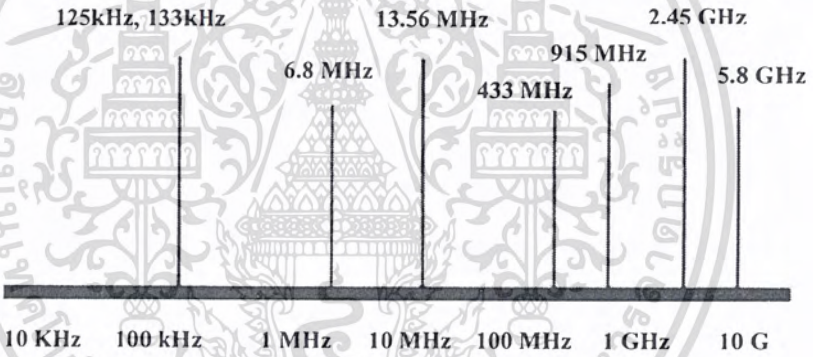
- มาตรฐานด้านเทคโนโลยี (Technology)
- มาตรฐานรูปแบบของข้อมูล (Data format)
- มาตรฐานวิธีการทดสอบ (Conformance)
- มาตรฐานการใช้งาน (Applications)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ในปัจจุบันคลื่นพาหะที่ใช้งานกันในระบบอาร์เอฟไอดี จะอยู่ในย่านความถี่พลเรือน ISM (Industrial-Scientific-Medical) ซึ่งเป็นย่านความถี่ที่กำหนดในการใช้งานในเชิงการแพทย์ วิทยาศาสตร์ และอุตสาหกรรม สามารถใช้งานได้โดยไม่ตรงกับย่านความถี่ที่ใช้งานในการสื่อสารโดยทั่วไป โดยมี 4 ย่านความถี่ใช้งาน คือ สำหรับคลื่นพาหะที่ใช้กันในระบบอาร์เอฟไอดี อาจแบ่งออกได้เป็น 4 ย่านใหญ่ ๆ ได้แก่

- ย่านความถี่ต่ำ (Low Frequency : LF) ต่ำกว่า 150 กิโลเฮิรตซ์ (kHz)
- ย่านความถี่สูง (High Frequency : HF) 13.56/27.125 เมกะเฮิรตซ์ (MHz)
- ย่านความถี่สูงยิ่ง (Ultra High Frequency: UHF) 433/868/915 เมกะเฮิรตซ์ (MHz)
- ย่านความถี่ไมโครเวฟ (Microwave frequency) 2.45/5.8 กิกะเฮิรตซ์ (GHz)



รูปที่ 2.8 แสดงความถี่ย่านที่ระบบอาร์เอฟไอดีถูกใช้งาน

ถ้าเปรียบเทียบคลื่นความถี่ที่ใช้งานในแต่ละย่านความถี่ในด้านของระยะการอ่าน สามารถสรุปได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2.1 ความถี่ที่ใช้งานของอาร์เอฟไอดี

ความถี่	ระยะที่อ่านได้
125 – 134 กิโลเฮิรตซ์	น้อยกว่า 1 เมตร (10 เซนติเมตร)
13.561 เมกะเฮิรตซ์	น้อยกว่า 1.5 เมตร (~ 1 เมตร)
860 - 960 เมกะเฮิรตซ์	2 – 5 เมตร 1 – 100 เมตร (แท็กส์แบบแอ็กทีฟ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
117472

ตารางที่ 2.1 ความถี่ที่ใช้งานของอาร์เอฟไอดี (ต่อ)

ความถี่	ระยะที่อ่านได้
2.45 กิกะเฮิรตซ์	น้อยกว่า 1 เมตร (แท็กส์แบบพาสซีฟ) 1 – 15 เมตร (แท็กส์แบบแอ็กทีฟ)

ในการใช้งาน 2 ย่านความถี่แรกจะเหมาะสำหรับงานที่มีระยะการสื่อสาร ข้อมูลในระยะใกล้ โดยย่านความถี่ต่ำ (LF) 125 กิโลเฮิรตซ์ และ 134 กิโลเฮิรตซ์ ซึ่งนิยมใช้สำหรับควบคุมการเข้าออกสถานที่และการลงทะเบียนสัตว์ ส่วนย่านความถี่สูง (HF) 13.56 เมกะเฮิรตซ์ นิยมใช้ในบัตรอเนกประสงค์แบบไร้สัมผัสและหนังสือเดินทางอิเล็กทรอนิกส์ ส่วนย่านความถี่สูงยิ่งจะถูกใช้กับงานที่มีระยะการสื่อสารข้อมูลในระยะไกล (UHF ระยะอ่านประมาณ 2-5 เมตร) เช่น ระบบเก็บค่าบริการทางด่วน ระบบขนส่งสินค้า เป็นต้น

2.8 การประยุกต์ใช้อาร์เอฟไอดีในประเทศไทย

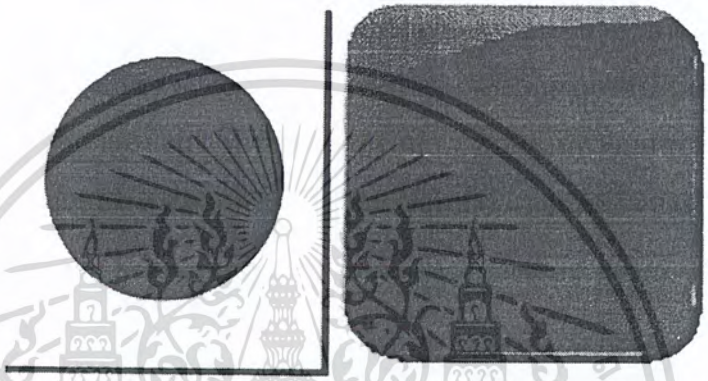
ในระยะเวลา 2-3 ปีที่ผ่านมา เราสามารถพบเห็นการนำอาร์เอฟไอดี มาประยุกต์ใช้งานในประเทศไทยมากขึ้น เราอาจเคยสัมผัสอาร์เอฟไอดีในรูปแบบต่างๆ โดยไม่รู้ตัว เนื่องจากอาร์เอฟไอดีเป็นเทคโนโลยีที่สามารถปรับใช้กับกระบวนการทางธุรกิจต่างๆ ได้อย่างอเนกประสงค์ และลงตัว ตัวอย่างการประยุกต์ใช้อาร์เอฟไอดี ที่พบเห็นได้ในปัจจุบัน ได้แก่

2.8.1 ระบบเก็บค่าโดยสารรถไฟฟ้ามหานครด้วยตั๋วอาร์เอฟไอดี

รถไฟฟ้ามหานคร (รฟม./MRT) สายเฉลิมรัชมงคล (สายสีน้ำเงิน ระยะแรกหัวลำโพง-บางซื่อ) หรือที่คนทั่วไปมักเรียกว่า "รถไฟฟ้าใต้ดิน" เปิดให้บริการเป็นครั้งแรกเมื่อกลางปี พ.ศ. 2547 โดยมีการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย (รฟม./MRTA) และบริษัทรถไฟฟ้ากรุงเทพ จำกัด (มหาชน) เป็นผู้ให้บริการระบบรถไฟฟ้าดังกล่าวได้ใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยหลายอย่าง รวมทั้งระบบเก็บค่าโดยสาร ซึ่งใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี ในรูปแบบบัตรอเนกประสงค์ชนิดไร้สัมผัส (contact less smart card) ซึ่งแบ่งเป็นบัตรโดยสารแบบเติมเงิน (Stored-value ticket) และเหรียญโดยสารเที่ยวเดียว (Single-journey token)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบดังกล่าวเพิ่มประสิทธิภาพในการให้บริการ ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการจำหน่ายบัตรผู้โดยสาร เพิ่มความรวดเร็วในการผ่านเข้าออกของผู้โดยสาร เพิ่มความสะดวกให้กับผู้โดยสาร กล่าวคือ ผู้โดยสารไม่จำเป็นต้องนำบัตรออกมาจากกระเป๋าเงิน เพื่อสอดบัตรเข้าเครื่องอ่านบัตร เพียงแต่นำบัตรที่อยู่ในกระเป๋ามาใกล้กับที่อ่านบัตรในระยะห่างประมาณ 1-5 เซ็นติเมตรเท่านั้น ผู้โดยสารก็สามารถผ่านเข้าออกได้โดยไม่เสียเวลา



รูปที่ 2.9 เหรียญโดยสาร (Token) ซึ่งใช้เป็นตั๋วเที่ยวเดียว

นอกจากนี้ รฟม. ยังใช้ระบบอาร์เอฟไอดี รูปแบบบัตรอเนกประสงค์แบบไร้สัมผัส ในการควบคุมการเข้าออกและเก็บค่าจอดรถ สำหรับอาคารจอดแล้วจร (Park and Ride) ที่สถานี รฟม. ลาดพร้าว อีกด้วย ซึ่งระบบดังกล่าวทำให้ รฟม. บริหารจัดการที่จอดรถได้อย่างสะดวกรวดเร็วและปลอดภัย สามารถแจ้งจำนวนที่จอดรถที่ยังว่างอยู่ให้ผู้ใช้บริการทราบล่วงหน้า และให้ส่วนลดแก่ผู้จอดรถที่ใช้บริการรถไฟฟ้าใต้ดินด้วยการจัดให้มีเครื่องบันทึกส่วนลดค่าจอดรถ (ด้วยสัญญาณความถี่วิทยุ) ที่สถานีปลายทาง ในอนาคต คาดว่าจะมีการนำระบบตั๋วอาร์เอฟไอดีมาใช้ในการขนส่งมวลชน ทุกระบบ ไม่ว่าจะเป็นระบบไฟฟ้ามหานคร สายสีม่วง สายสีส้ม และส่วนต่อขยาย สายสีน้ำเงิน หรือรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนระบบอื่น ๆ เช่น BTS (สายสีเขียว) ซึ่งบริษัทระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพฯ จำกัด (มหาชน) ผู้ให้บริการ มีแผนที่จะปรับระบบตั๋วจากเดิมที่ใช้บัตรแถบแม่เหล็กชนิดที่ซ่อนแถบแม่เหล็กไว้ภายในเนื้อบัตร (invisible magnetic stripe) ซึ่งต้องสอดบัตรเข้าเครื่องอ่านให้เป็นบัตรอเนกประสงค์ชนิดไร้สัมผัสซึ่งนอกจากจะเพิ่มความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สะดวกรวดเร็วแล้ว ยังสามารถขยายให้มีการใช้ตั๋วร่วม (common ticketing) ระหว่างขนส่งมวลชนทุกระบบอีกด้วย

2.8.2 ระบบห้องสมุดอัจฉริยะ

ห้องสมุดเป็นศูนย์รวมหนังสือและเอกสารหลายรูปแบบ ซึ่งมีจำนวนมาก งานบรรณารักษ์จึงต้องอาศัยเทคโนโลยีการระบุข้อมูลอัตโนมัติเข้ามาช่วยในการตรวจสอบหนังสือ การยืม-คืน และการจัดวางหนังสือบนชั้นเพื่อความสะดวกรวดเร็ว ปัจจุบันมีการใช้รหัสแท่ง (barcode) กันอย่างแพร่หลายตามห้องสมุดขนาดใหญ่ แต่ก็มีห้องสมุดอย่างน้อยสองแห่งที่ได้นำระบบอาร์เอฟไอดี เข้ามาเสริมเพื่อให้การยืม-คืน มีความสะดวกรวดเร็วยิ่งขึ้น ห้องสมุดดังกล่าว คือ หอสมุดป๋วย อึ๊งภากรณ์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี และหอสมุดมหาวิทยาลัยชินวัตร อ.สามโคก จ.ปทุมธานี

2.8.3 ระบบจัดการฟาร์มเลี้ยงสัตว์อัตโนมัติ

ปัจจุบันมีฟาร์มในประเทศไทยที่ทดลองนำระบบอาร์เอฟไอดีมาใช้งานแล้ว การเลี้ยงแม่พันธุ์สุกรแบบเดิมนั้น จะเลี้ยงในกรงตับ (หรือกรงแบบขังเดี่ยวเรียงเป็นแถว) คนเลี้ยงจะตักอาหารให้ในรางอาหาร ซึ่งไม่สามารถทราบได้ว่าสุกรกินอาหารได้ในปริมาณที่เหมาะสมแล้วหรือยัง อีกทั้งอาหารที่กินก็อาจมากหรือน้อยกว่าที่จำเป็นนอกจากนั้นแรงงานที่เลี้ยงสุกรเริ่มหายากและค่าแรงแพงขึ้น สำหรับการเลี้ยงแบบใหม่จะใช้วิธีเลี้ยงรวมในพื้นที่กว้าง ซึ่งมีส่วนช่วยในการลดความเครียดให้แม่พันธ์สุกรแทนการถูกขังในกรงตับแบบแคบ ๆ อีกทั้งยังช่วยให้แม่พันธุ์สุกรสามารถเดินออกกำลังกายได้อีกด้วย ดังนั้นฟาร์มเอสพีเอ็มจึงนำระบบอาร์เอสไอดี เข้ามาช่วยในระบบการให้อาหาร แท็กส์ที่มีไมโครชิปข้างในซึ่งถูกติดบริเวณใบหูของแม่พันธุ์สุกร จะบรรจุข้อมูลเกี่ยวกับอายุของสุกร น้ำหนัก การให้ลูก ปริมาณอาหารที่ควรจะได้รับในแต่ละวัน (ซึ่งโดยเฉลี่ยจะกินตัวละ 3 กิโลกรัมต่อวัน) หลักการทำงานของระบบควบคุมการให้อาหารไม่ยุ่งยาก เพียงแต่ต้องออกแบบทางเดินสำหรับให้แม่พันธ์สุกรเข้าไปกินอาหารได้ทีละตัว และมีทางเข้าทางเดียว เมื่อถึงเวลากินอาหารตามที่ถูกฝึกไว้ แม่พันธุ์สุกรจะเดินเข้าไปในคอกให้อาหารทีละตัว เมื่อแม่พันธุ์สุกรเดินเข้าไปถึงรางอาหารภายในคอกให้อาหาร เครื่องอ่าน (Reader) ที่รางให้อาหารจะอ่านข้อมูลจากแท็กส์ที่ติดไว้ที่ใบหู แล้วส่งข้อมูลผ่านกล่องรับ-ส่ง ข้อมูลที่ติดไว้บริเวณคอสุกร ไปยังระบบควบคุม เพื่อให้เครื่องให้อาหารปล่อยอาหารออกมาให้แม่พันธุ์สุกรตามปริมาณที่ตั้งไว้โดยปล่อยอาหารออกมา ทีละ 1 ขีดเรื่อยไปจนครบจำนวนที่ตั้งไว้ในระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ควบคุม เมื่อแม่พันธุ์สุกรกินจนพอหรือได้ตามปริมาณที่ตั้งไว้ แม่พันธุ์สุกรจะเดินออกไปในทางออกในปลายอีกด้านของคอกให้อาหาร หลังจากนั้นแม่พันธุ์สุกรตัวใหม่ก็จะเดินเข้ามา วิธีการให้อาหารแบบนี้ต้องมีการฝึกแม่พันธุ์สุกรตัวใหม่ก็จะเดินเข้ามา วิธีการให้อาหารแบบนี้ต้องมีการฝึกแม่พันธ์สุกรที่เข้ามาในกรงรวมครั้งแรก โดยผู้ดูแลจะฝึกให้แม่พันธ์สุกรรู้จักเดินเข้าไปกินอาหารในคอกให้อาหาร

2.8.4 ระบบที่จอดรถ

อาร์เอฟไอดี เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยควบคุมการเข้าออก อาคารสถานที่ได้เป็นอย่างดีปัจจุบันได้มีผู้ดูแลที่จอดรถนำระบบอาร์เอฟไอดี มาใช้แล้วหลายแห่ง อาทิ อาคารจอดรถ ณ สถานี รฟม. ลาดพร้าว ที่จอดรถของศูนย์การค้าฟิวเจอร์พาร์ครังสิต อ.ธัญบุรี จ. ปทุมธานี ที่จอดรถของศูนย์การค้าฟอร์จูนทาวน์ กทม. เป็นต้น

นอกจากนี้ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (เนคเทค/สวทช.) ได้ร่วมกับบริษัทฟอร์เวิร์ดซิสเต็ม จำกัด ทำโครงการวิจัยเพื่อทดลองอุปกรณ์อาร์เอฟไอดี ที่เป็นผลงานการพัฒนาโดยนักวิจัยของศูนย์มาใช้ในวางระบบควบคุมยานพาหนะผ่านเข้าออกอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี ด้วย

2.8.5 ระบบควบคุมการเข้า-ออกอาคารสำนักงาน

ดังที่กล่าวข้างต้น อาร์เอฟไอดีเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยควบคุมการเข้าออกอาคารสถานที่ได้ เป็นอย่างดี จึงมีการนำมาใช้เป็นระบบควบคุมการเข้าออกอาคารสำนักงานหลายแห่ง โดยมีข้อดีคือ สะดวก รวดเร็ว และปลอดภัยใจการเข้า-ออกห้อง หรือสถานที่ต่างๆ โดยศูนย์พัฒนาธุรกิจออกแบบวงจรรวม (TIDI) ภายใต้เนคเทค ได้ออกแบบและพัฒนาเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี ราคาเหมาะสำหรับระบบควบคุมการเข้า-ออกอาคาร โดยเฉพาะ โดยทดสอบการใช้งานภายในอาคารเนคเทค สนใจรายละเอียดเพิ่มเติมสามารถดูได้ที่ http://www.tidi.nectec.or.th

2.8.6 ระบบการตรวจสอบติดตาม และตรวจสอบย้อนกลับสินค้า

ปัจจุบันมีบริษัทในเมืองไทยที่เริ่มตระหนักถึงศักยภาพของระบบอาร์เอฟไอดี ในการ เพิ่มความสะดวกรวดเร็วและความมั่นคงปลอดภัยในกระบวนการขนส่งสินค้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งสินค้าที่ต้องมีการควบคุมคุณภาพระหว่างการขนส่งและสินค้า ได้รับการยกเล้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาษีเพื่อการส่งออกจากกรมศุลกากรซึ่งต้องมีการควบคุมเส้นทางการขนส่งอย่างเข้มงวด บริษัทดังกล่าวคือบริษัทWestern Digital (ประเทศไทย) จำกัด ผู้ผลิตฮาร์ทดิสก์ไดร์ฟ ซึ่งตั้งอยู่ในนิคมอุตสาหกรรมบางปะอิน อ.บางปะอิน จ. อยุธยา ได้มีส่วนร่วมกับกองเขตปลอดภัย (Free Zone Division) กรมศุลกากร ทำโครงการนำร่องใช้ผนึกอิเล็กทรอนิกส์หรือ e-seal ซึ่งเป็นแท็กส์แบบอาร์เอฟไอดี แอ็กทีฟ รูปแบบหนึ่งในการปิดล็อกประตูตู้สินค้า เก็บข้อมูลและบันทึกความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นตลอดเส้นทางการขนส่ง เช่น เวลาออกเดินทาง เวลาถึงที่หมาย และการเปิดปิดประตูตู้สินค้าระหว่างเส้นทาง (ซึ่งไม่ควรเกิดขึ้นในกรณีปกติ) โครงการนี้ในระยะแรกจะครอบคลุมการใช้ e-seal ในการขนส่งชิ้นส่วนจากโรงงานในบางปะอินสู่โรงงาน Western Digital 1 และ 2 ซึ่งตั้งอยู่ในเขตปลอดอากร ในระยะที่สองจะใช้ขนส่งผลิตภัณฑ์ฮาร์ดดิสไดรฟ์ที่ประกอบเสร็จแล้วไปยังท่าอากาศยานกรุงเทพเพื่อการส่งออก ทางบริษัทจะลงทุนซื้อ e-seal และเครื่องอ่านที่สถานีตรวจสอบสินค้าของศุลกากร (customs checking post) ในโครงการนำร่องนี้ โดยที่อุปกรณ์อาร์เอฟไอดีทั้งหมดผลิตในประเทศโดยบริษัทไอเดนทิไฟ จำกัด

2.9 ความปลอดภัยของข้อมูลและสิทธิส่วนบุคคลของอาร์เอฟไอดี

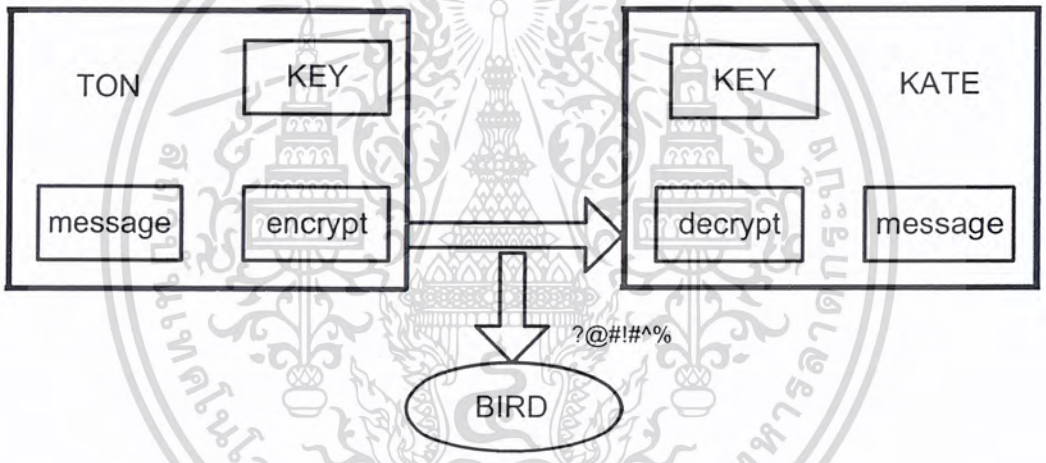
เนื่องจากอาร์เอฟไอดี จะถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในชีวิตประจำวันของเราอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ การสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลนั้น ไม่ว่าจะเป็นการสื่อสารผ่านสายหรือผ่านคลื่น ดังเช่นในกรณีของอาร์เอฟไอดี ล้วนมีความเสี่ยงต่อการถูกจู่โจมทั้งจากการดักฟัง ปิดกั้น แก้ไข หรือพยายามแอบฟังเพื่อวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งความเสียหายที่เกิดขึ้นมีได้ทั้งในระดับบุคคล หรือองค์กร ซึ่งอาจมีค่ามหาศาล จึงเป็นการปกติที่ระบบต่าง ๆ จะต้องมีการใช้มาตรการรักษาความปลอดภัยให้เพียงพอสำหรับงานนั้น ๆ

2.9.1 สำหรับอาร์เอฟไอดีประสิทธิภาพสูงสำหรับการใช้งานเฉพาะทาง

การรักษาความปลอดภัย ของข้อมูลในอาร์เอฟไอดีประสิทธิภาพสูงนั้นทำได้โดยผ่านการเข้ารหัสลับและการพิสูจน์ตัวจริง (authentication) ซึ่งในปัจจุบันมีรูปแบบหลัก ๆ 2 รูปแบบ คือ การใช้อัลกอริธึมแบบสมมาตร (symmetric algorithm) และแบบอสมมาตร (asymmetric algorithm) ซึ่งทั้งสองระบบนั้นเป็นการทำการเข้ารหัสลับโดยการอาศัยกุญแจลับ หมายความว่าอัลกอริธึมที่ใช้นั้นถูกเปิดเผยได้ แต่ตราบใดที่ผู้รับไม่มีกุญแจที่ถูกต้อง ก็ไม่สามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เข้าถึงความจริงของข้อมูลได้ ซึ่งหลักการนี้แตกต่างเป็นอย่างมากกับการเข้ารหัสลับในสมัยโบราณที่อาศัยคลามลับของอัลกอริธึมเป็นหลักซึ่งง่ายกว่าต่อการถูกแกะข้อมูล (ตัวอย่างเช่น กระบวนการสับเปลี่ยนหรือเพิ่มเติมตำแหน่งของตัวอักษรอย่างเป็นระบบ ดังเช่นที่ถูกใช้ในระบบการส่งข้อมูลข่าวสารทางการทหารในสมัยโบราณ ทั้งนี้กระบวนการทำงานของการเข้ารหัสลับและการพิสูจน์ตัวจริงโดยใช้ระบบกุญแจนั้น โดยทั่วไปต้องการเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูง มีความเร็วในการรับ-ส่งข้อมูลเพียงพอ สำหรับในระบบอาร์เอฟไอดี ก็อาจหมายถึงอาร์เอฟไอดีชนิดที่มีหน่วยประมวลผล (MCU : microcontroller) ข้างในหรืออีกนัยหนึ่งนั่นก็คือ บัตรอเนกประสงค์ชนิดไร้สัมผัส หรือ contact less smart card (proximity card) ตามมาตรฐาน ISO14443



รูปที่ 2.10 แสดงอัลกอริธึมแบบสมมาตร (Symmetric algorithm)

ในการเข้ารหัสลับแบบสมมาตร หรือที่เรียกอีกแบบว่า อัลกอริธึมกุญแจลับ (Secret-key algorithm) นั้นข้อมูลจากผู้ส่ง เช่น ระหว่างผู้ส่งคือ “ต้น” กับผู้รับคือ “เกษ” เมื่อต้นส่งข้อความซึ่งเรียกว่า ข้อความธรรมดา (plaintext) จะถูกเข้ารหัสลับด้วยกุญแจส่วนตัว (private key) กลายเป็นข้อความลับ (cipher text) เมื่อเกษได้รับข้อมูลนั้น ก็จะใช้กุญแจชุดเดียวกันในการถอดรหัสข้อความ โดยที่ในระหว่างทางแม้จะมีผู้แอบฟังคือ “เบิร์ด” ซึ่งแอบฟังอยู่จะเห็นตัวข้อความลับ (cipher text) แต่เมื่อไม่ทราบกุญแจก็จะไม่สามารถตีความหมายได้ ยกตัวอย่างการเข้ารหัสง่าย ๆ เช่นต้น (หรือแท็กส์อาร์เอฟไอดี) ต้องการส่งสัญญาณไบนารี 1101 ให้เกษ เมื่อมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเข้ารหัสโดยการ XOR กับกุญแจค่า 1001 จะได้ข้อมูลที่เข้ารหัสลับมีค่าเท่ากับ XOR(1101,1001) = 0100 ซึ่งจะเป็นค่าที่เบิร์ดได้เห็นเมื่อมีการดักฟัง เกษซึ่งเป็นผู้มีกุญแจก็สามารถถอดรหัสข้อความ โดยใช้กุญแจชุดเดียวกัน คือ 0100 XOR 1001 = 1101 ซึ่งได้เป็นค่าข้อความที่ถูกต้อง เป็นต้น

