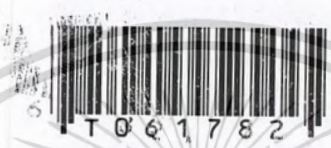
สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบแจ้งหมายเลขรถประจำทาง

THE BUS NUMBER NOTIFICATION



นาย จิโรจ ด่านบวรเกียรติ
นาย ธงชัย เป้าเจริญ

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....61782
วัน,เดือน,ปี.....21 ก.ค. 2549
ล.....1160332x
.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบแจ้งหมายเลขรถประจำทาง

THE BUS NUMBER NOTIFICATION

โดย

นาย จิโรจ ด่านบวรเกียรติ

นาย ธงชัย เป้าเจริญ

อาจารย์ที่ปรึกษา

อ. อำนาจ ขาวเน

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2547

ภาควิชา วิศวกรรมศาสตร์คอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบแจ้งหมายเลขรถประจำทาง

THE BUS NUMBER NOTIFICATION

คณะผู้จัดทำ

1. นายจิโรจ ด่านบวรเกียรติ รหัสประจำตัว 44010077
2. นายธงชัย เป้าเจริญ รหัสประจำตัว 44010188

_____อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ.อำนาจ ขาวเน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบแจ้งหมายเลขรถประจำทาง

นายจิโรจ ด่านบวรเกียรติ 44010077
นายธงชัย เป้าเจริญ 44010188
อ. อำนาจ ขาวเน อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2547

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการพัฒนาอุปกรณ์ทางด้านฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ เพื่อเป็นอุปกรณ์ในการอำนวยความสะดวกแก่ผู้โดยสารรถประจำทาง ด้วยการบอกหมายเลขรถประจำทาง และรายละเอียดของหมายเลขรถประจำทางที่กำลังจะเข้าป้ายหยุดรถประจำทาง โดยอาศัยหลักการการรับ-ส่งข้อมูลแบบไร้สาย ผ่านคลื่นความถี่วิทยุ จากอุปกรณ์ตัวส่งซึ่งติดตั้งอยู่ในรถประจำทาง ไปยังอุปกรณ์ตัวรับซึ่งติดตั้งอยู่ที่ป้ายหยุดรถประจำทาง แล้วอุปกรณ์ตัวรับจะส่งข้อมูลไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อประมวลผล และแสดงหมายเลขรถประจำทาง และรายละเอียดของหมายเลขรถประจำทางให้กับผู้โดยสารที่กำลังรออยู่ที่ป้ายหยุดรถประจำทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THE BUS NUMBER NOTIFICATION

Jiroj Danbawornkiat

Tongchai Paocharoen

Mr. Amnach Khawne Advisor

ABSTRACT

This project develops the helpful device for passengers which there functions tell the bus number and detail of bus. The device bases on the principle of radio frequency transmission located at the buses which transmit to the receiver to tell the passengers about the bus number and detail of bus.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้อย่างดี เพราะได้รับความช่วยเหลือ และความร่วมมือจากหลายๆ ฝ่ายด้วยกัน บุคคลแรกที่ต้องกล่าวถึงเพราะเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีคือ อาจารย์อำนาจ ขาวเน อาจารย์ที่ปรึกษาที่คอยให้ความเอาใจใส่ ให้คำแนะนำ และความช่วยเหลือเสมอมา ซึ่งต้องขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ที่ได้จัดเตรียมสิ่งอำนวยความสะดวกเพื่อให้การวิจัย และพัฒนาโปรแกรมเป็นไปได้ด้วยความสะดวกและรวดเร็ว รวมทั้งยังมีอินเตอร์เนทความเร็วสูงให้บริการสำหรับค้นคว้าหาข้อมูลต่างๆ

และสุดท้ายต้องขอขอบพระคุณบุคคลที่สำคัญที่สุดในชีวิตที่ทำให้ข้าพเจ้ามีวันนี้ นั่นคือ บิดา มารดา และบุคคลในครอบครัว อันเป็นที่เคารพรักยิ่ง ซึ่งได้เลี้ยงดู คอยสั่งสอนข้าพเจ้ามาเป็นอย่างดี พร้อมทั้งให้โอกาสในการศึกษาอย่างเต็มที่ ให้กำลังใจ และเอาใจใส่เสมอมา ในทุก ๆ ด้านอันหาที่เปรียบมิได้ ข้าพเจ้าขอระลึกในพระคุณอันสุดประมาณและขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้าที่

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญตาราง VII
สารบัญภาพ VIII
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ 1
1.3 ประโยชน์ที่ได้รับ 1
1.4 ขอบเขตของโครงการ 2
1.5 เนื้อหาโดยสังเขป 2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ 3
2.1 บทนำ 3
2.1.1 ระบบการสื่อสาร (Communication System) 3
2.1.2 ระบบการสื่อสารแบบ Analog 6
2.1.3 ระบบการสื่อสารแบบ Digital 6
2.2 การส่งสัญญาณ 8
2.2.1 การส่งแบบทิศทางเดียว (Simplex) 8
2.2.2 การส่งแบบสองทิศทางแต่ต่างเวลากัน (Half – duplex) 9
2.2.3 การส่งแบบสองทิศทางที่เวลาเดียวกัน (Full – duplex) 9
2.3 การส่งข้อมูลแบบอนุกรมและแบบขนาน 9
2.3.1 การส่งข้อมูลแบบอนุกรม 9
2.3.2 การส่งข้อมูลแบบขนาน 10
2.4 มาตรฐานพอร์ตอนุกรมแบบ RS-232 10
2.4.1 รายละเอียดของขา (pin) ต่างๆของ DB-9 12
2.5 การรับส่งสัญญาณวิทยุที่ความถี่ 434 และ 315 MHz 13
2.5.1 อุปกรณ์ส่งสัญญาณวิทยุ ไอซี TLP434A และ TLP315A 13
2.5.2 อุปกรณ์รับสัญญาณวิทยุ ไอซี RLP434A และ RLP315A 14
2.5.3 การทดสอบระยะขอบเขต 16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 วงจรเปรียบเทียบแรงดัน (Voltage Comparators) 17
2.7 การมอดูเลต (Modulation) 18
2.7.1 การมอดูเลตเชิงเลขทางแอมปลิจูด (ASK) 19
2.7.2 การมอดูเลตเชิงเลขทางความถี่ (FSK) 20
2.7.3 การมอดูเลตเชิงเลขทางเฟส (PSK) 21
2.7.4 การมอดูเลตแบบแอมปลิจูดควอดแดนซ์ (QAM) 22
2.8 ไมโครคอนโทรเลอร์ MCS-51 23
2.8.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรเลอร์ MCS-51 24
2.8.2 ไมโครคอนโทรเลอร์รุ่น AT89C4051 25
2.8.3 โครงสร้างของไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ 26
2.8.4 ไมโครคอนโทรเลอร์รุ่น AT89C51 27
2.9 ไอซี MAX232 27
2.10 ไอซีเรกกูเลเตอร์ LM7805, LM7812 28
2.10.1 โครงสร้างภายในของเรกกูเลเตอร์ตระกูลต่างๆ 29
2.10.2 การออกแบบวงจรเรกกูเลเตอร์ 29
2.11 ภาษาที่ใช้เขียน (Program Language) 30
2.11.1 เหตุผลที่เขียนโปรแกรมในไมโครคอนโทรเลอร์ด้วยภาษาซี 30
2.11.2 เหตุผลที่เขียนโปรแกรมในส่วนแสดงผลด้วยภาษา Visual Basic 32
2.12 เสารับสัญญาณ 32
2.12.1 หลักการทำงาน 33
บทที่ 3 การสร้างและการออกแบบ 35
3.1 ภาคส่งสัญญาณคลื่นวิทยุ 35
3.1.1 การทำงานของภาคส่งสัญญาณคลื่นวิทยุ 35
3.1.2 วงจรของภาคส่งสัญญาณคลื่นวิทยุ 35
3.1.2.1 ส่วนการสร้างรหัส 35
3.1.2.2 ส่วนมอดูเลท (Modulator) 36
3.1.2.3 ส่วนการขับสัญญาณคลื่นวิทยุ 37
3.2. ภาครับสัญญาณวิทยุ 37
3.2.1 การทำงานของภาครับสัญญาณคลื่นวิทยุ 37
3.2.2 วงจรของภาครับสัญญาณคลื่นวิทยุ 37
3.2.2.1 วงจรเปรียบเทียบแรงดัน (Voltage Comparators) 38
3.2.2.2 ส่วนดีมอดูเลท (Demodulate) 38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2.3 ส่วนของการถอดรหัสของข้อมูล 39
3.3 การทำงานของส่วนประมวลผล 39
3.3.1 การทำงานของหน่วยประมวลผล 39
3.3.1.1 ฝั่งป้ายรถประจำทาง 39
3.3.1.2 ฝั่งรถประจำทาง 44
3.3.1.3 ส่วนแสดงผล 45
3.4 หน้าตาของโปรแกรมในส่วนการติดต่อกับผู้ใช้ 48
3.5 หน้าตาของส่วนของการแสดงผลรถประจำทางแต่ละสาย 51
3.5.1 ส่วนแสดงผลหน้าต่างที่ 1 52
3.5.2 ส่วนแสดงผลหน้าต่างที่ 2 53
3.5.3 ส่วนแสดงผลหน้าต่างที่ 3 53
3.6 ภาคจ่ายแรงดัน 54
3.6.1 ขั้นตอนในการแปลงแรงดัน 54
บทที่ 4 ผลการทดลอง 55
4.1 วงจรภาคส่ง 55
4.1.1 TLP434A 55
4.1.2 TLP315A 56
4.2 วงจรภาครับ 57
4.2.1 RLP434A 57
4.2.2 RLP315A 58
4.3 ผลการทดลองในโปรแกรม Visual Basic 59
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง วิจารณ์ และการแก้ปัญหา 62
5.1 สรุปผลการทดลอง 62
5.2 วิจารณ์ 62
5.3 การแก้ปัญหา 62
ภาคผนวก ก Schematic 63
บรรณานุกรม 68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้าที่

ตารางที่ 2-1 แสดงย่านความถี่ ความถี่ และความยาวคลื่น 5
ตารางที่ 2-2 คุณสมบัติต่างๆของอุปกรณ์ส่งสัญญาณวิทยุ ไอซี TLP434A และ TLP315A 14
ตารางที่ 2-3 คุณสมบัติต่างๆของอุปกรณ์รับสัญญาณวิทยุ ไอซี RLP434A และ RLP315A 15
ตารางที่ 2-4 คุณสมบัติด้านไฟฟ้าของอุปกรณ์รับสัญญาณวิทยุ ไอซี RLP434A และ RLP315A 15
ตารางที่ 2-5 รายละเอียดของตัวส่งในการทดสอบ 16
ตารางที่ 2-6 รายละเอียดของตัวรับในการทดสอบ 16
ตารางที่ 2-7 ผลการทดสอบ 16
ตารางที่ 2-8 แสดง เบอร์ไอซีและค่าแรงดันใช้งาน 29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้าที่

รูปที่ 2-1 Heinrich Rudoff Hertz ผู้ค้นพบคลื่นวิทยุ 3
รูปที่ 2-2 แสดงระบบสื่อสารพื้นฐาน 4
รูปที่ 2-3 ระบบ base band 7
รูปที่ 2-4 ระบบ Modulate 7
รูปที่ 2-5 การสื่อสารทั้งแบบ Analog และ Digital 8
รูปที่ 2-6 การส่งสัญญาณแบบ Simplex 8
รูปที่ 2-7 การส่งสัญญาณแบบ Half–duplex 9
รูปที่ 2-8 การส่งสัญญาณแบบ Full–duplex 9
รูปที่ 2-9 ฟังชันการสื่อสาและชนิดของคอนเน็กเตอร์ที่ต่อกันระหว่างคอมพิวเตอร์และโมเด็ม 11
รูปที่ 2-10 ขา (Pin) ต่างๆของ DB-9 ตัวผู้ (Male) 11
รูปที่ 2-11 ขา (Pin) ต่างๆของ DB-9 ตัวเมีย (Female) 12
รูปที่ 2-12 อุปกรณ์ส่งสัญญาณวิทยุ ไอซี TLP434A และ TLP315A 13
รูปที่ 2-13 อุปกรณ์รับสัญญาณวิทยุ ไอซี RLP434A และ RLP315A 14
รูปที่ 2-14 วงจรเปรียบเทียบแรงดัน 18
รูปที่ 2-15 วงจรเปรียบเทียบแรงดัน 18
รูปที่ 2-16 แสดงการแปลงดิจิตอลเป็นอนาล็อก 19
รูปที่ 2-17 การแปลงสัญญาณ D/A แบบ ASK 20
รูปที่ 2-18 การแปลงสัญญาณ D/A แบบ FSK 20
รูปที่ 2-19 การแปลงสัญญาณ D/A แบบ PSK 21
รูปที่ 2-20 การแปลงสัญญาณ D/A แบบ PSK 4 เฟส 22
รูปที่ 2-21 แสดงโครงร่างของ 4-QAM และ 8-QAM 22
รูปที่ 2-22 การแปลงสัญญาณ D/A แบบ 8-QAM 23
รูปที่ 2-23 การแปลงสัญญาณ D/A แบบ 16-QAM 23
รูปที่ 2-24 ไมโครคอนโทรเลอร์รุ่น AT89C4051 แบบ 20 ขา 25
รูปที่ 2-25 สถาปัตยกรรมภายในของไมโครคอนโทรเลอร์เบอร์ AT89CX051 26
รูปที่ 2-26 ไมโครคอนโทรเลอร์รุ่น AT89C51 27
รูปที่ 2-27 ไอซี MAX-232 28
รูปที่ 2-28 ไอซีเรกกูเลเตอร์LM7805 28
รูปที่ 2-29 โครงสร้างภายในไอซีเรกกูเลเตอร์ 29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2-30 วงจรใช้งาน 30
รูปที่ 2-31 แสดงการต่อทรานซิสเตอร์เพื่อเพิ่มกระแสให้มากขึ้น 30
รูปที่ 2-32 เสารับสัญญาณแบบง่าย 33
รูปที่ 2-33 สายอากาศแนวดิ่งชนิดควอเตอร์เวฟ ($\lambda/4$) 34
รูปที่ 2-34(ก) การแพร่คลื่นบนระนาบแนวดิ่ง 34
รูปที่ 2-34(ข) การแพร่คลื่นบนระนาบแนวราบ 34
รูปที่ 2-34 รูปแบบการแพร่คลื่นของสายอากาศชนิดควอเตอร์เวฟที่วางตัวในแนวดิ่ง 34
รูปที่ 3-1แสดงการทำงานของภาคส่งสัญญาณคลื่นวิทยุ 35
รูปที่ 3-2 ส่วนการสร้างรหัส AT89C4051 36
รูปที่ 3-3 โมดูลมอดูเลตสำเร็จรูป 37
รูปที่ 3-4 แสดงการทำงานของภาครับสัญญาณคลื่นวิทยุ 37
รูปที่ 3-5 แสดงการทำงานของภาครับสัญญาณคลื่นวิทยุ 38
รูปที่ 3-6 แสดงการทำงานของภาคหน่วยประมวลผล 39
รูปที่ 3-7 กระบวนการส่งสัญญาณวิทยุ 40
รูปที่ 3-8 กระบวนการรับสัญญาณวิทยุ 41
รูปที่ 3-9 กระบวนการเข้าคิว 42
รูปที่ 3-10 กระบวนการออกจากคิว 43
รูปที่ 3-11 กระบวนการรับและส่งสัญญาณวิทยุ 44
รูปที่ 3-12 ส่วนแสดงผลธรรมดา 45
รูปที่ 3-13 การเข้าคิวและออกคิว (Enqueue/Dequeue) 46
รูปที่ 3-14 การติดต่อกับฐานข้อมูล 47
รูปที่ 3-15 แสดงหน้าต่างการเริ่มต้นโดยการระบุค่าโค้ด 48
รูปที่ 3-16 แสดงฐานข้อมูลที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ 49
รูปที่ 3-17 แสดงหน้าต่างสำหรับให้เลือกไฟล์ 49
รูปที่ 3-18 แสดงหน้าต่างว่าต้องเลือกไฟล์นามสกุล .bnn เท่านั้น 50
รูปที่ 3-19 แสดงหน้าต่างหมายเลขถประจำทางจามแต่ละโค้ด 50
รูปที่ 3-20 แสดงหน้าต่างสำหรับให้บันทึกไฟล์จะได้นามสกุล .bnn 51
รูปที่ 3-21 แสดงหน้าต่างสำหรับยืนยันค่าที่ใส่ 51
รูปที่ 3-22 แสดงหน้าต่างส่วนของการแสดงผล 52
รูปที่ 3-23 แสดงตัวอย่างการแสดงผลเมื่อมีรถประจำทางมา 1 คันในคิว 53
รูปที่ 3-24 ขั้นตอนการแปลงแรงดัน 54
รูปที่ 4-1 รูปวงจรของ TLP434A 55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4-2 สัญญาณ ที่จุด Output ของ TLP434A 56
รูปที่ 4-3 สัญญาณ ที่จุด Output ของ TLP315A 56
รูปที่ 4-4 รูปวงจรของ RLP434A 57
รูปที่ 4-5 สัญญาณ ที่จุด Input ของ RLP434A 58
รูปที่ 4-6 สัญญาณ ที่จุด Input ของ RLP315A 58
รูปที่ 4-7 แสดงการเซฟไฟล์ที่ชื่อ temp 59
รูปที่ 4-8 แสดงการโหลดไฟล์ temp.bnn ออกมาแสดงค่า 60
รูปที่ 4-9 แสดงผลจากการรับส่งคลื่นสัญญาณวิทยุ 61
รูปที่ ก-1.1 วงจรฝั่งป้ายรถประจำทางภาครับ 63
รูปที่ ก-1.2 วงจรฝั่งป้ายรถประจำทางภาคส่ง 64
รูปที่ ก-1.3 วงจรฝั่งป้ายรถประจำทางภาคติดต่อกับส่วนแสดงผล 65
รูปที่ ก-2 วงจรฝั่งรถประจำทาง 66
รูปที่ ก-3 วงจรแปลงแรงดัน 67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันการรอรถประจำทางอาจจะสร้างความวุ่นวายซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้อาจเกิดอุบัติเหตุขึ้นได้ ดังนั้นทางกลุ่มการดำเนินโครงงานจึงได้พัฒนาระบบการแจ้งหมายเลขรถประจำทางให้สามารถแสดงผลออกมาอยู่ที่หน้าจอในรูปของหมายเลขรถประจำทาง โดยพัฒนาให้สามารถส่งข้อมูลแบบไร้สาย (Wireless) ซึ่งมีหลายรูปแบบ เช่น Infrared, RF, Bluetooth โดยเฉพาะการใช้อินฟราเรด (Infrared) ที่มีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง และก็ได้มีการนำมาผลิตขายกันแล้วแต่ยังคงมีราคาสูงอยู่ เลยยังไม่เป็นที่แพร่หลายมากเท่าใดนัก

การส่งสัญญาณแบบใช้อินฟราเรด นี้ยังมีข้อจำกัดอยู่หลายๆอย่าง เช่น สามารถ รับ / ส่ง สัญญาณได้ในระยะทางสั้นๆเท่านั้น อีกทั้งยังต้องจัดให้อุปกรณ์หันส่วนที่ รับ / ส่ง อินฟราเรด อยู่ในแนวเดียวกันด้วยจึงจะสามารถ รับ / ส่ง ข้อมูลได้

ดังนั้นโครงการนี้เราจะใช้หลักการส่งที่อาศัยคลื่นวิทยุ (RF หรือ Radio Frequency) เนื่องจากประโยชน์ก็คือทำให้เราสามารถที่จะเอาเครื่องรับสัญญาณไปวางไว้ตรงไหนก็ได้ภายในระยะรัศมีที่กำหนด อีกทั้งไม่จำเป็นต้องวางเครื่องรับและเครื่องส่งให้ตรงกันเหมือนกับระบบที่ใช้อินฟราเรด ทำให้เกิดความสะดวกสบายเป็นอย่างมากกับผู้ใช้งาน

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาเกี่ยวกับการ รับ / ส่ง สัญญาณในรูปของ คลื่นวิทยุ
2. เพื่อศึกษาการรับ-ส่งข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์กับไมโครคอนโทรเลอร์ AT89Cx051 และระหว่างไมโครคอนโทรเลอร์ AT89Cx051 ด้วยกัน
3. สร้างวงจรเพื่อเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรเลอร์ AT89Cx051 ด้วยกันโดยผ่านคลื่นวิทยุได้
4. เพื่อนำผลงานที่ได้ไปใช้ประโยชน์

1.3 ประโยชน์ที่ได้รับ

1. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์และไมโครคอนโทรเลอร์ AT89Cx051
2. มีความรู้ในการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรเลอร์ AT89Cx051
3. มีความรู้ในการเขียนโปรแกรม VB
4. ได้ชุดสื่อสารที่นำมาใช้งานได้จริง และสามารถนำไปใช้เพื่อความสะดวกในการสร้างอุปกรณ์แสดงผลโดยอาศัยสัญญาณวิทยุเป็นตัวกลาง
5. สามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับงานอื่นๆได้
6. ได้ความรู้เกี่ยวกับระบบการ รับ / ส่ง สัญญาณแบบใช้คลื่นวิทยุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. รู้ถึงหลักการทำงานของโมดูล TLPRLP434 และ TLPRLP315
8. สามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับงานด้านอื่นๆ

1.4 ขอบเขตของโครงการ

1. สามารถส่งข้อมูลได้ภายในรัศมีประมาณ 40 เมตร
2. สามารถส่งข้อมูลได้แบบ half-duplex คือส่งจากบอร์ดส่งไปบอร์ดรับและจากบอร์ดรับไปบอร์ดส่ง โดยมีอัตราเร็ว 9600 บิต/วินาที
3. แสดงผลออกทางหน้าจอคอมพิวเตอร์

1.5 เนื้อหาโดยสังเขป

บทที่ 1 บทนำ จะเป็นเนื้อหาที่เกี่ยวกับความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาในการทำโครงการนี้ และวัตถุประสงค์ในการทำโครงการ ตลอดจนขอบเขตความสามารถของการทำงาน รวมทั้งประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการทำโครงการนี้

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ โดยจะเป็นเนื้อหาที่เกี่ยวของกับโครงการนี้ ว่ามีทฤษฎีและหลักการใดบ้างที่นำมาใช้ในการทำโครงการนี้

บทที่ 3 การสร้างและการออกแบบ และการสร้าง โดยจะกล่าวถึง Block Diagram การทำงานของวงจรการส่งและรับ โดยจะอธิบายถึงหน้าที่และการทำงานของแต่ละส่วนของวงจร ซึ่งแบ่งเป็น ส่วนของ ภาครับกับ ภาคส่งและในส่วนที่สองคือ Software ได้อธิบายโดยการเขียนแผนภูมิการไหล (flow Chart)

บทที่ 4 ผลการดำเนินการทดลอง โดยจะเป็นส่วนที่กล่าวถึงการทดลองที่ได้ทำ เช่น การทดสอบเกี่ยวกับสัญญาณที่ออกมาจาก ขาต่างๆของเครื่องคอมพิวเตอร์ เป็นต้น จากนั้นก็จะเป็นผลที่ได้จากการทดลอง เช่น ผลที่ได้จากการแสดงหมายเลขทางคอมพิวเตอร์

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ ที่เป็นการสรุปถึงผลที่ได้จากการทดลองในบทที่ 4 ว่าโครงการมีความถูกต้อง สมบูรณ์ขนาดไหน มีปัญหาอะไรเกิดขึ้นบ้างในการทำงาน จากนั้นก็เป็นแนวในการที่จะนำโครงการนี้ไปพัฒนาต่อไป ไม่ว่าจะเป็น ระยะทางในการส่งข้อมูลที่ไกลขึ้น เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 บทนำ

คลื่นวิทยุ (RADIO FREQUENCY: RF) ได้มีการค้นพบทางทฤษฎีโดย JAMES CLERK MAXWELL ใน ค.ศ. 1864 กล่าวไว้ว่า คลื่นวิทยุ คือ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งมีความเร็วเท่ากับความเร็วของแสง คือ $3*10^8$ เมตร/วินาที ต่อมาในปี ค.ศ. 1877 HEINRICH HERTZ ได้ทำการทดลอง และพิสูจน์ให้ เห็นว่าคลื่นวิทยุมีจริง หลังจากนั้นก็ได้มีการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับคลื่นวิทยุ และการกระจายคลื่นวิทยุให้ก้าวหน้าต่อไปในปัจจุบัน

รูปที่ 2-1 Heinrich Rudoff Hertz ผู้ค้นพบคลื่นวิทยุ

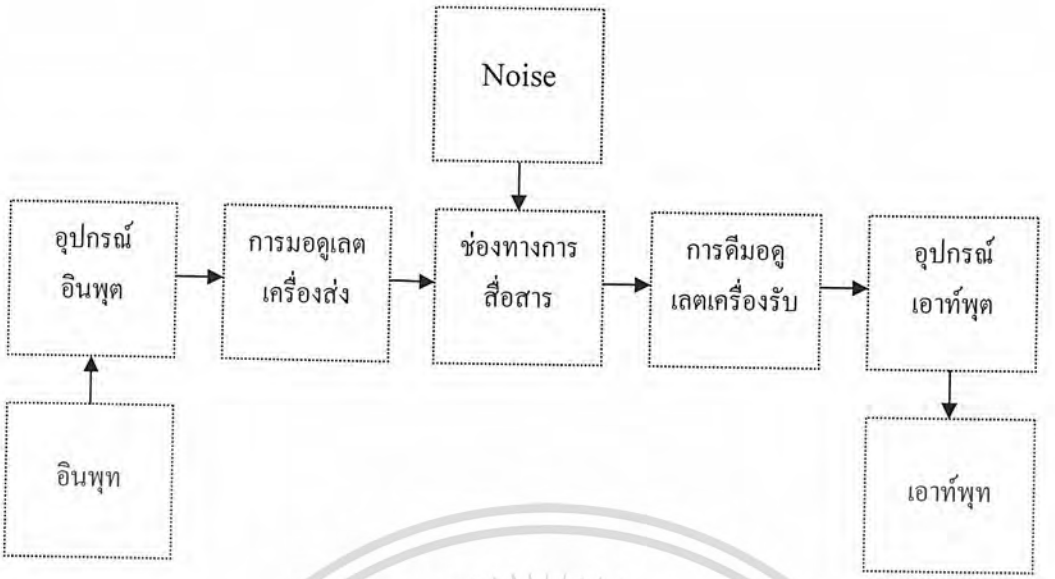
2.1.1 ระบบการสื่อสาร (Communication System)

การสื่อสารข้อมูลสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. การสื่อสารแบบสัญญาณ Analog เช่น เสียงพูด
2. การสื่อสารแบบสัญญาณ Digital เช่น เลขฐานสอง

ในระบบสื่อสารไม่ว่าจะเป็นระบบใดก็ตาม แผนผังของระบบสื่อสารพื้นฐานส่วนมากจะเหมือนกับรูปที่ 2-2 ซึ่งประกอบด้วย อุปกรณ์อินพุต (Input Device) เครื่องส่ง ช่องทางสื่อสาร (Communication Channel) หรือแชนแนล ซึ่งมักจะมี นอยส์ (Noise) มารบกวนเครื่องรับ และอุปกรณ์เอาต์พุต (Output Device)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-2 แสดงระบบสื่อสารพื้นฐาน

อุปกรณ์อินพุต และเอาต์พุต (Input / Output Device)

ความจริงอุปกรณ์อินพุตก็คือ อุปกรณ์ที่แปลงข่าวสารเป็นสัญญาณไฟฟ้า ส่วนอุปกรณ์เอาต์พุตก็คือ อุปกรณ์ที่แปลงสัญญาณไฟฟ้ากลับมาเป็นข่าวสารนั่นเอง มีชื่อเรียกแตกต่างกันออกไปแล้วแต่ว่านำใช้งานในรูปแบบไหน เช่น ในระบบวิทยุกระจายเสียง อุปกรณ์อินพุตอาจเป็นไมโครโฟนและอุปกรณ์เอาต์พุตจะเป็นลำโพง สำหรับไมโครโฟนทำหน้าที่แปลงคลื่นเสียงเป็นสัญญาณไฟฟ้า และส่วนลำโพงทำหน้าที่แปลงสัญญาณไฟฟ้ากลับเป็นคลื่นเสียง

อุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุตของระบบสื่อสารยังมีอีกมากมาย เช่น คันเคาะโทรเลข เครื่องโทรพิมพ์ เครื่องโทรสาร เครื่องโทรมาตร (Telemetry) ฯลฯ อุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุตจะต่อเข้ากับเครื่องส่งและเครื่องรับเสมอ ข่าวสารที่รับหรือส่งระหว่างกัน แบ่งออกเป็น 3 พวกใหญ่ คือ

1. เสียงหรือออดิโอ (Audio) ได้แก่ เสียงพูดในระบบโทรศัพท์ เสียงพูด เสียงเพลง หรือเสียงดนตรี ซึ่งต้องการคุณภาพเสียงดีในระบบวิทยุกระจายเสียง

2. ภาพ (Picture) ได้แก่ ภาพนิ่งในระบบโทรสาร (Facsimile) และระบบส่งภาพระยะไกล (Telephoto) ภาพยนต์ในระบบโทรทัศน์

3. ข้อมูล (Data) ส่วนใหญ่ส่งมาเป็นรหัสให้แก่เครื่องยนต์ เครื่องจักร เครื่องคอมพิวเตอร์ ฯลฯ ได้แก่ ข้อมูลและคำสั่งในระบบโทรมาตร ตัวอักษรในระบบโทรพิมพ์ หรือโทรเลข ข้อมูลคอมพิวเตอร์ในระบบสื่อสารคอมพิวเตอร์

