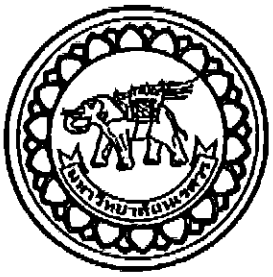


เครื่องรับส่งสัญญาณรถไฟฟ้า

ELECTRIC BUS SIGNAL TRANSMITTER AND RECEIVER DEVICES

นายกิติกร อ่อนแสงจันทร์ รหัส 46363115

นายพงษกร จันทร์อิ่ม รหัส 46380238

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ...../...../.....
พ.ย. 2553
เลขทะเบียน 1 4941639
เลขเรียกหนังสือ.....
มหาวิทยาลัยนเรศวร TK7360 2550

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2550

ใบรับรองโครงงานวิศวกรรม

หัวข้อโครงงาน เครื่องรับส่งสัญญาณรถไฟฟ้า

ผู้ดำเนินโครงงาน นายกิติกร อ่อนแสงจันทร์ รหัส 46363115

นายพงษกร จันทร์อิ่ม รหัส 46380238

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรเชษฐ์ กานต์ประชา

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

ปีการศึกษา 2550

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้โครงงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะกรรมการการสอบโครงงานวิศวกรรม

.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรเชษฐ์ กานต์ประชา)

.....กรรมการ

(ดร.ชัยรัตน์ พินทอง)

.....กรรมการ

(อาจารย์แสงชัย มังกรทอง)

หัวข้อโครงงาน	เครื่องรับส่งสัญญาณรถไฟฟ้า
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายกิติกร อ่อนแสงจันทร์ รหัส 46363115
	นายพงษกร จันทร์อิ่ม รหัส 46380238
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรเชษฐ์ กานต์ประชา
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2550

บทคัดย่อ

ปัจจุบันมหาวิทยาลัยนเรศวรได้มีการให้บริการรถไฟฟ้าภายในมหาวิทยาลัย เพื่อให้ผู้คนที่เข้ามาในมหาวิทยาลัยนเรศวรได้ใช้ในการเดินทางภายในมหาวิทยาลัย เช่น การเปลี่ยนตึกเรียนของนิสิต การกลับหอของนิสิต การเดินทางไปรับประทานอาหารที่โรงอาหารและกิจกรรมอื่นๆ แต่ปรากฏว่าการให้บริการยังอาจไม่เต็มประสิทธิภาพเท่าที่ควร จึงได้จัดทำโครงงานนี้ขึ้นเพื่อการให้บริการของรถไฟฟ้าจะได้มีการให้บริการแบบเต็มประสิทธิภาพ โดยได้ทำการออกแบบอุปกรณ์รับส่งสัญญาณให้มีการส่งสัญญาณแบบไร้สาย โดยใช้หลักการรับส่งสัญญาณแบบดิจิตอล ซึ่งลักษณะของอุปกรณ์ที่ใช้รับส่งสัญญาณจะใช้อุปกรณ์การรับส่งข้อมูลแบบทิศทางเดียว(Simplex transmission) โดยการรับส่งสัญญาณจะมี 2 ลักษณะ คือ ลักษณะที่ 1 คือการส่งสัญญาณจากรถไฟฟ้าไปหาสถานีที่ผู้ใช้บริการรถไฟฟ้ารออยู่ เพื่อเป็นการแจ้งให้ทราบว่าขณะนี้รถไฟฟ้าได้เดินทางมาถึงแล้ว ลักษณะที่ 2 คือการส่งสัญญาณระหว่างสถานีกับสถานีถัดไป เพื่อเป็นการแจ้งให้ทราบว่ารถไฟฟ้าได้ถึงสถานีก่อนหน้านี้แล้ว และอีกกี่นาทีจะมาถึงสถานีที่ผู้ใช้บริการรถไฟฟ้ารออยู่ โดยระบบการส่งสัญญาณนี้จะเป็นการแจ้งเตือนให้ผู้ใช้บริการรถไฟฟ้าได้รับรู้ถึงการมาของรถไฟฟ้า

จากการทำโครงงานในครั้งนี้ สิ่งที่ได้จากการทำโครงงานคือระบบที่สามารถรับส่งสัญญาณแบบไร้สายโดยใช้หลักการรับส่งสัญญาณในรูปแบบดิจิตอล ซึ่งระบบดังกล่าวสามารถนำมา ใช้กับการให้บริการของรถไฟฟ้าภายในมหาวิทยาลัยนเรศวรได้ต่อไปนี้

Project Title	Electric Bus Signal Transmitter and Receiver Devices		
Name	Mr. Kitikorn	Onsaengchan	ID.46363115
	Mr. Pongsakorn	Chaneim	ID.46380238
Project Advisor	Assistant Professor Dr. Surachet Kanprachar		
Major	Electrical Engineering		
Department	Electrical and Computer Engineering		
Academic Year	2007		

.....

ABTRACT

The university provides a free transportation service on campus with dozens of electric bus for all the students and the staff to help them save money and time. Also, the service can reduce traffic jams and air pollution around the campus.

Ideally, those people would have a lot of convenience traveling from the dorms to the classrooms or the dorms to the workplace. However, the university transportation system appears to be less efficient than expected. As the attempt to lessen this inefficiency, our team comes up with a so-called Electric Bus Signal Transmitter and Receiver Devices project. The devices are created and installed at every bus and bus stops. The devices send out digital signals via Simplex transmission in 2 ways: to send a signal from the bus to the next bus stop telling the people that the bus is approaching and to send a signal from one bus stop to the next one implying how soon the bus will arrive at it. Therefore, the people will know quite exactly the time of the bus that will arrive and depart.

Thanks to this project, a useful digitally-signaling device is created and with hope, it may be put into practice at the university's on-campus transportation.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี โดยความช่วยเหลือจากหลาย ๆ ท่านด้วยกัน ผู้จัดทำขอถือโอกาสนี้ ขอกราบขอบพระคุณ

อาจารย์สุรเชษฐ์ กานต์ประชา ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา และคณะกรรมการสอบโครงงาน ทุกท่านที่ได้ให้คำปรึกษาชี้แนะแนวทางและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ในการแก้ไขปัญหาที่เป็นประโยชน์อย่างสูงในการทำโครงงานนี้ให้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ และอาจารย์สุรเชษฐ์ กานต์ประชา ซึ่งได้ให้ความช่วยเหลือในด้านอุปกรณ์และห้องปฏิบัติการทดลองตลอดจนคำปรึกษาชี้แนะแนวทางต่าง ๆ เกี่ยวกับ โครงงานนี้เป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ นิสิตภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าชั้นปีที่ 4 และน้อง ๆ นิสิตทุกคนที่ได้ให้ความช่วยเหลือทุกด้านเสมอมา

ท้ายนี้ผู้จัดทำโครงงานขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่คอยสนับสนุนในด้านการเงินและให้กำลังใจแก่ผู้จัดทำเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

คณะผู้จัดทำโครงงาน
นายกิติกร อ่อนแสงจันทร์
นายพงษกร จันทร์อิ่ม

สารบัญ

หน้า

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

บทที่ 1 บทนำ
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน.....1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน.....1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน.....1
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงานและแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย.....2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงงาน.....2
1.6 งบประมาณ.....2

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
2.1 การส่งสัญญาณแบบดิจิตอล.....4
2.2 การส่งสัญญาณแบบไร้สาย.....8
2.3 ไมโครโปรเซสเซอร์.....11

บทที่ 3 ขั้นตอนและการออกแบบเครื่องรับส่งสัญญาณ
3.1 ขั้นตอนการออกแบบการทดลอง.....14
3.2 ขั้นตอนการสำรวจหาอุปกรณ์.....16
3.3 ขั้นตอนการสร้างอุปกรณ์รับส่งสัญญาณ.....20

บทที่ 4 ผลการทดลอง
4.1 การทดลองเพื่อทดสอบอุปกรณ์รับส่งสัญญาณที่ได้สร้างขึ้น.....33

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.2 การทดลองและผลการทดลองเกี่ยวกับระยะทางในการให้บริการของระบบที่ได้สร้างขึ้น 36

บทที่ 5 สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง

5.1 สรุปผลที่ได้จากการทำโครงงาน.....39

5.2 วิเคราะห์ผลที่ได้จากการทำโครงงานนี้.....39

5.3 แนวทางการพัฒนา.....40

เอกสารอ้างอิง.....41

ภาคผนวก.....42

ประวัติผู้เขียนโครงงาน.....56

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 หลักการของการแอนเกต (AND Gate).....6

2.2 หลักการของการ Exclusive-OR Gate.....7

4.1 การทดลองการส่งสัญญาณจากรถไฟฟ้าไปหาสถานีที่ 1
และส่งสัญญาณจากสถานีที่ 1 ไปสถานีที่ 2.....35

4.2 การทดลองและผลการทดลองการส่งสัญญาณจากรถไฟฟ้าไปหาสถานี.....37

4.3 การทดลองและผลการทดลองการส่งสัญญาณสถานีที่ 1 ไปหาสถานีถัดไป.....37

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 ลักษณะของสัญญาณอนาล็อก....4

2.2 ลักษณะของสัญญาณดิจิตอล....5

2.3 การเข้ารหัสแบบ Non-return to Zero (NRZ)....5

2.4 การเข้ารหัสแบบ Return to Zero (RZ)....6

2.5 การเข้ารหัสแบบ Manchester encoding....7

2.6 การมอดูเลตสัญญาณแบบ Amplitude-shift keying (ASK)....8

2.7 การมอดูเลตสัญญาณแบบ Frequency-shift keying (FSK)....9

2.8 การมอดูเลตสัญญาณแบบ Phase-shift keying (PSK)....10

3.1 การส่งสัญญาณในทั้งสองลักษณะสั่งการบอร์ดบันทึกเสียง....15

3.2 อุปกรณ์รับส่งสัญญาณ (LWM-433H) 16

3.3 อุปกรณ์ส่งสัญญาณ PKIT-5T....16

3.4 อุปกรณ์รับสัญญาณ PKIT-5T....17

3.5 เป็นอุปกรณ์บันทึกเสียง VOICE RECODER (VR – 60S) 18

3.6 อุปกรณ์ขยายเสียงแบบประเภท OTL....19

3.7 อุปกรณ์ภาคจ่ายไฟเลี้ยง 5 V DC และ 12 V DC....20

3.8 การกำหนดปุ่มสวิทช์ของรถไฟฟ้าแต่ละสาย 20

3.9 กำหนดสวิทช์ที่ 2 ให้ใช้กับรถไฟฟ้าสายสีน้ำเงินและทำการใส่ลงในกล่อง....21

3.10 เครื่องส่งสัญญาณจากรถไฟฟ้าทั้ง 3 สาย....21

3.11 อุปกรณ์รับสัญญาณจากรถไฟฟ้า....22

3.12 ไมโครคอนโทรเลอร์ PIC16F819 กำหนดให้สวิทช์สั่งการรีเลย์แต่ละตัว....23

3.13 อุปกรณ์รับสัญญาณจากสถานีก่อนหน้านี้....23

3.14 การต่อสัญญาณจากรีเลย์ของภาครับสัญญาณจากรถไฟฟ้าเพื่อ
ไปทำการสวิทช์ให้ภาคส่งสัญญาณไปให้สถานีถัดไปทำงาน....24

3.15 การกำหนดเสียงที่ต้องการบันทึกลงไปในบอร์ด (VR – 60S)....25

3.16 การต่อวงจรจากภาครับสัญญาณทั้ง 2 ส่วนเพื่อสั่งงานให้
บอร์ดบันทึกเสียงทำงานตามเสียงที่ได้ทำการบันทึกไว้....26

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.17 การต่อสัญญาณจาก LINE OUT ของอุปกรณ์บันทึกเสียง
เข้ากับจุดต่อสัญญาณข้าวของวงจรขยายเสียง....28

3.18 การต่ออุปกรณ์ของเครื่องรับส่งสัญญาณที่สถานีรถไฟฟ้า....29

3.19 อุปกรณ์ที่ได้ทำการต่อใช้งานจริงของเครื่องรับส่งสัญญาณที่สถานีรถไฟฟ้า....31

3.20 เครื่องรับส่งสัญญาณที่สถานีรถไฟฟ้า....31

4.1 การทดลองรับส่งสัญญาณจากรถไฟฟ้าไปหาสถานีที่ 1
และส่งสัญญาณจากสถานีที่ 1 ไปสถานีที่ 2....34

4.2 การเปลี่ยนแปลงระยะทางการรับส่งสัญญาณทั้ง 2 ลักษณะ....36

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

เนื่องจากขณะนี้ นิสิตในมหาวิทยาลัยนเรศวรมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น จึงมีความจำเป็นในการใช้บริการรถไฟฟ้ามากขึ้น จากที่ผ่านมา รถไฟฟ้าบางที่มีใช้ไม่พอเพียงกับจำนวนคนที่รอใช้บริการ บางที่มีมากเกินความจำเป็น อีกทั้งยังใช้เวลาในการรอนานเกินไป ดังนั้นจึงได้จัดทำโครงงานนี้มาเพื่อเป็นการแจ้งเตือนให้ผู้ใช้บริการทราบถึงการมาของรถไฟฟ้า และไม่ทำให้นิสิตเสียเวลาในการรอรถไฟฟ้านานเกินไป อีกทั้งในปัจจุบัน จะเห็นได้ว่ามีการใช้รถจักรยานยนต์กันมากเพราะสาเหตุมาจากรถไฟฟ้าไม่พอเพียงและมาล่าช้า โครงงานนี้จึงน่าจะช่วยลดปริมาณการใช้รถจักรยานยนต์ในมหาวิทยาลัยได้อีกด้วย

โครงงานนี้มีอุปกรณ์การสื่อสารอยู่ 2 ส่วน คือส่วนที่สื่อสารจากรถไฟฟ้ากับสถานีที่ผู้ใช้บริการรออยู่ เพื่อเป็นการบอกว่ารถไฟฟ้ามาถึงแล้ว และสื่อสารระหว่างสถานีกับสถานีที่อยู่ถัดออกไป เพื่อเป็นการบอกว่ารถไฟฟ้าถึงสถานีก่อนหน้านี้แล้ว และอีกกี่นาทีจะมาถึงสถานีที่ผู้ ใช้บริการรออยู่

โครงงานนี้จะมุ่งเน้นเรื่องการสื่อสารแบบไร้สาย โดยใช้หลักการส่งสัญญาณแบบดิจิตอลในการรับส่งสัญญาณ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อศึกษาการรับส่งสัญญาณแบบไร้สาย
2. เพื่อศึกษาการรับส่งสัญญาณในรูปแบบดิจิตอล
3. เพื่อศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการรับส่งสัญญาณจากรถไฟฟ้ากับสถานีรถไฟฟ้าที่ผู้ใช้บริการรถไฟฟ้ารออยู่ และการรับส่งสัญญาณระหว่างสถานีกับสถานีถัดไป

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1. ศึกษาการรับส่งสัญญาณในรูปแบบดิจิตอล
2. พัฒนาอุปกรณ์ที่ใช้ในการรับส่งสัญญาณแบบไร้สาย โดยทำการรับส่งสัญญาณจากรถไฟฟ้าไปหาอุปกรณ์รับสัญญาณที่สถานีที่ผู้ใช้บริการรถไฟฟ้ารออยู่ เพื่อให้ผู้ใช้บริการรถไฟฟ้ารับรู้ถึงการมาของรถไฟฟ้าว่ารถไฟฟ้ามาถึงสถานีที่ผู้ใช้บริการรออยู่แล้ว

3. พัฒนาอุปกรณ์ที่ใช้ในการรับส่งสัญญาณแบบไร้สาย โดยทำการส่งสัญญาณระหว่างสถานีกับสถานีถัดไป เพื่อให้ผู้ใช้บริการรถไฟฟ้ารับรู้ถึงการมาของรถไฟฟ้าว่ากำลังมาถึงสถานีที่ผู้ใช้บริการรออยู่

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงานและแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย

รายละเอียด	ปี 2549			ปี 2550								
	ต.ค	พ.ย	ธ.ค	ม.ค	ก.พ	มี.ค	เม.ย	พ.ค	มิ.ย	ก.ค	ส.ค	ก.ย
1. รวบรวมข้อมูล	←	—	→									
2. ศึกษาการทำงานของเครื่องรับและเครื่องส่ง				←	—	—	→					
3.จัดทำอุปกรณ์และทำการทดลองเครื่องรับและเครื่องส่ง								←	—	→		
4. จัดทำรายงานและสรุปผลการทำงาน											←	→

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงงาน

1. เข้าใจถึงหลักการส่งสัญญาณที่เป็นแบบดิจิตอล
2. เข้าใจถึงหลักการส่งสัญญาณแบบไร้สาย
3. เพื่อเป็นการแจ้งเตือนให้ผู้ใช้บริการรถไฟฟ้าทราบถึงการมาของรถไฟฟ้า
4. สามารถนำอุปกรณ์ของโครงงานนี้ไปใช้ในการให้บริการของรถไฟฟ้าได้
5. เพื่อเป็นประโยชน์สำหรับนิสิตที่ใช้บริการรถไฟฟ้า

1.6 งบประมาณ

1. ถ่ายเอกสารและค่าเข้าเล่มโครงงานฉบับสมบูรณ์	500	บาท
2. ค่าอุปกรณ์ในการทำโครงงาน	9,000	บาท

3. ค่าหนังสือ	300	บาท
4. ค่าพิมพ์เอกสาร	200	บาท
รวมเป็นเงิน (หนึ่งหมื่นบาทถ้วน)	10,000	บาท

หมายเหตุ : ถัวเฉลี่ยทุกรายการ

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

เนื้อหาในบทนี้จะเป็นทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการทำโครงงานในครั้งนี้ ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการออกแบบอุปกรณ์ที่ใช้ในการรับส่งสัญญาณแบบไร้สาย และลักษณะการรับส่งสัญญาณในรูปแบบดิจิตอล และยังต้องมีส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่นำมาควบคุมอุปกรณ์รับส่งสัญญาณให้ทำการรับส่งสัญญาณเป็นไปตามที่ต้องการ โดยหลักการต่าง ๆ จะมีดังต่อไปนี้

2.1. การส่งสัญญาณแบบดิจิตอล

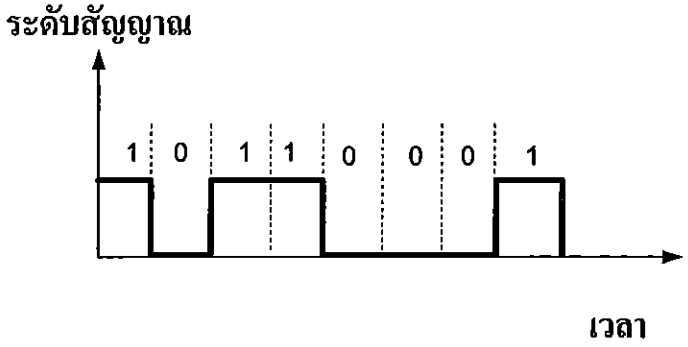
ในการสื่อสารข้อมูลจะมีสัญญาณอยู่ 2 ประเภท คือ สัญญาณอนาล็อกและสัญญาณดิจิตอล

สัญญาณอนาล็อก คือ สัญญาณที่มีความต่อเนื่องทางเวลา (Continuous Time Signals) โดยจะมีลักษณะตามรูปที่ 2.1

รูปที่ 2.1 ลักษณะของสัญญาณอนาล็อก[1]

จากรูปที่ 2.1 เป็นลักษณะของสัญญาณอนาล็อก โดยจะเห็นได้ว่าสัญญาณอนาล็อกนั้นจะมีความต่อเนื่องทางเวลา (Continuous Time Signals) สัญญาณอนาล็อกนั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงได้ง่ายเมื่อมีสัญญาณรบกวน (noise) เข้ามา ซึ่งจะทำให้แอมปลิจูดมีการเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งนั้นก็หมายความว่าสัญญาณมีการเปลี่ยนแปลงไป ตัวอย่างของสัญญาณอนาล็อก เช่น สัญญาณเสียง สัญญาณภาพ เป็นต้น

สัญญาณดิจิตอล คือ สัญญาณที่ไม่มีความต่อเนื่องทางเวลา (Discrete time Signal) โดยสัญญาณจะมี 2 ระดับ คือ สัญญาณระดับสูงสุด (high) และสัญญาณระดับต่ำสุด (low) โดยจะมีลักษณะตามรูปที่ 2.2



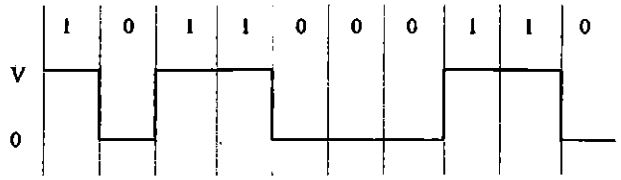
รูปที่ 2.2 ลักษณะของสัญญาณดิจิตอล[2]

