สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบควบคุมการเปิด – ปิดประตูระยะไกลแบบไร้สาย

DOOR WIRELESS REMOTE CONTROL SYSTEM

T055856

โดย

นาย ภานุพงษ์ สุทธิปรีชา

นาย อนุศักดิ์ แซ่เตียว

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 55756
วัน,เดือน,ปี 25 พ.ค. 2548

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

DOOR WIRELESS REMOTE CONTROL SYSTEM

BY

MR.PANUPONG SUTTIPREECHA

MR.ANUSAK SAETIEW

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF

THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR IN DEPARTMENT OF INFORMATION ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2003

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบควบคุมการเปิด-ปิดประตูระยะไกลแบบไร้สาย
ชื่อนักศึกษา	นาย ภานุพงษ์ สุทธิปรีชา รหัสประจำตัว 44015662
	นาย อนุศักดิ์ แซ่เตียว รหัสประจำตัว 44015676
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ภุชงค์ หงษ์สุวรรณ
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
	สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ
ภาควิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2546

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับความเห็นชอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาเป็นที่เรียบร้อยแล้ว

.....

(อาจารย์ภุชงค์ หงษ์สุวรรณ)
อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบควบคุมการเปิด-ปิดประตูระยะไกลแบบไร้สาย
ชื่อนักศึกษา	นาย ภานุพงษ์ สุทธิปรีชา รหัสประจำตัว 44015662
	นาย อนุศักดิ์ แซ่เตียว รหัสประจำตัว 44015676
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ภุชงค์ หงษ์สุวรรณ
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
	สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ
ภาควิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2546

บทคัดย่อ

โครงงานในปริญญานิพนธ์นี้ได้ผสมผสานวิชาความรู้ในหลายสาขา อาทิ โทรคมนาคม, อิเล็กทรอนิกส์, ระบบฐานข้อมูล, การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และการจัดการวางเครือข่าย โดยโครงงานนี้จะเป็นระบบที่ใช้ในการควบคุมการเปิดหรือปิดล็อกของประตูได้ทั้งอาคาร ใช้การควบคุมผ่านทางคอมพิวเตอร์ เป็นการเพิ่มความสะดวกสบายให้แก่ผู้ใช้ และนอกจากนี้ยังได้เพิ่มระบบรักษาความปลอดภัยในระดับเบื้องต้นอีกด้วย

ชุดอุปกรณ์ล็อกประตูจะถูกควบคุมโดยคอมพิวเตอร์ โดยคอมพิวเตอร์จะส่งคำสั่งผ่านทางคลื่นวิทยุมายังอุปกรณ์นี้ ซึ่งสามารถส่งไปควบคุมอุปกรณ์ล็อกได้ทั้งอาคาร ในระบบจะมีฟังก์ชั่นการทำงานอยู่หลาย ฟังก์ชั่น อาทิ การควบคุมโดยคอมพิวเตอร์ทางเดียว, การควบคุมโดยการกดคีย์เป็นรหัส, การสั่งเปิดหรือปิดพร้อมกันทุกจุด เป็นต้น ทั้งนี้ ฟังก์ชั่นต่างๆ จะให้มีมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับโปรแกรมเมอร์จะเป็นผู้กำหนดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thresis Title	Door Wireless Remote Control System
Student	Mr. Panupong Suttipreecha
	Mr. Anusak Saeteaw
Advisor	Mr. Puchong Hongsuwan
Graduate Level	Bachelor Degree of Information Engineering
Acadamic Year	2003

Abstract

This project is blended from several knowledge such as communication, electronic, database system, programming and networking. Use to control locking door system in building by computer and increase facilitation. This project still has the security system and can be applied in the other way.

The door lock equipment is controlled by computer where send the order through radio frequency and can control another one all the building. They have several functional such as single controlling by computer, controlling by keypad, Open or lock all one etc. All of functional up to the programmer will set it in the software.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศทุกท่านที่ให้ความรู้และแนวทางในการทำงานโดยเฉพาะอาจารย์ภุชงค์ หงษ์สุวรรณ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานที่คอยให้คำชี้แนะในการแก้ไขปัญหาจนกระทั่งโครงงานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และขอบคุณกลุ่มเพื่อนๆที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์รวมถึงเครื่องมือที่ใช้สำหรับทำโครงงาน ขอขอบพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่ ที่เป็นกำลังใจที่ดีตลอดมา

นายภานุพงษ์ สุทธิปรีชา

นายอนุศักดิ์ แซ่เตียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูป	ซ
สารบัญตาราง	ฎ
เอกสารอ้างอิง	
บทที่ 1 แนวคิด ความเป็นมา และรูปแบบ	1
1.1 แนวคิดและที่มาของโครงงาน	1
1.2 จุดประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	2
1.4 สถาปัตยกรรมของระบบและองค์ประกอบหลักต่าง ๆ	2
1.4.1 การสื่อสารแบบไร้สาย	3
1.4.2 การสื่อสารผ่านสายนำสัญญาณ	3
1.4.3 วงจรอิเล็กทรอนิกส์	3
1.4.4 การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์	3
1.4.5 การใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์	3
1.4.6 การออกแบบและจัดการระบบฐานข้อมูล	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	6
2.1 การส่งข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรม	6
2.1.1 รูปแบบ RS-232	6
2.1.2 รูปแบบ RS-422	7
2.2 โซลินอยด์ (Solinoid)	8
2.2.1 หลักการทำงาน	9
2.2.2 การเลือกใช้โซลินอยด์	11
2.2.3 การนำไปใช้	11
2.3 แพ็คเก็ตเรดิโอ (Packet Radio)	12
2.3.1 ประวัติความเป็นมาของแพ็คเก็ตเรดิโอ	12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

2.3.2 แพ็คเก็ตเรดิโอคืออะไร 13

2.3.3 แพ็คเก็ตโมเด็ม 13

2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์ 13

2.4.1 ไทเมอร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ 13

2.4.2 การอินเตอร์รัปต์ในไมโครคอนโทรลเลอร์ 16

2.4.3 พอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ 18

2.4.3.1 การสื่อสารข้อมูลแบบอะซิงโครนัส 18

2.4.3.2 รีจิสเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของพอร์ตอนุกรม 19

2.4.3.3 การกำหนดอัตราบอด 21

2.4.4 โหมดประหยัดพลังงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 22

บทที่ 3 การออกแบบโครงงาน 24

3.1 การออกแบบฮาร์ดแวร์ 24

3.1.1 วงจรแปลง RS-232 เป็น RS-422/485 24

3.1.1.1 หลักการทำงาน 24

3.1.1.2 ภาควงจร 26

3.1.1.3 การสร้างวงจร 28

3.1.2 แพ็คเก็จโมเด็ม 28

3.1.2.1 หลักการทำงาน 28

3.1.2.2 การสร้างวงจร 31

3.1.3 วงจรชุดควบคุมประตู 33

3.1.4 วงจรรับส่งข้อมูลกับแพ็คเก็ตโมเด็ม 35

3.2 การกำหนดรูปแบบเฟรมที่ใช้ในการติดต่อสื่อสาร 37

บทที่ 4 การสร้าง ทดสอบและผลการทดลอง 39

4.1 การทดสอบวงจรแปลงสัญญาณ RS-232 เป็น RS-422 39

4.2 การทดสอบวงจรแพ็คเก็ตโมเด็ม 40

4.3 การทดสอบวงจรชุดควบคุมประตู 47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

วงจรสร้างสัญญาณเสียง 47

วงจรควบคุมโซลินอยด์ 48

การทดลองรับส่งข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ 48

การทดลองการรับข้อมูลจากคีย์แพด 48

4.4 ผลการทดลองซอฟต์แวร์ 53

4.4.1 ส่วนควบคุมและสั่งการประตูแต่ละจุด (Door Status Control) 54

4.4.2 ส่วนเพิ่มชื่อผู้มีสิทธิผ่านประตูเข้าระบบ 56

4.4.3 ส่วนแก้ไขข้อมูลของผู้มีสิทธิเข้าประตู 57

4.4.4 ส่วนสำหรับเพิ่มรายชื่อของประตูเข้าสู่ระบบ 57

4.4.5 ส่วนสำหรับแก้ไขข้อมูลของประตู 58

4.4.6 ส่วนสำหรับแก้ไขข้อมูลกลุ่มผู้ใช้ 59

4.4.7 ส่วนสำหรับแก้ไขข้อมูลขององค์กร 59

4.4.8 ส่วนสำหรับการลบข้อมูล 60

บทที่ 5 สรุปการพัฒนาโครงงาน 61

5.1 ปัญหาที่เกิดขึ้น 61

5.1.1 ปัญหาความพร้อมในเรื่องอุปกรณ์ 61

5.1.2 ปัญหาเรื่องการซื้ออุปกรณ์ 61

5.1.3 ปัญหาในเรื่องอุปกรณ์เฉพาะบางอย่าง 61

5.1.4 การเกิดสัญญาณรบกวน 61

5.2 ประโยชน์ที่ได้รับจากการพัฒนาโครงงาน 62

5.2.1 ความรู้ในเรื่องวงจรอิเล็กทรอนิกส์ 62

5.2.2 ความรู้ทางด้านการโปรแกรม 62

5.2.3 การทำงานร่วมกัน 62

5.3 แนวทางในการพัฒนาต่อ 62

5.3.1 ในส่วนของคีย์แพด 62

5.3.2 ระบบการเตือนภัย 63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

5.3.3 การออกแบบโปรแกรม 63

5.3.4 ขนาดของกล่องอุปกรณ์ต่างๆ 63

5.3.5 ระบบการจ่ายไฟ 63

บรรณานุกรม 64

ภาคผนวก 65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1.1 ลักษณะภาพรวมของโครงงาน	4
รูปที่ 2.1 แสดงขาสัญญาณของหัวต่อชนิด DB9 และ DB25	6
รูปที่ 2.2 ลักษณะของการส่งสัญญาณของ RS-422	7
รูปที่ 2.3 แสดงถึงทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นเมื่อมีกระแสไหลผ่านเส้นลวด	9
รูปที่ 2.4 แสดงทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นในขดลวดที่มีกระแสไหล	9
รูปที่ 2.5 แสดงการเพิ่มเหล็กอ่อนเข้ามาเพื่อเพิ่มความเข้มของสนามแม่เหล็ก	10
รูปที่ 2.6 แสดงการเคลื่อนที่ของแกนกระทุ้ง	10
รูปที่ 2.7 แสดงภาพลักษณะของรีจิสเตอร์ TCON	14
รูปที่ 2.8 แสดงภาพลักษณะของรีจิสเตอร์ TMOD	15
รูปที่ 2.9 แสดงภาพลักษณะของรีจิสเตอร์ IE	17
รูปที่ 2.10 แสดงภาพลักษณะของรีจิสเตอร์ IP	17
รูปที่ 2.11 รูปแบบข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส	19
รูปที่ 2.12 แสดงภาพลักษณะของรีจิสเตอร์ SCON	20
รูปที่ 2.13 แสดงภาพลักษณะของรีจิสเตอร์ PCON	23
รูปที่ 3.1 แสดงการรับส่งข้อมูลในมาตรฐาน RS-422 เปรียบเทียบกับข้อมูลส่ง	25
รูปที่ 3.2 ลักษณะขาของไอซีเบอร์ 75176	25
รูปที่ 3.3 รูปตารางแสดงการจัดขาสัญญาณ	25
รูปที่ 3.4 แสดงวงจรสมบูรณ์ของวงจรแปลง RS-232 เป็น RS-422/485	27
รูปที่ 3.5 แสดงลายทองแดงขนาดเท่าจริงของวงจร	27
รูปที่ 3.6 แสดงการลงอุปกรณ์ลงบนแผ่นวงจรพิมพ์	28
รูปที่ 3.7 วงจรแพ็คเก็ตโมเด็มต้นแบบ	29
รูปที่ 3.8 วงจรโมเด็มที่ได้ดัดแปลงแก้ไขแล้ว	30
รูปที่ 3.9 แสดงขาต่าง ๆ ของไอซีเบอร์ TCM3101	31
รูปที่ 3.10 ลายแผ่นวงจรพิมพ์ที่ออกแบบเพิ่มเติมขนาดจริง	32
รูปที่ 3.11 แสดงขาต่าง ๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C51	33
รูปที่ 3.12 วงจรชุดควบคุมประตู	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

รูปที่ 3.13 วงจรชุดรับส่งข้อมูลกับแพ็คเก็ตโมเด็ม 36
รูปที่ 4.1 หน้าตาของโปรแกรมทดสอบการส่งข้อมูลผ่านวงจรแปลง RS-232 เป็น RS-422 39
รูปที่ 4.2 แสดงผลการทดสอบการส่งข้อมูลผ่านวงจรแปลง RS-232 เป็น RS-422 40
รูปที่ 4.3 ภาพแสดงผลการทดลอง 41
รูปที่ 4.4 ภาพแสดงผลการทดลอง 41
รูปที่ 4.5 สัญญาณเสียงที่ป้อนเข้าขา SPK ของโมเด็ม 42
รูปที่ 4.6 สัญญาณที่วัดได้จากขา 8 ของไอซี TCM 3101 42
รูปที่ 4.7 สัญญาณที่วัดได้จากขา RXD ของวงจรโมเด็ม 43
รูปที่ 4.8 สัญญาณเสียงที่ป้อนเข้าขา SPK ของโมเด็ม 43
รูปที่ 4.9 สัญญาณที่วัดได้จากขา 8 ของไอซี TCM 3101 43
รูปที่ 4.10 สัญญาณที่วัดได้จากขา RXD ของโมเด็ม 44
รูปที่ 4.11 สัญญาณที่ป้อนเข้าขา TXD ของโมเด็มตัวส่ง 44
รูปที่ 4.12 รูปสัญญาณที่วัดได้จากขา RXD ของโมเด็มตัวรับ 45
รูปที่ 4.13 สัญญาณที่ป้อนเข้าขา TXD ของโมเด็มตัวส่ง 45
รูปที่ 4.14 รูปสัญญาณที่วัดได้จากขา RXD ของโมเด็มตัวรับ 46
รูปที่4.15 ภาพแสดงผลการทดสอบโมเด็ม 47
รูปที่ 4.16 วงจรสำหรับทดลองการสร้างสัญญาณเสียง 49
รูปที่ 4.17 วงจรสำหรับทดสอบการควบคุมโซลินอยด์ 50
รูปที่ 4.18 วงจรทดสอบการรับส่งข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ 51
รูปที่ 4.19 วงจรทดสอบการรับข้อมูลจากคีย์แพด 52
รูปที่ 4.20 แสดงผลการล็อกอินที่ผิดพลาด 53
รูปที่ 4.21 ภาพหน้าจอเมื่อผู้ดูแลระบบสามารถเข้าสู่ระบบได้ 53
รูปที่ 4.22 แสดงรายละเอียดของส่วนควบคุมและสั่งการประตู 54
รูปที่ 4.23 ข้อความเตือนเมื่อมีการคลิ๊กผิดตำแหน่ง 55
รูปที่ 4.24 ภาพหน้าจอเมื่อคลิ๊กถูกตำแหน่ง 55
รูปที่ 4.25 ข้อความเตือนให้เลือกประตูก่อนกดปุ่มส่งคำสั่ง 55
รูปที่ 4.26 ข้อความเตือนให้เลือกคำสั่งก่อนกดปุ่มส่งคำสั่ง 56
รูปที่ 4.27 หน้าจอสำหรับการเพิ่มชื่อผู้มีสิทธิเข้าสู่ระบบ 56
รูปที่ 4.28 ส่วนสำหรับแก้ไขข้อมูลของผู้มีสิทธิผ่านประตู 57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

รูปที่ 4.29 หน้าจอสำหรับเพิ่มประตูเข้าสู่ระบบ 58
รูปที่ 4.30 หน้าจอสำหรับแก้ไขข้อมูลของประตู 58
รูปที่ 4.31 หน้าจอสำหรับแก้ไขกลุ่ม 59
รูปที่ 4.32 หน้าจอสำหรับแก้ไขข้อมูลขององค์กร 59
รูปที่ 4.33 หน้าจอสำหรับการลบข้อมูล 60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน	5
ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบของรูปแบบ RS-232 RS-422 และ RS-485	8
ตารางที่ 2.2 แสดงค่าต่าง ๆ ที่ใช้ในการเลือกอัตราบอด	22
ตารางที่ 3.1 การกำหนดรหัสของการส่งข้อมูล	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
แนวคิด ความเป็นมา และรูปแบบ