เครื่องส่ง

เครื่องส่งทำหน้าที่รับสัญญาณไฟฟ้าจากอุปกรณ์อินพุต แล้วทำการมอดูเลตลงบนคลื่นพาห์ความถี่สูง เครื่องส่งประกอบด้วยแหล่งกำเนิดสัญญาณความถี่สูง (ออสซิลเลเตอร์) กับมอดูเลต เครื่องส่งส่วนใหญ่มักมีภาคขยายอีกเพื่อให้สัญญาณที่ส่งออกอากาศมีกำลังแรง ทำให้สื่อสารกันได้ไกลขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่องทางสื่อสาร (Communication Channel)

ช่องทางสื่อสาร ในที่นี้ ได้แก่ บรรยากาศ อวกาศว่าง (Free Space) หรือสาย ฯลฯ แต่ในที่นี้เราจะกล่าวถึงเฉพาะระบบวิทยุเท่านั้น ช่องทางสื่อสารของระบบวิทยุอาศัยการแผ่คลื่นวิทยุออกไป โดยผ่านบรรยากาศซึ่งเป็นตัวกลาง (Medium) ซึ่งคลื่นเดินทางจากเครื่องส่งผ่านไปยังเครื่องรับ

ความถี่และความยาวคลื่น

เรานิยมแบ่งคลื่นวิทยุออกเป็นย่านความถี่ต่าง ๆ โดยมีหน่วยเป็นเฮิรตซ์ (Hertz) ในประวัติศาสตร์การวิทยุ เราแบ่งคลื่นวิทยุตามความยาวคลื่น (Wavelength) ในที่นี้ ความยาวคลื่นมีหน่วยเป็นเมตร

V คือ ความเร็วของคลื่นวิทยุในอากาศ เท่ากับความเร็วของแสง = $3 * 10^8$ เมตรต่อวินาที

F คือ ความถี่มีหน่วยเป็นเฮิรตซ์ (Hz)

ย่านความถี่	ความถี่	ความยาวคลื่น
Very Low Frequency (VLF)	ต่ำกว่า 30 kHz	ยาวกว่า 10 km
Low Frequency (LF)	30-300 kHz	10-1 km
Medium Frequency (MF)	300-3000 kHz	1000-100 m
High Frequency (HF)	3-30 MHz	100-10 m
Very High Frequency (VHF)	30-300 MHz	10-1 m
Ultra High Frequency (UHF)	300-3000 MHz	100-10 cm
Super High Frequency (SHF)	3-30 GHz	10-1 cm
Extremely High Frequency (EHF)	30-300 GHz	10-1 mm

ตารางที่ 2-1 แสดงย่านความถี่ ความถี่ และความยาวคลื่น

นอยส์ (Noise)

เป็นสัญญาณที่เข้ามาแทรกแซงหรือรบกวน (Interference) นอยส์ที่รับเข้ามาได้ แบ่งออกได้ 3 ประเภท คือ

1. นอยส์ในชั้นบรรยากาศ (Atmospheric Noise)

เกิดขึ้นจากความแปรปรวนของบรรยากาศที่ห่อหุ้มโลก เช่น ฟ้าแลบ ฟ้าผ่า ก่อให้เกิดคลื่นวิทยุแผ่กระจายออกไปรอบโลก นอยส์บรรยากาศเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา แม้จะไม่มีพายุฝนฟ้าคะนองก็ตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. นอยส์จากอวกาศ (Space Noise)

เกิดจากดวงอาทิตย์และดวงดาวนับล้าน ๆ ดวงในจักรวาล ดวงอาทิตย์เป็นวัตถุที่มีขนาดมหึมาและมีความร้อนสูงถึง 6,000 องศาเซลเซียสที่ผิวดวงอาทิตย์ ฉะนั้น ดวงอาทิตย์จะแผ่พลังงานออกมามีสเปกตรัมความถี่กว้างมาก พลังงานนี้ปรากฏออกเป็นนอยส์คงที่ อย่างไรก็ตามที่ผิวดวงอาทิตย์ยังมีความแปรปรวนอื่นๆอีก เช่น จุดบนดวงอาทิตย์ (Sun Spot) การลุกโชติช่วง (Solar Flare) ซึ่งก่อให้เกิดนอยส์เพิ่มขึ้นอีก นอกจากนี้ดวงอาทิตย์บางดวงที่ไกลออกไปจากระบบสุริยจักรวาลก็มีคุณสมบัติเหมือนดวงอาทิตย์คือ มีความร้อนสูงและสามารถกำเนิดนอยส์มายังโลกได้

3. นอยส์ที่เกิดขึ้นจากสิ่งประดิษฐ์ที่มนุษย์สร้างขึ้น (Man-made Noise)

ได้แก่ นอยส์จากมอเตอร์ไฟฟ้า เช่น พัดลม ที่เป่าผม เครื่องดูดฝุ่น นอกจากนี้ก็ยังมีนอยส์ จากระบบจุดระเบิดของรถยนต์ การรั่วของสายไฟแรงสูง นอยส์ภายในตัวอุปกรณ์ในเครื่องรับ (Internal Noise) ซึ่งแยกเป็น 2 ประเภท คือ

3.1 นอยส์อุณหภูมิ (Thermal Noise) เกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนในตัวอุปกรณ์ บางครั้งเรียกว่า จอห์นสันนอยส์ (Johnson noise)

3.2 ช็อตนอยส์ (Shot Noise) เกิดขึ้นในอุปกรณ์แอกตีฟ (Active Device) ทุกชนิด เนื่องจากการรวมตัวของอิเล็กตรอนกับโฮล (Hole) เช่น ในทรานซิสเตอร์ ซึ่งไม่ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ

<u>เครื่องรับ</u>

เมื่อรับสัญญาณจากเครื่องรับ สัญญาณจะมีกำลังอ่อนลงและยังมีนอยส์เข้ามาแทรกแซงสัญญาณที่ต้องการจะรับอีกด้วย ดังนั้นการรับสัญญาณอ่อนๆเช่นนี้ เครื่องรับจึงต้องมีความสามารถพิเศษในการเลือกรับและขยายเอาเฉพาะสัญญาณความถี่ที่ต้องการ พร้อมทั้งต้องมีกรรมวิธีในการกำจัดนอยส์หรือต่อสู้เอาชนะนอยส์ที่รบกวน สัญญาณที่รับได้จะผ่านการดีมอดเพื่อแปลงสัญญาณข่าวสารที่เข้ามอดูเลตกลับมา กรรมวิธีนี้ค่อนข้างสลับซับซ้อน

2.1.2 ระบบการสื่อสารแบบ Analog

สิ่งที่จะใช้ในการพิจารณาระบบนี้คือ อัตราส่วนของกำลังสัญญาณหลัก ต่อกำลังสัญญาณรบกวน (Signal to Noise Ratio; S / N) โดยถ้า S / N สูงแสดงว่าระบบนั้นมีประสิทธิภาพดี แต่ถ้ามีค่า S / N ต่ำแสดงว่าระบบมีประสิทธิภาพไม่ดี และอีกอย่างก็คือ ค่า Band Width ซึ่งหมายถึง ช่วงความถี่ที่ครอบคลุมกำลังส่วนมาก หรือช่วงความถี่ที่มีอัตราขยาย หรือ ค่าลดทอนเล็กน้อยในช่วงกลางๆของ Band Width โดยทั่วไปจะกำหนดเขตความกว้างที่ 3 dB หรือครึ่งหนึ่งของกำลังสูงสุด

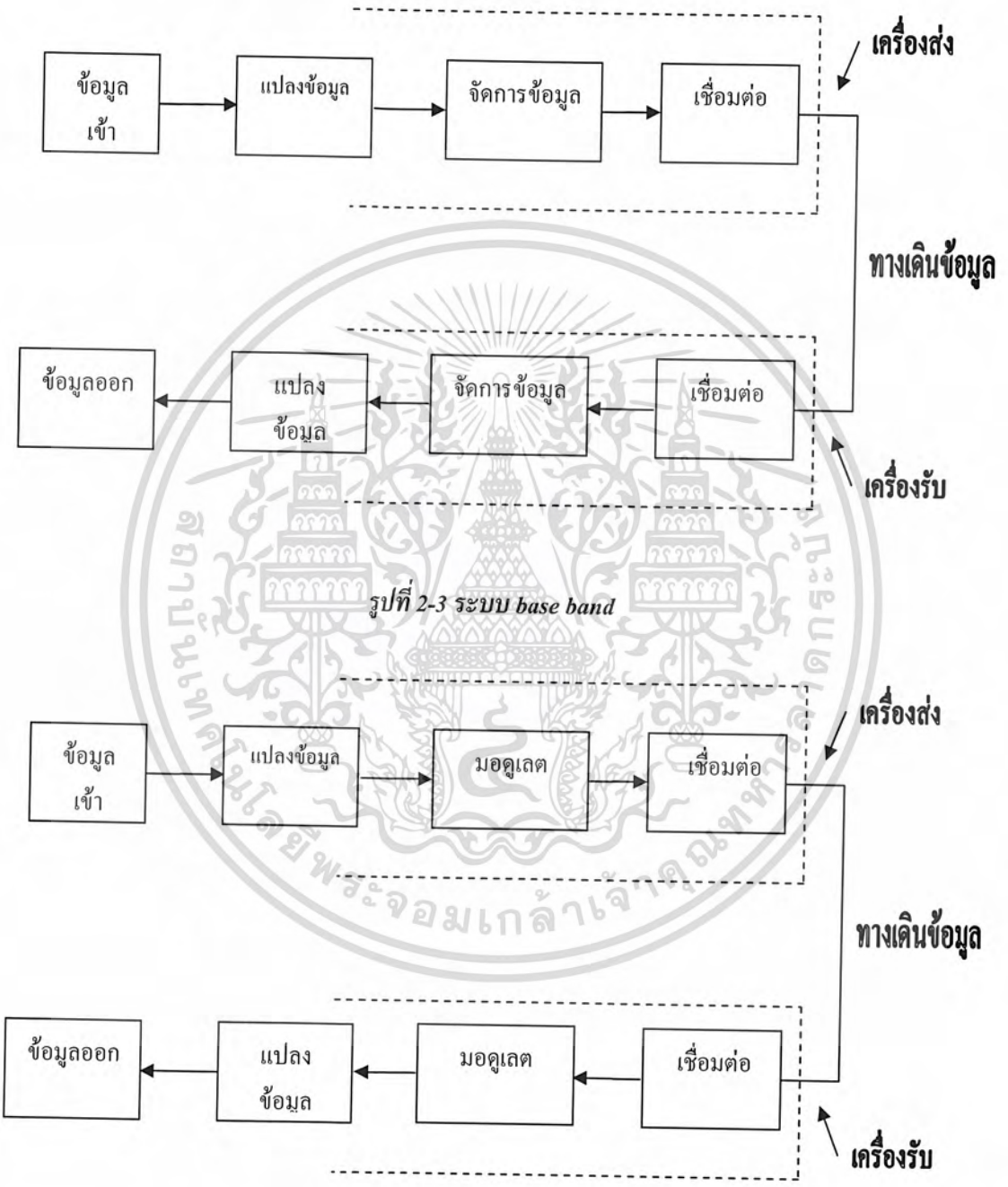
ระบบ Base band ที่มีลักษณะสำคัญคือ สัญญาณ Output ที่ได้ออกมาจะมี สเปคตัมของความถี่เดียวกันเหมือนกันกับ สัญญาณ Input ซึ่งหมายถึง ไม่มีการมอดูเลต (Modulate) กับคลื่นพาหะที่มีความถี่สูงกว่า

ส่วนรูป ข แสดงถึงระบบการสื่อสารแบบ Analog ที่มีการ Modulation และ Demodulation นั่นก็คือ มี Modulation หรือ Demodulation เพื่อจะใช้ในการเปลี่ยนรูปสเปคตัมความถี่ให้เข้ากับความถี่ที่ได้เลือกไว้ และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้สัญญาณที่มีช่วงความถี่เดียวกันอื่นเข้ามารบกวน ซึ่งจะใช้ในการสื่อสารระบบ AM และ FM

การ รับ – ส่ง ข้อมูลแบบ Analog



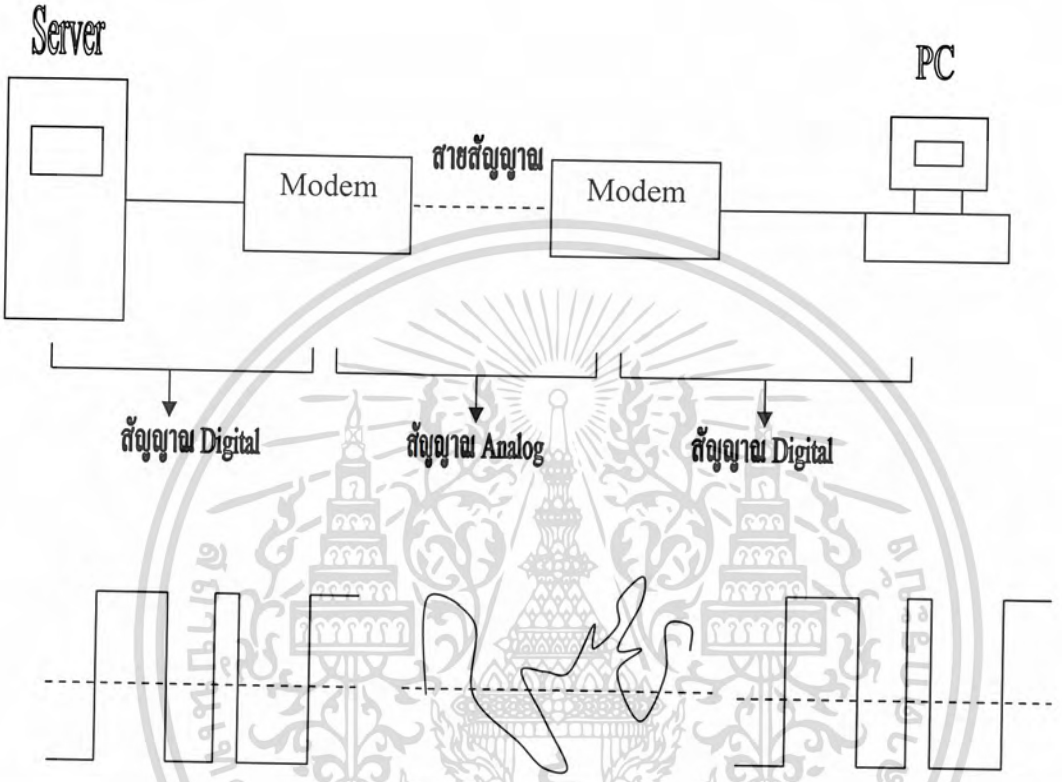
รูปที่ 2-3 ระบบ base band

รูปที่ 2-4 ระบบ Modulate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 ระบบการสื่อสารแบบ Digital

การสื่อสารแบบนี้จะใช้ข้อมูลเป็นรหัส "0" หรือ "1" ได้แก่ เลขฐานสอง และ เลขฐานสิบหกเป็นต้น โดยการเปลี่ยนสัญญาณ Analog เป็น Digital นั้น จะใช้วิธีการสุ่มตัวอย่าง (Sampling) จากสัญญาณ Analog โดยวิธีการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะได้เป็น เลขฐานสองออกมา (0, 1)

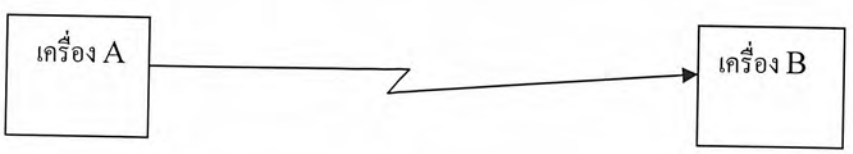


รูปที่ 2-5 การสื่อสารทั้งแบบ Analog และ Digital

2.2 การส่งสัญญาณ

2.2.1 การส่งแบบทิศทางเดียว (Simplex)

หมายถึง การส่งสัญญาณจากด้านส่ง ไปยังด้านรับเพียงด้านเดียว โดยที่ไม่สามารถโต้ตอบระหว่างกันได้ เช่น การกระจายเสียงของสัญญาณวิทยุ หรือ โทรทัศน์ เป็นต้น



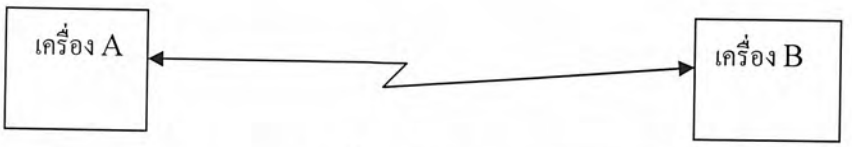
รูปที่ 2-6 การส่งสัญญาณแบบ Simplex

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ทางเดินเปลี่ยนทิศทางไม่ได้

2.2.2 การส่งแบบสองทิศทางแต่ต่างเวลากัน (Half – duplex)

หมายถึง ทั้งทางด้านส่งและด้านรับสามารถโต้ตอบระหว่างกันได้ โดยมีข้อกำหนดว่าต้องมีด้านหนึ่งเป็นด้านรับเสมอ (ผลัดกันส่ง) เช่น วิทยุสมัครเล่น



รูปที่ 2-7 การส่งสัญญาณแบบ Half–duplex

- รับ - ส่งได้ทั้ง 2 ทิศทาง
- ส่งคนละช่วงเวลา

2.2.3 การส่งแบบสองทิศทางที่เวลาเดียวกัน (Full – duplex)

หมายถึง การที่ด้านรับและด้านส่งสามารถส่งสัญญาณได้พร้อมกันในเวลาเดียวกัน โดยที่ไม่ต้องผลัดกันส่งเหมือนแบบ Half –duplex

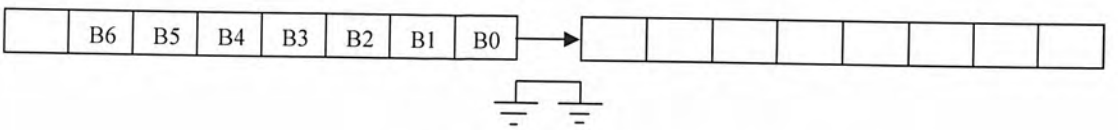
รูปที่ 2-8 การส่งสัญญาณแบบ Full–duplex

- รับ - ส่งได้ทั้ง 2 ทิศทาง
- รับ – ส่งในเวลาเดียวกัน

2.3 การส่งข้อมูลแบบอนุกรมและแบบขนาน

2.3.1 การส่งข้อมูลแบบอนุกรม

จะเป็นการส่งข้อมูลที่ละบิตเรียงกันไป

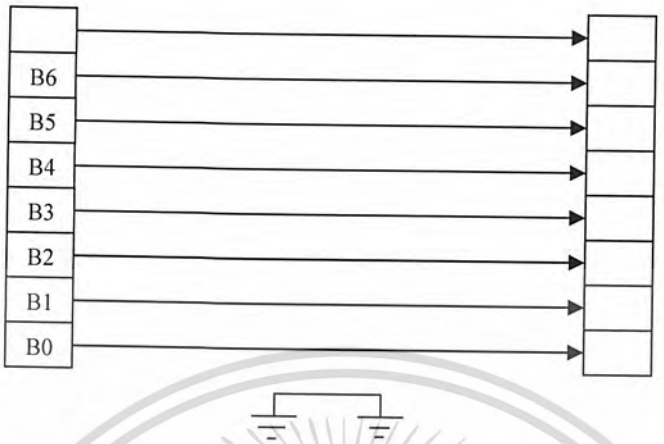


รูป ก การส่งข้อมูลแบบอนุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 การส่งข้อมูลแบบขนาน

ทุกบิตของข้อมูลจะถูกแยกส่งไปตามทางติดต่อในเวลาเดียวกัน



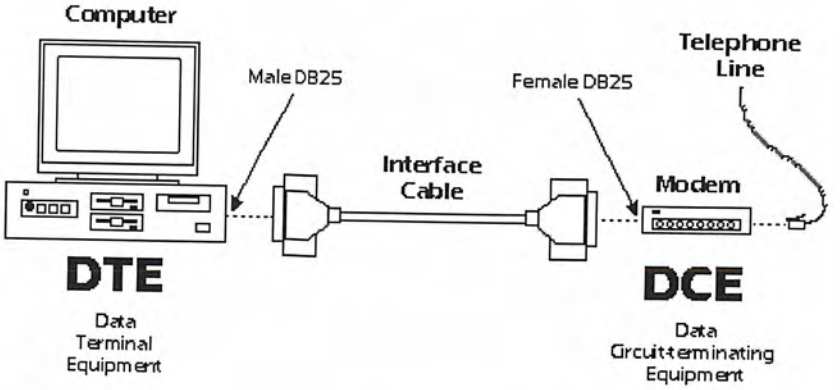
รูป ข การส่งข้อมูลแบบขนาน

เปรียบเทียบทั้ง 2 วิธีแบบขนานจะใช้ค่าใช้จ่ายสูงกว่าแบบอนุกรม เนื่องจากต้องใช้สายนำข้อมูลมาก แต่ก็มีข้อดีคือสามารถส่งข้อมูลได้รวดเร็วกว่าแบบอนุกรมเพราะส่งได้หลายบิตในเวลาเดียวกัน เหมาะสำหรับการ รับ – ส่ง ข้อมูลในระยะทางใกล้ๆ ส่วนแบบอนุกรมจะเหมาะสำหรับการ รับ – ส่ง ข้อมูลที่ไกลๆ

2.4 มาตรฐานพอร์ตอนุกรมแบบ RS-232

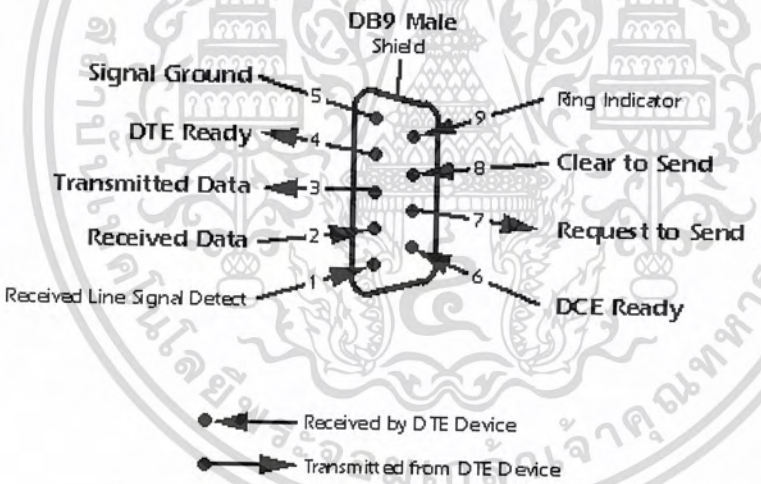
RS-232 หรือ V.24 เป็นมาตรฐานการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์รับส่งปลายทาง (Data Terminal Equipment หรือ DTE) กับอุปกรณ์สื่อสารข้อมูลแบบ (Data Circuit Termination Equipment หรือ DCE) เพื่อใช้ในการส่งผ่านข้อมูลแบบไบนารี (Binary) แบบอนุกรม โดยที่ RS-232 เป็นมาตรฐานที่กำหนดขึ้นมาจากสมาคมอิเลคทรอนิกส์อุตสาหกรรม (Electronic Industries Association หรือ EIA) ซึ่งจัดตั้งขึ้นมาด้วยความร่วมมือของบริษัท Bell ซึ่งเป็นบริษัทผู้ผลิตคอมพิวเตอร์และโมเดมเพื่อใช้เป็นมาตรฐานในการเชื่อมต่อ ตัวอักษรภาษาอังกฤษของคำว่า “RS” ย่อมาจาก “Recommended Standard” แล้วตามด้วยเลข 3 ตัว และปิดท้ายด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษ A, B, C หรือ D เป็นการแสดงถึงรุ่นที่ได้รับพัฒนา สำหรับมาตรฐาน RS-232 ที่สร้างขึ้นมาโดยสมาคมอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมเทียบเท่ากับมาตรฐาน V ที่สร้างขึ้นมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



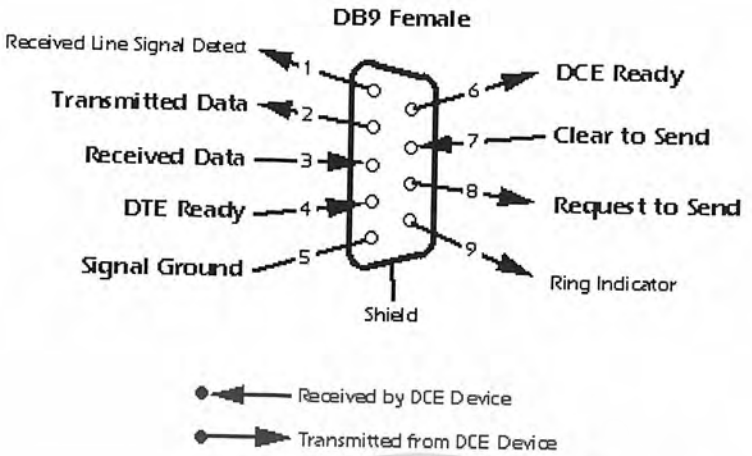
รูปที่ 2-9 ฟังชันการสื่อสาและชนิดของคอนเน็กเตอร์ที่ต่อกันระหว่างคอมพิวเตอร์และโมเด็ม

ในปัจจุบันขาของคอนเน็กเตอร์ (Connector) ได้ถูกลดจำนวนลง เนื่องจากคอนเน็กเตอร์แบบ DB-25 นั้นมีสายสัญญาณถึงสองชุดใน 1 ตัว ซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองดังนั้นจึงมี คอนเน็กเตอร์แบบ DB-9 ไว้สำหรับการใช้งาน โดยที่มีลักษณะทางกายภาพคือมีจำนวนขา (pin) ที่ตัวคอนเน็กเตอร์ ทั้งหมด 9 ขาซึ่งอุปกรณ์เมาส์ (mouse) ใช้คอนเน็กเตอร์แบบ DB-9 ด้วย



รูปที่ 2-10 ขา (Pin) ต่างๆของ DB-9 ตัวผู้ (Male)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-11 ขา (Pin) ต่างๆของ DB-9 ตัวเมีย (Female)

2.4.1 รายละเอียดของขา (pin) ต่างๆของ DB-9

CD

Carrier Detect ขานี้จะแอคทีฟเมื่อมีการส่งสัญญาณพาห์จากอุปกรณ์สื่อสารข้อมูล เช่น โมเด็มสำหรับการใช้งาน ปกติขานี้จะไม่ค่อยได้ถูกใช้งานมากนัก

RD

Received Data ขานี้ใช้เพื่อรับสัญญาณอนุกรมเข้ามายังคอมพิวเตอร์ โดยจะนำข้อมูลที่อ่านได้เก็บไว้ในรีจิสเตอร์บัฟเฟอร์ (Buffer Register)

TD

Transmitted Data ขานนี้ใช้เพื่อส่งข้อมูลออกจากคอมพิวเตอร์ โดยจะนำข้อมูลที่เก็บอยู่ในบัฟเฟอร์สำหรับส่งข้อมูลออกไป

DTR

Data Terminal Ready เป็นขาสัญญาณที่ส่งออกจากคอมพิวเตอร์เพื่อให้อุปกรณ์ปลายทางรู้ว่าต้องการติดต่อด้วย โดยขา DTR นี้จะเชื่อมต่อกับขา DSR ของอุปกรณ์ปลายทางจะต้องเชื่อมต่อกับขา DSR ของคอมพิวเตอร์ ถ้าใช้การเชื่อมต่อเป็นแบบไม่ใช้โมเด็ม (Null Modem) ซึ่งให้สายในการเชื่อมต่อเพียง 3 เส้น จะต้องต่อขา DTR และ DSR ของตัวมันเองเข้าด้วยกันและต้องต่อขา DCD ด้วย ในกรณีที่โปรแกรมสื่อสารที่ใช้ได้มีการตรวจจับสัญญาณพาห์

SG

Signal Ground เป็นขากราวนด์ของระบบ

DSZ

Data Set Ready ขานี้จะใช้คู่กับขา DTR เพื่อตรวจสอบการเชื่อมต่อกันระหว่างคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ปลายทางซึ่งขา DSR นี้จะเป็นขาสำหรับรับข้อมูลจากภายนอกซึ่งถูกส่งมาจากขา DTR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RTS

Request To Send เป็นขาสำหรับส่งสัญญาณร้องขอให้ทางอุปกรณ์ปลายทางส่งข้อมูลกลับมายังคอมพิวเตอร์ โดยขาที่รับสัญญาณ RTS ก็คือขา CTS ในกรณีที่ใช้การเชื่อมต่อแบบไม่ใช้โมเด็ม 3 สาย จะต้องเชื่อมต่อขา RTS และ CTS ของตัวมันเองเข้าด้วยกัน เพื่อที่จะให้การรับส่งข้อมูลสามารถเกิดขึ้นตลอดเวลา