จากรูปที่ 2.2 เป็นรูปของสัญญาณดิจิตอล โดยจะเห็นได้ว่าสัญญาณนั้นไม่มีความต่อเนื่องทางเวลา และระดับของสัญญาณนั้นมีเพียง 2 ระดับ สัญญาณระดับสูงสุด (high) และสัญญาณระดับต่ำสุด (low) ซึ่งโดยปกติแล้วระดับสัญญาณสูงสุด (high) จะให้เป็นสภาวะ on ให้เป็น บิต "1" และสัญญาณระดับต่ำสุด (low) จะให้เป็นสภาวะ off ให้เป็น บิต "0" จากการที่สัญญาณดิจิตอลที่เป็นบิต "0" หรือ บิต "1" นั้น ถ้าหากสัญญาณที่เป็นบิต "0" ติดกันหลาย ๆ บิต หรือเป็นบิต "1" ติดกันหลาย ๆ บิต จะทำให้ไม่สามารถตรวจสอบบิตที่ติดกันได้ เพื่อเป็นการแก้ไขปัญหานี้จึงต้องทำการเข้ารหัสสัญญาณดิจิตอล

การเข้ารหัสสัญญาณดิจิตอล

การเข้ารหัสสัญญาณดิจิตอลนั้น เป็นการแก้ไขปัญหาการตรวจสอบบิตที่เหมือนกันและติดกันยาว ๆ หลายบิต โดยหลักการเข้ารหัสดิจิตอลนั้นมีอยู่หลายประเภท แต่จะขอยกตัวอย่างการเข้ารหัส 3 ประเภท เพื่อเป็นการทำความเข้าใจเกี่ยวกับการเข้ารหัสสัญญาณดิจิตอล คือ Non-return to Zero (NRZ), Return to Zero (RZ) และ Manchester encoding

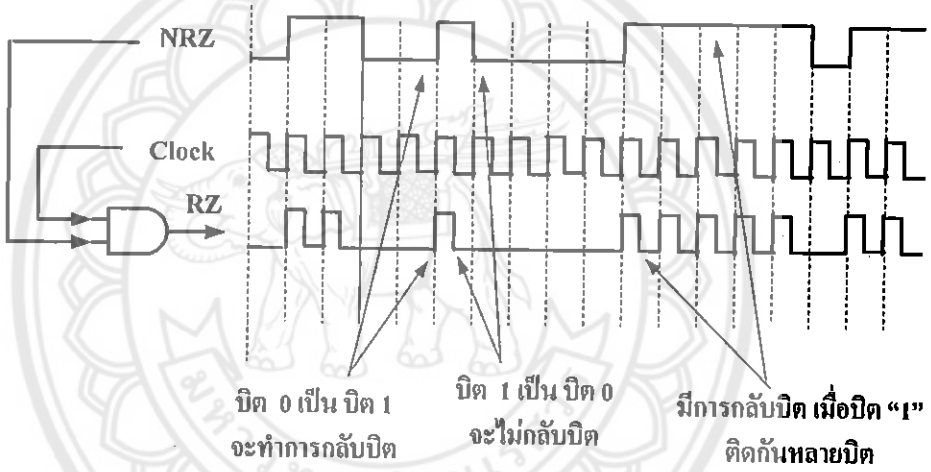
Non-return to Zero (NRZ) การเข้ารหัสสัญญาณแบบ Non-return to Zero (NRZ) นั้นจะทำการกำหนดระดับสัญญาณอยู่ 2 ระดับ คือ 0 โวลต์ และ V โวลต์ ตามรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 การเข้ารหัสแบบ Non-return to Zero (NRZ) [3]

จากรูปที่ 2.3 เป็นการเข้ารหัสแบบ Non-return to Zero (NRZ) ระดับสัญญาณนั้นจะมี 2 ระดับ คือ 0 โวลต์ และ V โวลต์ โดยที่ 0 โวลต์จะแทนบิต "0" ส่วน V โวลต์ จะแทนบิต "1" ซึ่งการเข้ารหัสแบบวิธีนี้ก็ยังไม่สามารถที่จะแก้ไขปัญหาการตรวจสอบบิตที่ติดกันยาวๆ ได้ เพราะการเข้ารหัสด้วยวิธีนี้ไม่มีการเปลี่ยนแปลงไปจากสัญญาณเดิม คือ สภาวะ on ก็ยังเป็นบิต "1"สภาวะ off ก็ยังเป็นบิต "0" อยู่ ทำให้ยังไม่สามารถตรวจสอบบิตที่ติดกันยาว ๆ ได้ เหมือนเป็นการเข้ารหัสแบบพื้นฐาน

Return to Zero (RZ) หลักสำคัญของการเข้ารหัสแบบ Return to Zero (RZ) นี้ เพื่อแก้ไขข้อจำกัดของการเข้ารหัสแบบ Non-return to Zero (NRZ) โดยจะนำสัญญาณแบบ (NRZ) มาทำการแอนเกตกับสัญญาณนาฬิกา ตามรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 การเข้ารหัสแบบ Return to Zero (RZ) [4]

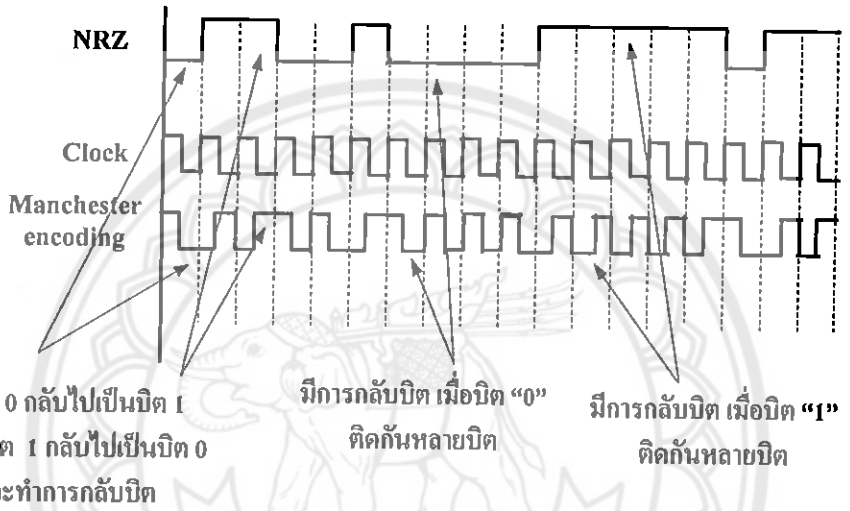
จากรูปที่ 2.4 เป็นการเข้ารหัสสัญญาณแบบ Return to Zero (RZ) โดยเหมือนกับการนำสัญญาณ (NRZ) มาทำการแอนเกต (AND Gate) กับสัญญาณนาฬิกา โดยหลักการของการแอนเกต (AND Gate มีดังนี้

ตารางที่ 2.1 หลักการของการแอนเกต (AND Gate)

NRZ	สัญญาณนาฬิกา	Return to Zero (RZ)
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

จากหลักการแอนเกต (AND Gate) นั้นทำให้ได้ผลของการเข้ารหัสสัญญาณแบบ Return to Zero (RZ) ตามรูปที่ 2.4 คือ การเปลี่ยนจากบิต "0" เป็นบิต "1" จะทำการกลับบิต การเปลี่ยนจากบิต "1" เป็นบิต "0" จะไม่ทำการกลับบิต ส่วนที่เป็นบิต "1" ติดกันยาว ๆ นั้นจะมีการกลับบิตที่ครึ่งบิต ส่วนบิต "0" ที่ติดกันยาว ๆ จะไม่ทำการกลับบิต ซึ่งวิธีนี้ก็จะสามารถแก้ไขปัญหาบิตที่เป็น "1" ที่ติดกันยาว ๆ ได้

Manchester encoding การเข้ารหัสแบบ Manchester encoding เหมือนกับการนำสัญญาณ (NRZ) มาทำการ Exclusive-OR Gate กับสัญญาณนาฬิกา



รูปที่ 2.5 การเข้ารหัสแบบ Manchester encoding [4]

จากรูปที่ 2.5 เป็นการเข้ารหัสสัญญาณแบบ Manchester encoding โดยเหมือนกับการนำสัญญาณ (NRZ) มาทำการ Exclusive-OR Gate กับสัญญาณนาฬิกา โดยหลักการของการ Exclusive-OR Gate มีดังนี้

ตารางที่ 2.2 หลักการของการ Exclusive-OR Gate

NRZ	สัญญาณนาฬิกา	Return to Zero (RZ)
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

จากหลักการ Exclusive-OR Gate นั้นทำให้ได้ผลของการเข้ารหัสสัญญาณแบบ Manchester encoding ได้ตามรูปที่ 2.5 คือ การเปลี่ยนแปลงจากบิต "0" ไปเป็นบิต "1" หรือบิต "1" ไปเป็นบิต "0" จะไม่ทำการกลับบิต ส่วนบิต "0"และบิต "1" ที่ติดกันหลายบิตจะทำการกลับบิตทุก ๆ ครึ่งบิตของสัญญาณ จากผลที่ได้นั้นสามารถทำให้ตรวจสอบบิตที่เป็น "0"และบิตที่เป็น "1" ติดกันยาว ๆ ได้

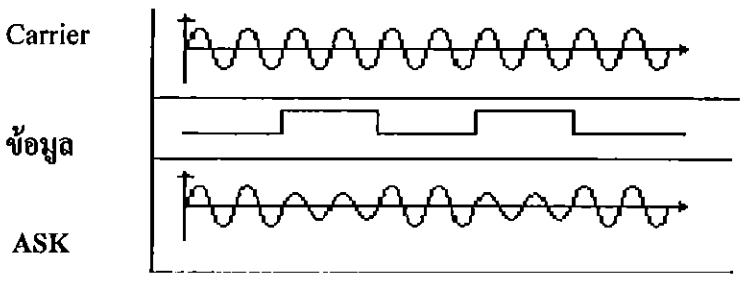
จากการที่ได้ทำการเข้ารหัสสัญญาณแบบต่าง ๆ นั้น เหตุผลหลัก ๆ ก็คือต้องการที่จะให้ภาครับสัญญาณนั้น สามารถรับสัญญาณแล้วทำการตรวจสอบสัญญาณที่รับมาให้ถูกต้อง โดยสัญญาณที่ได้ทำการเข้ารหัสดังกล่าวนั้นจะเรียกว่า "ข้อมูล" ที่จะต้องทำการส่งแบบไร้สายต่อไป ซึ่งหลักการส่งสัญญาณแบบไร้สายนั้น จะต้องนะเอาสัญญาณที่ได้ทำการเข้ารหัส (ข้อมูล) มาทำการมอดูเลตกับคลื่นพาห์ (Carrier) แล้วจึงทำการส่งข้อมูล

2.2 การส่งสัญญาณแบบไร้สาย

การส่งสัญญาณแบบไร้สาย คือ การส่งสัญญาณออกไปบนตัวนำที่เป็นอากาศ โดยจะใช้คลื่นความถี่ ซึ่งจะต้องนำสัญญาณที่เป็นข้อมูลดิจิตอลมาทำการมอดูเลตกลับคลื่นพาห์(Carrier) ซึ่งหลักการของการมอดูเลตสัญญาณที่เป็นดิจิตอลนั้นมีอยู่หลายรูปแบบ เช่น แบบ Amplitude-shift keying (ASK) แบบ Frequency-shift keying (FSK) และ Phase-shift keying (PSK) เป็นต้น ซึ่งหลังจากที่ได้ทำการมอดูเลตสัญญาณในรูปแบบต่าง ๆ แล้ว จะได้สัญญาณที่เป็นสัญญาณอนาล็อกที่พร้อมจะทำการส่งออกไปบนตัวนำที่เป็นอากาศ ไปยังภาครับสัญญาณต่อไป

หลักการมอดูเลตแบบ Amplitude-shift keying (ASK)

หลักการมอดูเลตแบบ Amplitude-shift keying (ASK) นั้นจะเป็นการนำเอาสัญญาณที่เป็นข้อมูลดิจิตอลมาทำการมอดูเลตกลับคลื่นพาห์ (Carrier) ซึ่งผลของสัญญาณที่ได้จะเป็นดังรูปที่ 2.6

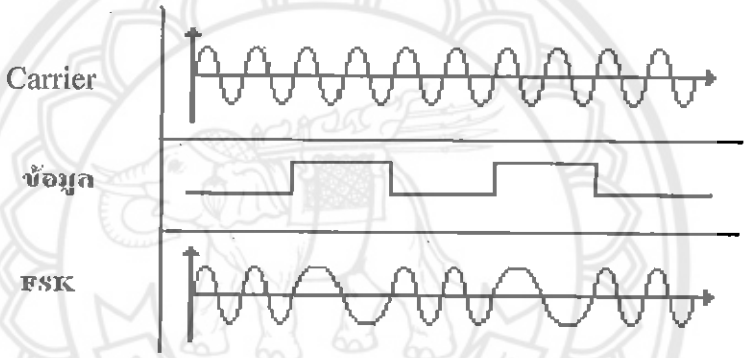


รูปที่ 2.6 การมอดูเลตสัญญาณแบบ Amplitude-shift keying (ASK) [5]

จากรูปที่ 2.6 จะเห็นได้ว่าเมื่อสัญญาณข้อมูลที่เป็นแบบดิจิตอลได้ทำการมอดูเลตกับสัญญาณคลื่นพาห์ (Carrier) เมื่อข้อมูลบิตเป็น "1" มอดูเลตกับคลื่นพาห์ (Carrier) จะทำให้แอมปลิจูดของสัญญาณลดลง และเมื่อข้อมูลบิตเป็น "0" มอดูเลตกับคลื่นพาห์ (Carrier) จะทำให้แอมปลิจูดของสัญญาณเพิ่มขึ้น ซึ่งลักษณะดังกล่าวคือ การมอดูเลตแบบ Amplitude-shift keying (ASK) เมื่อนำเอาสัญญาณข้อมูลมาทำการมอดูเลตกับคลื่นพาห์ (Carrier) แล้ว จะทำการเปลี่ยนแปลงขนาดของแอมปลิจูดตามสัญญาณข้อมูล

หลักการมอดูเลตแบบ Frequency-shift keying (FSK)

หลักการมอดูเลตแบบ Frequency-shift keying (FSK) นั้นจะเป็นการนำเอาสัญญาณที่เป็นข้อมูลดิจิตอลมาทำการมอดูเลตกลับคลื่นพาห์ (Carrier) ซึ่งผลของสัญญาณที่ได้จะเป็นดังรูปที่ 2.7

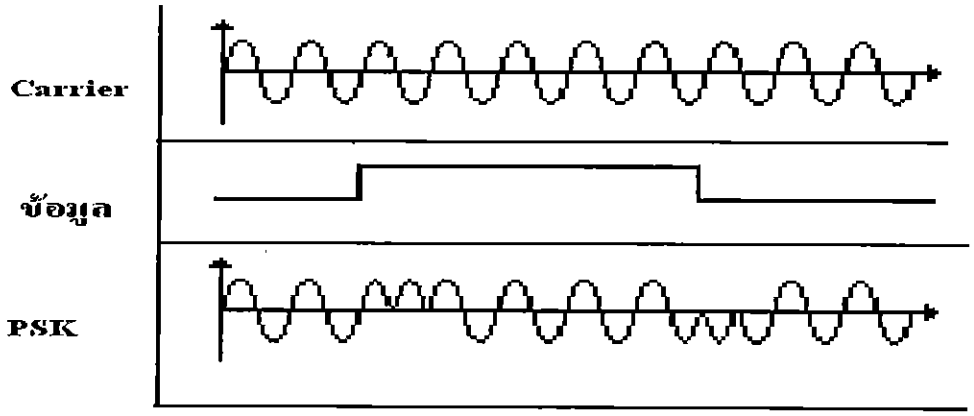


รูปที่ 2.7 การมอดูเลตสัญญาณแบบ Frequency-shift keying (FSK) [5]

จากรูปที่ 2.7 จะเห็นได้ว่าเมื่อสัญญาณข้อมูลที่เป็นแบบดิจิตอลได้ทำการมอดูเลตกับสัญญาณคลื่นพาห์ (Carrier) เมื่อข้อมูลบิตเป็น "1" มอดูเลตกับคลื่นพาห์ (Carrier) จะทำให้ความถี่ของสัญญาณลดลง และเมื่อข้อมูลบิตเป็น "0" มอดูเลตกับคลื่นพาห์ (Carrier) จะทำให้ความถี่ของสัญญาณเพิ่มขึ้น ซึ่งลักษณะดังกล่าวคือ การมอดูเลตแบบ Frequency-shift keying (FSK) เมื่อนำเอาสัญญาณข้อมูลมาทำการมอดูเลตกับคลื่นพาห์ (Carrier) แล้ว จะทำการเปลี่ยนแปลงขนาดของความถี่ตามสัญญาณข้อมูล

หลักการมอดูเลตแบบ Phase-shift keying (PSK)

หลักการมอดูเลตแบบ Phase-shift keying (PSK) นั้นจะเป็นการนำเอาสัญญาณที่เป็นข้อมูลดิจิตอลมาทำการมอดูเลตกลับคลื่นพาห์ (Carrier) ซึ่งผลของสัญญาณที่ได้จะเป็นดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 การมอดูเลตสัญญาณแบบ Phase-shift keying (PSK) [5]

จากรูปที่ 2.8 จะเห็นได้ว่าเมื่อสัญญาณข้อมูลที่เป็นแบบดิจิตอลได้ทำการมอดูเลตกับสัญญาณคลื่นพาห์(Carrier) เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงบิตข้อมูลจากบิต "1" เป็นบิต "0" หรือบิต "0" เป็นบิต "1" จะทำให้สัญญาณมีการกลับมุมเฟส ซึ่งลักษณะดังกล่าวคือ การมอดูเลตแบบ Phase-shift keying (PSK) เมื่อนำเอาสัญญาณข้อมูลมาทำการมอดูเลตกับคลื่นพาห์ (Carrier) แล้ว จะทำการเปลี่ยนแปลงของมุมเฟสตามสัญญาณข้อมูล

เมื่อได้นำสัญญาณข้อมูลมาทำการมอดูเลตแบบต่าง ๆ แล้วสัญญาณที่ได้ก็สามารถส่งไปบนตัวนำสัญญาณที่เป็นอากาศได้ ซึ่งทิศทางการส่งของข้อมูลนั้นก็มีหลายลักษณะ เช่น การส่งข้อมูลทิศทางเดียว (One-Way Transmission หรือ Simplex) การส่งข้อมูลกึ่งสองทิศทาง (Half-Duplex หรือ Either-Way) การส่งข้อมูลสองทิศทาง (Full-Duplex หรือ Both way Transmission) ซึ่งหลักการส่งข้อมูลดังกล่าวก็ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์แต่ละชนิดว่าจะออกแบบให้สามารถรับส่งสัญญาณข้อมูลแบบใด

การส่งข้อมูลทิศทางเดียว (One-Way Transmission หรือ Simplex)

การส่งข้อมูลทิศทางเดียว คือ ผู้ส่งสัญญาณจะสามารถส่งสัญญาณได้เพียงทางเดียวเท่านั้น โดยที่ผู้รับสัญญาณไม่สามารถส่งสัญญาณตอบกลับมาได้ เช่น การส่งสัญญาณวิทยุกระจายเสียง การแพร่ภาพโทรทัศน์ เป็นต้น

การส่งข้อมูลกึ่งสองทิศทาง (Half-Duplex หรือ Either-Way)

การส่งสัญญาณกึ่งสองทิศทาง คือ ในเวลาเดียวกันผู้ส่งสัญญาณจะทำการส่งสัญญาณไปให้ผู้รับสัญญาณ แต่ผู้รับไม่สามารถทำการส่งสัญญาณกลับได้ในเวลาเดียวกัน เมื่อมีการส่งสัญญาณเสร็จสิ้นแล้วผู้รับก็สามารถที่จะเป็นผู้ส่งสัญญาณตอบกลับได้ การรับส่งสัญญาณประเภทนี้ก็ เช่น วิทยุสื่อสารที่ตำรวจใช้งาน เป็นต้น

การส่งข้อมูลสองทิศทาง(Full-Duplex หรือ Both way Transmission)

การส่งข้อมูลสองทิศทาง คือ ผู้รับและผู้ส่งสามารถรับส่งสัญญาณได้ในเวลาเดียวกัน เช่น การใช้งานโทรศัพท์ซึ่งสามารถพูดโทรศัพท์ได้พร้อม ๆ กัน

สรุปขั้นตอนการส่งสัญญาณที่เป็นแบบดิจิตอลแบบไร้สาย คือ เมื่อได้สัญญาณที่เป็นบิต "0" กับ "1" แล้วจากนั้นก็นำสัญญาณดังกล่าวมาทำการเข้ารหัสแบบต่าง ๆ ซึ่งก็จะได้เป็นบิตข้อมูลที่ต้องการจะส่ง เมื่อได้บิตข้อมูลแล้วการที่จะส่งสัญญาณนี้แบบไร้สาย จะต้องนำบิตข้อมูลดังกล่าวมาทำการมอดูเลตแบบต่าง ๆ เพื่อให้ได้สัญญาณอนาล็อกออกมาและพร้อมที่จะทำการส่งสัญญาณออกสายอากาศ ไปหาภาครับสัญญาณต่อไป และทิศทางการรับส่งสัญญาณก็ทำการรับส่งตามแบบทิศทางต่าง ๆ ตามที่ได้กล่าวมา