ส่วนการเข้ารหัสลับแบบอสมมาตร หรือที่เรียกอีกแบบหนึ่งว่า อัลกอริธึมแบบกุญแจสาธารณะ (public-key algorithm) นั้น แตกต่างจากสมมาตรตรงที่การเข้ารหัสลับและการถอดรหัสใช้กุญแจลับต่างกัน โดยการเข้ารหัสลับจะใช้กุญแจสาธารณะ (public key) ซึ่งสามารถเผยแพร่โดยทั่วไปได้ ซึ่งผู้ที่จะสามารถอ่านข้อความที่ถูกเข้ารหัสลับโดยกุญแจสาธารณะนั้นได้จะต้องเป็นผู้ที่มีกุญแจส่วนตัว (private key) ซึ่งเป็นคู่ของกุญแจสาธารณะนั้น โดยตรงเท่านั้น

2.9.2 สำหรับอาร์เอฟไอดีราคาต่ำที่จะต้องมีการใช้ทั่วไปใน EPC

เนื่องจากเงื่อนไขทางด้านราคาที่จะต้องถูกที่สุดเพื่อนำไปใช้อย่างกว้างขวางเป็นเป้าหมายหลักที่ต้องทำก่อน ข้อกำหนดทางด้านความปลอดภัยจึงยังไม่ชัดเจนนัก ซึ่งประเด็นสำคัญเกี่ยวกับการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลและสิทธิส่วนบุคคล เช่น

2.9.2.1 การถูกขโมยรหัสประจำตัว

ถ้ามีการซ่อนอาร์เอฟไอดีไว้ในผลิตภัณฑ์ มีความเป็นได้ทางเทคนิคที่จะมีการแอบอ่านข้อมูล แต่งทั้งนี้การจะทำได้นั้นต้องทำในระยะใกล้มาก ซึ่งทำให้เงื่อนไขสถานการณ์ที่เกิดขึ้นได้มีได้น้อย หรือต้องการเครื่องอ่านที่ใช้กำลังส่งแรงผิดปกติมาก ซึ่งอาจทำการสังเกตและป้องกันได้

2.9.2.2 การป้องกันข้อมูลของป้ายราคาต่ำ

โดยหลักใหญ่แล้ว ป้ายอาร์เอฟไอดีราคาต่ำ โดยเฉพาะ EPC ถูกติดเพื่ออำนวยความสะดวกในการบริหารจัดการสินค้าคงคลัง ความหมายของรหัสประจำตัวซึ่งจะบ่งถึงชนิดและข้อมูลเฉพาะของสินค้าชิ้นนั้น ๆ เช่น กระบวนการบริหารจัดการกับผลิตภัณฑ์ชิ้นนั้นที่ผ่านมาจะถูกจัดเก็บอยู่ในฐานข้อมูล การเข้าถึงรหัสประจำตัวอย่างเดียวโดยไม่รู้ถึงข้อมูลในฐานข้อมูล อาจไม่เกิดประโยชน์สำหรับผู้ดักฟัง

2.9.2.3 การใช้อาร์เอฟไอดีเพื่อจับตาวิเคราะห์ความเคลื่อนไหว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าไม่ใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูล ก็มีความเป็นไปได้ที่เราอาจมีการดักอ่านโดยการวางเครื่องอ่านไว้ตามจุดต่าง ๆ เพื่อจะดูความเคลื่อนไหวของผลิตภัณฑ์ที่มีการใส่ป้ายอาร์เอฟไอดีอยู่ ซึ่งนอกจากในเชิงการจัดการวิเคราะห์วัตถุแล้ว ยังอาจใช้ในการวิเคราะห์ถึงตัวผู้ใช้ได้ ซึ่งจะเกี่ยวเนื่องกับสิทธิส่วนบุคคล เนื่องจากอาร์เอฟไอดีมีขนาดเล็กมาก อาจถูกซ่อนไว้ในผลิตภัณฑ์ ต่าง ๆ ที่เราใช้อยู่ แม้เป็นไปได้ยากแต่ก็อาจทำให้มีการละเมิดสิทธิส่วนบุคคลได้ ซึ่งแนวทางการป้องกันที่อาจใช้เป็นกรอบเพื่อความสบายใจของผู้บริโภค ได้เคยมีผู้เสนอดังนี้คือ

สิทธิที่จะทราบว่า ผลิตภัณฑ์มีป้ายอาร์เอฟไอดี

สิทธิที่จะทำการถอด หยุดการทำงาน หรือทำลายป้าย หลังจากการซื้อ ผลิตภัณฑ์

สิทธิที่จะมีทางเลือกในการซื้อสินค้าหรือรับบริการที่เหมือนกันแต่ไม่มีอาร์เอฟไอดีร่วมด้วย

สิทธิที่จะทราบถึงข้อมูลที่ถูกบรรจุในป้าย และข้อมูลที่เกี่ยวข้องในฐานข้อมูลและสิทธิที่จะแก้ไขในกรณีที่ข้อมูลไม่ถูกต้อง

2.10 PIC microcontroller

PIC คือ microcontroller อีกตระกูลหนึ่ง ย่อมาจากคำว่า Peripheral Interface Controller ซึ่ง concept ของ microcontroller ตระกูลนี้ก็คือ พยายามรวมเอาทุกอย่างเอาไว้ในตัวของมันไม่ว่าจะเป็น PROGRAM MEMROY, RAM, EEPROM, SERIAL, I2C, PWM, A/D ฯลฯ โดยไม่จำเป็นต้องต่ออุปกรณ์เสริมจากภายนอก ในตัวของ PIC จะมีฟังก์ชันที่ใช้ในการประมวลผล รวมทั้งหน่วยความจำ ซึ่งทำให้มันเหมือนกัน CPU

2.10.1 ความเร็วของ PIC

ภาคของความถี่สัญญาณนาฬิกา ปัจจุบันสามารถทำสัญญาณนาฬิกาได้ที่ 20 MHz ซึ่งทำให้หนึ่งคำสั่งของ PIC ใช้เวลาเพียง 0.25 μ Sec แต่อย่างไรก็ตามได้มีบริษัทอื่นได้ซื้อลิขสิทธิ์ PIC จาก microchip และได้สร้าง chip ที่มีความเร็วได้มากกว่าเดิมขึ้นไปอีก

2.10.2 หน่วยความจำของ PIC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

2.10.3 สถาปัตยกรรมของ PIC

ตอนนี้มี 3 ชนิดหลักๆ ในยุคแรก คือขึ้นต้นด้วย 16xxx,17xxx และรุ่นล่าสุดคือ 18xxx โดยคุณสมบัติที่เหนือกว่าเรียงจากน้อยสุดไปมากสุดก็คือ 16 -> 17 -> 18 คำสั่ง assembly ของ 17 และมี 18 จะมีมากกว่า 16 ทำให้เขียนโปรแกรมได้ง่ายกว่า ราคาก็จะสูงกว่าด้วย แต่ที่เป็นที่นิยมก็คือตระกูล 16xxx

PIC จะยึดถือการออกแบบที่ว่ารวมทุกอย่างไว้ใน chip ตัวเดียวโดยไม่ต้องต่ออุปกรณ์ใดๆ เพิ่มเติม ผลที่ตามมาก็คือแผ่นวงจรจะมีขนาดเล็ก และอุปกรณ์ที่ใช้จะไม่มาก บางงานอาจจะใช้แค่ PIC เพียงตัวเดียวโดยไม่ต้องใช้ chip อื่นมาเพิ่มเติมเลย นี่คือคุณสมบัติพิเศษของ PIC ครับ ซึ่งปัจจุบันหลายบริษัทที่ผลิต microcontroller ก็เริ่มหันมาใช้แนวทางนี้ แต่ทุกอย่างย่อมมีข้อเสีย เนื่องจาก concept ที่จะรวมทุกอย่างไว้ใน chip เดียว ทำให้ program memory และ data memory ไม่สามารถขยายโดยใช้กับ memory ภายนอกได้ PIC จึงเหมาะสำหรับงานเล็กๆ ไม่ใช่งานใหญ่ๆ ที่ต้องใช้การคำนวณ และ memory เยอะๆ

รูปที่ 2.11 PIC Microcontroller

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

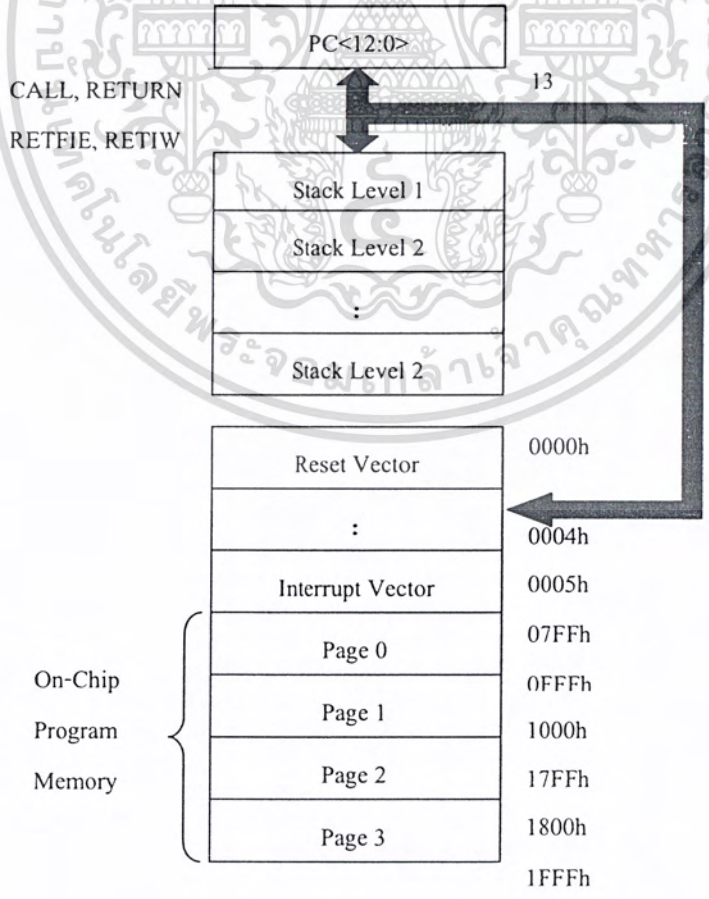
2.11 โครงสร้าง MEMORY ของ PIC16F87X

Memory ใน PIC16F87X มีอยู่ 4 ประเภทคือ

- Program memory
- Data memory
- STACK memory
- EEPROM memory

2.11.1 PROGRAM MEMORY

PIC16F87x จะมีขนาดของ program memory ซึ่งสามารถอ้างได้ถึง 8K byte โดย PIC16F877/876 จะมีขนาดหน่วยความจำเท่ากับ 8K x 14 และ PIC16F873/874 มีขนาด 4K x 14 ซึ่ง ตำแหน่ง reset vector จะอยู่ที่ 0000h และ interrupt vector จะอยู่ที่ 0004h



รูปที่ 2.12 ขนาด PROGRAM MEMORY

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Register ที่เกี่ยวข้องกับ program memory ของ PIC คือ PCL และ PCLATH ซึ่งก็คือ program counter LOW และ HIGH byte นั่นเอง โดยที่ LOW byte จะมีขนาด 8bit ส่วน HIGH byte จะมีขนาด 5 bit ซึ่งทำให้มีขนาดรวมกัน 13 bit ก็คือสามารถอ้างหน่วยความจำได้ 8 K bytes

PIC จะแบ่ง program memory ออกเป็น page ซึ่งแต่ละ page ก็จะมีขนาด 2 Kbytes ซึ่งคำสั่ง CALL และ GOTO สามารถสั่งให้ program counter กระโดดไปมาได้ในช่วง page เท่านั้นแต่ถ้าเมื่อเราต้องการกระโดดจาก page หนึ่งไปยังอีก page หนึ่ง เราจะต้องไปควบคุม PCLATH<4:3> (bit address ที่ 12 และ 13 ให้ชี้ไปยัง page ที่เราต้องการเสียก่อน หลังจากนั้นจึงเรียกคำสั่ง CALL หรือ GOTO ตามอีกที

Page 0 PCLATH<4:3> = 00

Page1 PCLATH<4:3> = 01

Page2 PCLATH<4:3> = 10

Page3 PCLATH<4:3> = 11

เมื่อใช้คำสั่ง CALL ไปที่ routine ใด routine หนึ่งแล้ว จะใช้คำสั่ง RETURN ในการกลับไป การ RETURN กลับนั้นไม่ต้องสั่ง PCLATH ให้ชี้ไปยัง Page ก่อนหน้าที่ต้องการจะเรียก CALL เพราะค่า address ดังกล่าวจะถูกเก็บไว้ใน STACK เรียบร้อยแล้ว แต่สำหรับคำสั่ง GOTO เวลาข้าม page จะต้องสั่งให้ PCLATH ชี้ไปยัง page ที่เราจะไปทุกครั้ง สำหรับผมจะสร้าง marco ไว้ที่หัวโปรแกรม เพื่อเอาไว้เรียกใช้ในการข้าม page ให้สะดวกขึ้น

```
PAGE0MACRO
BCF PCLATH,3
BCF PCLATH,4
ENDM

PAGE1 MACRO
BSF PCLATH,3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BCF PCLATH,4
ENDM

PAGE2 MACRO
BCF PCLATH,3
BSF PCLATH,4
ENDM

PAGE3 MACRO

BSF PCLATH,3
BSF PCLATH,4
ENDM
```

เวลาจะข้าม page ก็เรียก macro เช่น

```
PAGE2 // เตรียมกระโดดไป page 2
CALL BCDCONV //
```

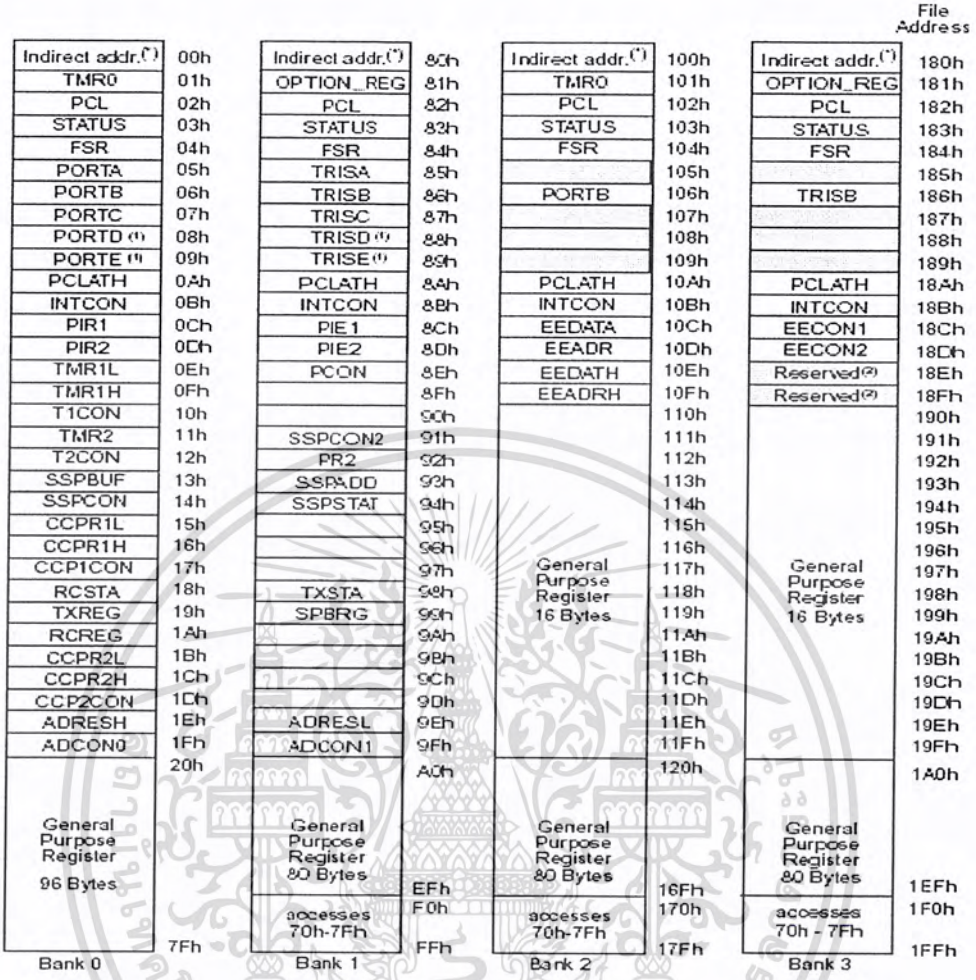
2.11.2 DATA MEMORY ใน PIC16F87X

Data memory ของ pic16F87X จะมีอยู่ 2 ส่วนคือ Special register memory และ General purpose register

Special register คือ register ที่ถูกใช้ โดย MCU และ Peripheral Modules เพื่อใช้ในการควบคุมการทำงานของ MCU โดย register พวกนี้จะมีชื่อเฉพาะอยู่แล้ว โดยสามารถเข้าถึงได้เหมือน RAM ปกติ

General purpose register คือ register ที่สามารถนำไปใช้งานทั่วๆไปได้ ขึ้นอยู่กับผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 memory map ของ PIC16F87X

สำหรับ PIC16F876 และ PIC16F877 จะมี general purpose register อยู่ที่ 20h – 7Fh

- A0h – EFh ถ้าอ้าง address F0h – FFh pic จะมองว่าเป็น 70h-7Fh
- 110h – 11Fh, 120h – 16Fh ถ้าอ้าง address 170h – 17Fh pic จะมองว่าเป็น 70h-7Fh
- 190h – 19Fh, 1A0h – 1EFh ถ้าอ้าง address 1F0h – 1FFh pic จะมองว่าเป็น 70h-7Fh

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วน PIC16F873 – PIC16F874 จะมี general purpose register น้อยกว่า PIC16F876-PIC16F877 ซึ่งจะมีที่ตำแหน่ง memory ดังนี้

- 20h – 7Fh
- A0h – FFh
- ถ้าอ้าง address 120h – 17Fh pic จะมองว่าเป็น 20h-7Fh
- ถ้าอ้าง address 1A0h – 1FFh pic จะมองว่าเป็น A0h-FFh

ในการอ้าง memory ของ general purpose register ทำได้ 2 วิธีคือ แบบ direct access กับ indirect access

Direct access ก็คือการอ้าง address นั้นโดยตรงนั่นเองเช่น

```
Read
movfw 0x21 ; อ่านข้อมูลที่ address 0x20 ไปใส่ไว้ที่ w register
Write
movwf 0x40 ; เขียนข้อมูลที่อยู่ใน w register ไปไว้ใน address 0x40
```

จะเห็นว่า data memory ของ pic16F87X จะ แบ่งเป็น 4 bank ในการที่เราจะอ้าง memory แบบ direct access ที่ bank ไหนเราจะต้องสั่งให้ mcu ชี้ไปที่ bank นั้นเสียก่อนแล้วค่อยทำการ direct access โดย register ที่เกี่ยวข้องก็คือ STATUS register บิต 6 กับ 5 ซึ่งเรียกว่า RP1,RP0

- RP1,RP0 > 00 เลือก Bank0
- RP1,RP0 > 01 เลือก Bank1
- RP1,RP0 > 10 เลือก Bank2
- RP1,RP0 > 11 เลือก Bank3

เช่น

```
BSF STATUS,RP0 ; เลือก ไปยัง Bank1
BCF STATUS,RP1 ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Indirect access คือการอ้าง memory ของ general purpose register ในตำแหน่งนั้นๆ โดยผ่าน register 2 ตัว คือ FSR และ INDF ซึ่ง FSR จะทำหน้าที่เหมือน pointer address ส่วน data ในการ read/write จะกระทำผ่านทาง INDF ตัวอย่างเป็นดังนี้

```
movlw 0x20 ; ใส่ค่า 20h ไปยัง w
movwf FSR ; ให้ pointer ชี้ไปยัง address 20h
clrf INDF ; ทำการ clear ค่า ณ ตำแหน่ง memory ที่ FSR ชี้อยู่
```

ในการใช้ indirect access สามารถอ้าง memory ได้ทีละ 2 bank คือ 0 กับ 1 หรือ 2 กับ 3 โดย register bit ที่ใช้ในการควบคุมคือ STATUS register บิต 7 (IRP) โดยที่ ถ้าบิตนี้เป็น

1 = Bank 2, 3 (100h – 1FFh)

0 = Bank 0, 1 (00h – FFh)

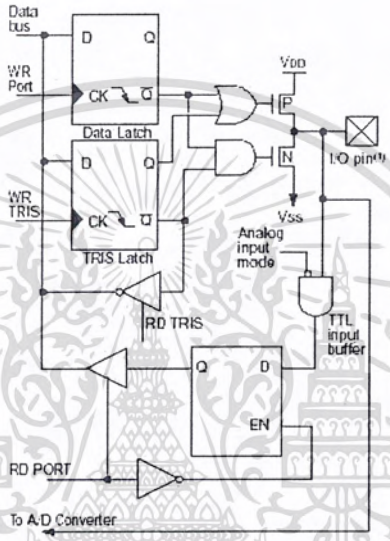
2.11.3 PORTA ใน PIC16F87X

I/O ports บางตัวของ PIC เป็นแบบ multiplexed ซึ่ง อาจเป็นทั้ง I/O หรือ peripheral features (เช่น A/D, Serial, IIC) ซึ่งเมื่อ ขาเหล่านี้ใช้งานในส่วน peripheral ก็จะไม่สามารถใช้งานในลักษณะของ I/O ได้ PORTA และ TRISA register

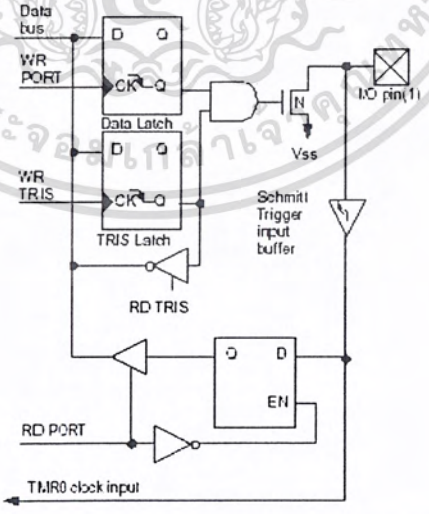
PORTA มีขนาด 6 bit ซึ่งเป็น port ที่เป็นได้ทั้ง Input และ Output โดยต้องเลือกแบบใดแบบหนึ่ง สามารถเลือกได้จาก register ที่มีชื่อว่า TRISA ซึ่งถ้า TRISA bit ถูก set เป็น '1' PORTA ที่มีหมายเลขบิตเดียวกันนั้นก็ทำงานเป็น input (ทำให้ port นั้นอยู่ในสถานะ hi-impedance) ส่วนถ้า TRISA bit ถูก set เป็น '0' PORTA ที่มีหมายเลขบิตเดียวกันนั้นก็จะทำงานเป็น output (port จะอยู่ในสถานะ output latch) การอ่านค่า PORTA register คือการอ่านค่าสถานะของ ขา PORTA ในขณะนั้น ส่วนการเขียนค่าไปยัง PORTA คือการเขียนไปยัง latch ของ port ลักษณะการเขียนจะเป็นแบบ read-modify-write operations ซึ่งหมายความว่า ในการเขียนไปยัง port จะเริ่มด้วยการ อ่านค่า port นั้นมาก่อนแล้วทำการเปลี่ยนแปลงค่า จากนั้นก็ทำการเขียนกลับไปยัง port latch อีกครั้งหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขา RA4 จะ multiplexed กับ Timer0 module clock input ซึ่งจะเรียกรวมๆ ว่า RA4/T0CKI โดยที่ ขา RA4/T0CKI จะเป็นลักษณะ Input แบบ Schmitt Trigger และ Output แบบ open drain. Port RA ทั้งหมด จะมี TTL input level และ มี output แบบ full CMOS drivers ส่วน PORTA ขาอื่นๆ จะ multiplex กับ analog inputs และ Vref ของ A/D input ซึ่งการกำหนดการทำงานของแต่ละขา สามารถเลือกได้โดย clear หรือ set control bits ใน ADCON1 register



รูปที่ 2.14 บล็อกไดอะแกรมของขา RA3 RA0 และ RA5



รูปที่ 2.15 บล็อกไดอะแกรมของRA4 และ T0CKI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในขณะที่เกิด Power-on Reset ขาเหล่านี้จะถูก config ให้เป็น analog input และจะอ่านค่าได้เป็น '0'

TRISA register มีหน้าที่ควบคุมว่าขา PORTA ใดจะเป็น input/output ในกรณีที่ใช้ PORTA เป็น analog input TRISA register จะต้องถูก set ตัวอย่างการ INITIALIZING PORTA