CTS

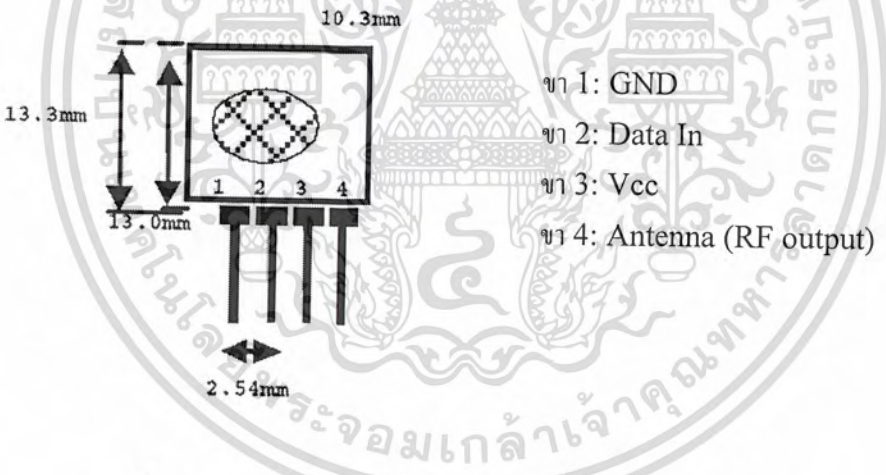
Clear To Send ขานี้จะคอยรับสัญญาณจากขา RTS เมื่อรับสัญาณได้ ข้อมูลที่ขา TxD จะถูกส่งออกไป ดังนั้น ขานี้จึงถูกใช้เพื่อตรวจสอบอุปกรณ์ต่อพ่วงว่าพร้อมที่จะรับข้อมูลหรือไม่

RI

Ring Indicator ใช้แสดงสถานะสัญญาณเรียกจากสายโทรศัพท์ โดยทั่วไปสายนี้จะไม่ถูกใช้งานจะใช้งานก็ต่อเมื่อมีการเชื่อมต่อกับโมเด็มและโปรแกรมมีการตรวจสอบสัญญาณนี้เท่านั้น

2.5 การรับส่งสัญญาณวิทยุที่ความถี่ 434 และ 315 MHz

2.5.1 อุปกรณ์ส่งสัญญาณวิทยุ ไอซี TLP434A และ TLP315A



รูปที่ 2-12 อุปกรณ์ส่งสัญญาณวิทยุ ไอซี TLP434A และ TLP315A

อุปกรณ์การส่งสัญญาณวิทยุมีหลายความถี่ เช่น 315, 418 and 433.92 MHz ซึ่งรูปแบบการส่งจะเหมือนกันโดยมีลักษณะต่างๆดังนี้

การมอดูเลต : ASK

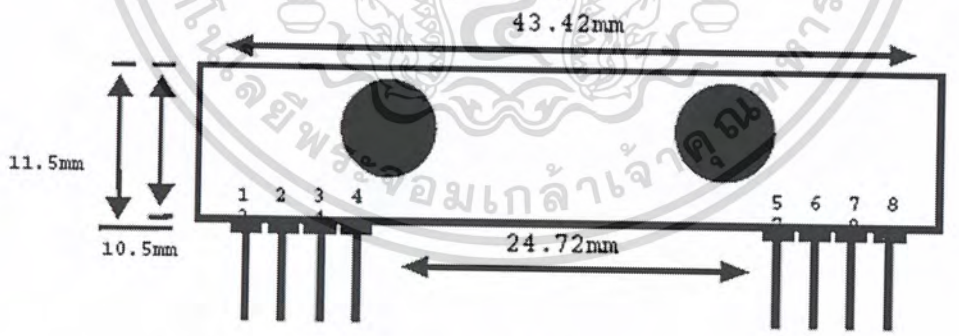
การจัดการแรงดัน : 2 - 12 VDC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
Vcc	Operating supply voltage		2.0	-	12.0	V
Icc 1	Peak Current (2V)		-	-	1.64	mA
Icc 2	Peak Current (12V)		-	-	19.4	mA
Vh	Input High Voltage	Idata= 100uA (High)	Vcc-0.5	Vcc	Vcc+0.5	V
Vl	Input Low Voltage	Idata= 0 uA (Low)	-	-	0.3	V
FO	Absolute Frequency	315Mhz module	314.8	315	315.2	MHz
PO	RF Output Power-50ohm	Vcc = 9V-12V	-	16	-	dBm
		Vcc = 5V-6V	-	14	-	dBm
DR	Data Rate	External Encoding	512	4.8K	200K	bps

ตารางที่ 2-2 คุณสมบัติต่างๆของอุปกรณ์ส่งสัญญาณวิทยุ ไอซี TLP434A และ TLP315A

2.5.2 อุปกรณ์รับสัญญาณวิทยุ ไอซี RLP434A และ RLP315A



รูปที่ 2-13 อุปกรณ์รับสัญญาณวิทยุ ไอซี RLP434A และ RLP315A

ขา 1: Gnd

ขา 2: Digital Data Output

ขา 3: Linear Output /Test

ขา 4: Vcc

ขา 5: Vcc

ขา 6: Gnd

ขา 7: Gnd

ขา 8: Antenna

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์การรับสัญญาณวิทยุมีหลายความถี่ เช่น 315, 418 and 433.92 MHz ซึ่งรูปแบบการรับจะเหมือนกันโดยมีลักษณะต่างๆดังนี้

การมอดูเลต : ASK

การจัดการแรงดัน : 3.3 - 6.0 VDC

เอาท์พุต : Digital & Linear

Symbol	**Parameter**	**Conditions**	**Min**	**Typ**	**Max**	
Vcc	Operating supply voltage		3.3	5.0V	6.0	V
Itot	Operating Current		-	4.5		mA
Vdata	Data Out	Idata = +200 uA (High)	Vcc-0.5	-	Vcc	V
		Idata = -10 uA (Low)	-	-	0.3	V

ตารางที่ 2-3 คุณสมบัติต่างๆของอุปกรณ์รับสัญญาณวิทยุ ไอซี RLP434A และ RLP315A

Characteristics	SYM	Min	Typ	Max	Unit
Operation Radio Frequency	FC	315, 418 and 433.92			MHz
Sensitivity	Pref		-110		dBm
Channel Width			+-500		Khz
Noise Equivalent BW			4		Khz
Receiver Turn On Time			5		ms
Operation Temperature	Top	-20	-	80	C
Baseboard Data Rate			4.8		KHz

ตารางที่ 2-4 คุณสมบัติด้านไฟฟ้าของอุปกรณ์รับสัญญาณวิทยุ ไอซี RLP434A และ RLP315A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 การทดสอบระยะขอบเขต

ให้อุปกรณ์ส่งมีแรงดัน 12 VDC และอุปกรณ์รับมีแรงดัน 5 VDC โดยแบ่งเงื่อนไขให้ทดสอบสถานที่ต่างกัน 3 สถานที่ ดังนี้

- พื้นดินทั่วไป ไม่มีสิ่งกีดขวางรัศมี 300 องศา
- พื้นที่ร้านค้า 1 ร้านขายไม้ซึ่งประกอบด้วย ตะปูเหล็กที่ตอกยึดผนัง, เครื่องมือ, และชั้นวางสินค้า
- พื้นที่ร้านค้า 2 ร้านขายอุปกรณ์แต่งบ้านที่ทำด้วยไม้

การทดสอบถูกทดสอบที่พื้นที่ร้านค้า 2 โดยใช้อุปกรณ์อย่างน้อย 3 อุปกรณ์ในการทดสอบความเป็นไปได้ที่เกิดจากการรบกวนของมอเตอร์ AC ที่สร้างนอยส์ขึ้นมา โดยช่วงของการวัดจะวัดที่ขอบของสัญญาณที่เริ่มเบาบาง เมื่อเราวัดคลื่นสัญญาณได้เบาบางที่สุด ระยะทางที่วัดได้ก็จะเป็นระยะทางในการส่ง

การทดสอบในพื้นที่ร้านค้า 1 จะได้ระยะทางสูงสุดที่ 130' และการทดสอบที่พื้นที่ร้านค้า 2 จะได้ระยะทางไกลสุดที่ 60' จากตารางที่ 2-6

ชื่อตัวส่ง	รายละอียด	เสาสัญญาณ
TX1	LC based	loop
TX2	TLP-315	8.9'' Whip
TX3	TLP315	4'' PC trace

ตารางที่ 2-5 รายละเอียดของตัวส่งในการทดสอบ

ชื่อตัวรับ	รายละอียด	เสาสัญญาณ
RX1	Micrel MICRF001 eval brd	8.9'' Whip
RX2	RLP-315	8.9'' Whip
RX3	RLP315	11'' PC trace

ตารางที่ 2-6 รายละเอียดของตัวรับในการทดสอบ

ชื่อตัวส่ง	ชื่อตัวรับ	พื้นดินทั่วไป	พื้นที่ร้านค้า 1	พื้นที่ร้านค้า 2
TX1	RX1	144	125	MAX
TX2	RX1	330	MAX	MAX
TX3	RX1	138	130	MAX
TX1	RX2	405	MAX	MAX
TX2	RX2	500	MAX	MAX
TX2 w/ 5.6"whip	RX2	415	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TX2 w/ 5"whip	RX2	405	-	-
TX2 w/ 3"whip	RX2	355	-	-
TX2 no whip	RX2	185	-	-
TX2 no whip	RX2 w/ 5.6"whip	159	-	-
TX3	RX2	350	MAX	MAX
TX1	RX3	320	MAX	MAX
TX2	RX3	340	MAX	MAX
TX3	RX3	300	MAX	MAX

ตารางที่ 2-7 ผลการทดสอบ

สรุปผลการทดสอบ ทุกชุดที่ได้นำมารวมกันได้ผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้ โดย Micrel MICRF001 eval brd จะให้ค่าที่ต้องการได้แต่ต้องปรับให้ดี ส่วนอุปกรณ์ TLP315 และ RLP315 จะไม่ต้องมีการปรับแต่จะให้ค่าที่ดีได้เมื่อใช้เสาสัญญาณที่มีขนาดยาว

2.6 วงจรเปรียบเทียบแรงดัน (Voltage Comparators)

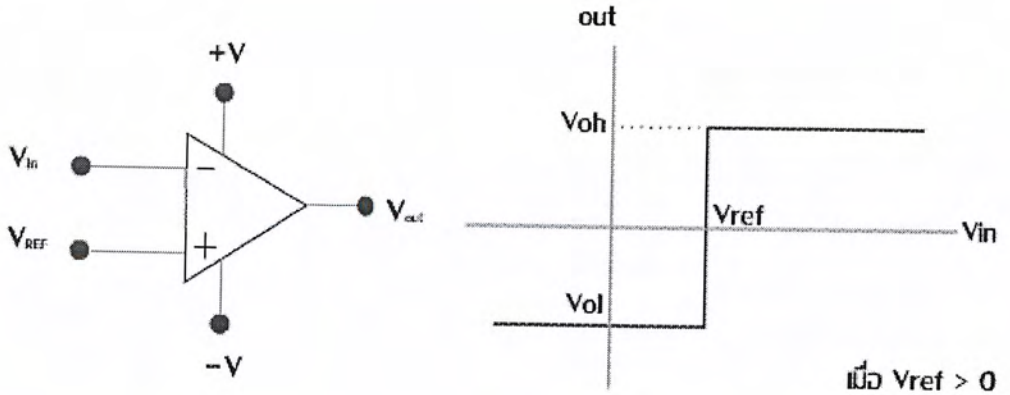
หน้าที่ของวงจรเปรียบเทียบแรงดัน คือ ทำการเปรียบเทียบแรงดันอินพุตที่ป้อนให้วงจรกับแรงดันอ้างอิงที่ตั้งไว้แล้วทำให้เกิดแรงดันเอาต์พุตของวงจรเปลี่ยนแปลงอยู่สองสภาวะ คือ สภาวะสูง (high) และสภาวะต่ำ (low) เท่านั้น วงจรเปรียบเทียบแรงดันและกราฟคุณสมบัติของวงจรแสดงได้ดังรูปที่ 2-14 ซึ่งการทำงานของวงจรมีความสัมพันธ์สรุปได้ดังนี้คือ

รูปที่ 2.14(ก) $V_{out} = V_{OH}$ เมื่อ $V_{in} > V_{REF}$ (2.14 ก)

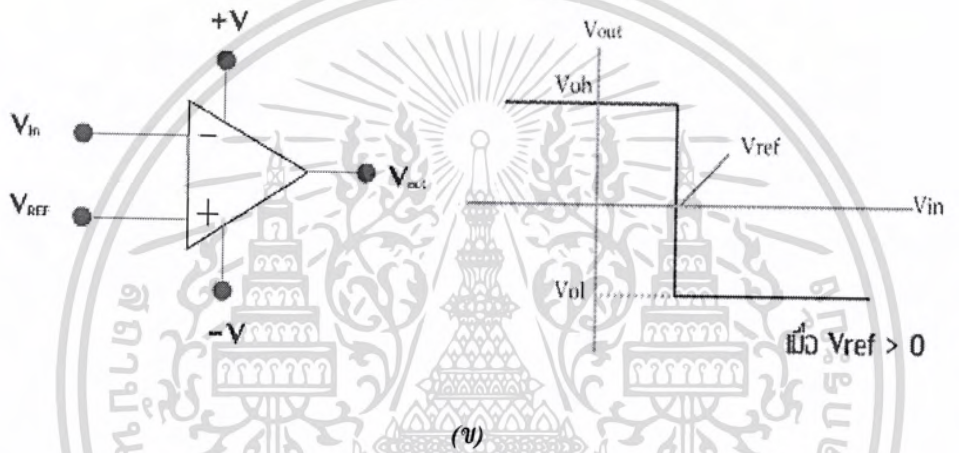
รูปที่ 2.14(ข) $V_{out} = V_{OL}$ เมื่อ $V_{in} > V_{REF}$ (2.14 ข)

เมื่อ V_{OH} และ V_{OL} คือแรงดันเอาต์พุตอิ่มตัวของออปแอมป์ (OP – AMP saturation voltages) ในสภาวะสูงและสภาวะต่ำ ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
61782

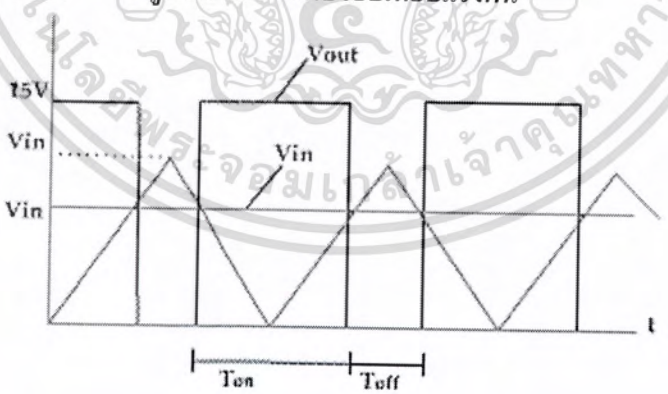


(ก)



(ข)

รูปที่ 2-14 วงจรเปรียบเทียบแรงดัน



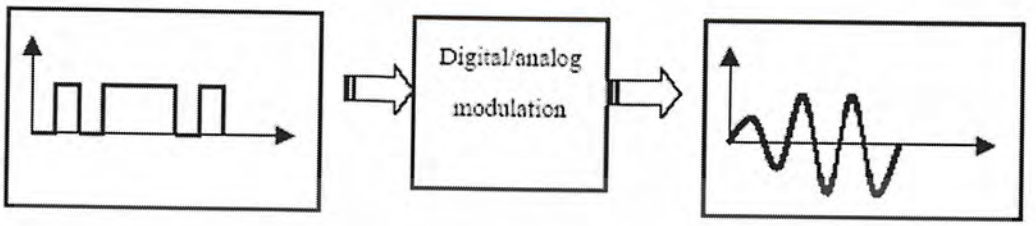
รูปที่ 2-15 วงจรเปรียบเทียบแรงดัน

2.7 การมอดูเลต (Modulation)

การแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาล็อก ในปัจจุบันการส่งสัญญาณข้อมูลดิจิตอลโดยผ่านช่องทางการสื่อสารแบบอนาล็อกที่เราคุ้นเคยกัน ได้แก่ การข้อมูลคอมพิวเตอร์ผ่านทางเครือข่ายโทรศัพท์สาธารณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครือข่ายโทรศัพท์ถูกออกแบบมาเพื่อทำการสลับสวิตช์และส่งสัญญาณอนาล็อกซึ่งเป็นย่านความถี่ของเสียง หรือประมาณ 300-3400 เฮิรตซ์ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณข้อมูลดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาล็อกย่านความถี่เสียง เราเรียกว่า โมเด็ม (MODEM หรือ Modulator-Demodulator)



รูปที่ 2-16 แสดงการแปลงดิจิตอลเป็นอนาล็อก

สำหรับเทคนิคการแปลงสัญญาณข้อมูลดิจิตอลให้เป็นสัญญาณอนาล็อกนั้นมีด้วยกัน 4 วิธี คือ

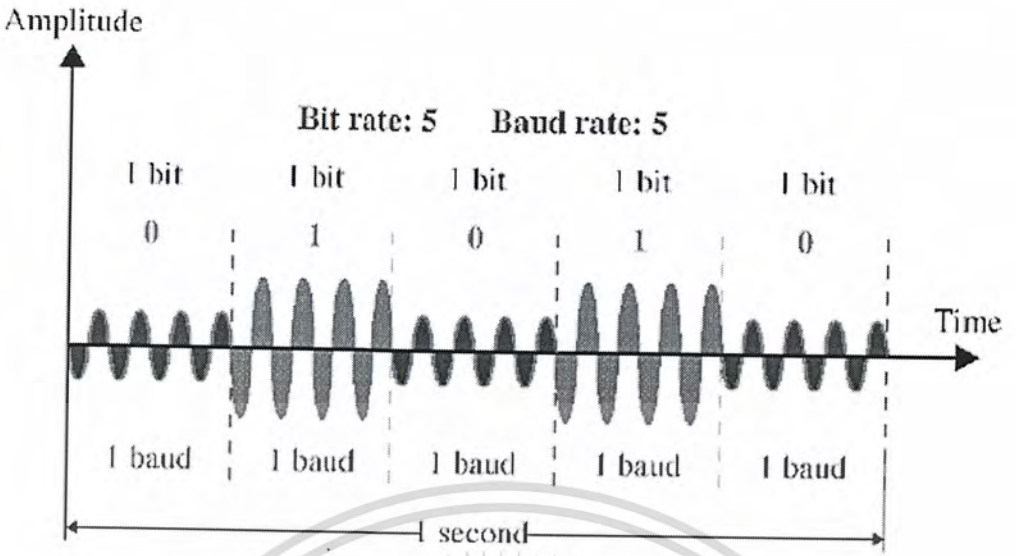
1. การมอดูเลตเชิงเลขทางแอมปลิจูด (Amplitude Shift Keying หรือ ASK)
2. การมอดูเลตเชิงเลขทางความถี่ (Frequency Shift Keying หรือ FSK)
3. การมอดูเลตเชิงเลขทางเฟส (Phase Shift Keying หรือ PSK)
4. การมอดูเลตแบบแอมปลิจูดควอดแดนซ์ (Quadrate Amplitude Modulation หรือ QAM)

2.7.1 การมอดูเลตเชิงเลขทางแอมปลิจูด (ASK)

การมอดูเลตเชิงเลขทางแอมปลิจูด (ASK) ความถี่ของคลื่นพาห์ (Carrier Wave) ซึ่งทำหน้าที่นำสัญญาณอนาล็อกผ่านตัวกลางการสื่อสารนั้นจะคงที่ ลักษณะของสัญญาณมอดูเลตเมื่อค่าของบิตของสัญญาณข้อมูลดิจิตอลมีค่าเป็น “1” ขนาดของคลื่นพาห์จะสูงขึ้นกว่าปรกติ และเมื่อบิตมีค่าเป็น “0” ขนาดของคลื่นพาห์จะตกลงกว่าปรกติ ดังรูปที่ 2-17

การมอดูเลตเชิงเลขทางแอมปลิจูด (ASK) ไม่ค่อยนิยมเพราะจะถูกรบกวนจากสัญญาณอื่นได้ง่าย

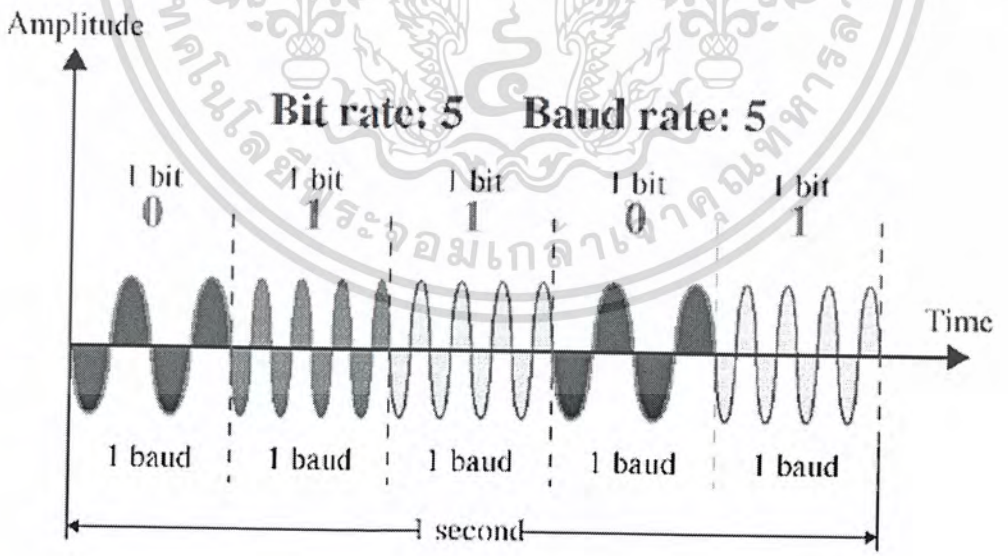
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-17 การแปลงสัญญาณ D/A แบบ ASK

2.7.2 การมอดูเลตเชิงเลขทางความถี่ (FSK)

การมอดูเลตเชิงเลขทางความถี่ (FSK) ขนาดของคลื่นพาห์จะไม่เปลี่ยนแปลง สิ่งที่เปลี่ยนแปลงคือความถี่ของคลื่นพาห์ นั่นคือถ้าบิตมีค่าเป็น "1" ความถี่ของคลื่นพาห์จะสูงกว่าปรกติ และเมื่อบิตมีค่าเป็น "0" ความถี่ของคลื่นพาห์จะต่ำกว่าปรกติ ดังรูปที่ 2-18



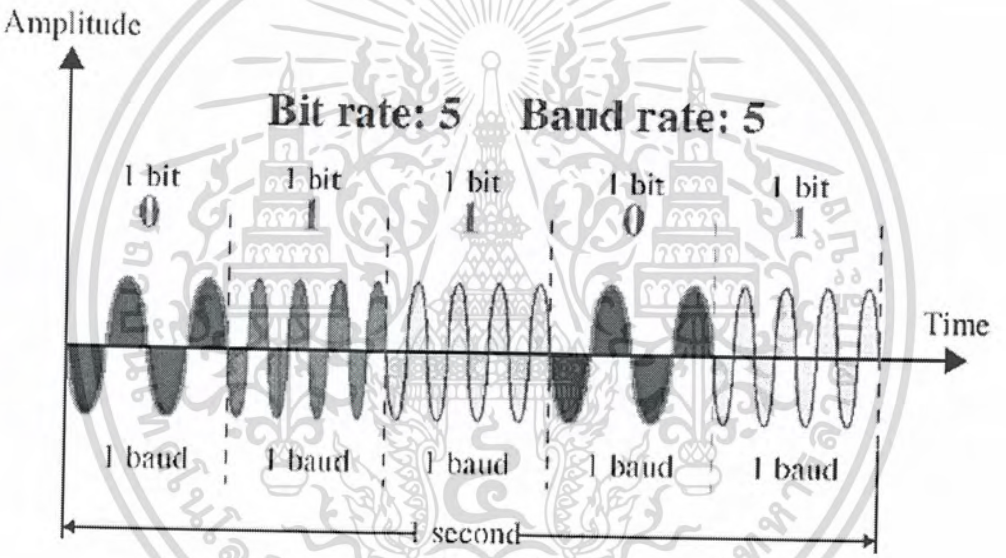
รูปที่ 2-18 การแปลงสัญญาณ D/A แบบ FSK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.3 การมอดูเลตเชิงเลขทางเฟส (PSK)

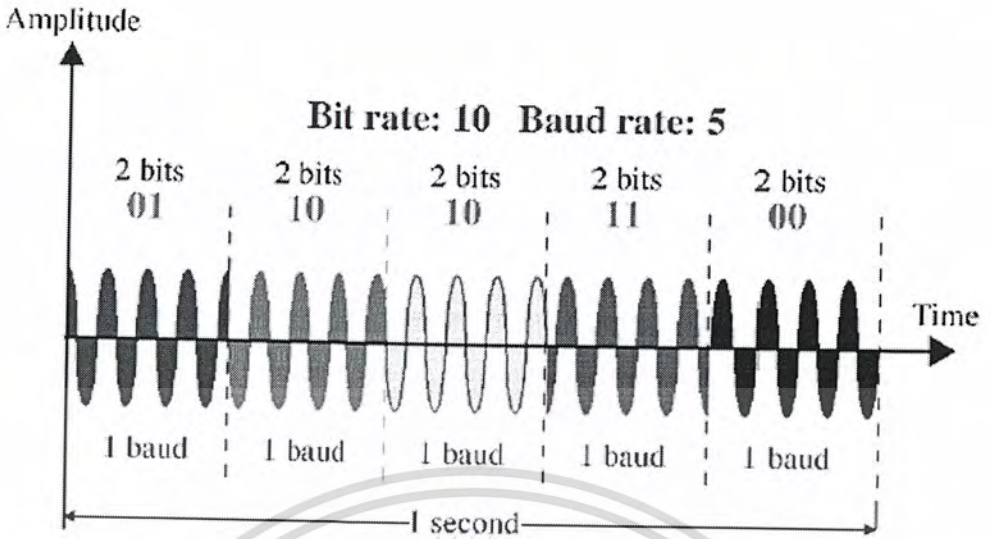
การมอดูเลตเชิงเลขทางเฟส (PSK) มีหลักการคือ ค่าของขนาดและความถี่ของคลื่นพาห์จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงแต่ที่จะเปลี่ยนคือเฟสของสัญญาณ กล่าวคือเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสภาวะของบิตจาก “1” ไปเป็น “0” หรือเปลี่ยนจาก “0” ไปเป็น “1” เฟสของคลื่นจะเปลี่ยน (Shift) ไป 180 องศาด้วย หลักการ PSK สามารถทำได้ทั้งแบบ 4 เฟส (0, 90, 180 และ 270 องศา) และแบบ 8 เฟส (0, 45, 90, 135, 180, 225, 270 และ 315 องศา)

ในวิธีการมอดูเลตเพื่อเปลี่ยนสัญญาณข้อมูลดิจิตอลให้เป็นสัญญาณอนาล็อกต่างๆที่ผ่านมานั้น วิธีการแบบ PSK จะมีสัญญาณรบกวนเกิดขึ้นน้อยที่สุด ได้สัญญาณที่มีคุณภาพดีที่สุด แต่วงจรการทำงานจะยุ่งยากกว่าและราคาสูงกว่า



รูปที่ 2-19 การแปลงสัญญาณ D/A แบบ PSK

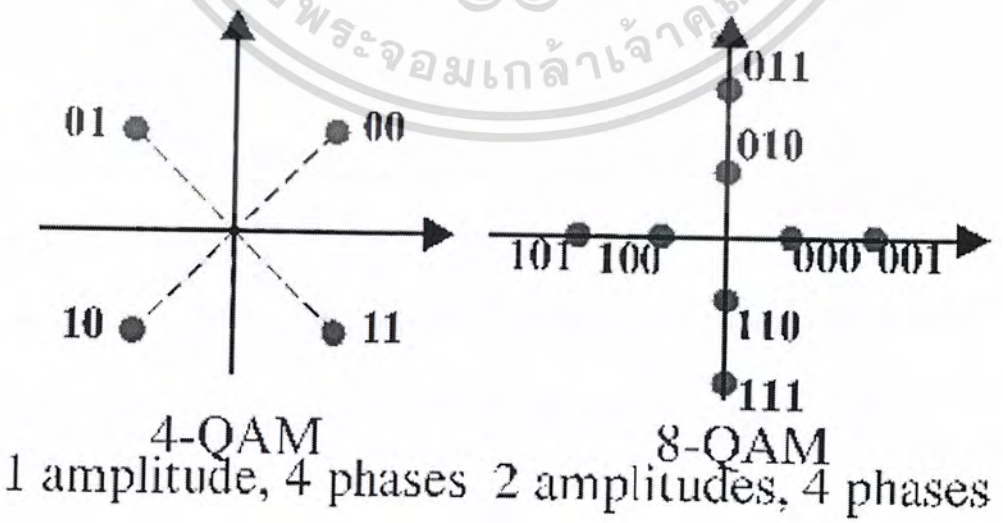
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-20 การแปลงสัญญาณ D/A แบบ PSK 4 เฟส