2.3 ไมโครโปรเซสเซอร์

ไมโครโปรเซสเซอร์เป็นส่วนสำคัญหลักที่จะทำให้อุปกรณ์ต่าง ๆ สามารถทำงานให้ได้ตามที่ต้องการ โดยกระบวนการของไมโครโปรเซสเซอร์ จะมีส่วนของโปรแกรมที่เขียนสั่งการให้อุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ไปสั่งการให้อุปกรณ์ต่าง ๆ ทำงานตามที่ต้องการ โดยอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ เช่น ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เป็นต้น โดยปัจจุบันไอซีนี้เป็นที่นิยมใช้ในงานออกแบบ และสำหรับในการเรียนการสอน

ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 นั้นมีหลายตระกูล ซึ่งแต่ละตระกูลก็มีโครงสร้างและคุณสมบัติที่แตกต่างกัน ในการที่จะนำไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 มาใช้งานนั้นจะต้องพิจารณาถึงโครงสร้างและคุณสมบัติของไอซีดังกล่าว ให้มีความเหมาะสมกับการที่จะนำมาใช้งาน ในที่นี้จะขอยกตัวอย่างไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ตระกูล 8051 ซึ่งมีหน่วยความจำแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ หน่วยความจำโปรแกรม (Program Memory) มีขนาด 4 กิโลไบต์ หน่วยความจำประเภทนี้ คือ ROM ใช้เก็บโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมระบบ และหน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) มีขนาด 128 ไบต์ หน่วย ความจำประเภทนี้ได้แก่ RAM

หน่วยความจำโปรแกรมจะแบ่งหน่วยความจำประเภทนี้เป็นอีก 2 ประเภท หน่วยความจำโปรแกรมภายนอก (external memory) ส่วนอีกประเภทหนึ่ง คือ หน่วยความจำภายใน (internal memory) หน่วยความจำข้อมูลมีหน้าที่สำหรับเก็บข้อมูล หรือตัวแปรที่เกิดขึ้นในขณะที่กำลังประมวลผลโปรแกรม เมื่อไม่มีการจ่ายไฟฟ้าให้กับระบบก็จะมีผลทำให้ข้อมูลที่จัดเก็บไว้ภายในหน่วยความจำนี้สูญหายไป มีพอร์ตอินพุทเอาและเอาท์พุทขนาด 8 บิต 4 พอร์ต เพื่อใช้ในการต่อสื่อสารกับอุปกรณ์ภายนอก มี Timer 16 บิต 2 ตัว Timer เป็นตัวนับและตัวกำหนดเวลา ซึ่งหมายถึง

ความสามารถที่จะนำไปใช้เป็นการนับค่าต่างๆ หรือใช้เป็นการตั้งเวลาหรือกำหนดค่าเวลาที่ต้องการก็ได้ Timer ทั้ง 2 ตัวจะสามารถแยกการทำงานออกจากกันได้อย่างอิสระ สามารถอินเทอร์รัพท์ได้ 5 แหล่ง การอินเทอร์รัพท์ คือ การขัดจังหวะ โดยในขณะที่ไมโครคอนโทรลเลอร์กำลังทำงานในส่วนของโปรแกรมหลักอยู่นั้น ก็จะไม่ต้องคอยตรวจสอบกับเหตุการณ์ต่างๆที่จะเกิดขึ้น แต่จะใช้วิธีการรับสัญญาณการร้องขอที่ส่งมาจากอุปกรณ์ภายนอกหรือสัญญาณจากภายในของตัวไมโครคอนโทรลเลอร์เอง มาทำการอินเตอร์รัพท์ (Interrupt) และเมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รับสัญญาณจากการอินเตอร์รัพท์ แล้วก็จะทำการตรวจสอบในส่วนของการติดต่อจากเหตุการณ์ในส่วนนั้นๆ ที่ได้เขียนโปรแกรมคำสั่งกำหนดไว้แล้วในส่วนของโปรแกรมการบริการการอินเตอร์รัพท์ในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ พอร์ทอนุกรมสามารถรับส่งข้อมูลแบบ Full Duplex ความเร็วสูง ข้อมูลที่มีความยาวขนาด 1 ไบต์ หรือ 8 บิตซึ่งโดยปกติถ้าเราจะให้ส่งข้อมูลพร้อมๆกันไป 8 บิตจะเป็นวิธีการส่งข้อมูลแบบขนาน จะเป็นการส่งข้อมูลขนาด 8 บิตพร้อมกันไปยังอุปกรณ์ภายนอก โดยจะมีสายส่งสัญญาณ 8 สาย ถ้าเป็นการส่งข้อมูลที่มีระยะไกลจะทำให้เปลืองสายส่งสัญญาณ ดังนั้นพอร์ทอนุกรมมีหน้าที่แปลงข้อมูลที่มีความยาวขนาด 1 ไบต์หรือ 8 บิต ให้สามารถส่งสัญญาณไปบนสายนำสัญญาณเส้นเดียว ไมโครคอนโทรเลอร์ MCS-51 นั้นใช้ไฟเลี้ยง 5 VDC

ทั้งหมดเป็นคุณสมบัติที่สำคัญของอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ซึ่งการใช้งานนั้นจะต้องนำอุปกรณ์ดังกล่าวไปต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์ เพื่อทำการเขียนโปรแกรมรันลงไปในไอซี โดยโปรแกรมที่ใช้เขียนหลัก ๆ ก็จะเป็นภาษา Assembly และปัจจุบันก็ได้มีการพัฒนาภาษาซีที่สามารถเขียนและรันโปรแกรมลงในไอซีของ MCS-51 ได้ การรันโปรแกรมลงในไอซีของ MCS-51 จะต้องมีโปรแกรมที่สามารถแปลภาษาAssembly หรือภาษาซี ให้เป็นภาษาเครื่อง(Machine) ก่อน โดยเรียกว่า Assembler โปรแกรมแอสเซมเบลอร์จะสามารถช่วยตรวจสอบการเขียนโปรแกรมว่ามีความถูกต้องหรือไม่ ก่อนที่จะทำการรันลงไอซี โดยโปรแกรมก็มีอยู่หลายโปรแกรม เช่น CROSS32, X51, ASM51 และ SXA51 เป็นต้น โดยการเขียนโปรแกรมที่จะสั่งงานอุปกรณ์ต่าง ๆ ขั้นแรกจะต้องทำการเขียนออกแบบ ว่ากระบวนการสั่งการของอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์จะต้องทำหน้าที่สั่งการอย่างไรบางในการทดลอง จากนั้นก็ทำการเขียนแผนผังการทำงาน (Flowchart) ที่ได้จากการออกแบบดังกล่าว และทำการเขียนโปรแกรมตามที่ได้ออกแบบการเขียนแผนผังการทำงาน(Flowchart) ดังกล่าว แล้วจึงก็ทำการรันโปรแกรมลงในไอซี

อุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์แต่และประเภท ก็มีโครงสร้างที่แตกต่างกัน เช่น อุปกรณ์ไมโครคอนโทรเลอร์ MCS-51 และอุปกรณ์ไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล PIC ก็มีโครงสร้างที่แตกต่างกัน แล้วแต่ว่าจะเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ประเภทไหนมาทำการควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้ทำงานตามที่ต้องการ แต่หลักการหลัก ๆ ก็คือต้องทำการออกแบบการทดลอง แล้วทำการเขียนแผนผังการทำงาน (Flowchart) จากนั้นก็เขียนโปรแกรมตามที่ได้ออกแบบการทดลอง เพื่อสั่ง

การให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานตามที่ต้องการ และก็ทำการรันโปรแกรมดังกล่าวลงในไอซี จากนั้นก็นำไอซีของไมโครคอนโทรลเลอร์ดังกล่าว ไปต่อเข้ากับอุปกรณ์ที่ต้องการจะสั่งงานต่อไป

หลังจากที่ได้ทราบถึงการรับส่งสัญญาณแบบไร้สายที่ทำการรับส่งสัญญาณในรูปแบบดิจิตอล และกระบวนการทำงานระบบไมโครโปรเซสเซอร์มาแล้ว ในบทถัดไปจะได้นำทฤษฎีและหลักการต่าง ๆ เหล่านี้ มาใช้ในการออกแบบอุปกรณ์และทำการทดลองอุปกรณ์ต่อไป

บทที่ 3
ขั้นตอนและการออกแบบเครื่องรับส่งสัญญาณ

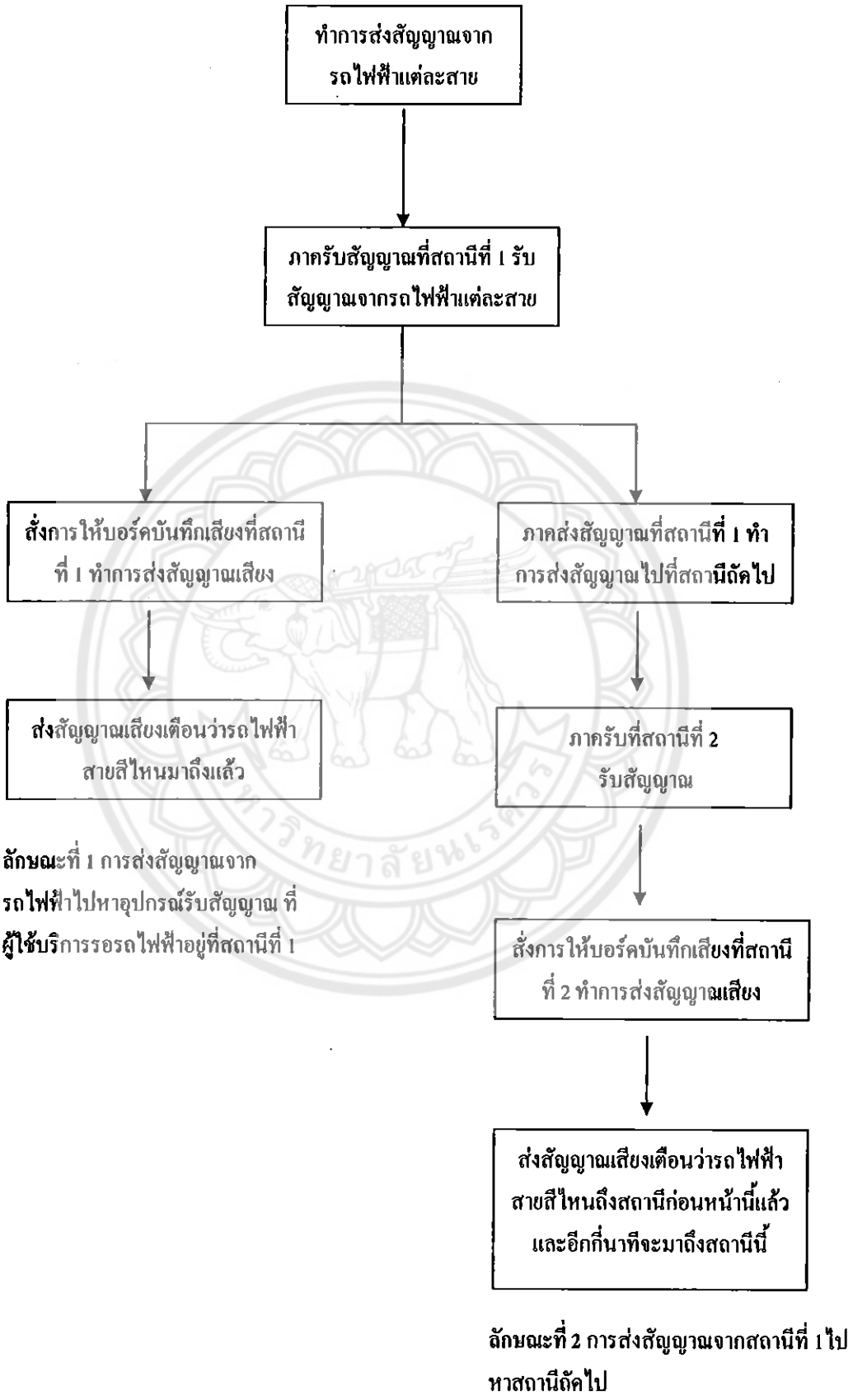
หลังจากที่ได้ทราบถึงหลักการรับส่งสัญญาณแบบดิจิตอล หลักการรับส่งสัญญาณแบบไร้สาย และหลักการของไมโครโปรเซสเซอร์มาแล้วในบทที่ผ่านมา ในบทนี้จะเป็นขั้นตอน การออกแบบเครื่องรับส่งสัญญาณและขั้นตอนการสร้างอุปกรณ์รับส่งสัญญาณ โดยจะต้องนำหลักการต่าง ๆ ที่ได้กล่าวในบทที่ผ่านมา มาทำการออกแบบการทดลอง และทำการพิจารณาพร้อมทั้งสำรวจหาอุปกรณ์ ที่มีคุณสมบัติที่เหมาะสมกับการทำโครงงานนี้ โดยจะต้องทำการสำรวจหาส่วนของอุปกรณ์รับส่งสัญญาณ ส่วนของไมโครคอนโทรเลอร์ ส่วนของอุปกรณ์บันทึกเสียง โดยจะต้องทำการสำรวจหาอุปกรณ์ดังกล่าวตามท้องตลาดเพื่อให้มีคุณสมบัติตามที่ต้องการ

3.1 ขั้นตอนการออกแบบการทดลอง

หลักการรับส่งสัญญาณนั้น จะทำการออกแบบการรับส่งสัญญาณออกเป็น 2 ลักษณะก็คือ
ลักษณะที่ 1 การส่งสัญญาณจากรถไฟฟ้าไปหาอุปกรณ์รับสัญญาณที่สถานีที่ผู้ใช้บริการรถไฟฟ้ารออยู่ และก็ทำการส่งสัญญาณเสียงเตือนให้ผู้ใช้บริการรถไฟฟ้าทราบว่ารถไฟฟ้ามาถึงแล้ว
ลักษณะที่ 2 คือในเวลาเดียวกันเครื่องรับส่งสัญญาณที่สถานีที่ 1 ที่ได้รับสัญญาณมา ก็ต้องทำการส่งสัญญาณไปที่สถานีถัดไปและสถานีถัดไปก็ทำการส่งสัญญาณเสียงเตือน ให้ผู้ใช้บริการรถไฟฟ้าทราบว่ารถไฟฟ้าถึงสถานีก่อนหน้านี้แล้วอีกกี่นาทีจะมาถึงสถานีนี้

โดยหลักการออกแบบการรับส่งสัญญาณในทั้ง 2 ลักษณะให้ทำการส่งสัญญาณและสั่งการอุปกรณ์ต่าง ๆให้ทำงานนั้น จะเป็นดังรูปที่ 3.1

โดยรูปที่ 3.1 เป็นหลักการที่ต้องทำการออกแบบให้อุปกรณ์ทำงานตามที่ต้องการ โดยเริ่มแรกต้องทำการส่งสัญญาณจากรถไฟฟ้าสายสีแดง สายสีน้ำเงิน และสายสีเหลือง โดยทำการส่งสัญญาณจากรถไฟฟ้าที่ละสาย และทำการส่งสัญญาณไปให้ภาครับสัญญาณที่สถานีที่ 1 เมื่อสถานีที่ 1 รับสัญญาณแล้ว ต้องทำการส่งสัญญาณไปสวิทช์อุปกรณ์บันทึกเสียงให้ทำการส่งสัญญาณเสียงออกมา เช่น ถ้าเป็นสัญญาณจากรถไฟฟ้าสายสีแดงก็ทำการส่งสัญญาณเสียงออกมาว่า "รถไฟฟ้าสายสีแดงมาถึงแล้วครับ" และในขณะเดียวกันก็ต้องทำการส่งสัญญาณไปที่สถานีถัดไป โดยส่งสัญญาณของภาคส่งสัญญาณจากสถานีที่ 1 ไปหาภาครับสัญญาณที่สถานีถัดไป เมื่อภาครับสัญญาณที่สถานีถัดไปได้รับสัญญาณแล้ว ก็ต้องทำการส่งสัญญาณไปสวิทช์อุปกรณ์บันทึกเสียงให้ทำการส่งสัญญาณเสียงออกมา เช่น เมื่อเป็นสัญญาณจากรถไฟฟ้าสายสีแดงจากสถานีที่ 1 ก็ต้องทำการส่งสัญญาณเสียงออกมาว่า "รถไฟฟ้าสายสีแดงถึงสถานีก่อนหน้านี้แล้วครับ อีก 5 นาทีจะมาถึงครับ"



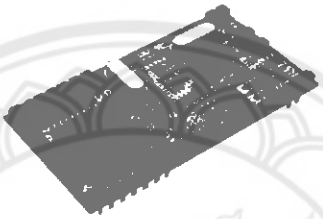
รูปที่ 3.1 การส่งสัญญาณในทั้งสองลักษณะสั่งการบอร์ดบันทึกเสียง

3.2 ขั้นตอนการสำรวจหาอุปกรณ์

3.2.1 อุปกรณ์รับส่งสัญญาณ

จากการสำรวจหาอุปกรณ์รับส่งสัญญาณในท้องตลาด อุปกรณ์แต่ละชนิดก็มีคุณสมบัติที่แตกต่างกันออกไปและราคาก็แตกต่างกันอีกด้วย ทางผู้จัดทำโครงงานได้สนใจในอุปกรณ์อยู่ 2 ชิ้น คือ LWM-433H, (PKIT-5T, PKIT-R) โดยอุปกรณ์แต่ละชิ้นมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

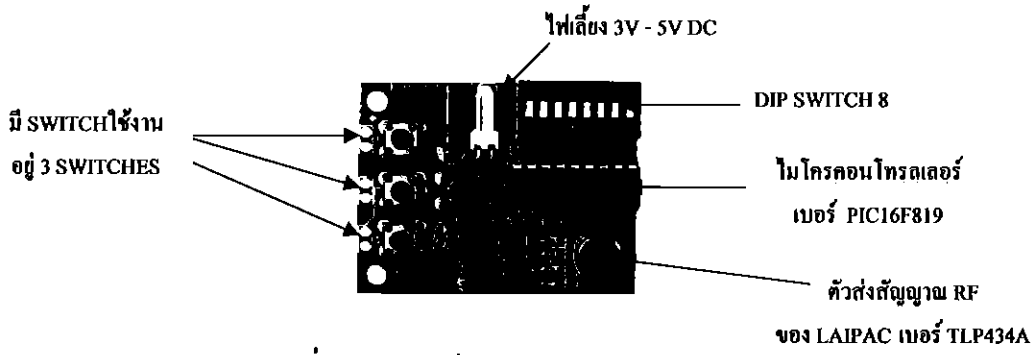
อุปกรณ์ LWM-433H เป็นอุปกรณ์ที่ส่งสัญญาณกึ่งสองทิศทาง (Half-Duplex) สามารถเป็นได้ทั้งภาครับและภาคส่งสัญญาณ ลักษณะอุปกรณ์เป็นตามรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 อุปกรณ์รับส่งสัญญาณ (LWM-433H) [6]

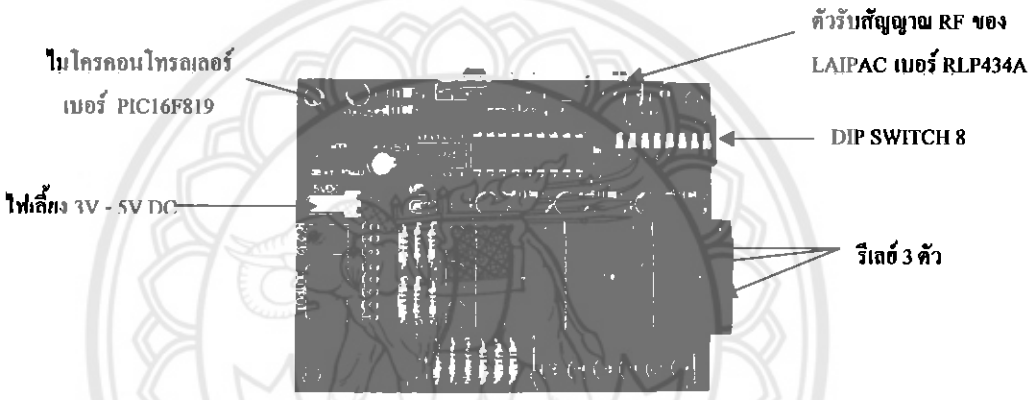
จากรูปที่ 3.2 เป็นอุปกรณ์รับส่งสัญญาณ (LWM-433H) สามารถเป็นได้ทั้งภาครับและภาคส่งสัญญาณได้ ทำการมอดูเลตสัญญาณแบบ (FSK) ใช้งานที่ความถี่ 433.93 หรือ 434.33 MHz ใช้ไฟเลี้ยง 5 VDC สามารถรับส่งได้ในระยะทาง 50 ถึง 100 เมตรในที่โล่ง การที่จะทำให้ส่งสัญญาณได้ไกลขึ้นต้องใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ AMB-434UM คือเป็นตัวขยายสัญญาณในการรับส่งสัญญาณ โดยสามารถส่งได้ที่ระยะทางประมาณ 500 เมตร การที่จะทำให้อุปกรณ์สามารถรับส่งสัญญาณได้นั้นจะต้องมีไมโครคอนโทรเลอร์มาควบคุมการทำงาน