```
BCF STATUS, RP0
CLRF PORTA ; ทำการ clear output data ของ PORTA
BSF STATUS, RP0 ; เลือก BANK1
MOVLW 0xCF ; ใส่ค่าคงที่ลงใน W register
MOVWF TRISA ; กำหนดให้ PORTA 0-3 เป็น input , กำหนดให้
PORTA 4-5 เป็น output
```

ตารางที่ 2.2 ฟังก์ชัน พอร์ต A

Name	Bit#	Buffer	Function
RA0/AN0	Bit0	TTL	Input/output or analog input
RA1/AN1	Bit1	TTL	Input/output or analog input
RA2/AN2	Bit2	TTL	Input/output or analog input
RA3/AN3/VREF	Bit3	TTL	Input/output or analog input or VREF
RA4/T0CKI	Bit4	ST	Input/output or external clock input for Timer0 Output is open drain type
RA5/$\overline{SS}$/AN4	Bit5	TTL	Input/output or slave select input for synchronous serial por analog input

Legend: TTL = TTL input, ST = Schmitt Trigger input

ตารางที่ 2.3 สรุปการเชื่องโยงขาต่างๆ ของพอร์ตA

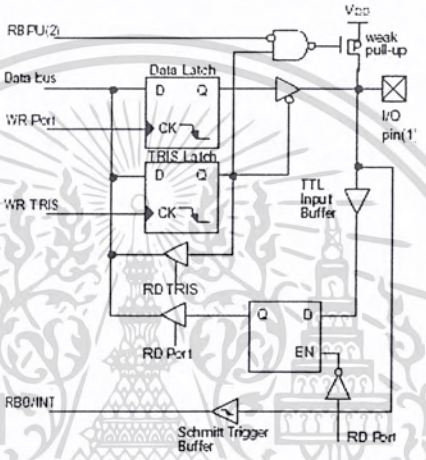
Address	Name	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	Value on POR,BOR	Value All
05h	PORT A	-	-	RA5	RA4	RA3	RA2	RA1	RA0	--0X 0000	--0U 0000
85h	TRISA	-	-	PORT A DATA DIRECTION REGISTER						--11 1111	--11 1111
9Fh	ADCON1	ADFM	-	-	-	PCFG3	PCFG2	PCFG1	PCFG0	--0- 0000	--0- 0000

Legend: x=unknown, u = unchanged,- = unimplemented locations read as '0'.Shaded cells are not used by PORT A

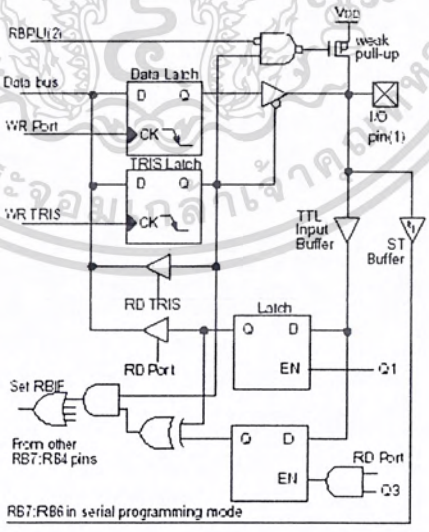
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11.4 PORTB ใน PIC16F87X

PORTB เป็นลักษณะแบบ Port แบบสองทิศทาง ซึ่ง register ที่จะเป็นตัวกำหนดว่า port ใดจะเป็นแบบ input/output จะถูกกำหนดโดย TRISB register ถ้า set TRISB bit ใด (=1) PORTB ที่บิตนั้นก็จะเป็น input ถ้า clear TRISB bit ใด (=0) PORTB ที่บิตนั้นก็จะเป็น output ขาสามขาของ PORTB จะ multiplexed กับ Low Voltage Programming function ซึ่งได้แก่ RB3/PGM, RB6/PGC และ RB7/PGD



รูปที่ 2.16 บล็อกไดอะแกรมของขา RB3,RB0



รูปที่ 2.17 บล็อกไดอะแกรมของขา RB7,RB4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การ INITIALIZING PORTB

BCF STATUS, RP0 ; ทำการ Initialize PORTB โดยทำการ clear output data latchs

CLRF PORTB

BSF STATUS,RP0 ; ทำการเลือกไปยัง Bank1

MOVLW 0xCF ; โหลดค่าที่ต้องการ set

MOVWF TRISB ; Set PORTB0-3 เป็น inputs, Set PORTB4-5 เป็น outputs, Set PORTB6-7 เป็น inputs

PORTB แต่ละ port จะมี weak pull-up อยู่ภายใน (ถ้าต้องการ pull-up แข็งๆ ต้องต่อวงจรภายนอก) เราสามารถกำหนดว่าจะใช้ pull-up ภายในหรือไม่จากการ set หรือ clear RBPU\ (OPTION register บิต 7) โดยถ้าเรา clear RBPU\ จะหมายถึง เราทำการ disable pull-up ภายใน และถ้าเรากำหนดให้ PORTB เป็น OUTPUT แล้ว pull-up จะถูก disable โดยอัตโนมัติ

สำหรับ PORTB นั้น ขา RB4-RB7 จะมี feature เพิ่มเติมก็คือ การกำหนดให้เกิด Interrupt เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงของสถานะของสัญญาณไฟฟ้าที่ขา RB4-RB7 (โดยถ้าขาใดขาหนึ่งเกิดเปลี่ยนสถานะก็จะทำให้เกิด RB Port Change Interrupt ขึ้น ซึ่งจะทำให้ RBIF (INTCON.0) flag ถูก set โดยที่ Interrupt ประเภทนี้สามารถทำการ “wake” microcontroller จากสถานะ sleep mode ได้

RBIF flag จะถูก Clear ได้ 2 กรณี คือ

1.ทำการอ่านหรือเขียน PORTB

2.ทำการ clear RBIF flag โดยตรง

หากเราใช้ interrput on PORTB change แล้วไม่ควรจะ enable pull-up

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 ฟังก์ชันของพอร์ต B

Name	Bit#	Buffer	Function
RB0/INT	Bit0	TTL/ST	Input/output pin or external interrupt input. internal software programmable weak pull-up
RB1	Bit1	TTL	Input/output pin. Internal software programmable weak pull-up
RB2	Bit2	TTL	Input/output pin. Internal software programmable weak pull-up
RB3/PGM	Bit3	TTL	Input/output pin or programming pin in LVP mode. internal software programmable weak pull-up.
RB4	Bit4	TTL	Input/output pin(with interrupt on change). internal software programmable weak pull-up.
RB5	Bit5	TTL	Input/output pin(with interrupt on change). internal software programmable weak pull-up.
RB6/PGC	Bit6	TTL/ST	Input/output pin(with interrupt on change) or In-Circuit Debugger pin. Internal software programmable weak pull-up.Serial Programming Clock
RB7/PGD	Bit7	TTL/ST	Input/output pin(with interrupt on change) or In-Circuit Debugger pin. Internal software programmable weak pull-up.Serial Programming Data

Legend: TTL = TTL input,ST = Schmitt Trigger input

Note 1: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as the external interrupt

2: This buffer is a Schmitt Trigger input when used in serial programming mode.

ตารางที่ 2.5 สรุปการเชื่องโยงขาต่างๆ ของพอร์ต B

Address	Name	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	Value on POR,BOR	Value All
06h,106h	PORT B	RA7	RA6	RA5	RA4	RA3	RA2	RA1	RA0	xxxx xxxx	uuuu uuuu
86h,186h	TRISB	PORT B DATA DIRECTION REGISTER								1111 1111	1111 1111
81h,181h	OPTION_ REG	RBPU	INTEDG	T0CS	T0SE	PSA	PS2	PS1	PS0	1111 1111	1111 1111

Legend: x = unknown,u = unchanged , Shaded cells are not used by PORTB.

2.11.5 PORTC ใน PIC16F87X

PORTC เป็นลักษณะแบบ Port แบบสองทิศทาง ซึ่ง register ที่จะเป็นตัวกำหนดว่า port ใดจะเป็นแบบ input/output จะถูกกำหนดโดย TRISC register ถ้า set TRISC bit ใด (=1) PORTB ที่บิตนั้นก็จะเป็น input ถ้า clear TRISC bit ใด (=0) PORTC ที่บิตนั้นก็จะเป็น output ที่ PORTC จะมีคุณสมบัติเพิ่มเติม เช่น IIC, UART, SPI, PWM, CAPTURE ขึ้นอยู่กับการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลือกใช้งาน โดยเมื่อเราทำการ enable คุณสมบัติเพิ่มเติมต่างๆ ที่ PORTC เราต้องระวังในเรื่องของการตั้งค่า TRISC ของแต่ละขาของ PORTC เพราะในการ enable คุณสมบัติบางตัวที่อยู่ที่ PORTC (เช่น UART) ตัวมันเองก็จะทำการเปลี่ยน bit TRISC โดยอัตโนมัติ ดังนั้นไม่ควรที่จะตั้งค่า TRISC โดยตรงกับขาใดของ PORTC ที่ทำการ enable คุณสมบัติเพิ่มเติม

INITIALIZING PORTC

BCF STATUS, RP0 ; ทำการ Initialize PORTC โดยทำการ clear output data latchs

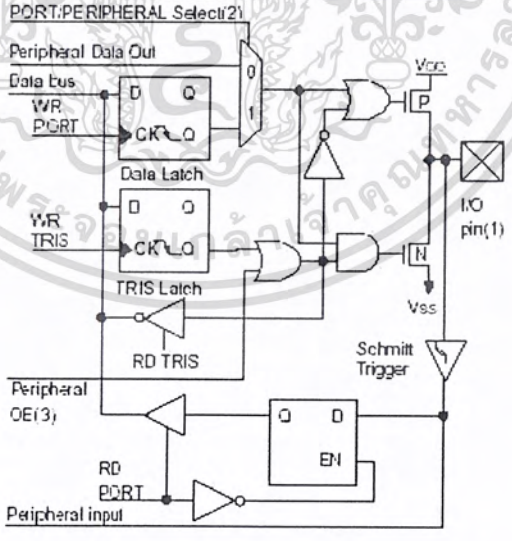
CLRF PORTC

BSF STATUS,RP0 ; ทำการเลือกไปยัง Bank1

MOVLW 0xCF ; โหลดค่าที่ต้องการ set

MOVWF TRISB ; Set PORTC0-3 เป็น inputs, Set PORTC4-5 เป็น outputs, Set PORTC6-7 เป็น inputs

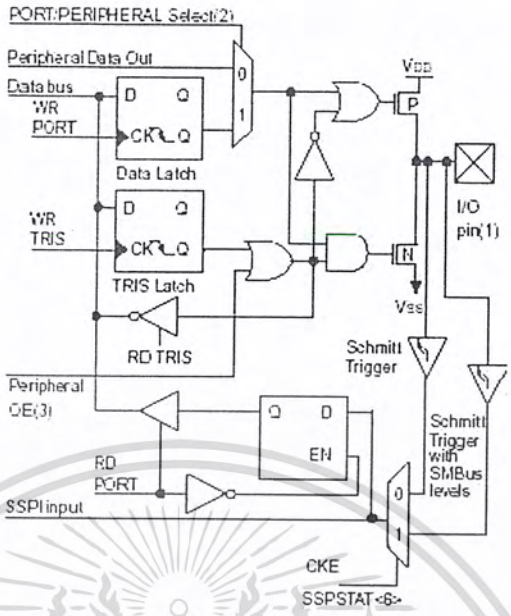
- PORTC แต่ละ port จะ Schmitt Trigger input buffers อยู่ภายในแต่ละขา



รูปที่ 2.18 บล็อกไดอะแกรมของพอร์ต C (ขาส่งออกไปยังอุปกรณ์ต่างๆ)

RC<0:2> RC<5:7>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.19 บล็อกไดอะแกรมของพอร์ต C (ขาส่งออกไปยังอุปกรณ์ต่างๆ) RC<3:4>

ลักษณะโครงสร้างของ PORT จะแบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ PORTC0-2,5-7 และอีกกลุ่มหนึ่งก็คือ PORTC3-4

ตารางที่ 2.6 ฟังก์ชันพอร์ต C

Name	Bit#	Buffer	Function
RC0/T1OSO/T1CKI	Bit0	ST	Input/output port pin or Timer 1 oscillator output/Timer 1 clock input
RC1/T1OS1/CCP2	Bit1	ST	Input/output port pin or Timer 1 oscillator input or Capture 2 input/Compare 2 Output/PWM2 Output
RC2/CCP1	Bit2	ST	Input/output port pin or Capture 1 input/Compare 1 Output/PWM1 Output
RC3/SCK/SCL	Bit3	ST	RC3 can also be the synchronous serial dock for both SPI and I^2C
RC4/SDISDA	Bit4	ST	RC4 can also be the SPI Data In (SPI Mode) or data I/O (I^2C mode)
RC5/SDO	Bit5	ST	Input/output port pin or Synchronous Serial Port data output
RC6/TX/CK	Bit6	ST	Input/output port pin or USART Asynchronous Transmit or Synchronous Clock
RC7/RX/DT	Bit7	ST	Input/output port pin or USART Asynchronous Receive Synchronous Clock

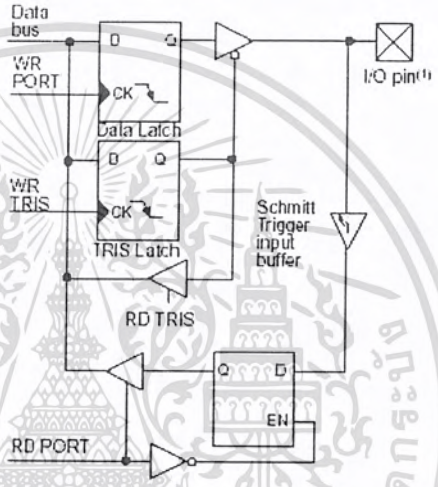
ตารางที่ 2.7 สรุปการเชื่องโยงขาต่างๆ ของพอร์ต C

Address	Name	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	Value on POR,BOR	Value All Other Reset
07h	PORT C	RA7	RA6	RA5	RA4	RA3	RA2	RA1	RA0	xxxx xxxx	uuuu uuuu
87h	TRISC	PORT C DATA DIRECTION REGISTER								1111 1111	1111 1111

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11.6 PORTD และ PORTE ใน PIC16F87X

สำหรับ PORTD และ PORTE นั้นจะไม่มีอยู่ใน pic ในตระกูลนี้ที่มีขนาด ขา 28 ขา ก่อนอื่นมาพูดกันถึง PORTD ก่อน PORTD จะเป็น port ขนาด 8 bits ซึ่งจะมี Schmitt Trigger input buffer อยู่ในตัว โดยที่เราสามารถกำหนดแต่ละบิตของ port ให้เป็น input หรือ output ได้โดยอิสระจากกัน PORTD สามารถที่จะทำตัวเป็น parallel slave port ได้อีกด้วย โดยทำได้โดยการ set PSPMODE bit (TRISE<4>) ซึ่งใน mode นี้ buffer ภายในจะกลายเป็นแบบ TTL



รูปที่ 2.20 บล็อกไดอะแกรมของพอร์ต D

ตารางที่ 2.8 ฟังก์ชันของพอร์ต D

Name	Bit#	Buffer Type	Function
RD0/PSP0	Bit0	ST/TTL (1)	Input/output port pin or parallel slave port bit0
RD1/PSP1	Bit1	ST/TTL (1)	Input/output port pin or parallel slave port bit1
RD2/PSP2	Bit2	ST/TTL (1)	Input/output port pin or parallel slave port bit2
RD3/PSP3	Bit3	ST/TTL (1)	Input/output port pin or parallel slave port bit3
RD4/PSP4	Bit4	ST/TTL (1)	Input/output port pin or parallel slave port bit4
RD5/PSP5	Bit5	ST/TTL (1)	Input/output port pin or parallel slave port bit5
RD6/PSP6	Bit6	ST/TTL (1)	Input/output port pin or parallel slave port bit6
RD7/PSP7	Bit7	ST/TTL (1)	Input/output port pin or parallel slave port bit7

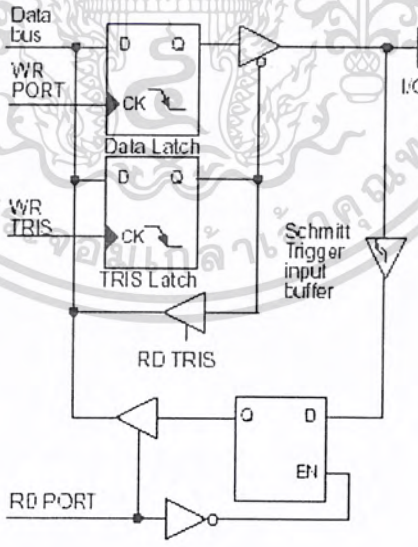
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.9 สรุปการเชื่องโยงขาต่างๆ ของพอร์ต D

Address	Name	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	Value on POR,BOR	Value All
08h	PORT D	RA7	RA6	RA5	RA4	RA3	RA2	RA1	RA0	xxxx xxxx	uuuu uuuu
88h	TRISD	PORT D DATA DIRECTION REGISTER								1111 1111	1111 1111
89h	TRISE	IBF	OBF	IBOV	PSP MODE	-	PORT D Data Direction Bits			0000 -111	0000 -1111

PORTE จะมีทั้งหมด 3 ขา คือ RE0/(RD\)/AN5, RE1/(WR\)/AN6 และ RE2/(CS\)/AN7 ซึ่งจะมี Schmitt Trigger input buffer อยู่ในตัว โดยที่เราสามารถกำหนดแต่ละบิตของ port ให้เป็น input หรือ output I/O PORTE สามารถกลายเป็น control input สำหรับ microprocessor port เมื่อ ทำการ set PSPMODE(TRISE<4>) bit ข้อควรระวังเมื่ออยู่ในโหมดนี้ก็คือ ต้องตรวจดูให้ดีว่า TRISE ตั้งแต่บิต 0-2 ถูก set (อยู่ในสถานะ input) และต้องแน่ใจว่า ADCON1 ถูก set ให้อยู่ใน mode digital I/O ซึ่งใน mode นี้ input buffer จะเป็น TTL

PORT E จะมีลักษณะคือ จะ multiplex กับ analog inputs โดยเมื่อ PORTE ถูก set เป็น analog inputs แล้ว ขาเหล่านี้เมื่อทำการอ่านค่าจะมีค่าเป็น 0 ส่วน TRISE ซึ่งเป็น control register นั้นจะต้อง set ให้เป็น input เมื่อ set ให้อยู่ใน mode analog input



รูปที่ 2.21 บล็อกไดอะแกรมของพอร์ต E

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.10 ฟังก์ชันของพอร์ต E

Name	Bit#	Buffer Type	Function
RD0/ $\overline{RD}$ /AN5	Bit0	ST/TTL (1)	Input/output port pin or read control input in parallel slave port mode or analog input $\overline{RD}$ 1 = Not a read operation 0 = Read operation. Reads PORTD register (if ship selected)
RD1/ $\overline{WR}$ /AN6	Bit1	ST/TTL (1)	Input/output port pin or write control input in parallel slave port mode or analog input $\overline{WR}$ 1 = Not a write operation 0 = Write operation. Write PORTD register (if ship selected)
RD2/ $\overline{CS}$ /AN7	Bit2	ST/TTL (1)	Inpu/output port pin or chip select control input in parallel slave port mode or analog input: $\overline{CS}$ 1 = Device is not selected 0 = Device is selected

ตารางที่ 2.11 สรุปการเชื่องโยงขาต่างๆ ของพอร์ต E

Address	Name	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	Value on POR,BOR	Value All
09h	PORT E	-	-	-	-	-	RE2	RE1	RE0	---- -xxx	---- -uuu
89h	TRISB	-	-	-	-	-	PORT E Data Direction Bit			0000 -111	0000 -111
9Fh	ACCON1	ADFM	-	-	-	PCFG3	PCFG2	PCFG1	PCFG0	--0- 0000	--0- 0000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

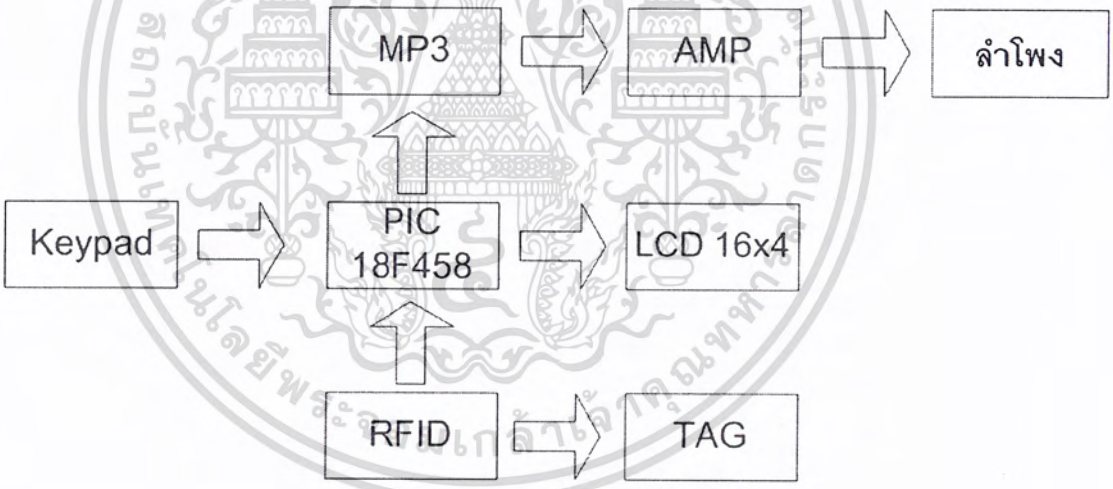
บทที่ 3

การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์

3.1 การออกแบบ

การออกแบบวงจรรวม PIC Microcontroller เป็นตัวส่งสัญญาณติดต่อกับอาเอฟไอดี โดยมีการส่งคำสั่งcommand, login sector, select card และส่งสัญญาณข้อมูลในการเขียนข้อมูล และคอยรับข้อมูลกลับจากอาเอฟไอดี เพื่อเช็คข้อมูลต่างๆ แล้วนำข้อมูลที่รับได้จากการประมวลผลแสดงผลออกจอ LCD พร้อมทั้งรับค่าจากคีย์แพด เพื่อเลือกห้องต่างๆ และส่งสัญญาณไปควบคุมบอร์ด IVR (Interactive Voice Response) ข้อมูลเสียงใน SD card จะออกทางลำโพง

3.1.1 บล็อกไดอะแกรมของการทำงาน

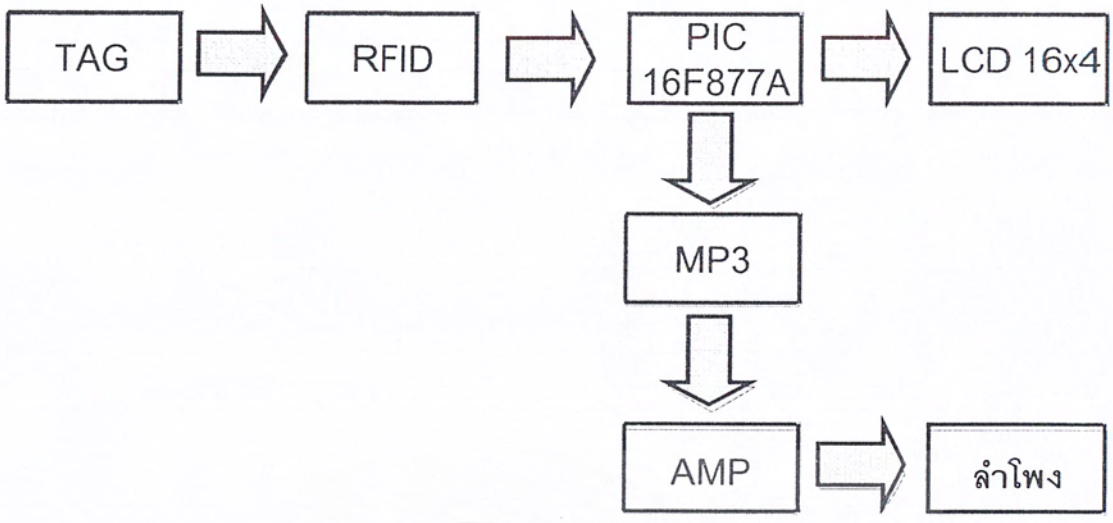


รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรม การทำงานของ Host

3.1.1.1 หลักการทำงานของ Host

ติดตั้งบริเวณส่วนหน้าของอาคาร สามารถคีย์ข้อมูลรายละเอียดห้องผ่านทางคีย์แพดได้ พร้อมทั้งบอกรายละเอียดของเส้นทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 บล็อกไดอะแกรม การทำงานของ Reader

3.1.1.2 หลักการทำงานของ Reader

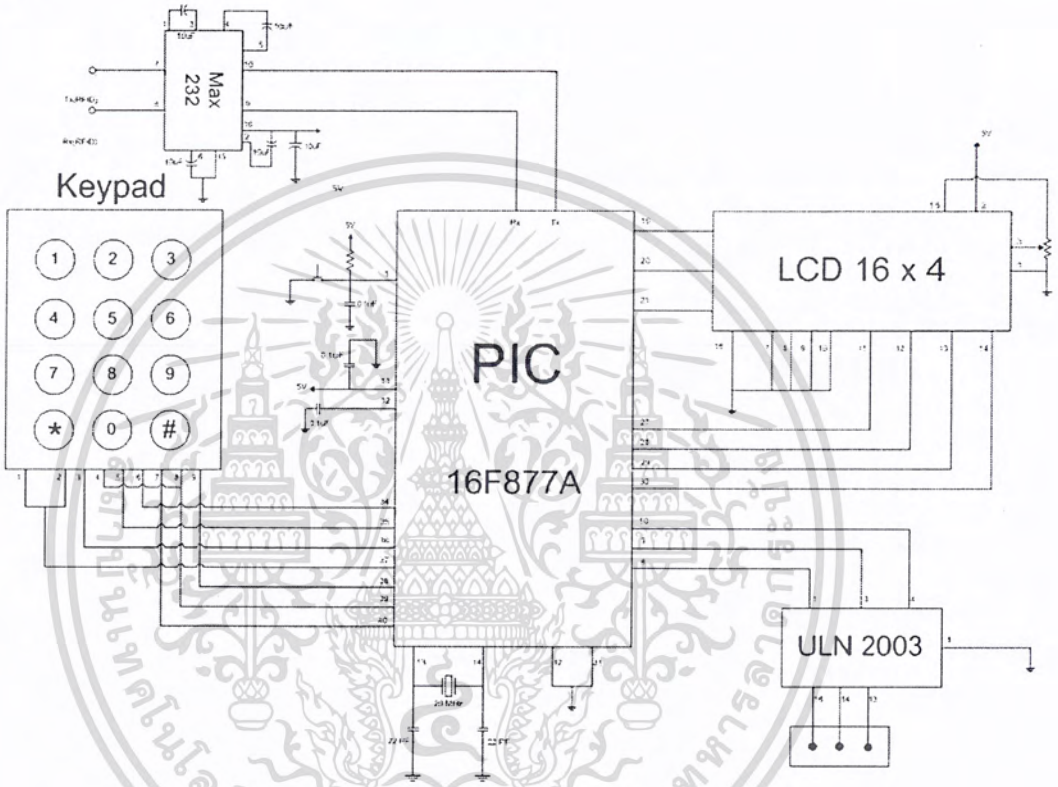
ทำหน้าที่ในการอ่านหมายเลขห้องจากแท็กส์ ติดตั้งบริเวณส่วนต่างๆของอาคารตามความเหมาะสมพร้อมทั้งแสดงผลเส้นทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 วงจรรวม

3.1.2.1 หลักการทำงานของวงจรรวม

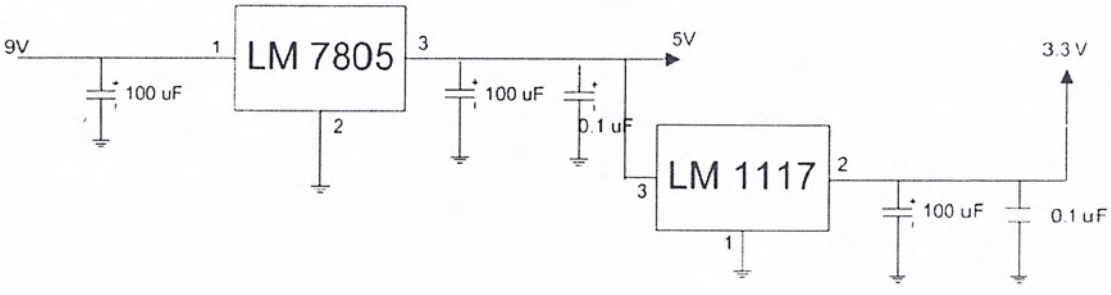
เมื่อกดคีย์แพดจะมีการส่งสัญญาณไปยัง PIC เพื่อส่งพัลส์ไปควบคุม ULN 2003 โดยมี Max 232 ทำหน้าที่ในการแลกเปลี่ยนสัญญาณระหว่าง PIC กับ อาร์เอฟไอดี



รูปที่ 3.3 วงจรรวม

3.1.2.2 หลักการทำงานของวงจร Regulator

จ่ายไฟเลี้ยง 5 V และ 3.3V

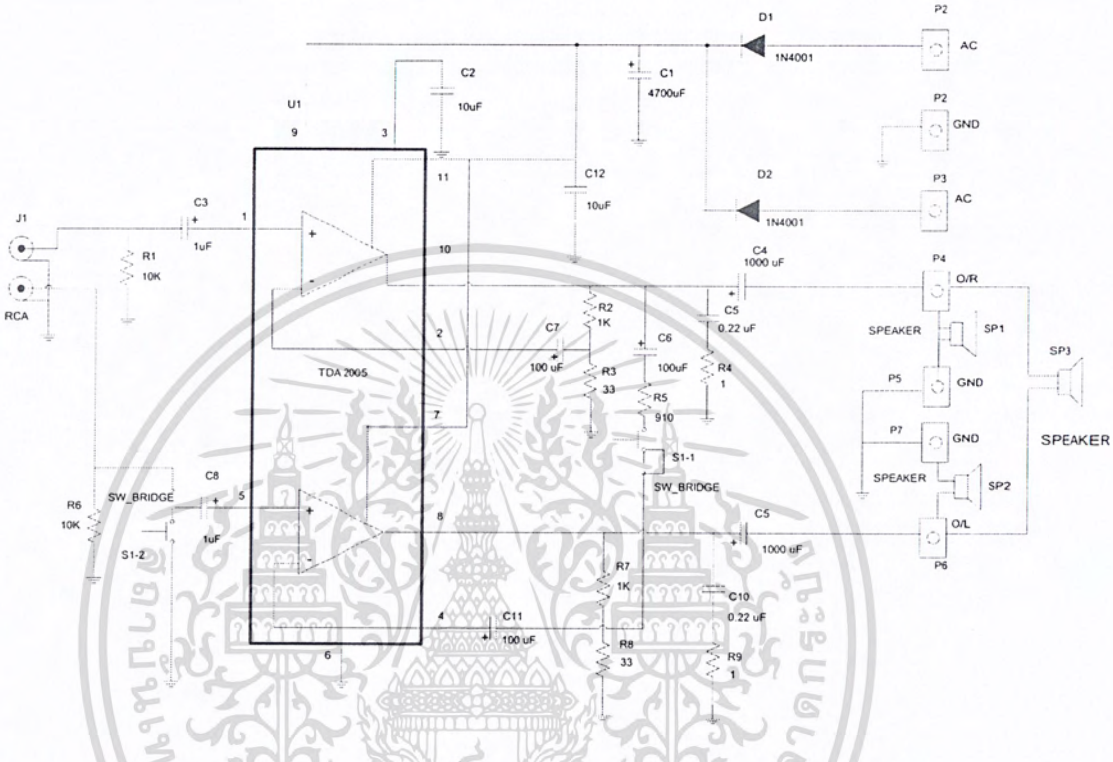


รูปที่ 3.4 วงจรรักษาระดับแรงดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2.3 หลักการทำงานของ

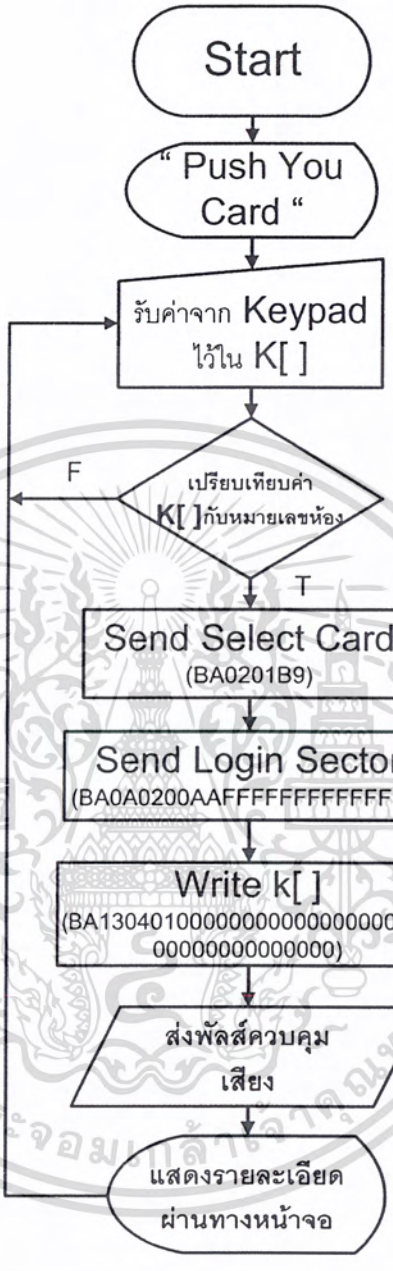
ทำหน้าที่ขยายเสียง โดยสามารถเป็นได้ทั้งแบบ โมโนและสเตอริ-โอ



รูปที่ 3.5 วงจร Amplifier

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

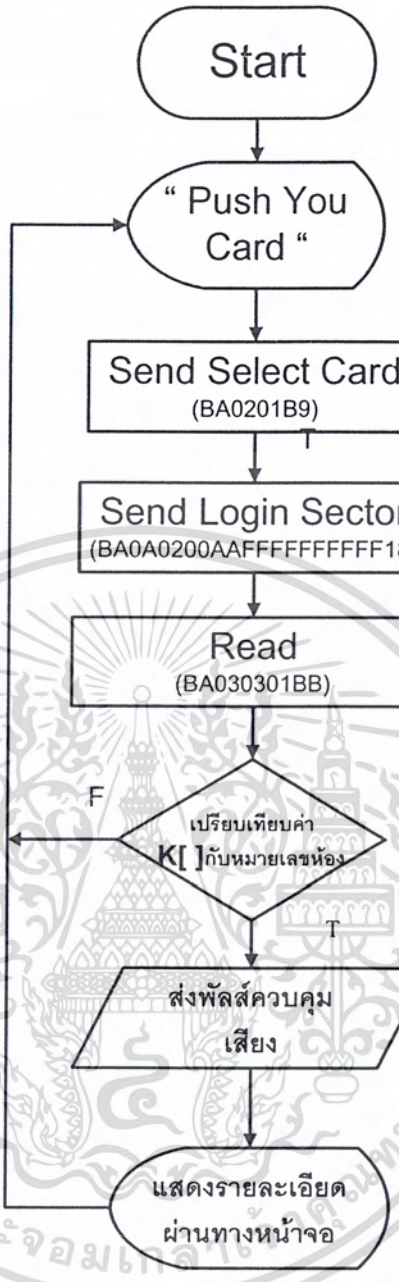
3.1.3 ผังการทำงานของโปรแกรม (Flowchart)



รูปที่ 3.6 ผังการทำงานของ Host

เริ่มต้นด้วยการทาบบัตร กดคีย์แพดเพื่อรับค่ามาไว้ที่ K[ ] เปรียบเทียบค่า K[ ] กับหมายเลขห้อง ถ้าจริงจะมีการส่งคำสั่ง Send Select Card, Send Login Sector, Write ตามลำดับ และส่งพัลส์ควบคุมเสียง ตามลำดับที่ได้จัดไว้ และแสดงผลออกทางหน้าจอ LCD เพื่อเป็นตัวบอกเส้นทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