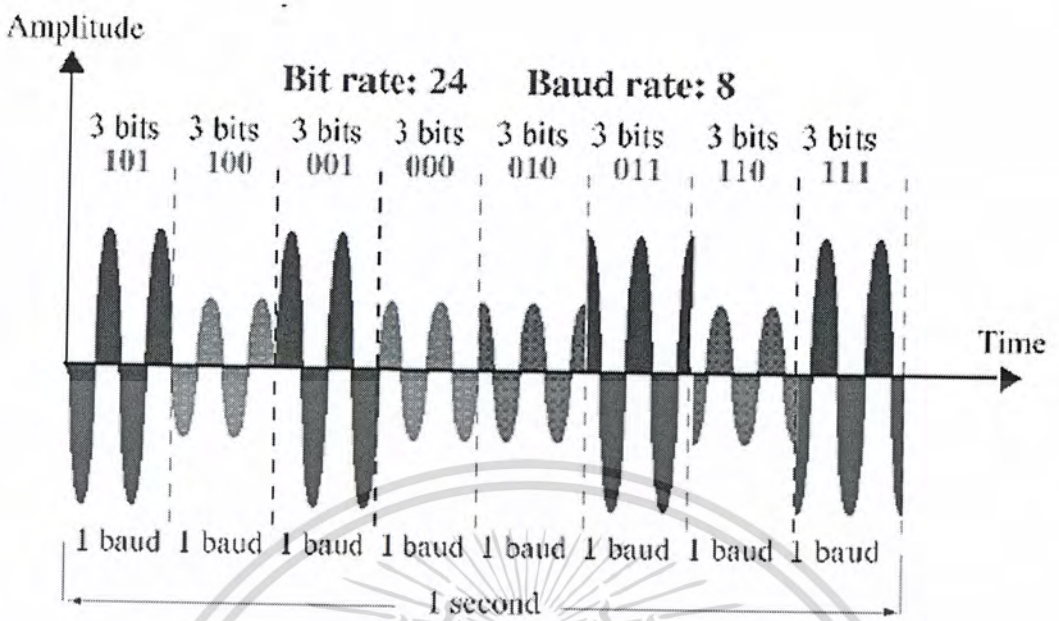
2.7.4 การมอดูเลตแบบแอมปลิจูดควอดแดนซ์ (QAM)

การมอดูเลตแบบแอมปลิจูดควอดแดนซ์ (QAM) คือการรวม PSK และ ASK เข้าด้วยกัน ซึ่งทำให้ QAM มีการเปลี่ยนแปลงได้จำนวนมาก ซึ่งก็คือความสามารถในการนำจำนวนของแอมปลิจูดที่เปลี่ยนไปและจำนวนของเฟสที่เปลี่ยนไปมารวมกันได้เป็น QAM นั่นเอง ดังรูปที่ 2-21 แสดงโครงร่างของ 4-QAM และ 8-QAM โดยลักษณะของ 4-QAM จะมีจำนวนแอมปลิจูด 1 แอมปลิจูดรวมกับเฟส 4 เฟส ทำให้เกิดเป็น 4-QAM ขึ้นและลักษณะของ 8-QAM จะมีจำนวนแอมปลิจูด 2 แอมปลิจูดรวมกับเฟส 4 เฟส ทำให้เกิดเป็น 8-QAM ขึ้นเช่นกัน



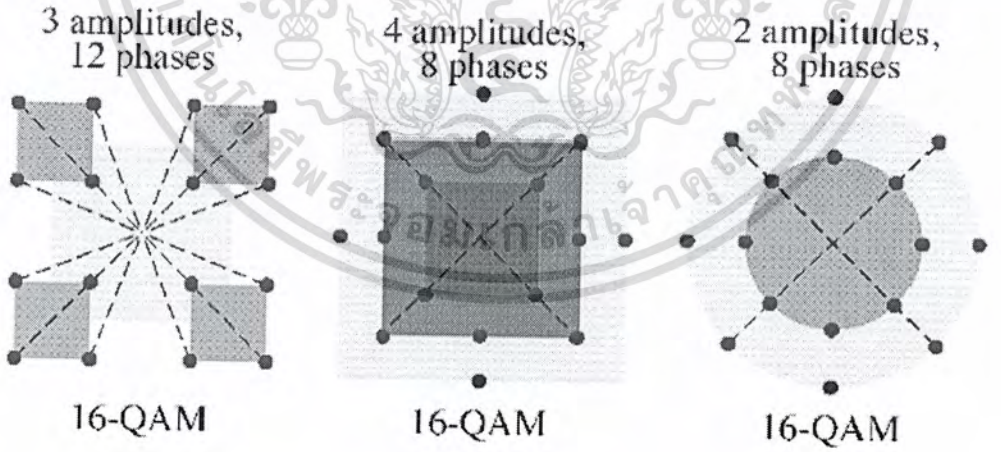
รูปที่ 2-21 แสดงโครงร่างของ 4-QAM และ 8-QAM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-22การแปลงสัญญาณ D/A แบบ 8-QAM

นอกจาก 4-QAM และ 8-QAM แล้วรูปที่ 2.23 ยังแสดงโครงร่างของ 16-QAM ที่มีจำนวนแอมปลิจูดกับจำนวนเฟสที่แตกต่างกัน แต่ทำให้เกิดเป็น 16-QAM ขึ้นได้เช่นกัน



รูปที่ 2-23 การแปลงสัญญาณ D/A แบบ 16-QAM

2.8 ไมโครคอนโทรเลอร์ MCS-51

ไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล MCS-51 นั้นมีหน่วยความจำภายในเป็นแบบแฟลช (flash memory) ของ Atmel Corporation มีเบอร์ขึ้นต้นด้วย AT89 เหตุผลที่ใช้ไมโครคอนโทรเลอร์แบบนี้มีหลายประการดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

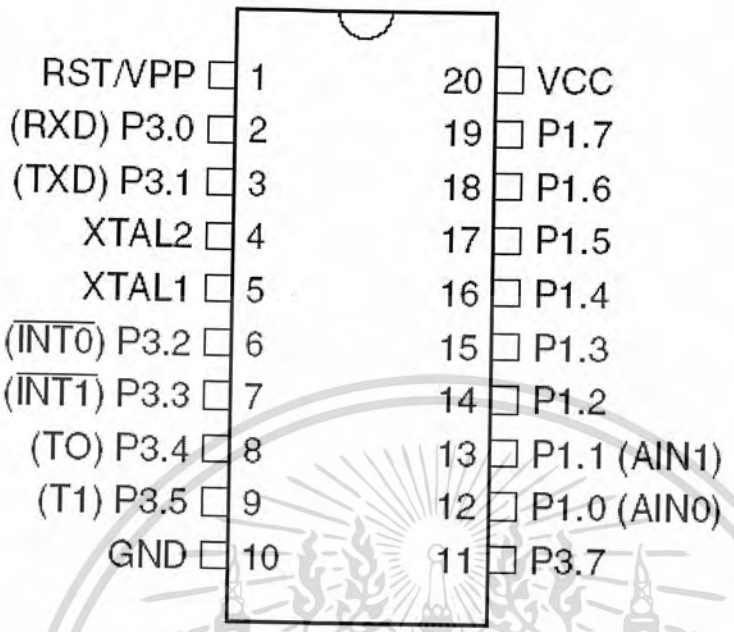
- หน่วยความจำภายในตัวเป็นแบบแฟลชที่สามารถใช้และเขียนใหม่ได้นับพันครั้ง จึงสามารถใช้ในรูปแบบชิปเดี่ยวโดยไม่ต้องใช้หน่วยความจำภายนอกส่งผลให้สามารถใช้งานพอร์ตอินพุตและเอาต์พุตได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ
- ต้นทุนและเวลาในการพัฒนาระบบลดลงอย่างมาก
- บริษัทที่ผลิตไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูลนี้ออกมาหลายเบอร์และมีความสามารถแตกต่างกันไป
- ด้วยการใช้หน่วยความจำภายในไมโครคอนโทรเลอร์ทำให้สามารถป้องกันการคัดลอกข้อมูลหน่วยความจำโปรแกรมได้อย่างดี
- ในไมโครคอนโทรเลอร์บางตัวสามารถทำการโปรแกรมได้ภายในตัวเลยโดยไม่ต้องถอดเอามาโปรแกรมใหม่หรือเรียกว่าโปรแกรมวงจรหรือในระบบ(In-system programming)
- ชุดคำสั่งและสถาปัตยกรรมพื้นฐานเหมือนกับไมโครคอนโทรเลอร์ MCS-51 ของผู้ผลิตอื่นไม่ว่าจะเป็นอินเทบ, ซีเมนส์ หรือดัลลัส

2.8.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรเลอร์ MCS-51

- เป็นไมโครคอนโทรเลอร์ที่ใช้ซีพียูขนาด 8 บิต
- ภายในมีหน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบแฟลชสามารถลบและเขียนใหม่ได้พันครั้ง
- หน่วยความจำข้อมูลพื้นฐานเป็นหน่วยความจำแบบแรมในบางเบอร์จะมีหน่วยความจำแบบอีอีพรอมเพิ่มเติม
- ขาพอร์ตเป็นแบบสองทิศทางสามารถใช้งานได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต
- มีวงจรสื่อสารแบบฟูลดูเพลกซ์
- ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ขนาด 16 บิตอย่างน้อย 2 ตัว
- สามารถรองรับแหล่งกำเนิดอินเตอร์รัปต์ได้ 6 ประเภท
- สามารถขยายหน่วยความจำภายนอกเพิ่มเติมได้สูงสุด 64 กิโลไบต์
- มีวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาอยู่ในชิป
- มีวงจรสื่อสารอนุกรมแบบ SPI สำหรับในอนุกรม AT89Sxx
- มีวอตซ์ด็อกไทเมอร์ในตัว สำหรับในอนุกรม AT89Sxx

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.2 ไมโครคอนโทรเลอร์รุ่น AT89C4051



รูปที่ 2-24ไมโครคอนโทรเลอร์รุ่น AT89C4051 แบบ 20 ขา

VCC

ใช้สำหรับต่อไฟเลี้ยง +5V

GND

เป็นขากราวด์ สำหรับต่อกับกราวด์เข้าระบบ

P1.0-P1.7

มี 8 ขาแต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นอินพุตและเอาต์พุตใช้งานทั่วไป ถ้าหากเป็การกำหนดให้ขาพอร์ตเป็นอินพุตสามารถกำหนดได้โดยการเขียนข้อมูล "1" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย

P3.0-P3.5, 3.7

มี 8 ขาแต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นอินพุตและเอาต์พุตใช้งานทั่วไป ถ้าหากเป็การกำหนดให้ขาพอร์ตเป็นอินพุตสามารถกำหนดได้โดยการเขียนข้อมูล "1" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย ส่งผลให้พอร์ตนั้นมีสถานะลอย (float) อินพุตอิมพีแดนซ์สูงสามารถใช้งานเป็นขาอินพุตได้นอกจากนั้นขาพอร์ต 3 ยังมีหน้าที่การใช้งานพิเศษ ดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

P3.0 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับข้อมูลการสื่อสารแบบอนุกรมหรือขา RxD

P3.1 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับข้อมูลการสื่อสารแบบอนุกรมหรือขา TxD

P3.2 ใช้เป็นขาอินพุตรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายในช่อง 0 หรือขา INT0

P3.3 ใช้เป็นขาอินพุตรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายในช่อง 1 หรือขา INT1

P3.4 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณไทเมอร์จากภายนอกช่อง 0 หรือขา T0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

P3.5 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณไทเมอร์จากภายนอกช่อง 1 หรือขา T1

P3.7 เป็นขาพอร์ตใช้งานทั่วไป

สำหรับ P3.6 โดยแท้จริงแล้วใน AT89Cx051 มีให้ใช้งาน เพราะ P3.6 เป็นเอาต์พุตของโมดูลเปรียบเทียบระหว่างแรงดันอนาล็อก (analog comparator) ที่มีอยู่ภายในตัว AT89Cx051 ทุกตัวแต่ต้องอ่านด้วยค่าซอฟต์แวร์ผ่านทางรีจิสเตอร์ ไม่มีการต่อขาออกมาใช้งานภายนอก

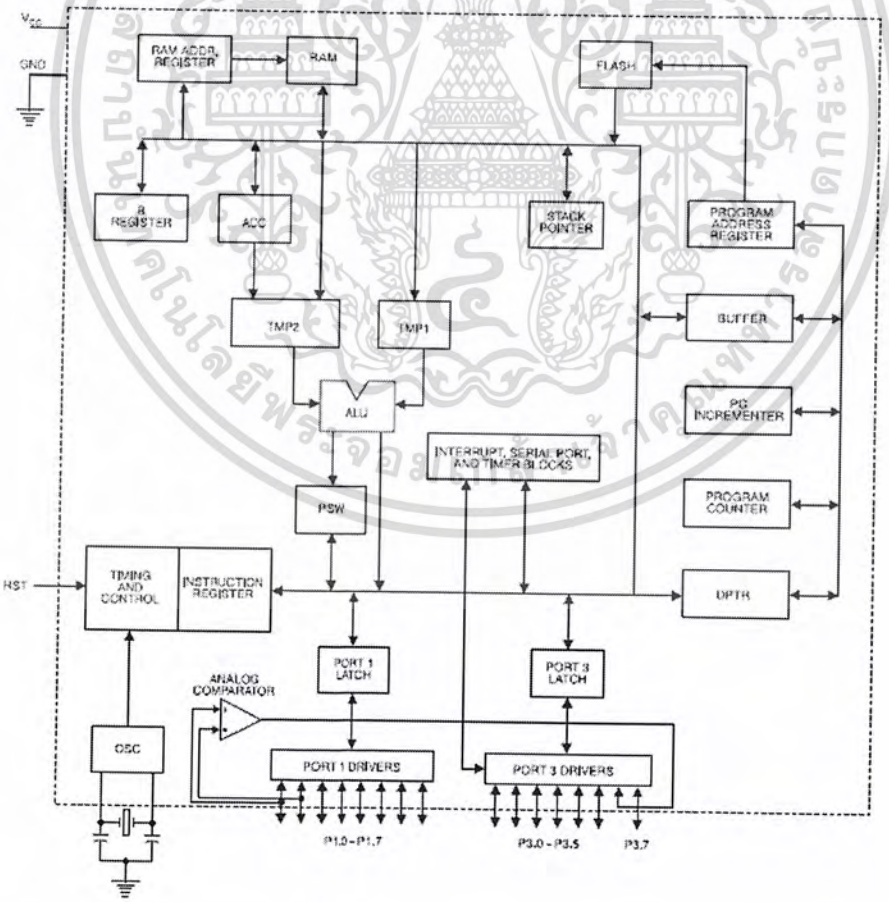
Reset

ใช้ในการรีเซตการทำงานของไมโครคอนโทรเลอร์ โดยในการป้อนสัญญาณเพื่อรีเซต สถานะที่ขาต้องอยู่ในระดับรีเซตอย่างน้อย 2 แมชชีนไซเกิล โดยที่วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกายังคงทำงานต่อเนื่องไปเป็นปกติ

XTAL1, XTAL2

เป็นขาสำหรับต่อคริสตัลเพื่อสร้างสัญญาณนาฬิกาในการกำหนดจังหวะการทำงานของไมโครคอนโทรเลอร์

2.8.2 โครงสร้างของไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์

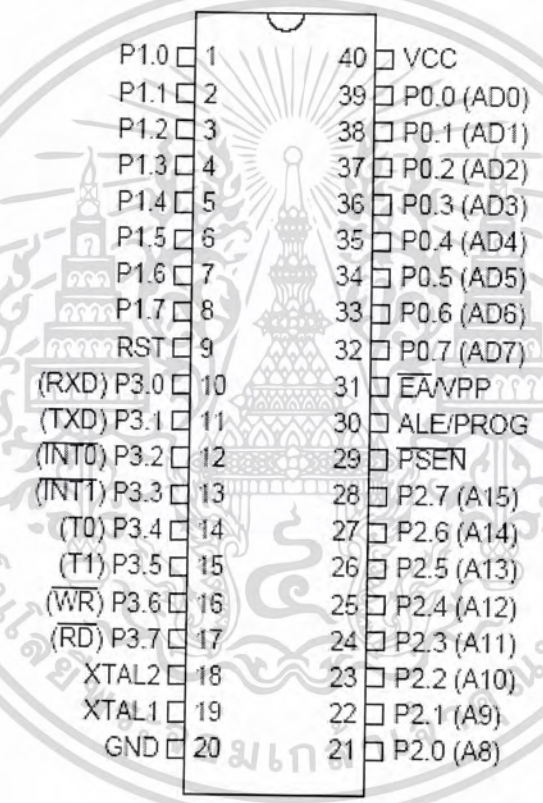


รูปที่ 2-25 สถาปัตยกรรมภายในของไมโครคอนโทรเลอร์เบอร์ AT89CX051

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2-25 แสดงให้เห็นสถาปัตยกรรมภายในของไมโครคอนโทรเลอร์เบอร์ AT89CX051 ซึ่งภายในจะประกอบไปด้วยหน่วยการทำงานต่างๆ โดยแบ่งการทำงานออกเป็นบล็อกๆ ซึ่งประกอบไปด้วย วงจรควบคุม รีจิสเตอร์ ต่างๆ (Register) หน่วยความจำข้อมูล (RAM) และหน่วยความจำโปรแกรมที่เป็นแฟลช วงจรออสซิลเลเตอร์ (Oscillator) ส่วนที่ทำหน้าที่ทางคณิตศาสตร์และลอจิก (ALU: Arithmetic and logic Unit) โปรแกรมเคาน์เตอร์ (Program Counter) และพอร์ตที่ใช้ติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก ซึ่งในแต่ละส่วนจะถูกเชื่อมต่อกันด้วย บัสข้อมูล และบัสแอดเดรส

2.8.3 ไมโครคอนโทรเลอร์รุ่น AT89C51

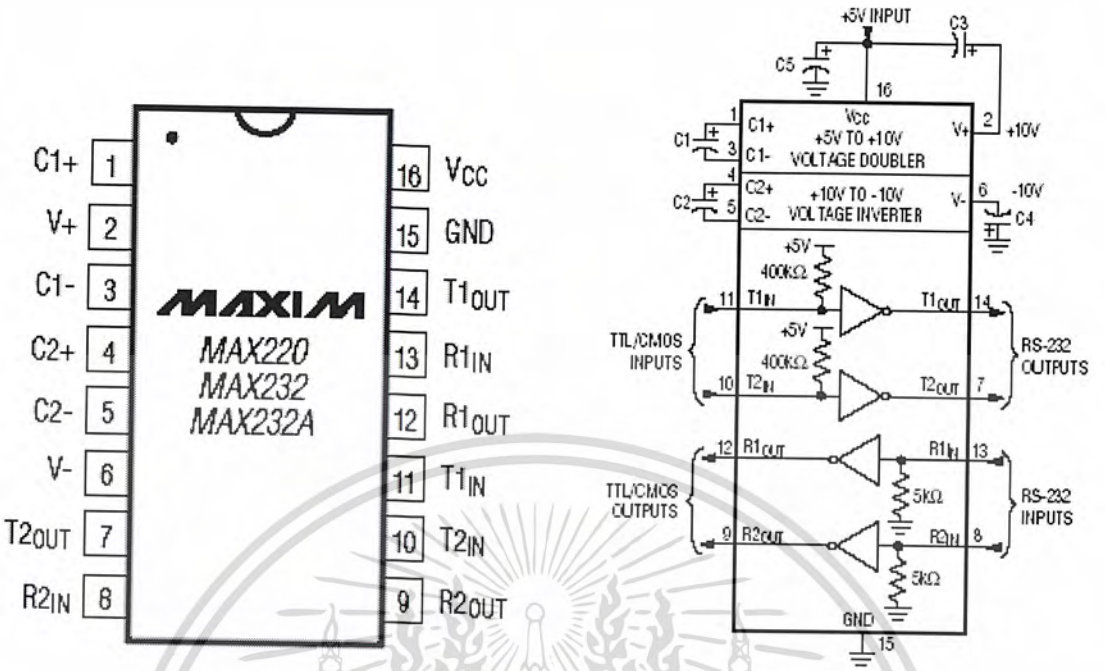


รูปที่ 2-26 ไมโครคอนโทรเลอร์รุ่น AT89C51

2.9 ไอซี MAX232

การใช้งานพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรเลอร์ มักนิยมใช้เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลกับคอมพิวเตอร์ทางพอร์ตอนุกรมในมาตรฐาน RS-232 เป็ส่วนใหญ่ แต่เนื่องจากระดับสัญญาณของพอร์ตอนุกรม RS-232 มีระดับตั้งแต่ ±3 ถึง ±12 ในขณะที่ระดับของสัญญาณของไมโครคอนโทรเลอร์เข้ากับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ได้โดยตรง จึงต้องอาศัยการเชื่อมต่อผ่านไอซีพิเศษที่ทำหน้าที่ในการแปลงสัญญาณ ซึ่งก็คือ ไอซี MAX232

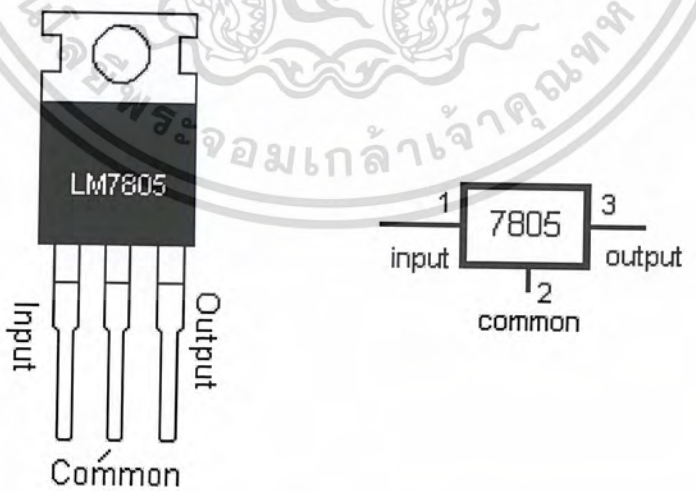
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-27 ไอซี MAX-232

2.10 ไอซีเรกกูเลเตอร์ LM7805, LM7812

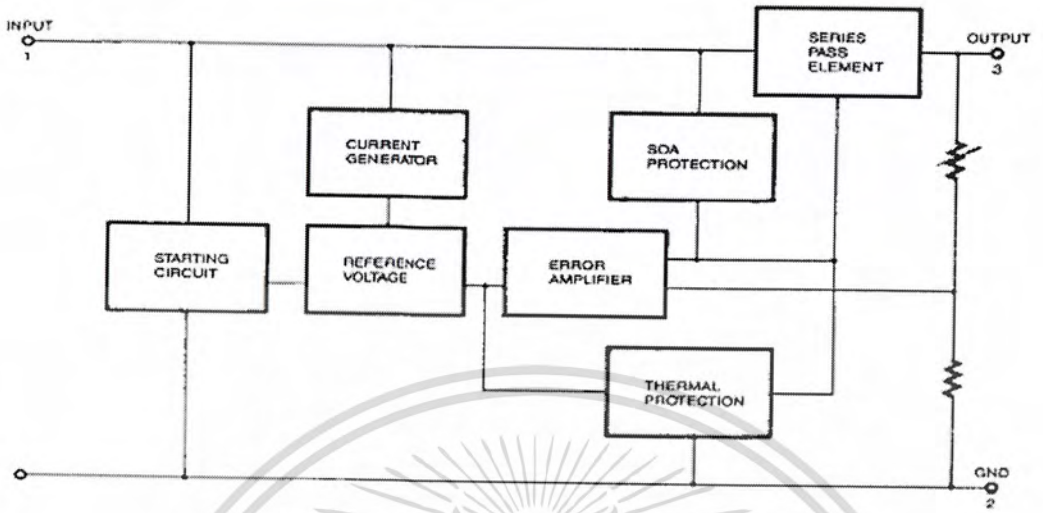
ไอซีเรกกูเลเตอร์ 78xx เป็นไอซี ที่ใช้ในวงจรควบคุมแรงดันให้คงที่ โดยมีค่าแรงดัน 5 V, 12 V, 15V, จ่ายกระแสได้ 1 A แต่ถ้าเป็นเบอร์79xx จะให้แรงดันไฟลบออกมา เช่น -15V,-9V เป็นต้น



รูปที่ 2-28 ไอซีเรกกูเลเตอร์LM7805

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10.1 โครงสร้างภายในของเรกกูเลเตอร์ตระกูลต่างๆ



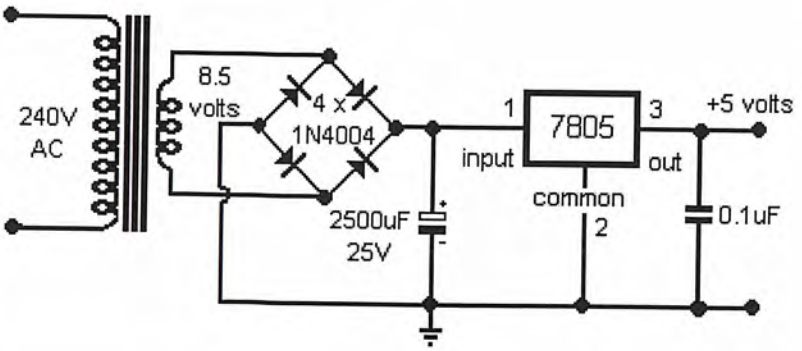
รูปที่ 2-29 โครงสร้างภายในไอซีเรกกูเลเตอร์

2.10.2 การออกแบบวงจรเรกกูเลเตอร์

Name	Voltage
LM7805	+5 Volts
LM7809	+9 Volts
LM7812	+12 Volts
LM7815	+15 Volts
LM7905	-5 Volts
LM7909	-9 Volts
LM7912	-12 Volts
LM7915	-15 Volts

ตารางที่ 2-8 แสดง เบอร์ไอซีและค่าแรงดันใช้งาน

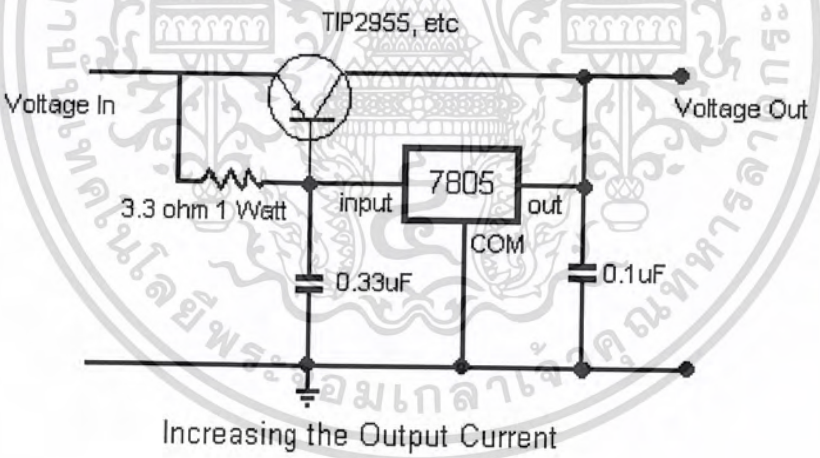
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-30 วงจรใช้งาน

การต่อวงจรใช้งานเราสามารถต่อได้ดังรูปที่ 2-30 ในวงจรจากรูปจะเห็นว่าแรงดันเอาท์พุตออกมา 5 โวลท์เมื่อใช้ไอซีเบอร์ 7805 ในวงจรประกอบด้วยวงจรเรียงกระแสและกรองกระแสด้วยตัวเก็บประจุ 2500uF/25V ส่วนตัวเก็บประจุ 0.1uF นั้นทำหน้าที่ป้องกันสัญญาณรบกวนความถี่สูงที่เข้ามาทำความเสียหายให้กับไอซี ถ้าใช้กระแสมากควรติดแผ่นระบายความร้อนให้กับไอซีด้วย (ไม่เกิน 1 แอมป์)

แต่ถ้าต้องการที่จะให้มีกระแสมากขึ้นต้องใช้ทรานซิสเตอร์แบ่งกระแสให้กับไอซีดังรูปที่ 2-31



รูปที่ 2-31 แสดงการต่อทรานซิสเตอร์เพื่อเพิ่มกระแสให้มากขึ้น

2.11 ภาษาที่ใช้เขียน (Program Language)

2.11.1 เหตุผลที่เขียนโปรแกรมในไมโครคอนโทรเลอร์ด้วยภาษาซี

ภาษาซีนับว่าเป็นภาษาชั้นสูงที่มีความเหมาะสมกับงานทางด้านไมโครคอนโทรเลอร์อย่างมาก เนื่องจากเป็นภาษาที่ใกล้เคียงกับภาษแอสเซมบลีในด้านความเร็วในการทำงานในขณะที่ซอร์สโค้ดโปรแกรมที่ได้มีขนาดสั้นลงมากโดยการพัฒนานั้นจะต้องใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือ ซึ่งเหตุผลมีหลัก 7 ประการคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นภาษาที่มีความเร็วสูง

หมายถึงความเร็วของโปรแกรมที่ทำงาน ซึ่งถือว่าใกล้เคียงภาษาแอสเซมบลีมากที่สุด งานทางด้านไมโครคอนโทรเลอร์จะถือว่าความเร็วในการทำงานมีความสำคัญมาก เพราะงานหลายอย่างจะต้องดูแลอุปกรณ์อินพุตและเอาค์พุตหลายตัวพร้อมกัน ถ้าโปรแกรมทำงานช้าก็อาจจะทำให้เกิดความผิดพลาดได้ ภาษาซีจะทำงานได้เร็วมาก ในบางคำสั่งของภาษาซีอาจจะแปลออกมาเทียบได้กับภาษาแอสเซมบลีเพียงไม่กี่คำสั่งเท่านั้น

ประกอบกับปัจจุบันไมโครคอนโทรเลอร์รุ่นใหม่ๆมักจะถูกออกแบบมาให้มีความเร็วในการทำงานที่สูงขึ้น (บางเบอร์อาจมีความถี่คริสตอลได้สูงถึง 50 เมกกะเฮิรตซ์) ซึ่งถือว่าพอเพียงสำหรับการทำงานของโปรแกรมที่เขียนด้วยภาษาซีและในบางกรณีอาจจะมีการปรับโครงสร้างการทำงานภายใน เพื่อให้ทำงานได้เร็วขึ้นอีก ในขณะที่ยังใช้ชุดคำสั่งเดิม (เช่นชิบไมโครคอนโทรเลอร์ MCS-51ของดัลลัสและฟิลลิป) เพราะฉะนั้นถ้าชิบไมโครคอนโทรเลอร์ที่ใช้อยู่มีความเร็วไม่พออาจแก้ไขได้โดยการปรับเปลี่ยนทางฮาร์ดแวร์แทนได้โดยที่ไม่ต้องกลับไปใช้ภาษาแอสเซมบลีให้เสียเวลา