อุปกรณ์รับส่งสัญญาณ (PKIT-5T, PKIT-5R) เป็นอุปกรณ์ที่ส่งสัญญาณแบบทิศทางเดียว (Simplex) โดยภาคส่งสัญญาณคือ อุปกรณ์ PKIT-5T ลักษณะอุปกรณ์เป็นตามรูปที่ 3.3 อุปกรณ์ภาครับสัญญาณคือ อุปกรณ์ PKIT-5R ลักษณะอุปกรณ์เป็นตามรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.3 อุปกรณ์ส่งสัญญาณ PKIT-5T [7]

จากรูปที่ 3.3 เป็นอุปกรณ์ส่งสัญญาณ (PKIT-5T) อุปกรณ์ดังกล่าวมีไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ PIC16F819 เป็นตัวควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ โดยมีการเขียนโปรแกรมกำหนดค่า SWITCH ที่มีอยู่ 3 SWITCH ให้มีค่าที่ต่างกัน ค่าSWITCH แต่ละตัวมีการกำหนดค่าให้ตรงกับส่วนของภาครับสัญญาณ (PKIT-5R) เพื่อสั่งงานรีเลย์ทั้ง 3 ตัว ตามรูปที่ 3.4 อุปกรณ์ส่งสัญญาณ (PKIT-5T) มี DIP SWITCH 8 ช่องเพื่อกำหนด Address ได้ถึง 256 ค่า มีตัวที่ทำหน้าที่ส่งสัญญาณคือ LAIPAC เบอร์ TLP434A โดยจะทำการเข้ารหัสสัญญาณดิจิตอลแบบ Manchester encoding และทำการมอดูเลตสัญญาณแบบ Amplitude-shift keying (ASK) และส่งสัญญาณที่ความถี่ 433,92 MHz นอกจากนี้สามารถต่อสายอากาศเพื่อเพิ่มระยะการส่งสัญญาณให้ได้ไกลยิ่งขึ้น ใช้ไฟเลี้ยงบอร์ดแรงดันระหว่าง 3V - 5V DC



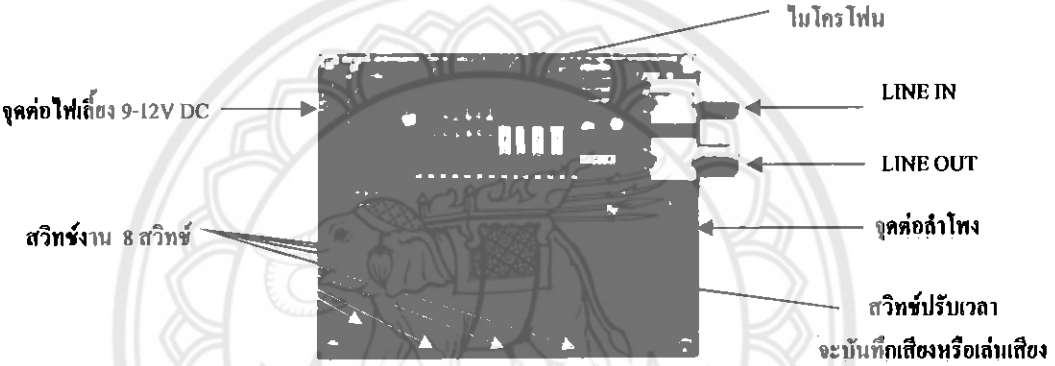
รูปที่ 3.4 อุปกรณ์รับสัญญาณ PKIT-5T [7]

จากรูปที่ 3.4 เป็นอุปกรณ์รับสัญญาณ (PKIT-5T) อุปกรณ์ดังกล่าวมีไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ PIC16F819 เป็นตัวควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ โดยมีการเขียนโปรแกรมกำหนดค่าการสั่งงานของรีเลย์ที่มีอยู่ 3 ตัว ให้มีค่าที่ต่างกัน โดยค่าของแต่ละรีเลย์นั้นต้องตรงกับ SWITCH ทั้ง 3 SWITCH ใช้งาน ของภาคส่งสัญญาณ (PKIT-5T) อุปกรณ์รับสัญญาณ (PKIT-5R) มี DIP SWITCH 8 ช่อง เพื่อกำหนด Address ได้ถึง 256 ค่า มีตัวที่ทำหน้าที่รับสัญญาณ คือ LAIPAC เบอร์ RLP434A โดยจะทำการถอดรหัสสัญญาณดิจิตอลแบบ Manchester encoding และทำการดีมอดูเลตสัญญาณแบบ Amplitude-shift keying (ASK) และรับสัญญาณที่ความถี่ 433.92 MHz และสามารถต่อสายอากาศเพื่อเพิ่มระยะการรับสัญญาณได้ไกลยิ่งขึ้น โดยใช้ไฟเลี้ยงบอร์ดแรงดันระหว่าง 3V - 5V DC

จากคุณสมบัติของอุปกรณ์รับส่งสัญญาณ (PKIT-5T , PKIT-5R) นั้นสามารถที่จะนำมาใช้ในการทำโครงงานในครั้งนี้ เพราะอุปกรณ์ดังกล่าวมีการรับส่งสัญญาณในรูปแบบดิจิตอลแบบไร้สาย พร้อมทั้งยังมีสวิทช์ใช้งานอยู่ 3 สวิทช์ พอดีกับการที่ต้องการใช้งานกับรถไฟฟ้าทั้ง 3 สาย

พร้อมทั้งยังมีไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่คอยควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ (PKIT-5T , PKIT-5R) โดยแต่ละสวิทช์ของอุปกรณ์ส่งสัญญาณ (PKIT-5T) จะสั่งการรีเลย์ของอุปกรณ์ภาครับสัญญาณ (PKIT-5R) โดยการสั่งงานรีเลย์แต่ละตัวได้มีไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ได้เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานไว้ การใช้งานก็เอาสัญญาณที่ออกจากรีเลย์แต่ละตัวไปเป็นตัวเปิดปิดสวิทช์ของอุปกรณ์ส่วนบันทึกเสียงได้ตามที่ต้องการ ดังนั้นจึงได้นำอุปกรณ์รับส่งสัญญาณ (PKIT-5T , PKIT-5R) มาใช้เป็นตัวรับส่งสัญญาณในการทำโครงงานนี้

3.3.2 อุปกรณ์บันทึกเสียง อุปกรณ์ส่วนบันทึกเสียงนี้เป็นส่วนที่ต้องทำการบันทึกเสียงเก็บไว้ แล้วก็นำสัญญาณเสียงที่ได้ทำการบันทึกไว้ให้ส่งสัญญาณเสียงออกมาตามที่ต้องการ โดยอุปกรณ์ดังกล่าวคือ VOICE RECORDER (VR – 60S) โดยมีลักษณะตามรูปที่ 3.5

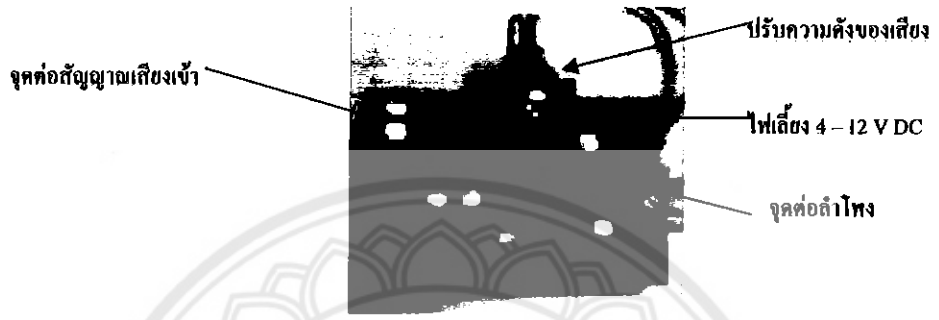


รูปที่ 3.5 อุปกรณ์บันทึกเสียง VOICE RECORDER (VR – 60S) [8]

จากรูปที่ 3.5 เป็นอุปกรณ์บันทึกเสียง VOICE RECORDER (VR – 60S) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่สามารถบันทึกเสียงและเล่นเสียงได้ โดยแต่ละสวิทช์ที่ใช้งานสามารถบันทึกเสียงได้นานถึง 7.5 วินาที โดยในการบันทึกเสียงหรือเล่นเสียง จะมีสวิทช์คอยปรับให้เลือกว่าจะเล่นเสียงหรือบันทึกเสียง เวลาใช้งานในการบันทึกเสียงก็ให้ปรับไปที่บันทึกเสียง จากนั้นก็ทำการกดสวิทช์ที่ต้องการใช้งานที่มีอยู่ 8 สวิทช์ ว่าจะบันทึกเสียงไหนลงไปในแต่ละสวิทช์ใด เวลาบันทึกเสียงก็ทำการกดสวิทช์ที่ต้องการบันทึกเสียงค้าง พร้อมทั้งพูดเสียงลงไปในไมโครโฟนได้ทันที หรือถ้าต้องการบันทึกเสียงจากคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์บันทึกเสียง VOICE RECORDER (VR – 60S) ก็มีช่องสัญญาณ LINE IN เพื่อใช้ในการบันทึกเสียงได้เช่นกัน

การส่งสัญญาณเสียงที่ได้ทำบันทึกไว้ ก็ทำการปรับสวิทช์ไปที่เล่นเสียง และก็กดสวิทช์ที่ได้ทำการบันทึกเสียง จากนั้นสัญญาณเสียงก็จะถูกส่งสัญญาณเสียงออกมาทางจุดที่มีการต่อลำโพง หรือถ้าต้องการให้มีดังเพิ่มมากขึ้น ก็มีจุดที่นำสัญญาณเสียงไปเข้ากับวงจรขยายเสียงได้ คือ จุด LINE OUT อุปกรณ์บันทึกเสียง VOICE RECORDER (VR – 60S) นี้ ใช้ไฟเลี้ยงบอร์ด 9 -12V DC พร้อมทั้งมีจุดต่อไฟเลี้ยงตามรูปที่ 3.5

3.2.3 อุปกรณ์ขยายเสียง จากการทดลองเสียงที่ได้ทำการบันทึกไว้จะเห็นได้ว่าเสียงไม่ค่อยดังเท่าที่ควร จึงต้องมีส่วนของวงจรขยายเสียงมาทำการขยายให้สัญญาณเสียงมีความดังมากยิ่งขึ้น โดยได้ทำการศึกษาหาวงจรขยายเสียงและได้ทำการประกอบอุปกรณ์ขึ้นมา ซึ่งอุปกรณ์ขยายเสียงดังกล่าวเป็นอุปกรณ์ขายเสียงขนาดเล็กประเภท OTL โดยลักษณะของอุปกรณ์เป็นดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 อุปกรณ์ขยายเสียงแบบประเภท OTL

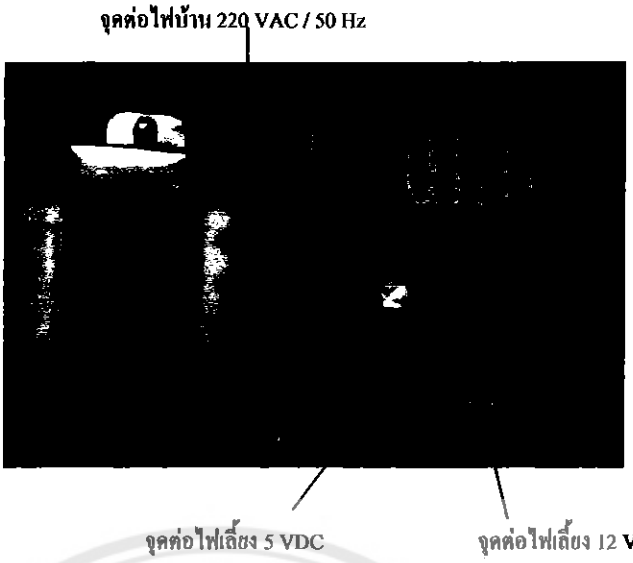
จากรูปที่ 3.6 เป็นอุปกรณ์ขยายเสียงขนาดเล็กประเภท OTL สามารถให้ความดังของสัญญาณเสียงประมาณ 15 W โดยอุปกรณ์ขยายเสียงดังกล่าวจะมีจุดที่ต่อสัญญาณเสียงเข้า ก็คือนำสัญญาณเสียงที่ออกจากบอร์ดบันทึกเสียง (VR – 60S) ตรงจุด LINE OUT มาต่อเข้ากับจุดที่ต่อสัญญาณเสียงเข้าของอุปกรณ์ขยายเสียง พร้อมทั้งยังมีส่วนที่สามารถปรับให้เสียงมีความดังเพิ่มมากยิ่งขึ้น และก็มีจุดต่อลำโพงเพื่อนำสัญญาณเสียงออกสู่ลำโพง อุปกรณ์ขยายเสียงดังกล่าวใช้ไฟเลี้ยง 4 – 12 V DC

3.2.4 ภาคจ่ายไฟ จากที่ได้ทำการสำรวจหาอุปกรณ์ต่าง ๆ ตามที่ได้กล่าวมา ซึ่งอุปกรณ์ต่าง ๆ เหล่านี้ก็ต้องใช้ไฟเลี้ยงด้วยกันทั้งสิน จึงต้องมีการคิดหาวงจรและประกอบวงจรภาคจ่ายไฟขึ้นมา

ซึ่งอุปกรณ์แต่ละชิ้นที่จะนำมาทำในโครงงานนี้ก็มี

อุปกรณ์รับสัญญาณ PKIT-5R	ใช้ไฟเลี้ยง	5	V DC
อุปกรณ์ส่งสัญญาณ PKIT-5T	ใช้ไฟเลี้ยง	5	V DC
อุปกรณ์บันทึกเสียง (VR – 60S)	ใช้ไฟเลี้ยง	12	V DC
อุปกรณ์ขยายเสียง	ใช้ไฟเลี้ยง	12	V DC

ซึ่งจะต้องสร้างวงจรภาคจ่ายไฟ ให้สามารถจ่ายไฟเลี้ยงได้ 5 V DC และ 12 V DC ซึ่งลักษณะอุปกรณ์เป็นดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 อุปกรณ์ภาคจ่ายไฟเลี้ยง 5 V DC และ 12 V DC

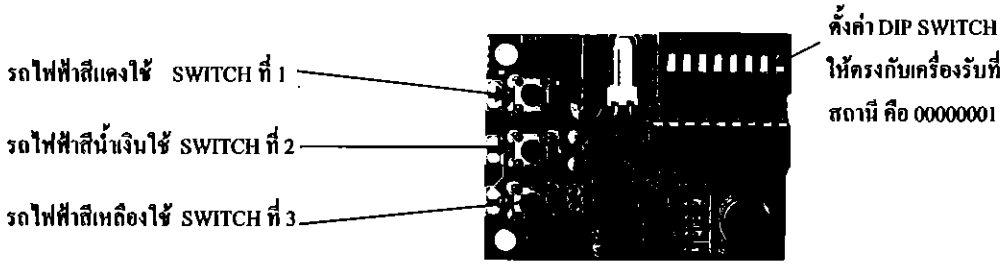
จากรูปที่ 3.7 เป็นอุปกรณ์ภาคจ่ายไฟ โดยสามารถจ่ายไฟเลี้ยง ได้ 5 V DC และ 12 V DC โดยทำการแปลงสัญญาณไฟฟ้าจาก 220 VAC มาเป็น 5 V DC และ 12 V DC เพื่อที่จะเอาไปใช้งานกับอุปกรณ์ที่ได้กล่าวมาก่อนหน้านี้ต่อไป

สรุปอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้ในการทำโครงงานในครั้งนี้ โดยมีอุปกรณ์ตัวส่งสัญญาณคือ PKIT-5T อุปกรณ์ตัวรับสัญญาณ ก็คือ PKIT-5R อุปกรณ์บันทึกเสียง ก็คือ (VR – 60S) พร้อมทั้งอุปกรณ์ขยายเสียง และก็มีอุปกรณ์ภาคจ่ายไฟเลี้ยง ต่อไปจะเป็นขั้นตอนการสร้างอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้สามารถทำงานตามที่ได้ออกแบบระบบการรับส่งสัญญาณไว้ก่อนหน้านี้

3.3 ขั้นตอนการสร้างอุปกรณ์รับส่งสัญญาณ

3.3.1 ภาคส่งสัญญาณจากรถไฟฟ้า

ภาคส่งสัญญาณจากรถไฟฟ้านั้น จะนำอุปกรณ์ตัวส่งสัญญาณ PKIT-5T มาทำเป็นภาคส่งสัญญาณของรถไฟฟ้าแต่ละสาย โดยจะทำการกำหนดสวิทช์ที่มีอยู่ 3 สวิทช์ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 การกำหนดปุ่มสวิทช์ของรถไฟฟ้าแต่ละสาย [7]

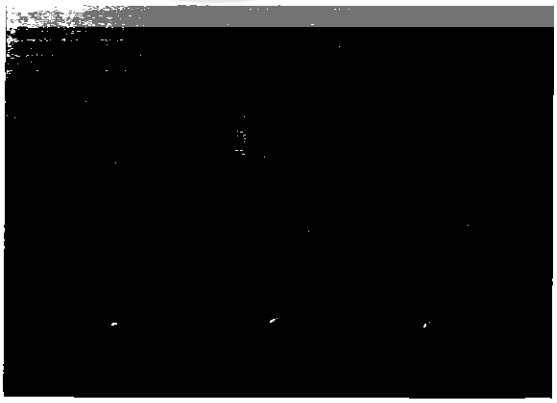
จากรูปที่ 3.8 เป็นการกำหนดปุ่มสวิทช์ของรถไฟฟ้าแต่ละสาย โดยสวิทช์ที่ 1 กำหนดให้ใช้กับรถไฟฟ้าสายสีแดง สวิทช์ที่ 2 กำหนดให้ใช้กับรถไฟฟ้าสายสีน้ำเงิน สวิทช์ที่ 3 กำหนดให้ใช้กับรถไฟฟ้าสายสีเหลือง และก็ต้องทำการตั้งค่า DIP SWITCH ให้ตรงกับภาครับสัญญาณที่สถานีรถไฟฟ้า โดยกำหนดให้ตั้งค่าเป็น 00000001 เมื่อกำหนดสวิทช์ของอุปกรณ์ดังกล่าวได้แล้วก็ต้องทำการใส่ลงกล่องและต่อสวิทช์สัญญาณของรถไฟฟ้าแต่ละสายตามที่กำหนดไว้ จะขอยกตัวอย่างรถไฟฟ้าสายสีน้ำเงิน ตามรูปที่ 3.9

ต่อวงจร SWITCH ที่ 2 เข้ากับสวิทช์ใหญ่ แล้วทำการใส่ลงกล่อง

รถไฟฟ้าสีน้ำเงินใช้ SWITCH ที่ 2

รูปที่ 3.9 กำหนดสวิทช์ที่ 2 ให้ใช้กับรถไฟฟ้าสายสีน้ำเงินและทำการใส่ลงในกล่อง

จากรูปที่ 3.9 เป็นการกำหนดสวิทช์ที่ 2 ให้ใช้กับรถไฟฟ้าสายสีน้ำเงินและทำการใส่ลงในกล่อง โดยได้ทำการต่อสัญญาณของสวิทช์ที่ 2 เข้ากับสวิทช์ใหญ่ให้เป็นปุ่มเดียวเพื่อที่จะไปใช้ในการส่งสัญญาณจากรถไฟฟ้าสายสีน้ำเงิน ส่วนสายสีแดงและสายสีเหลืองก็ทำเช่นเดียวกัน โดยจะได้อุปกรณ์ออกมาตามรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 เครื่องส่งสัญญาณจากรถไฟฟ้าทั้ง 3 สาย

จากรูปที่ 3.10 เป็นเครื่องส่งสัญญาณจากรถไฟฟ้าทั้ง 3 สายที่ได้ทำการต่อวงจรและทำการบรรจุลงกล่อง พร้อมที่จะใช้งานในการส่งสัญญาณ โดยมีของรถไฟฟ้าสายสีเหลือง รถไฟฟ้าสายสีแดง และรถไฟฟ้าสายสีน้ำเงิน เรียงจากซ้ายมาขวาตามลำดับ

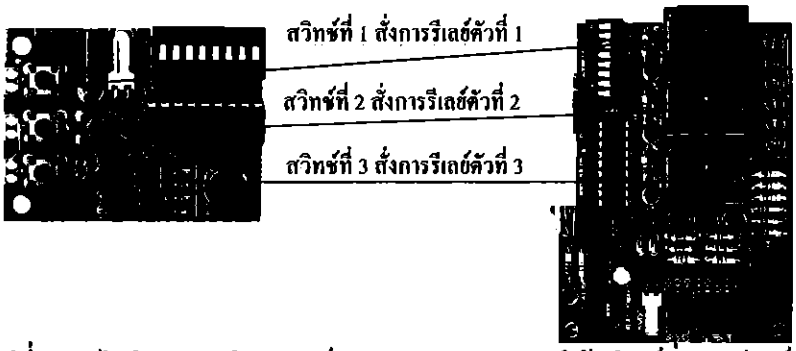
3.3.2 เครื่องรับส่งสัญญาณที่สถานีที่ผู้ใช้บริการรถไฟฟ้ารออยู่