1.1 แนวคิดและที่มาของโครงงาน

ลักษณะของระบบการดูแลรักษาความปลอดภัยภายในอาคารส่วนใหญ่ในปัจจุบันนี้ จะเน้นการใช้พนักงานรักษาความปลอดภัยในการดูแลความเรียบร้อยเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งประสิทธิภาพที่ได้จากการทำงานของบุคลากรเหล่านี้ในบางครั้งยังไม่เพียงพอ ยกตัวอย่างเช่น อาจขาดความรอบคอบในการทำงานหรือขาดความรวดเร็วในการทำงาน ในบางกรณีก็ขาดความทั่วถึงในการดูแล เช่น ส่วนที่ต้องดูแลรับผิดชอบมีบริเวณที่กว้างขวางมากอย่างตึกที่มีความสูงมากๆ ถ้าหากต้องคอยตรวจตราทุกชั้น จะทำให้สิ้นเปลืองเวลา ต้องใช้พนักงานรักษาความปลอดภัยหลายคนในการดูแล ทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย โดยเฉพาะห้องที่มีความสำคัญต่างๆ เช่น ห้องคอมพิวเตอร์ประจำบริษัทที่จะต้องมีการดูแลการเข้าออกเป็นประจำ ถ้าต้องให้มีผู้ดูแลการเข้าออกตลอดเวลาก็จะเป็นเรื่องที่สิ้นเปลืองอย่างยิ่ง หรือในกรณีที่เป็นห้องธรรมดาอย่างอาคารเรียนที่ต้องมีการเปิดหรือปิดทุกวันๆ การที่จะให้พนักงานรักษาความปลอดภัยหรือผู้ดูแลอาคารคอยเปิดหรือปิดทีละห้องนั้น ค่อนข้างจะไม่สะดวก ดังนั้นถ้ามีระบบที่ควบคุมได้อย่างอัตโนมัติ ก็จะเพิ่มความสะดวกสบายให้กับพนักงานรักษาความปลอดภัยหรือผู้ดูแลได้

ระบบควบคุมการเปิด-ปิดประตูระยะไกลแบบไร้สาย จึงเป็นโครงงานที่สร้างขึ้นมาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ความสะดวกสบายและลดปัญหาต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากการรักษาความปลอดภัยโดยใช้แรงงานคน ซึ่งการทำงานของระบบจะมีทั้งการสั่งงานผ่านทางคอมพิวเตอร์ให้เปิด-ปิดประตูได้ หรือจะใช้รหัสผ่านเข้า โดยมีการตรวจเช็คข้อมูลของผู้มีสิทธิเข้าจากฐานข้อมูลในคอมพิวเตอร์ มีการแสดงสถานะของประตูที่มอนิเตอร์เพื่อให้ผู้ดูแลระบบสามารถตรวจเช็คได้

1.2 จุดประสงค์

- เพื่อพัฒนาระบบการผ่านเข้า-ออกห้องต่างๆ ภายในอาคาร ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
- เพื่อนำไปใช้ในการควบคุมการผ่านเข้า-ออก สำหรับห้องที่ต้องการรักษาความปลอดภัย
- เพื่อเพิ่มความสะดวกสบายในการเปิด-ปิดประตู สำหรับอาคารที่มีห้องเป็นจำนวนมาก
- เพื่อเป็นต้นแบบในการนำไปพัฒนาใช้งานจริงโดยมีการดัดแปลงไม่มากนัก สำหรับบริษัทหรือองค์การต่างๆ ที่มีความจำเป็นในเรื่องการดูแลการผ่านเข้า-ออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เป็นการนำวิชาความรู้ที่ได้ศึกษามาประยุกต์ใช้ให้เกิดประสิทธิภาพ

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

- สามารถควบคุมการปิดล็อก (Lock) ประตูในจุดที่ได้ติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการล็อกไว้
- แสดงสถานะการล็อกประตูของจุดล็อกต่าง ๆ ให้เห็นได้ในคอมพิวเตอร์
- มีฟังก์ชั่นการทำงานต่าง ๆ เช่น สามารถสั่งล็อกทุกจุดพร้อมกัน หรือปลดล็อกทุกจุดพร้อมกันได้ สามารถกำหนดให้ทำการล็อกเฉพาะจุดได้ เป็นต้น สามารถเลือกโหมดการควบคุมได้ 2 โหมด คือ ควบคุมโดยคอมพิวเตอร์หรืออนุญาติให้เปิดผ่านแป้นปุ่มกด(Key Pad) ได้
- ในโหมดของการเปิดด้วยแป้นปุ่มกด(Key Pad) เมื่อเปิดประตูแล้ว พอประตูปิดลงจะล็อกโดยอัตโนมัติแต่ถ้าอยู่ในโหมดควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ประตูจะเปิดหรือปิดล็อกตามคำสั่งจากคอมพิวเตอร์
- สามารถเก็บบันทึกเวลาเข้าและชื่อผู้เข้าห้องต่าง ๆ นำมาแสดงออกเป็นรายงานได้
- มีรัศมีการวางอุปกรณ์ล็อกประตูห่างจากคอมพิวเตอร์ศูนย์กลางประมาณ 500 เมตร หรือมีเส้นผ่านศูนย์กลางของเครือข่ายประมาณ 1 กิโลเมตร (ขึ้นอยู่กับกำลังส่งของวิทยุรับส่ง)
- มีระบบรักษาความปลอดภัยเมื่อมีผู้บุกรุกในเบื้องต้น คือ เสียงไซเรน และจะส่งสัญญาณไปแสดงผลให้ทราบที่คอมพิวเตอร์ว่าเกิดการบุกรุกที่จุดใด
- สามารถกำหนดสิทธิของผู้มีสิทธิเข้าได้ เช่น นาย ก มีสิทธิเข้าประตู A ได้แต่ไม่มีสิทธิเข้าประตู B ส่วนนาย ข มีสิทธิเข้าได้ทั้งสองประตู

1.4 สถาปัตยกรรมของระบบและองค์ประกอบหลักต่าง ๆ

ระบบควบคุมการเปิด-ปิดประตูระยะไกลแบบไร้สาย เป็นการนำความรู้ด้านการสื่อสารแบบไร้สาย การสื่อสารผ่านสายนำสัญญาณ วงจรอิเล็กทรอนิกส์ การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ การใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมอุปกรณ์ การออกแบบและจัดการระบบฐานข้อมูล มาผสานกันจนเกิดเป็นโครงงานนี้ขึ้นมา ซึ่งสามารถแยกให้เป็นส่วนได้ดังนี้

1.4.1 การสื่อสารแบบไร้สาย

ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสารแบบไร้สายของโครงงานนี้ ได้แก่ การใช้แพ็คเก็จโมเด็ม (packet modem) และวิทยุรับส่ง ซึ่งแพ็คเก็จโมเด็มจะเกี่ยวกับการแปลงสัญญาณสื่อสารระหว่างแบบดิจิตอล (Digital) กับอนาล็อก (Analog) ส่วนวิทยุรับส่งจะเป็นการสื่อสารแบบอนาล็อก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.2 การสื่อสารผ่านสายนำสัญญาณ

สำหรับการสื่อสารผ่านสายนำสัญญาณ จะเกี่ยวข้องกับส่งสัญญาณแบบอนุกรมในรูปแบบ RS-232 และ RS-422 ซึ่งทั้งสองแบบจะมีข้อดีและข้อด้อยแตกต่างกัน จึงต้องนำมาใช้ร่วมกันเพื่อเพิ่มความสามารถในการส่งข้อมูล

1.4.3 วงจรอิเล็กทรอนิกส์

เป็นที่แน่นอนว่าในการออกแบบระบบควบคุมทุกระบบ จะต้องมีการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์เพื่อใช้ในงานควบคุมด้วย ในโครงงานนี้จะมีทั้งการนำวงจรที่มีการออกแบบไว้แล้วมาใช้และออกแบบวงจรเพิ่มเติมสำหรับใช้งานตามที่ต้องการ

1.4.4 การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ส่วนนี้มีทั้งการเขียนโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ (Windows) และการเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยการเขียนโปรแกรมบนวินโดวส์จะใช้ภาษา Visual basic 6.0 เพราะเป็นภาษาที่ค่อนข้างง่ายในการใช้งานและมีประสิทธิภาพเพียงพอกับโครงงานนี้ ส่วนการเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์จะใช้ภาษาแอสเซมบลี (Assembly)

1.4.5 การใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์

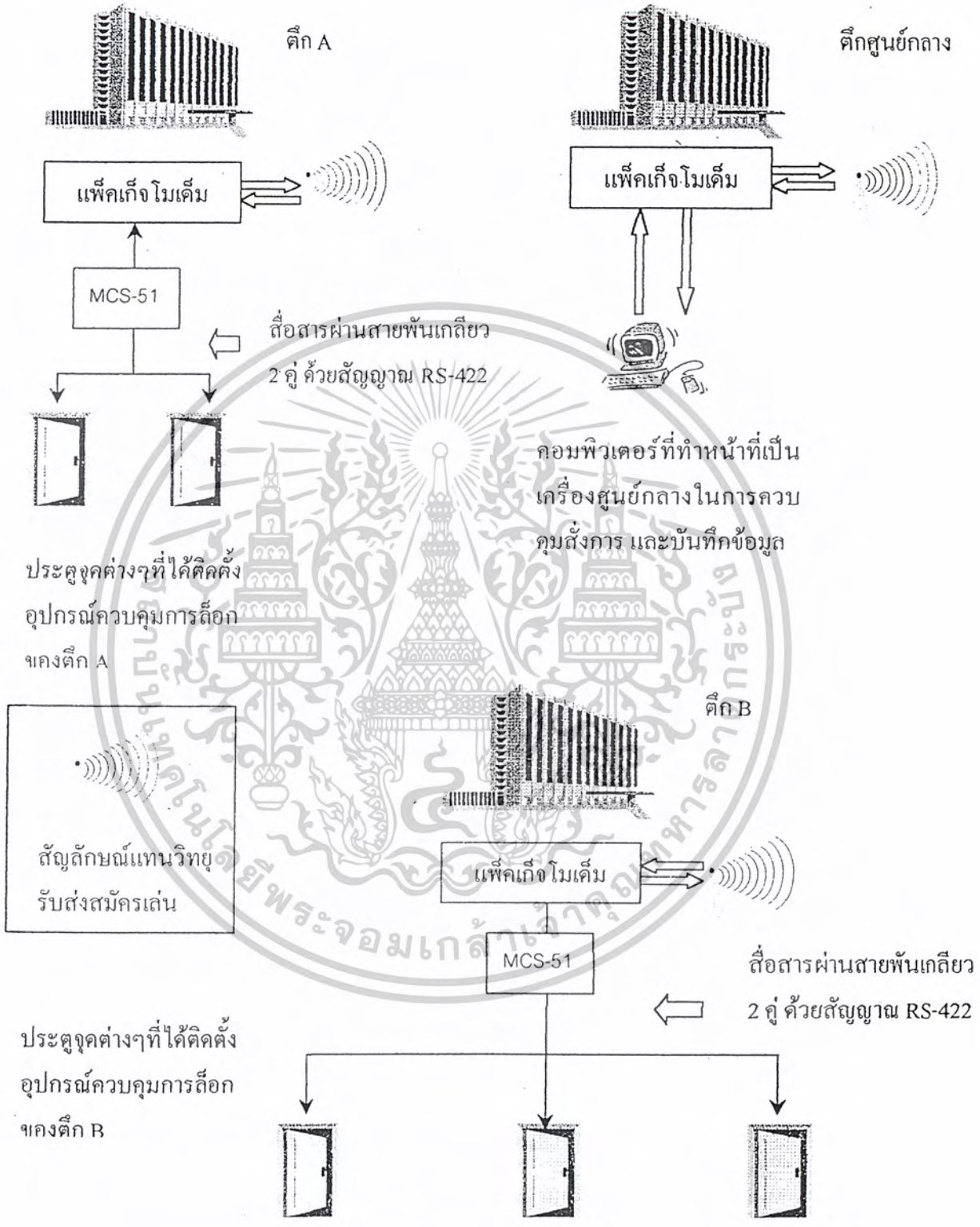
ในโครงงานนี้จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เบอร์ AT89C51 สำหรับควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ และยังใช้สำหรับการส่งข้อมูลอีกด้วย โดยมีการสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรมภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อใช้รับส่งคำสั่งต่าง ๆ กับคอมพิวเตอร์

1.4.6 การออกแบบและจัดการระบบฐานข้อมูล

ระบบฐานข้อมูลที่นำมาใช้ในโครงงานนี้จะใช้โปรแกรมจัดการระบบฐานข้อมูล Microsoft Access เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่มีมาตรฐานและคุณสมบัติที่เพียงพอต่อการใช้งาน และคำสั่งต่าง ๆ จะเป็นภาษาเอสคิวแอล(SQL) ซึ่งปัจจุบันนี้ ถือว่าเป็นภาษาหลักในการจัดการฐานข้อมูลของโปรแกรมจัดการฐานข้อมูลต่าง ๆ ทั้ง *Microsoft SQL Server, Oracle* เป็นต้น

รูปแบบของโครงงานได้แสดงให้ดูในรูปที่ 1.1 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงลักษณะการติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ควบคุมการล็อกที่ประตูกับคอมพิวเตอร์ว่ามีลักษณะการสื่อสารถึงกันได้อย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.1 ลักษณะภาพรวมของโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ID	Task Name	2003						2004		
		Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar
1	กำหนดขอบเขตและความต้องการ										
2	วิเคราะห์และออกแบบฮาร์ดแวร์										
3	ทดสอบชุดเครื่องรับ-ส่ง										
4	ทดสอบการควบคุมโซลินอยด์จากไมโครคอนโทรลเลอร์										
5	ทดสอบการควบคุมวงจรไซเรนด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์										
6	ทดสอบการรับค่าจากKey Pad										
7	ทดสอบการรับ-ส่งข้อมูลผ่าน rs-485										
8	วิเคราะห์และออกแบบซอร์ฟแวร์										
9	ออกแบบซอร์ฟแวร์										
10	ออกแบบฐานข้อมูล										
11	ออกแบบUser Interface										
12	เขียนโปรแกรมสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์										
13	เขียนโปรแกรมสำหรับทำงานบนคอมพิวเตอร์										
14	สร้างชิ้นงานจริง										
15	ทดสอบและหาข้อผิดพลาด										
16	จัดทำเอกสารปริญญานิพนธ์										

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

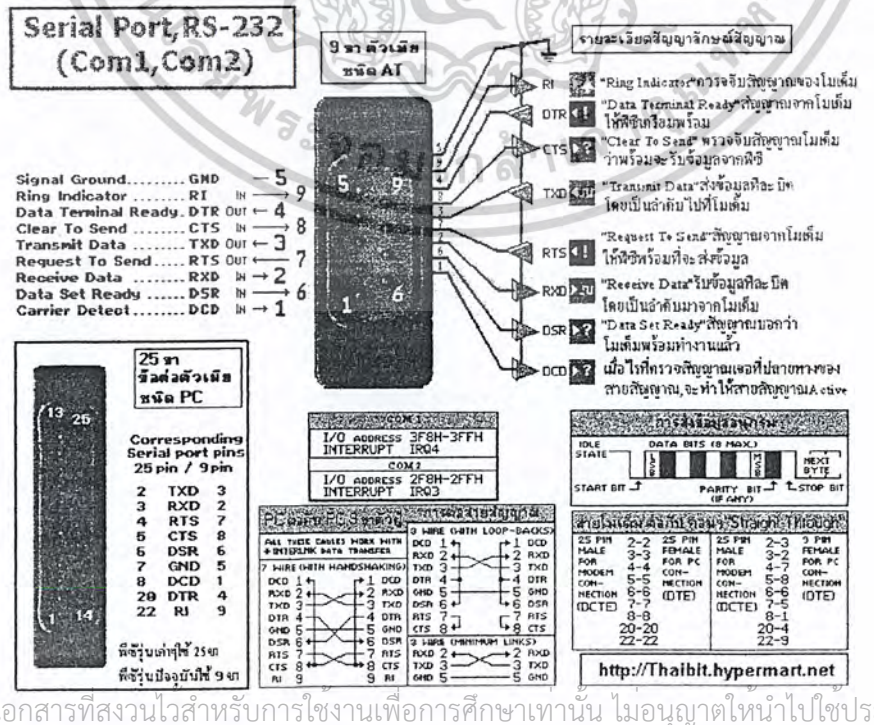
บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 การส่งข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรม

ในการส่งข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์นั้น รูปแบบการสื่อสารที่ใช้จะเป็นแบบ RS-232C ซึ่งเป็นมาตรฐานหนึ่งในมาตรฐานการส่งข้อมูลแบบอนุกรม สำหรับโครงงานนี้ จะใช้รูปแบบการส่งข้อมูลสองรูปแบบก็คือ RS-232 และ RS-485 ซึ่งมีลักษณะดังนี้