เป็นภาษาที่ยังเชื่อมต่อกับภาษาแอสเซมบลีได้อย่างกลมกลืน

ปกติตัวแปลภาษาซีจะแปลภาษาซีให้เป็นภาษาแอสเซมบลีอีกที เพราะฉะนั้นเรายังคงสามารถปรับปรุงในส่วนของภาษาแอสเซมบลีได้นอกจากนั้นในบางกรณียังสามารถเขียนภาษาแอสเซมบลีผสมผสานไปกับภาษาซีได้ด้วย (เรียกคุณสมบัตินี้ว่าอินไลน์แอสเซมบลี) ซึ่งนับว่ามีความยืดหยุ่นสูง ดังนั้นในการทำงานที่จำเป็นต้องใช้ความเร็วในการทำงานมากๆ หรือเป็นงานที่เกี่ยวข้องกับสัญญาณนาฬิกาต่างๆที่ต้องการความแม่นยำสูง เรายังคงเลือกใช้ภาษาแอสเซมบลีในการพัฒนาได้

เป็นภาษาโครงสร้าง

ภาษาซีเป็นภาษาที่มีลักษณะเป็นโครงสร้างอยู่แล้ว การเขียนโปรแกรมจะต้องมีส่วนฟังก์ชันอย่างชัดเจน และมีลำดับการทำงานที่เป็นระเบียบ จะเขียนให้กระโดดไปมาตามใจไม่ได้ ซึ่งเป็นข้อดีบังคับให้ผู้พัฒนาต้องออกแบบโปรแกรมที่มีโครงสร้างอย่างมีระเบียบ ทำให้วิเคราะห์โปรแกรมได้ง่าย รวมไปถึงการปรับปรุงก็แก้ไขได้ง่ายด้วย

เป็นภาษาที่มีซอร์สโค้ดสั้นลงมาก

ถ้างานใดพัฒนาด้วยแอสเซมบลีจะมีความยาวของซอร์สโค้ดโปรแกรมยาวสัก 10 หน้ากระดาษ การพัฒนาเป็นภาษาซีจะทำให้เหลือความยาวของซอร์สโค้ดเพียง 3-4 หน้ากระดาษเท่านั้น ซึ่งเป็นอีกเหตุผลหนึ่งที่มำให้มีการปรับปรุงแก้ไขซอร์สโค้ดได้ง่าย นอกจากนี้ถ้านำฟังก์ชันที่ใช้บ่อยๆทำเป็นไลบารี (library) ไว้ ก็จะยิ่งทำให้ซอร์สโค้ดเหลือน้อยลงไปอีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>เป็นภาษาที่มีความเป็นมาตรฐานสูง</u>

ภาษาซีมีความเป็นมาตรฐานสูงมาก ถึงแม้ว่ารายละเอียดต่างๆจะแตกต่างไปบ้างตามแต่ตัวแปลภาษาซีที่เราใช้อยู่ แต่เนื้อหาทั่วๆไปจะเหมือนกันหมด ผู้ที่เคยเขียนภาษาซีบนคอมพิวเตอร์ก็สามารถนำความรู้มาใช้ได้ทันที

<u>เป็นภาษาที่เหมาะสมกับทรัพยากรไมโครคอนโทรเลอร์</u>

ภาษาซีเป็นภาษาที่มีการจัดทรัพยากรต่างๆได้อย่างคุ้มค่า เช่นการใช้ตัวแปรต่างๆในโปรแกรม หรือการจัดการพื้นที่เพื่อทำเป็นสแต็กก็จะทำได้อย่างเหมาะสมพอดี

<u>เป็นภาษาที่อิสระในตระกูลชิป</u>

ภาษาซีมีแนวโน้มที่ชัดเจนของการพัฒนางานทางด้านไมโครคอนโทรเลอร์จะเห็นได้ว่าชิปจากผู้ผลิตทุกราย สามารถเลือกใช้ภาษาซีในการพัฒนาได้ นอกจากนี้ตัวชิปเองยังถูกออกแบบให้มีโครงสร้างสอดคล้องกับลักษณะของภาษาซีมากขึ้นด้วย

2.11.2 เหตุผลที่เขียนโปรแกรมในส่วนแสดงผลด้วยภาษา Visual Basic

Visual Basic เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่ได้รับความนิยมมาใช้ในการพัฒนาโปรแกรมบน Windows เนื่องจาก เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้เทคโนโลยีในลักษณะ Visualize ซึ่งเพียงแต่เลือก Control ที่เหมาะสมแล้ววาดลงบน Form ที่สามารถสร้างจอภาพที่ใช้สำหรับติดต่อผู้ใช้ รวมทั้งเทคนิคการเขียนโปรแกรมแบบ Event-driven ซึ่งเป็นการเขียนโปรแกรมเพื่อกำหนดขั้นตอนการทำงานให้กับ Control ต่างๆที่สร้างขึ้นตามเหตุการณ์ (Event) ต่างๆ ที่เกิดขึ้น เช่น การเลื่อนเมาส์ หรือการรับข้อมูลจากคีย์บอร์ด ฯลฯ เป็นต้น ประกอบกับภาษาที่ใช้เขียนโปรแกรม เป็นภาษ BASIC ซึ่งเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ ที่ผู้ใช้คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลส่วนใหญ่คุ้นเคย จึงส่งผลให้ การพัฒนาโปรแกรมบน Windows ด้วย Visual Basic มีขั้นตอนน้อย กระทำได้ง่าย และสะดวกต่อการใช้งาน จึงทำให้ผู้ใช้สามารถเรียนรู้ได้ภายในเวลา 2-3 ชั่วโมง ก็สามรถพัฒนาโปรแกรมบน Windows ขึ้นเป็นโปรแกรมแรกได้

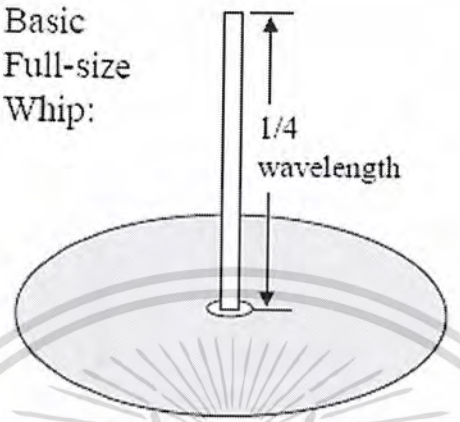
Visual Basic นี้เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมขึ้นใช้งาน ที่ใช้ได้ตั้งแต่ผู้ใช้ระดับต้น เพื่อใช้ในการสร้างโปรแกรมง่ายๆบน Windows หรือโปรแกรมเมอร์ระดับล่าง ที่จะใช้ฟังก์ชันการทำงานต่างๆ ของ Visual Basic ได้อย่างมีประสิทธภาพ ตลอดจนโปรแกรมเมอร์ระดับอาชีพ ที่จะพัฒนาโปรแกรมในระดับสูงโดยการใช้ Object Linking and Embedding (OLE) และ Application Programming Interface (API) ของ Windows มาประกอบในการเขียนโปรแกรม

2.12 สายอากาศ

สายอากาศถูกทำขึ้นมาด้วยสายทองแดงหรือสื่อนำต่างๆที่เป็นสามารถเป็นพาห์ในการนำกระแสไฟฟ้า ซึ่งกระแสไฟฟ้าจะเป็นตัวการคอยผลิตคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ารอบๆแกนของสายอากาศและจะส่งออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นรูปพัลซ์ตามค่าต่างๆที่กระแสไฟฟ้าผลิตได้ ถ้าสายอากาศอื่นอยู่ใกล้คลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้าก็จะรบกวนกัน โดยความสัมพันธ์ของขนาดของสายอากาศก็มีผล ถ้าสายอากาศยิ่งยาวมากเท่าไหร่ความยาวช่วงคลื่นก็จะยิ่งมากขึ้นด้วย ซึ่งจะทำให้ระยะทางไกลขึ้น



รูปที่ 2-32 เสารับสัญญาณแบบง่าย

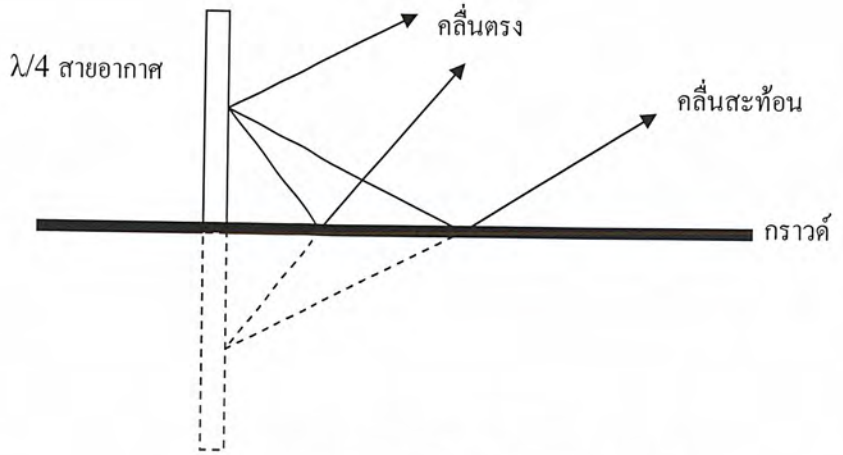
สายอากาศแบบง่ายนี้จะเรียกว่า วิป (Whip) โดยวิปจะเป็นหนึ่งในสี่ความยาวคลื่นของสายอากาศที่อยู่เหนือพื้นขึ้นมา ตัวอย่างที่หาได้ง่ายคือ บนรถยนตร์และจะถูกใช้ในวิทยุ, CB, วิทยุสมัครเล่นและบนโทรศัพท์เคลื่อนที่

2.12.1 หลักการทำงาน

ในกรณีที่ต้องการให้มีคลื่นโพลาไรเซชั่นในแนวดิ่ง เราจะต้องใช้สายอากาศที่วางตัวในแนวดิ่ง อย่างไรก็ตาม การใช้ความที่ความถี่ต่ำ สายอากาศจะมีความยาวจนทำให้ติดตั้งลำบาก การจัดให้วางตัวในแนวดิ่งจะยุ่งยากขึ้น เช่น ที่ความถี่ 3.5 เมกกะเฮริตซ์ สายอากาศไดโพลชนิดฮาล์ฟเวฟจะยาวถึง 41 เมตรและที่ความถี่ 1.8 เมกกะเฮิรตซ์จะยาวเป็น 79 เมตร การติดตั้งจึงทำได้ลำบาก เพราะต้องยกให้สายอากาศลอยจากพื้นดินมาก

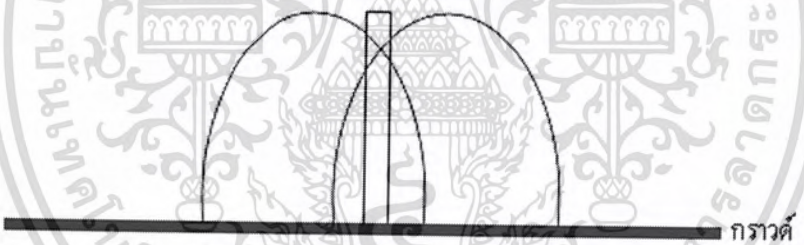
อย่างไรก็ตามถ้าหากเราวางเส้นลวด (สายอากาศ) ที่มีความยาวเท่ากับ $\lambda/4$ (วางในแนวดิ่ง) บนระนาบตัวเพื่อทำเป็นกราวด์(perfect ground) ผลลัพธ์ที่จะได้เสมือนกับใช้สายอากาศไดโพลชนิดฮาล์ฟเวฟวางตัวในแนวดิ่ง ทั้งนี้ก็เพราะว่าระนาบกราวด์ดังกล่าวเปรียบเสมือนกระจกที่ทำให้เกิดเป็นลวดสายอากาศอีกเส้นหนึ่งยาวเท่ากับ $\lambda/4$ รวมความยาวทั้งสองข้างเป็น $\lambda/2$ ดูรูปที่ 2-33 สายอากาศในแนวดิ่งดังกล่าว จะทำงานได้ดีต่อเมื่อพื้นเป็นตัวนำ ถ้าหากเราติดตั้งสายอากาศในแนวดิ่งบนพื้นดินที่มีคุณสมบัติตัวนำไม่ดี เราอาจจะต้องสร้างพื้นกราวด์พิเศษขึ้นอีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

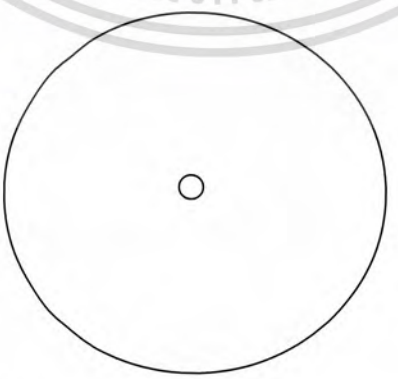


รูปที่ 2-33 สายอากาศแนวดิ่งชนิดควอเตอร์เวฟ (λ/4)

รูปแบบการแพร่คลื่นสายอากาศแนวดิ่งชนิดควอเตอร์เวฟ จะเป็นดังรูปที่ 2-34 การแพร่คลื่นจะออกไปเท่าๆกันในแนวราบ เรียกว่า *รอบตัว (omni direction)* ทำให้ครอบคลุมพื้นที่การใช้งานได้ดี เราสามารถเขียนรูปแบบของการแพร่คลื่นบนระนาบแนวรายได้เป็นวงกลมดังรูปที่ 2-34(ข) ส่วนการแพร่คลื่นที่มองบนระนาบในแนวดิ่งจะแผ่ออกทางด้านดังในรูปที่ 2-34(ก)



รูปที่ 2-34(ก) การแพร่คลื่นบนระนาบแนวดิ่ง



รูปที่ 2-34(ข) การแพร่คลื่นบนระนาบแนวราบ

รูปที่ 2-34 รูปแบบการแพร่คลื่นของสายอากาศชนิดควอเตอร์เวฟที่วางตัวในแนวดิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การสร้างและการออกแบบ

จากการศึกษาค้นคว้าทฤษฎีต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น การส่งข้อมูล การรับข้อมูล จึงทำให้สามารถที่จะสรุปการทำงานในโครงงานนี้ได้ โดยการทำงานนี้เริ่มต้น จะต้องทำการส่งข้อมูลแบบอนุกรมออกไป โดยใช้คลื่นสัญญาณวิทยุ หลังจากนั้นต้องทำการรับข้อมูลแบบอนุกรมที่ถูกส่งมากับคลื่นสัญญาณวิทยุ แล้วทำการตัดข้อมูลเป็นไบต์ เพื่อที่จะนำข้อมูลนั้นมาเข้ากระบวนการในการแสดงผล

3.1. ภาคส่งสัญญาณคลื่นวิทยุ

3.1.1 การทำงานของภาคส่งสัญญาณคลื่นวิทยุ

ใช้ไมโครคอนโทรเลอร์ในการสร้างรหัสทำหน้าที่เป็นตัวสร้างรหัสจากนั้นสัญญาณรหัสจะถูกส่งไปมอดูเลท (Modulate) กับสัญญาณคลื่นพาห์และจะถูกส่งผ่านออกจากเสาสัญญาณไปยังเครื่องเสาสัญญาณของเครื่องรับ โดยสัญญาณที่ส่งออกไปจะอยู่ในรูปแบบของคลื่นวิทยุความถี่ 433.9 MHz (หรือ 315 MHz ในบอร์ดส่ง)

รูปที่ 3-1แสดงการทำงานของภาคส่งสัญญาณคลื่นวิทยุ

3.1.2 วงจรของภาคส่งสัญญาณคลื่นวิทยุ

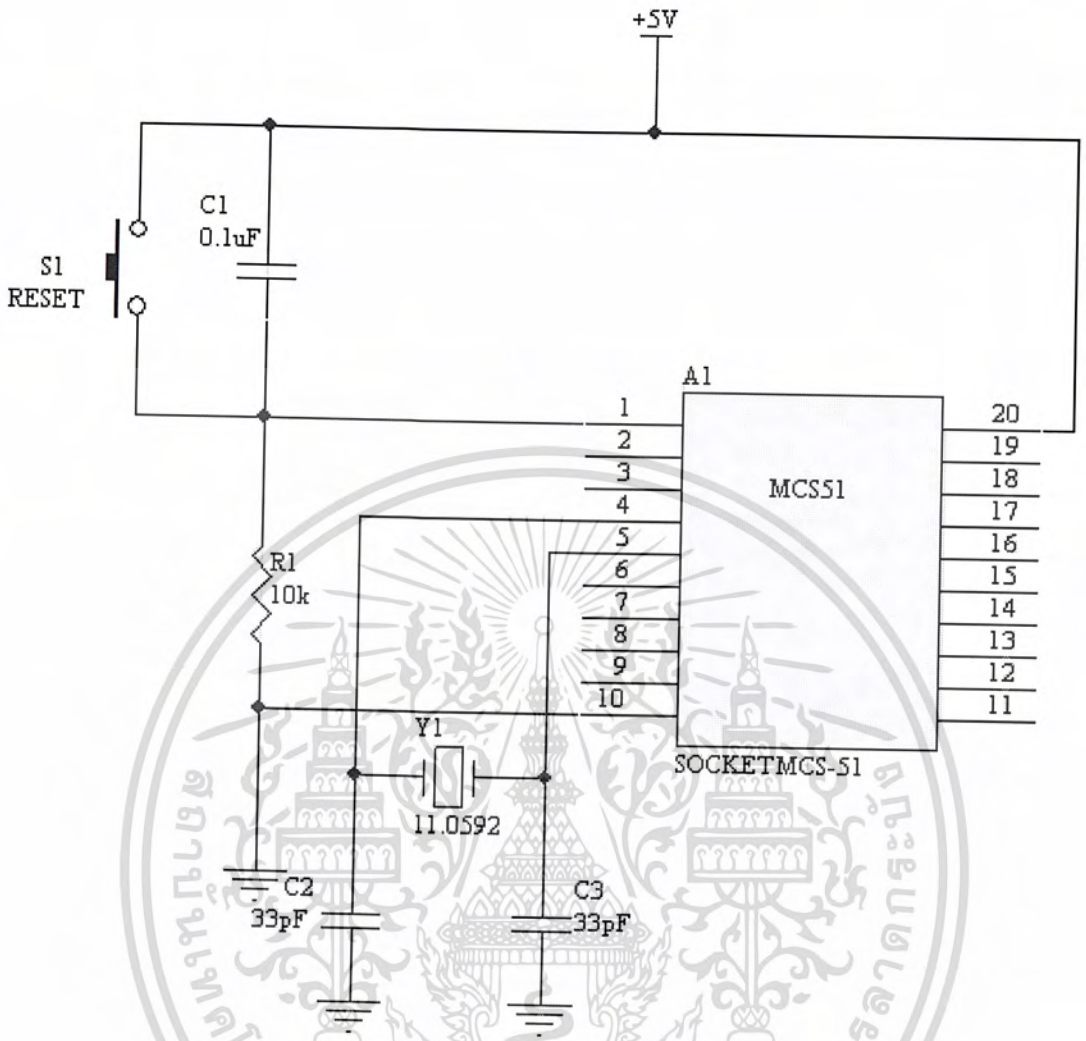
ในการพิจารณาจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ย่อยๆ คือ

- ส่วนของการเข้ารหัสของข้อมูล
- ส่วนการมอดูเลท (Modulation)
- ส่วนการขับสัญญาณ

3.1.2.1 ส่วนการสร้างรหัส

ในส่วนของการส่งข้อมูลจะใช้ไมโครคอนโทรเลอร์ เบอร์ AT89C4051 เป็นตัวสร้างรหัส ซึ่งจะเป็นไมโครคอนโทรเลอร์ที่ทำหน้าที่สร้างข้อมูลให้เป็นข้อมูลที่ออกมาเป็นรูปแบบอนุกรม (serial) เพื่อที่จะนำข้อมูลที่ได้มาทำการมอดูเลทเพื่อทำการส่งข้อมูลผ่านส่วนของการมอดูเลท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

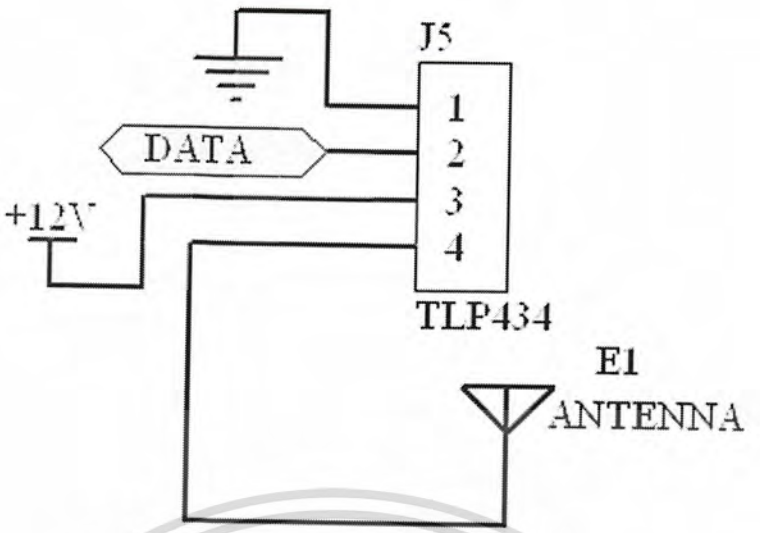


รูปที่ 3-2 ส่วนการสร้างรหัส AT89C4051

3.1.2.2 ส่วนมอดูเลท (Modulator)

เป็นการทำมอดูเลตแบบ ASK (Amplitude Shift Keying) ในส่วนของการมอดูเลทจะทำงานโดย สร้างความถี่ 433.9 MHz (หรือ 315 MHz ในบอร์ดส่ง) ซึ่งจะนำความถี่ที่ได้ไปรวมสัญญาณ กับ ส่วนสร้างรหัสของไมโครคอนโทรเลอร์ AT89C4051ทำให้ได้สัญญาณที่มอดูเลต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3-3 โมดูลมอดูเลตสำเร็จรูป

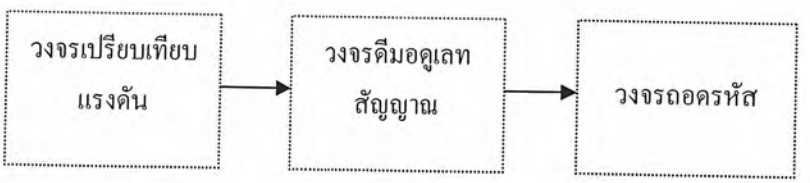
3.1.2.3 ส่วนการขับสัญญาณคลื่นวิทยุ

ในส่วนการขับสัญญาณนั้นวงจรการขับสัญญาณจะอยู่ในโมดูล TLP 433.9 (หรือ 315 MHz ในบอร์ดส่ง) เช่นเดียวกัน โดยเมื่อสร้างสัญญาณที่มอดูเลตได้แล้ว จะส่งไปยังตัวเสาส่งสัญญาณ ซึ่งตัวเสาส่งสัญญาณ มีการออกแบบให้ส่งสัญญาณในระยะทางที่เหมาะสม

3.2. ภาครับสัญญาณวิทยุ

3.2.1 การทำงานของภาครับสัญญาณคลื่นวิทยุ

ในตัวรับสัญญาณคลื่นวิทยุจะประกอบด้วยวงจรเปรียบเทียบแรงดัน และวงจรดีมอดูเลท (Demodulate) ซึ่งตัวรับสัญญาณคลื่นวิทยุ จะทำหน้าที่แยกสัญญาณที่ถูกเข้ารหัสจากภาคส่งออกจากคลื่นพาห์ แล้วส่งเข้าไมโครคอนโทรเลอร์ AT89C4051 ที่เป็นตัวถอดรหัส เพื่อนำข้อมูลไปใช้ต่อไป



รูปที่ 3-4 แสดงการทำงานของภาครับสัญญาณคลื่นวิทยุ

3.2.2 วงจรของภาครับสัญญาณคลื่นวิทยุ

ในการพิจารณาจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ย่อยๆ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

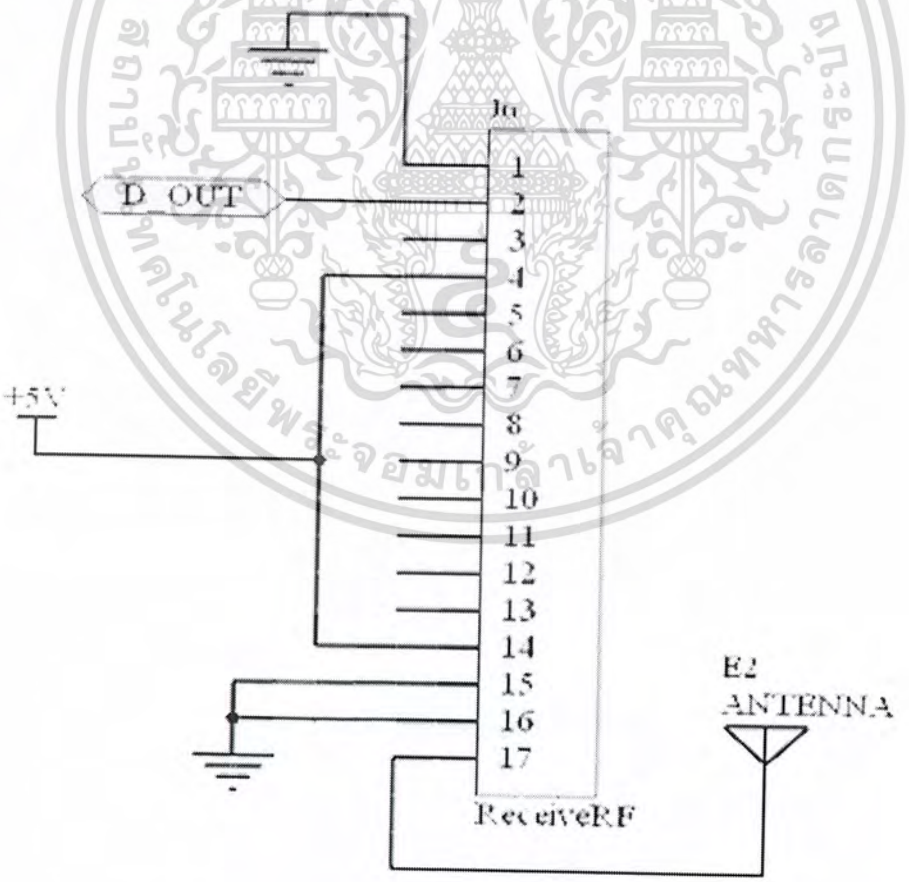
- ส่วนวงจรเปรียบเทียบแรงดัน (Voltage Comparators)
- ส่วนการดีมอดูเลท (Demodulate)
- ส่วนของการถอดรหัสของข้อมูล

3.2.2.1 วงจรเปรียบเทียบแรงดัน (Voltage Comparators)

ในวงจรเปรียบเทียบงแรงดันจะเป็นวงจรสำเร็จรูปซึ่งอยู่ในโมดูล RLP ทุกตัว โดยหลังจากรับสัญญาณรูปสัญญาณจะเป็นรูปคลื่นที่ไม่เป็นสี่เหลี่ยมดังนั้นจึงต้องปรับให้เป็นสี่เหลี่ยมโดยผ่านวงจรเปรียบเทียบแรงดัน

3.2.2.2 ส่วนดีมอดูเลท (Demodulate)

ในการดีมอดูเลทนั้นเราใช้โมดูลที่สำเร็จรูปที่มีความถี่ 433.9 MHz (หรือ 315 MHz ในบอร์ดส่ง) ดังรูปที่ 3-5 ซึ่งการทำงานของโมดูลตัวนี้ คือ จะกรองเอาสัญญาณพาห์ ความถี่ 433.9 MHz (หรือ 315 MHz ในบอร์ดส่ง) ออกไปเหลือเพียงสัญญาณข้อมูลที่จะนำไปทำการถอดรหัสเท่านั้น และยังมีคุณสมบัติที่จะทำการขยายสัญญาณที่รับ



รูปที่ 3-5 แสดงการทำงานของภาครับสัญญาณคลื่นวิทยุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2.3 ส่วนของการถอดรหัสของข้อมูล

ในส่วนของการถอดรหัสข้อมูลจะใช้ไมโครคอนโทรเลอร์ เบอร์ AT89C4051 เป็นตัวถอดรหัส ซึ่งจะเป็น ไมโครคอนโทรเลอร์ที่ทำหน้าที่ตัดข้อมูลให้เป็นข้อมูลที่ออกมาเป็นไบต์ (Byte) เพื่อที่จะนำข้อมูลที่ได้ส่งต่อไปยังส่วนประมวลผลหรือเครื่องคอมพิวเตอร์