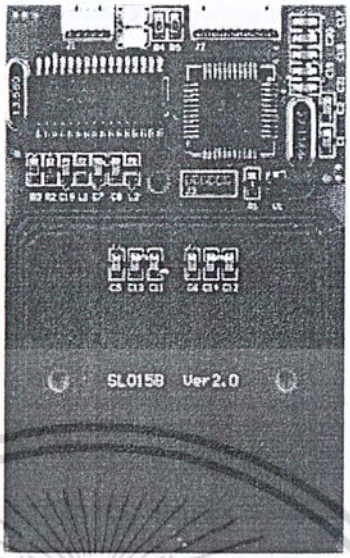


รูปที่ 3.7 ผังการทำงานของ Reader

เริ่มต้นด้วยการนำบัตรมาทาบ จะมีการส่งคำสั่ง Send Select Card, Send Login Sector, Read ตามลำดับ และนำค่า K[ ] มาเปรียบเทียบกับหมายเลขห้อง ถ้าจริงจะมีการส่งพัลส์ควบคุมเสียง และแสดงผลออกทางหน้าจอ LCD เพื่อเป็นตัวบอกเส้นทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4 RFID Reader SL015B-1



รูปที่ 3.8 อาร์เอฟไอดี SL015B-1

3.1.4.1 คุณสมบัติของอาร์เอฟไอดี

- แท็กส์ที่สนับสนุน : คีย์การ์ด 1 K คีย์การ์ด 4 K
- คีย์การ์ด UltraLight
- ตรวจสอบแท็กส์อัตโนมัติ
- เสาอากาศรวม
- RS232 interface, Baud rate 9,600 – 115,200 bps
- ทำงานที่ DC4.5V to DC5.5V VDD
- ทำงานที่ระยะ : มากกว่า 80 มิลลิเมตร, ขึ้นอยู่กับแท็กส์
- อุณหภูมิที่ใช้เก็บ : -40 องศา ถึง +85 องศา
- ทำงานที่อุณหภูมิ : -20 องศา ถึง +70 องศา
- ขนาด : 85 x 55 x 7 มิลลิเมตร
- มีไฟสองดวง ดวงสีเขียวเป็นไฟอัตโนมัติเมื่อมีการตรวจสอบแท็กในระยะที่กำหนด ไฟสีแดงควบคุมโดยเครื่องแม่ข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- PA1 พิน แสดงผลเมื่อแท็กส์มาอยู่ในระดับต่ำ

และ แสดงผลระดับสูงเมื่อเอาแท็กส์ออก

3.1.5 รายละเอียดขาต่างๆของ อาร์เอฟไอดี

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดขาต่างๆของ อาร์เอฟไอดี

PIN	SYMBOL	TYPE	DESCRIPTION
1	TXD	Output	Serial output port
2	RXD	Input	Serial input port
3	VCC	PWR	Power Supply
4	GND	PWR	Ground
5	GND	PWR	Ground
6	VCC	PWR	Power Supply
7	PA0	Output	
8	PA1	Output	แท็กส์ detect signal : low level indicating แท็กส์ in Detection range, high level indicating แท็กส์ out
9	PA2	Output	
10	PA3	Output	
11	PA4	Output	
12	PA5	Output	
13	PA6	Output	
14	PA7	Output	
15	GND	PWR	Ground

3.1.6 อัตรา Baud Rate

R6&R7 ทั้งสองตัวประกอบตัวต้านทานมีค่า 0 โอห์มที่ชั้นล่างของโมดูล และใช้ค่า Baud Rate ตามตารางด้านล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 อัตรา Baud Rate

	R6	R7	Baud Rate (Bps)
ส่วนประกอบ	NO	NO	9,600
	YES	NO	19,200
	NO	YES	57,600
	YES	YES	115,200

3.1.7 โปรโตคอลการสื่อสาร

3.1.7.1 การตั้งค่าการสื่อสาร

การสื่อสารมีจำนวนไบต์ที่เกิดขึ้นจากการรับและส่งข้อมูล ที่ใช้เลขฐาน 16 มีพารามิเตอร์การสื่อสารดังนี้

Baud rate: 9,600 – 115,200 bps

Data: 8 bits

Stop: 1 bit

Parity: None

Flow control: None

3.1.8 รูปแบบการสื่อสาร

Host to Reader:

Preamble	Len	Command	Data	Checksum

Preamble: 1 ไบต์, 0xBA.

Len: ความยาวไบต์นับจาก Command ถึง Checksum , 1 ไบต์

Command: คำสั่ง, 1byte

Data: ข้อมูล, ความยาวขึ้นอยู่กับชนิดคำสั่ง

Checksum: ผลการ XOR จาก Preamble ถึง Data 1 ไบต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Reader to Host:

Preamble	Len	Command	Status	Data	Checksum

Preamble: 1 ไบต์, 0xBD.

Len: ความยาวไบต์นับจาก Command ถึง Checksum 1 ไบต์

Command: คำสั่ง 1 ไบต์

Status : คำสั่งสถานะ 1 ไบต์

Data: ข้อมูล,ความยาวขึ้นอยู่กับชนิดคำสั่ง

Checksum: ผลการ XOR จาก Preamble ถึง ดาต้า 1 ไบต์

3.1.9 คำสั่งโดยรวม

คำสั่งต่างๆในช่อง Command ที่ติดต่อกับ RFID

ตารางที่ 3.3 คำสั่งโดยรวม

คำสั่ง	รายละเอียด
0x01	เลือกการ์ด
0x02	เข้าสู่ระบบ
0x03	อ่านบล็อกข้อมูล
0x04	เขียนบล็อกข้อมูล
0x05	อ่านค่าบล็อก
0x06	เริ่มต้นใส่ค่าบล็อก
0x07	เขียนมาสเตอร์คีย์ (Key A)
0x08	เพิ่มค่า
0x09	ลดค่า
0x0A	คัดลอกค่า
0x10	อ่านหน้าข้อมูล (Ultra Light)
0x11	เขียนข้อมูล (UltraLight)
0x40	สถานะควบคุม PA
0xFF	รีเซท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.10 สถานะโดยรวมในช่องของสถานะ

ตารางที่ 3.4 สถานะโดยรวม

สถานะ	รายละเอียด
0x00	การดำเนินการสำเร็จ
0x01	ไม่มีแท็กส์
0x02	เข้าสู่ระบบสำเร็จ
0x03	เข้าสู่ระบบล้มเหลว
0x04	การอ่านล้มเหลว
0x05	การเขียนล้มเหลว
0x06	ไม่สามารถอ่านหลังจากเขียน
0x0A	มีการชนกันข้อมูล
0x0D	ไม่มีการตรวจสอบ
0x0E	ไม่มีค่าในบล็อก
0xF0	มีข้อผิดพลาดจากการตรวจสอบ
0xF1	รหัสคำสั่งผิดพลาด

3.1.11 รายชื่อคำสั่ง

format ในการติดต่อสื่อสารกับอาร์เอฟไอดี

3.1.11.1 มีการเลือกการ์ด

0xBA	Len	0x01	Checksum

Return

0xBD	Len	0x01	Status	UID	Type	Checksum

Status: 0x00: การดำเนินการสำเร็จ

0x01: ไม่มีแท็กส์

0x0A: มีการชนกันของข้อมูล

0xF0: การตรวจสอบผิดพลาด

UID: หมายเลข Serial ของการ์ดไม่ซ้ำกัน 4ไบต์ สำหรับ การ์ด 1k และ การ์ด 4K 7 ไบต์สำหรับ UltraLight และ Desfire

Type: 0x01: Mifare Standard 1K การ์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0x02: Mifare Pro การ์ด

0x03: Mifare UltraLight การ์ด

0x04: Mifare Standard 4K การ์ด

0x05: Mifare ProX การ์ด

0x06: Mifare Desfire การ์ด

3.1.11.2 เข้าสู่ระบบ

0xBA	Len	0x02	Sector	Type	Key	Checksum

Sector: ต้องมีการเข้าระบบ

Type: ประเภทคีย์ (0xAA:รับรองกับคีย์ A 0xBB:รับรองโดยคีย์B)

Key: รหัสผ่าน 6 ไบต์

Return

0xBD	Len	0x02	Status	Checksum

Status: 0x02: เข้าสู่ระบบสำเร็จ

0x01: ไม่มีแท็กส์

0x03: เข้าสู่ระบบล้มเหลว

0x04: การตรวจสอบผิดพลาด

3.1.11.3 อ่านบล็อกข้อมูล

0xBD	Len	0x03	Status	Checksum

Bloack: อ่านเลขบล็อก 1 ไบต์

Return

0xBD	Len	0x03	Status	Data	Checksum

Status: 0x00: การดำเนินการสำเร็จ

0x01: ไม่มีแท็กส์

0x04: การอ่านล้มเหลว

0x0D: ไม่มีการรับรอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0xF0: การตรวจสอบผิดพลาด

Data: มีการคืนข้อมูลกลับถ้าดำเนินการสำเร็จ 16 ไบต์

3.1.11.4 เขียนบล็อกข้อมูล

0xBA	Len	0x04	Block	Data	Checksum

Block: เขียนเลขบล็อก 1 ไบต์

Data: เขียนข้อมูล 16 ไบต์

Return

0xBD	Len	0x04	Status	Data	Checksum

Status: 0x00: การดำเนินการสำเร็จ

0x01: ไม่มีแท็กส์

0x05: การเขียนล้มเหลว

0x06: ไม่สามารถอ่านหลังจากเขียนได้

0x0D: ไม่มีการตรวจสอบ

0xF0: การตรวจสอบผิดพลาด

Data: เขียนข้อมูลถ้าการดำเนินการสำเร็จ

3.1.11.5 อ่านค่าบล็อกข้อมูล

0xBA	Len	0x05	Block	Checksum

Block: เลขบล็อกข้อมูลถูกอ่าน 1 ไบต์

Return

0xBD	Len	0x05	Status	Value	Checksum

Status: 0x00: การดำเนินการสำเร็จ

0x01: ไม่มีแท็กส์

0x04: การอ่านล้มเหลว

0x0D: ไม่มีการตรวจสอบ

0x0E: ไม่มีค่าในบล็อก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0xF0: การตรวจสอบผิดพลาด

Value: คืนค่าเมื่อการดำเนินการประสบความสำเร็จ

3.1.11.6 เริ่มต้นค่าบล็อก

0xBA	Len	0x06	Block	Value	Checksum

Block: จำนวนบล็อกที่จะเริ่มต้นได้ 1 ไบต์

Value: เขียนค่า 4 ไบต์

Return

0xBD	Len	0x06	Status	Value	Checksum

Status: 0x00: การดำเนินการสำเร็จ

0x01: ไม่มีแท็กส์

0x05: การเขียนล้มเหลว

0x06: ไม่สามารถอ่านหลังเขียนได้

0x0D: ไม่มีการตรวจสอบ

0xF0: ตรวจสอบผิดพลาด

Value: เขียนค่าถ้าดำเนินการสำเร็จ 4 ไบต์

3.1.11.7 เขียนมาสเตอร์คีย์ (คีย์ A)

0xBA	Len	0x07	Sector	Key	Checksum

Sector: จำนวนภาคที่จะเขียน 1 ไบต์

Key: คีย์ตรวจสอบ 6 ไบต์

Return

0xBD	Len	0x07	Status	Key	Checksum

Status: 0x00: ดำเนินการสำเร็จ

0x01: ไม่มีแท็กส์

0x05: การเขียนล้มเหลว

0x0D: ไม่มีการตรวจสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0xF0: ตรวจสอบผิดพลาด

Key: เขียนคีย์ตรวจสอบถ้าดำเนินการสำเร็จ 6 ไบต์

3.1.11.8 เพิ่มค่า

0xBA	Len	0x08	Block	Value	Checksum

Block: จำนวนบล็อกเพิ่มขึ้น 1 ไบต์

Value: ค่าเพิ่มขึ้น 4 ไบต์

Return

0xBD	Len	0x08	Status	Value	Checksum

Status: 0x00: ดำเนินการสำเร็จ

0x01: ไม่มีแท็กส์

0x05: การเขียนล้มเหลว

0x0D: ไม่มีการตรวจสอบ

0x0E: ไม่มีค่าในบล็อก

0xF0: ตรวจสอบผิดพลาด

Value: ค่าเพิ่มขึ้นหลังจากดำเนินสำเร็จ 4 ไบต์

3.1.11.9 ลดค่า

0xBA	Len	0x09	Block	Value	Checksum

Block: จำนวนบล็อกลดลง 1 ไบต์

Value: ค่าลดลง 4 ไบต์

Return

0xBD	Len	0x09	Status	Value	Checksum

Status: 0x00: ดำเนินการสำเร็จ

0x01: ไม่มีแท็กส์

0x05: การเขียนล้มเหลว

0x06: ไม่สามารถอ่านหลังเขียนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0x0D: ไม่มีการตรวจสอบ

0x0E: ไม่มีค่าในบล็อก

0xF0: ตรวจสอบผิดพลาด

Value: ค่าลดลงหลังจากดำเนินสำเร็จ 4 ไบต์

3.1.11.10 คัดลอกค่า

0xBA	Len	0x0A	Souce	Destination	Checksum

Source: คัดลอกมาจากบล็อกต้นทาง 1 ไบต์

Destination: คัดลอกไปยังปลายทาง 1 ไบต์

ต้นทางและปลายทางต้องมาจากระบบเดียวกัน

Return

0xBD	Len	0x0A	Status	Value	Checksum

Status: 0x00: ดำเนินการสำเร็จ

0x01: ไม่มีแท็กส์

0x05: การเขียนล้มเหลว

0x06: ไม่สามารถอ่านหลังเขียนได้

0x0D: ไม่มีการตรวจสอบ

0x0E: ไม่มีค่าในบล็อก

0xF0: ตรวจสอบผิดพลาด

จะคัดลอกค่าเมื่อดำเนินการสำเร็จ 4 ไบต์

3.1.11.11 อ่านหน้าข้อมูล (UltraLight)

0xBA	Len	0x10	Page	Checksum

Page: อ่านหมายเลขหน้า

Return

0xBD	Len	0x10	Status	Data	Checksum

Status: 0x00: ดำเนินการสำเร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0x01: ไม่มีแท็กส์

0x04: การอ่านล้มเหลว

0xF0: การตรวจสอบผิดพลาด

Data: คืนค่าข้อมูลถ้าดำเนินการสำเร็จ 4 ไบต์

3.1.11.12 เขียนหน้าข้อมูล (UltraLight)

0xBA	Len	0x11	Page	Data	Checksum

Page: เขียนหมายเลขหน้า

Data: เขียนคาต้า 4 ไบต์

Return

0xBD	Len	0x11	Status	Data	Checksum

Status: 0x00: ดำเนินการสำเร็จ

0x01: ไม่มีแท็กส์

0x05: การเขียนล้มเหลว

0x06: ไม่สามารถอ่านหลังเขียนได้

0xF0: การตรวจสอบผิดพลาด

Data: เขียนหน้าคาต้าถ้าดำเนินการสำเร็จ 4 ไบต์

3.1.11.13 ควบคุมสถานะ PA

0xBA	Len	0x40	Mask	Value	Checksum

Mark: PAx เปลี่ยนแปลง บิตต่อบิต

Value: ระดับสถานะ

Return

0xBD	Len	0x40	Status	Checksum

Status: 0x00: ดำเนินการสำเร็จ

0xF0: การตรวจสอบผิดพลาด

Example: ถ้าต้องการให้ PA3 ลดลง ส่ง 0xBA, 0x04, 0x40, 0x08, 0x00, 0xF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

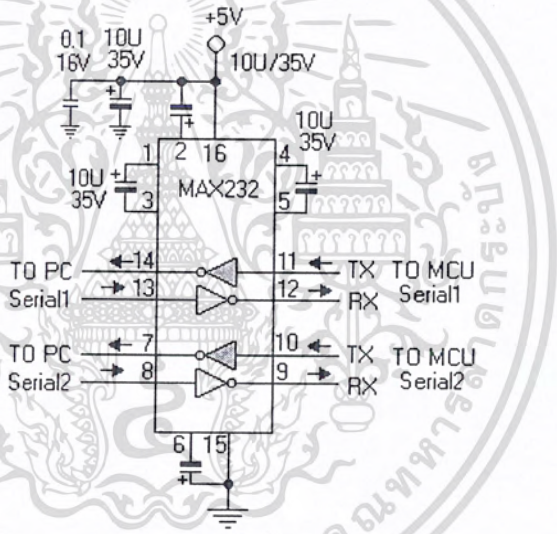
3.1.11.14 รีเซท

0xBD	Len	0xFF	Checksum

No return

3.1.12 MAX232,ICL232

MAX232, ICL 232 เป็นไอซีที่แปลงระดับสัญญาณของ RS-232 มาเป็นระดับ TTL และในทำนองเดียวกันก็แปลงระดับสัญญาณ TTL ไปเป็นระดับสัญญาณ RS-232

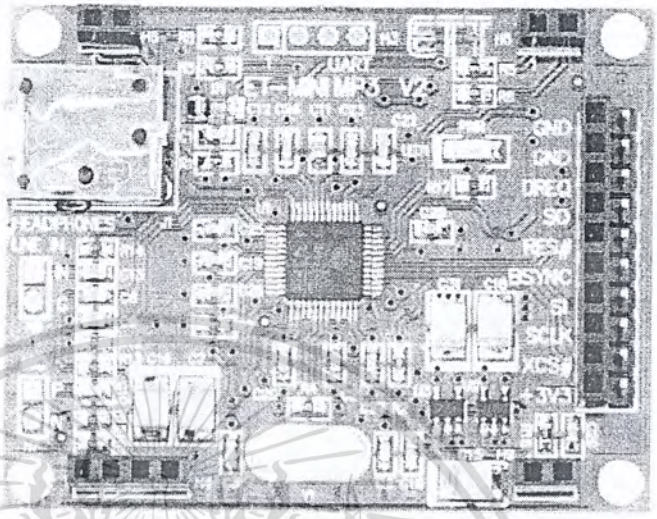


รูปที่ 3.9 การต่อใช้งาน MAX232 กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.13 บอร์ด MINI MP3 V2

ทำหน้าที่ในการแปลงไฟล์ MP3 เป็นเสียง แบบ โมโนและสเตอริโอ



รูปที่ 3.10 บอร์ด MINI MP3 V2

บอร์ด MINI MP3 V2 เป็นชุดถอดรหัสไฟล์ MP3 เพื่อแปลงเป็นเสียง สำหรับถอดรหัสไฟล์ MP3 ของ VLSI เบอร์ VS1003B เป็นไอซีประจำบอร์ด ซึ่ง VS1003B จัดว่าเป็นไอซีถอดรหัสไฟล์ MP3 ที่มีคุณภาพ โดย VS1003B สามารถถอดรหัสไฟล์ MP3 และ WAVE ได้ทันที พร้อมทั้งมีภาค Output แบบ Analog เป็นสัญญาณเสียงแบบ Stereo โดยสามารถนำไปต่อกับชุดหูฟัง หรือ ชุดขยายเสียงได้ สำหรับการเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นก็สามารถทำได้โดยง่าย โดยการเชื่อมต่อกับพอร์ตอนุกรมแบบ SPI มาตรฐานได้ทันที จึงสามารถนำชุด MINI MP3 V2 ไปประยุกต์ใช้งานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ต่างๆได้ โดยลักษณะโครงสร้างการจัดวงจรของบอร์ด MINI MP3 V2 จะเป็นส่วนของวงจรพื้นฐานของVS1003B เท่านั้น หรือ นำไปเชื่อมต่อกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่นใดรุ่นหนึ่ง เป็นการเฉพาะ และสามารถนำบอร์ด MINI MP3 ไปประยุกต์ดัดแปลงใช้งานในรูปแบบต่างๆได้ โดยอิสระ การออกแบบวงจร จะเชื่อมต่อ VS1003B กับอุปกรณ์ส่วนที่จำเป็นต่อการใช้งานไว้ให้ ซึ่งได้แก่ การจัดวงจรภาคขยายพร้อม Jack Stereo เพื่อให้ง่ายต่อการนำไปเชื่อมต่อกับชุดหูฟัง หรือ ชุดขยายเสียงและการจัดวงจรส่วนของภาค Pre-Amplifier สำหรับรับสัญญาณจากไมโครโฟนแบบ Condenser รวมไปถึงวงจรกำเนิดความถี่แบบ Crystal Oscillator ซึ่งเรียกได้ว่าเป็นการจัดวงจรพื้นฐานของ VS1003B เพื่อให้VS1003B อยู่ในสภาพ พร้อมทำงาน โดยในส่วนของสัญญาณการควบคุมต่างๆจะจัดเตรียมเป็นขั้ว Connector ไว้ให้เพื่อง่ายต่อการนำไปเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.13.1 คุณสมบัติของบอร์ด MINI MP3 V2

- ใช้ไอซีถอดรหัสไฟล์ MP3 ของ VLSI เบอร์ VS1003B

- สามารถถอดรหัสไฟล์ MP3 ซึ่งใช้การเข้ารหัสแบบ MPEG1.0 & 2.0 Audio layer III (CBR + VBR+ARB) รวมทั้ง WMA 4.0/4.1/7/8/9 all profiles (5-384kbit/s);

WAV (PCM + IMA ADPCM);

General MIDI / SP-MIDI files

- สามารถเข้ารหัสสัญญาณเสียงจาก ไมโครโฟนให้เป็นข้อมูลแบบมาตรฐาน ADPCM ได้

- รองรับการส่งถ่ายข้อมูลแบบต่อเนื่อง (Streaming Data) สำหรับไฟล์ข้อมูลแบบ MP3 หรือ WAVE ได้

- มีคำสั่งปรับแต่งเสียงทุ้ม (Bass Control) และเสียงแหลม (Treble Control)

- ทำงานด้วยสัญญาณนาฬิกา 12.288 MHz โดยสามารถ คูณความถี่ได้จาก PLL ภายใน

- มีวงจรแปลงกลับข้อมูลเป็นเสียงแบบ DAC คุณภาพสูงพร้อมวงจรภาคขยายเสียงแบบ Stereo สามารถนำ

สัญญาณเสียง Audio Out ที่ได้ไปต่อเข้ากับชุดขยายเสียง หรือ ชุดหูฟังแบบ Stereo มาตรฐาน ซึ่งมีค่า

Impedance ประมาณ 30 Ω ได้ทันที โดยขั้วต่อสัญญาณเสียง Audio Out ของบอร์ดเลือกใช้ Jack Stereo คุณภาพดี สามารถต่อกับชุดหูฟัง หรือชุดขยายเสียงของคอมพิวเตอร์ PC ได้ทันที

- ทำงานที่แรงดันไฟตรง 3V-3.3V พร้อมมี LED แสดงสถานะของแหล่งจ่าย Power ให้ทราบ

- รองรับการเชื่อมต่อสัญญาณกับไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรม SPI ได้

- สามารถดัดแปลงการทำงานของบอร์ดให้เป็นเครื่องเล่น MP3 แบบ Standalone โดยไม่ต้องใช้ การควบคุม

การทำงานจากไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ (ดูรายละเอียดเพิ่มเติมได้จาก Application Note ของ VLSI)

- ขนาดบอร์ด 4.3 x 5.6 cm

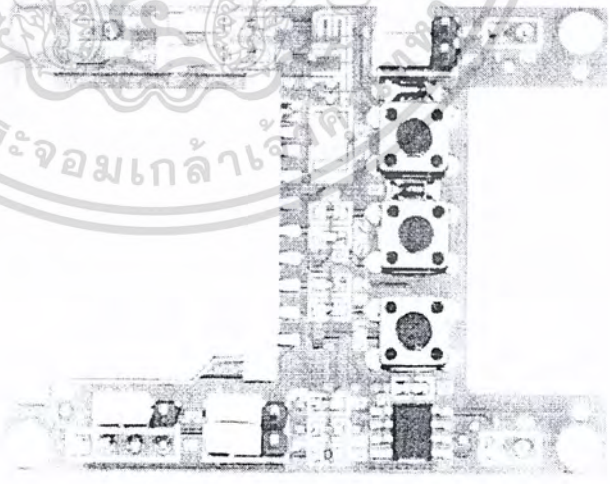
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.13.2 การประยุกต์ใช้งานบอร์ด MINI MP3 V2

สำหรับแนวทางในการประยุกต์ใช้งานบอร์ด MINI MP3 V2 นั้น สามารถประยุกต์ดัดแปลง ได้มากมายหลายอย่าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อนำไปเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยผู้ใช้สามารถกำหนดเงื่อนไขการทำงานต่างๆได้เองตามต้องการจากโปรแกรมควบคุมที่พัฒนาขึ้น ซึ่งอาจมีการนำเอาอุปกรณ์ประเภทหน่วยความจำแบบต่างๆมาต่อร่วมด้วย เช่น SD/MMC หรือ อื่นๆเพื่อใช้เป็นตัวเก็บไฟล์ข้อมูลที่จะส่งให้ VS1003B ถอดรหัสและแปลงเป็นเสียงให้ ซึ่งในส่วนของการจัดการกับอุปกรณ์เก็บข้อมูล และระบบไฟล์ต่างๆนั้น เป็นหน้าที่ของผู้พัฒนาที่จะต้องไปศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลและวิธีการในส่วนนี้เพิ่มเติมเอง โดยวิธีการนำบอร์ด MINI MP3 V2 ไปเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น วิธีการที่ง่ายและเป็นที่นิยมกันมากที่สุดคือการเชื่อมต่อกับระบบพอร์ตสื่อสารอนุกรมแบบ SPI โดยถ้าไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ทำงานด้วยแหล่งจ่าย +3.3V ผู้ใช้ก็สามารถทำการเชื่อมต่อสัญญาณระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์และไอซี VS1003B ของบอร์ด ET-MINI MP3 V2 ได้ทันที แต่ถ้าบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ทำงานด้วยแหล่งจ่ายไฟ +5V จะต้องหาวงจรซึ่งทำหน้าที่แปลงระดับโลจิกของสัญญาณขนาด +5V ให้เป็นโลจิกขนาด +3.3V เสียก่อน โดย อีทีที ได้ออกแบบบอร์ด MINI LOGIC LEVEL SHIFTER