2.1.1 รูปแบบ RS-232

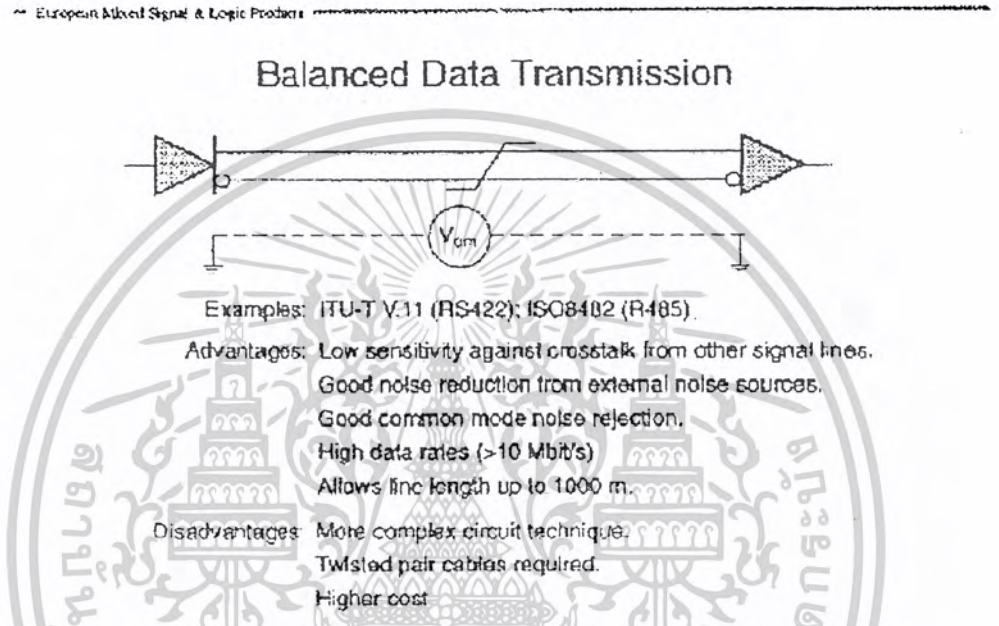
ในรูปแบบ RS-232 นี้ นิยมใช้กับการสื่อสารแบบจุดต่อจุด (Point to Point) หมายถึง ติดต่อกันได้เพียง 2 อุปกรณ์ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ต้นทางกับปลายทางเท่านั้น และมักจะเป็นการต่อสายในระยะใกล้ เช่นการต่อเมาส์ (mouse) เข้ากับพอร์ต Com1 หรือการต่อโมเด็ม (Modem) เข้ากับพอร์ต Com2 ของ คอมพิวเตอร์ ซึ่งในรูปแบบ RS-232 ที่ใช้ในการสื่อสาร ลักษณะของการสื่อสารจะใช้จำนวนสายน้อยที่สุด คือ แบบนัลโมเด็ม(Null Modem) คือจะประกอบด้วยสายส่งสัญญาณ Tx, สายรับสัญญาณ Rx และสายกราวด์ (Ground) รวมเป็น 3 เส้น มีลักษณะการส่งสัญญาณแบบ Full Duplex เทียบขนาดสัญญาณ กับกราวด์เสมอ มีความสามารถในการส่งสัญญาณได้ไกลประมาณ 15 เมตร และส่งได้ด้วยความเร็วสูงสุด 20 กิโลบิตต่อวินาที การต่อสายสัญญาณ นิยมทั้งแบบหัวต่อ DB25 (มีขาสัญญาณ 25 ขา) และหัวต่อ DB9 (มีขาสัญญาณ 9 ขา) ซึ่งมีลักษณะดังรูปที่ 2.1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 รูปแบบ RS-422

RS-422 ได้รับการพัฒนามาจากรูปแบบ RS-232 แต่ยังคงใช้งานลักษณะจุดต่อจุด เช่นเดิม อยู่โดยเป็นระบบการส่งสัญญาณที่เป็นแบบดิฟเฟอเรนเชียล (Differential) ระหว่างสาย 2 เส้นที่บิดเกลียวซึ่งกันและกัน ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ลักษณะของการส่งสัญญาณของ RS-422

การส่งสัญญาณแบบนี้จะไม่มีสายกราวด์แบบ RS-232 แต่จะสลับแรงดัน + และ - ออกมาแทนค่า 1 และ 0 ยกตัวอย่างให้เห็นได้ชัดเจนดังนี้ คือ ถ้าสายพันเกลียว 1 คู่ ประกอบด้วยสาย A และ สาย B เมื่อมีการส่งสัญญาณ 1 ออกมา สาย A จะมีแรงดัน + และสาย B จะมีแรงดันไฟ - ออกมา ส่วนถ้าต้องการส่งสัญญาณ 0 สาย A จะมีค่าแรงดันไฟเป็น - และ สาย B จะมีค่าแรงดันเป็น + โดยการส่งสัญญาณในลักษณะนี้ จะคล้ายกับการส่งสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับแบบบาลานซ์ (Balance) ซึ่งจะทำให้สัญญาณรบกวนต่ำ และสามารถส่งสัญญาณไปได้ไกลกว่าเดิมถึง 4,000 ฟุต และมีความเร็วสูงได้มากถึง 10 เม็กกะบิตต่อวินาที ข้อดีที่เห็นได้ชัดก็คือ การส่งสัญญาณรูปแบบนี้จะมีสัญญาณรบกวนที่ต่ำมาก เนื่องจากสัญญาณรบกวนที่จะส่งเข้ามาในสายสัญญาณ จะเป็นเฟส (Phase) เดียวกันกับสัญญาณ เมื่อเข้ามายังอินพุต ของส่วนขยายความต่าง แล้วก็หักล้างกันหมดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการใช้งาน RS-422 จริง จะใช้สายคู่บิดเกลียว 2 ชุด โดยจะใช้การส่งสัญญาณชุดส่งไปและส่งกลับ แยกจากกันโดยเด็ดขาด ซึ่งคล้ายกับรูปแบบ RS-232 เดิม การส่งแบบ Full Duplex สามารถต่อตัวพ่วงได้ถึง 10 ตัว

นอกจากนี้ยังมีรูปแบบการสื่อสารอีกหนึ่งอย่างที่น่าสนใจ คือ RS-485 เป็นรูปแบบที่นำมาจากรูปแบบของ RS-422 ทุกประการ เพียงแต่มีการดัดแปลงให้ใช้สายสัญญาณเพียง 1 คู่สายบิดเกลียว โดยการใช้สายนี้เป็นทั้งสายส่งและรับ ในสายคู่เดียวกัน ซึ่งการที่จะทำงานในลักษณะนี้ได้นั้น ที่ขั้วของอุปกรณ์ทุกตัวจะต้องมีการต่อบัฟเฟอร์(Buffer) ที่สามารถปรับให้ความต้านทานสูง ได้ คือ ตัดออกจากวงจรชั่วคราวได้นั่นเอง เพื่อใช้ในการบริหารสัญญาณ การใช้ RS-485 มักจะใช้ในการสื่อสารที่เป็นลักษณะไคลเอนต์/เซิร์ฟเวอร์(Client/Server) คือ มีตัวแม่เป็นตัวหลักอยู่ 1 ตัวคอยควบคุมดูแล และสั่งการทั้งหมด ส่วนตัวลูกที่ต่ออยู่ทุกตัว ก็จะรอรับการสั่งงานจากตัวแม่อยู่ตลอดเวลา ตัวลูกแต่ละตัวจะต้องมีชื่อเรียก เพื่อที่ตัวแม่จะใช้ในการสั่งงาน ซึ่งวิธีการนี้การเขียน software จะต้องพิถีพิถันกว่าใน 2 แบบแรก

ข้อมูลของแต่ละรูปแบบ	RS 232	RS 422	RS 485
หมวดการทำงาน	Single Ended	Differential	Differential
จำนวนตัวลูกสูงสุด	1 Drive 1 Recp	1 Drive 10 Recp	1 Drive 32 Recp
ความยาวสูงสุดของสายเคเบิ้ล	50 ฟุต	4,000 ฟุต	4,000 ฟุต
อัตราความเร็วการส่งข้อมูล	20K b/sec	10M b/sec	10M b/sec
แรงดันส่งออกสูงสุด Output	+/-25 Volts	-0.25V ถึง +6V	-7V ถึง +12V
ค่าความต้านทาน Load	3K – 7K Ohms	100 Ohms	54 Ohms
ความไวในการรับ	+/-3 Volts	+/-200 mVolts	+/-200 mVolts
ความต้านทาน Input	3K – 7K Ohms	มากกว่า 4K Ohms	มากว่า 12K Ohms

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบของรูปแบบ RS-232 RS-422 และ RS-485

2.2 โซลินอยด์ (Solinoid)

โซลินอยด์เป็นอุปกรณ์ชนิดหนึ่งที่อาศัยหลักการเหนี่ยวนำของแม่เหล็กมาเป็นพื้นฐานการทำงาน ซึ่งลักษณะการทำงานจะเป็นการดึงดูดเข้าและปล่อยออก นิยมนำมาใช้ในงานประเภทระบบอัตโนมัติ

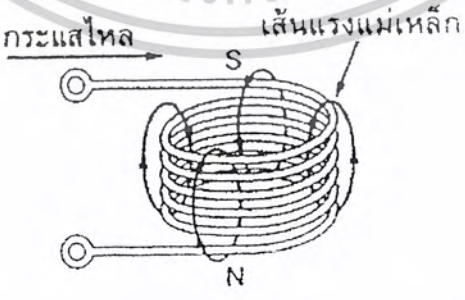
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 หลักการทำงาน

นายเออร์สเตด เป็นผู้ตั้งกฎ(ตามหลักความเป็นจริงที่ค้นพบ) ว่า เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลในขดลวดตัวนำใดๆ ก็ตามจะ เกิดสนามแม่เหล็กขึ้นรอบๆตัวนำนั้น (ดูรูปที่ 2.3) และได้ตั้งกฎมือขวามาให้ดูทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็กด้วย คือ ถ้าเอามือขวากำรอบเส้นลวด โดยให้นิ้วหัวแม่มือแทนทิศทางกระแสไหล นิ้วที่เหลือทั้งหมดจะแสดงทิศทางเส้นแรง แม่เหล็กจากขั้วใต้ ไปขั้วเหนือ

รูปที่ 2.3 แสดงถึงทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นเมื่อมีกระแสไหลผ่านเส้นลวด

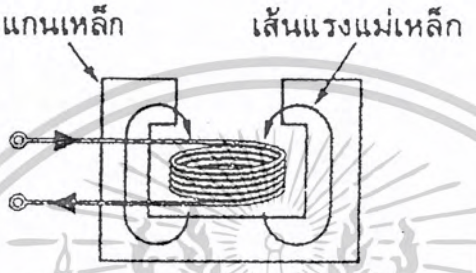
เมื่อเราเอาเส้นลวดแบบนี้ แต่ยาวกว่ามาขดเป็นวงๆ หลายๆ วง ก็จะเกิดลักษณะของขดลวดขึ้น ดังรูปที่ 2.4 สนามแม่เหล็กที่เกิดจากขดลวดแต่ละขดจะอยู่ในทิศทางเสริมกัน และก่อกำเนิดเป็นเส้นแรงของสนามแม่เหล็กถาวรแท่งหนึ่ง ซึ่งพร้อมที่จะดูดสารแม่เหล็กทันที แต่เนื่องจากสภาพรอบๆ ขดลวดอาจเป็นอากาศ เส้นแรงแม่เหล็กจึงไม่เข้มข้นมากนัก



รูปที่ 2.4 แสดงทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นในขดลวดที่มีกระแสไหล

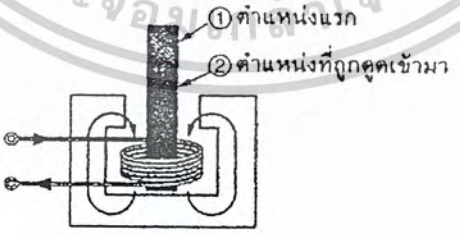
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อที่จะไม่ให้สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นกระจัดกระจาย จึงได้ใส่แกนเหล็กอ่อนรูปตัว C เข้ามารอบๆ ขดลวด เพื่อให้สนามแม่เหล็กมากขึ้นดังรูปที่ 2.5 ถ้าเอาแกนกระทุ้ง (plunger) มาใส่เข้าไปตรงกลางขดลวดในตำแหน่งที่ 1 แกนกระทุ้งจะถูกดูด ให้ลึกเข้ามาจนสนิทในตำแหน่งที่ 2 ยิ่งระยะทางใกล้มากเท่าใด แรงดูดก็จะมากขึ้นเท่านั้น



รูปที่ 2.5 แสดงการเพิ่มเหล็กอ่อนเข้ามาเพื่อเพิ่มความเข้มของสนามแม่เหล็ก

มีข้อแตกต่างอยู่ระหว่างโซลินอยด์ไฟตรงและโซลินอยด์ไฟสลับ คือ ในโซลินอยด์ไฟตรงกระแสที่ไหลในขดลวด จะค่อนข้างคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง ไม่ว่าแกนกระทุ้งจะอยู่ในตำแหน่งใดก็ตาม แต่โซลินอยด์ไฟสลับ กระแสในขณะที่แกนกระทุ้งอยู่นอกขดลวดจะมีค่าสูง และเมื่อแกนกระทุ้งถูกดูดเข้ามาจนสุดขดลวด กระแสจะลดต่ำลง ลักษณะแบบนี้นี่เองที่ทำให้ต้องระวังอย่าให้เกิดการกระทุ้งในโซลินอยด์ไฟสลับ เพราะจะทำให้เกิดกระแสมากๆ ไหลค้างอยู่ ทำให้ขดลวดร้อนขึ้น และอาจจะไหม้เสียหายได้



รูปที่ 2.6 แสดงการเคลื่อนที่ของแกนกระทุ้ง

ในโครงสร้างของโซลินอยด์แบบไฟสลับนั้น จะต้องพันขดลวดเชดคอยล์ (shaded coil) หรือแหวน(ring)ซึ่งเป็นลวดพันรอบแกนเหล็กเพียงรอบเดียว หรือเพียงไม่กี่รอบลัดวงจรเอาไว้เลย จุดประสงค์ที่พันไว้เพราะในไฟสลับ กระแสจะลดลงมาเป็นศูนย์ นี้เองทำให้แรงดูดแม่เหล็กลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และทำให้เกิดเสียงหึ่งๆ ขึ้น และการดูดก็ไม่แน่น ขดลวดแหวนที่เพิ่มเติมเข้าไปนี้ จะทำให้วงจรแม่เหล็กเกิดเป็นสภาพ 2 เฟส(phase) คือ แม้ในขณะที่กระแสเป็นศูนย์ ขดลวดแหวนซึ่งมีกระแสที่เกิดจากการเหนี่ยวนำกับสนามแม่เหล็ก จะยังคงมีแรงแม่เหล็กมาเสริมการดูดในช่วงนี้ได้ แต่ก็จะทำให้เกิดการสูญเสีย (loss) ของความร้อนในขดลวดบ้างเป็นข้อแลกเปลี่ยน

2.2.2 การเลือกใช้โซลินอยด์

หลักการเลือกใช้โซลินอยด์ มีข้อพิจารณาดังนี้

- พิจารณาแรงดันใช้งานว่าเป็นแรงดันไฟตรงหรือแรงดันไฟสลับ ถ้าหากเป็นแรงดันไฟสลับก็ต้องดูความถี่ใช้งานให้ตรงตามต้องการด้วย
- พิจารณาช่วงชักใช้งาน(operating stroke)ของโซลินอยด์ว่าจะต้องเคลื่อนที่เป็นระยะทางเท่าใด (จะกำหนดเป็นมิลลิเมตร)
- พิจารณาขนาดของโหลด(load)ว่าต้องใช้แรงขนาดเท่าใด มักจะบอกเป็นกรัม
- ใช้งานต่อเนื่องหรือไม่ การใช้งานต่อเนื่อง (continuous) หมายถึง อาจจะต้องใส่แรงดันไฟเข้าขดลวดค้างไว้ได้เลย โดยที่ขดลวดไม่ไหม้ หรือเป็นแบบจังหวะๆ (intermittent duty)

2.2.3 การนำไปใช้

สำหรับโซลินอยด์ที่แรงดึงไม่มากนัก

- ทำเป็นกลอนล็อกประตู เมื่อมีแรงดันมาที่ขอลวดโซลินอยด์ก็จะดึงแกนกระทุ้งกลับ เป็นการปลดล็อก
- ชูป้ายโฆษณา (display) ในกรณีนี้ถ้าโซลินอยด์ยังไม่ทำงาน สปริงก็จะดึงป้ายให้ตั้งฉากกับหน้าต่างป้าย ทำให้เราไม่เห็นตัวหนังสือ แต่ถ้าโซลินอยด์ได้รับแรงดันเข้ามา แกนกระทุ้งจะถูกดูดทำให้คานดีดงัดหน้าป้ายโฆษณาออกมาให้เราเห็นได้
- ใช้กับกลไกของเล่นที่ทำด้วยอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เช่น หุ่นยนต์ รถยนต์ และอื่นๆ อีกมาก

สำหรับโซลินอยด์ที่มีแรงดึงมาก (เช่นในงานอุตสาหกรรม)