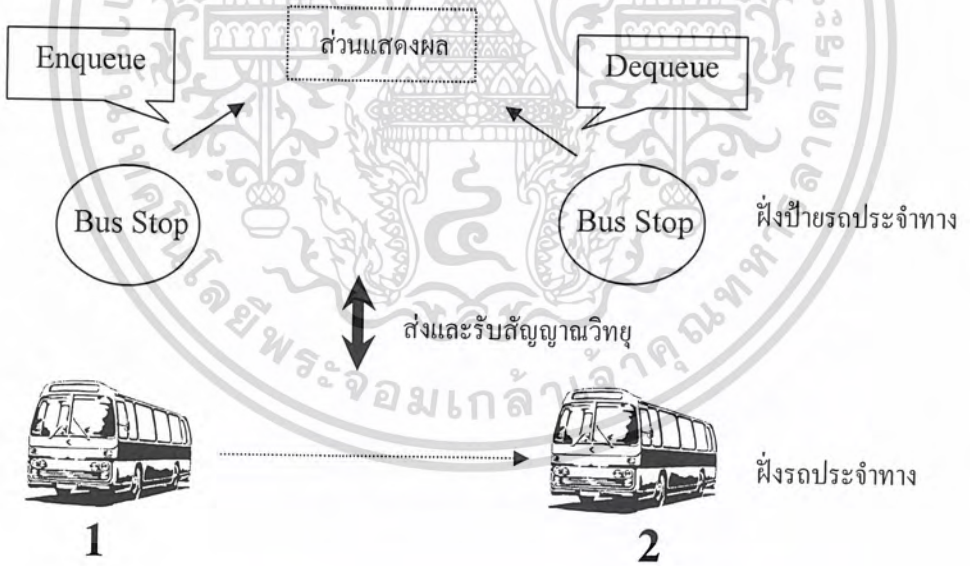
3.3 การทำงานของส่วนประมวลผล

3.3.1 การทำงานของหน่วยประมวลผล

การทำงานของหน่วยประมวลผลจะติดต่อผ่านทางภาครับสัญญาณคลื่นวิทยุโดยจะแบ่งเป็นหน่วยประมวลผล 3 ส่วน คือ

- ฝั่งป้ายรถประจำทาง
- ฝั่งรถประจำทาง
- ส่วนแสดงผล

โดยการทำงานโดยรวมจะเป็นไปดังรูปที่ 3-6



รูปที่ 3-6 แสดงการทำงานของภาคหน่วยประมวลผล

3.3.1.1 ฝั่งป้ายรถประจำทาง

ฝั่งป้ายรถประจำทางจะเชื่อมต่อกับพอร์ตอนุกรมของหน่วยประมวลผล หรือคอมพิวเตอร์โดยผ่านมาตรฐาน RS-232 ซึ่งข้อมูลที่ได้จะนำมาประมวลผล เพื่อที่จะแสดงผลออกมาเป็นหมายเลขรถประจำทางผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ โดยก่อนที่จะส่งข้อมูล (data) ไปยังส่วนแสดงผลนั้นจะทำหน้าที่หลักๆคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กระบวนการส่งสัญญาณวิทยุ
- กระบวนการรับสัญญาณวิทยุ
- กระบวนการเข้าคิว
- กระบวนการออกจากคิว

โดยแผนภูมิการไหล(Flow chart) จะแสดงได้ดังนี้

<u>กระบวนการส่งสัญญาณวิทยุ</u>

จากรูปที่ 3-7 แสดงการทำงานของกระบวนการส่งสัญญาณวิทยุโดยเริ่มแรกฝั่งป้ายสถานีจะส่งสัญญาณวิทยุพร้อมกับบิตแสดงลำดับรถประจำทางเพื่อที่จะตรวจสอบว่ารถประจำทางไม่ได้เป็นรถคันเดียวกัน พอส่งเสร็จก็จะทำการเปลี่ยนค่าบิตแสดงลำดับรถประจำทางแล้ววนลูปส่งสัญญาณเช่นเดิม

รูปที่ 3-7 กระบวนการส่งสัญญาณวิทยุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>กระบวนการรับสัญญาณวิทยุ</u>

จากรูปที่ 3-8 แสดงการรับสัญญาณวิทยุ ซึ่งเริ่มจากการรอรับสัญญาณวิทยุจากฝั่งรถประจำทางเมื่อได้รับสัญญาณเข้ามาจะทำการประมวลผลการเข้าคิวของรถแล้วส่งต่อผ่านทางพอร์ตอนุกรมต่อไปถ้าไม่ได้จะต้องคอยตรวจสอบว่ามีรถอยู่ในคิวหรือไม่ถ้ามีก็ทำการจัดการรถในการออกจากคิวของรถที่ป้ายแล้วส่งโค้ดการออกจากคิวผ่านทางพอร์ตอนุกรม

รูปที่ 3-8 กระบวนการรับสัญญาณวิทยุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการเข้าคิว

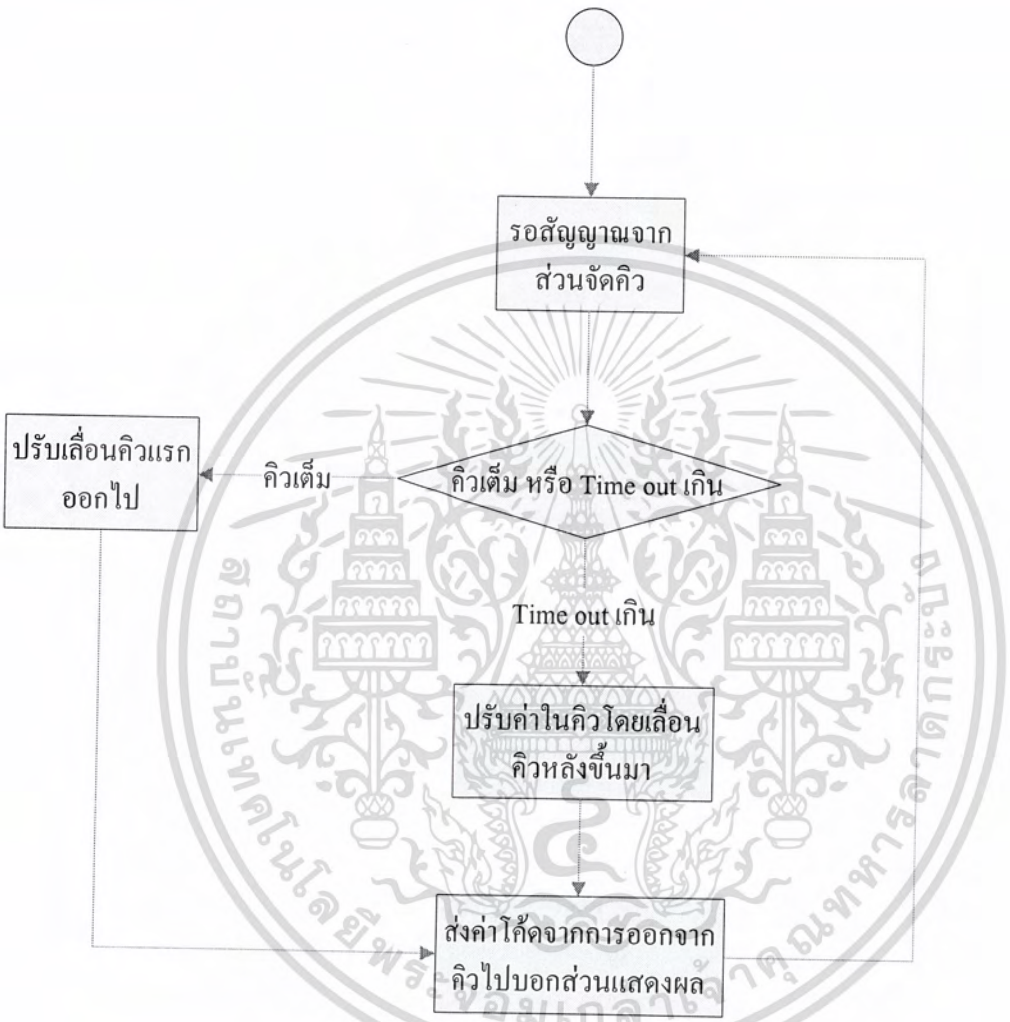
จากรูปที่ 3-9 แสดงกระบวนการเข้าคิว ซึ่งเริ่มต้นจากการรอรับโค้ดจากสัญญาณวิทยุจากผั่งรถประจำทางเมื่อได้รับสัญญาณเข้ามาจะทำการประมวลผลการเข้าคิวว่ามีโค้ดอยู่ในคิวหรือไม่ถ้ามีจะไปตรวจสอบต่อไปว่ามีคิวว่างหรือไม่ถ้าว่างจะใส่ค่าโค้ดลงไปในคิวรถโดยเมื่อใส่เข้าไปจะเป็นการตั้งค่า Time Out ภายในตัวด้วย เมื่อค่า Time Out ที่ตั้งไว้เกินจากค่าที่กำหนดจะทำการออกจากคิวแต่ถ้าไม่เกินจะไปรับโค้ดจากสัญญาณวิทยุ ใหม่

รูปที่ 3-9 กระบวนการเข้าคิว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการออกจากคิว

จากรูปที่ 3-10 แสดงกระบวนการออกจากคิวโดยเริ่มแรกจะรอรับสัญญาณจากส่วนจัดคิวเมื่อตรวจสอบได้ว่าคิวเต็มก็จะทำการปรับค่าคิวโดยเลื่อนคิวขึ้นมาเมื่อได้ค่าคิวแล้วจะนำค่าคิวนั้นส่งต่อไปยังหน่วยแสดงผล



รูปที่ 3-10 กระบวนการออกจากคิว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.2 ฝั่งรถประจำทาง

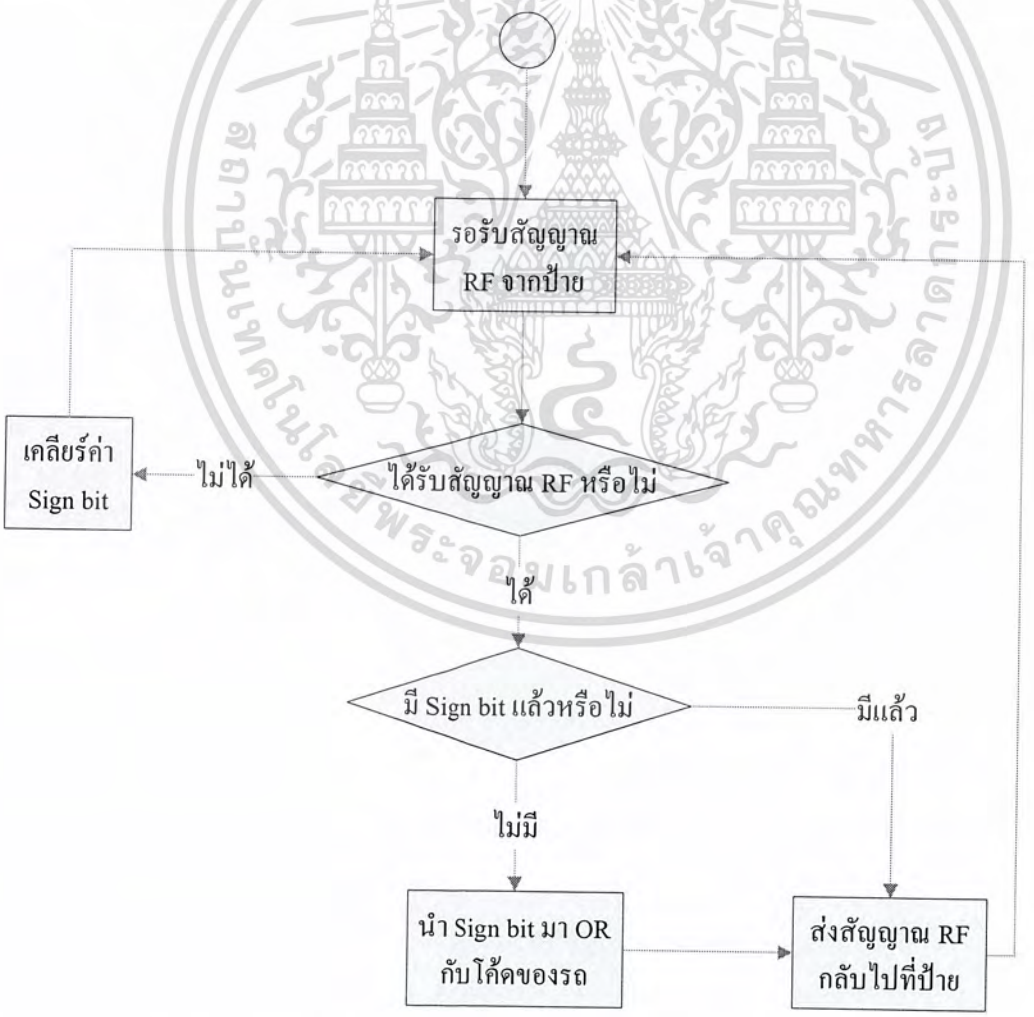
ฝั่งรถประจำทางจะมีหน่วยประมวลผลหลักโดยใช้ไมโครคอนโทรเลอร์ AT89C4051 โดยจะรับข้อมูลมาจากฝั่งป้ายรถประจำทางก่อนซึ่งข้อมูลที่ได้จะนำมาประมวลผลโดยนำมา OR กับข้อมูลสายรถประจำทางเพื่อป้องการมาซ้ำกันของรถประจำทาง โดยจะมีหน้าที่หลักๆคือ

- กระบวนการรับและส่งสัญญาณวิทยุ

โดยแผนภูมิการไหล(Flow chart) จะแสดงได้ดังนี้

<u>กระบวนการรับและส่งสัญญาณวิทยุ</u>

จากรูปที่ 3-11 แสดงกระบวนการรับและส่งสัญญาณวิทยุโดยเริ่มแรกจะรอรับสัญญาณจากฝั่งป้ายรถประจำทางก่อนเมื่อได้รับสัญญาณที่ต้องการแล้วก็นำบิตแสดงลำดับไปตรวจสอบว่ามีแล้วหรือไม่ถ้ามีก็จะนำค่าส่งสัญญาณวิทยุกลับเข้าป้ายแต่ถ้าไม่มีก็นำบิตแสดงลำดับมา OR กับโค้ดของฝั่งรถประจำทางก่อนส่งกลับไป



รูปที่ 3-11 กระบวนการรับและส่งสัญญาณวิทยุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.3 ส่วนแสดงผล

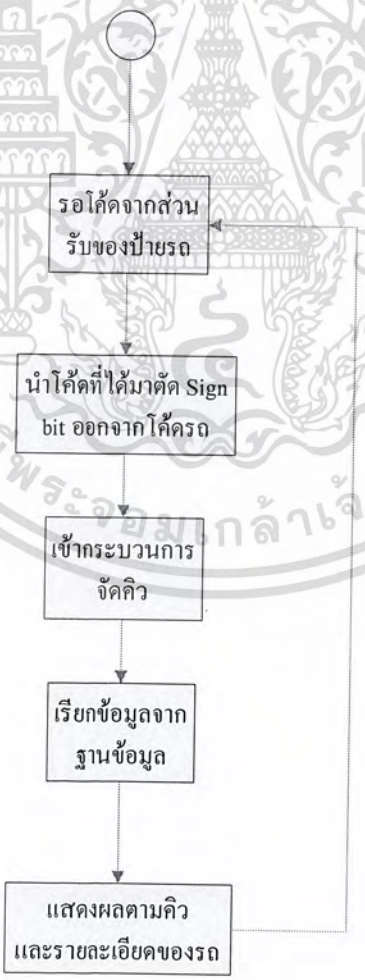
ส่วนแสดงผลหรือคอมพิวเตอร์จะรับข้อมูลที่ได้จากหน่วยประมวลผลฝั่งป้ายรถประจำทางผ่านทางพอร์ต RS-232 โดยข้อมูลที่ได้เครื่องคอมพิวเตอร์จะนำมาประมวลผลด้วยภาษาVisual Basic 6.0 และแสดงออกทางหน้าจอภาพ โดยจะมีหน้าที่หลักๆคือ

- ส่วนแสดงผลธรรมดา
- การเข้าคิวและออกคิว (Enqueue/Dequeue)
- การติดต่อกับฐานข้อมูล

โดยแผนภูมิการไหล(Flow chart) จะแสดงได้ดังนี้

<u>ส่วนแสดงผลธรรมดา</u>

จากรูปที่ 3-12 แสดงกระบวนการทำงานของส่วนแสดงผลโดยปกติ เริ่มแรกเมื่อส่วนแสดงผลรับโค้ดที่ได้จากฝั่งป้ายรถประจำทางโดยผ่านพอร์ต RS-232 แล้วก็จะนำโค้ดที่ได้มาตัดบิตแสดงลำดับออกไปเพื่อนำไปจัดการคิวของรถและแสดงผลต่อไป



รูปที่ 3-12 ส่วนแสดงผลธรรมดา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเข้าคิวและออกคิว (Enqueue/Dequeue)

จากรูปที่ 3-13 แสดงการเข้าคิวและออกจากคิว โดยเริ่มแรกจะนำโค้ดจากส่วนแสดงผลมาตรวจสอบว่าคิวว่างหรือไม่ถ้าว่างจะนำสายรถไปใส่ในคิวรถและนำโค้ดใส่ในคิวโค้ดโดยถ้าคิวโค้ดเป็นโค้ดการออกก็จะนำโค้ดของสายรถประจำทางนั้นออกจากคิวแล้วทำการส่งคิวกลับไปยังส่วนแสงผลต่อไป แต่ถ้าในขั้นตอนแรกตรวจสอบได้ว่าคิวไม่ว่างก็จะนำรถสายแรกนั้นออกจากคิวแล้วทำการแสดงผล

รูปที่ 3-13 การเข้าคิวและออกคิว (Enqueue/Dequeue)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

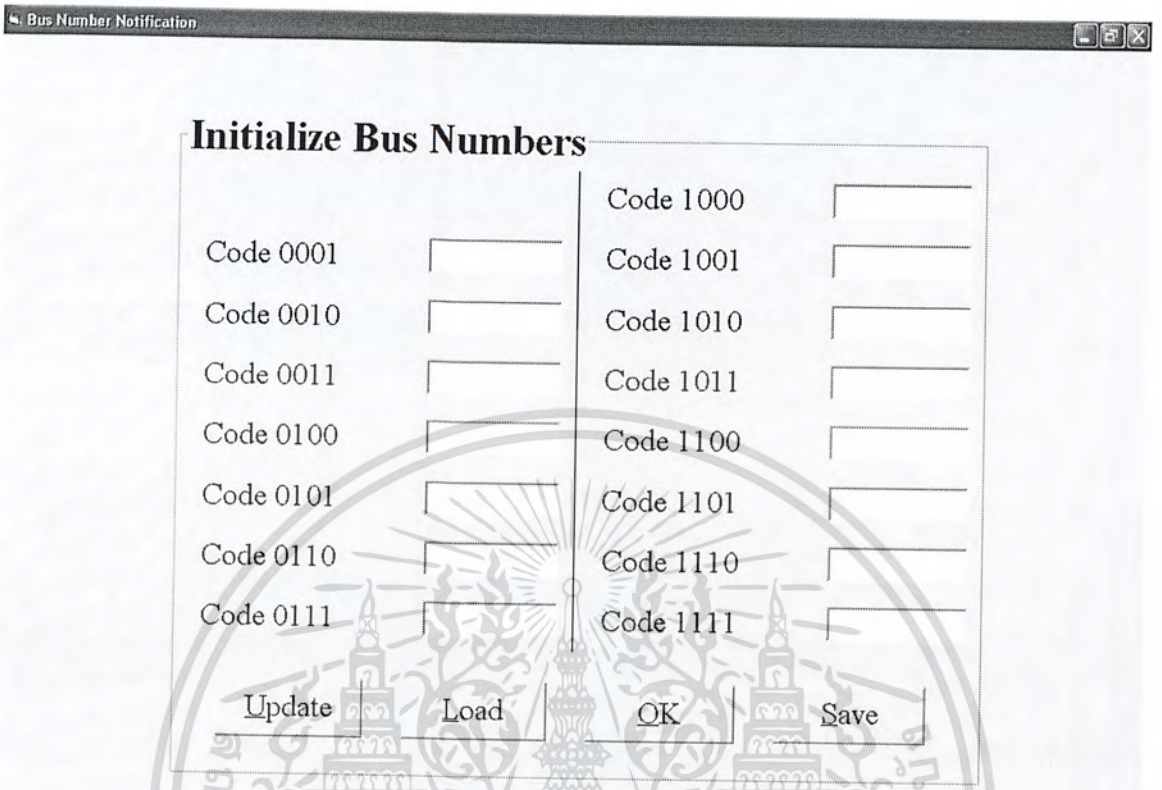
<u>การติดต่อกับฐานข้อมูล</u>

จากรูปที่ 3-14 แสดงการติดต่อกับฐานข้อมูล โดยเริ่มแรกจะรับค่าหมายเลขรถจากคิวแรกเมื่อได้หมายเลขแล้วนำหมายเลขนั้นมาค้นหารายละเอียดของฐานข้อมูลเมื่อได้ผลลัพธ์แล้วส่งผลลัพธ์นั้นไปยังส่วนแสดงผล

รูปที่ 3-14 การติดต่อกับฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 หน้าตาของโปรแกรมในส่วนการติดต่อกับผู้ใช้



รูปที่ 3-15 แสดงหน้าต่างการเริ่มต้นโดยการระบุค่าโค้ด

ในส่วนการเรียกใช้ไฟล์ข้อมูลเพื่อแสดงโค้ดของรถประจำทางมีวัตถุ ดังนี้

- ปุ่ม Update

เป็นปุ่มเพื่อใช้ในการเปิดฐานข้อมูลที่เก็บสายรถประจำทาง และรายละเอียดของรถประจำทางนั้นออกมาเพื่อทำการเพิ่ม ลบ หรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลในฐานข้อมูล โดยเมื่อกดที่ปุ่มนี้จะมีหน้าต่างแสดงออกมาดังรูปที่ 3-16

- ปุ่ม Load

เป็นปุ่มเพื่อใช้ในการเลือกไฟล์ .bnn ที่เก็บข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการกำหนดค่าโค้ดหมายเลขรถประจำทางแต่ละสาย ซึ่งเมื่อคลิ๊กปุ่มนี้แล้วจะประกฏหน้าต่าง Open File ขึ้นมาให้สามารถเลือกไฟล์ .bnn

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

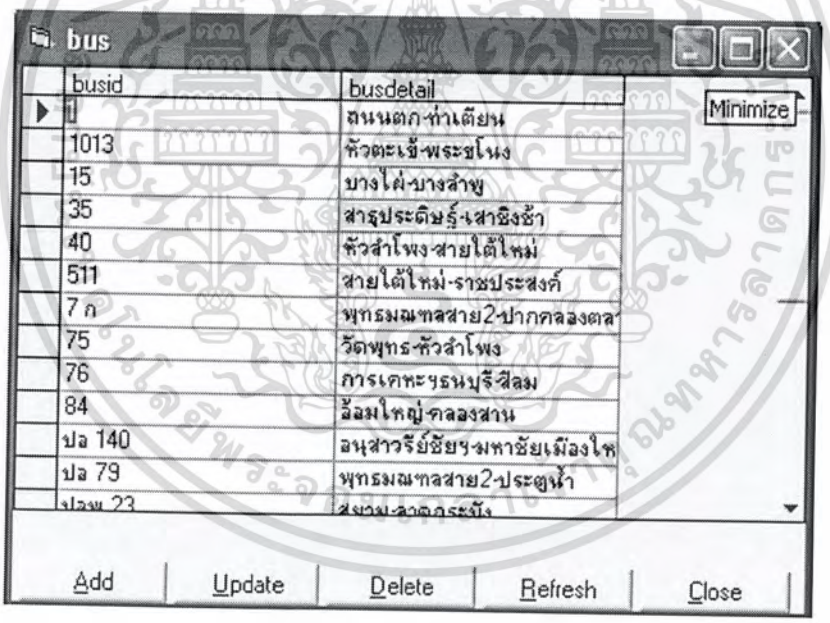
ดังรูปที่ 3-17 ถ้าเราเลือกไฟล์นามสกุลอื่นขึ้นมาหน้าต่างแจ้งข้อผิดพลาดจะปรากฏดังรูปที่ 3-18โดยเมื่อถ้าเลือกไฟล์ถูกนามสกุลจะปรากฏหน้าต่างดังรูป 3-19

- ปุ่ม OK

เป็นปุ่มเพื่อใช้ในการยืนยันการระบุค่าโค้ดของสายรถประจำทางว่าได้ถูกต้องตามความต้องการ โดยหลังจากกดปุ่มนี้จะมีหน้าต่างให้ยืนยันขึ้นมา ดังรูป 3-21

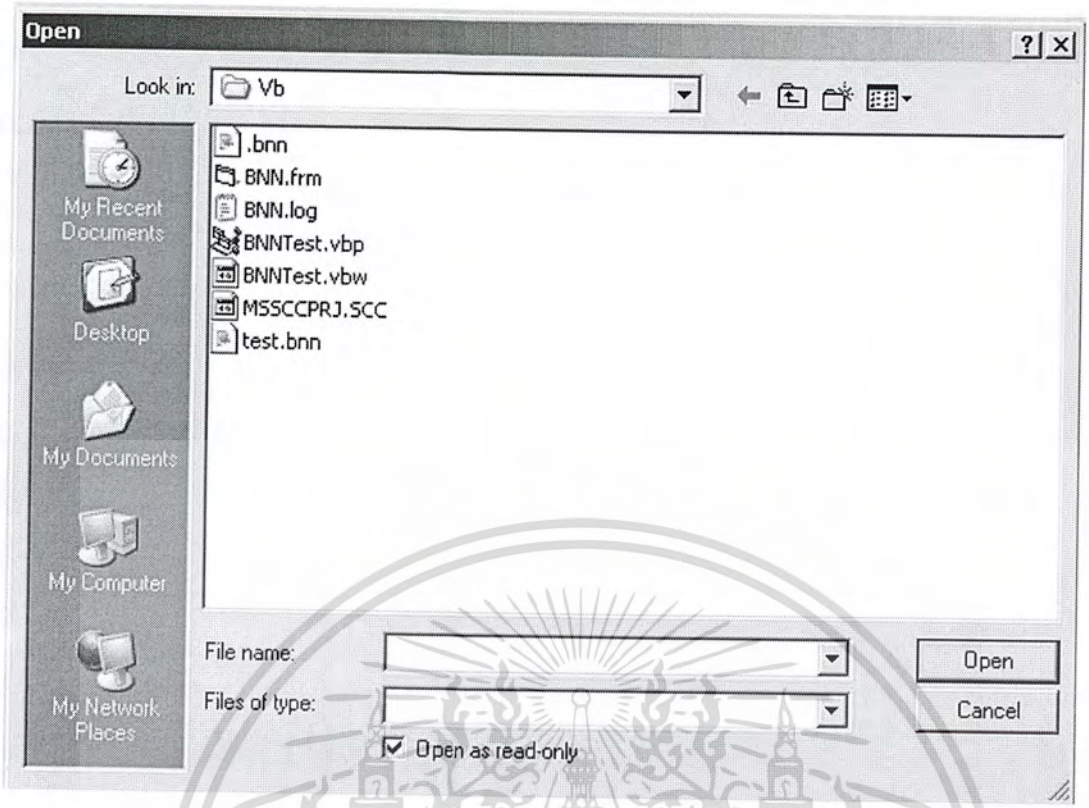
- ปุ่ม Save

เป็นปุ่มเพื่อใช้ในการบันทึกการระบุค่าโค้ดของสายรถประจำทางโดยเมื่อคลิ๊กปุ่มนี้แล้วจะปรากฏหน้าต่าง Save File ขึ้นมาให้สามารถเลือกที่จะบันทึกไฟล์ตามชื่อที่ต้องการ ดังรูปที่ 3-20 โดยไฟล์ที่ได้จะเป็นไฟล์ .bnn



รูปที่ 3-16 แสดงฐานข้อมูลที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้

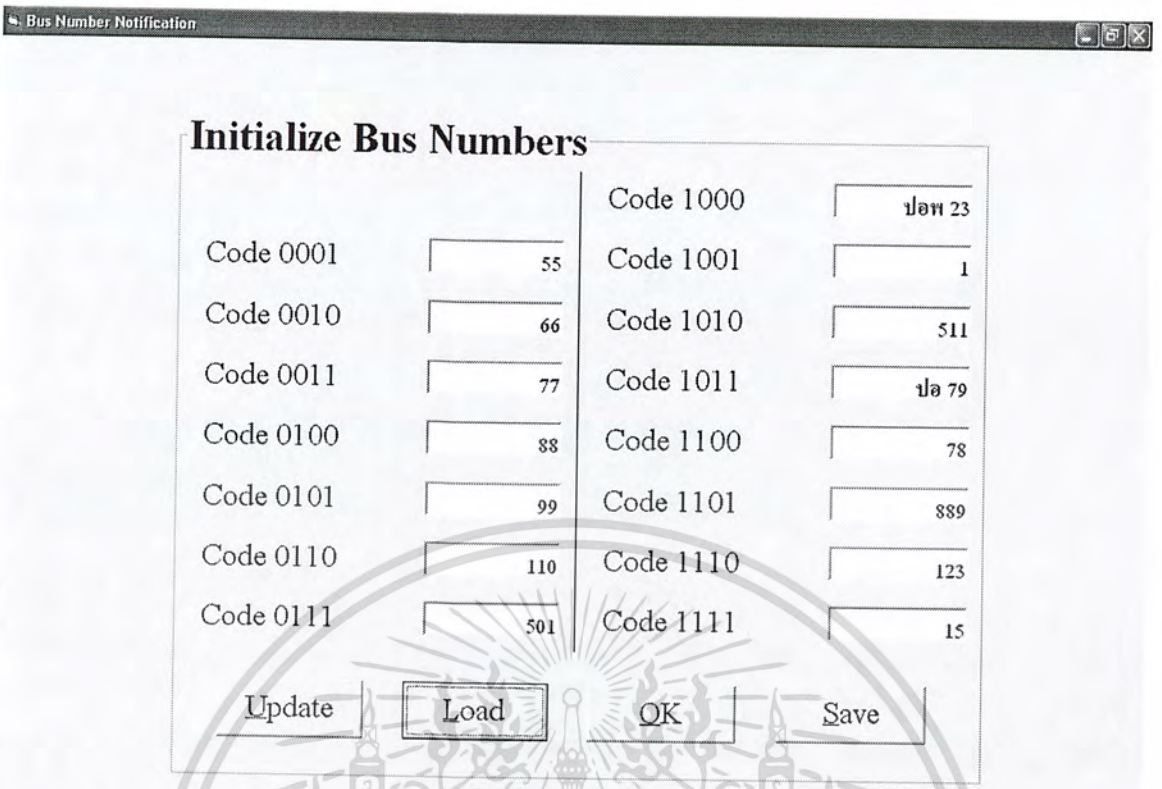
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