เครื่องรับส่งสัญญาณที่สถานีที่ผู้ใช้บริการรถไฟฟ้ารออยู่ โดยอุปกรณ์ในส่วนนี้จะมีภาครับสัญญาณอยู่ 2 ส่วน คือ ส่วนที่รับสัญญาณจากรถไฟฟ้า ส่วนที่รับสัญญาณจากสถานีอื่น และก็จะมีส่วนที่ส่งสัญญาณไปที่สถานีถัดไป มีอุปกรณ์ส่วนบันทึกเสียง อุปกรณ์ส่วนขยายเสียง พร้อมทั้งอุปกรณ์ภาคจ่ายไฟ ที่คอยจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ต่าง ๆ ตามที่กล่าวมา

อุปกรณ์รับสัญญาณส่วนที่ 1 คือ ส่วนที่รับสัญญาณจากรถไฟฟ้า ในส่วนตรงนี้เมื่อทำการรับสัญญาณแล้วจะทำการส่งสัญญาณไปที่บอร์ดบันทึกเสียง เพื่อให้บอร์ดบันทึกเสียงส่งสัญญาณเสียงเตือนว่ารถไฟฟ้ามาถึงแล้ว โดยมีลักษณะตามรูปที่ 3.11

รูปที่ 3.11 อุปกรณ์รับสัญญาณจากรถไฟฟ้า[7]

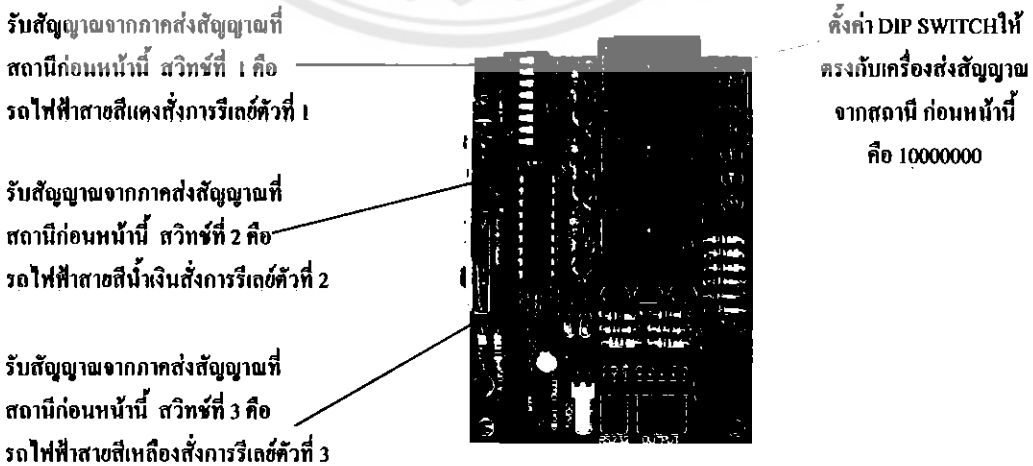
จากรูปที่ 3.11 เป็นอุปกรณ์รับสัญญาณจากรถไฟฟ้าทั้ง 3 สาย ก่อนอื่นจะต้องทำการตั้งค่า DIP SWITCH ให้ตรงกับภาคส่งสัญญาณจากรถไฟฟ้า คือ 00000001 และการทำงานของรีเลย์ตัวที่ 1 คือ ส่วนที่รับสัญญาณจากรถไฟฟ้าสายสีแดง การทำงานของรีเลย์ตัวที่ 2 คือส่วนที่รับสัญญาณจากรถไฟฟ้าสายสีน้ำเงิน การทำงานของรีเลย์ตัวที่ 3 คือ ส่วนที่รับสัญญาณจากรถไฟฟ้าสายสีเหลือง เหตุผลที่เป็นเช่นนี้เพราะได้มีการเขียนโปรแกรมสั่งการในไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F819 ให้สั่งการสวิทช์ต่าง ๆ ตามที่ได้กำหนดไว้ในการรับส่งสัญญาณ ตามรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 ไมโครคอนโทรเลอร์ PIC16F819 กำหนดให้สวิทช์สั่งการรีเลย์แต่ละตัว

จากรูปที่ 3.12 เป็นการที่ไมโครคอนโทรเลอร์ PIC16F819 นั้นได้ทำการกำหนดให้สวิทช์ที่ 1 สั่งการรีเลย์ตัวที่ 1 สวิทช์ที่ 2 สั่งการรีเลย์ตัวที่ 2 สวิทช์ที่ 3 สั่งการรีเลย์ตัวที่ 3 จึงทำให้สามารถกำหนดได้ว่า ถ้าใช้สัญญาณจากรีเลย์ตัวที่ 1 จะเป็นสัญญาณจากรถไฟฟ้าสายสีแดง และก็นำสัญญาณที่ได้จากรีเลย์ตัวที่ 1 ไปทำการสวิทช์อุปกรณ์บันทึกเสียงต่อไป ถ้าใช้สัญญาณจากรีเลย์ตัวที่ 2 จะเป็นสัญญาณจากรถไฟฟ้าสายสีน้ำเงิน และก็นำสัญญาณที่ได้จากรีเลย์ตัวที่ 2 ไปทำการสวิทช์อุปกรณ์บันทึกเสียงต่อไป ถ้าใช้สัญญาณจากรีเลย์ตัวที่ 3 จะเป็นสัญญาณจากรถไฟฟ้าสายสีเหลือง และก็นำสัญญาณที่ได้จากรีเลย์ตัวที่ 3 ไปทำการสวิทช์อุปกรณ์บันทึกเสียงต่อไป

อุปกรณ์รับสัญญาณส่วนที่ 2 คือ ส่วนที่รับสัญญาณจากสถานีก่อนหน้านี้ ในส่วนตรงนี้เมื่อทำการรับสัญญาณแล้วจะทำการส่งสัญญาณไปที่บอร์ดบันทึกเสียง เพื่อให้บอร์ดบันทึกเสียงส่งสัญญาณเสียงเตือนว่า รถไฟฟ้าถึงสถานีก่อนหน้านี้แล้วอีกกี่นาทีจะมาถึงสถานีนี้ โดยมีลักษณะตามรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 อุปกรณ์รับสัญญาณจากสถานีก่อนหน้านี้ [7]

จากรูปที่ 3.13 เป็นอุปกรณ์รับสัญญาณจากสถานีก่อนหน้านี้ ก่อนอื่นต้องทำการตั้งค่าDIP SWITCH ของเครื่องรับสัญญาณจากสถานีก่อนหน้านี้ ให้ตรงกับเครื่องส่งสัญญาณไปที่สถานีถัดไป โดยได้ทำการตั้งค่า DIP SWITCH เป็น 10000000 จะเห็นได้ว่าการตั้งค่าของเครื่องรับสัญญาณทั้ง 2 ส่วนดังกล่าวนั้น จะมีค่าไม่เหมือนกัน โดยค่า DIP SWITCH ของเครื่องรับสัญญาณจากรถไฟฟ้ามีค่าเป็น 00000001 ส่วนค่า DIP SWITCH ของเครื่องรับสัญญาณจากสถานีก่อนหน้านี้มีค่าเป็น 10000000 เหตุผลที่ต้องทำการตั้งค่า DIP SWITCH ให้ต่างกันเพราะที่เครื่องรับส่งสัญญาณที่สถานีรถไฟฟ้า ยังมีภาคส่วนที่ทำการส่งสัญญาณไปให้สถานีถัดไป เพื่อป้องกันไม่ให้ส่งสัญญาณกลับไปที่ภาครับสัญญาณของเครื่องตัวเอง นั้นก็คือการชนกันของสัญญาณ ซึ่งความต้องการก็คือต้องการที่จะส่งสัญญาณไปที่สถานีถัดไป จึงต้องทำการตั้งค่า DIP SWITCH ให้มีค่าต่างกัน จากนั้นก็ทำการกำหนดสวิทช์โดย

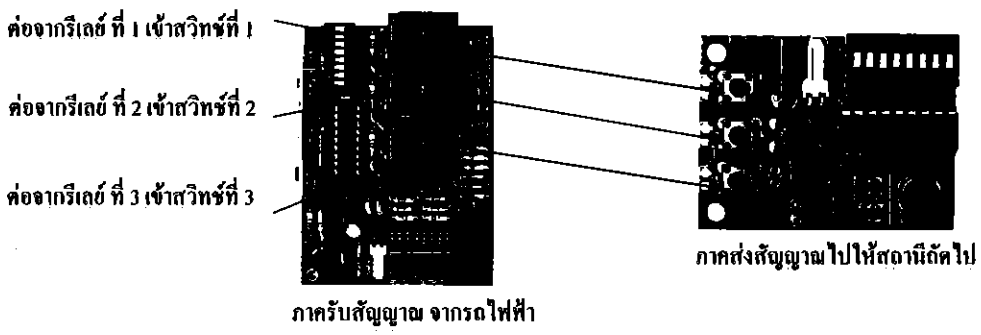
สัญญาณจากรีเลย์ตัวที่ 1 คือ ได้รับสัญญาณจากเครื่องส่งสัญญาณจากสถานีก่อนหน้านี้จากสวิทช์ที่ 1 ตามรูปที่ 3.12 ซึ่งเป็นสัญญาณจากรถไฟฟ้าสายสีแดง จากนั้นก็นำสัญญาณจากรีเลย์ตัวที่ 1 ไปทำการสวิทช์บอร์ดบันทึกเสียงต่อไป

สัญญาณจากรีเลย์ตัวที่ 2 คือ ได้รับสัญญาณจากเครื่องส่งสัญญาณจากสถานีก่อนหน้านี้จากสวิทช์ที่ 2 ตามรูปที่ 3.12 ซึ่งเป็นสัญญาณจากรถไฟฟ้าสายสีน้ำเงิน จากนั้นก็นำสัญญาณจากรีเลย์ตัวที่ 2ไปทำการสวิทช์บอร์ดบันทึกเสียงต่อไป

สัญญาณจากรีเลย์ตัวที่ 3 คือ ได้รับสัญญาณจากเครื่องส่งสัญญาณจากสถานีก่อนหน้านี้จากสวิทช์ที่ 3 ตามรูปที่ 3.12 ซึ่งเป็นสัญญาณจากรถไฟฟ้าสายสีเหลือง จากนั้นก็นำสัญญาณจากรีเลย์ตัวที่ 3ไปทำการสวิทช์บอร์ดบันทึกเสียงต่อไป

อุปกรณ์ส่งสัญญาณไปให้สถานีถัดไป

อุปกรณ์ในส่วนนี้จะทำการต่อกับรีเลย์ของวงจรภาครับสัญญาณจากรถไฟฟ้า เพื่อทำการส่งสัญญาณไปให้ภาครับสัญญาณที่สถานีถัดไป โดยลักษณะจะเป็นตามรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 การต่อสัญญาณจากรีเลย์ของภาครับสัญญาณจากรถไฟฟ้าเพื่อไปทำการสวิทช์ให้ภาคส่งสัญญาณไปให้สถานีถัดไปทำงาน

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

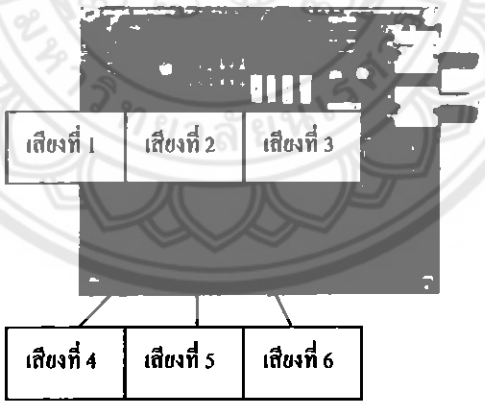
4941639

จากรูปที่ 3.14 เป็นการต่อสัญญาณจากรีเลย์ของภาครับสัญญาณจากรถไฟฟ้า เพื่อไปทำการสวิทช์ให้ภาคส่งสัญญาณไปให้สถานีถัดไปทำงาน โดยสัญญาณจากรีเลย์ตัวที่ 1 ของภาครับสัญญาณจากรถไฟฟ้า คือ สัญญาณของรถไฟฟ้าสายสีแดง ที่ต่อเข้ากับสวิทช์ตัวที่ 1 ของภาคส่งสัญญาณไปให้สถานีถัดไป เพื่อทำการส่งสัญญาณไปเตือนสถานีถัดไปว่า รถไฟฟ้าสายสีแดงถึงสถานีก่อนหน้านี้แล้วอีกกี่นาทีจะมาถึงสถานีนี้ สัญญาณจากรีเลย์ตัวที่ 2 ของภาครับสัญญาณจากรถไฟฟ้า คือ สัญญาณของรถไฟฟ้าสายสีน้ำเงิน ที่ต่อเข้ากับสวิทช์ตัวที่ 2 ของภาคส่งสัญญาณไปให้สถานีถัดไป เพื่อทำการส่งสัญญาณไปเตือนสถานีถัดไปว่า รถไฟฟ้าสายสีน้ำเงินถึงสถานีก่อนหน้านี้แล้วอีกกี่นาทีจะมาถึงสถานีนี้ สัญญาณจากรีเลย์ตัวที่ 3 ของภาครับสัญญาณจากรถไฟฟ้า คือ สัญญาณของรถไฟฟ้าสายสีเหลือง ที่ต่อเข้ากับสวิทช์ตัวที่ 3 ของภาคส่งสัญญาณไปให้สถานีถัดไป เพื่อทำการส่งสัญญาณไปเตือนสถานีถัดไปว่า รถไฟฟ้าสายสีเหลืองถึงสถานีก่อนหน้านี้แล้วอีกกี่นาทีจะมาถึงสถานีนี้

อุปกรณ์บันทึกเสียง

ในส่วนของอุปกรณ์บันทึกเสียง ก่อนอื่นต้องทำการบันทึกเสียงที่ต้องการลงในบอร์ดบันทึกเสียงก่อนโดยการบันทึกเสียงนั้น ก็จะทำการกำหนดเสียงที่ต้องการจะบันทึกไว้ในแต่ละสวิทช์ตามรูปที่ 3.15

ม.
ก16769
2550



รูปที่ 3.15 การกำหนดเสียงที่ต้องการบันทึกลงไปในบอร์ด (VR – 60S) [8]

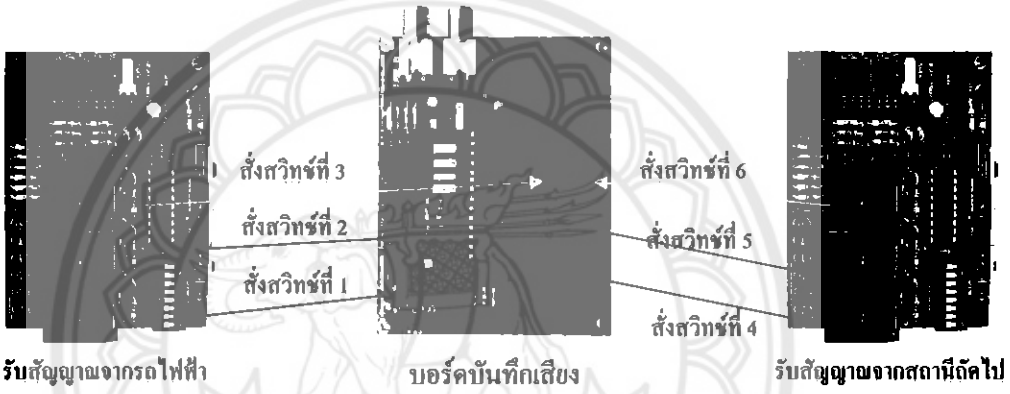
จากรูปที่ 3.15 เป็นการกำหนดเสียงที่ต้องการบันทึกลงไปในบอร์ด (VR – 60S) โดยกำหนดให้
เสียงที่ 1 บันทึกลงในสวิทช์ที่ 1 บันทึกเสียงว่า "รถไฟฟ้าสายสีแดงมาถึงแล้วครับ"
เสียงที่ 2 บันทึกลงในสวิทช์ที่ 2 บันทึกเสียงว่า "รถไฟฟ้าสายสีน้ำเงินมาถึงแล้วครับ"
เสียงที่ 3 บันทึกลงในสวิทช์ที่ 3 บันทึกเสียงว่า "รถไฟฟ้าสายสีเหลืองมาถึงแล้วครับ"

เสียงที่ 4 บันทึกลงในสวิทช์ที่ 4 บันทึกเสียงว่า "รถไฟฟ้าสายสีแดงมาถึงสถานีก่อนหน้านี้แล้วครับ อีก 5 นาทีจะมาถึงครับ"

เสียงที่ 5 บันทึกลงในสวิทช์ที่ 5 บันทึกเสียงว่า "รถไฟฟ้าสายสีน้ำเงินมาถึงสถานีก่อนหน้านี้แล้ว ครับอีก 5 นาทีจะมาถึงครับ"

เสียงที่ 6 บันทึกลงในสวิทช์ที่ 6 บันทึกเสียงว่า "รถไฟฟ้าสายสีเหลืองมาถึงสถานีก่อนหน้านี้แล้ว ครับอีก 5 นาทีจะมาถึงครับ"

โดยเวลาใช้งานก็นำสัญญาณจากรีเลย์ของภาครับสัญญาณทั้ง 2 ส่วน มาต่อเข้ากับสวิทช์ของบอร์ดบันทึกเสียงโดยมีลักษณะดังรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.16 การต่อวงจรจากภาครับสัญญาณทั้ง 2 ส่วนเพื่อสั่งงานให้บอร์ดบันทึกเสียงทำงานตามเสียงที่ได้ทำการบันทึกไว้

จากรูปที่ 3.16 เป็นการต่อวงจรจากภาครับสัญญาณทั้ง 2 ส่วนเพื่อสั่งงานให้บอร์ดบันทึกเสียงทำงานตามเสียงที่ได้ทำการบันทึกไว้ โดยกำหนดให้สวิทช์สั่งงานดังนี้

ภาครับสัญญาณจากรถไฟฟ้า

รีเลย์ตัวที่ 1 ของภาครับสัญญาณจากรถไฟฟ้าจะไปทำการเปิดปิดสวิทช์ที่ 1 ของบอร์ดบันทึกเสียง ให้ส่งสัญญาณออกมาว่า "รถไฟฟ้าสายสีแดงมาถึงแล้วครับ"

รีเลย์ตัวที่ 2 ของภาครับสัญญาณจากรถไฟฟ้าจะไปทำการเปิดปิดสวิทช์ที่ 2 ของบอร์ดบันทึกเสียง ให้ส่งสัญญาณออกมาว่า "รถไฟฟ้าสายสีน้ำเงินมาถึงแล้วครับ"

รีเลย์ตัวที่ 3 ของภาครับสัญญาณจากรถไฟฟ้าจะไปทำการเปิดปิดสวิทช์ที่ 3 ของบอร์ดบันทึกเสียง ให้ส่งสัญญาณออกมาว่า "รถไฟฟ้าสายสีเหลืองมาถึงแล้วครับ"

ภาครับสัญญาณจากสถานีถัดไป

รีเลย์ตัวที่ 1 ของภาครับสัญญาณจากสถานีถัดไป จะไปทำการเปิดปิดสวิทช์ที่ 4 ของบอร์ดบันทึกเสียง ให้ส่งสัญญาณออกมาว่า "รถไฟฟ้าสายสีแดงมาถึงสถานีก่อนหน้านี้แล้วครับ อีก 5 นาทีจะมาถึงครับ"

รีเลย์ตัวที่ 2 ของภาครับสัญญาณจากสถานีถัดไป จะไปทำการเปิดปิดสวิทช์ที่ 5 ของบอร์ดบันทึกเสียง ให้ส่งสัญญาณออกมาว่า "รถไฟฟ้าสายสีน้ำเงินมาถึงสถานีก่อนหน้านี้แล้ว ครับอีก 5 นาทีจะมาถึงครับ"

รีเลย์ตัวที่ 3 ของภาครับสัญญาณจากสถานีถัดไป จะไปทำการเปิดปิดสวิทช์ที่ 6 ของบอร์ดบันทึกเสียง ให้ส่งสัญญาณออกมาว่า "รถไฟฟ้าสายสีเหลืองมาถึงสถานีก่อนหน้านี้แล้ว ครับอีก 5 นาทีจะมาถึงครับ"

การที่จะทราบได้อย่างไรว่าเมื่อรถไฟฟ้าถึงสถานีก่อนหน้านี้แล้วว่าอีกกี่นาทีจะมาถึงสถานีนี้ โดยจะลองทำการสมมุติให้ ระยะทางสถานีแต่ละสถานีห่างกันประมาณ 250 เมตร และกำหนดให้รถไฟฟ้าวิ่งที่ความเร็วคงที่ 10 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ซึ่งจะได้ทำการคำนวณหาค่าเวลาออกมาตามสมการที่ 1 คือ

$$V = \frac{S}{T} \qquad (1)$$

V คือ ความเร็วของรถไฟฟ้า

S คือ ระยะทางระหว่างสถานีกับสถานี

T คือ เวลาที่รถไฟฟ้าใช้ในการวิ่ง

โดยในที่นี้ เราให้ ความเร็วที่รถไฟฟ้าใช้วิ่ง V = 10 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