3.1.14 บอร์ด MP3 StandAlone Module

เป็นบอร์ดที่ออกแบบมาเป็นบอร์ดเสริมให้กับบอร์ด MINI MP3 V2



รูปที่ 3.11 Mp3 StandAlone Module

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.14.1 บอร์ด MP3 STANDALONE MODULE

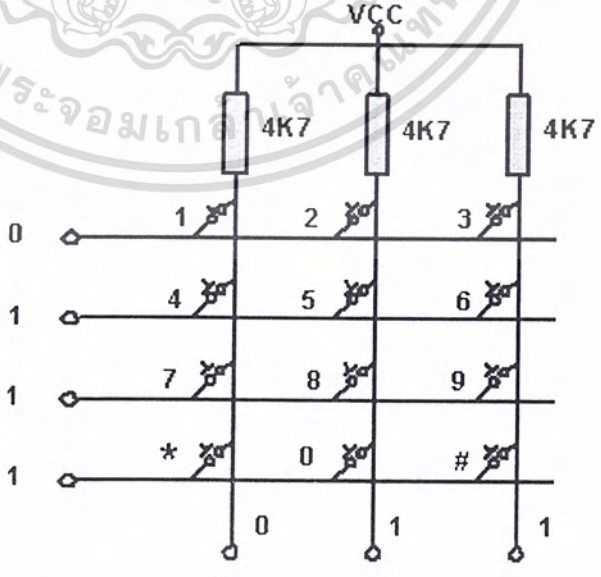
เพื่อให้สามารถ เล่นไฟล์ MP3 ได้โดยตรงโดยไม่ต้องใช้ การควบคุมการทำงานจากไมโครคอนโทรลเลอร์ เพียงแค่เสียบโมดูลเข้าไปบนบอร์ด MINI MP3 V2 จากนั้นเพียงแค่จ่ายไฟเลี้ยง3V-3.3V เข้าบอร์ดท่านก็สามารถเล่นไฟล์ MP3 ได้ทันที

คุณสมบัติของบอร์ด MP3 STANDALONE MODULE

- คอนเน็คเตอร์ SD CARD สำหรับเสียบ SD CARD เพื่อใช้เก็บไฟล์ต่างๆ
- ใช้ SPI EEPROM เบอร์ 25LC640 สำหรับเก็บ Boot Image สำหรับใช้เป็นเครื่องเล่นไฟล์ MP3 ไว้แล้ว
- สามารถเปลี่ยนรูปแบบ เป็นโหมดควบคุมแบบอื่นๆ ได้โดยการโปรแกรม Boot Image ให้กับ SPI EEPROM ใหม่
- สวิตช์สำหรับควบคุมการเล่นไฟล์ จำนวน 3 ตัว
- มี LED แสดงสถานะ POWER และ ACT
- ขนาดบอร์ด 4.3 x 5.6 cm

3.1.15 ปุ่มกด (Keypad)

เป็นวงจรเมทริกซ์ (Matrix switch) สวิตช์จะถูกต่อกันในแนวแกนตั้งและแกนนอน จะเรียกแนวตั้งว่า หลัก (Column) ในขณะที่แนวนอนจะเรียกว่า แถว (Row) ดังนั้นค่าของสวิตช์จะต้องประกอบด้วยตำแหน่งในแนวหลักและแถว

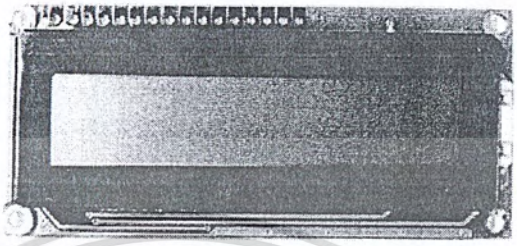


รูปที่ 3.12 ปุ่มกด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.16 แอลซีดี

ในโครงงานนี้ใช้แอลซีดีขนาด 16x4 คือมี 4 บรรทัด บรรทัดละ 16 ตัว



รูปที่ 3.13 แอลซีดี

ตารางที่ 3.5 รายละเอียดห้องภายในอาคาร

ห้อง	ชื่อภาษาอังกฤษ
T-101	Assoc.Prof.Dr. Pramote Wardkein
T-102	Assoc.Prof.Dr. Jeerasuda Koseeyaporn
T-103	Asst.Prof.Dr. Chuwong Phongcharoenpanich
T-104	Prof.Dr. Monai krairiksh
T-105	Asst.Prof.Dr.Tongtod Vanisri
T-106	-
T-107	Asst.Prof. Napat Sra-ium
T-108,T-108B	Assoc.Prof. Somyot Junnapaya
T-108A	Asst.Prof.Dr. Pipat Prommee
T-109	-
T-110	Asst.Prof.Dr. Pichet Moungnoul
T-112	-
T-201	Prof.Dr. Tawil Paungma

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

T-202	ห้องธุรการภาค
T-203	Assoc.Prof.Dr. Kobchai Dejhan
T-204	-
T-205	Assoc.Prof.Dr. Wipa Sangpisit
T-206	-
T207	Asst.Prof.Dr. Pisit Boonsrimuang
T-209	Assoc.Prof.Dr. Wipa Sangpisit
T-211	Dr. Montree Kumngern Dr. Sirapop Tooprakai
T-213	Asst.Prof.Dr. Sorawat Chivapreecha
T-215	Dr. Tulaya Limpiti
T-302	Asst.Prof.Dr. Sutichai Noppanakeepong
T-304	Assoc.Prof.Dr. Suvepon Sitthichivapak
T-306	Assoc.Prof.Dr. Yuttapong Rangsanseri
T-308	Asst.Prof. Surapol Boonjun
T-310	Assoc.Prof.Dr. Kraisin Sangwattana
T-312	Assoc.Prof. Kriengkrai Vonglodjanaporn
T-314	Asst.Prof. Akraphon Trirat
T-316	Asst.Prof.Thanate Pattanatadapong
T-305	Assoc.Prof.Dr. Pornchai Supnithi Asst.Prof.Dr. Somkiat Lerkwaranyu
T-311	Asst.Prof.Dr. Krit Wongrujira

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1 เครื่องวัดสัญญาณ (Oscilloscope)

ออสซิลโลสโคป (Oscilloscope) หรือเรียกสั้นๆว่าสโคป (Scope) จัดเป็นเครื่องมือวัดที่มีความหมายและสำคัญในการใช้งาน และถูกนำไปใช้งานอย่างกว้างขวางทั่วไป ทั้งในด้านไฟฟ้าและด้านอิเล็กทรอนิกส์ ข้อดีของออสซิสโลสโคปคือ สามารถแสดงปรากฏการณ์ของสิ่งที่วัดได้ทันทีและละเอียดชัดเจน ให้การตอบสนองและแสดงผลได้อย่างรวดเร็วกว่ากัลวานอมิเตอร์หรือมัลติมิเตอร์ขนาดเข็มชี้ ออสซิลโลสโคปคือเครื่องมือวัดแรงดันไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา โดยสามารถวัดแรงดันไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงเป็นอัตรา ส่วนของเวลาออสซิลโลสโคปเป็นเครื่องมือวัดแรงดันจึงอาจเปลี่ยนปริมาณต่างๆ ให้อยู่ในรูปขอองแรงดันแล้ววัดด้วยออสซิลโลสโคปได้ เช่นกระแสไฟฟ้า ความดัง ความดัน ความเร่ง การสั่นสะเทือน ฯลฯ ออสซิลโลสโคปเป็นเครื่องมือสำหรับ สร้างรูปคลื่น (Waveform) ของสัญญาณไฟฟ้าที่มีการเปลี่ยนแปลงค่าตามเวลาให้ปรากฏบนจอภาพ ซึ่งปกติจะไม่สามารถเห็นสัญญาณไฟฟ้าเหล่านั้นได้ ออสซิลโลสโคปยังสามารถวัดการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณไฟฟ้าเหล่านั้นเทียบกับเวลาได้ ออสซิลโลสโคปยังใช้แสดงกลื่นคลและเป็นเครื่องมือสำคัญในการตรวจซ่อมเครื่อง ใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ เช่น วิทยุ โทรทัศน์ เครื่องเสียง นอกจากนี้ยังใช้เป็นเครื่องแสดงผลของเครื่องมือวัดบางชนิดอีกด้วย การอ่านค่าปริมาณไฟฟ้าที่แสดงบนจอของออสซิลโลสโคป ถ้าเป็นการอ่านความแรง (Amplitude) ของปริมาณไฟฟ้า จะอ่านออกมาเป็นค่าพีก (Peak value หรือ vp) หรืออ่านออกมาเป็นค่าพีกทูพีก (Peak to peak value หรือ vp-p) ถ้าเป็นการอ่านค่าความถี่ของปริมาณไฟฟ้า จะต้องอ่านออกมาโดยเทียบกับเวลาเป็นวินาที ประโยชน์ของออสซิลโลสโคปสรุปได้ดังนี้

1. วัดแรงดันไฟฟ้าหรือกระแสไฟฟ้าของสัญญาณ
2. วัดค่าเวลา คาบเวลา หรือความถี่ของสัญญาณ
3. ใช้วัดผลต่างทางเฟสของสัญญาณ 2 สัญญาณ
4. ใช้ตรวจสอบองค์ประกอบของวงจร และรูปร่างของสัญญาณ
5. ใช้ตรวจซ่อมอุปกรณ์และเครื่องมือทางอิเล็กทรอนิกส์
6. ใช้ประกอบกับเครื่องมืออื่นๆ หรือดัดแปลงไปใช้งานในด้านอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 เครื่องจ่ายไฟ (Power supply)

แหล่งจ่ายไฟเป็นอุปกรณ์หรือระบบที่ใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้า หรือพลังงานชนิดอื่นๆ ไปสู่โหลดเอาท์พุต หรือกลุ่มของโหลด คำว่าแหล่งจ่ายไฟนี้ มักจะใช้กับแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้า แต่ก็มีบ้างก็หมายถึงแหล่งจ่ายพลังงานเชิงกล หรือพลังงานรูปแบบอื่นๆ

3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง

1. ทดสอบโปรแกรมด้วยการจำลองการทำงาน (simulator) ผ่านทาง โปรแกรมโพรทิอุส (proteus)
2. ทดสอบโดยการวัดสัญญาณขาทีเอ็ก จาก PIC Microcontroller และ ส่งข้อมูลจาก RFID เพื่อวัดค่าสัญญาณที่เป็นคำสั่งส่งไป
3. ทดสอบโดยการนำโค๊ดใส่ PIC Microcontroller ดูการแสดงผลออกทางจอแอลซีดี

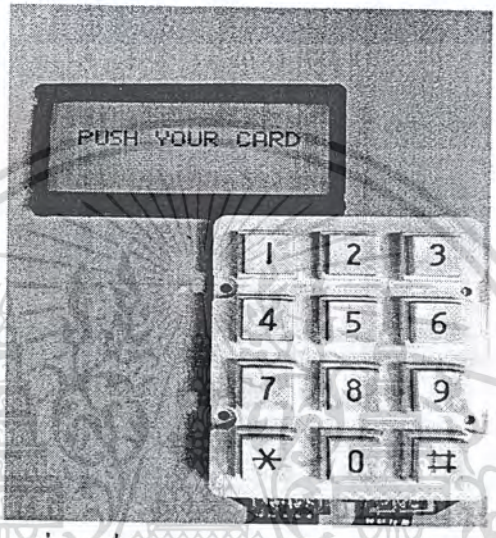
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 ผลการทดลอง

ในการทดลองจะทำการทดสอบสัญญาณที่ส่งจาก PIC Microcontroller และการส่งข้อมูลจาก RFID และทำการเขียนโค้ดคำสั่งต่างๆ ให้กับ PIC เพื่อให้ส่งคำสั่งไปแสดงผลยังหน้าจอ LCD และ เสียงออกทางลำโพง



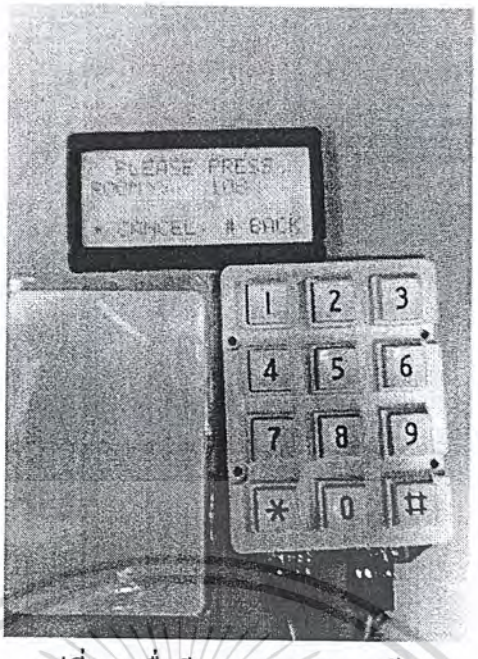
รูปที่ 4.1 เริ่มต้นการทำงานด้วยการทาบบัตร

เป็นการแสดงหน้าจอตอนเริ่มต้นการทำงานด้วยการทาบบัตร (PUSH YOUR CARD)

รูปที่ 4.2 กดหมายเลขห้องที่ต้องการผ่านคีย์แพด

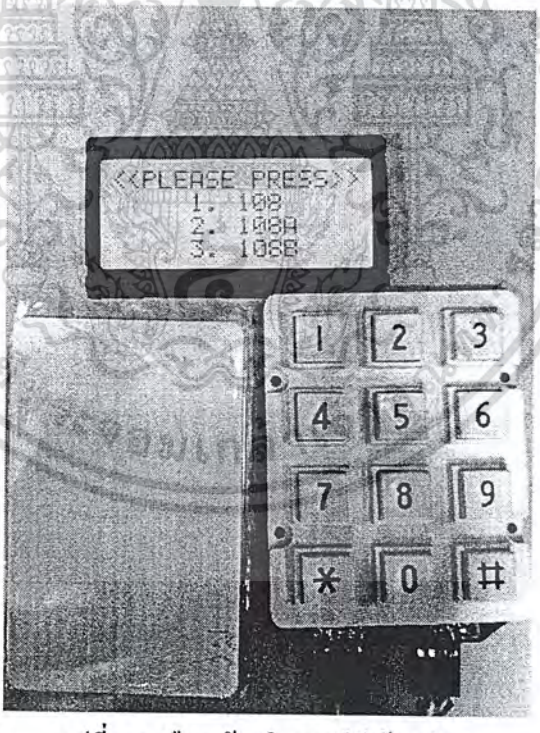
หน้าจอ LCD ให้ใส่หมายเลขห้อง โดยการกดหมายเลขที่คีย์แพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 เมื่อมีการกดหมายเลขห้อง

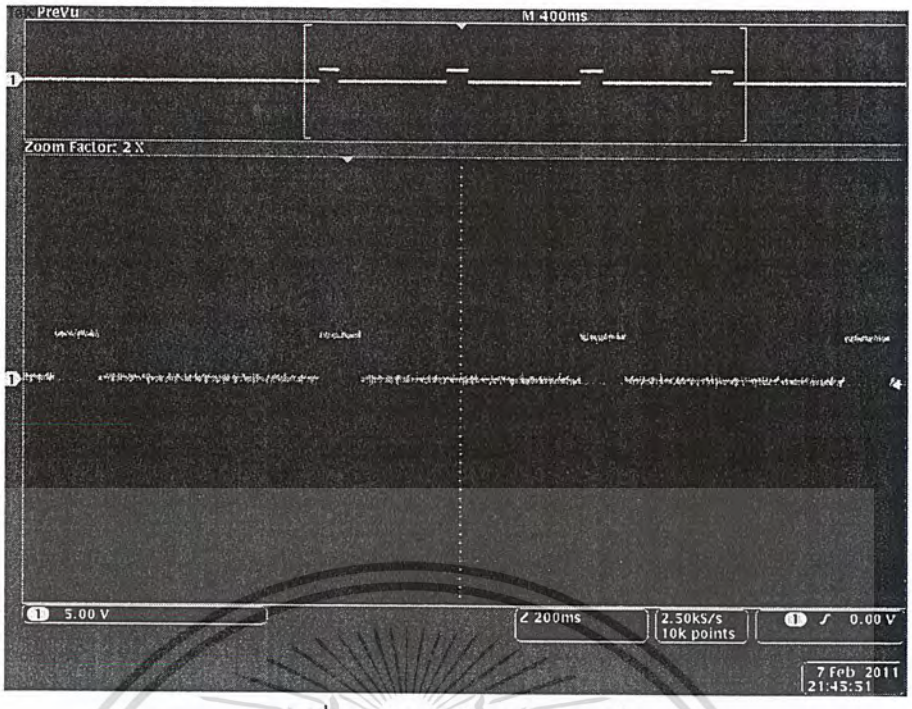
เมื่อกดหมายเลขห้อง หน้าจอ LCD จะแสดงเลขห้องที่กด



รูปที่ 4.4 เลือกห้องในกรณีมีห้องย่อย

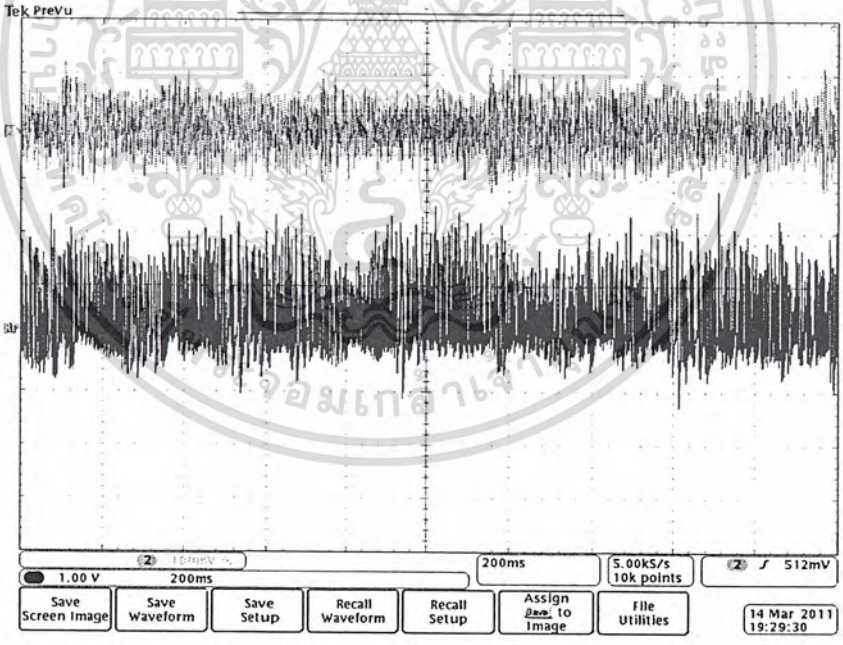
จากรูป กรณีกดหมายเลขห้องแล้วมีห้องย่อยหลายห้อง จะมีตัวเลือกให้เลือกห้องที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 ส่งพัลส์ควบคุมสวิทซ์

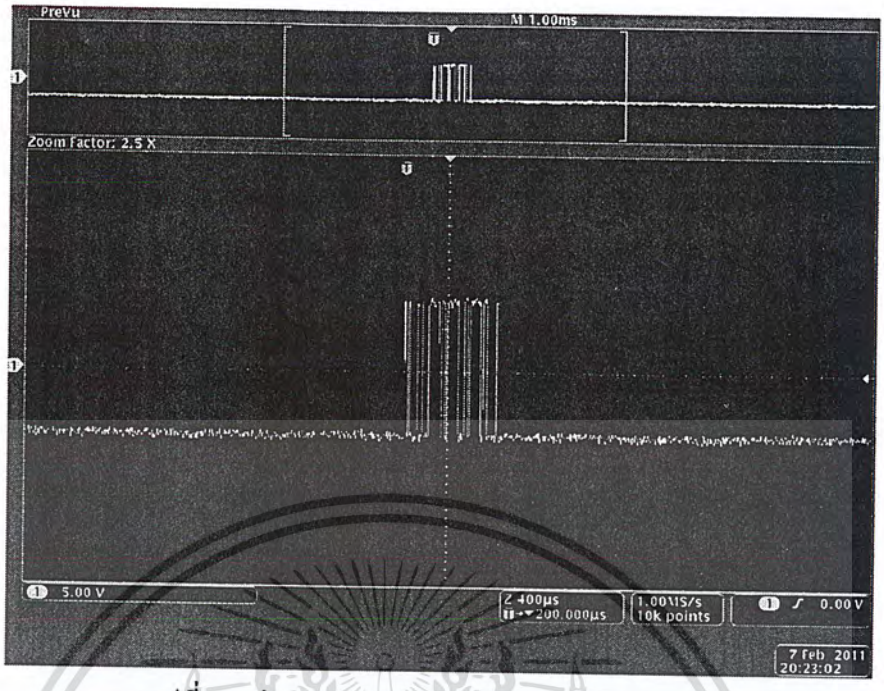
จากรูปเป็นตัวอย่างการส่งพัลส์ควบคุมสวิทซ์ โดยเมื่อเล่นเสียงพูดที่ 4 ส่งพัลส์ 4 ลูก



รูปที่ 4.6 สัญญาณด้านบน (R1) เป็นเสียงพูดที่ออกมาจาก MP3 STANDALONE MODULE สัญญาณด้านล่าง (R2) เป็นเสียงที่ขยายผ่านวงจรขยาย

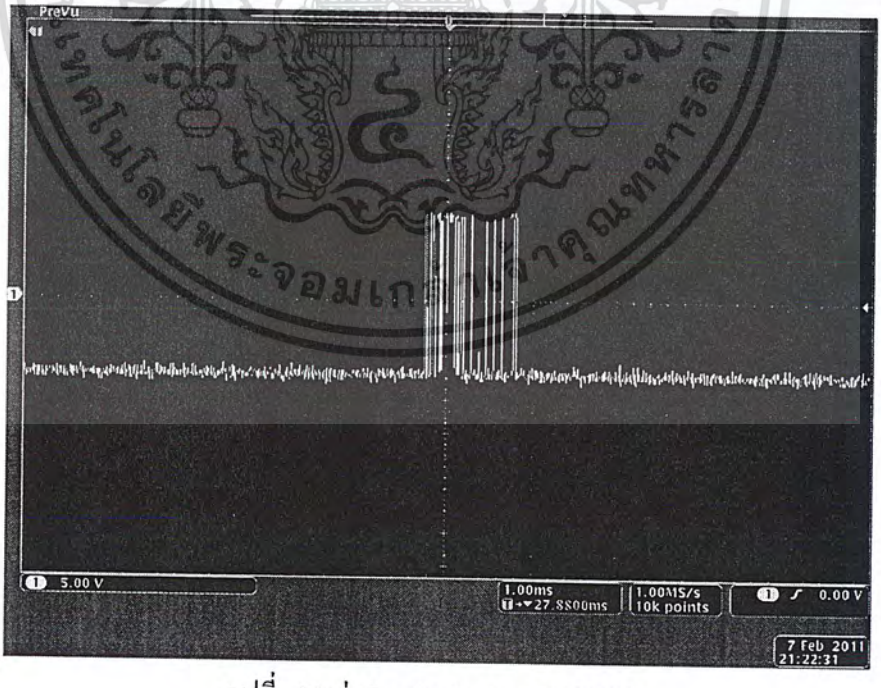
เป็นการวัดสัญญาณ โดยสัญญาณด้านบน (R1) เป็นสัญญาณเสียงพูดที่ออกมาจาก MP3 STANDALONE MODULE ส่วนสัญญาณด้านล่าง (R2) เป็นสัญญาณเสียงที่ได้มาจากการผ่านวงจรขยาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 ส่ง Login Sector จาก PIC microcontroller

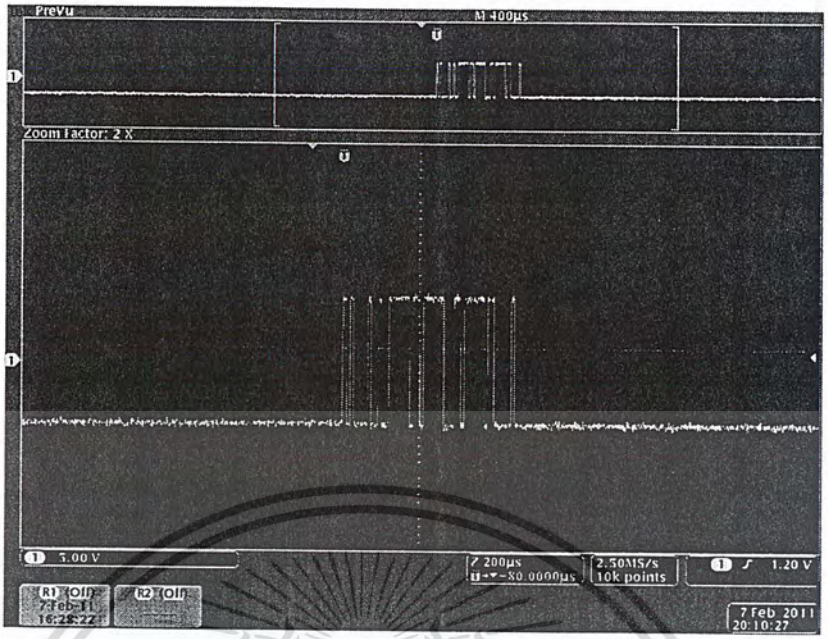
เป็นการส่ง Login Sector (BA0A0200AAFFFFFFFFFF18) จาก PIC microcontroller



รูปที่ 4.8 ส่ง Login Sector จาก RFID

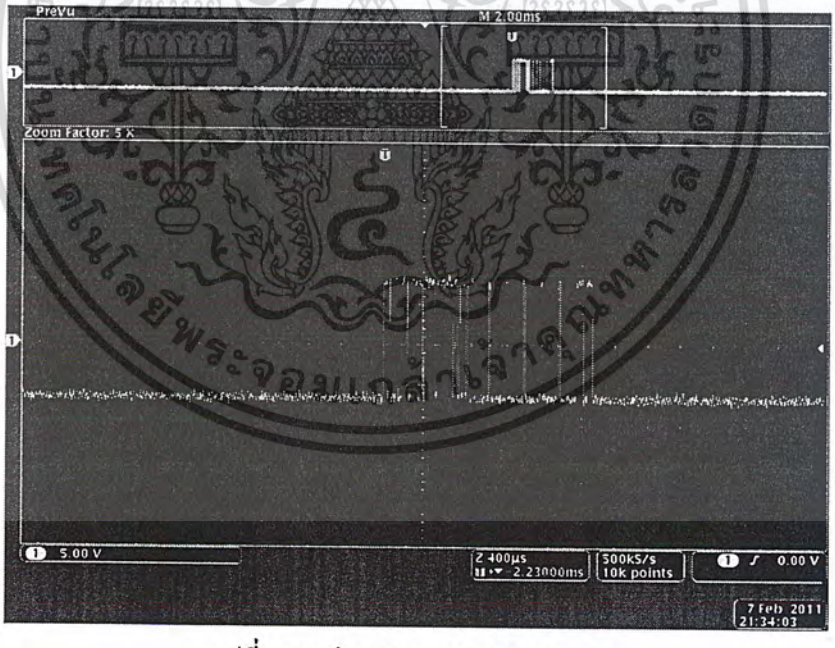
เป็นการส่ง Login Sector (BA0A0200AAFFFFFFFFFF18) จาก RFID

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 ส่ง Select Card จาก PIC microcontroller

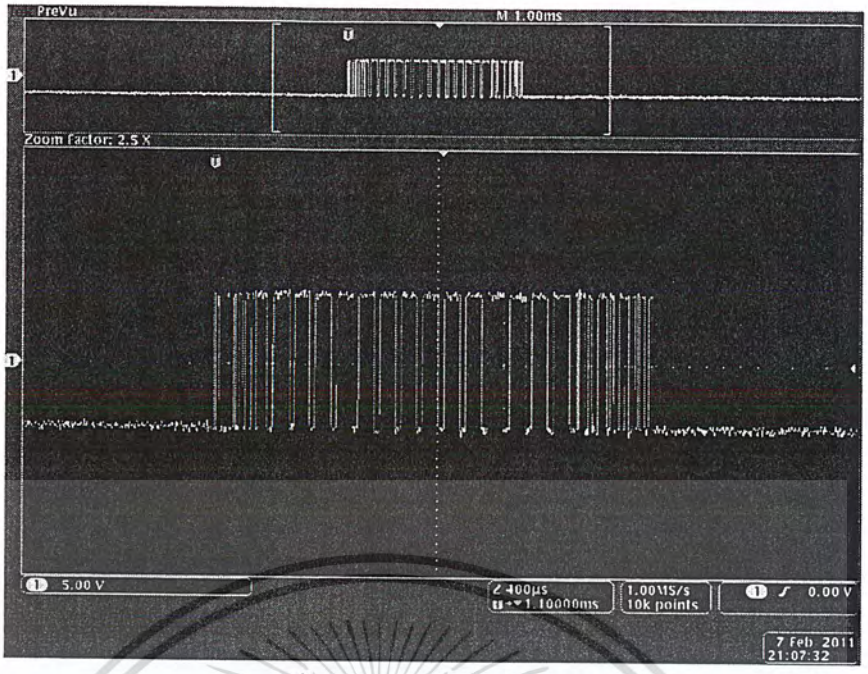
เป็นการส่ง Select Card (BA0201B9) จาก PIC microcontroller



รูปที่ 4.10 ส่ง Select Card จาก RFID

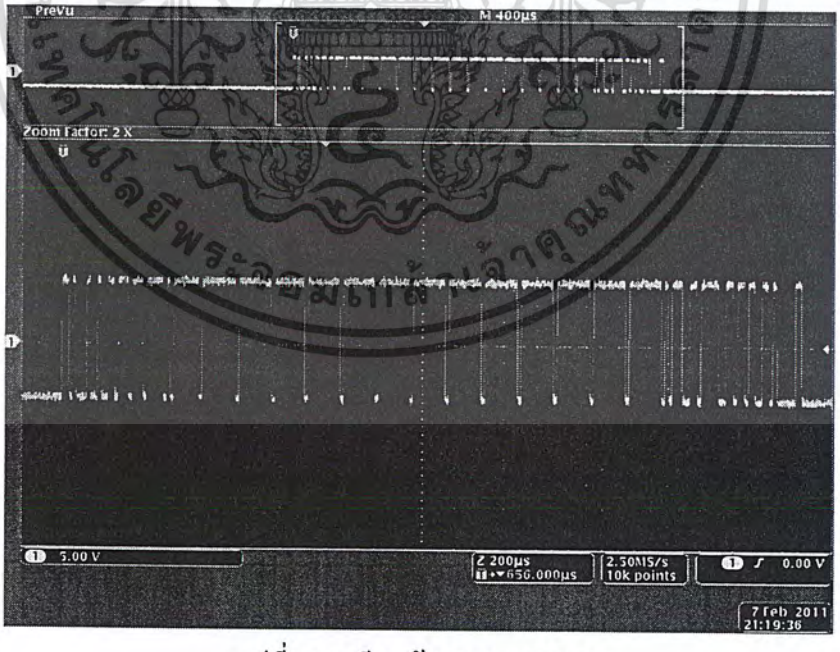
เป็นการส่ง Select Card (BA0201B9) จาก RFID

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 เขียนข้อมูลจาก PIC

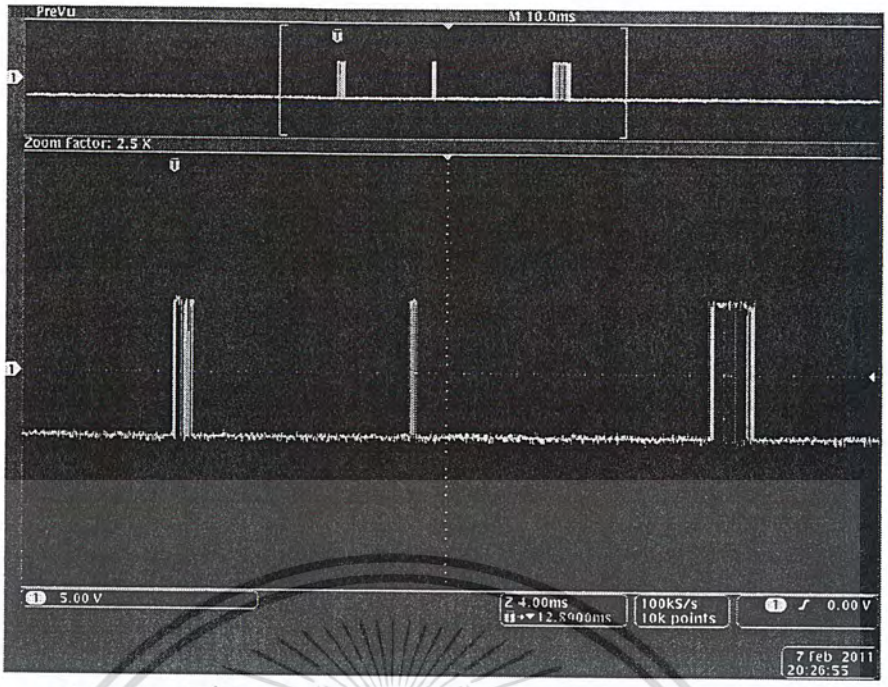
เป็นการเขียนข้อมูล (BA1130401000000000000000000000000000000000) ลงแท็กส์จาก PIC microcontroller



รูปที่ 4.12 เขียนข้อมูลจาก RFID

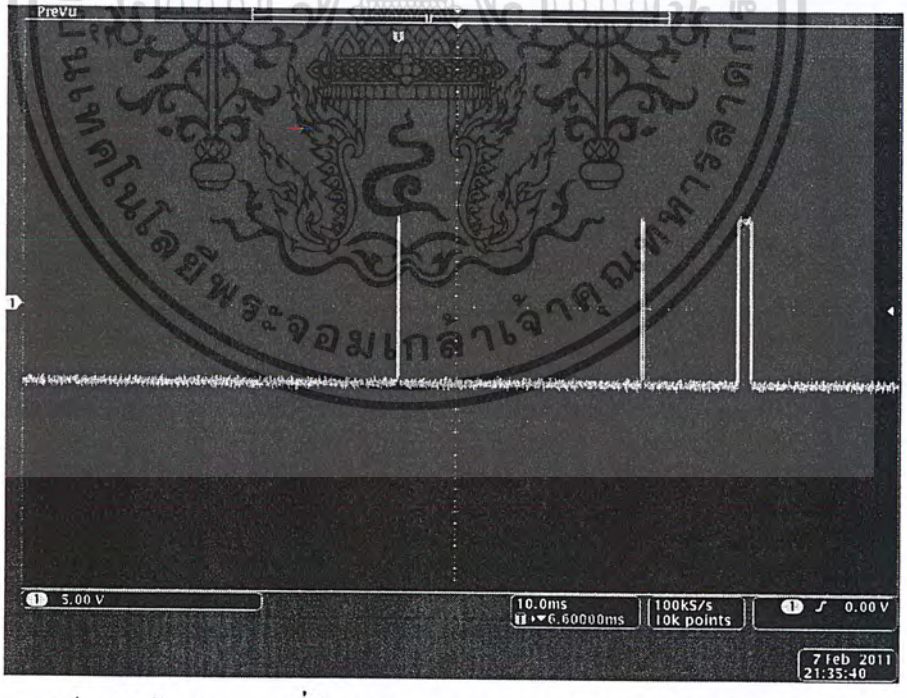
เป็นการเขียนข้อมูล (BA1130401000000000000000000000000000000000) ลงแท็กส์จาก PIC microcontroller

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.13 สัญญาณรวมที่ส่งจาก PIC microcontroller (Select card, Login Sector, Write)

รูปแสดงสัญญาณรวมที่เกิดการ คำสั่ง Select card, Login Sector, Write ที่ได้จาก PIC Microcontroller



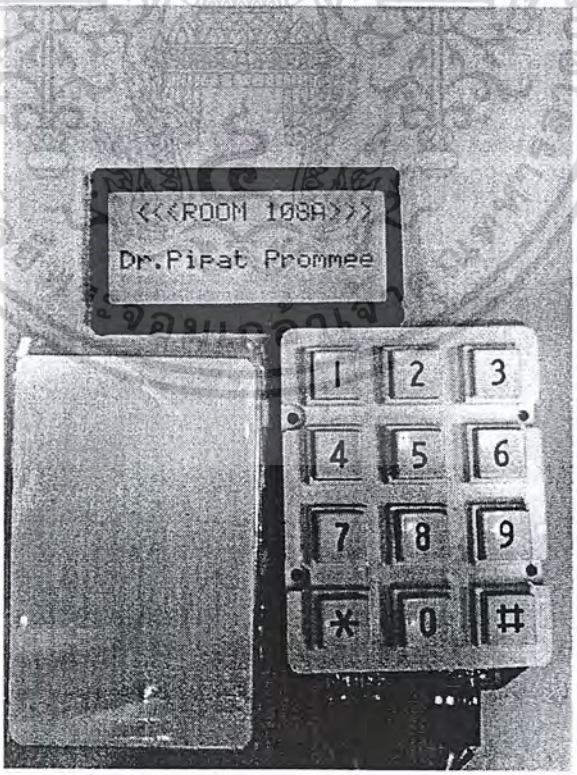
รูป 4.14 สัญญาณรวมที่ส่งจาก RFID (Select card, Login Sector, Write)

รูปแสดงสัญญาณรวมที่เกิดการ คำสั่ง Select card, Login Sector, Write ที่ได้จาก RFID

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.15 เมื่อเขียนข้อมูลแล้ว นำการ์ดออก

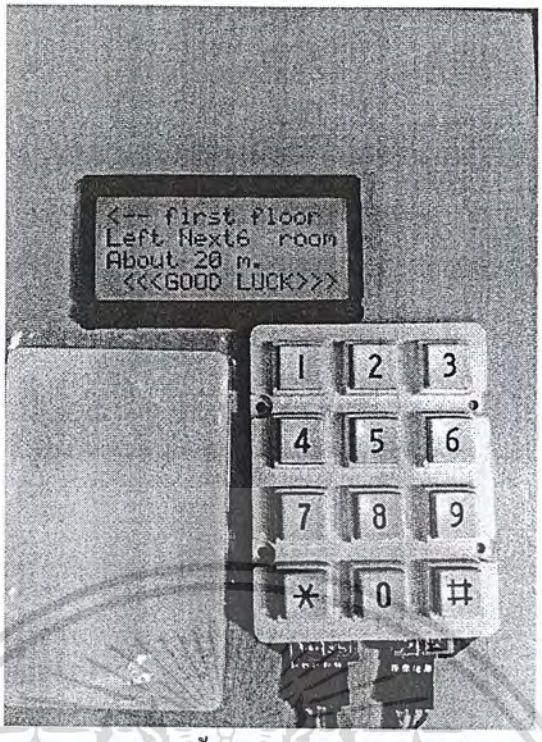
เมื่อมีการเขียนข้อมูลลงไปในแท็กส์แล้ว หน้าจอ LCD จะแสดง REMOVE YOUR CARD เพื่อให้นำแท็กส์ออก



รูปที่ 4.16 จอแอลซีดีจะขึ้นรายละเอียดของห้องที่กดหมายเลข

หน้าจอ LCD จะมีการแสดงรายละเอียดห้องเริ่มตามที่ได้กดหมายเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.17 จอแอลซีดีจะขึ้นรายละเอียดของห้องที่กดหมายเลข

หน้าจอ LCD จะมีการแสดงรายละเอียดห้องเริ่มตามที่ได้กดหมายเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผล

จากการสร้างระบบนำทางภายในอาคาร โดยใช้อาร์เอฟไอดี นำมาประยุกต์ใช้งานอาร์เอฟไอดีนำทาง โดยมี PIC Microcontroller เป็นตัวสื่อสารระหว่าง อาร์เอฟไอดี และ แท็กส์ สามารถเก็บเส้นทางไว้ได้ภายใน PIC Microcontroller เพียงพอกับข้อมูลที่ต้องการเขียน พร้อมทั้งแสดงผลออกทางจอแอลซีดี และ ส่งสัญญาณควบคุมในการส่งสัญญาณเสียงผ่านทางลำโพง เพื่อความสะดวกในการนำทาง

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ศึกษาการทำงานของโมดูลอาร์เอฟไอดีให้ชำนาญ
2. ปรับปรุงโปรแกรมและประโยคในการนำทางให้ถูกต้องยิ่งขึ้น
3. เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย และสะดวกต่อการใช้งาน เหมาะแก่การนำไปประยุกต์สร้างนวัตกรรมใหม่ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] ประจิน พลังสันติกุล , *PIC C Programming กับ CCS C คอมไพเลอร์*, กรุงเทพ : Appsofttech ,2551

[2] " RFID 13.56MHz Read/Write Mifare Module (RS232) " , http://www.thaieasyelec.com /Development-Tools/RFID-Module/RFID-13-56MHz-Read-Write-Mifare-Module-RS232.html

[3] " ET-MP3 STAND ALONE MODULE ", http://www.etteam.com/prod2010/mini/ET-mp3-Stand-Alone-Module.html

[4] " ET-MINI MP3 V2 ", http://www.ett.co.th/prod2010/mini/ET-mini-mp3.html

[5] " RFID " , http://th.wikipedia.org/wiki/อาร์เอฟไอดี

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

Code ที่ใช้สำหรับ PIC Microcontroller

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CODE ( HOST )
#INCLUDE<18F458.H>
#FUSES HS,NOWDT,NOPROTECT,NOLVP
#USE DELAY(CLOCK=20000000)
#USE RS232(BAUD=115200,XMIT=PIN_C6,RCV=PIN_C7)
#INCLUDE "LCD.C"
#DEFINE USE_PORTB_KBD
#INCLUDE "KBD.C"
#INCLUDE <STRING.H>

UNSIGNED CHAR K[5];
INT I,J,A,B,C,G;
UNSIGNED CHAR SELECTCARD[4] = {0XBA,0X02,0X01,0XB9};      //COMMAND
SELECTCARD
UNSIGNED CHAR LOGINSECTOR0[12] =
{0XBA,0X0A,0X02,0X00,0XAA,0XFF,0XFF,0XFF,0XFF,0XFF,0XFF,0X18};   //LOGIN
SECTOR
UNSIGNED CHAR
WRITE[21]={0XBA,0X13,0X04,0X01,0X00,0X00,0X00,0X00,0X00,0X00,0X00,0X00,0
X00,0X00,0X00,0X00,0X00,0X00,0X00,0X00,0X00};
//BA13040100112233445566778899AABBCCDDEEFFAC
UNSIGNED CHAR READ[5]={0XBA,0X03,0X03,0X01,0XBB};
CHAR RECIVE1[10];
CHAR RECIVE2[5];
CHAR RECIVE3[21];
CHAR RECIVE4[21];
CHAR RECIVE5[21];

VOID SOUND00(INT J)
{
FOR(I=0;I<J;I++)
{
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
OUTPUT_HIGH(PIN_E0); DELAY_MS(100);
OUTPUT_LOW(PIN_E0);  DELAY_MS(500);
}
}

VOID SOUND22(INT J)
{
FOR(I=0;I<J;I++)
{
OUTPUT_HIGH(PIN_E2); DELAY_MS(100);
OUTPUT_LOW(PIN_E2);  DELAY_MS(500);
}
}

VOID ROOM108(VOID){

LCD_SEND_BYTE(0,0X01);
LCD_SEND_BYTE(0,0X80);
LCD_PUTC("<<PLEASE PRESS>>");
LCD_SEND_BYTE(0,0XC5);
LCD_PUTC("1. 108");
LCD_SEND_BYTE(0,0X95);
LCD_PUTC("2. 108A");
LCD_SEND_BYTE(0,0XD5);
LCD_PUTC("3. 108B");

K[3]=0;

WHILE(K[3]==0){
K[3]=KBD_GETC();
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
WRITE[16]=K[3];
WRITE[17]=K[0];
WRITE[18]=K[1];
WRITE[19]=K[2];
WRITE[20]=(WRITE[0])^(WRITE[1])^(WRITE[2])^(WRITE[3])^(WRITE[4])^(WRITE[16])^(
WRITE[17])^(WRITE[18])^(WRITE[19]);
FOR(A=0;A<21;A++)
{
PUTC(WRITE[A]);
}
G=0;
RECIVE5[0]=GETC();
RECIVE5[1]=GETC();
G=RECIVE5[1];
FOR(B=2;B<G+2;B++)
{
RECIVE5[B]=GETC();
}

IF(RECIVE5[0]==0XBD&&RECIVE5[2]==0X04&&RECIVE5[3]==0X00)
{
LCD_SEND_BYTE(0,0X01);
LCD_SEND_BYTE(0,0X80);
LCD_PUTC("REMOVE YOUR CARD");

}
ELSE
{
LCD_SEND_BYTE(0,0X01);
LCD_SEND_BYTE(0,0X80);
LCD_PUTC("SYSTEM FAIL2");
DELAY_MS(5000);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 }
 OUTPUT_HIGH(PIN_E1);
 DELAY_MS(1000);

 IF(K[3]=='1')
 {
 SOUND22(8);
 LCD_SEND_BYTE(0,0X01);
 LCD_SEND_BYTE(0,0X80);
 LCD_PUTC("<<<<ROOM 108>>>>");
 LCD_SEND_BYTE(0,0X90);
 LCD_PUTC("   DR.SOMYOT  ");
 LCD_SEND_BYTE(0,0XD0);
 LCD_PUTC("   JUNAPIYA   ");
 DELAY_MS(6000);
 LCD_SEND_BYTE(0,0X01);
 LCD_SEND_BYTE(0,0X80);
 LCD_PUTC("<-- FIRST FLOOR");
 LCD_SEND_BYTE(0,0XC0);
 LCD_PUTC("LEFT NEXT5 ROOM");
 LCD_SEND_BYTE(0,0X90);
 LCD_PUTC("ABOUT 18 M.");
 LCD_SEND_BYTE(0,0XD0);
 LCD_PUTC(" <<<GOOD LUCK>>>");
 DELAY_MS(6000);

 OUTPUT_LOW(PIN_E1);

 }

 ELSE IF(K[3]=='2')
 {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
WRITE[16]=K[3];
SOUND22(7);

LCD_SEND_BYTE(0,0X01);
LCD_SEND_BYTE(0,0X80);
LCD_PUTC(" <<<ROOM 108A>>>");
LCD_SEND_BYTE(0,0X90);
LCD_PUTC("DR.PIPAT PROMMEE ");
DELAY_MS(6000);
LCD_SEND_BYTE(0,0X01);