- กลไกอินเตอร์ล็อก ใช้กับพวกเครื่องหยอดเหรียญต่างๆ ,เครื่องเล่นทางอิเล็กทรอนิกส์ ,กระเดื่องทริปของเซอกิตเบรกเกอร์,ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ควบคุมลิ้นของไหล พวกลิ้นปิด-เปิดทางเดินของลม หรือน้ำมันในระบบนิวแมติกและไฮโดรลิกส์ ,ควบคุมลิ้นทิ้งน้ำของเครื่องซักผ้า
- ช่วยในการนับจำนวนสินค้า โดยวงจรนับจะส่งแรงดันมาที่โซลินอยด์เป็นช่วงตามเวลาที่ได้คำนวณไว้ โซลินอยด์ก็จะดูดและเบนทิศทางสินค้าไปลงหีบห่อตามจำนวนที่ถูกต้อง
- ระบบเบรก ใช้ควบคุมระบบเบรกในเครื่องจักรกล ,เครื่องมือช่างไม้ ,ลิฟท์ รอก ฯลฯ
- ควบคุมการทำงานของคลัตช์ โดยการดึงให้หน้าคลัตช์เข้ามาแตะกันเป็นการถ่ายทอดกำลังผ่านไปได้
- ควบคุมกลไกคานงัดแรงในเครื่องมือสำนักงาน ,เครื่องเล่นอิเล็กทรอนิกส์ เครื่องบันทึกสัญญาณ
- ควบคุมการเจาะและพิมพ์ของเครื่องจักร โดยการดัดแปลงติดตั้งหัวเจาะ และพิมพ์เข้าบนแกนของโซลินอยด์
- ควบคุมการปิดเปิดของฮอปเปอร์ (hopper -คล้ายกับปากกรวย มีหน้าที่เป็นทางไหลของวัตถุที่อยู่ในโซโล)

2.3 แพ็คเก็ตเรดิโอ (Packet Radio)

การสื่อสารแบบไร้สาย (Wireless) เป็นรูปแบบที่ให้ความสะดวกสบายในการใช้งานมากกว่าแบบมีสายเป็นอย่างมาก ซึ่งระบบการสื่อสารแบบไร้สายที่ใช้ในปัจจุบันนี้ จะมีลักษณะการส่งข้อมูลอยู่ 2 แบบ ก็คือ การส่งแบบอนาล็อก (Analog) ที่มีการส่งสัญญาณแบบต่อเนื่องตลอดคาบเวลา และแบบดิจิตอล (Digital) ที่สัญญาณมีลักษณะเป็นเปิด-ปิด(0 กับ 1)

แพ็คเก็ตเรดิโอ ก็เป็นการสื่อสารแบบไร้สายแบบหนึ่ง ที่มีการส่งสัญญาณเป็นแบบดิจิตอล

2.3.1 ประวัติความเป็นมาของแพ็คเก็ตเรดิโอ

แพ็คเก็ตเรดิโอเกิดขึ้นประมาณต้นปี 1978 หรือ พ.ศ. 2521 ณ ประเทศแคนาดา โดยกรมสื่อสารของแคนาดาได้ประกาศอนุญาตให้นักวิทยุสมัครเล่นแคนาดา ได้ใช้แพ็คเก็ตเรดิโออย่างเป็นทางการโดยที่ไม่มีการร้องขอแต่อย่างใด ซึ่งเป็นการจุดประกายความคิดให้กับนักวิทยุสมัครเล่นแคนาดา ให้ออกแบบเครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการติดต่อสื่อสารในระบบนี้ และหลังจากนั้นก็ได้แพร่เข้ามาในประเทศสหรัฐอเมริกา โดย FCC (Federal Communications Commission) ซึ่งเป็นหน่วยงานที่ควบคุมดูแลการใช้ความถี่ของประเทศสหรัฐอเมริกา ได้ประกาศให้นักวิทยุสมัครเล่นในประเทศ สามารถใช้สถานีติดต่อสื่อสารในระบบแพ็คเก็ตเรดิโอได้ ทำให้เกิดการขยาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบเครือข่ายของแพ็คเก็ตเรดิโอขึ้นอย่างรวดเร็วในประเทศสหรัฐอเมริกา และต่อมาก็ได้แพร่ขยายไปทั่วโลกอย่างรวดเร็ว

2.3.2 แพ็คเก็ตเรดิโอคืออะไร

แพ็คเก็ตเรดิโอ คือ การติดต่อสื่อสารส่งข้อมูลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งส่งผ่านข้อมูลทีละชุด หรือเรียกว่าทีละแพ็คเก็ต โดยใช้ความถี่วิทยุสมัครเล่นทุกย่าน คือ HF, VHF, UHF, SHF ผ่านเครื่องวิทยุสมัครเล่น โดยมีอุปกรณ์ตัวกลางที่เข้ามาทำหน้าที่แปลงสัญญาณเรียกว่า TNC (Terminal Node Controller) จะทำหน้าที่แปลงสัญญาณจากคอมพิวเตอร์ที่เป็นดิจิตอลให้เป็นสัญญาณอนาล็อก แล้วส่งออกอากาศผ่านเครื่องวิทยุสมัครเล่นไปยังคู่สถานี คู่สถานีก็จะรับสัญญาณอนาล็อกผ่าน TNC แล้วแปลงกลับมาเป็นดิจิตอลตามเดิม

2.3.3 แพ็คเก็ตโมเด็ม

เป็นอุปกรณ์ตัวหนึ่งที่ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อใช้ในการติดต่อแบบแพ็คเก็ตเรดิโอ มีหน้าที่ในการแปลงสัญญาณจากดิจิตอลเป็นอนาล็อกและจากอนาล็อกเป็นดิจิตอลเหมือนกับโมเด็มทั่วๆ ไป แต่ลักษณะการทำงานของแพ็คเก็ตโมเด็มจะแตกต่างออกไปเล็กน้อย

หน้าที่หลักของแพ็คเก็ตโมเด็ม คือ การเปลี่ยนข้อมูลที่เป็นสัญญาณดิจิตอลให้เป็นอนาล็อกและเปลี่ยนกลับ โดยใช้มาตรฐาน BELL 202 หรือ CTTITT ซึ่งกำหนดให้ลอจิก "0" ใช้ความถี่เท่ากับ 2,200 เฮิรตซ์ และลอจิก "1" ใช้ความถี่เท่ากับ 1,200 เฮิรตซ์

2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์

สำหรับในส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์นี้ จะอธิบายเฉพาะรายละเอียดของรีจิสเตอร์ (register) ต่างๆ และเนื้อหาการทำงานในส่วนสำคัญที่นำมาใช้ ซึ่งเป็นสิ่งที่จำเป็นต้องรู้สำหรับผู้ที่ต้องการศึกษาโครงงานนี้ให้เข้าใจถึงหลักในการเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยในโครงงานนี้จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ของบริษัท Atmel แบบแฟลช เบอร์ AT89C51 และใช้ภาษาแอสเซมบลีเป็นภาษาในการเขียนโปรแกรม

2.4.1 ไทเมอร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์

ในไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C51 จะมีวงจรไทเมอร์/เคาน์เตอร์ (Timer/Counter) ขนาด 16 บิตอยู่ 2 ตัว โดยค่าของวงจรไทเมอร์/เคาน์เตอร์นี้จะเก็บไว้ในรีจิสเตอร์ขนาด 16 บิตที่ชื่อ ไทเมอร์ 0 (T0) และไทเมอร์ 1 (T1)

รีจิสเตอร์ไทเมอร์มีอยู่ด้วยกัน 4 ตัว คือ TL0, TH0, TL1, TH1 รีจิสเตอร์ทั้ง 4 ตัวจะอยู่ในพื้นที่ของรีจิสเตอร์ฟังก์ชั่นพิเศษหรือ SFR แต่ละตัวมีขนาด 8 บิต โดยในการใช้งาน TL0 กับ TH0 จะรวมกันเป็นรีจิสเตอร์ไทเมอร์ 0 และ TL1 กับ TH1 จะรวมกันเป็นรีจิสเตอร์ไทเมอร์ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รีจิสเตอร์ควบคุมการทำงานของไทเมอร์/เคาน์เตอร์หรือ TCON(Timer/Counter Control Register) เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต สามารถเข้าถึงได้ในระดับบิตมีรายละเอียดการทำงานดังนี้

บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
TF1	TR1	TF0	TR0	IE1	IT1	IE0	IT0

รูปที่ 2.7 แสดงภาพลักษณะของรีจิสเตอร์ TCON

TF1 (Timer 1 overflow flag) : เซตด้วยกระบวนการทางฮาร์ดแวร์ เมื่อค่าของรีจิสเตอร์ Timer 1 เกิดการนับเกินหรือเกิดโอเวอร์โฟลว การเคลียร์บิตนี้ทำได้ด้วยกระบวนการทางฮาร์ดแวร์ โดยบิตนี้จะเคลียร์เมื่อมีการอินเตอร์รัปต์เกิดขึ้น

TR1 (Timer 1 run control bit) : ใช้การเปิดปิดการทำงานของไทเมอร์ 1 (Enable or Disable) ทำการเคลียร์ด้วยกระบวนการทางซอฟต์แวร์ ถ้าต้องการให้ไทเมอร์ 1 ทำงานต้องเซตบิตนี้ให้เป็น "1"

TF0 (Timer 0 overflow flag) : เซตด้วยกระบวนการทางฮาร์ดแวร์ เมื่อค่าของรีจิสเตอร์ Timer 0 เกิดการนับเกินหรือเกิดโอเวอร์โฟลว การเคลียร์บิตนี้ทำได้ด้วยกระบวนการทางฮาร์ดแวร์ โดยบิตนี้จะเคลียร์เมื่อมีการอินเตอร์รัปต์เกิดขึ้น

TR0 (Timer 0 run control bit) : ใช้การเปิดปิดการทำงานของไทเมอร์ 0 (Enable or Disable) ทำการเคลียร์ด้วยกระบวนการทางซอฟต์แวร์ ถ้าต้องการให้ไทเมอร์ 0 ทำงานต้องเซตบิตนี้ให้เป็น "1"

IE1 (External Interrupt 1 edge flag) : บิตนี้จะใช้ในกระบวนการอินเตอร์รัปต์ สามารถเซตได้ด้วยกระบวนการทางฮาร์ดแวร์ เมื่อสามารถตรวจจับขอบขาของสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอกที่ขาอินพุตอินเตอร์รัปต์ 1 (INT1) ได้ และจะทำการเคลียร์เมื่อมีการบริการอินเตอร์รัปต์เกิดขึ้น

IT1 (Interrupt 1 type control bit) : บิตนี้จะใช้ในกระบวนการอินเตอร์รัปต์ โดยใช้ในการเลือกลักษณะของสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอกที่ต้องการให้ทำการตอบสนองสำหรับขาอินพุตอินเตอร์รัปต์ 1 (INT1) การเซตและเคลียร์ทำได้ด้วยกระบวนการซอฟต์แวร์

"0" เลือกขอบขาลงของสัญญาณ

"1" เลือกระดับลอจิกต่ำ

IE0 (External Interrupt 0 edge flag) : บิตนี้จะใช้ในกระบวนการอินเตอร์รัปต์ สามารถเซตได้ด้วยกระบวนการทางฮาร์ดแวร์ เมื่อสามารถตรวจจับขอบขาของสัญญาณอินเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รัปต์จากภายนอกที่ขาอินพุตอินเตอร์รัปต์ 0 (INT0) ได้ และจะทำการเคลียร์เมื่อมีการบริการอินเตอร์รัปต์เกิดขึ้น

IT0 (Interrupt 0 type control bit) : บิตนี้จะใช้ในกระบวนการอินเตอร์รัปต์ โดยใช้ในการเลือกลักษณะของสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอกที่ต้องการให้ทำการตอบสนองสำหรับขาอินพุตอินเตอร์รัปต์ 0 (INT0) การเซตและเคลียร์ทำได้ด้วยกระบวนการซอฟต์แวร์

"0" เลือกขอบขาลงของสัญญาณ

"1" เลือกระดับลอจิกต่ำ

รีจิสเตอร์เลือกโหมดการทำงานของไทเมอร์/เคาน์เตอร์หรือเรียกว่า TMOD (Timer/Counter Mode Control Register) เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต ไม่สามารถเข้าถึงได้ในระดับบิต แบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วน คือ 4 บิตล่างใช้ในการเลือกโหมดการทำงานของไทเมอร์ 0 และ 4 บิตบนใช้ในการเลือกโหมดการทำงานของไทเมอร์ 1 ดังนั้นจะอธิบายเพียงแค่ส่วนเดียวดังนี้

บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
GATE	C/T	M1	M0	GATE	C/T	M1	M0
ไทเมอร์ 1				ไทเมอร์ 0			

รูปที่ 2.8 แสดงภาพลักษณะของรีจิสเตอร์ TMOD

GATE : ใช้เลือกลักษณะการควบคุมการทำงานของไทเมอร์/เคาน์เตอร์

"0" ไทเมอร์/เคาน์เตอร์จะทำงานเมื่อบิต TRx ในรีจิสเตอร์ TCON เป็น "1" เรียกการควบคุมแบบนี้ว่าการควบคุมทางซอฟต์แวร์

"1" ไทเมอร์/เคาน์เตอร์จะทำงานเมื่อบิต TRx ในรีจิสเตอร์ TCON เป็น "1" และสถานะลอจิกที่ขาอินพุตอินเตอร์รัปต์ (INT0 หรือ INT1 เป็น "1" เรียกการควบคุมแบบนี้ว่าการควบคุมทางฮาร์ดแวร์

C/T (Timer or Counter selector) : ใช้เลือกลักษณะการทำงานของไทเมอร์/เคาน์เตอร์

"0" เลือกให้ทำงานเป็นไทเมอร์ โดยใช้สัญญาณอินพุตจากสัญญาณนาฬิกาภายในไมโครคอนโทรลเลอร์

"1" เลือกให้การทำงานเป็นเคาน์เตอร์ โดยรับสัญญาณอินพุตทางขา T0 หรือ T1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

M1,M0 (Mode selector bit) : ใช้เลือกโหมดการทำงานของไทเมอร์/เคาน์เตอร์

"00" เลือกให้ทำงานในโหมดไทเมอร์/เคาน์เตอร์ 13 บิต

"01" เลือกให้ทกงานในโหมดไทเมอร์/เคาน์เตอร์ 16 บิต

"10" เลือกให้ทำงานในโหมดไทเมอร์/เคาน์เตอร์ขนาด 8 บิต แบบตั้งค่าอัตโนมัติ

"11" สำหรับไทเมอร์ 0 เลือกให้ทำงานในโหมดไทเมอร์/เคาน์เตอร์แยกส่วน โดยแยกออกเป็นไทเมอร์/เคาน์เตอร์ 8 บิต 2 ตัว รีจิสเตอร์ TL0 จะได้รับการควบคุมให้เปิดปิดจากบิต TR0 ในรีจิสเตอร์ TCON และรีจิสเตอร์ TH0 ซึ่งเป็นไทเมอร์/เคาน์เตอร์ 8 บิตอีกตัวหนึ่ง จะได้รับการควบคุมจากบิต TR1 ในรีจิสเตอร์ TCON ในกรณีของไทเมอร์ 1 เป็นการสั่งให้ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ 1 หยุดทำงาน

2.4.2 การอินเตอร์รัปต์ในไมโครคอนโทรลเลอร์

การอินเตอร์รัปต์ เป็นชื่อเรียกกระบวนการที่เข้ามาขัดจังหวะการทำงานโดยปกติของไมโครคอนโทรลเลอร์ ในไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C51 สามารถตอบสนองการอินเตอร์รัปต์ที่เกิดขึ้นได้จาก 5 แหล่งกำเนิด คือ การรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอกผ่านขา $\overline{\text{INT0}}$ และ $\overline{\text{INT1}}$, สัญญาณอินเตอร์รัปต์จากไทเมอร์/เคาน์เตอร์ T0 และ T1 และสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากพอร์ตอนุกรมภายในไมโครคอนโทรลเลอร์

สำหรับโครงงานนี้จะเลือกใช้การอินเตอร์รัปต์จาก 3 แหล่งกำเนิด คือ สัญญาณอินเตอร์รัปต์ภายนอกจากขา $\overline{\text{INT0}}$ กับ $\overline{\text{INT1}}$ และสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากพอร์ตอนุกรมภายใน

ในส่วนของการทำงาน เมื่อมีการอินเตอร์รัปต์ในไมโครคอนโทรลเลอร์เกิดขึ้นและมีการเอ็นเอเบิลการตอบสนองการอินเตอร์รัปต์ไว้ กระบวนการหลังจากนั้นซีพียูจะทำการกระโดดไปยังแอดเดรสในหน่วยความจำที่กำหนดไว้ เรียกตำแหน่งแอดเดรส (Address) นี้ว่า แอดเดรสอินเตอร์รัปต์เวกเตอร์ (interrupt vector address) ดังนั้นจะต้องมีการเขียนโปรแกรมย่อยการบริการอินเตอร์รัปต์ไว้ที่แอดเดรสอินเตอร์รัปต์เวกเตอร์นี้ โดยค่าของแอดเดรสอินเตอร์รัปต์เวกเตอร์จะแตกต่างกันไป มีรายละเอียดดังนี้

- การอินเตอร์รัปต์ภายนอกที่ขา $\overline{\text{INT0}}$ มีค่าแอดเดรสอยู่ที่ 0003H
- การอินเตอร์รัปต์ภายนอกที่ขา $\overline{\text{INT1}}$ มีค่าแอดเดรสอยู่ที่ 000BH
- การอินเตอร์รัปต์จากพอร์ตอนุกรม มีค่าแอดเดรสอยู่ที่ 0023H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

สำหรับรีจิสเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการอินเตอร์รัปต์มีอยู่เพียง 2 ตัว คือ รีจิสเตอร์เอ็นเอเบิลการอินเตอร์รัปต์หรือ IE (Interrupt Enable register) และรีจิสเตอร์จัดลำดับความสำคัญการตอบสนองการอินเตอร์รัปต์หรือ IP (Interrupt Priority register) รีจิสเตอร์ทั้งสองนี้สามารถเข้าถึงได้ในระดับบิต ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
EA	-	ET2	ES	ET1	EX1	ET0	EX0

รูปที่ 2.9 แสดงภาพลักษณะของรีจิสเตอร์ IE

EA (Global enable/disable interrupt) : ใช้เอ็นเอเบิลและดิสเอเบิลการตอบสนองการอินเตอร์รัปต์ทั้งหมด โดยถ้าเป็น "0" จะกำหนดให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ไม่ตอบสนองการอินเตอร์รัปต์ใดๆ ถ้าเป็น "1" นั้นคือ กำหนดให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตอบสนองการอินเตอร์รัปต์จากแหล่งกำเนิดต่างๆ ดังนั้น ถ้าต้องการให้มีการอินเตอร์รัปต์ได้จะต้องเซตบิตนี้ให้เป็น "1" ก่อนเสมอ สามารถเซตและเคลียร์ได้ด้วยกระบวนการทางซอฟต์แวร์

ET2 (Timer2 interrupt enable) : ใช้ในการเอ็นเอเบิลการอินเตอร์รัปต์ของไทเมอร์ 2 ซึ่งไม่มีใน AT89C51 จึงไม่ได้ใช้

ES (Serial port interrupt enable bit) : ใช้ในการเอ็นเอเบิลการอินเตอร์รัปต์อันเนื่องมาจากการรับหรือส่งข้อมูลทางพอร์ตอนุกรมภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ สามารถเซตและเคลียร์ได้ด้วยกระบวนการทางซอฟต์แวร์

ET1(Timer1 interrupt enable) และ ET0 (Timer0 interrupt enable) : ใช้ในการเอ็นเอเบิลการอินเตอร์รัปต์อันเนื่องมาจากการโอเวอร์โฟลวในไทเมอร์/เคาน์เตอร์ 1 และ 0 ตามลำดับ ทั้ง 0 บิตนี้สามารถเซตและเคลียร์ได้ด้วยกระบวนการทางซอฟต์แวร์

EX1(External interrupt 1 enable bit) และ EX0 (External interrupt 0 enable bit) : ใช้ในการเอ็นเอเบิลการอินเตอร์รัปต์อันเนื่องมาจากสัญญาณภายนอกที่ป้อนเข้ามายังขา $\overline{\text{INT1}}$ และ $\overline{\text{INT0}}$ ตามลำดับ ทั้ง 2 บิตนี้สามารถเซตและเคลียร์ได้ด้วยกระบวนการทางซอฟต์แวร์

สำหรับบิตที่ 6 ของรีจิสเตอร์ IE ไม่มีการใช้งาน ต้องกำหนดให้เป็น "0" ไว้เสมอ

บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
-	-	PT2	PS	PT1	PX1	PT0	PX0

รูปที่ 2.10 แสดงภาพลักษณะของรีจิสเตอร์ IP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

55756

ในส่วนของรีจิสเตอร์ IP นี้ เป็นการกำหนดลำดับความสำคัญของการอินเตอร์รัปต์ สามารถอธิบายได้สั้นๆ ว่า PT2, PT1, PT0 ใช้กำหนดความสำคัญของการอินเตอร์รัปต์อันเนื่องมาจาก ไทเมอร์2, ไทเมอร์1 และไทเมอร์0 ตามลำดับ PS ใช้กำหนดความสำคัญของการอินเตอร์รัปต์อันเนื่องมาจากการรับหรือส่งข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรม ส่วน PX1 และ PX0 ใช้กำหนดความสำคัญของการอินเตอร์รัปต์ที่เข้ามายังขา $\overline{\text{INT0}}$ และ $\overline{\text{INT1}}$ ตามลำดับ สำหรับบิตที่ 6 และ 7 ของรีจิสเตอร์ IP ไม่มีการใช้งานต้องกำหนดให้เป็น "0" เสมอ

การอินเตอร์รัปต์ของพอร์ตอนุกรมนั้น ผู้อ่านจำเป็นต้องเข้าใจด้วยว่า การอินเตอร์รัปต์แบบนี้จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อมีการส่งหรือการรับข้อมูลเสร็จสมบูรณ์ ดังนั้นจึงต้องมีการกำหนดในโปรแกรมให้มีการเช็คว่า เมื่อมีการอินเตอร์รัปต์เกิดขึ้นนั้น เกิดขึ้นเพราะรับหรือส่งข้อมูล โดยใช้เทคนิคในการเช็ค คือ ตรวจดูค่าบิต RI และ TI ที่อยู่ในรีจิสเตอร์ SCON ซึ่งจะกล่าวถึงในบทหัวข้อย่อยถัดไป

2.4.3 พอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์

ในไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C51 (ตระกูล MCS-51) จะมีวงจรสื่อสารอนุกรมแบบฟูลดูเพล็กซ์ 1 ชุด นั่นหมายถึงสามารถรับ-ส่งข้อมูลได้ 2 ทิศทางในเวลาเดียวกัน โดยใช้ขาสัญญาณของพอร์ต 3 คือ ขา P3.0 เป็นขารับข้อมูลเข้าหรือ RxD และขา P3.1 เป็นขาส่งข้อมูลออกหรือ TxD

วงจรสื่อสารแบบอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 แบบแฟลช เป็นแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous) ปกติแล้วพอร์ตอนุกรมของ MCS-51 จะใช้ในการติดต่อสื่อสารกับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ โดยใช้มาตรฐาน RS-232 แต่ในปัจจุบันสามารถติดต่อกันในมาตรฐาน RS-422 หรือ RS-485 ได้แล้ว โดยใช้ไอซีพิเศษทำหน้าที่แปลงสัญญาณการสื่อสารดังกล่าว

2.4.3.1 การสื่อสารข้อมูลแบบอะซิงโครนัส

การสื่อสารข้อมูลแบบอะซิงโครนัส คือ การรับและส่งข้อมูลโดยไม่จำเป็นต้องมีสัญญาณนาฬิการ่วมด้วย แต่จะใช้การกำหนดค่าอัตราเร็วในการรับและส่งข้อมูลให้มีค่าเท่ากัน ซึ่งเรียกอัตราเร็วนี้ว่า อัตราบอด หรือ บอดเรต (baud rate) มีหน่วยเป็น บิตต่อวินาที (bit per second : bps)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบของข้อมูลที่ใช้ในการรับส่งแบบอะซิงโครนัส ประกอบด้วย 4 ส่วนด้วยกันคือ บิตเริ่มต้น(start bit) มีขนาด 1 บิต, บิตข้อมูลแบบอนุกรม มีขนาด 8 บิต, บิตตรวจสอบพาริตี้ (parity bit) มีขนาด 1 บิต ซึ่งบิตนี้จะมีหรือไม่มีก็ได้ และบิตปิดท้ายหรือบิตหยุด(stop bit) มีขนาด 1 บิต ดูรูปที่ 2.11

รูปที่ 2.11 รูปแบบข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส

รูปที่ 211 แสดงรูปแบบของข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส เมื่อไม่มีการส่งข้อมูลขาดาต้า (Data) จะมีสถานะลอจิก "1" เรียกสถานะนี้ว่า สถานะหยุดรอ (waiting stage) การเริ่มต้นส่งข้อมูลจะเริ่มจากการให้ขาดาต้ามีลอจิก "0" ด้วยช่วงระยะเวลา 1 บิต เรียกบิตนี้ว่า บิตเริ่มต้น จากนั้นบิตข้อมูลจะถูกส่งออกไป โดยเริ่มจากบิตที่มีนัยสำคัญต่ำสุดหรือบิต LSB ก่อน ซึ่งข้อมูลที่ต้องการส่งมีจำนวน 8 บิตจากนั้นตามด้วยบิตพาริตี้ ซึ่งใช้ในการตรวจสอบความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการส่งข้อมูล บิตสุดท้ายที่จะส่งคือ บิตปิดท้ายหรือบิตหยุด โดยจะเป็นการทำให้ขาดาต้า มีสถานะลอจิก "1" อีกครั้งด้วยระยะเวลาอย่างน้อย 1 บิต, 1.5 บิต หรือ 2 บิต เพื่อเป็นการแสดงว่าสิ้นสุดข้อมูลแล้ว

อัตราความเร็วในการรับและส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัสหรืออัตราบอดหรือบอดเรตที่ใช้สำหรับพอร์ตอนุกรม RS-232 มีด้วยกันหลายค่า ตั้งแต่ 110 ถึง 19,200 บิตต่อวินาที โดยมีค่าเพิ่มมากขึ้นตามเทคโนโลยีของคอมพิวเตอร์ เนื่องจากอัตราบอดคือค่าของจำนวนบิตที่สามารถส่งได้ใน 1 วินาที สมมติว่า ข้อมูลอนุกรมมีขนาด 8 บิต ไม่มีการตรวจสอบพาริตี้ มีบิตเริ่มต้น 1 บิต และบิตปิดท้าย 1 บิต ความยาวของข้อมูล 1 ไบต์จะมีความยาวเท่ากับ 10 บิต ถ้าใช้บอดเรตในการส่งข้อมูลเท่ากับ 9,600 บิตต่อวินาที ก็จะสามารถรับส่งข้อมูลได้ด้วยความเร็ว 960 ไบต์ต่อวินาที

2.4.3.2 รีจิสเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของพอร์ตอนุกรม

ในการทำงานของพอร์ตอนุกรมในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 มีรีจิสเตอร์ที่เกี่ยวข้องอยู่ 2 ตัว ดังนี้

ตัวแรกคือ รีจิสเตอร์บัฟเฟอร์ของพอร์ตอนุกรมหรือ SBUF(Serial data buffer register) มีแอดเดรสอยู่ที่ 99H มีขนาด 8 บิต แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ รีจิสเตอร์บัฟเฟอร์สำหรับส่งข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เตอร์ SBUF ข้อมูลนั้นจะถูกส่งต่อไปยังบัฟเฟอร์สำหรับส่งข้อมูล เพื่อส่งออกจากไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านทางขา TxD หรือขา P3.1 ในกรณีที่มีการอ่านข้อมูลจากรีจิสเตอร์ SBUF ข้อมูลนั้นจะถูกส่งผ่านไปยังรีจิสเตอร์บัฟเฟอร์สำหรับรับข้อมูลเพื่อส่งต่อไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ต่อไป สำหรับการรับข้อมูลพอนุกรมจากภายนอกนั้นจะผ่านมาทางขา RxD หรือ P3.0

ตัวที่สองคือ รีจิสเตอร์ควบคุมการทำงานของพอร์ตอนุกรมหรือ SCON (Serial port control Register) เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต มีแอดเดรสอยู่ที่ 98H มีขนาด 8 บิต สามารถเข้าถึงในระดับบิตได้ มีรายละเอียดการทำงานดังนี้

บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
SM0	SM1	SM2	REN	TB8	RB8	TI	RI

รูปที่ 2.12 แสดงภาพลักษณะของรีจิสเตอร์ SCON

SM0-SM1 (Serial port mode bit 0-1) : ใช้ในการเลือกโหมดการทำงานของพอร์ตอนุกรมภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 มีรายละเอียดดังนี้

- โหมด 0 เป็นการกำหนดให้ทำงานในลักษณะชิฟต์รีจิสเตอร์
- โหมด 1 เป็นการกำหนดให้เป็น UART ขนาด 8 บิต เลือกบอดเรตได้
- โหมด 2 กำหนดให้เป็น UART ขนาด 9 บิต โดยมีบอดเรตคงที่
- โหมด 3 กำหนดให้เป็น UART ขนาด 9 บิต เลือกบอดเรตได้

สำหรับโครงงานนี้จะเลือกใช้โหมด 1 ซึ่งเป็นโหมดที่ได้รับความนิยมในการนำไปใช้สูงสุด เนื่องจากมีกระบวนการที่ไม่ซับซ้อนและสามารถทำการรับส่งข้อมูลกับคอมพิวเตอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในด้านการทำงาน โหมด 1 ใช้การรับส่งข้อมูลรวม 10 บิต โดยส่งข้อมูลออกทางขา P3.1 หรือ TxD และรับข้อมูลเข้าทางขา P3.0 หรือ RxD ข้อมูลทั้ง 10 บิตประกอบด้วย บิตเริ่มต้น (มีค่าเป็น "0") 1 บิต บิตข้อมูล 8 บิต โดยรับหรือส่งข้อมูลในบิต LSB ก่อน และบิตหยุดหรือบิตปิดท้าย(มีค่าเป็น "1") ในการรับข้อมูลบิตหยุดจะถูกเก็บไว้ในบิต RB8 ในรีจิสเตอร์ SCON อัตราบอดในโหมดนี้ได้รับการกำหนดโดยอัตราการเกิดโอเวอร์โฟลวของไทเมอร์ 1(สำหรับ AT89C51)

SM2 : ใช้ในการเอ็นเอเบิลการสื่อสารในแบบมัลติโปรเซสเซอร์ (multiprocessor) ในการทำงานของโหมด 2 และ 3 ถ้าบิตนี้เป็น "1" บิต RI จะไม่แอกตีฟ(Active) ถ้าบิตที่ 9 ที่รับเข้ามาเป็น "0" (ข้อมูลบิตที่ 9 เก็บไว้ที่บิต RB8) ในการทำงานโหมด 1 ถ้าบิตนี้เซต บิต RI จะไม่แอกตีฟถ้ายังไม่ได้รับบิตหยุด ส่วนในโหมด 0 บิตนี้ไม่มีการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

REN (Enable serial reception) : ใช้ในการเอ็นเอเบิลการรับข้อมูลของพอร์ตอนุกรม สามารถทำการเซตและเคลียร์ได้ด้วยกระบวนการทางซอฟต์แวร์ ถ้าต้องการให้สามารถรับข้อมูลได้ต้องเซตให้บิตนี้เป็น "1"

TB8 : ใช้สำหรับเก็บข้อมูลบิตที่ 9 ที่ต้องการส่งออกไปในการทำงานโหมดที่ 2 และ 3 เซตและเคลียร์ได้ด้วยกระบวนการทางซอฟต์แวร์

RB8 : ใช้สำหรับรับข้อมูลบิตที่ 9 ที่เข้ามาในการทำงานของโหมด 2 และ 3 แต่ถ้าเป็นการทำงานในโหมด 1 และบิต SM2 เป็น "0" ข้อมูลที่บิตนี้ จะเป็นข้อมูลบิตของบิตหยุด สำหรับการทำงานในโหมด 0 ไม่มีการใช้งานบิตนี้ บิต RB8 สามารถเซตและเคลียร์ได้ด้วยกระบวนการทางซอฟต์แวร์

TI (Transmit Interrupt flag) : ใช้ในการแสดงการเกิดอินเตอร์รัปต์เมื่อมีการส่งข้อมูลออกจากพอร์ตอนุกรม สามารถเซตได้ด้วยกระบวนการทางฮาร์ดแวร์ สำหรับโหมด 0 บิตนี้จะเซตเมื่อมีการส่งข้อมูลบิตที่ 8 เรียบร้อยแล้ว ส่วนในโหมดอื่นๆ บิตนี้จะเซตเมื่อมีการเริ่มส่งบิตหยุดออกไป การเคลียร์บิตนี้ต้องทำด้วยกระบวนการทางซอฟต์แวร์เท่านั้น

RI (Receive Interrupt flag) : ใช้แสดงการเกิดอินเตอร์รัปต์เมื่อมีการรับข้อมูลเข้าสู่พอร์ตอนุกรม สามารถเซตได้ด้วยกระบวนการทางฮาร์ดแวร์ สำหรับโหมด 0 บิตนี้จะเซตเมื่อมีการรับข้อมูลบิตที่ 8 เรียบร้อยแล้ว ส่วนการทำงานโหมดอื่นๆ บิตนี้จะเซตเมื่อมีการรับบิตหยุดของข้อมูลอนุกรมไปได้ครึ่งทางแล้ว ยกเว้นในกรณีที่ SM2 ถูกเซต บิตนี้จะเซตได้ก็ต่อเมื่อมีการรับบิตหยุดหรือบิตที่ 9 อย่างสมบูรณ์แล้ว การเคลียร์บิตนี้ทำได้ด้วยกระบวนการทางซอฟต์แวร์เท่านั้น

2.4.3.3 การกำหนดอัตราบอด

การกำหนดอัตราบอดนั้น จะขึ้นอยู่กับค่าความถี่ของสัญญาณนาฬิกาเป็นหลัก โดยกำหนดได้จากอัตราการเกิดโอเวอร์โฟลวของไทเมอร์ 1 ถ้าหากไทเมอร์ 1 มีการเกิดโอเวอร์โฟลวในอัตราที่สูงมากเท่าใด อัตราบอดก็จะมีค่าสูงมากขึ้นตาม นั้นหมายความว่า อัตราการถ่ายทอดข้อมูลจะสูงมาก สามารถถ่ายทอดข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว

การใช้ไทเมอร์ 1 เพื่อกำหนดอัตราบอด จะต้องกำหนดให้ไทเมอร์ 1 ทำงานในโหมด 2 หรือโหมด 8 บิตแบบตั้งค่าการนับอัตโนมัติ และกำหนดค่ารีโหลด(Reload) ให้แก่รีจิสเตอร์ TH1 ซึ่งเป็นตัวแปรหลักในการกำหนดอัตราบอดให้แก่พอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกำหนดอัตราบอดจะเริ่มจากการเคลียร์บิต SMOD ของรีจิสเตอร์ PCON(อยู่ในหัวข้อโหมดประหยัดพลังงาน) ให้เป็น "0" แล้วคำนวณค่าของการรีโหลดให้แก่ TH1 โดยคำนวณได้จาก

TH1 = 256-((ค่าความถี่ของคริสตอล/384)/อัตราบอด)

แต่ถ้าบิต SMOD เกิดการเซต จะเป็นการทวีคูณของอัตราบอด ดังนั้น ต้องเปลี่ยนค่าจากการหารด้วย 384 เป็น 192 แทน ในตารางข้างล่างจะแสดงค่าอัตราบอดของโหมด 1 ที่ได้มีการคำนวณไว้แล้ว

อัตราบอด (บิตต่อวินาที : bps)	ความถี่ คริสตอล	SMOD	ไทเมอร์ 1		
			C/T	โหมด	ค่ารีโหลด
62.5 K	12 MHz	1	0	2	FFH
19.2 K	12 MHz	1	0	2	FDH
9.6 K	12 MHz	0	0	2	FDH
4.8 K	11.0592 MHz	0	0	2	FAH
2.4 K	11.0592 MHz	0	0	2	F4H
1.2 K	11.0592 MHz	0	0	2	E8H
137.5	11.0592 MHz	0	0	2	1DH
110	6 MHz	0	0	2	72H

ตารางที่ 2.2 แสดงค่าต่างๆที่ใช้ในการเลือกอัตราบอด

2.4.4 โหมดประหยัดพลังงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

เนื่องจากในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 มีพอร์ตและรีจิสเตอร์ที่ใช้งานเป็นจำนวนมาก ทำให้ขณะที่ทำงานต้องใช้พลังงานไม่น้อย และถ้ายิ่งใช้ความถี่ของสัญญาณนาฬิกาสูงเท่าใด(เพื่อให้ทำงานได้เร็วขึ้น) พลังงานที่ใช้ก็ย่อมต้องสูงตามไปด้วย ดังนั้นถ้าทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถทำงานในสภาวะที่ไม่ต้องใช้พลังงาน หรือทำให้ใช้พลังงานน้อยลง ก็จะช่วยให้ไมโครคอนโทรลเลอร์มีอายุการใช้งานที่มากขึ้น ทั้งยังช่วยให้การใช้พลังงานในระบบลดลง

การทำงานในโหมดประหยัดพลังงานจะถูกเรียกใช้เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์อยู่ในสภาวะที่ต้องรอคอยเงื่อนไขหรือเหตุการณ์บางอย่างที่ใช้เวลายาวนานพอสมควรและในขณะที่รอนั้นตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ไม่ต้องทำงานอื่นใด ซึ่งถ้ามีการกำหนดให้ทำงานในโหมดประหยัดพลังงานก็จะเป็นการลดความสิ้นเปลือง โดยอาจลดลงได้ถึง 4 เท่าของการพลังงานตามปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการใช้โหมดประหยัดพลังงานจะมีรีจิสเตอร์อยู่หนึ่งตัวที่เกี่ยวข้อง คือ ริจิสเตอร์ควบคุมพลังงานหรือ PCON (Power Control register) มีขนาด 8 บิต สามารถเข้าถึงได้ในระดับบิต มีรายละเอียดดังนี้

บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
SMOD	-	-	-	GF1	GF0	PD	IDL

รูปที่ 2.13 แสดงภาพลักษณะของรีจิสเตอร์ PCON

SMOD (Double Baud rate bit) : ใช้ในการเพิ่มอัตราบอดของการรับส่งข้อมูลของพอร์ตอนุกรม โดยจะเพิ่มเป็น 2 เท่า เมื่อบิตนี้เซตเป็น "1"

GF1 และ GF0 (General-purpose flag bit) : เป็นแฟลกสำหรับใช้งานทั่วไป เซตและเคลียร์ด้วยซอฟต์แวร์

PD (Power Down bit) : ใช้เอ็นเอเบิลการทำงานในโหมดประหยัดพลังงานแบบลดพลังงานหรือเพาเวอร์ดาวน์(power down mode) ถ้าต้องการทำงานในโหมดนี้ต้องเซตบิตนี้ให้เป็น "1"

IDL (Idle mode bit) : ใช้เอ็นเอเบิลการทำงานในโหมดประหยัดพลังงานแบบไอเดิล(idle mode) ถ้าต้องการให้ทำงานในโหมดนี้ ต้องเซตบิตนี้ให้เป็น "1"

สำหรับโหมดประหยัดพลังงานที่เลือกใช้ในโครงงานนี้ จะใช้โหมดประหยัดพลังงานแบบไอเดิล เพราะการออกจากโหมดนี้สามารถทำได้โดยใช้กระบวนการอินเตอร์รัปต์ ส่วนการทำงานในโหมดนี้ สัญญาณนาฬิกาภายในจะถูกกั้นไม่ให้ส่งไปยังซีพียู(CPU) ทำให้ซีพียูไม่สามารถทำงานต่อไปได้ แต่จะสามารถรับการอินเตอร์รัปต์ ไทเมอร์ทั้งหมดและวงจรพอร์ตอนุกรมยังคงทำงานอยู่ต่อไป สถานะต่างๆก่อนการเข้าสู่โหมดประหยัดพลังงานยังคงอยู่ ทำให้เมื่อออกจากโหมดนี้ ไมโครคอนโทรลเลอร์จะยังทำงานได้ปกติตามเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบโครงงาน

ในส่วนของการออกแบบของโครงงานนี้ จะมีทั้งการออกแบบฮาร์ดแวร์และการออกแบบซอฟต์แวร์ ซึ่งในส่วนของฮาร์ดแวร์มักจะเป็นการนำวงจรต่างๆที่มีผู้ได้ออกแบบไว้แล้ว มาแก้ไขปรับปรุง เพื่อให้สามารถใช้งานได้ตามที่ต้องการ

3.1 การออกแบบฮาร์ดแวร์

ในโครงงานนี้ จะมีวงจรอยู่ทั้งหมด 3 ส่วนหลักๆ คือ วงจรแปลง RS-232 เป็น RS-422/485 วงจรแพ็คเก็ตโมเด็ม และวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งแต่ละวงจรมีรายละเอียดดังนี้

3.1.1 วงจรแปลง RS-232 เป็น RS-422/485

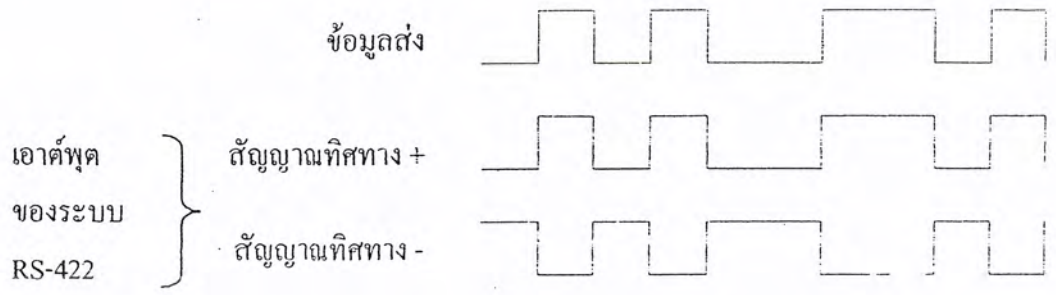
3.1.1.1 หลักการทำงาน

เครื่องคอมพิวเตอร์พีซีที่ใช้กันอยู่ทุกวันนี้ แทบทุกเครื่องจะมีพอร์ตอนุกรมมาให้ด้วย ซึ่งพอร์ตอนุกรมนี้จะใช้มาตรฐานในการสื่อสารแบบ RS-232 โดยที่การสื่อสารแบบนี้จะมีมาตรฐานในส่งข้อมูล คือ ลอจิก "0" จะแทนด้วยระดับแรงดัน 3 ถึง 15 โวลต์ และลอจิก "1" จะแทนด้วยระดับแรงดัน –3 ถึง –15 โวลต์ สัญญาณเหล่านี้จะเป็นค่าที่ใช้เทียบกับกราวด์ ทำให้เมื่อมีการต่อสายออกไประยะทางไกลๆ จะมีสัญญาณรบกวนเกิดขึ้นภายในสาย ดังนั้นจึงทำให้มาตรฐาน RS-232 สามารถรับส่งข้อมูลได้ในช่วงไม่เกิน 50 ฟุตเท่านั้น

มาตรฐานที่จะใช้แก้ปัญหานี้ได้ก็คือ RS-422 ซึ่งมันจะช่วยลดข้อจำกัดบางประการของ RS-232 โดยวิธีการรับส่งข้อมูลที่ต่างออกไป ในมาตรฐานนี้จะใช้สายตีเกลียวมาใช้เพื่อลดสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นภายในสาย

หลักการในการส่งข้อมูลของ RS-422 คือ การส่งข้อมูลออกไปผ่านสาย 2 เส้นที่ตีเกลียวกันไป โดยเมื่อสายสัญญาณเส้นหนึ่งมีระดับแรงดัน +5 โวลต์สายสัญญาณอีกเส้นหนึ่งที่ตีคู่กันไปจะมีแรงดัน 0 โวลต์และถ้าสัญญาณอีกด้านมีแรงดัน 0 โวลต์สายเส้นที่ตีคู่กันไปก็จะมีแรงดัน +5 โวลต์ทำให้อิมพีแดนซ์(Impedance) และกระแสที่ไหลภายในสายเท่ากัน สัญญาณรบกวนต่างๆก็จะถูกหักล้างกันไปหมด ซึ่งรูปแบบการส่งข้อมูลของ RS-422 จะแสดงดังรูปที่ 3.1

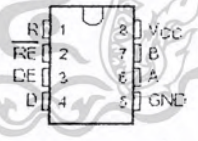
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 แสดงการรับส่งข้อมูลในมาตรฐาน RS-422 เปรียบเทียบกับข้อมูลส่ง

สำหรับไอซีที่ทำหน้าที่ในการแปลงข้อมูลจากมาตรฐาน RS-232 ไปเป็นมาตรฐาน RS-422 นั้นจะใช้ไอซีเบอร์ 75176 ซึ่งเอาต์พุตหรืออินพุตของขาไอซี 75176 ขาด้านหนึ่งจะเป็นขาอินเวอร์ติ้ง(Inverting) ส่วนขาอีกด้านหนึ่งจะเป็นขานอนอินเวอร์ติ้ง(non-Inverting)

ภาคส่งจะมีอิมพีแดนซ์ค่อนข้างต่ำ ดังนั้นบนสายสัญญาณที่ภาครับจะต้องต่อตัวต้านทานค่าต่ำๆคร่อมไว้ด้วย โดยค่าความต้านทานนี้จะใช้ค่าประมาณ 150 โอห์ม ซึ่งทำให้สัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นภายในสายมีน้อยหรือไม่มีเลย ส่วนกระแสที่มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเนื่องมาจากสัญญาณรบกวนจะ ไม่มีผลกระทบกับแรงดันทางด้านภาครับและด้วยเหตุนี้จึงไม่มีผลต่อสถานะลอจิกของภาครับ ทำให้สัญญาณสามารถถูกส่งออกไปได้ไกลถึง 1,000 ฟุตที่อัตราบอดเรตค่อนข้างสูง



รูปที่ 3.2 ลักษณะขาของไอซีเบอร์ 75176

Function Tables

DRIVER

INPUT D	ENABLE DE	OUTPUTS A	OUTPUTS B
H	H	H	L
L	H	L	H
X	L	Z	Z

RECEIVER

DIFFERENTIAL INPUTS A – B	ENABLE $\overline{RE}$	OUTPUT R
$V_{ID} \geq 0.2$ V	L	H
-0.2 V < V_{ID} < 0.2 V	L	?
$V_{ID} \leq -0.2$ V	L	L
X	H	Z
Open	L	H

H = high level, L = low level, ? = indeterminate, X = irrelevant, Z = high impedance (off)

รูปที่ 3.3 รูปตารางแสดงการจัดขาสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของไอซีเบอร์ 75176 นั้น มีขาใช้งานทั้งหมด 8 ขา คือ ขา VCC กับ GND ซึ่งใช้จ่ายไฟเลี้ยงให้ไอซี ขา A กับ B เป็นขาเอาต์พุตและอินพุตสำหรับสัญญาณ RS-422 ขา $\overline{RE}$ ทำหน้าที่ควบคุมภาครับ ถ้าขานี้มีสภาวะเป็น LOW ก็จะสามารถรับข้อมูลจากขา A และ B ได้ โดยระดับสัญญาณที่เข้ามาจะต้องมากกว่า 0.2 โวลต์หรือน้อยกว่า –0.2 โวลต์ ถึงจะสามารถแยกแยะได้ว่าเป็นลอจิก "1" หรือลอจิก "0" แต่ถ้าขานี้มีสภาวะเป็น HIGHT จะไม่สามารถรับข้อมูลได้ ขา DE ทำหน้าที่ควบคุมภาคส่ง ถ้าขานี้มีสภาวะเป็น HIGHT ก็จะสามารถส่งข้อมูลออกทางขา A และ B ได้ แต่ถ้าขานี้มีสภาวะเป็น LOW ที่ขา A และ B จะมีอิมพีแดนซ์สูงไม่สามารถส่งข้อมูลได้ ขา R ทำหน้าที่เป็นขาเอาต์พุตข้อมูลและขา D ทำหน้าที่เป็นขาอินพุตข้อมูล

3.1.1.2 ภาควงจร

ในรูปที่ 3.4 จะเป็นรูปแสดงวงจรแปลงสัญญาณ RS-232 เป็น RS-422/485 อย่างสมบูรณ์ โดยในวงจรนี้จะประกอบด้วย 3 ส่วนหลักๆ คือ

ภาคจ่ายไฟ

ที่ภาคนี้จะใช้ไอซีเบอร์ 7805 ทำหน้าที่เป็นตัวเรกูเลเตอร์(Regulater) เพื่อรักษาระดับแรงดันที่จะเลี้ยงวงจรส่วนอื่นให้อยู่ในระดับ 5 โวลต์ ตัวไดโอด D1 ,D2 ,D3 และ D4 ต่อเป็นวงจรบริดจ์เรกติไฟร์เพื่อเปลี่ยนแรงดันไฟสลับให้เป็นไฟตรงในกรณีที่แหล่งจ่ายเป็นไฟสลับ และมี C7 ทำหน้ากรองแรงดันไฟก่อนที่จ่ายเข้าขาอินพุตของไอซี 7805 ดังนั้นจึงทำให้วงจรนี้สามารถใช้แรงดันได้ทั้ง แรงดันเอซี 6-9 โวลต์ หรือแรงดันดีซี 9-12 โวลต์

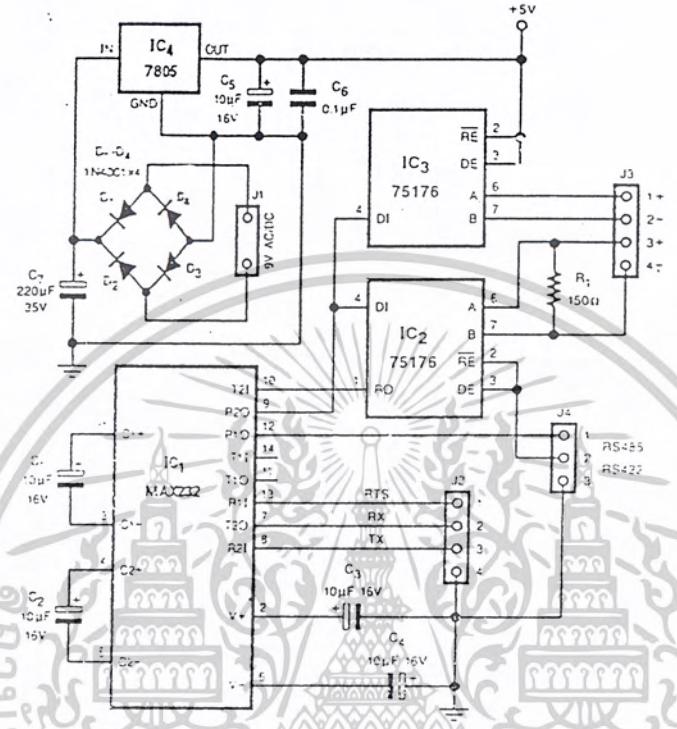
ภาคแปลงระดับแรงดันของ RS-232 ให้เป็น TTL