V = 2.78 เมตรต่อวินาที

ระยะทางระหว่างสถานีกับสถานี S = 250 เมตร

แทนค่าลงในสมการจะได้

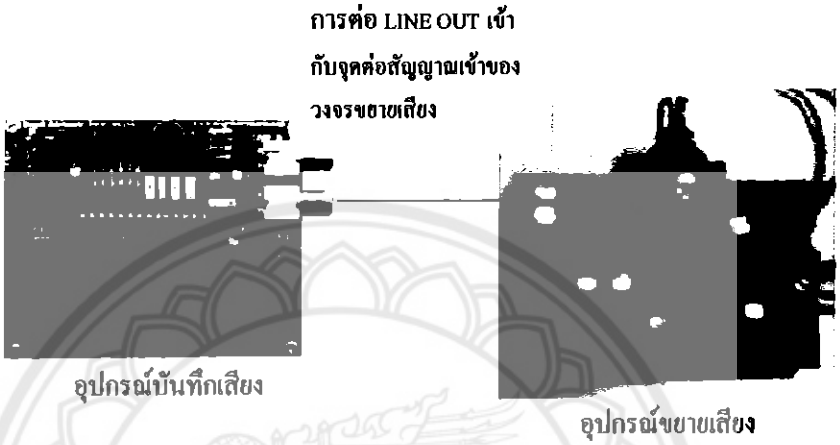
$$T = \frac{250}{2.78}$$

$$T = 89.93 \text{ วินาที}$$

เวลา 89.93 วินาที มีค่าประมาณ 1.5 นาที นี้คือเวลาที่รถไฟฟ้าใช้ในการวิ่งจากสถานีที่ 1 ไปสถานีถัดไป ซึ่งรถไฟฟ้ายังต้องเสียเวลาในการจอดที่สถานีเพื่อรับผู้โดยสาร หรือส่งผู้โดยสาร ก็น่าจะใช้เวลาประมาณ 2 – 3 นาที

สรุปแล้วเวลาเฉลี่ยที่รถไฟฟ้าใช้วิ่งจากสถานีไปสถานีถัดไปประมาณ 5 นาที ตามที่ได้บันทึก เสียงไว้

อุปกรณ์ขยายเสียง จากการที่ได้ทดสอบฟังเสียงที่ได้ทำการบันทึกไว้ อุปกรณ์บอร์ดบันทึกเสียงนั้นยังส่งสัญญาณเสียงออกมาได้ไม่ดังเท่าที่ควร จึงจะต้องนำสัญญาณเสียงดังกล่าวมาต่อเข้ากับอุปกรณ์ขยายเสียง เพื่อทำการขยายเสียงให้มีความดังมากยิ่งขึ้นโดยจะมีลักษณะดังรูปที่ 3.17

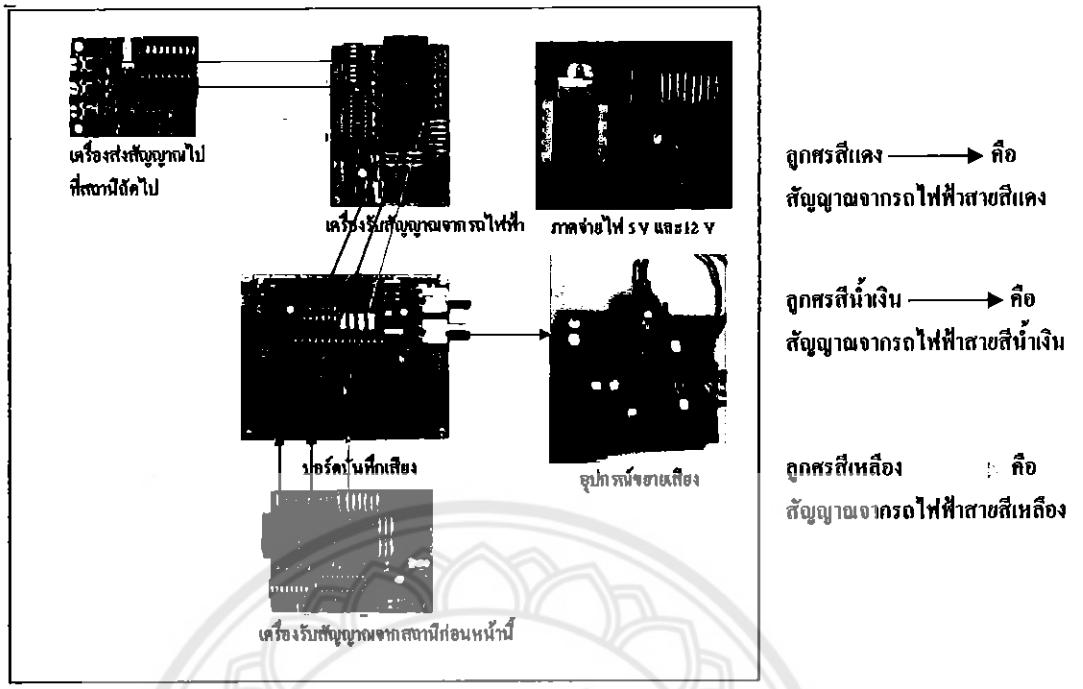


รูปที่ 3.17 การต่อสัญญาณจาก LINE OUT ของอุปกรณ์บันทึกเสียง
เข้ากับจุดต่อสัญญาณเข้าของวงจรขยายเสียง

จากรูปที่ 3.17 เป็นการต่อสัญญาณจาก LINE OUT ของอุปกรณ์บันทึกเสียงเข้ากับจุดต่อสัญญาณเข้าของวงจรขยายเสียง เพื่อทำการขยายสัญญาณเสียงของบอร์ดบันทึกเสียง โดยใช้อุปกรณ์ขยายเสียง ทำหน้าที่เป็นตัวขยายเสียงให้เสียงดังมากยิ่งขึ้น

สรุปการต่ออุปกรณ์ของเครื่องรับส่งสัญญาณที่สถานีรถไฟฟ้า โดยลักษณะจะเป็นไปตามรูปที่ 3.18

โดยรูปที่ 3.18 เป็นการต่ออุปกรณ์ของเครื่องรับส่งสัญญาณที่สถานีรถไฟฟ้า โดยภายในอุปกรณ์ ของเครื่องรับส่งสัญญาณที่สถานี มีส่วนของอุปกรณ์รับสัญญาณจากรถไฟฟ้าจะทำการเชื่อมต่อกับส่วนของอุปกรณ์ส่งสัญญาณไปที่สถานีถัดไป และก็ต่อเข้ากับบอร์ดบันทึกเสียงด้วยเช่นกัน โดยหลักการทำงานของอุปกรณ์รับสัญญาณจากรถไฟฟ้ามีดังนี้



รูปที่ 3.18 การต่ออุปกรณ์ของเครื่องรับส่งสัญญาณที่สถานีรถไฟฟ้า

เมื่อรับสัญญาณจากจากรถไฟฟ้าสายสีแดง (ลูกศรสีแดง) สัญญาณรีเลย์ของอุปกรณ์รับสัญญาณจากรถไฟฟ้าจะต่อเข้ากับสวิทช์ของบอร์ดบันทึกเสียง เพื่อสั่งการให้สวิทช์เสียงที่ 1 ของบอร์ดบันทึกเสียงทำการส่งสัญญาณเสียงที่บันทึกเสียงว่า "รถไฟฟ้าสายสีแดงมาถึงแล้วครับ" และในขณะเดียวกันก็ต่อสัญญาณรีเลย์ของอุปกรณ์รับสัญญาณจากรถไฟฟ้า ไปเข้ากับสวิทช์ที่ 1 ของอุปกรณ์ส่งสัญญาณไปให้สถานีถัดไป เพื่อทำการส่งสัญญาณรถไฟฟ้าสายสีแดงไปให้สถานีถัดไป

เมื่อรับสัญญาณจากจากรถไฟฟ้าสายสีน้ำเงิน (ลูกศรสีน้ำเงิน) สัญญาณรีเลย์ของอุปกรณ์รับสัญญาณจากรถไฟฟ้าจะต่อเข้ากับสวิทช์ของบอร์ดบันทึกเสียง เพื่อสั่งการให้สวิทช์เสียงที่ 2 ของบอร์ดบันทึกเสียงทำการส่งสัญญาณเสียงที่บันทึกเสียงว่า "รถไฟฟ้าสายสีน้ำเงินมาถึงแล้วครับ" และในขณะเดียวกันก็ต่อสัญญาณรีเลย์ของอุปกรณ์รับสัญญาณจากรถไฟฟ้า ไปเข้ากับสวิทช์ที่ 2 ของอุปกรณ์ส่งสัญญาณไปให้สถานีถัดไป เพื่อทำการส่งสัญญาณรถไฟฟ้าสายสีน้ำเงินไปให้สถานีถัดไป

เมื่อรับสัญญาณจากจากรถไฟฟ้าสายสีเหลือง (ลูกศรสีเหลือง) สัญญาณรีเลย์ของอุปกรณ์รับสัญญาณจากรถไฟฟ้าจะต่อเข้ากับสวิทช์ของบอร์ดบันทึกเสียง เพื่อสั่งการให้สวิทช์เสียงที่ 3 ของบอร์ดบันทึกเสียงทำการส่งสัญญาณเสียงที่บันทึกเสียงว่า "รถไฟฟ้าสายสีเหลืองมาถึงแล้วครับ" และในขณะเดียวกันก็ต่อสัญญาณรีเลย์ของอุปกรณ์รับสัญญาณจากรถไฟฟ้า ไปเข้ากับสวิทช์ที่ 3 ของอุปกรณ์ส่งสัญญาณไปให้สถานีถัดไป เพื่อทำการส่งสัญญาณรถไฟฟ้าสายสีเหลืองไปให้สถานีถัดไป

ส่วนของอุปกรณ์รับสัญญาณจากสถานีถัดไป โดยหลักการทำงานของอุปกรณ์รับสัญญาณจากสถานีถัดไปมีดังนี้

เมื่ออุปกรณ์รับสัญญาณจากสถานีถัดไปได้รับสัญญาณจากอุปกรณ์ส่งสัญญาณจากสถานีก่อนหน้านี้ โดยได้รับสัญญาณจากรถไฟฟ้าสายสีแดง (ลูกศรสีแดง) จากนั้นนำเอาสัญญาณที่ได้จากรีเลย์ของอุปกรณ์รับสัญญาณจากสถานีถัด ไปต่อเข้ากับสวิทช์ที่ 4 ของบอร์ดบันทึกเสียง เพื่อให้บอร์ดบันทึกเสียงทำการส่งสัญญาณเสียงที่ได้บันทึกไว้คือ "รถไฟฟ้าสายสีแดงมาถึงสถานีก่อนหน้านี้แล้วครับอีก 5 นาทีจะมาถึงครับ"

เมื่ออุปกรณ์รับสัญญาณจากสถานีถัดไปได้รับสัญญาณจากอุปกรณ์ส่งสัญญาณจากสถานีก่อนหน้านี้ โดยได้รับสัญญาณจากรถไฟฟ้าสายสีน้ำเงิน (ลูกศรสีน้ำเงิน) จากนั้นนำเอาสัญญาณที่ได้จากรีเลย์ของอุปกรณ์รับสัญญาณจากสถานีถัดไปต่อเข้ากับสวิทช์ที่ 5 ของบอร์ดบันทึกเสียง เพื่อให้บอร์ดบันทึกเสียงทำการส่งสัญญาณเสียงที่ได้บันทึกไว้คือ "รถไฟฟ้าสายสีน้ำเงินมาถึงสถานีก่อนหน้านี้แล้วครับอีก 5 นาทีจะมาถึงครับ"

เมื่ออุปกรณ์รับสัญญาณจากสถานีถัดไปได้รับสัญญาณจากอุปกรณ์ส่งสัญญาณจากสถานีก่อนหน้านี้ โดยได้รับสัญญาณจากรถไฟฟ้าสายสีเหลือง (ลูกศรสีเหลือง) จากนั้นนำเอาสัญญาณที่ได้จากรีเลย์ของอุปกรณ์รับสัญญาณจากสถานีถัดไปต่อเข้ากับสวิทช์ที่ 6 ของบอร์ดบันทึกเสียง เพื่อให้บอร์ดบันทึกเสียงทำการส่งสัญญาณเสียงที่ได้บันทึกไว้คือ "รถไฟฟ้าสายสีเหลืองมาถึงสถานีก่อนหน้านี้แล้วครับอีก 5 นาทีจะมาถึงครับ"

สัญญาณที่เข้ามาจากรีเลย์ของอุปกรณ์รับสัญญาณทั้ง 2 ส่วนนั้น จะไปสั่งการให้บอร์ดบันทึกเสียงทำงานตามที่ได้ต่อสัญญาณไว้ ซึ่งบอร์ดบันทึกเสียงก็ต้องทำการต่อสัญญาณไปที่อุปกรณ์ขยายเสียง เพื่อให้อุปกรณ์ขยายเสียงทำการขยายสัญญาณเสียงให้มีความดังมากยิ่งขึ้น และส่วนของภาคจ่ายไฟก็ต่อสัญญาณเข้ากับอุปกรณ์ต่าง ๆ ตามที่ได้กล่าวมา เพื่อทำการจ่ายไฟเลี้ยงให้กับอุปกรณ์ต่าง ๆ อุปกรณ์ภายในของเครื่องรับส่งสัญญาณที่สถานีรถไฟฟ้าจะมีลักษณะตามรูปที่ 3.19

โดยรูปที่ 3.19 เป็นอุปกรณ์ที่ได้ทำการต่อใช้งานจริงของเครื่องรับส่งสัญญาณที่สถานีรถไฟฟ้า เป็นรูปภายใน ที่มีอุปกรณ์รับสัญญาณจากรถไฟฟ้า อุปกรณ์รับสัญญาณจากสถานีก่อนหน้านี้ อุปกรณ์ส่งสัญญาณไปให้สถานีถัดไป อุปกรณ์บอร์ดบันทึกเสียง อุปกรณ์ขยายเสียง และภาคจ่ายไฟ ซึ่งอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ทำการต่อสัญญาณตามรูปที่ 3.18 รูปของเครื่องรับส่งสัญญาณที่สถานีรถไฟฟ้า จะมีลักษณะตามรูปที่ 3.20

รูปที่ 3.19 อุปกรณ์ที่ได้ทำการต่อใช้งานจริงของเครื่องรับส่งสัญญาณที่สถานีรถไฟฟ้า

รูปที่ 3.20 เครื่องรับส่งสัญญาณที่สถานีรถไฟฟ้า

จากรูปที่ 3.20 เป็นเครื่องรับส่งสัญญาณที่สถานีรถไฟฟ้าที่ได้ทำการต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ ตามรูปที่ 3.18 และทำการใส่อุปกรณ์ต่าง ๆ ลงไปในกล่อง เครื่องรับส่งสัญญาณที่สถานีรถไฟฟ้านี้ต้องทำการต่อสายอากาศเพื่อให้สามารถส่งสัญญาณได้ไกลยิ่งขึ้น และก็มีจุดต่อสัญญาณเสียง คือ ลำโพง เพื่อทำการส่งสัญญาณเสียงออกมา อุปกรณ์ตามรูปที่ 3.20 นี้เป็นเครื่องรับส่งสัญญาณที่สถานีรถไฟฟ้าที่พร้อมใช้ในการทดลองต่อไป

ในบทที่ 3 นี้เป็นการออกแบบและสร้างเครื่องส่งสัญญาณจากรถไฟฟ้าตามรูปที่ 3.10 และสร้างเครื่องรับส่งสัญญาณที่สถานีรถไฟฟ้าที่ผู้ใช้บริการรถไฟฟ้ารออยู่ตามรูปที่ 3.20 ซึ่งอุปกรณ์ดังกล่าวนั้นจะได้นำไปทำการทดลองต่อในบทที่ 4 ต่อไป

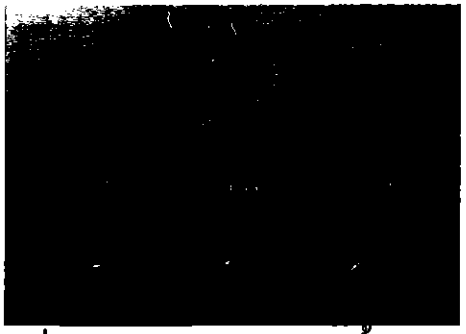
บทที่ 4
ผลการทดลอง

จากบทที่ 3 ที่ได้ทำการออกแบบและสร้างอุปกรณ์เครื่องส่งสัญญาณจากรถไฟฟ้า และเครื่องรับส่งสัญญาณที่สถานีรถไฟฟ้ามาแล้ว ในบทนี้จะนำเอาอุปกรณ์ดังกล่าวมาทำการทดลอง โดยการทดลองของการรับส่งสัญญาณนั้นจะมีการรับส่งสัญญาณอยู่ 2 ลักษณะ คือ การส่งสัญญาณจากรถไฟฟ้าไปที่สถานี และการรับส่งสัญญาณจากสถานีไปให้สถานีถัดไป ซึ่งการทดลองนั้นจะต้องทำการทดลองส่งสัญญาณจากรถไฟฟ้าแต่ละสาย ไปหาภาครับสัญญาณที่สถานีรถไฟฟ้าที่ 1 และทำการรับส่งสัญญาณจากสถานีที่ 1 ไปหาภาครับสัญญาณของสถานีถัดไป

4.1 การทดลองเพื่อทดสอบอุปกรณ์รับส่งสัญญาณที่ได้สร้างขึ้น

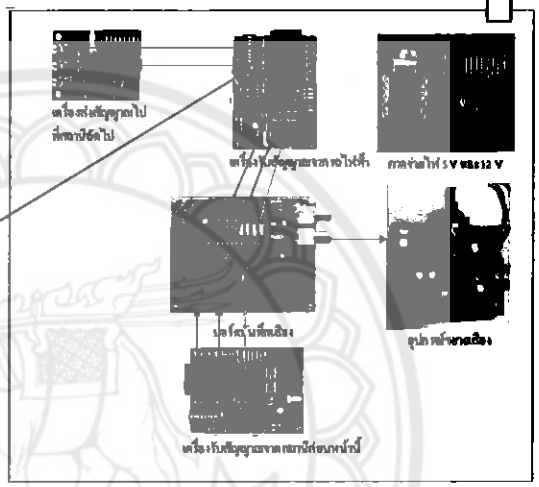
ในการทดลองนี้เป็นการทดลองเพื่อทดสอบอุปกรณ์ที่ได้สร้างขึ้น โดยได้ทำการทดลองรับส่งสัญญาณในห้องทดลอง เพื่อเป็นการทดสอบว่าอุปกรณ์สามารถทำการรับส่งสัญญาณได้จริงตามที่ได้ออกแบบมาในบทที่ 3 โดยในการทดลองนั้นจะนำอุปกรณ์ที่จะใช้ในการทดลองดังนี้ อุปกรณ์ส่งสัญญาณของรถไฟฟ้าสายสีแดง อุปกรณ์ส่งสัญญาณของรถไฟฟ้าสายสีน้ำเงิน อุปกรณ์ส่งสัญญาณของรถไฟฟ้าสายสีเหลือง เครื่องรับส่งสัญญาณที่สถานีที่ 1 เครื่องรับส่งสัญญาณที่สถานีที่ 2 โดยลักษณะการรับส่งสัญญาณจะเป็นดังรูปที่ 4.1

โดยรูปที่ 4.1 เป็นการทดลองรับส่งสัญญาณจากรถไฟฟ้าไปหาสถานีที่ 1 และส่งสัญญาณจากสถานีที่ 1 ไปสถานีที่ 2 โดยในการส่งสัญญาณจากรถไฟฟ้าไปหาสถานีนั้น โดยปกติจะต้องทำการส่งสัญญาณจากรถไฟฟ้าไปหาสถานีทุก ๆ สถานี แต่ในการทดลองนี้เป็นการทดลองในห้องทดลอง ซึ่งยังไม่คำนึงถึงเรื่องของระยะทางในการรับส่งสัญญาณ โดยในการรับส่งสัญญาณจะต้องทำการส่งสัญญาณจากรถไฟฟ้าไปหาสถานีที่ 1 และส่งสัญญาณจากสถานีที่ 1 ไปสถานีที่ 2 เนื่องจากการส่งสัญญาณจากสถานีที่ 1 ไปหาสถานีที่ 2 จะทำการส่งสัญญาณไม่ได้ เพราะจะเกิดการชนกันของสัญญาณ ที่ทำการส่งสัญญาณจากรถไฟฟ้าไปหาทั้ง 2 สถานีพร้อม ๆ กัน ซึ่งจะทำให้สัญญาณชนกันกับการส่งสัญญาณจากสถานีที่ 1 ไปสถานีที่ 2 ดังนั้นในการทดลองจึงต้องสร้างเงื่อนไข โดยที่จะต้องทำการตั้งค่า DIP SWITCH ของภาครับสัญญาณจากรถไฟฟ้าของสถานีที่ 2 ให้มีค่าต่างจากเครื่องส่งสัญญาณจากรถไฟฟ้าและของภาครับสัญญาณจากรถไฟฟ้าของสถานีที่ 1 เพื่อที่จะสามารถส่งสัญญาณจากรถไฟฟ้าไปหาสถานีที่ 1 และส่งสัญญาณจากสถานีที่ 1 ไปสถานีที่ 2 ได้ ดังรูปที่ 4.1 โดยทำการตั้งค่า DIP SWITCH ของภาคส่งสัญญาณจากรถไฟฟ้ากับภาครับสัญญาณจากรถไฟฟ้าของสถานีที่ 1 คือ 00000001 ส่วนภาครับสัญญาณจากรถไฟฟ้าของสถานีที่ 2 จะทำการตั้งค่า DIP SWITCH คือ 11110000