LCD_SEND_BYTE(0,0X80);
LCD_PUTC("<-- FIRST FLOOR");
LCD_SEND_BYTE(0,0XC0);
LCD_PUTC("LEFT NEXT6 ROOM");
LCD_SEND_BYTE(0,0X90);
LCD_PUTC("ABOUT 20 M.");
LCD_SEND_BYTE(0,0XD0);
LCD_PUTC(" <<<GOOD LUCK>>>");
DELAY_MS(7000);
OUTPUT_LOW(PIN_E1);
}

ELSE IF(K[3]=='3')
{
WRITE[16]=K[3];
SOUND22(6);

LCD_SEND_BYTE(0,0X01);
LCD_SEND_BYTE(0,0X80);
LCD_PUTC(" <<<ROOM 108B>>> ");
LCD_SEND_BYTE(0,0X90);
LCD_PUTC("   DR.SOMYOT");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 LCD_SEND_BYTE(0,0XD0);
 LCD_PUTC("   JUNAPIYA");
 DELAY_MS(6000);
 LCD_SEND_BYTE(0,0X01);
 LCD_SEND_BYTE(0,0X80);
 LCD_PUTC("<-- FIRST FLOOR");
 LCD_SEND_BYTE(0,0XC0);
 LCD_PUTC("LEFT NEXT7  ROOM");
 LCD_SEND_BYTE(0,0X90);
 LCD_PUTC("ABOUT 25 M.");
 LCD_SEND_BYTE(0,0XD0);
 LCD_PUTC(" <<<GOOD LUCK>>>");
 DELAY_MS(6000);
 OUTPUT_LOW(PIN_E1);
 }

 }

 VOID ROOM101(VOID)
 {

 LCD_SEND_BYTE(0,0X01);
 LCD_SEND_BYTE(0,0X80);
 LCD_PUTC("<<<<ROOM 101>>>>");
 LCD_SEND_BYTE(0,0X90);
 LCD_PUTC(" ASSOC.PROF.DR. ");
 LCD_SEND_BYTE(0,0XD0);
 LCD_PUTC("PRAMOTE WARDKIEN");
 DELAY_MS(6000);
 LCD_SEND_BYTE(0,0X01);
 LCD_SEND_BYTE(0,0X80);
 LCD_PUTC("--> FIRST FLOOR");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LCD_GOTOXY(1,2);
LCD_PUTC("RIGHT FIRST ROOM");
LCD_SEND_BYTE(0,0X90);
LCD_PUTC("ABOUT 2 M.");
LCD_SEND_BYTE(0,0XD0);
LCD_PUTC(" <<<GOOD LUCK>>>");
DELAY_MS(6000);
}

VOID ROOM102(VOID)
{
//SOUND102();
LCD_SEND_BYTE(0,0X01);
LCD_SEND_BYTE(0,0X80);
LCD_PUTC("<<<<ROOM 102>>>>");
LCD_GOTOXY(1,2);
LCD_PUTC("  ASSOC.PROF.DR.");
LCD_SEND_BYTE(0,0X90);
LCD_PUTC("   JEERASUDA   ");
LCD_SEND_BYTE(0,0XD0);
LCD_PUTC("  KOSEEYAPORN  ");
DELAY_MS(6000);
LCD_SEND_BYTE(0,0X01);
LCD_SEND_BYTE(0,0X80);
LCD_PUTC("<-- FIRST FLOOR");
LCD_GOTOXY(1,2);
LCD_PUTC("LEFT NEXT1 ROOM");
LCD_SEND_BYTE(0,0X90);
LCD_PUTC("ABOUT 2 M.");
LCD_SEND_BYTE(0,0XD0);
LCD_PUTC(" <<<GOOD LUCK>>>");
DELAY_MS(6000);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}

VOID ROOM103(VOID)
{
LCD_SEND_BYTE(0,0X01);
LCD_SEND_BYTE(0,0X80);
LCD_PUTC("<<<<ROOM 103>>>>");
LCD_GOTOXY(1,2);
LCD_PUTC("  ASSOC.PROF.DR.");
LCD_SEND_BYTE(0,0X90);
LCD_PUTC("    CHUWONG  ");
LCD_SEND_BYTE(0,0XD0);
LCD_PUTC("PHONGCHAROENPANICH");
DELAY_MS(6000);
LCD_SEND_BYTE(0,0X01);
LCD_SEND_BYTE(0,0X80);
LCD_PUTC("--> FIRST FLOOR");
LCD_GOTOXY(1,2);
LCD_PUTC("RIGHT NEXT2 ROOM");
LCD_SEND_BYTE(0,0X90);
LCD_PUTC("ABOUT 8 M.");
LCD_SEND_BYTE(0,0XD0);
LCD_PUTC(" <<<GOOD LUCK>>>");
DELAY_MS(6000);
}

VOID ROOM104(VOID)
{
LCD_SEND_BYTE(0,0X01);
LCD_SEND_BYTE(0,0X80);
LCD_PUTC("<<<<ROOM 104>>>>");
LCD_SEND_BYTE(0,0X90);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 LCD_PUTC("   PROF.DR.");
 LCD_SEND_BYTE(0,0XD0);
 LCD_PUTC(" MONAI KRAIRIKSH");
 DELAY_MS(6000);
 LCD_SEND_BYTE(0,0X01);
 LCD_SEND_BYTE(0,0X80);
 LCD_PUTC("<-- FIRST FLOOR");
 LCD_GOTOXY(1,2);
 LCD_PUTC("LEFT NEXT2 ROOM");
 LCD_SEND_BYTE(0,0X90);
 LCD_PUTC("ABOUT 3 M.");
 LCD_SEND_BYTE(0,0XD0);
 LCD_PUTC(" <<<GOOD LUCK>>>");
 DELAY_MS(6000);
 }

 VOID ROOM105(VOID)
 {
 LCD_SEND_BYTE(0,0X01);
 LCD_SEND_BYTE(0,0X80);
 LCD_PUTC("<<<<ROOM 105>>>>");
 LCD_SEND_BYTE(0,0X90);
 LCD_PUTC("ASSOC.PROF.DR.");
 LCD_SEND_BYTE(0,0XD0);
 LCD_PUTC("TONGTOD VANISRIH");
 DELAY_MS(6000);
 LCD_SEND_BYTE(0,0X01);
 LCD_SEND_BYTE(0,0X80);
 LCD_PUTC("--> FIRST FLOOR");
 LCD_GOTOXY(1,2);
 LCD_PUTC("RIGHT NEXT3 ROOM");
 LCD_SEND_BYTE(0,0X90);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LCD_PUTC("ABOUT 18 M.");
LCD_SEND_BYTE(0,0XD0);
LCD_PUTC(" <<<GOOD LUCK>>>");
DELAY_MS(6000);
}

VOID ROOM106(VOID)
{
LCD_SEND_BYTE(0,0X01);
LCD_SEND_BYTE(0,0X80);
LCD_PUTC("<<<<ROOM 106>>>>");
LCD_SEND_BYTE(0,0XC0);
LCD_PUTC("<-- FIRST FLOOR");
LCD_SEND_BYTE(0,0X90);
LCD_PUTC("LEFT NEXT3 ROOM");
LCD_SEND_BYTE(0,0XD0);
LCD_PUTC("ABOUT 8 M.");
DELAY_MS(6000);
}

VOID ROOM107(VOID)
{
LCD_SEND_BYTE(0,0X01);
LCD_SEND_BYTE(0,0X80);
LCD_PUTC("<<<<ROOM 107>>>>");
LCD_SEND_BYTE(0,0X90);
LCD_PUTC(" ASSOC.PROF.DR.");
LCD_SEND_BYTE(0,0XD0);
LCD_PUTC(" NAPAT SRI-IUM");
DELAY_MS(6000);
LCD_SEND_BYTE(0,0X01);
LCD_SEND_BYTE(0,0X80);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LCD_PUTC("--> FIRST FLOOR");
LCD_GOTOXY(1,2);
LCD_PUTC("RIGHT NEXT5 ROOM");
LCD_SEND_BYTE(0,0X90);
LCD_PUTC("ABOUT 28 M.");
LCD_SEND_BYTE(0,0XD0);
LCD_PUTC(" <<<GOOD LUCK>>>");
DELAY_MS(6000);
}

VOID ROOM109(VOID)
{
LCD_SEND_BYTE(0,0X01);
LCD_SEND_BYTE(0,0X80);
LCD_PUTC("<<<<ROOM 109>>>>");
LCD_SEND_BYTE(0,0X90);
LCD_PUTC(" ASSOC.PROF.DR.");
LCD_SEND_BYTE(0,0XD0);
LCD_PUTC("PRAMOTE WARDKIEN");
DELAY_MS(6000);
LCD_SEND_BYTE(0,0X01);
LCD_SEND_BYTE(0,0X80);
LCD_PUTC("--> FIRST FLOOR");
LCD_GOTOXY(1,2);
LCD_PUTC("RIGHT NEXT4 ROOM");
LCD_SEND_BYTE(0,0X90);
LCD_PUTC("ABOUT 25 M.");
LCD_SEND_BYTE(0,0XD0);
LCD_PUTC(" <<<GOOD LUCK>>>");
DELAY_MS(6000);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
VOID ROOM110(VOID)
{
LCD_SEND_BYTE(0,0X01);
LCD_SEND_BYTE(0,0X80);
LCD_PUTC("<<<<ROOM 110>>>>");
LCD_SEND_BYTE(0,0X90);
LCD_PUTC("ASSOC.PROF.DR.");
LCD_SEND_BYTE(0,0XD0);
LCD_PUTC("PICHET MOUNGNOUL");
DELAY_MS(6000);
LCD_SEND_BYTE(0,0X01);
LCD_SEND_BYTE(0,0X80);
LCD_PUTC("--> FIRST FLOOR");
LCD_GOTOXY(1,2);
LCD_PUTC("RIGHT NEXT8 ROOM");
LCD_SEND_BYTE(0,0X90);
LCD_PUTC("ABOUT 26 M.");
LCD_SEND_BYTE(0,0XD0);
LCD_PUTC(" <<<GOOD LUCK>>>");
DELAY_MS(6000);
}

VOID ROOM112(VOID)
{
LCD_SEND_BYTE(0,0X01);
LCD_SEND_BYTE(0,0X80);
LCD_PUTC("<<<<ROOM 112>>>>");
LCD_SEND_BYTE(0,0XC0);
LCD_PUTC("--> FIRST FLOOR");
LCD_SEND_BYTE(0,0X90);
LCD_PUTC("RIGHT NEXT9 ROOM");
LCD_SEND_BYTE(0,0XD0);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LCD_PUTC("ABOUT 26 M.");
DELAY_MS(6000);
}
VOID SEND1(VOID)
{

FOR(I=0;I<4;I++)
{
PUTC(SELECTCARD[I]);
}

RECIVE1[0]=GETC();
RECIVE1[1]=GETC();
G=0;
G=RECIVE1[1];
FOR(A=2;A<G+2;A++)
{

RECIVE1[A]=GETC();

}

IF(RECIVE1[0]==0XBD&&RECIVE1[2]==0X01&&RECIVE1[3]==0X00)
{

}
ELSE IF(RECIVE1[3]!=00)
{
LCD_SEND_BYTE(0,0X01);
LCD_SEND_BYTE(0,0X80);
LCD_PUTC("  NO CARD  ");
DELAY_MS(2000)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}
ELSE
{
LCD_SEND_BYTE(0,0X01);
LCD_SEND_BYTE(0,0X80);
LCD_PUTC("SYSTEM FAIL");
DELAY_MS(200);

}
}

VOID SEND2(VOID)
{

FOR(J=0;J<12;J++) { PUTC(LOGINSECTOR0[J]); }
G=0;
RECIVE2[0]=GETC();
RECIVE2[1]=GETC();
G=RECIVE2[1];
FOR(C=2;C<G+2;C++)
{
RECIVE2[C]=GETC();
}

IF(RECIVE2[0]==0XBD&&RECIVE2[2]==0X02&&RECIVE2[3]==0X02)
{

}

ELSE
{
LCD_SEND_BYTE(0,0X01);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LCD_SEND_BYTE(0,0X80);
LCD_PUTC("SYSTEM FAIL1");
DELAY_MS(200);
}

}

VOID WRITES(VOID)
{

WRITE[17]=K[0];
WRITE[18]=K[1];
WRITE[19]=K[2];
WRITE[20]=WRITE[0]^WRITE[1]^WRITE[2]^WRITE[3]^WRITE[4]^WRITE[17]^WRITE[18
]^WRITE[19];
A=0;
FOR(A=0;A<21;A++)
{
PUTC(WRITE[A]);
}
G=0;
RECIVE3[0]=GETC();
RECIVE3[1]=GETC();
G=RECIVE3[1];
FOR(B=2;B<G+2;B++)
{
RECIVE3[B]=GETC();
}
IF(RECIVE3[0]==0XBD&&RECIVE3[2]==0X04&&RECIVE3[3]==0X00)
{
LCD_SEND_BYTE(0,0X01);
LCD_SEND_BYTE(0,0X80);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LCD_PUTC("REMOVE YOUR CARD");

}
ELSE
{
LCD_SEND_BYTE(0,0X01);
LCD_SEND_BYTE(0,0X80);
LCD_PUTC("SYSTEM FAIL2");
DELAY_MS(400);

}
}

VOID TAB(VOID)
{
OUTPUT_HIGH(PIN_E0);
DELAY_MS(200);
OUTPUT_LOW(PIN_E0);
DELAY_MS(200);
}

VOID START(VOID)
{
OUTPUT_HIGH(PIN_E0);
DELAY_MS(200);
OUTPUT_LOW(PIN_E0);
DELAY_MS(200);
OUTPUT_HIGH(PIN_E0);
DELAY_MS(200);
OUTPUT_LOW(PIN_E0);
DELAY_MS(200);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
VOID SOUND2(VOID)
{
OUTPUT_HIGH(PIN_E2); DELAY_MS(100);
OUTPUT_LOW(PIN_E2);  DELAY_MS(500);
OUTPUT_HIGH(PIN_E2); DELAY_MS(100);
OUTPUT_LOW(PIN_E2);  DELAY_MS(500);

}
VOID SOUND3(VOID)
{
OUTPUT_HIGH(PIN_E2); DELAY_MS(100);
OUTPUT_LOW(PIN_E2);  DELAY_MS(500);
}

VOID MAIN(VOID)
{
INPUT:
PORT_B_PULLUPS(TRUE);        //OPEN PORT B KEYPAD
LCD_INIT();
SET_TRIS_E(0X00);
SET_TRIS_B(0XFF);

WHILE(TRUE)
{

AS:
OUTPUT_LOW(PIN_E0);
OUTPUT_LOW(PIN_E2);
OUTPUT_HIGH(PIN_B0);
OUTPUT_LOW(PIN_E1);

LCD_SEND_BYTE(0,01);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LCD_SEND_BYTE(0,0XC0);
LCD_PUTC(" PUSH YOUR CARD");

WHILE(INPUT(PIN_C2));

LCD_SEND_BYTE(0,01);
LCD_SEND_BYTE(0,0X80);
LCD_PUTC("  PLEASE PRESS  ");
LCD_SEND_BYTE(0,0XC0);
LCD_PUTC("ROOM>>    ");
LCD_SEND_BYTE(0,0X0F);
LCD_SEND_BYTE(0,0XD0);
LCD_PUTC("* CANCEL, # BACK");
/////INPUT FOR KEYPAD//////
AC:
K[0]=0;
LCD_GOTOXY(10,2);
LCD_SEND_BYTE(0,0X0F);
WHILE(K[0]==0)
{

K[0]=KBD_GETC();
IF(K[0]!=0)
{
LCD_GOTOXY(10,2);
LCD_PUTC(K[0]);
LCD_SEND_BYTE(0,0X0F);
}
IF(K[0]=='*')
{
LCD_SEND_BYTE(0,0X0C);
GOTO AS;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}
}
AB:
K[1]=0;
WHILE(K[1]==0)
{

K[1]=KBD_GETC();
IF(K[1]!=0)
{
LCD_GOTOXY(11,2);

LCD_SEND_BYTE(0,0X0F);
IF(K[1]=='#')
{
LCD_SEND_BYTE(0,0X10);

GOTO AC;
}

IF(K[1]=='*')
{
LCD_SEND_BYTE(0,0X0C);
GOTO AS;
}

LCD_PUTC(K[1]);
}

}

K[2]=0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
WHILE(K[2]==0)
{

K[2]=KBD_GETC();
IF(K[2]!=0)
{
LCD_GOTOXY(12,2);

IF(K[2]=='#')
{
LCD_SEND_BYTE(0,0X10);
GOTO AB;
}
IF(K[2]=='*')
{
LCD_SEND_BYTE(0,0X0C);
GOTO AS;
}
LCD_PUTC(K[2]);
LCD_SEND_BYTE(0,0X0C);
DELAY_MS(2000);

}
}

IF(K[0]=='1'&&K[1]=='0'&&K[2]=='8')          //ROOM 108//
{
SEND1();
SEND2();
IF(RECIVE2[3]!=0X02)
{
GOTO INPUT;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}
ROOM108();
GOTO INPUT;
}
ELSE IF(K[0]=='1'&&K[1]=='0'&&K[2]=='1')     //ROOM 101//
{
OUTPUT_HIGH(PIN_E1);
DELAY_MS(1000);
SEND1();
SEND2();
WRITES();
IF(RECIVE3[3]!=0X00)
{
GOTO INPUT;
}

SOUND00(3);

ROOM101();
OUTPUT_LOW(PIN_E1);

GOTO INPUT;
}
ELSE IF(K[0]=='1'&&K[1]=='0'&&K[2]=='2')     //ROOM 102//
{
OUTPUT_HIGH(PIN_E1);
DELAY_MS(1000);
SEND1();
SEND2();
WRITES();
IF(RECIVE3[3]!=0X00)
{
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
GOTO INPUT;
}

SOUND00(4);

ROOM102();
DELAY_MS(1000);
OUTPUT_LOW(PIN_E1);

GOTO INPUT;
}
ELSE IF(K[0]=='1'&&K[1]=='0'&&K[2]=='3')     //ROOM 103//
{
OUTPUT_HIGH(PIN_E1);
DELAY_MS(1000);
SEND1();
SEND2();
WRITES();
IF(RECIVE3[3]!=0X00)
{
GOTO INPUT;
}

SOUND00(5);

ROOM103();
DELAY_MS(1000);
OUTPUT_LOW(PIN_E1);

GOTO INPUT;
}
ELSE IF(K[0]=='1'&&K[1]=='0'&&K[2]=='4')     //ROOM 104//
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{
OUTPUT_HIGH(PIN_E1);
DELAY_MS(1000);
SEND1();
SEND2();
WRITES();
IF(RECIVE3[3]!=0X00)
{
GOTO INPUT;
}

SOUND00(6);
ROOM104();

OUTPUT_LOW(PIN_E1);

GOTO INPUT;
}
ELSE IF(K[0]=='1'&&K[1]=='0'&&K[2]=='5')     //ROOM 105//
{
OUTPUT_HIGH(PIN_E1);
DELAY_MS(1000);
SEND1();
SEND2();
WRITES();
IF(RECIVE3[3]!=0X00)
{
GOTO INPUT;
}

SOUND00(7);
ROOM105();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DELAY_MS(1000);
OUTPUT_LOW(PIN_E1);

GOTO INPUT;
}
ELSE IF(K[0]=='1'&&K[1]=='0'&&K[2]=='6')     //ROOM 106//
{
OUTPUT_HIGH(PIN_E1);
DELAY_MS(1000);
SEND1();
SEND2();
WRITES();
IF(RECIVE3[3]!=0X00)
{
GOTO INPUT;
}

SOUND00(8);
ROOM106();
DELAY_MS(3000);
OUTPUT_LOW(PIN_E1);

GOTO INPUT;
}
ELSE IF(K[0]=='1'&&K[1]=='0'&&K[2]=='7')     //ROOM 107//
{
OUTPUT_HIGH(PIN_E1);
DELAY_MS(1000);
SEND1();
SEND2();
WRITES();
IF(RECIVE3[3]!=0X00)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{
GOTO INPUT;
}

SOUND00(9);
ROOM107();
DELAY_MS(1000);
OUTPUT_LOW(PIN_E1);
TOTO1:
GOTO INPUT;
}
ELSE IF(K[0]=='1'&&K[1]=='0'&&K[2]=='9')     //ROOM 109//
{
OUTPUT_HIGH(PIN_E1);
DELAY_MS(1000);
SEND1();
SEND2();
WRITES();
IF(RECIVE3[3]!=0X00)
{
GOTO TOTO1;
}

SOUND22(5);
ROOM109();
DELAY_MS(1000);
OUTPUT_LOW(PIN_E1);

GOTO TOTO1;
}
ELSE IF(K[0]=='1'&&K[1]=='1'&&K[2]=='0')     //ROOM 110//
{
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
OUTPUT_HIGH(PIN_E1);
DELAY_MS(1000);
SEND1();
SEND2();
WRITES();
IF(RECIVE3[3]!=0X00)
{
GOTO TOTO1;
}

SOUND22(4);
ROOM110();

OUTPUT_LOW(PIN_E1);

GOTO TOTO1;
}
ELSE IF(K[0]=='1'&&K[1]=='1'&&K[2]=='2')      //ROOM 112//
{
OUTPUT_HIGH(PIN_E1);
DELAY_MS(1000);
SEND1();
SEND2();
WRITES();
IF(RECIVE3[3]!=0X00)
{
GOTO TOTO1;
}

SOUND22(3);

ROOM112();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DELAY_MS(2000);
OUTPUT_LOW(PIN_E1);

GOTO TOTO1;

TEST:
GOTO TOTO1;
}
ELSE IF(K[0]=='2'&&K[1]<='1')                    ///CHOOSE  2 FLOOR//
{
IF(K[1]=='0'&&K[2]=='8')
{
GOTO TEST;
}
IF(K[1]=='1'&&K[2]=='0')
{
GOTO TEST;
}
IF(K[1]=='1'&&K[2]=='4')
{
GOTO TEST;
}
IF(K[1]=='0'&&K[2]=='0')
{
GOTO TEST;
}
SEND1();
SEND2();
WRITES();
IF(RECIVE3[3]!=0X00)
{
GOTO TEST;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  }
  OUTPUT_HIGH(PIN_E1);
  DELAY_MS(1000);
  SOUND2();
  LCD_SEND_BYTE(0,0X01);
  LCD_SEND_BYTE(0,0X80);
  LCD_PUTC("GO TO 2 FLOOR");
  DELAY_MS(4000);
  OUTPUT_LOW(PIN_E1);
  DELAY_MS(2000);
  TOTO:
  GOTO TEST;
  }
  ELSE IF(K[0]=='3'&&K[1]<='1'&&K[2]<='8')                ///CHOOSE  3 FLOOR//
  {
  IF(K[1]=='0'&&K[2]=='7')
  {
  GOTO TOTO;
  }
  IF(K[1]=='1'&&K[2]=='3')
  {
  GOTO TOTO;
  }
  IF(K[1]=='0'&&K[2]=='0')
  {
  GOTO TOTO;
  }
  OUTPUT_HIGH(PIN_E1);
  DELAY_MS(1000);
  SEND1();
  SEND2();
  WRITE3();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
IF(RECIVE3[3]!=0X00)
{
GOTO TOTO;
}
SOUND3();
LCD_SEND_BYTE(0,0X01);
LCD_SEND_BYTE(0,0X80);
LCD_PUTC("GO TO 3 FLOOR");
DELAY_MS(4000);
OUTPUT_LOW(PIN_E1);
DELAY_MS(2000);

GOTO TOTO;
}

}
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Code(Reader)