ที่ภาคนี้จะใช้ไอซีเบอร์ MAX232 ทำหน้าที่แปลงแรงดัน โดยมี J2 เป็นจุดที่เชื่อมต่อกับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์

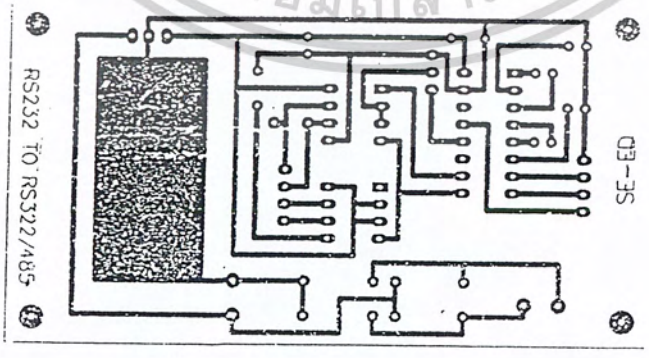
ภาคแปลงระดับแรงดัน TTL ให้เป็น RS-422/485

ที่ภาคนี้จะใช้ไอซีเบอร์ 75176 ทำหน้าที่แปลงแรงดัน โดยถ้าใช้มาตรฐานการส่งข้อมูลแบบ RS-422 จะใช้ไอซี 75176 ทั้งสองตัวทำงาน โดย IC3 ทำหน้าที่เป็นภาคส่งข้อมูล ส่วน IC2 ทำหน้าที่เป็นภาครับข้อมูล แต่ถ้าใช้มาตรฐานการส่งข้อมูลแบบ RS-485 จะใช้ IC2 เพียงตัวเดียวในการทำงาน มี J4 ทำหน้าที่เป็นตัวเลือกโหมดการทำงาน และ J3 เป็นเอาต์พุตของวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

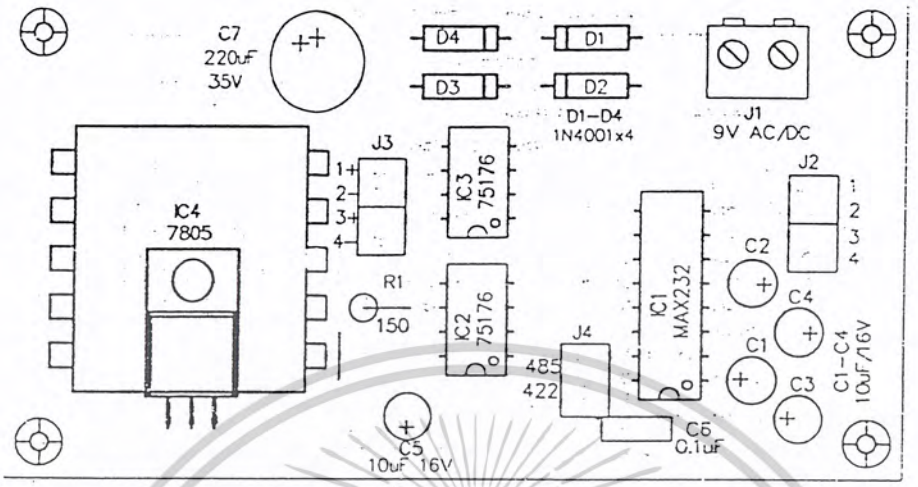


รูปที่ 3.4 แสดงวงจรสมบูรณ์ของวงจรแปลง RS-232 เป็น RS-422/485



รูปที่ 3.5 แสดงลายทองแดงขนาดเท่าจริงของวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 แสดงการลงอุปกรณ์ลงบนแผ่นวงจรพิมพ์

3.1.1.3 การสร้างวงจร

ในการสร้างวงจรนี้ทำได้ค่อนข้างง่าย เนื่องจากอุปกรณ์ต่างๆมีไม่มากนัก ในการลงอุปกรณ์ให้เริ่มจากอุปกรณ์ที่มีขนาดเตี้ยก่อน ส่วนไอซีต่างๆก็ควรจะใส่ซ็อกเก็ตไว้ด้วย ในรูปที่ 3.6 ได้แสดงตำแหน่งการลงอุปกรณ์ต่างๆไว้ให้แล้ว ที่จุดต่อ J4 ต้องหาจัมป์เปอร์มาต่อไว้เพื่อเลือกโหมดการทำงาน และที่ไอซี 7805 ก็ควรจะใส่แผ่นระบายความร้อนเอาไว้ด้วยเพื่อยืดอายุการใช้งานของไอซี

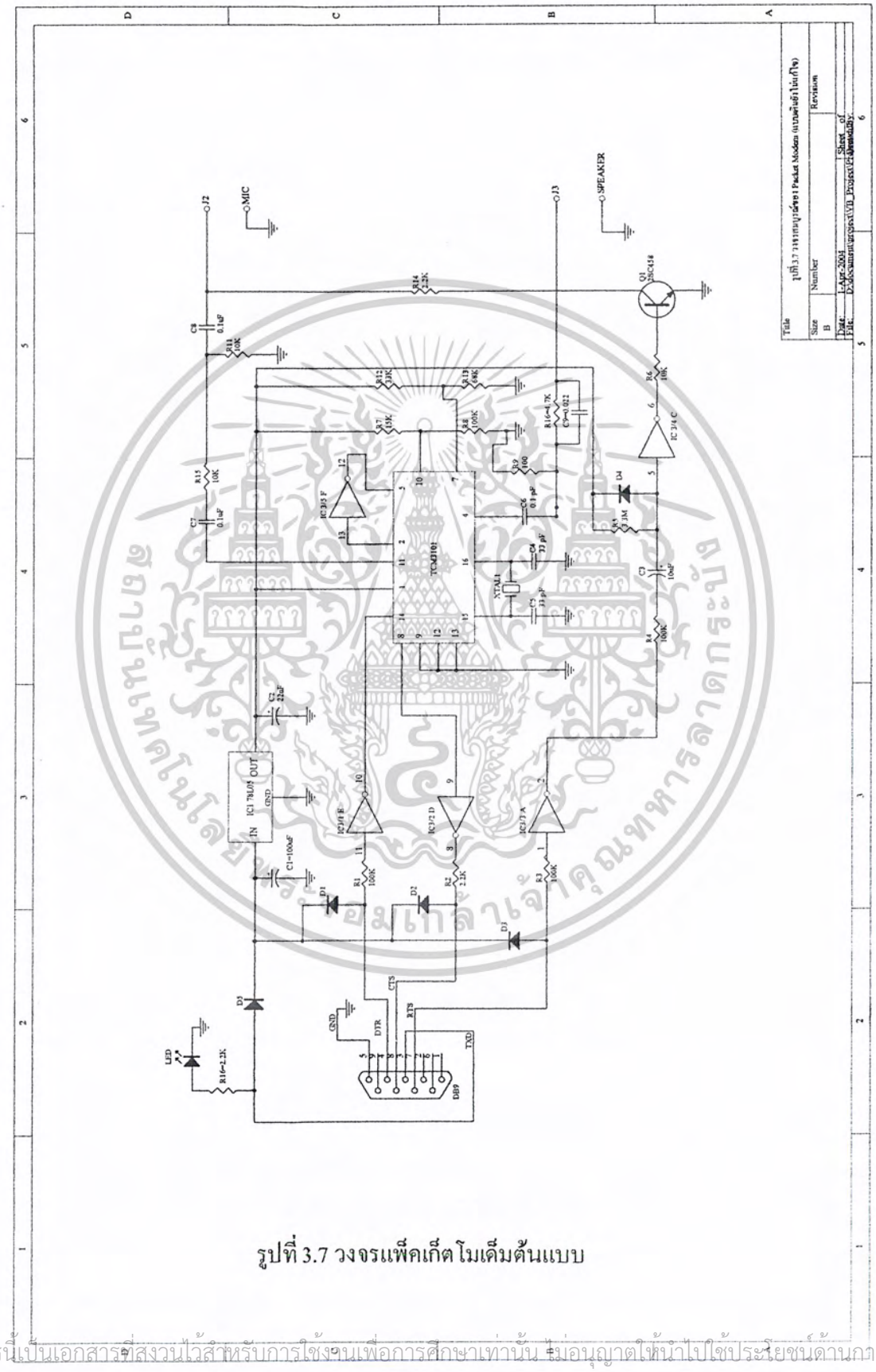
3.1.2 แพ็คเก็จโมเด็ม

3.1.2.1 หลักการทำงาน

ในส่วนของวงจรแพ็คเก็จโมเด็มที่นำมาใช้งานนั้น จำเป็นจะต้องมีการแก้ไขวงจร เนื่องจาก การทำงานในรูปแบบเดิมนั้นเป็นการส่งข้อมูลตามมาตรฐาน AX.25 ซึ่งใช้ขา DTR เป็นขาส่งข้อมูลและใช้ขา CTS เป็นขาในการรับข้อมูล ส่วนขา TXD นั้นนำไปใช้จ่ายไฟเลี้ยงให้วงจรดัง รูปที่ 3.7 มีขา RTS ใช้สำหรับกดคีย์วิทยุ

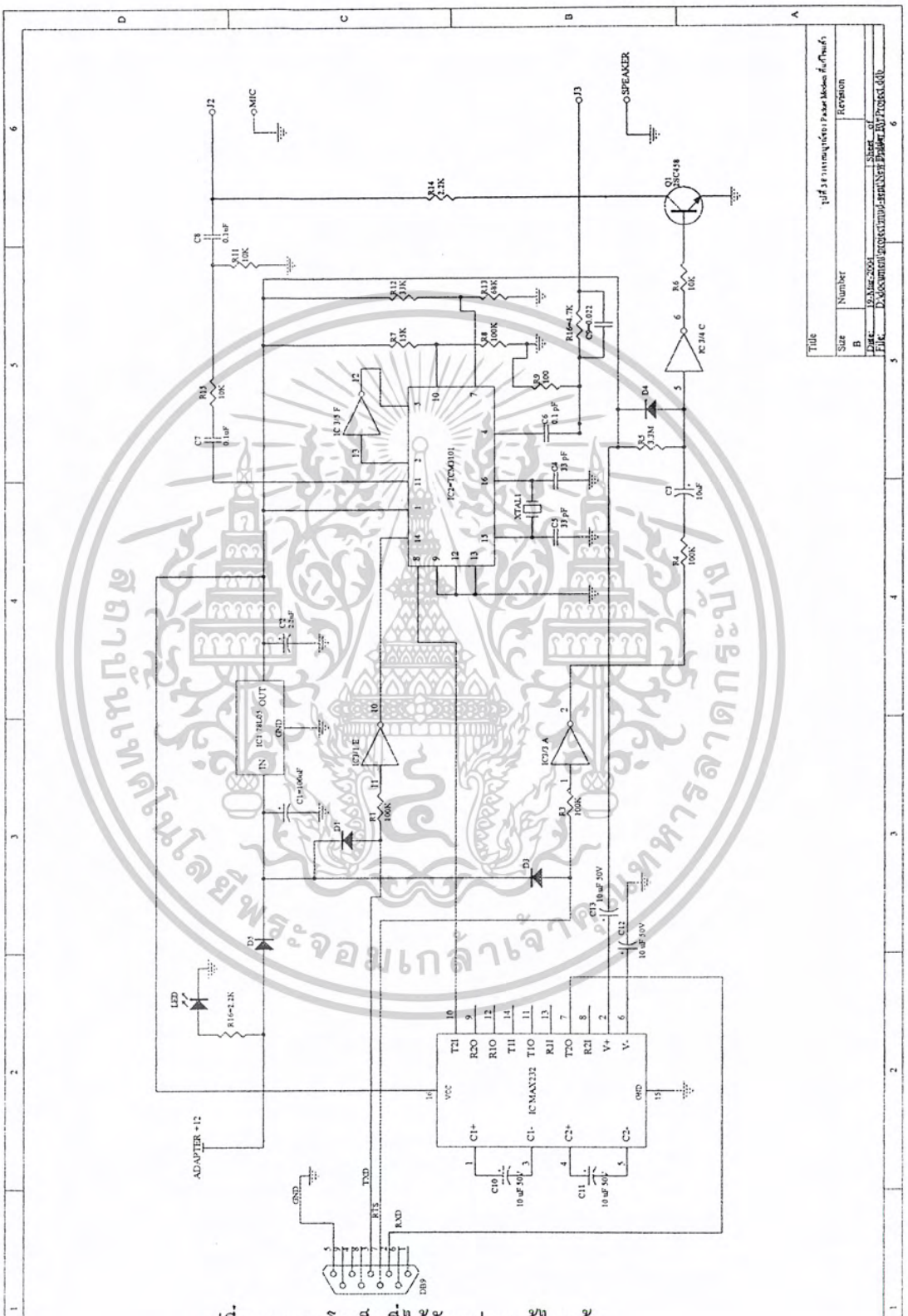
การแก้ไขวงจร จะใช้ขา TXD เป็นขาส่งข้อมูลแทนขา DTR และใช้ขา RXD เป็นขารับข้อมูลแทนขา CTS ส่วนไฟเลี้ยงวงจรจะใช้แหล่งจ่ายจากภายนอกแทน นอกจากนี้ยังจะต้องเพิ่มวงจรบางส่วนมาเพื่อให้สามารถใช้รับส่งข้อมูลผ่านขา TXD กับขา RXD ได้ ดังรูปที่ 3.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 วงจรแพ็คเก็ตโมเด็มต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 วงจรโมเด็มที่ได้ดัดแปลงแก้ไขแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทำงานของวงจรที่ได้แก้ไขแล้วเป็นดังนี้ การส่งและรับข้อมูลจะทำผ่านขา TXD และขา RXD ตามลำดับ โดยจะใช้มาตรฐาน RS-232 ในการส่งและรับข้อมูล

ในส่วนของการส่งข้อมูล จะส่งออกจากขา TXD ไปเข้ายังไอซีอินเวอร์เตอร์เพื่อปรับระดับแรงดันให้เป็น 0 กับ 5 โวลต์ แล้วเข้าที่ขา 14 ของไอซีเบอร์ TCM3101 ซึ่งเป็นขาอินพุต ส่วนการรับข้อมูลจะไม่ต้องผ่านไอซีอินเวอร์เตอร์ สัญญาณจากขา 8 จะมาเข้าที่ขา T2I เลย สาเหตุที่ไม่ต้องผ่านไอซีอินเวอร์เตอร์ก็เพราะว่าโครงสร้างภายในตัวไอซี MAX232 ก็เป็นอินเวอร์เตอร์ด้วยอยู่แล้ว

ในการส่งข้อมูลแต่ละครั้งจะต้องทำการเอ็นเอเบิลขา RTS เพื่อกระตุ้นให้ Q1 ทำงาน ทำให้ขา MIC และขา SPEAKER ของเครื่องวิทยุรับส่ง ถูกช็อตด้วยค่าความต้านทาน 2.2 K ซึ่งก็เหมือนกับการกดคีย์นั่นเอง สัญญาณเสียงจึงจะถูกส่งออกอากาศไปได้

สัญญาณที่ออกมาทางเอาต์พุตขา 11 จะเป็นสัญญาณเสียงเพื่อไปเข้า MIC ของวิทยุสื่อสาร โดยถ้าอินพุตเป็นลอจิก “1” จะให้ความถี่เอาต์พุตเป็น 1,200 Hz อินพุตเป็นลอจิก “0” จะให้ความถี่เอาต์พุตเป็น 2,200 Hz

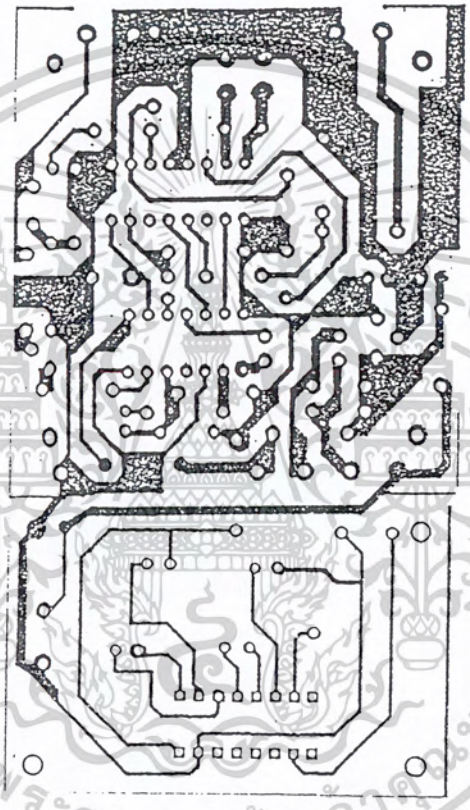
รูปที่ 3.9 แสดงขาต่างๆของไอซีเบอร์ TCM3101