เครื่องส่งสัญญาณจากรถไฟฟ้าทั้ง 3 สาย

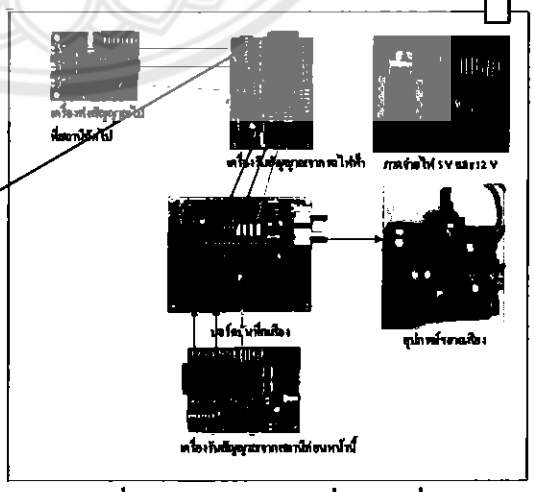
ส่งสัญญาณจากรถไฟฟ้าทั้ง 3 สาย ไปหาเครื่องรับส่งสัญญาณที่สถานีที่ 1



ต้องทำการตั้งค่า DIP SWITCH ของภาครับสัญญาณจากรถไฟฟ้าของสถานีที่ 1 ให้ตรงกับภาคส่งสัญญาณจากรถไฟฟ้า โดยตั้งค่าเป็น 00000001

เครื่องรับส่งสัญญาณที่สถานีที่ 1

ส่งสัญญาณจากสถานีที่ 1 ไปหาเครื่องรับส่งสัญญาณที่สถานีที่ 2



ต้องทำการตั้งค่า DIP SWITCH ของภาครับสัญญาณจากรถไฟฟ้าของสถานีที่ 2 ให้แตกต่างจากภาครับสัญญาณจากรถไฟฟ้าของสถานีที่ 1 โดยตั้งค่าเป็น 11110000

เครื่องรับส่งสัญญาณที่สถานีที่ 2

รูปที่ 4.1 การทดลองรับส่งสัญญาณจากรถไฟฟ้าไปหาสถานีที่ 1 และส่งสัญญาณจากสถานีที่ 1 ไปสถานีที่ 2

จากรูปที่ 4.1 เป็นการทดลองรับส่งสัญญาณจากรถไฟฟ้าไปหาสถานีที่ 1 และส่งสัญญาณจากสถานีที่ 1ไปสถานีที่ 2 ในการทดลองอุปกรณ์นั้น จะทำการทดลองการส่งสัญญาณจากรถไฟฟ้าโดยจะทำการส่งสัญญาณจากรถไฟฟ้าทีละสาย แล้วทำการส่งสัญญาณจากรถไฟฟ้าไปหาเครื่องรับส่งสัญญาณสถานีที่ 1 และให้อุปกรณ์บันทึกเสียงของสถานีที่ 1 ทำการส่งสัญญาณเสียงของรถไฟฟ้าที่ได้ทำการส่งสัญญาณมาว่า รถไฟฟ้าสายสีที่ได้ส่งสัญญาณมาถึงแล้ว และให้สถานีที่ 1 ส่งสัญญาณไปหาสถานีที่ 2 เพื่อให้อุปกรณ์บันทึกเสียงของสถานีที่ 2 ทำการส่งสัญญาณเสียงออกมาว่า รถไฟฟ้าสายสีที่ได้ส่งสัญญาณมาถึงสถานีก่อนหน้านี้แล้วและอีกกี่นาทีจะมาถึงสถานีนี้ โดยได้ผลของการทดลองดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 การทดลองการส่งสัญญาณจากรถไฟฟ้าไปหาสถานีที่ 1 และส่งสัญญาณจากสถานีที่ 1 ไปสถานีที่ 2

	ส่งสัญญาณจากรถไฟฟ้าไปหาสถานีที่ 1	ส่งสัญญาณจากสถานีที่ 1 ไปสถานีที่ 2
รถไฟฟ้าสายสีแดง	สามารถส่งสัญญาณได้	สามารถส่งสัญญาณได้
รถไฟฟ้าสายสีน้ำเงิน	สามารถส่งสัญญาณได้	สามารถส่งสัญญาณได้
รถไฟฟ้าสายสีเหลือง	สามารถส่งสัญญาณได้	สามารถส่งสัญญาณได้

จากตารางที่ 4.1 เป็นการทดลองการส่งสัญญาณจากรถไฟฟ้าไปหาสถานีที่ 1และส่งสัญญาณจากสถานีที่ 1 ไปสถานีที่ 2 โดยทำการส่งสัญญาณจากรถไฟฟ้าสายสีแดงไปหาสถานีที่ 1 ผลที่ได้คือสามารถรับส่งสัญญาณได้ โดยอุปกรณ์บันทึกเสียงของสถานีที่ 1 จะทำการส่งสัญญาณเสียงออกมาว่า "รถไฟฟ้าสายสีแดงมาถึงแล้วครับ" และก็ทำการส่งสัญญาณรถไฟฟ้าสายสีแดงของสถานีที่ 1 ไปหาสถานีที่ 2 ผลที่ได้คือสามารถรับส่งสัญญาณได้ โดยอุปกรณ์บันทึกเสียงของสถานีที่ 2 จะทำการส่งสัญญาณเสียงออกมาว่า "รถไฟฟ้าสายสีแดงมาถึงสถานีก่อนหน้านี้แล้วครับอีก 5 นาทีจะมาถึงครับ"

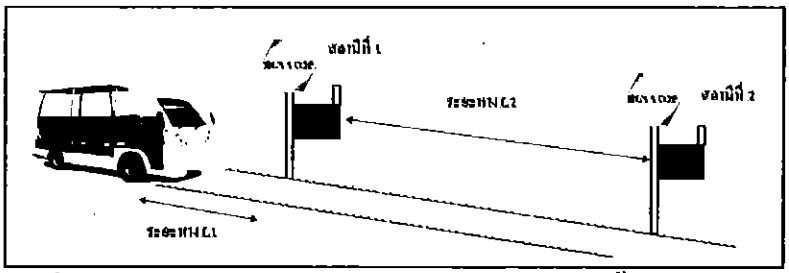
ทำการส่งสัญญาณจากรถไฟฟ้าสายสีน้ำเงินไปหาสถานีที่ 1 ผลที่ได้คือสามารถรับส่งสัญญาณได้ โดยอุปกรณ์บันทึกเสียงของสถานีที่ 1 จะทำการส่งสัญญาณเสียงออกมาว่า "รถไฟฟ้าสายสีน้ำเงินมาถึงแล้วครับ" และก็ทำการส่งสัญญาณรถไฟฟ้าสายสีน้ำเงินของสถานีที่ 1 ไปหาสถานีที่ 2 ผลที่ได้คือสามารถรับส่งสัญญาณได้ โดยอุปกรณ์บันทึกเสียงของสถานีที่ 2 จะทำการส่งสัญญาณเสียงออกมาว่า "รถไฟฟ้าสายสีน้ำเงินมาถึงสถานีก่อนหน้านี้แล้วครับอีก 5 นาทีจะมาถึงครับ"

ทำการส่งสัญญาณจากรถไฟฟ้าสายสีเหลืองไปหาสถานีที่ 1 ผลที่ได้คือสามารถรับส่งสัญญาณได้ โดยอุปกรณ์บันทึกเสียงของสถานีที่ 1 จะทำการส่งสัญญาณเสียงออกมาว่า "รถไฟฟ้าสายสีเหลืองมาถึงแล้วครับ" และก็ทำการส่งสัญญาณรถไฟฟ้าสายสีเหลืองของสถานีที่ 1 ไปหาสถานีที่ 2 ผลที่ได้คือสามารถรับส่งสัญญาณได้ โดยอุปกรณ์บันทึกเสียงของสถานีที่ 2 จะทำการส่งสัญญาณเสียงออกมาว่า "รถไฟฟ้าสายสีเหลืองมาถึงสถานีก่อนหน้านี้แล้วครับอีก 5 นาทีจะมาถึงครับ"

จะเห็นได้ว่าการทดลองเพื่อทดสอบอุปกรณ์รับส่งสัญญาณที่ได้สร้างขึ้น อุปกรณ์ดังกล่าวสามารถที่จะทำการรับส่งสัญญาณได้จริง โดยในการทดลองดังกล่าวยังไม่คำนึกถึงระยะทางในการรับส่งสัญญาณ เป็นผลทำให้ต้องทำการตั้งค่า DIP SWITCH ของภาครับสัญญาณจากรถไฟฟ้าของสถานีที่ 2 ให้แตกต่างกับภาคส่งสัญญาณจากรถไฟฟ้าและภาครับสัญญาณจากรถไฟฟ้าของสถานีที่ 1 เพื่อป้องกันการชนกันของสัญญาณดังที่ได้กล่าวมา และระบบการรับส่งสัญญาณที่ได้ทำการทดลองดังกล่าว ก็สามารถที่จะทำการรับส่งสัญญาณได้จริงตามที่ได้ทำการทดลอง

4.2 การทดลองและผลการทดลองเกี่ยวกับระยะทางในการให้บริการของระบบที่ได้สร้างขึ้น

ในการทดลองนี้จะทำการทดลองการรับส่งสัญญาณจากรถไฟฟ้าไปหาสถานี 1 และทำการส่งสัญญาณจากสถานีที่ 1 ไปหาสถานีถัดไป เพื่อเป็นการหาระยะทางที่อุปกรณ์รับส่งสัญญาณดังกล่าว สามารถที่จะทำการรับส่งสัญญาณได้ โดยในการทดลองดังกล่าวจะทำการเปลี่ยนแปลงระยะทางในการรับส่งสัญญาณ โดยจะทำการเปลี่ยนแปลงระยะทางอยู่ 2 ลักษณะ คือ ลักษณะที่ 1 จะทำการเปลี่ยนแปลงระยะทางระหว่างเครื่องส่งสัญญาณจากรถไฟฟ้ากับเครื่องรับส่งสัญญาณที่สถานีที่ 1 แล้วทำการรับส่งสัญญาณ โดยจะให้เป็น L_1 ลักษณะที่ 2 จะทำการเปลี่ยนแปลงระยะทางระหว่างอุปกรณ์เครื่องรับส่งสัญญาณที่สถานีที่ 1 กับเครื่องรับส่งสัญญาณที่สถานีที่ 2 แล้วทำการรับส่งสัญญาณ โดยจะให้เป็น L_2 โดยจะมีลักษณะดังรูปที่ 4.2 การที่จะทำการทดลองการรับส่งสัญญาณดังกล่าว จะนำเอาอุปกรณ์ที่ได้ทำการออกแบบและสร้างมาจากบทที่ 3 มาทำการทดลอง โดยได้ทำการทดลองรับส่งสัญญาณดังต่อไปนี้



รูปที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงระยะทางการรับส่งสัญญาณทั้ง 2 ลักษณะ[11]

ตารางที่ 4.2 การทดลองและผลการทดลองการส่งสัญญาณจากรถไฟฟ้าไปหาสถานี

	ส่งสัญญาณจากรถไฟฟ้าไปหาสถานีที่ 1			
	ระยะทาง50 เมตร	ระยะทาง30 เมตร	ระยะทาง20 เมตร	ระยะทาง15 เมตร
รถไฟฟ้าสายสีแดง	ไม่สามารถรับส่งสัญญาณได้	ไม่สามารถรับส่งสัญญาณได้	สามารถรับส่งได้เป็น บางครั้ง	สามารถรับส่งสัญญาณได้ทุกครั้ง
รถไฟฟ้าสายสีน้ำเงิน	ไม่สามารถรับส่งสัญญาณได้	ไม่สามารถรับส่งสัญญาณได้	สามารถรับส่งได้เป็น บางครั้ง	สามารถรับส่งสัญญาณได้ทุกครั้ง
รถไฟฟ้าสายสีเหลือง	ไม่สามารถรับส่งสัญญาณได้	ไม่สามารถรับส่งสัญญาณได้	สามารถรับส่งได้เป็น บางครั้ง	สามารถรับส่งสัญญาณได้ทุกครั้ง

จากตารางที่ 4.2 จะเห็นได้ว่าการรับส่งสัญญาณจากรถไฟฟ้าไปหาสถานีรถไฟฟ้าที่ผู้ใช้บริการรถไฟฟ้ารออยู่ ที่ระยะทาง 50 เมตร และ 30 เมตร การรับส่งสัญญาณนั้นไม่สามารถรับส่งสัญญาณได้ ส่วนที่ระยะทาง 20 เมตร สามารถรับส่งสัญญาณได้บ้างเป็นบางครั้ง ซึ่งนั้นก็หมายความว่าเป็นระยะทางที่มากที่สุดที่สามารทำการรับส่งสัญญาณได้ ส่วนที่ระยะทาง 15 เมตร นั้นสามารถรับส่งสัญญาณได้ทุกครั้งที่มีการส่งสัญญาณ ดังนั้นเครื่องรับส่งสัญญาณที่สถานีรถไฟฟ้าจึงทำการส่งสัญญาณเสียงออกมา เช่น รถไฟฟ้าสายสีน้ำเงินส่งสัญญาณก็จะมีสัญญาณเสียงว่า "รถไฟฟ้าสายสีน้ำเงินมาถึงแล้วครับ" ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า จะทำการส่งสัญญาณจากรถไฟฟ้าไปหาเครื่องรับส่งสัญญาณที่สถานีรถไฟฟ้าที่ผู้ใช้บริการรอรถไฟฟ้าอยู่ที่ระยะทาง 15 เมตร

ตารางที่ 4.3 การทดลองและผลการทดลองการส่งสัญญาณสถานีที่ 1 ไปหาสถานีถัดไป

	ส่งสัญญาณจากสถานีที่ 1 ไปหาสถานีถัดไป			
	ระยะทาง 1,000 เมตร	ระยะทาง 500 เมตร	ระยะทาง 300 เมตร	ระยะทาง 250 เมตร
รถไฟฟ้าสายสีแดง	ไม่สามารถรับส่งสัญญาณได้	ไม่สามารถรับส่งสัญญาณได้	สามารถรับส่งได้เป็น บางครั้ง	สามารถรับส่งสัญญาณได้ทุกครั้ง
รถไฟฟ้าสายสีน้ำเงิน	ไม่สามารถรับส่งสัญญาณได้	ไม่สามารถรับส่งสัญญาณได้	สามารถรับส่งได้เป็น บางครั้ง	สามารถรับส่งสัญญาณได้ทุกครั้ง
รถไฟฟ้าสายสีเหลือง	ไม่สามารถรับส่งสัญญาณได้	ไม่สามารถรับส่งสัญญาณได้	สามารถรับส่งได้เป็น บางครั้ง	สามารถรับส่งสัญญาณได้ทุกครั้ง

จากตารางที่ 4.3 จะเห็นได้ว่าการรับส่งสัญญาณจากสถานีที่ 1 ไปหาสถานีถัดไปที่ระยะทาง 1,000 เมตร และที่ระยะทาง 500 เมตร การรับส่งสัญญาณนั้นไม่สามารถรับส่งสัญญาณได้ ส่วนที่ระยะทาง 300 เมตร สามารถรับส่งสัญญาณได้เป็นบางครั้ง ซึ่งนั้นก็หมายความว่าเป็นระยะ ทางที่มากที่สุดที่สามารถทำการรับส่งสัญญาณได้ ส่วนที่ระยะทาง 250 เมตร นั้นสามารถรับส่งสัญญาณได้ทุกครั้งที่มีการส่งสัญญาณ ดังนั้นเครื่องรับส่งสัญญาณสถานีรถไฟฟ้าที่สถานีถัดไปจึงทำการส่งสัญญาณเสียงออกมา เช่น รถไฟฟ้าสายสีน้ำเงินส่งสัญญาณ ก็จะส่งสัญญาณเสียงว่า "รถไฟฟ้าสายสีน้ำเงินมาถึงสถานีก่อนหน้านี้แล้วครับ อีก 5 นาทีจะมาถึงครับ" ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า จะทำการส่งสัญญาณจากสถานีรถไฟฟ้าที่ 1 ไปหาสถานีถัดไปที่ระยะทาง 250 เมตร

จากการทดลองและผลการทดลองเกี่ยวกับระยะทางในการให้บริการของระบบที่ได้สร้างขึ้นนั้น อุปกรณ์ดังกล่าวสามารถที่ทำการรับส่งสัญญาณได้จริง โดยระยะทางที่สามารถส่งสัญญาณจากรถไฟฟ้าไปหาสถานีที่ 1 ได้นั้น สามารถทำการรับส่งสัญญาณได้ที่ระยะทาง 15 เมตร และการรับส่งสัญญาณจากสถานีที่ 1 ไปหาสถานีถัดไป สามารถทำการรับส่งสัญญาณได้ที่ระยะทาง 250 เมตร ดังนั้นการทดลองการรับส่งสัญญาณของระบบดังกล่าว สามารถที่จะรับส่งสัญญาณได้จริง

บทที่ 5
สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง

ในบทนี้จะเป็นการสรุปผลที่ได้จากการทำโครงงานนี้ พร้อมทั้งได้เสนอแนะแนวทางในการพัฒนาโครงงานนี้ เพื่อที่จะนำโครงงานนี้ไปพัฒนาให้มีประสิทธิภาพให้มากยิ่งขึ้นได้ในอนาคตต่อไป

5.1 สรุปผลที่ได้จากการทำโครงงาน

ในโครงงานนี้เป็นการสร้างอุปกรณ์เครื่องรับส่งสัญญาณที่สามารถนำไปใช้กับการให้บริการของรถไฟฟ้าภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อเป็นการแจ้งเตือนให้ผู้ใช้บริการรถไฟฟ้าทราบถึงการมาของรถไฟฟ้า โดยได้ทำการสำรวจหาอุปกรณ์รับส่งสัญญาณที่มีตามท้องตลาดมาทำการประยุกต์ใช้งานกับการทำโครงงานนี้ โดยได้ใช้อุปกรณ์ที่รับส่งสัญญาณที่มีการรับส่งสัญญาณแบบไร้สาย และใช้หลักการรับส่งสัญญาณแบบดิจิตอล ซึ่งลักษณะของอุปกรณ์ที่ใช้รับส่งสัญญาณจะใช้อุปกรณ์การส่งข้อมูลทิศทางเดียว (Simplex transmission) โดยการรับส่งสัญญาณจะมี 2 ลักษณะ คือ ลักษณะที่ 1 คือการส่งสัญญาณจากรถไฟฟ้าไปหาสถานีที่ผู้ใช้บริการรถไฟฟ้ารออยู่ เพื่อเป็นการแจ้งให้ทราบว่าขณะนี้รถไฟฟ้าได้เดินทางมาถึงแล้ว ลักษณะที่ 2 คือการส่งสัญญาณระหว่างสถานีกับสถานีถัดไป เพื่อเป็นการแจ้งให้ทราบว่า รถไฟฟ้าได้ถึงสถานีก่อนหน้านี้แล้วและอีกกี่นาทีจะมาถึงสถานีที่ผู้ใช้บริการรถไฟฟ้ารออยู่ โดยที่ระยะของการรับส่งสัญญาณจากรถไฟฟ้าไปหาสถานีที่ผู้ใช้บริการรถไฟฟ้ารออยู่ จะรับส่งสัญญาณที่ระยะทาง 15 เมตร ส่วนการรับส่งสัญญาณจากสถานีไปหาสถานีถัดไป จะทำการรับส่งสัญญาณที่ระยะทาง 250 เมตร ซึ่งอุปกรณ์ดังกล่าวสามารถที่จะทำการรับส่งสัญญาณ เกี่ยวกับระยะทางในการให้บริการของระบบที่ได้สร้างขึ้นดังกล่าว สามารถที่จะทำงานได้จริง

5.2 วิเคราะห์ผลที่ได้จากการทำโครงงานนี้

อุปกรณ์เครื่องรับส่งสัญญาณรถไฟฟ้า เป็นอุปกรณ์ที่สามารถรับส่งสัญญาณได้ในระดับหนึ่ง ซึ่งยังไม่สามารถรับส่งสัญญาณได้ในระยะทางที่ไกลเท่าที่ควร เพราะติดปัญหาที่ขีดความสามารถของอุปกรณ์รับส่งสัญญาณ ที่สามารถรับส่งสัญญาณได้ในระยะในระยะทางที่จำกัด โดยถ้าไม่มีการเปลี่ยนขนาดของสายอากาศจะสามารถรับส่งสัญญาณได้ที่ระยะทางประมาณ 20 เมตร และเมื่อเปลี่ยนขนาดของสายอากาศก็สามารถรับส่งสัญญาณได้ที่ระยะทางประมาณ 300 เมตร และปัญหาอีกอย่างก็คือ สัญญาณเสียงที่มีความดังไม่ค่อยชัดเจนเท่าที่ควร เพราะเกิดจากขีดความสามารถของบอร์ดบันทึกเสียงที่สามารถส่งสัญญาณเสียงออกมาได้ชัดเจนในระดับหนึ่ง แต่ก็