```
#include<16F877A.h>
#fuses HS,NOWDT,NOPROTECT,NOLVP
#use delay(clock=20000000)
#use rs232(baud=115200,xmit=PIN_C6,rcv=PIN_C7)
#include "lcd.c"
#define use_portb_kbd
#include "KBD.c"
#include <string.h>

int i,j,a,b,c,g;

unsigned char selectcard[4] = {0xBA,0x02,0x01,0xB9};     //command selectcard
unsigned char loginsector0[12] =
{0xBA,0x0A,0x02,0x00,0xAA,0xFF,0xFF,0xFF,0xFF,0xFF,0xFF,0x18};   //login sector
//unsigned char
write[21]={0xBA,0x13,0x04,0x01,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00}; //BA13040100112233445566778899AABBCCDDEEFFAC
unsigned char read[5]={0xBA,0x03,0x03,0x01,0xBB};
char recive1[10];
char recive2[5];
char recive4[21];

void room202(void)
{
        lcd_send_byte(0,0x01);
        lcd_send_byte(0,0x90);
        lcd_putc("Assoc.Prof.Dr.");
        lcd_send_byte(0,0xd0);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            lcd_putc("KULISSARA NOBNOM");
            lcd_send_byte(0,0x01);
            lcd_send_byte(0,0x80);
            lcd_putc("Back Next1 ROOM");
            lcd_send_byte(0,90);
            lcd_putc("About 8 m.");
            delay_ms(10000);
  }
  void room201(void)
  {
            lcd_send_byte(0,0x01);
            lcd_send_byte(0,0x90);
            lcd_putc("Assoc.Prof.Dr.");
            lcd_send_byte(0,0xd0);
            lcd_putc("TAWIL PAUNGMA");
            delay_ms(6000);
            lcd_send_byte(0,0x01);
            lcd_send_byte(0,0x80);
            lcd_putc("Right Next3 ROOM");
            lcd_send_byte(0,90);
            lcd_putc("About 11 m.");
            delay_ms(10000);
}
void room203(void)
{
            lcd_send_byte(0,0x01);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            lcd_send_byte(0,0x90);
            lcd_putc("  Assoc.Prof.Dr.");
            lcd_send_byte(0,0xd0);
            lcd_putc("  KOBCHAI DEJHAN");
            delay_ms(6000);
            lcd_send_byte(0,0x01);
            lcd_send_byte(0,0x80);
            lcd_putc(" Right Next2 ROOM");
            lcd_send_byte(0,90);
            lcd_putc("    About 8 m.");
            delay_ms(10000);
    }
    void room205(void)
    {
            lcd_send_byte(0,0x01);
            lcd_send_byte(0,0x80);
            lcd_putc("  Assoc.Prof.Dr.");
            lcd_send_byte(0,0xc0);
            lcd_putc(" WIPA SANGPISIT");
            lcd_send_byte(0,0x90);
            lcd_putc("Right Next1 ROOM");
            lcd_send_byte(0,0xd0);
            lcd_putc("   About 7 m.");
            delay_ms(10000);
    }
    void room206(void)
    {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        lcd_send_byte(0,0x01);
        lcd_send_byte(0,0xc0);
        lcd_putc("Back Next1 ROOM");
        lcd_send_byte(0,0x90);
        lcd_putc("About 7 m.");
        delay_ms(10000);
}
void room204(void)
{
        lcd_send_byte(0,0x01);
        lcd_send_byte(0,0x90);
        lcd_putc("Back Next1 ROOM");
        lcd_send_byte(0,0xd0);
        lcd_putc("About 1 m.");
        delay_ms(10000);
}
void room215(void)
{
        lcd_send_byte(0,0x01);
        lcd_gotoxy(1,1);
        lcd_putc(" Assoc.Prof.Dr.");
        lcd_gotoxy(1,2);
        lcd_putc("TULAYA LIMPITI");
        lcd_send_byte(0,0x90);
        lcd_putc("Left Next5 ROOM");
        lcd_send_byte(0,0xd0);
        lcd_putc("About 11 m.");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            delay_ms(10000);
}

void room213(void)
{
            lcd_send_byte(0,0x01);
            lcd_gotoxy(1,1);
            lcd_putc("Assoc.Prof.Dr.");
            lcd_gotoxy(1,2);
            lcd_putc("SORAWAT CHIVAPREECHA");
            lcd_send_byte(0,0x90);
            lcd_putc("Left Next4 ROOM");
            lcd_send_byte(0,0xd0);
            lcd_putc("About 10 m.");
            delay_ms(10000);
}
void room211(void)
{
            lcd_send_byte(0,0x01);
            lcd_gotoxy(1,1);
            lcd_putc("Assoc.Prof.Dr.");
            lcd_gotoxy(1,2);
            lcd_putc("MUNTREE KUMNGERN");
            lcd_send_byte(0,0x90);
            lcd_putc("Left Next3 ROOM");
            lcd_send_byte(0,0xd0);
            lcd_putc("About 7 m.");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            delay_ms(10000);
}
void room209(void)
{

            lcd_send_byte(0,0x01);
            lcd_gotoxy(1,1);
            lcd_putc("Assoc.Prof.Dr.");
            lcd_gotoxy(1,2);
            lcd_putc("WIPA SANGPISIT");
            lcd_send_byte(0,0x90);
            lcd_putc("Left Next2 ROOM");
            lcd_send_byte(0,0xd0);
            lcd_putc("About 1 m.");
            delay_ms(10000);
}
void room207(void)
{
            lcd_send_byte(0,0x01);
            lcd_gotoxy(1,1);
            lcd_putc("Assoc.Prof.Dr.");
            lcd_gotoxy(1,2);
            lcd_putc("PISIT BOONSRIMUANG");
            lcd_send_byte(0,0x90);
            lcd_putc("Left Next1 ROOM");
            lcd_send_byte(0,0xd0);
            lcd_putc("About 1 m.");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            delay_ms(10000);
}
void sound(int j)
{
  for(i=0;i<j;i++)
  {
    output_high(PIN_E0);  delay_ms(100);
    output_low(PIN_E0);   delay_ms(500);
  }
}
void sound1(int j)
{
  for(i=0;i<j;i++)
  {
    output_high(PIN_E2);  delay_ms(100);
    output_low(PIN_E2);   delay_ms(500);
  }
}
void main(void)
{
  port_b_pullups(true);          //open port b keypad
  lcd_init();
  set_tris_e(0x00);
  output_low(PIN_E0);
  output_low(PIN_E2);
  output_high(PIN_B0);
  output_low(PIN_E1);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
while(TRUE)
{
lo:
lcd_send_byte(0,0x01);
lcd_send_byte(0,0x80);
lcd_putc(" PLEASE CONTACT ");
lcd_send_byte(0,0x90);
lcd_putc("   YOUR CARD");

kla:
while(input(PIN_C2));
 for(i=0;i<4;i++)
{
  putc(selectcard[i]);
}
g=0;
recive1[0]=getc();
recive1[1]=getc();
g=recive1[1];
for(a=2;a<g+2;a++)
{
 recive1[a]=getc();