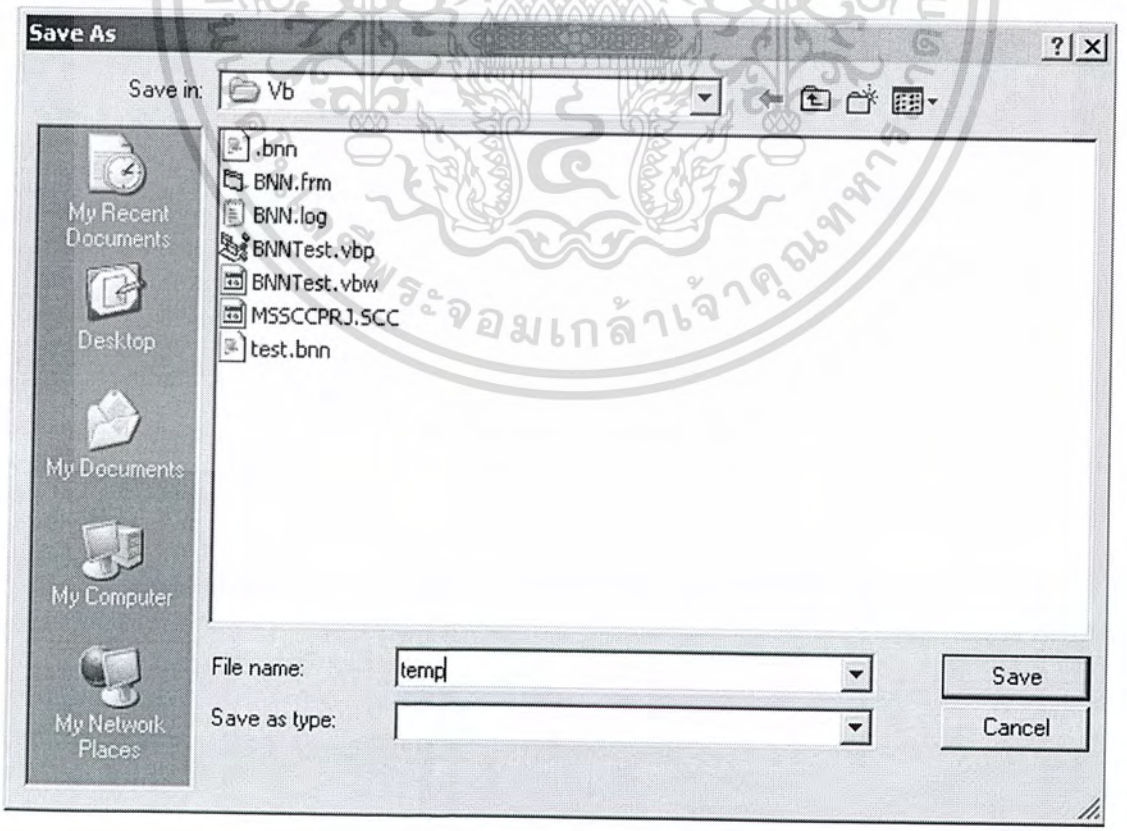
รูปที่ 3-17 แสดงหน้าต่างสำหรับให้เลือกไฟล์

รูปที่ 3-18 แสดงหน้าต่างว่าต้องเลือกไฟล์นามสกุล .bnn เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

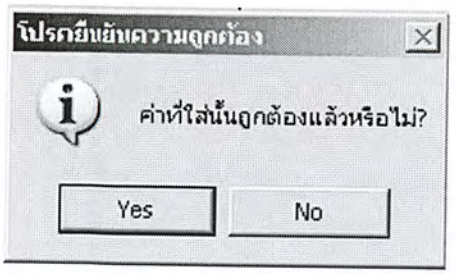


รูปที่ 3-19 แสดงหน้าต่างหมายเลขอประจำทางจามแต่ละโค้ด



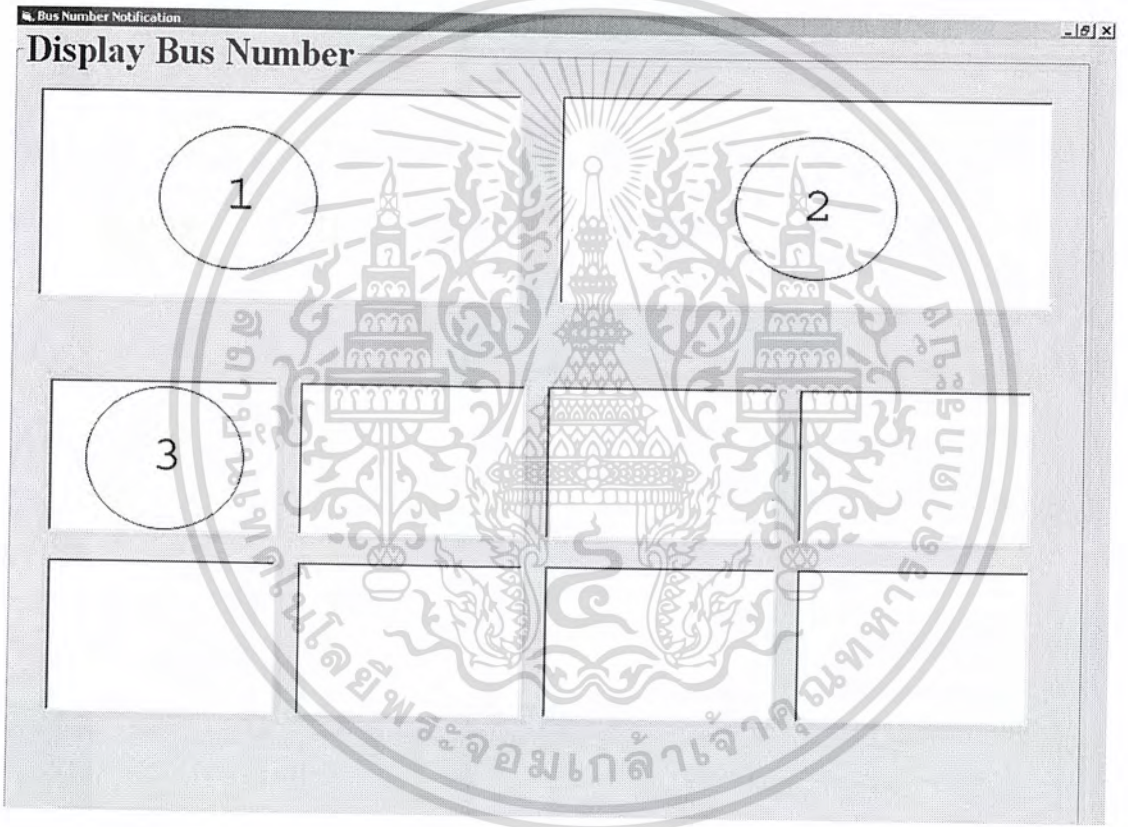
รูปที่ 3-20 แสดงหน้าต่างสำหรับให้บันทึกไฟล์จะได้นามสกุล .bnn

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3-21 แสดงหน้าต่างสำหรับยืนยันค่าที่ใส่

3.5 หน้าตาของส่วนของการแสดงผลรถประจำทางแต่ละสาย



รูปที่ 3-22 แสดงหน้าต่างส่วนของการแสดงผล

ในส่วนการแสดงผลรถประจำทางแต่ละสายดังรูปที่ 3-22 มีหน้าต่าง ดังนี้

3.5.1 ส่วนแสดงผลหน้าต่างที่ 1

จากหน้าต่างที่ (1) มีหน้าที่หลักคือแสดงหมายเลขรถประจำทางสายปัจจุบันเมื่อมีรถมาถึงป้ายรถประจำทาง

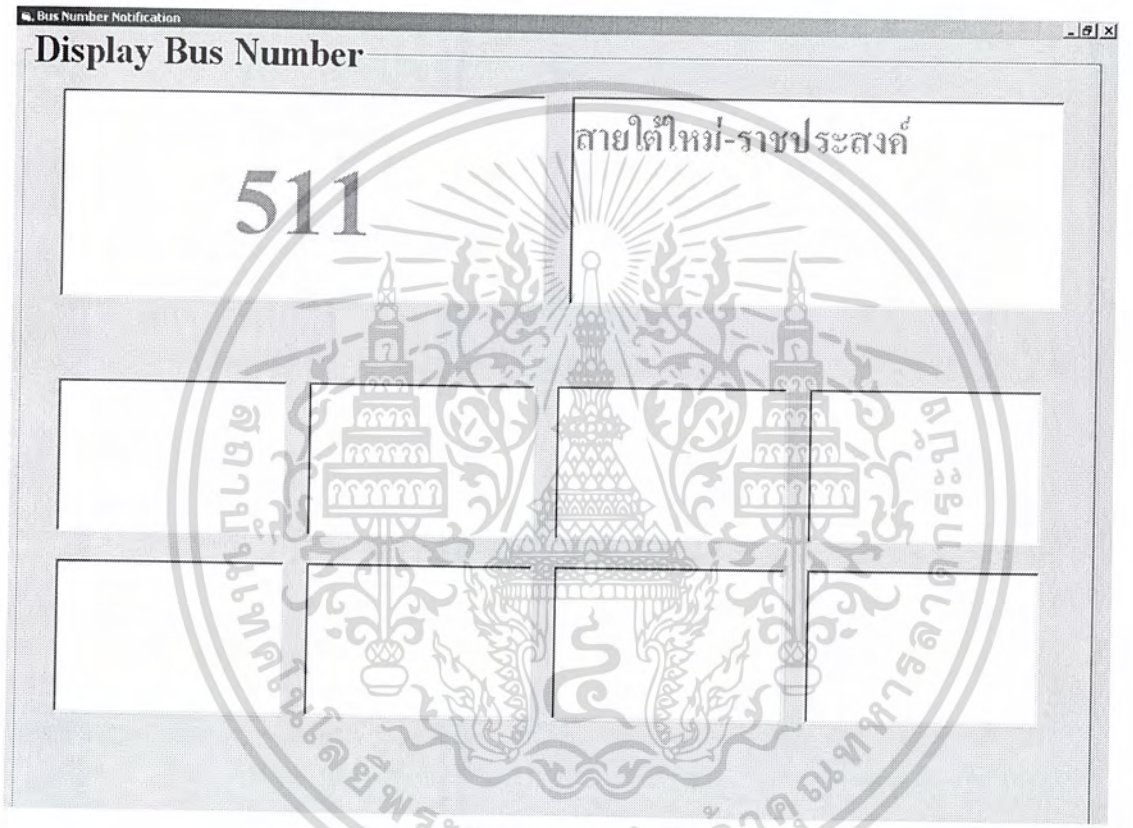
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 ส่วนแสดงผลหน้าต่างที่ 2

จากหน้าต่างที่ (2) มีหน้าที่หลักคือชื่อของสถานที่ที่รถประจำทางวิ่งผ่าน

3.5.3 ส่วนแสดงผลหน้าต่างที่ 3

จากหน้าต่างที่ (3) มีหน้าที่หลักคือแสดงคิวของสายรถประจำทางว่ารถประจำทางมีสายไหนบ้างมาถึง โดยเก็บอย่างมากที่สุด 8 สาย



รูปที่ 3-23 แสดงตัวอย่างการแสดงผลเมื่อมีรถประจำทางมา 1 คันในคิว

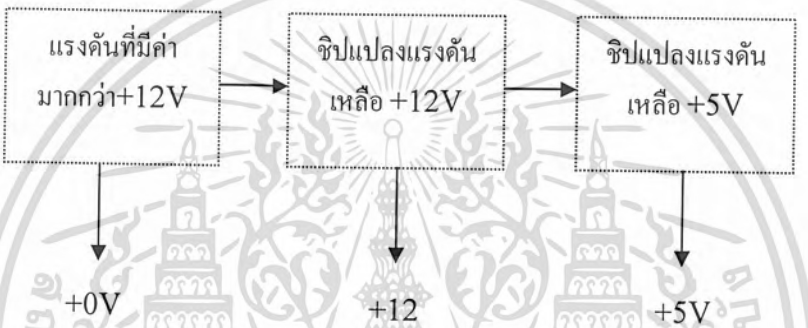
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 ภาคจ่ายแรงดัน

ภาคจ่ายแรงดันจะจ่ายแรงดันให้กับบอร์ดรถและบอร์ดสถานีอยู่ 3 ระดับ คือ

- ระดับ +12V ไว้สำหรับจ่ายแรงดันให้กับโมดูลส่งคลื่นวิทยุเพื่อต้องการให้คลื่นวิทยุส่งได้ไกลขึ้น
- ระดับ +5V ไว้จ่ายแรงดันให้กับไอซีต่างๆที่อยู่ในบอร์ด
- ระดับ +0V หรือ GND ไว้เป็นกราวด์ของวงจร

3.6.1 ขั้นตอนในการแปลงแรงดัน



รูปที่ 3-24 ขั้นตอนการแปลงแรงดัน

โดยขั้นตอนในการแปลงแรงดันจะแบ่งเป็น ขั้นตอนคือ

- แรงดันจากแหล่งจากแหล่งจ่ายแรงดันต้องมีแรงดันมากกว่า +12V ขึ้นไปเพื่อนำมาแปลงแรงดันเมื่อ หามาได้แล้ว โดยขั้นแรกแรงดันที่ได้ออกมาคือ +0V หรือ กราวด์
- นำแรงดันมากกว่า +12V มาแปลงให้เป็น +12V พอดีโดยผ่านตัวแปลงแรงดัน (Regulator) ซึ่งมีชื่อรุ่นคือ L7812
- นำแรงดัน +12V มาแปลงให้เป็น +5V พอดีโดยผ่านตัวแปลงแรงดันซึ่ง มีชื่อรุ่นคือ L7805

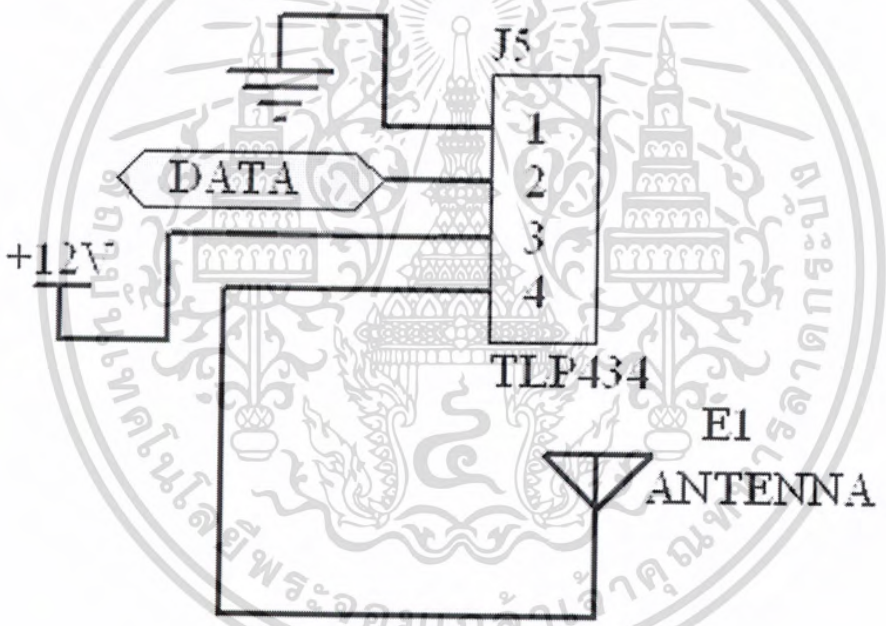
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลอง

เมื่อได้ทำการต่อวงจรต่างๆ เสร็จเรียบร้อยแล้ว จึงได้ทำการตรวจสอบวงจรว่าสามารถทำงานได้หรือไม่ ซึ่งเมื่อทดลองแล้วสามารถทำงานได้จริง และสามารถเก็บค่าผลการทดลอง สัญญาณเมื่อผ่านอุปกรณ์แต่ละส่วน ที่จุดต่างๆได้ดังต่อไปนี้

4.1 วงจรภาคส่ง

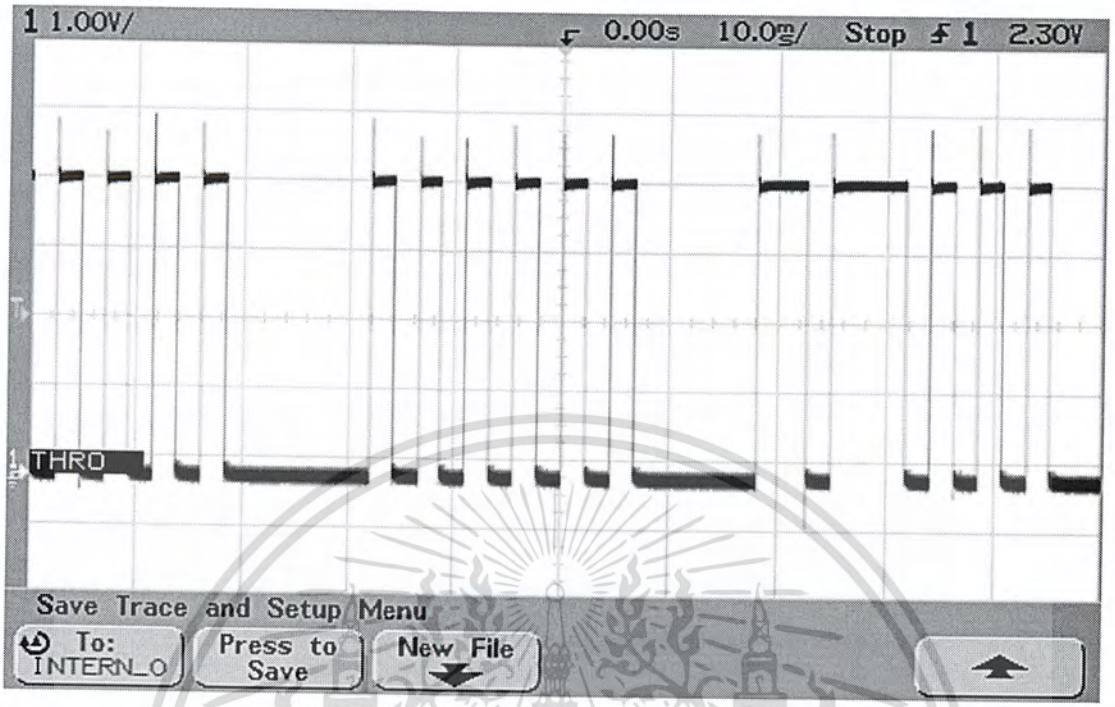
4.1.1 TLP434A



รูปที่ 4-1 รูปวงจรของ TLP434A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณ ที่จุด Output



รูปที่ 4-2 สัญญาณ ที่จุด Output ของ TLP434A

4.1.2 TLP315A

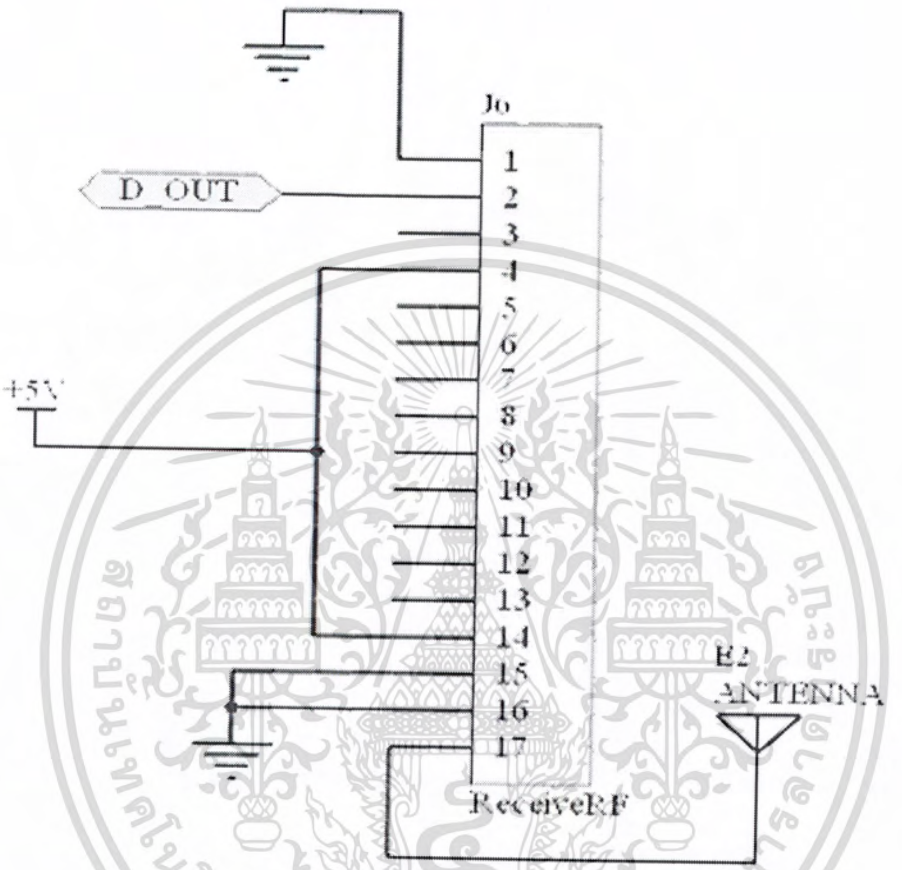
สัญญาณ ที่จุด Output

รูปที่ 4-3 สัญญาณ ที่จุด Output ของ TLP315A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 วงจรภาครับ

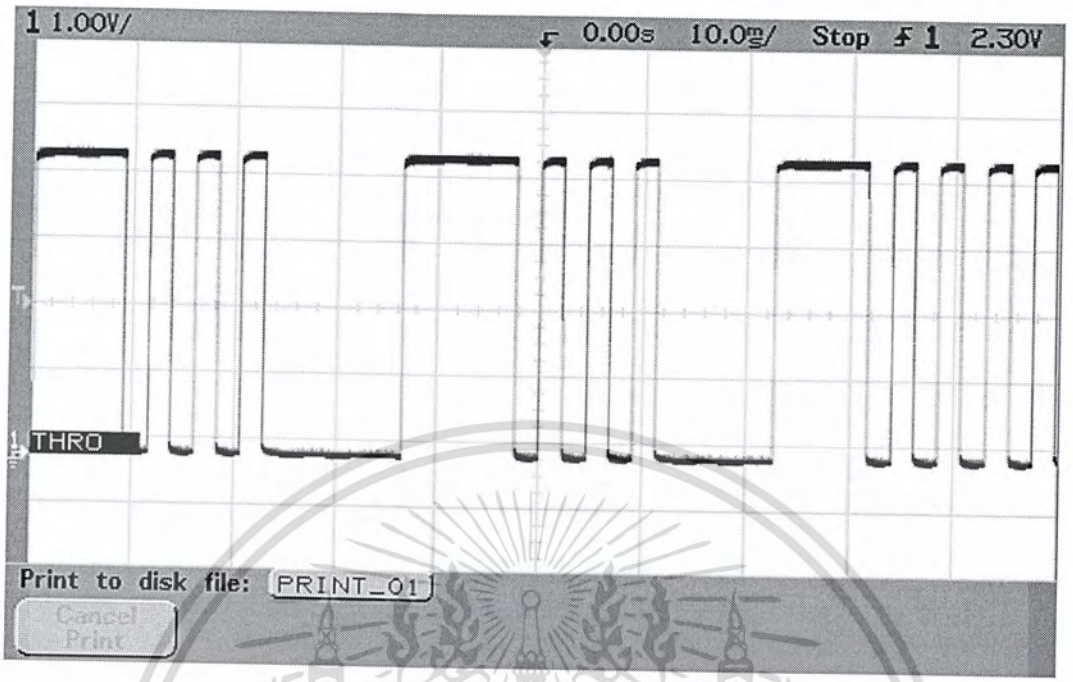
4.2.1 RLP434A



รูปที่ 4-4 รูปวงจรของ RLP434A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

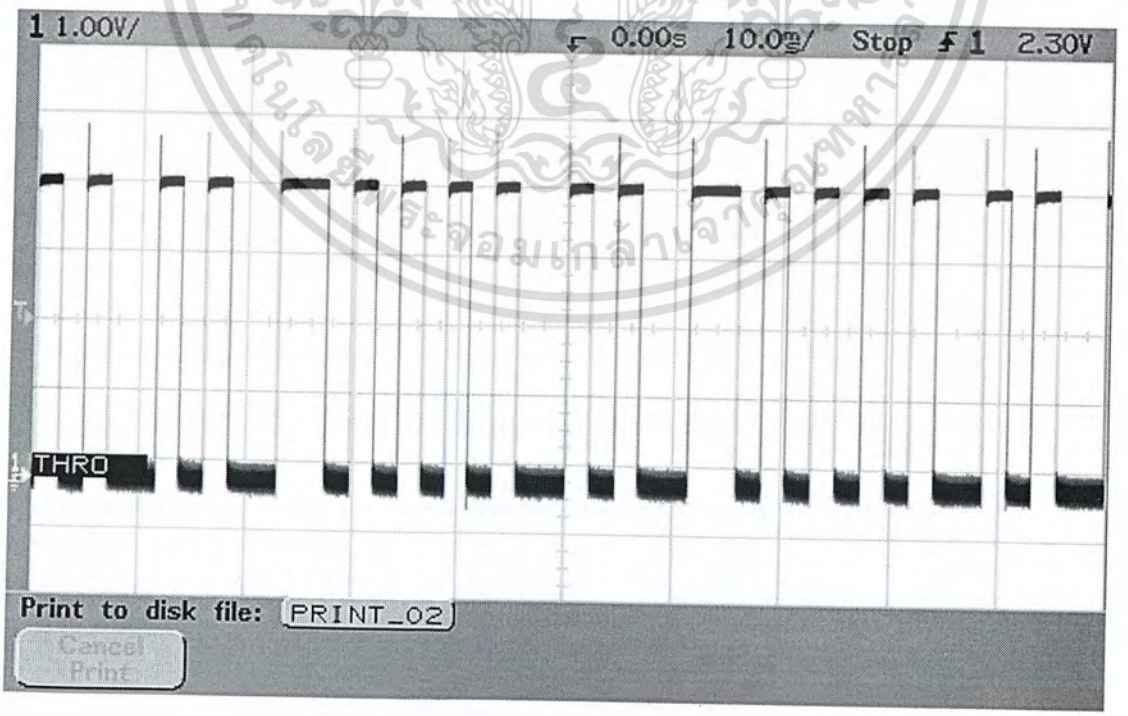
สัญญาณ ที่จุด Input



รูปที่ 4-5 สัญญาณ ที่จุด Input ของ RLP434A

4.2.2 RLP315A

สัญญาณ ที่จุด Input

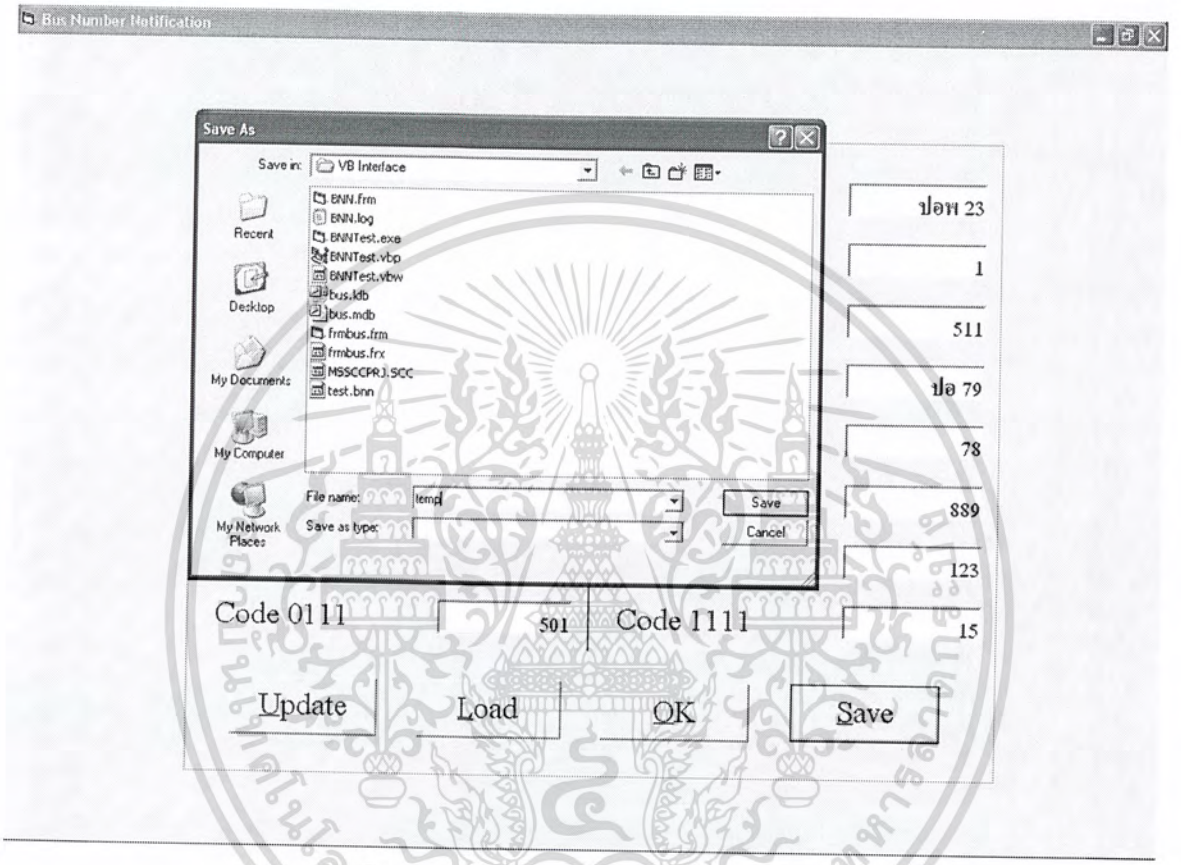


รูปที่ 4-6 สัญญาณ ที่จุด Input ของ RLP315A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