ถือได้ว่าอุปกรณ์ดังกล่าวสามารถนำมาใช้ได้กับการทำโครงงานในครั้งนี้ได้ และเมื่อทำการทดลองอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังกล่าวก็สามารถทำงานได้จริง

5.3. แนวทางการพัฒนา

5.3.1. ต้องมีการเพิ่มเติมให้ผู้ใช้บริการสามารถเรียกรถไฟฟ้าได้ โดยให้มีการสร้าง SWITCH ที่เครื่องรับส่งสัญญาณที่สถานีรถไฟฟ้าที่ผู้ใช้บริการรถไฟฟ้ารออยู่ ให้สามารถกดเพื่อเรียกรถไฟฟ้าได้

5.3.2. สร้างเครื่องรับสัญญาณ จากสถานีที่ผู้ใช้บริการรถไฟฟ้ารออยู่ทุก ๆ สถานี เพื่อเป็นการรับสัญญาณจากผู้ใช้บริการรถไฟฟ้าที่กดเพื่อเรียกรถไฟฟ้า ให้มารับที่สถานีที่ผู้ใช้บริการรถไฟฟ้ารออยู่ โดยให้เครื่องรับสัญญาณจากสถานีทุก ๆ สถานีดังกล่าวนั้น ให้ทำการเชื่อมต่อกันเป็นโครงข่ายทั้งมหาวิทยาลัย โดยเชื่อมต่อกับระบบอินเตอร์เน็ตโยงไปถึงต้นทางที่ปล่อยรถไฟฟ้า เพื่อที่ต้นทางจะได้ทราบว่ามีคนรอใช้บริการรถไฟฟ้าสายใดบาง จำนวนเท่าไร เพื่อที่ต้นทางที่ปล่อยรถไฟฟ้าจะได้ส่งรถไฟฟ้าออกมาให้พอดีกับจำนวนผู้ใช้บริการ

5.3.3. อุปกรณ์ของโครงงานนี้สามารถนำไปพัฒนาเพิ่มเติม เพื่อที่จะสามารถนำมาใช้งานได้จริงกับการให้บริการของระบบรถไฟฟ้าภายในมหาวิทยาลัยนเรศวรได้ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

[1] http://courseware.kbu.ac.th/EL/basic_computer/chapter/3/lesson3-5.htm

[2] http://pclism.speedplus.biz/chapter3.htm

[3] http://gear.eng.ubu.ac.th/~bart/datacom/lecture3.pdf

[4] http://www.kmitl.ac.th/~ksjirasa/Laboratory/DataCommLab/lab02.pdf

[5] http://www.trust-us.ch/contrib/netzmafia/modem/dfue1.html

[6] http://www.p-hz.com

[7] http://www.silaresearch.com/kit.php

[8] http://www.angladvance.com

[9] สายัณต์ ชื่นอารมย์, ช่างสร้างเครื่องขยายเสียงทรามซิสเตอร์และไอซี, พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพฯ, สมาคมส่งสร้างเทคโนโลยี (ไทย –ญี่ปุ่น), 2549

[10] อภิเชษฐ์ การัยภูมิ, คิดเอง + ทำเอง อิเล็กทรอนิกส์แบบชาวบ้าน เล่ม 2, พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพฯ, วิตตี้กรุ๊ป, 2550

[11] http://come.to/evt

ภาคผนวก

โปรแกรมภาษาเบสิกที่ใช้เขียน PKIT5T

```
/* Filename    PKIT5T.C
   Description  PKIT-5T RF Remote Transmitter
   Hardware    PKIT-5T
   Compiler    CCS PCW C Complier V3.28
   Engineer    Kriangsak B.
   Company     Sila Research Co.,Ltd. */

/********** SETUP & I/O **********/

#include <16f819.h>

//#fuses LP // Low power osc < 200 khz
//#fuses XT // Crystal osc <= 4mhz
//#fuses HS       // High speed Osc (> 4mhz)
//#fuses EC_IO  // External clock
#fuses INTRC_IO // Internal RC Osc, no CLKOUT
//#fuses INTRC  // Internal RC Osc
//#fuses RC_IO // Resistor/Capacitor Osc
//#fuses RC       // Resistor/Capacitor Osc with CLKOUT
//----
//#fuses WDT // Watch Dog Timer
#fuses NOWDT // No Watch Dog Timer
//----
#fuses PUT // Power Up Timer
//#fuses NOPUT // No Power Up Timer
//----
//#fuses MCLR // Master Clear pin enabled
```

```
#fuses NOMCLR // Master Clear pin used for I/O
//----
//#fuses BROWNOUT // Reset when brownout detected
#fuses NOBROWNOUT // No brownout reset
//----
//#fuses LVP // Low Voltage Programming on B3
#fuses NOLVP // No low voltage prgming, B3 used for I/O
//----
//#fuses CPD // Data EEPROM Code Protected
#fuses NOCPD // No EE protection
//----
//#fuses WRT // Program Memory Write Protected
#fuses NOWRT // Program memory not write protected
//----
//#fuses DEBUG // Debug mode for use with ICD
#fuses NODEBUG // No Debug mode for ICD
//----
//#fuses CCPB2 // CCP1 input/output multiplexed with RB2
//#fuses CCPB3 // CCP1 input/output multiplexed with RB3
//----
//#fuses PROTECT // Code protected from reads
#fuses NOPROTECT // Code not protected from reading

#use delay (clock=4000000)
#byte OSCCON = 0x8F

#define DATA    PIN_A0
#define LED     PIN_A1
#define KEY1    PIN_A2
#define KEY2    PIN_A3
#define KEY3    PIN_A4
#define MJP     PIN_A5
```

```
/********** TXRUN FUNCTION **********/

void tx0 (void) {              // send bit 0
   output_high (DATA);
   delay_us (250);
   output_low (DATA);
   delay_us (250);
}

void tx1 (void) {              // send bit 1
   output_high (DATA);
   delay_us (500);
   output_low (DATA);
   delay_us (500);
}

void txbyte (char x) {         // send one byte
   char i;
   for (i=0;i<=7;i++) {
      if ((x & 1)==1) tx1 (); else tx0 ();
      x >>= 1;
   }
}

void txsend (char x) {
   char a;
   a = input_b ();
   txbyte (0);          // preamble
   txbyte (0);
   tx1 ();              // start
   txbyte (0x53);       // sila code
```

```
    txbyte (0x35);
    txbyte (a);          // address
    txbyte (x);          // command
    tx0 ();              // end
    output_low (LED);
    delay_ms (250);
    output_high (LED);
    delay_ms (250);
}

/********** MAIN FUNCTION **********/

void start (void) {
    OSCCON = 0x60;                    // set int-osc 4 Mhz
    while ((OSCCON & 0x4)!=0x4);      // wait for clock stable
}

void main (void) {
    char f,a,b,c;
    start ();
    f = 0;
    a = 1;
    b = 1;
    c = 1;
    while (1) {
      if (input (MJP)==0) {
        if (input (KEY1)!=a) {
          a = input (KEY1);
          if (a==0) txsend (0x4); else txsend (0x7);
        }
        if (input (KEY2)!=b) {
          b = input (KEY2);
```

```
            if (b==0) txsend (0x5); else txsend (0x8);
          }
          if (input (KEY3)!=c) {
            c = input (KEY3);
            if (c==0) txsend (0x6); else txsend (0x9);
          }
        }
        else {
          if (f==0) {
            if (input (KEY1)==0) {txsend (0x1); f = 1;}
            else if (input (KEY2)==0) {txsend (0x2); f = 1;}
            else if (input (KEY3)==0) {txsend (0x3); f = 1;}
          }
          if (input (KEY1) && input (KEY2) && input (KEY3)) {f = 0; delay_ms (100);}
        }
      }
    }
```

โปรแกรมภาษาเบสิกที่ใช้เขียน PKIT5R

```
/* Filename    PKIT5R.C
   Description  PKIT-5R RF Remote Receiver
   Hardware    PKIT-5R
   Compiler    CCS PCW C Complier V3.28
   Engineer    Kriangsak B.
   Company     Sila Research Co.,Ltd. */

/********** SETUP & I/O **********/

#include <16f819.h>

//#fuses LP // Low power osc < 200 khz
//#fuses XT // Crystal osc <= 4mhz
//#fuses HS       // High speed Osc (> 4mhz)
//#fuses EC_IO  // External clock
#fuses INTRC_IO // Internal RC Osc, no CLKOUT
//#fuses INTRC  // Internal RC Osc
//#fuses RC_IO // Resistor/Capacitor Osc
//#fuses RC       // Resistor/Capacitor Osc with CLKOUT
//----
//#fuses WDT // Watch Dog Timer
#fuses NOWDT // No Watch Dog Timer
//----
#fuses PUT // Power Up Timer
//#fuses NOPUT // No Power Up Timer
//----
//#fuses MCLR // Master Clear pin enabled
#fuses NOMCLR // Master Clear pin used for I/O
//----
```

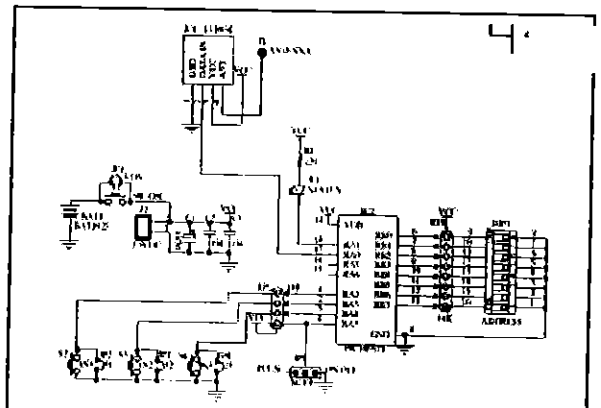
```
//#fuses BROWNOUT // Reset when brownout detected
#fuses NOBROWNOUT // No brownout reset
//----
//#fuses LVP // Low Voltage Programming on B3
#fuses NOLVP // No low voltage prgming, B3 used for I/O
//----
//#fuses CPD // Data EEPROM Code Protected
#fuses NOCPD // No EE protection
//----
//#fuses WRT // Program Memory Write Protected
#fuses NOWRT // Program memory not write protected
//----
//#fuses DEBUG // Debug mode for use with ICD
#fuses NODEBUG // No Debug mode for ICD
//----
//#fuses CCPB2 // CCP1 input/output multiplexed with RB2
//#fuses CCPB3 // CCP1 input/output multiplexed with RB3
//----
//#fuses PROTECT // Code protected from reads
#fuses NOPROTECT // Code not protected from reading

#use delay (clock=4000000)
//#use rs232 (xmit=PIN_A6,rcv=PIN_A7,baud=9600,bits=8,parity=n)
#use rs232 (xmit=PIN_A6,baud=9600,bits=8,parity=n)
#byte OSCCON = 0x8F

#define DATA    PIN_A0
#define LED     PIN_A1
#define REL1    PIN_A2
#define REL2    PIN_A3
#define REL3    PIN_A4
#define MODE    PIN_A5
```

```
#define SBIT    PIN_A7

/********** SUB FUNCTION **********/

void flash (char x) {
  while (x>0) {
    output_low (LED);
    delay_ms (250);
    output_high (LED);
    delay_ms (250);
    x--;
  }
}

void sound (char freq,int16 time) {          // Sound Generate
  unsigned char i;
  while (time>0) {
    output_low (SBIT);                       // out signal low
    for (i=1;i<=freq;i++)
      time--;
    output_high (SBIT);                      // out signal high
    for (i=1;i<=freq;i++)
      time--;
  }
}

/********** RXRUN FUNCTION **********/

int16 rxbit (void) {          // check bit cycle
  int16 x;
  x = 0;
  while (input (DATA)==1) x++;
```

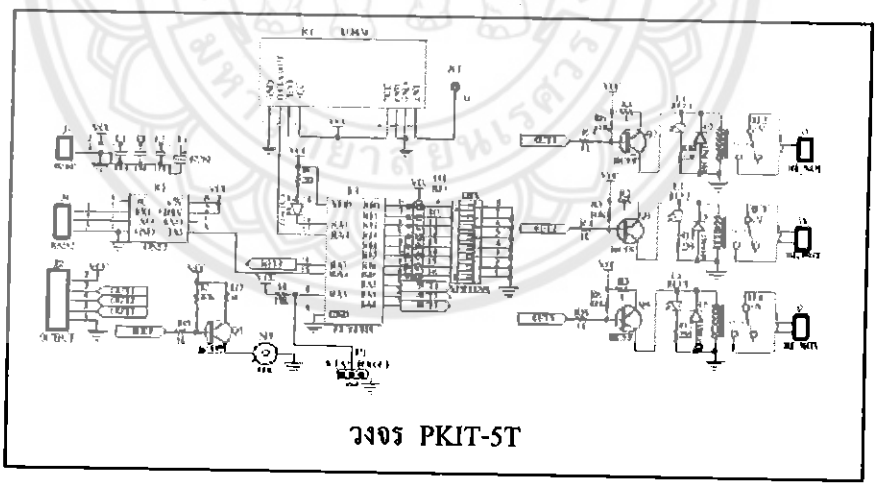
```
    while (input (DATA)==0) x++;
    return (x);
  }

  void rxpre (void) {          // check preamble
    int16 x;
    char c;
    c = 0;
    while (c<5) {              // check bit 0
      x = rxbit ();
      if (x>=33 && x<=37) c++; else c = 0;
    }
    while (x<53) {
      x = rxbit ();            // check bit 1
    }
  }

  char rxbyte (void) {         // read one byte
    char x,i;
    x = 0;
    for (i=0;i<=7;i++) {
      x >>= 1;
      if (rxbit ()>53) x |= 0x80;
    }
    return (x);
  }

  char rxrecv (void) {
    char i,j,a,x;
    rxpre ();
    output_low (LED);
    i = rxbyte ();
```

```
    j = rxbyte ();
    a = rxbyte ();
    x = rxbyte ();
    if (i==0x53 && j==0x35 && a==input_b ()) {   // match
      printf (":1%X%X\r",a,x);
      sound (10,6000);
      output_high (LED);
      return (x);
    }
    else {                              // not match
      printf (":0%X%X\r",a,x);
      output_high (LED);
      return (0xff);
    }
  }

/********** MAIN FUNCTION **********/

void start (void) {
  OSCCON = 0x60;                    // set int-osc 4 Mhz
  while ((OSCCON & 0x4)!=0x4);      // wait for clock stable
  delay_ms (500);
  flash (2);
  printf ("PKIT-5R ...\r");
}

void main (void) {
  char x,a,b,c;
  start ();
  a = 1;
  b = 1;
  c = 1;
```

```
    while (1) {
      x = rxrecv ();
      if (x==0x1) {
        if (input (MODE)==1) {output_low (REL1); delay_ms (500); output_high (REL1); a =
 1;}
        else {if (a==0) a = 1; else a = 0; output_bit (REL1,a);}
      }
      else if (x==0x2) {
        if (input (MODE)==1) {output_low (REL2); delay_ms (500); output_high (REL2); b =
 1;}
        else {if (b==0) b = 1; else b = 0; output_bit (REL2,b);}
      }
      else if (x==0x3) {
        if (input (MODE)==1) {output_low (REL3); delay_ms (500); output_high (REL3); c =
 1;}
        else {if (c==0) c = 1; else c = 0; output_bit (REL3,c);}
      }
      else if (x==0x4) {output_low (REL1); a = 0;}
      else if (x==0x5) {output_low (REL2); b = 0;}
      else if (x==0x6) {output_low (REL3); c = 0;}
      else if (x==0x7) {output_high (REL1); a = 1;}
      else if (x==0x8) {output_high (REL2); b = 1;}
      else if (x==0x9) {output_high (REL3); c = 1;}
    }
}
```

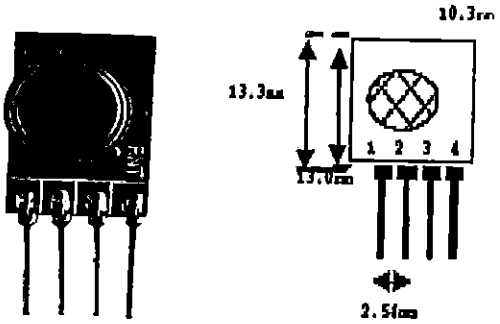


วงจร PKIT-5T



วงจร PKIT-5T

ตัวส่งสัญญาณ RF ของ LAIPAC เบอร์ TLP434A ความถี่ 433.92 MHz



รูปอุปกรณ์ RF ของ LAIPAC เบอร์ TLP434A [9]

RF ของ LAIPAC เบอร์ TLP434A ทำการส่งสัญญาณที่ความถี่ 433.92 MHz ส่งสัญญาณไร้สายในรูปแบบดิจิตอล และModulation แบบ ASK มี Vcc อยู่ระหว่าง 2 - 12 Vdc

ขาที่ 1 เป็นขา GND

ขาที่ 2 เป็นขาที่ป้อนข้อมูลเข้า

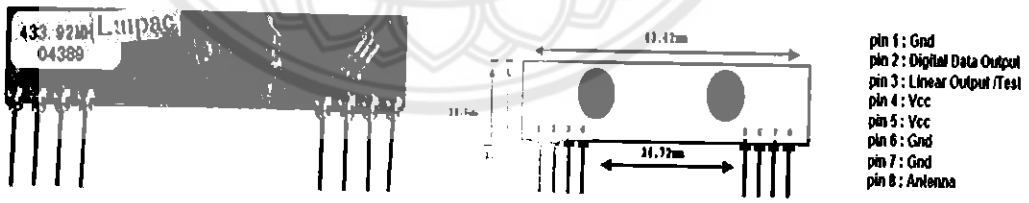
ขาที่ 3 เป็นขา Vcc อยู่ระหว่าง 2 - 12 Vdc

ขาที่ 4 เป็นขาต่อสายอากาศ

Data Rate ถ้า Vcc เป็น 2 Volt ส่งข้อมูลออกได้ 512 bps

ถ้า Vcc เป็น 12 Volt ส่งข้อมูลออกได้ 200 kbps

ตัวรับสัญญาณ RF ของ LAIPAC เบอร์ RLP434A ความถี่ 433.92 MHz



รูปอุปกรณ์ RF ของ LAIPAC เบอร์ RLP434A [10]

RF ของ LAIPAC เบอร์ RLP434A ทำการรับสัญญาณที่ความถี่ 433.92 MHz รับสัญญาณไร้สายในรูปแบบดิจิตอล และ Modulation แบบ ASK มี Vcc อยู่ระหว่าง 3.3 – 6.0 Vdc

ขาที่ 1 , 6 , 7 เป็นขา GND

ขาที่ 2 Output ข้อมูลดิจิตอล

ขาที่ 3 Linear Output / Test

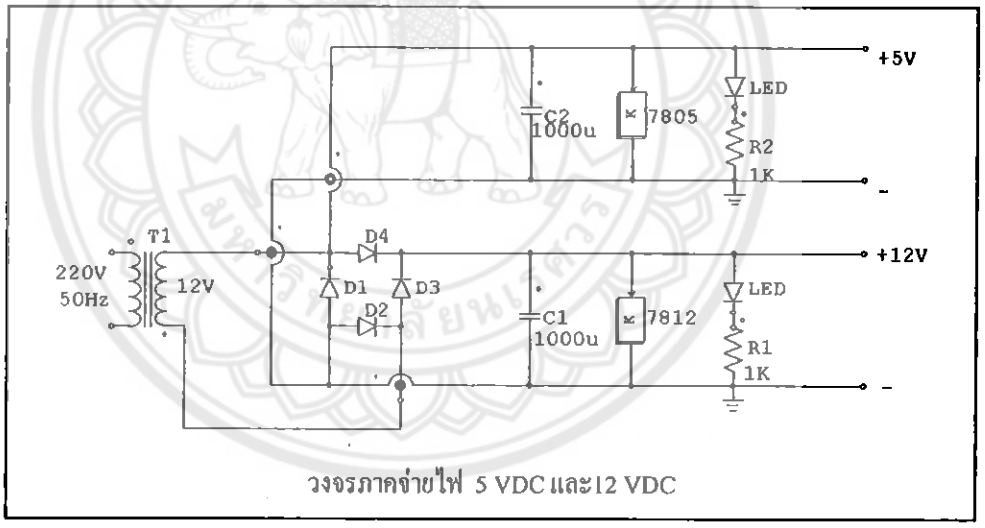
ขาที่ 4 , 5 เป็นขา Vcc อยู่ระหว่าง 3.3 — 6.0 Vdc

ขาที่ 8 เป็นขาต่อสายอากาศ

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	
Vcc	แรงดันไฟเลี้ยง	-	3.3	5.0	6.0	V
Itot	กระแส	-	-	4.5	-	mA
Vdata	data output	Idata = +200 uA(High)	Vcc - 5	-	Vcc	V
		Idata = -10 uA(Low)	-	-	0.3	V

ความไวในการรับข้อมูล (Sensitivity) -110 dBm

เวลาในการรับข้อมูล 5 ms



วงจรภาคจ่ายไฟ 5 VDC และ12 VDC