}
   if(recive1[0]==0xBD&&recive1[2]==0x01&&recive1[3]==0x00)
   {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    }
    else
    {
    lcd_send_byte(0,0x01);
    lcd_send_byte(0,0x80);
    lcd_putc("SYSTEM FAIL");
    delay_ms(500);
    }
 for(j=0;j<12;j++)
{
  putc(loginsector0[j]);
}
    g=0;
    recive2[0]=getc();
    recive2[1]=getc();
    g=recive2[1];
    for(c=2;c<g+2;c++)
    {
      recive2[c]=getc();

    }

    if(recive2[0]==0xBD&&recive2[2]==0x02&&recive2[3]==0x02)
    {
      delay_ms(20);
    }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    else
    {
      lcd_send_byte(0,0x01);
      lcd_send_byte(0,0x80);
      lcd_putc("SYSTEM FAIL9");
    }

 for(c=0;c<5;c++)
{
  putc(read[c]);
}
    g=0;
    recive4[0]=getc();
    recive4[1]=getc();
    g=recive4[1];
    for(b=2;b<g+2;b++)
    {
     recive4[b]=getc();

    }

    if(recive4[0]==0xBD&&recive4[2]==0x03&&recive4[3]==0x00);
    else
   {
     lcd_send_byte(0,0x01);
     lcd_send_byte(0,0x80);
     lcd_putc("READ FAIL");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        delay_ms(400);
      }
lcd_send_byte(0,0x01);
lcd_send_byte(0,0xc0);
lcd_putc(" ROOM");
lcd_send_byte(0,0xc8);
lcd_putc(recive4[17]);
lcd_send_byte(0,0xc9);
lcd_putc(recive4[18]);
lcd_putc(recive4[19]);

  if(recive4[17]=='1'&&recive4[18]=='0'&&recive4[19]=='8')
  {
    if(recive4[16]=='1')
    {
      lcd_putc(' ');
    }
    if(recive4[16]=='2')
    {
      lcd_putc('A');
    }
    if(recive4[16]=='3')
    {
      lcd_putc('B');
    }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    }
  output_high(PIN_E1);
  delay_ms(1000);

  if(recive4[17]==0x32&&recive4[18]==0x30&&recive4[19]==0x37)
  {
    if(recive1[3]!=0x00||recive2[3]!=0x02||recive4[3]!=0x00)
      {
        goto lo;
      }
      sound(7);
      room207();
      output_low(PIN_E1);
  }

 else if(recive4[17]==0x32&&recive4[18]==0x30&&recive4[19]==0x32)
 {
   if(recive1[3]!=0x00||recive2[3]!=0x02||recive4[3]!=0x00)
     {
       goto lo;
     }
     sound(2);
     room202();
     output_low(PIN_E1);
 }

 else if(recive4[17]==0x32&&recive4[18]==0x30&&recive4[19]==0x31)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{
  if(recive1[3]!=0x00||recive2[3]!=0x02||recive4[3]!=0x00)
    {
      goto lo;
    }
    sound(1);
    room201();
    output_low(PIN_E1);
}

else if(recive4[17]==0x32&&recive4[18]==0x30&&recive4[19]==0x33)
{
  if(recive1[3]!=0x00||recive2[3]!=0x02||recive4[3]!=0x00)
    {
      goto lo;
    }
    sound(3);
    room203();
    output_low(PIN_E1);
}

else if(recive4[17]==0x32&&recive4[18]==0x30&&recive4[19]==0x35)
{
  if(recive1[3]!=0x00||recive2[3]!=0x02||recive4[3]!=0x00)
    {
      goto lo;
    }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      sound(5);
      room205();
      delay_ms(10000);
      delay_ms(10000);
      output_low(PIN_E1);
  }

  else if(recive4[17]==0x32&&recive4[18]==0x30&&recive4[19]==0x39)
  {
  if(recive1[3]!=0x00||recive2[3]!=0x02||recive4[3]!=0x00)
      {
        goto lo;
      }
      sound1(7);
      room209();
      output_low(PIN_E1);
  }

  else if(recive4[17]==0x32&&recive4[18]==0x31&&recive4[19]==0x31)
  {
    if(recive1[3]!=0x00||recive2[3]!=0x02||recive4[3]!=0x00)
      {
        goto lo;
      }
      sound1(6);
      room211();
      output_low(PIN_E1);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  }
  else if(recive4[17]==0x32&&recive4[18]==0x30&&recive4[19]==0x33)
  {
    if(recive1[3]!=0x00||recive2[3]!=0x02||recive4[3]!=0x00)
      {
        goto lo;
      }
      sound1(5);
      room213();
      output_low(PIN_E1);
  }

 else if(recive4[17]==0x32&&recive4[18]==0x31&&recive4[19]==0x35)
 {
   if(recive1[3]!=0x00||recive2[3]!=0x02||recive4[3]!=0x00)
     {
       goto lo;
     }
     sound(4);
     room215();
     output_low(PIN_E1);
 }

 else if(recive4[17]==0x32&&recive4[18]==0x30&&recive4[19]==0x36)
 {
   if(recive1[3]!=0x00||recive2[3]!=0x02||recive4[3]!=0x00)
     {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        goto lo;
      }
      sound(6);
      room206();
      output_low(PIN_E1);
  }

  else if(recive4[17]==0x32&&recive4[18]==0x30&&recive4[19]==0x34)
  {
    if(recive1[3]!=0x00||recive2[3]!=0x02||recive4[3]!=0x00)
      {
        goto lo;
      }
      sound(4);
      room204();
      output_low(PIN_E1);
}

else if(recive4[17]==0x33)
{
  if(recive1[3]!=0x00||recive2[3]!=0x02||recive4[3]!=0x00)
    {
      goto lo;
    }
    sound1(2);
    lcd_send_byte(0,0x01);
    lcd_send_byte(0,0x80);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      lcd_gotoxy(1,1);
      lcd_putc("Go to 3 Floor");
      delay_ms(4000);
      output_low(PIN_E1);
  }

 else if(recive4[17]==0x31)
 {
   if(recive1[3]!=0x00||recive2[3]!=0x02||recive4[3]!=0x00)
     {
       goto lo;
     }
     sound1(3);
     lcd_send_byte(0,0x01);
     lcd_send_byte(0,0x80);
     lcd_gotoxy(1,1);
     lcd_putc("Go to 1 Floor");
     delay_ms(4000);
     output_low(PIN_E1);
 }

  else
 {
 sound1(1);
 lcd_send_byte(0,0x01);
 lcd_send_byte(0,0x80);
 lcd_gotoxy(1,1);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    lcd_putc("CARD FALL");
    delay_ms(4000);
    }

    }

}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

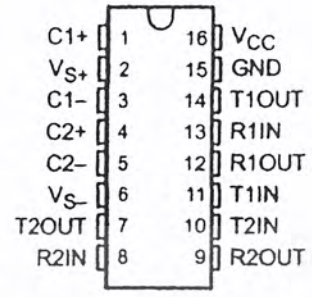
Data sheet

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SLLS047I – FEBRUARY 1989 – REVISED OCTOBER 2002

- Meet or Exceed TIA/EIA-232-F and ITU Recommendation V.28
- Operate With Single 5-V Power Supply
- Operate Up to 120 kbit/s
- Two Drivers and Two Receivers
- ±30-V Input Levels
- Low Supply Current . . . 8 mA Typical
- Designed to be Interchangeable With Maxim MAX232
- ESD Protection Exceeds JESD 22
  - 2000-V Human-Body Model (A114-A)
- Applications
  - TIA/EIA-232-F
  - Battery-Powered Systems
  - Terminals
  - Modems
  - Computers

MAX232 . . . D, DW, N, OR NS PACKAGE
MAX232I . . . D, DW, OR N PACKAGE
(TOP VIEW)



description/ordering information

The MAX232 is a dual driver/receiver that includes a capacitive voltage generator to supply EIA-232 voltage levels from a single 5-V supply. Each receiver converts EIA-232 inputs to 5-V TTL/CMOS levels. These receivers have a typical threshold of 1.3 V and a typical hysteresis of 0.5 V, and can accept ±30-V inputs. Each driver converts TTL/CMOS input levels into EIA-232 levels. The driver, receiver, and voltage-generator functions are available as cells in the Texas Instruments LinASIC™ library.

ORDERING INFORMATION

T_A	PACKAGE†		ORDERABLE PART NUMBER	TOP-SIDE MARKING
0°C to 70°C	PDIP (N)	Tube	MAX232N	MAX232N
	SOIC (D)	Tube	MAX232D	MAX232
		Tape and reel	MAX232DR	
	SOIC (DW)	Tube	MAX232DW	MAX232
		Tape and reel	MAX232DWR	
	SOP (NS)	Tape and reel	MAX232NSR	MAX232
–40°C to 85°C	PDIP (N)	Tube	MAX232IN	MAX232IN
	SOIC (D)	Tube	MAX232ID	MAX232I
		Tape and reel	MAX232IDR	
	SOIC (DW)	Tube	MAX232IDW	MAX232I
		Tape and reel	MAX232IDWR	

† Package drawings, standard packing quantities, thermal data, symbolization, and PCB design guidelines are available at www.ti.com/sc/package.

Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.

LinASIC is a trademark of Texas Instruments.

PRODUCTION DATA information is current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

Copyright © 2002, Texas Instruments Incorporated

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Function Tables

EACH DRIVER

INPUT TIN	OUTPUT TOUT
L	H
H	L

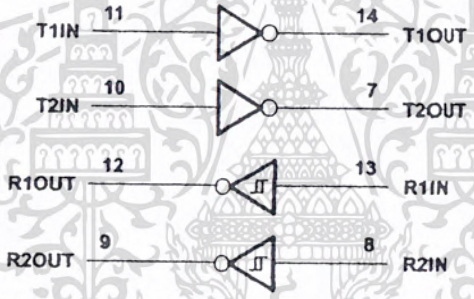
H = high level, L = low level

EACH RECEIVER

INPUT RIN	OUTPUT ROUT
L	H
H	L

H = high level, L = low level

logic diagram (positive logic)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)†

Input supply voltage range, V_{CC} (see Note 1) ..... –0.3 V to 6 V
Positive output supply voltage range, V_{S+} ..... V_{CC} – 0.3 V to 15 V
Negative output supply voltage range, V_{S-} ..... –0.3 V to –15 V
Input voltage range, V_I: Driver ..... –0.3 V to V_{CC} + 0.3 V
Receiver ..... ±30 V
Output voltage range, V_O: T1OUT, T2OUT ..... V_{S-} – 0.3 V to V_{S+} + 0.3 V
R1OUT, R2OUT ..... –0.3 V to V_{CC} + 0.3 V
Short-circuit duration: T1OUT, T2OUT ..... Unlimited
Package thermal impedance, θ_{JA} (see Note 2): D package ..... 73°C/W
DW package ..... 57°C/W
N package ..... 67°C/W
NS package ..... 64°C/W
Lead temperature 1,6 mm (1/16 inch) from case for 10 seconds ..... 260°C
Storage temperature range, T_{stg} ..... –65°C to 150°C

† Stresses beyond those listed under "absolute maximum ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under "recommended operating conditions" is not implied. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.

NOTE 1: All voltage values are with respect to network ground terminal.

2. The package thermal impedance is calculated in accordance with JESD 51-7.

recommended operating conditions

			MIN	NOM	MAX	UNIT
V_{CC}	Supply voltage		4.5	5	5.5	V
V_{IH}	High-level input voltage (T1IN,T2IN)		2			V
V_{IL}	Low-level input voltage (T1IN, T2IN)				0.8	V
R1IN, R2IN	Receiver input voltage				±30	V
T_A	Operating free-air temperature	MAX232	0		70	°C
		MAX232I	–40		85	

electrical characteristics over recommended ranges of supply voltage and operating free-air temperature (unless otherwise noted) (see Note 3 and Figure 4)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP‡	MAX	UNIT
I_{CC} Supply current	V_{CC} = 5.5 V, All outputs open, T_A = 25°C		8	10	mA

‡ All typical values are at V_{CC} = 5 V and T_A = 25°C.

NOTE 3: Test conditions are C1–C4 = 1 µF at V_{CC} = 5 V ± 0.5 V.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DRIVER SECTION

electrical characteristics over recommended ranges of supply voltage and operating free-air temperature range (see Note 3)

PARAMETER			TEST CONDITIONS	MIN	TYP†	MAX	UNIT
V_{OH}	High-level output voltage	T1OUT, T2OUT	R_L = 3 kΩ to GND	5	7		V
V_{OL}	Low-level output voltage‡	T1OUT, T2OUT	R_L = 3 kΩ to GND		–7	–5	V
r_o	Output resistance	T1OUT, T2OUT	V_{S+} = V_{S-} = 0, V_O = ±2 V	300			Ω
I_{OS}§	Short-circuit output current	T1OUT, T2OUT	V_{CC} = 5.5 V, V_O = 0		±10		mA
I_{IS}	Short-circuit input current	T1IN, T2IN	V_I = 0			200	µA

† All typical values are at V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C.
‡ The algebraic convention, in which the least positive (most negative) value is designated minimum, is used in this data sheet for logic voltage levels only.
§ Not more than one output should be shorted at a time.
NOTE 3: Test conditions are C1–C4 = 1 µF at V_{CC} = 5 V ± 0.5 V.

switching characteristics, V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C (see Note 3)

PARAMETER		TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
SR	Driver slew rate	R_L = 3 kΩ to 7 kΩ, See Figure 2			30	V/µs
SR(t)	Driver transition region slew rate	See Figure 3		3		V/µs
	Data rate	One TOUT switching		120		kbit/s

NOTE 3: Test conditions are C1–C4 = 1 µF at V_{CC} = 5 V ± 0.5 V.

RECEIVER SECTION

electrical characteristics over recommended ranges of supply voltage and operating free-air temperature range (see Note 3)

PARAMETER			TEST CONDITIONS	MIN	TYP†	MAX	UNIT
V_{OH}	High-level output voltage	R1OUT, R2OUT	I_{OH} = –1 mA	3.5			V
V_{OL}	Low-level output voltage‡	R1OUT, R2OUT	I_{OL} = 3.2 mA			0.4	V
V_{IT+}	Receiver positive-going input threshold voltage	R1IN, R2IN	V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C		1.7	2.4	V
V_{IT-}	Receiver negative-going input threshold voltage	R1IN, R2IN	V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C	0.8	1.2		V
V_{hys}	Input hysteresis voltage	R1IN, R2IN	V_{CC} = 5 V	0.2	0.5	1	V
r_i	Receiver input resistance	R1IN, R2IN	V_{CC} = 5, T_A = 25°C	3	5	7	kΩ

† All typical values are at V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C.
‡ The algebraic convention, in which the least positive (most negative) value is designated minimum, is used in this data sheet for logic voltage levels only.
NOTE 3: Test conditions are C1–C4 = 1 µF at V_{CC} = 5 V ± 0.5 V.

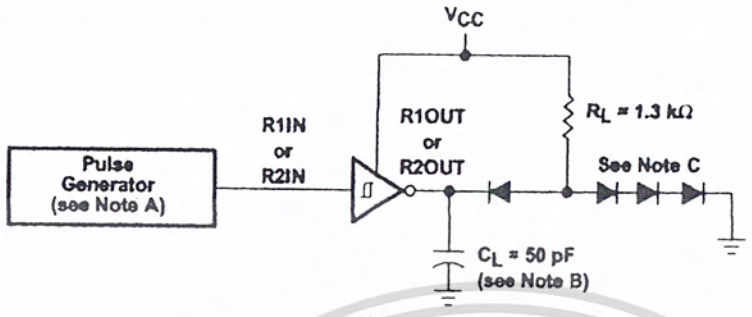
switching characteristics, V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C (see Note 3 and Figure 1)

PARAMETER		TYP	UNIT
$t_{PLH(R)}$	Receiver propagation delay time, low- to high-level output	500	ns
$t_{PHL(R)}$	Receiver propagation delay time, high- to low-level output	500	ns

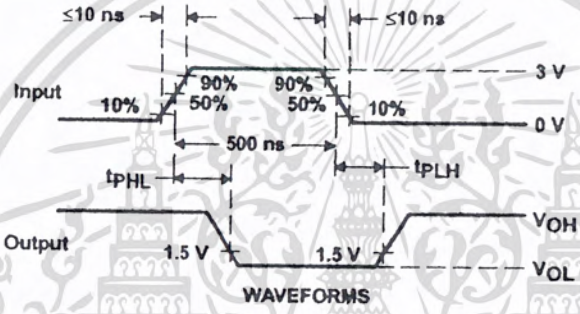
NOTE 3: Test conditions are C1–C4 = 1 µF at V_{CC} = 5 V ± 0.5 V.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION



TEST CIRCUIT



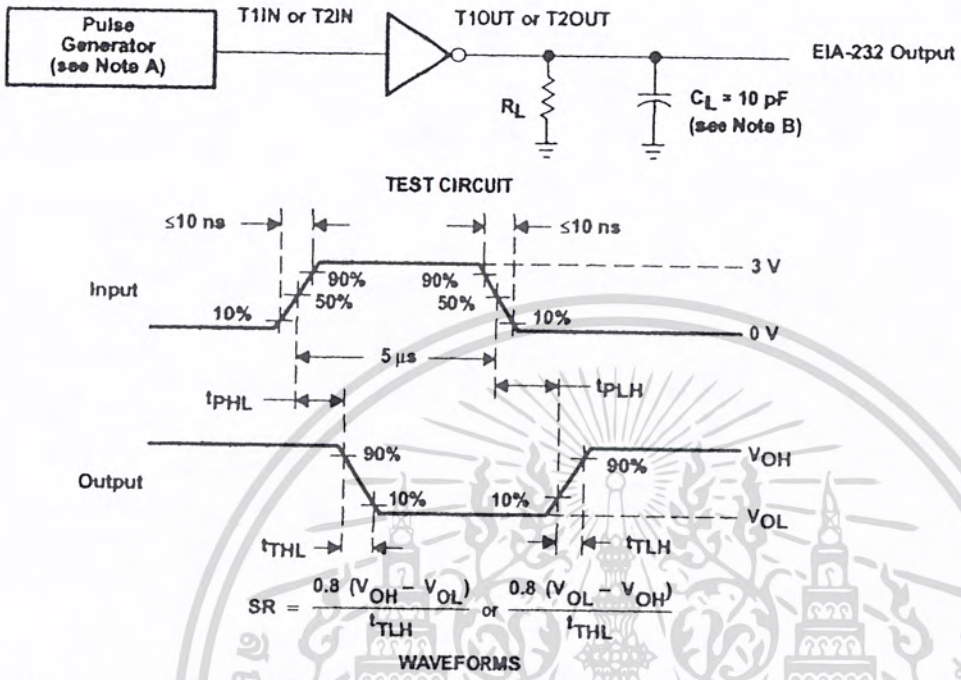
WAVEFORMS

NOTES: A. The pulse generator has the following characteristics: Z_O = 50 Ω, duty cycle ≤ 50%.
B. C_L includes probe and jig capacitance.
C. All diodes are 1N3064 or equivalent.

Figure 1. Receiver Test Circuit and Waveforms for t_{PHL} and t_{PLH} Measurements

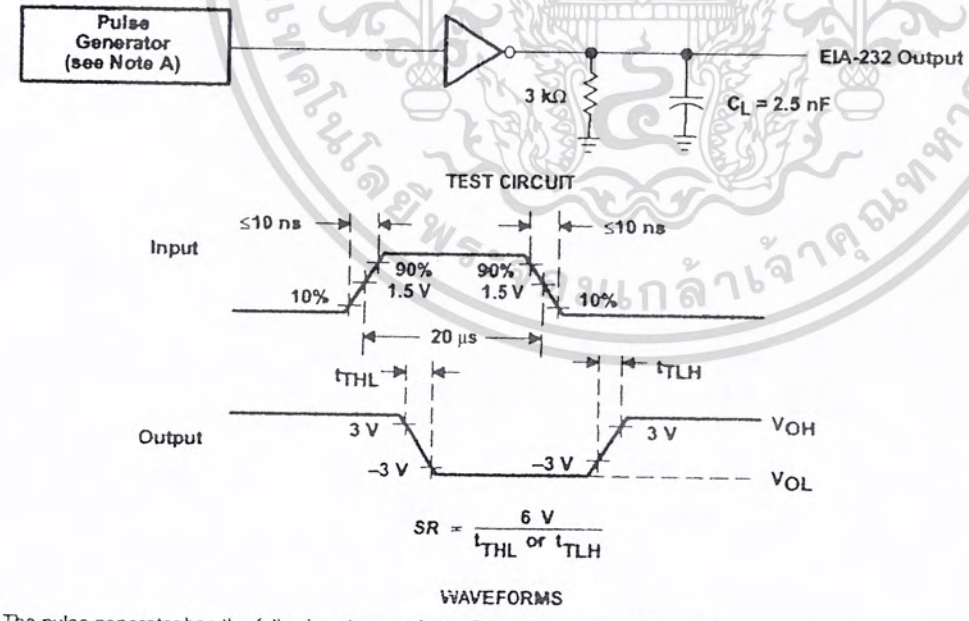
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION



NOTES: A. The pulse generator has the following characteristics: Z_O = 50 Ω, duty cycle ≤ 50%.
B. C_L includes probe and jig capacitance.

Figure 2. Driver Test Circuit and Waveforms for t_{PHL} and t_{PLH} Measurements (5-µs Input)

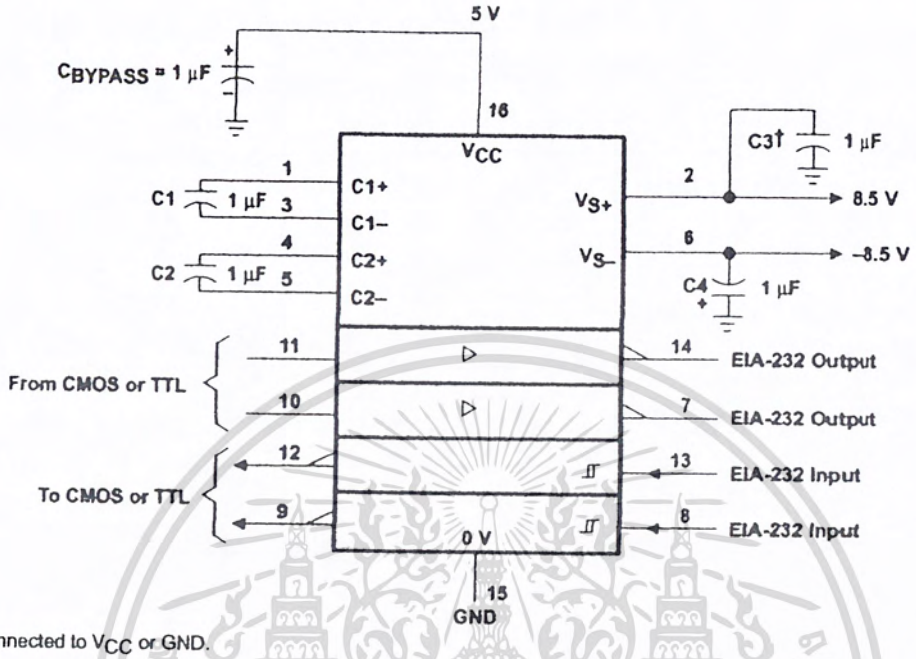


NOTE A: The pulse generator has the following characteristics: Z_O = 50 Ω, duty cycle ≤ 50%.

Figure 3. Test Circuit and Waveforms for t_{THL} and t_{TLH} Measurements (20-µs Input)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPLICATION INFORMATION



† C3 can be connected to V_{CC} or GND.

Figure 4. Typical Operating Circuit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IMPORTANT NOTICE

Texas Instruments Incorporated and its subsidiaries (TI) reserve the right to make corrections, modifications, enhancements, improvements, and other changes to its products and services at any time and to discontinue any product or service without notice. Customers should obtain the latest relevant information before placing orders and should verify that such information is current and complete. All products are sold subject to TI's terms and conditions of sale supplied at the time of order acknowledgment.

TI warrants performance of its hardware products to the specifications applicable at the time of sale in accordance with TI's standard warranty. Testing and other quality control techniques are used to the extent TI deems necessary to support this warranty. Except where mandated by government requirements, testing of all parameters of each product is not necessarily performed.

TI assumes no liability for applications assistance or customer product design. Customers are responsible for their products and applications using TI components. To minimize the risks associated with customer products and applications, customers should provide adequate design and operating safeguards.

TI does not warrant or represent that any license, either express or implied, is granted under any TI patent right, copyright, mask work right, or other TI intellectual property right relating to any combination, machine, or process in which TI products or services are used. Information published by TI regarding third–party products or services does not constitute a license from TI to use such products or services or a warranty or endorsement thereof. Use of such information may require a license from a third party under the patents or other intellectual property of the third party, or a license from TI under the patents or other intellectual property of TI.

Reproduction of information in TI data books or data sheets is permissible only if reproduction is without alteration and is accompanied by all associated warranties, conditions, limitations, and notices. Reproduction of this information with alteration is an unfair and deceptive business practice. TI is not responsible or liable for such altered documentation.

Resale of TI products or services with statements different from or beyond the parameters stated by TI for that product or service voids all express and any implied warranties for the associated TI product or service and is an unfair and deceptive business practice. TI is not responsible or liable for any such statements.

Mailing Address:

Texas Instruments
Post Office Box 655303
Dallas, Texas 75265

Copyright © 2002, Texas Instruments Incorporated

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้