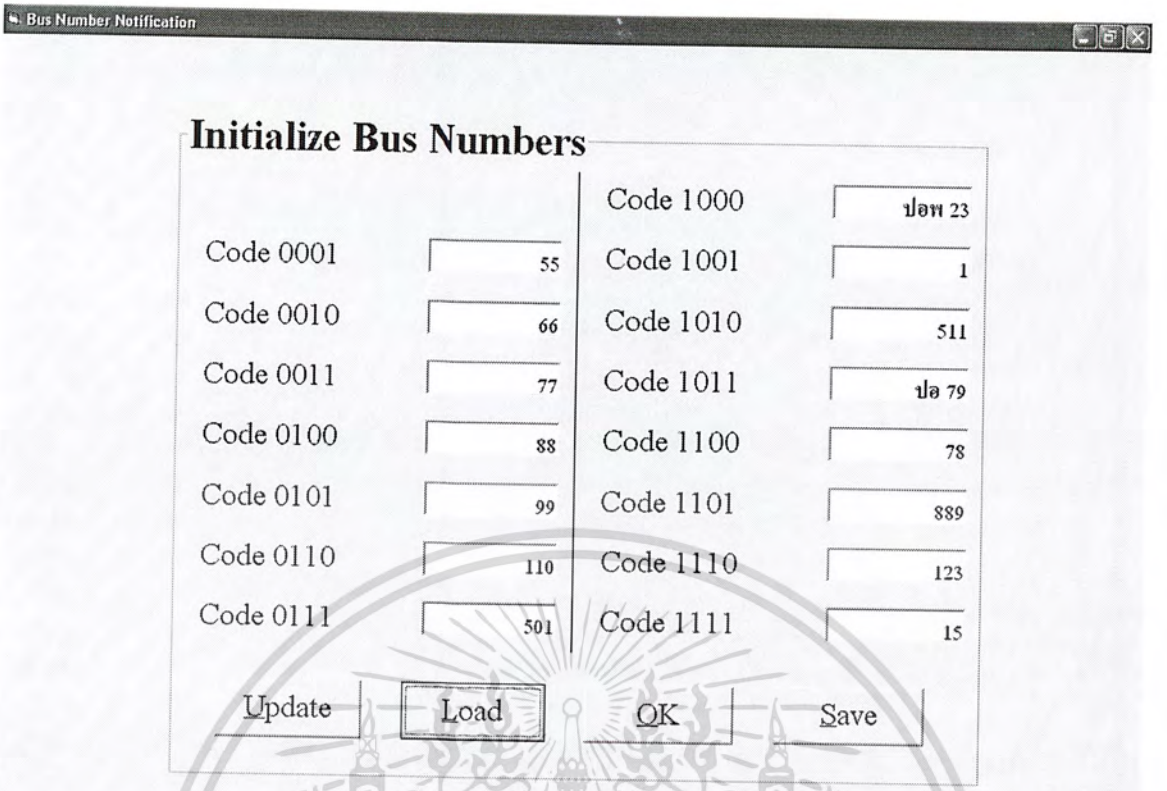
4.3 ผลการทดลองในโปรแกรม Visual Basic

การทดลองจะทำโดยการใส่ค่าอินพุตเข้าไปในส่วนของการใส่ข้อมูลว่าโค้ดใดหมายถึงรถประจำทางสายใด และทดลองเซฟค่าที่ใส่ไว้ในไฟล์ที่มีการเก็บเป็นไฟล์ที่มีนามสกุล .bnn แล้วทดลองโหลดไฟล์นั้นขึ้นมาได้ผลถูกต้องตามที่เซฟไว้ดังรูปที่ 4-7 และ รูปที่ 4-8



รูปที่ 4-7 แสดงการเซฟไฟล์ที่ชื่อ temp

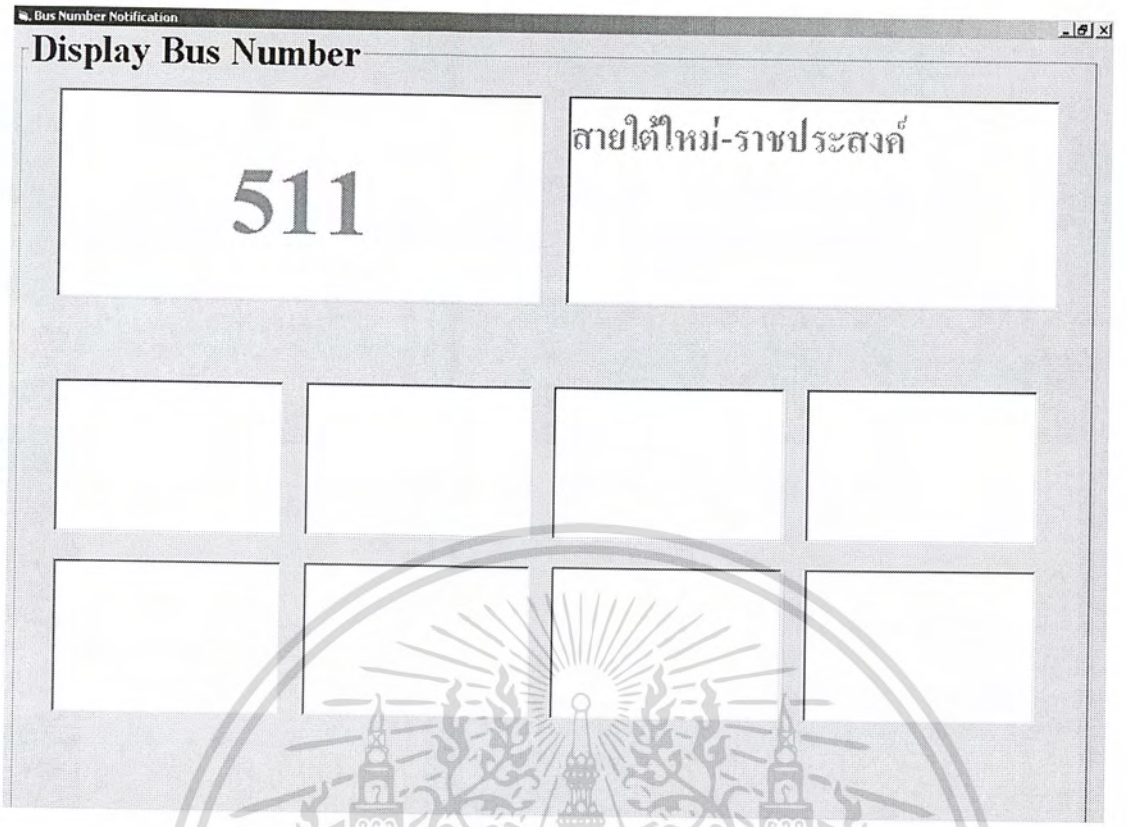
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4-8 แสดงการโหลดไฟล์ temp.bnn ออกมาแสดงค่า

หลังจากนั้นทำการทดลองนำบอร์ดรถประจำทางที่มีการโปรแกรมโค้ดหมายเลข 1010 เอาไว้มาทดสอบโดยการรับ-ส่งตามรูปแบบที่กำหนด แล้วได้ผลลัพธ์ออกมาอย่างถูกต้อง คือรถประจำทางสาย 511 โดยมีรายละเอียดที่ดึงออกมาแสดงจากฐานข้อมูลถูกต้องด้วยดังรูป 4-9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4-9 แสดงผลจากการรับส่งคลื่นสัญญาณวิทยุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง วิจารณ์ และการแก้ปัญหา

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลอง จะพบว่าภาครับ และภาคส่งสัญญาณสามารถสามารถรับ-ส่งสัญญาณข้อมูลไปได้ในระยะที่ไม่น่าพอใจนัก คือได้ระยะแค่ประมาณ 10 เมตร ความเข้มของสัญญาณและความถูกต้องของสัญญาณจะลดลงเมื่อมีการเพิ่มระยะในการรับ-ส่ง และจากการทดลองการรับ-ส่งสามารถส่งผ่านสิ่งกีดขวางและจากระนาบที่ต่างกันได้ แต่จะทำให้ระยะในการรับ-ส่งใกล้ขึ้นไปอีก และอาจจะมีเวลาในการประมวลผลเพิ่มขึ้น โดยการใช้ความต่างศักย์ที่ 12 โวลต์ ในการรับ-ส่งสามารถทำให้ส่งสัญญาณได้ในระยะไกลมากขึ้น และการใช้เสาอากาศก็ทำให้ระยะในการรับ-ส่งไกลขึ้นด้วย จากการทดลองการส่งสัญญาณจากโมดูลตัวส่งสัญญาณ TLP434A และ TLP315A ไปยังโมดูลตัวรับสัญญาณ RLP434A และ RLP315A และประมวลผลโดยหน่วยประมวลผลในไมโครคอนโทรเลอร์เบอร์ AT89Cx051 ได้ผลลัพธ์ที่มีความถูกต้องส่งไปยังส่วนแสดงผลในคอมพิวเตอร์ผ่านทาง RS-232 ได้อย่างถูกต้อง

5.2 วิจารณ์

การทำงานของอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ทุกส่วนสามารถที่จะทำงานได้ตามการออกแบบ และสามารถจะแสดงหมายเลข และรายละเอียดของรถประจำทางที่เข้ามาที่ป้ายได้ถูกต้อง

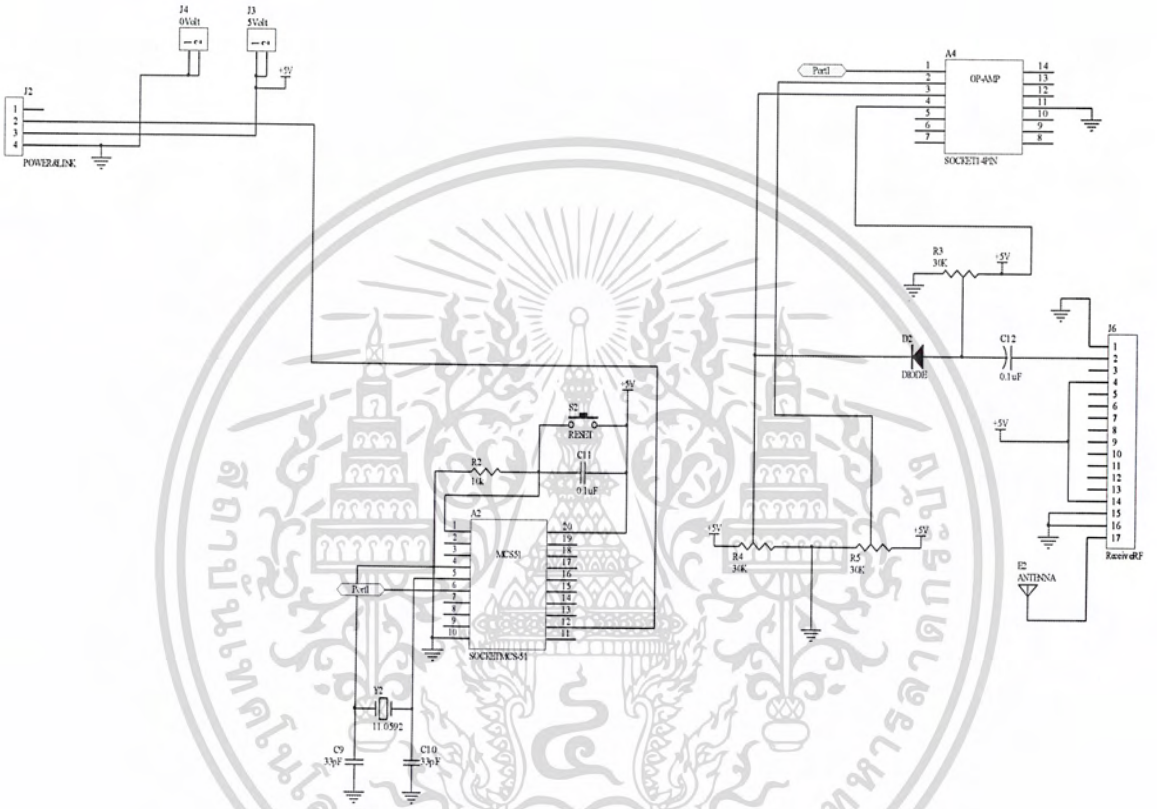
5.3 การแก้ปัญหา

ปัญหาที่พบ	แนวทางในการแก้ปัญหา
การส่งสัญญาณระหว่างตัวรับ และตัวส่งมีระยะที่ใกล้เกินไป	เป็นข้อจำกัดของโมดูลการรับ-ส่งนี้ ถ้าต้องการให้ได้ระยะที่ไกลกว่านี้ควรเปลี่ยนโมดูลการรับ-ส่งหรือทำโมดูลการรับส่งขึ้นมาเอง
การเกิดสัญญาณรบกวนจากภายนอกมีมาก มีผลทำให้การรับ-ส่งช้า และอาจเกิดความผิดพลาดในการรับ-ส่ง	เนื่องจากโมดูลนี้ใช้การมอดูเลตแบบ ASK จึงทำให้เกิดสัญญาณรบกวนมาก จึงควรมีการทำ error correction ในการตรวจสอบความผิดพลาดอย่างดี แต่ไม่ควรยากเกินไปเพราะจะทำให้การรับ-ส่งช้าลงไปมากจากการส่งข้อมูลใหม่บ่อยครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

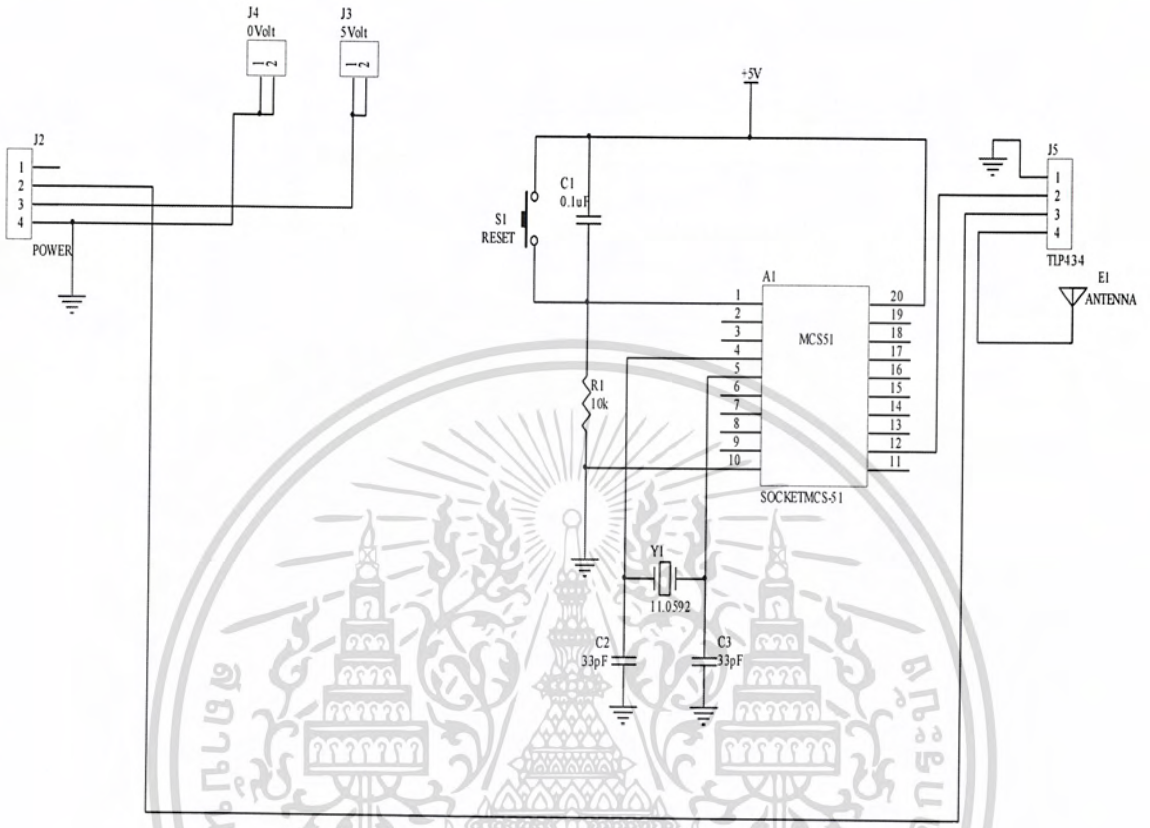
ภาคผนวก ก

Schematic



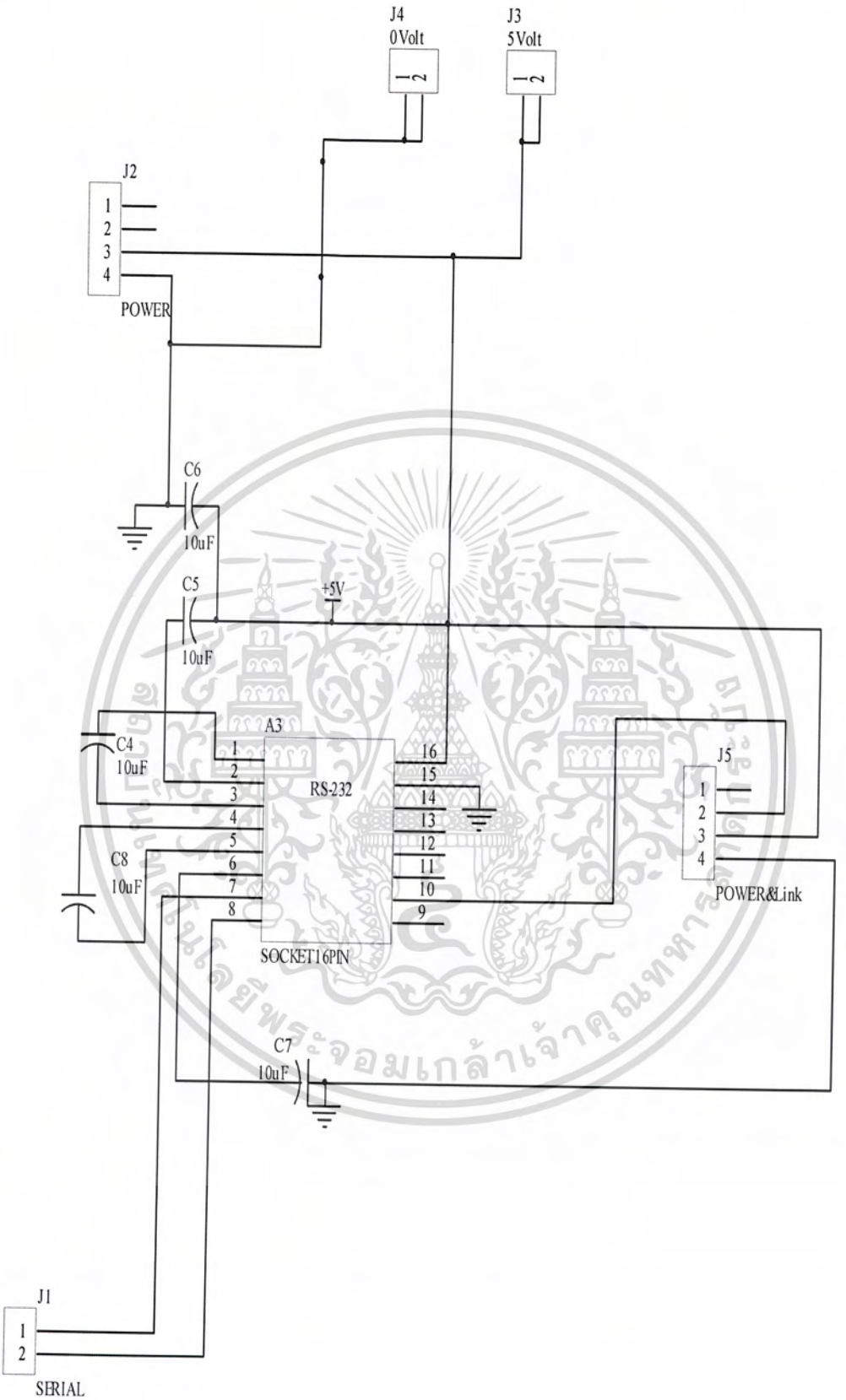
รูปที่ ก -1.1 วงจรฝั่งป้ายรถประจำทางภาครับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



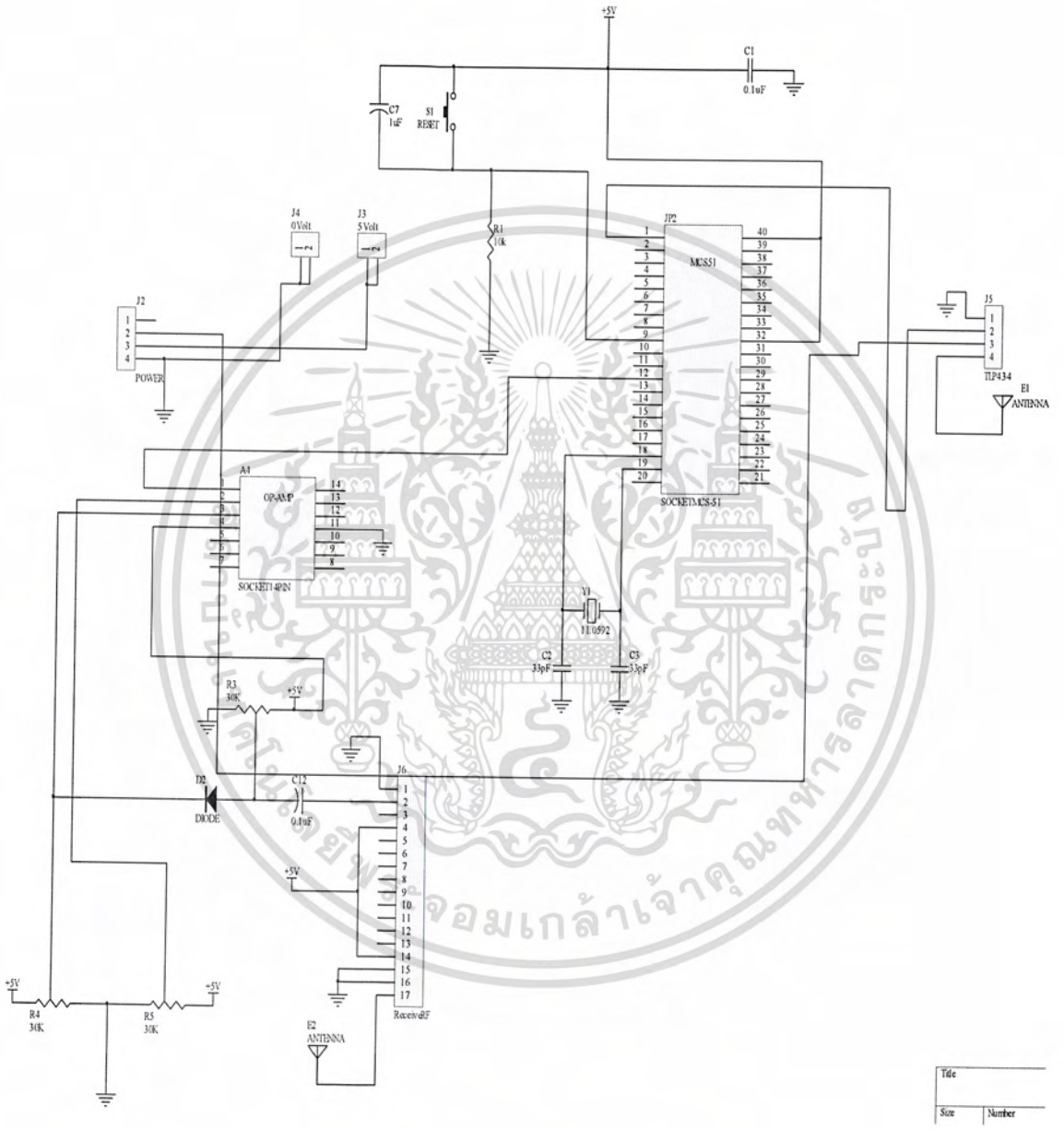
รูปที่ ก -1.2 วงจรฝั่งป้ายรถประจำทางภาคส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



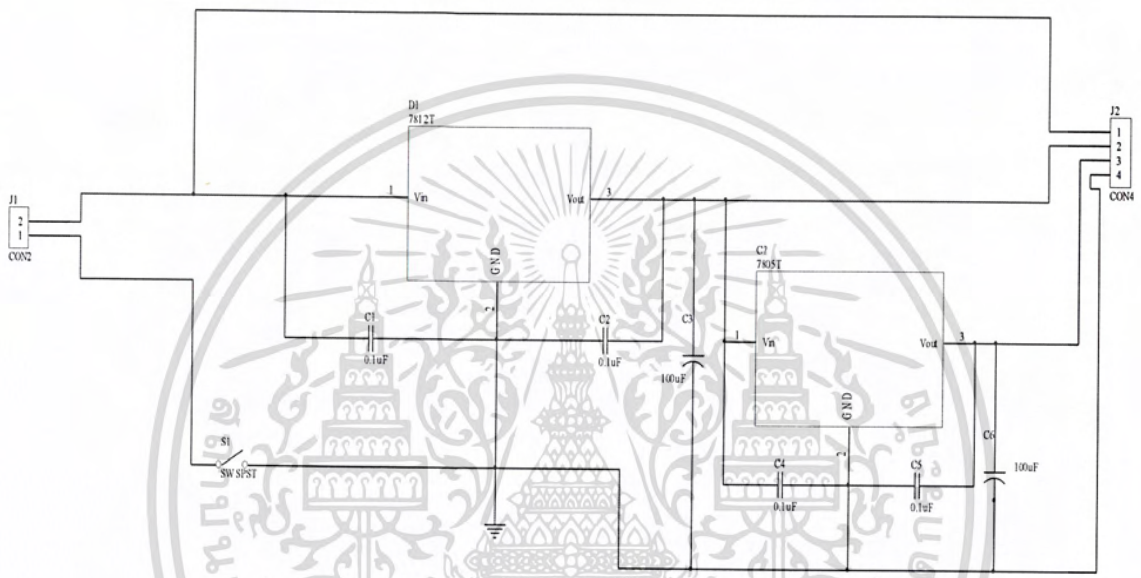
รูปที่ ก -1.3 วงจรฝั่งป้ายรถประจำทางภาคติดต่อกับส่วนแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก -2วงจรฝั่งรถประจำทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก -3วงจรแปลงแรงดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] http://www.atmel.com/atmel/acrobat/doc1001.pdf

[2] http://www.ee.sc.edu/classes/Fall04/elct/201

[3] http://dusithost.dusit.ac.th/~phitsanulok/e-learning/Ch32.html

[4] http://www.teched.rit.ac.th/chakkree/DDC/Info_Sheets/readchapter3_3.pdf

[5] http://radar-met.mattatan.net/data%20microcontrol2.html

[6] http://www.chontech.ac.th/~electric/html/regulater.htm

[7] http://se-ed.net/maeklonginfo/Op-Amp/Project/Web%20Site/unit3.1.html

[8] http://www.laipac.com/datasheets/ Easy%20Link%20Wireless/TLPRLP434A.pdf

[9] http://www.laipac.com/datasheets/ Easy%20Link%20Wireless/434%20range%20test.pdf

[10] http://pdfserv.maxim-ic.com/en/ds/MAX220-MAX249.pdf

[11] http://www.fairchildsemi.com

[12] ร.ต.อ.สุชาติ กังวารจิตต์: "เครื่องรับส่งวิทยุ และระบบวิทยุสื่อสาร", บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด ปีที่พิมพ์ พ.ศ.2538 หน้าที่ 230-231

[13] เกรียงศักดิ์ บุญเสริมสุวงศ์: "ไมโครคอนโทรลเลอร์กับภาษาซี", นิตยสาร เซมิคอนดักเตอร์, บริษัท ศิลารีเสิร์ช จำกัด ฉบับที่ 241 พฤศจิกายน 2545 หน้าที่ 190-192

[14] วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล, ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล: "เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช ฉบับ AT89C5x ของ Atmel", บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด

[15] นคร ภักดีชัย, ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล: "ทดลองและใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ด้วยโปรแกรมภาษา C สำหรับ AT89Cx051", บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด

[16] กิตติ ภักดีวัฒนะกุล, จำลอง ครูอุตสาหะ: "Visual Basic 6 ฉบับโปรแกรมเมอร์", บริษัท เคทีพี คอมพ์แอนด์ คอนซัลท์ จำกัด ปีที่พิมพ์ พ.ศ. 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้