3.1.2.2 การสร้างวงจร

รูปที่ 3.10 จะเป็นลายแผ่นวงจรพิมพ์ขนาดเท่าของจริง ซึ่งเป็นการนำลายวงจรที่ออกแบบเพิ่มมาวางต่อกัน จึงต้องมีการโยงสายไฟไปเข้ายังจุดต่างๆ โดยดูจากวงจรในรูปที่ 3.8 การวางอุปกรณ์ต้องละเอียดรอบคอบเป็นอย่างมาก ดูจุดต่อต่างๆให้ดีอย่าให้ผิด เพราะอาจจะมีผลทำให้ไอซีเสียได้

อุปกรณ์บางตัว เช่น C9 จะต้องใช้วิธีต่อคร่อมเอาเอง เนื่องจากในแผ่นวงจรพิมพ์ต้นแบบไม่ได้ทำรูไว้ให้ ดังนั้นจะต้องตรวจสอบดูให้เรียบร้อยทุกจุด และที่สำคัญชนิดของตัวเก็บประจุต้องเลือกให้ตรงกับที่กำหนดไว้ เพราะมีผลต่อการเกิดสัญญาณรบกวน (noise) ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

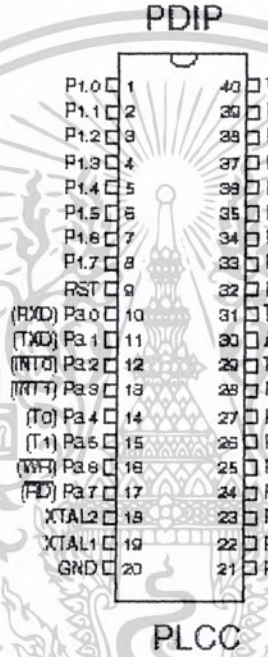


รูปที่ 3.10 ลายแผ่นวงจรพิมพ์ที่ออกแบบเพิ่มเติม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

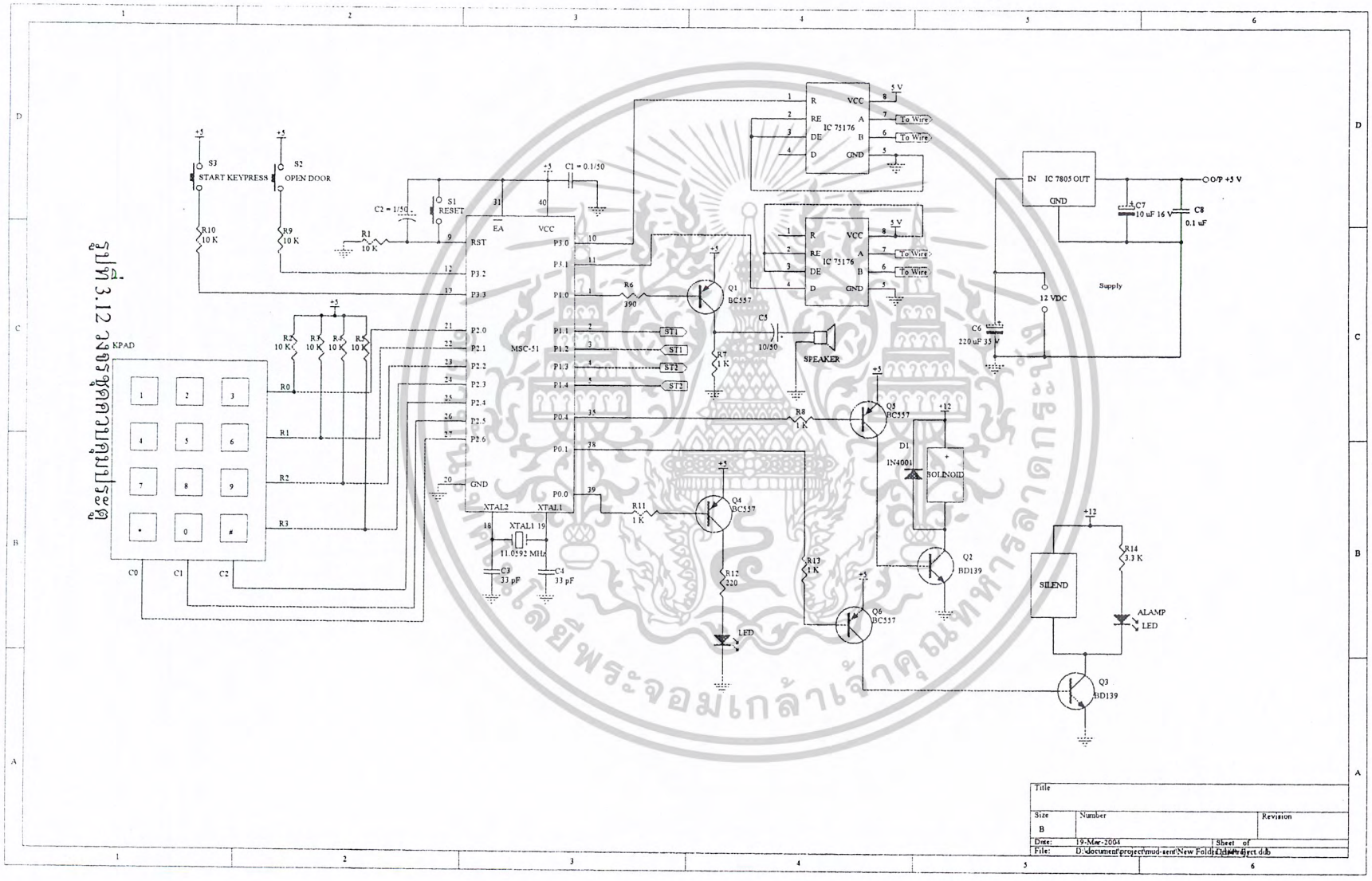
3.1.3 วงจรชุดควบคุมประตู

วงจรชุดควบคุมประตูจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C51 เป็นตัวประมวลผลและควบคุมทั้งหมด โดยจะแบ่งเป็นภาคต่างๆคือ ภาคการรับข้อมูลจากปุ่มกด ภาคกำเนิดสัญญาณเสียง ภาคตรวจเช็คสถานะต่างๆ ภาครับส่งข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรม และภาคควบคุมโซลินอยด์ ซึ่งในรูปที่ 3.11 จะแสดงภาพวงจรทั้งหมด



รูปที่ 3.11 แสดงขาต่างๆของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



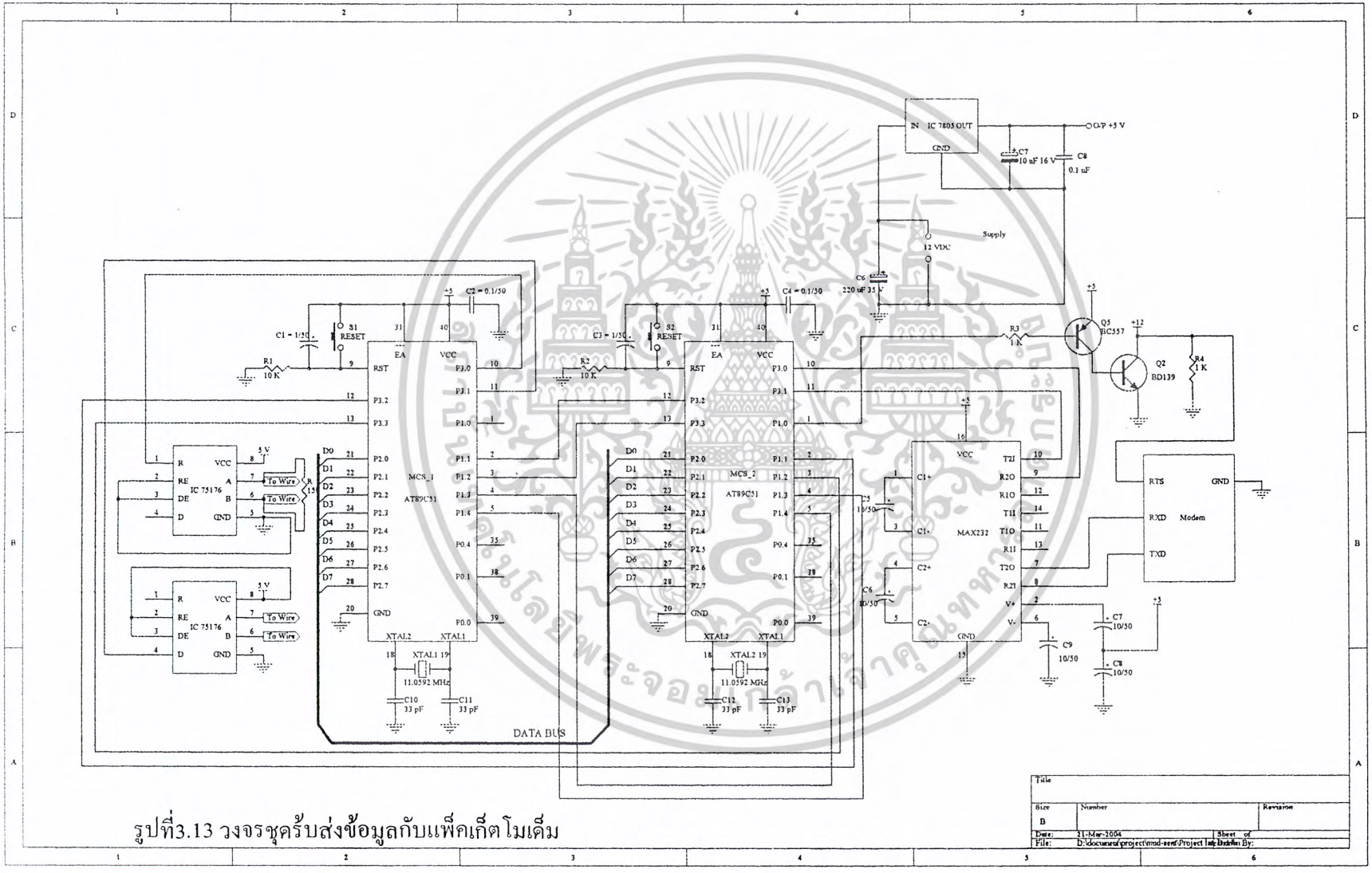
รูปที่ 3.12 วงจรอุปกรณ์ภายนอกเครื่องรับ

3.1.4 วงจรรับส่งข้อมูลกับแพ็คเก็ตโมเด็ม

ในวงจรนี้จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทั้งหมด 2 ตัว ในการทำงาน โดยที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่หนึ่งจะทำหน้าที่ในการรับส่งข้อมูลกับวงจรชุดควบคุมประตู และไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่สองจะทำหน้าที่ในการรับส่งข้อมูลผ่านแพ็คเก็ตโมเด็ม

หลักการทำงานโดยกว้างๆ จะอาศัยการอินเตอร์รัปต์ของไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการทำงานระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ทั้งสองตัว โดยอินเตอร์รัปต์ที่ขา INT0 และขา INT1 ซึ่งวิธีการทำงานอย่างละเอียดผู้ที่สนใจจะต้องศึกษาจากโปรแกรมที่อยู่ในภาคผนวกท้ายเล่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่3.13 วงจรชุดรับส่งข้อมูลกับแพ็คเก็ตโมเด็ม

3.2 การกำหนดรูปแบบเฟรมที่ใช้ในการติดต่อสื่อสาร

8 บิต	16 บิต	16 บิต	8 บิต	8 บิต	64 บิต	8 บิต
START	DESTINATION ADDR.	SOURCE ADDR.	CODE	CHECKSUM	DATA	STOP

- START บอกตำแหน่งเริ่มต้นของเฟรม มี 8 บิต แทนด้วยค่า 0FEH
- DESTINATION ADDR. ใช้ในการกำหนดตำแหน่งปลายทางที่ต้องการติดต่อด้วย โดยที่ 8 บิตบน (8-15) ใช้กำหนดตำแหน่งของโมเด็ม (ตำแหน่งของตึก) ส่วน 8 บิตล่าง (0-7) จะใช้กำหนดตำแหน่งของประตูหรือตำแหน่งของคอมพิวเตอร์ ทั้งสองส่วนนี้จะใช้หมายเลข 0FFH(11111111) ในการบอร์ดคาส และไม่ใช้ค่า 0 ในการกำหนดตำแหน่งใด ๆ
- SOURCE ADDR. ใช้ในการกำหนดตำแหน่งของผู้ส่งข้อมูล โดยที่ความหมายของบิตบนและล่างเหมือนกันกับ DESTINATION ADDR. ค่าของบิตที่เป็น "1" หรือ "0" ทั้งหมดจะไม่ถูกนำมาใช้
- CODE ใช้ในการระบุคำสั่งต่าง ๆ ที่ใช้ในการติดต่อสื่อสาร โดยมีรายละเอียดดังตาราง
- CHECKSUM ใช้สำหรับตรวจสอบความถูกต้องของเฟรมที่ถูกส่งออกไป โดยการนำส่วน DESTINATION ADDR. ,SOURCE ADDR. และ CODE มาบวกกันทีละ 8 บิต แบบ one's complement ค่าที่ได้จะถูกนำไปเก็บไว้ใน CHECKSUM เมื่อไปถึงปลายทาง ก็จะทำการบวกค่าใน CHECKSUM กับค่าเดิมแบบ one's complement อีกครั้งหนึ่ง ถ้าผลลัพธ์เป็นศูนย์แสดงว่าเฟรมที่ได้รับถูกต้อง
- DATA จะใช้เมื่อต้องการส่งหมายเลขประจำตัว (ID) และรหัสผ่าน (PASSWORD) จากส่วนควบคุมที่ประตูเท่านั้น ในการสื่อสารแบบปกติจะไม่ส่งส่วนนี้ออกไปกับเฟรม โดยในส่วนนี้ข้อมูลจะส่งไปในรูปแบบของตัวอักษรทั้งหมด 8 ตัว แบ่งเป็นหมายเลขประจำตัว 4 ตัวแรก และรหัสผ่าน 4 ตัวหลัง
- STOP บอกตำแหน่งสิ้นสุดของเฟรม มี 8 บิต แทนด้วยค่า 0FDH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากการตรวจสอบเฟรมด้วยค่า CHECKSUM แล้ว ยังใช้การตรวจสอบแบบพาริตี้บิต สำหรับข้อมูลแต่ละไบต์อีกด้วย

CODE	ความหมาย
1	สั่งให้ประตูปลายทางที่ต้องการ ทำงานในโหมดควบคุมโดยคอมพิวเตอร์
2	สั่งให้ประตูปลายทางที่ต้องการ ทำงานในโหมดสั่งการผ่านคีย์แพด
3	สั่งให้เปิดล็อกประตู
4	สั่งให้ปิดล็อกประตู
5	สั่งให้รายงานสถานะประตู
6	ประตูเปิดอยู่และไม่ได้ล็อก
7	ประตูปิดอยู่แต่ไม่ได้ล็อก
8	ประตูปิดอยู่และล็อก
9	อนุญาติให้เปิดล็อก
10	ไม่อนุญาติให้เปิดล็อก
11	ไม่สามารถปฏิบัติตามคำสั่งได้ (NAK)
12	ตอบกลับว่าได้รับเฟรมแล้ว (ACK)
13	แจ้งเพื่อเข้าสู่สภาวะฉุกเฉิน (มีการบุกรุกเกิดขึ้น)
14	กลับสู่สภาวะปกติ

ตารางที่ 3.1 การกำหนดรหัสของการส่งข้อมูล

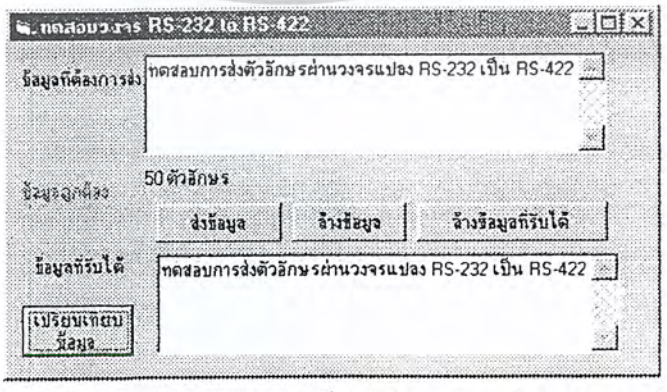
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การสร้าง ทดสอบและผลการทดลอง

4.1 การทดสอบวงจรแปลงสัญญาณ RS-232 เป็น RS-422

วงจรแปลงสัญญาณ RS-232 เป็น RS-422 เป็นวงจรที่นำมาจากโครงงานในหนังสือเซมิฯ ซึ่งต้องมาทำลายวงจรและจัดซื้ออุปกรณ์ต่างๆเอง อุปกรณ์ที่ใช้ในวงจรนี้มีไม่มาก ส่วนใหญ่จะเป็นตัวคาปาซิเตอร์(Capacitor) กับไอซี จึงไม่มีความจำเป็นต้องตรวจเช็คมากนัก มีเพียงตัวไดโอดที่จะต้องตรวจเช็คก่อน หลังจากตรวจเช็คเรียบร้อยแล้วจึงลงอุปกรณ์บนแผ่นวงจร หลังจากเสร็จขั้นตอนนี้แล้วจึงเริ่มทดสอบดังนี้

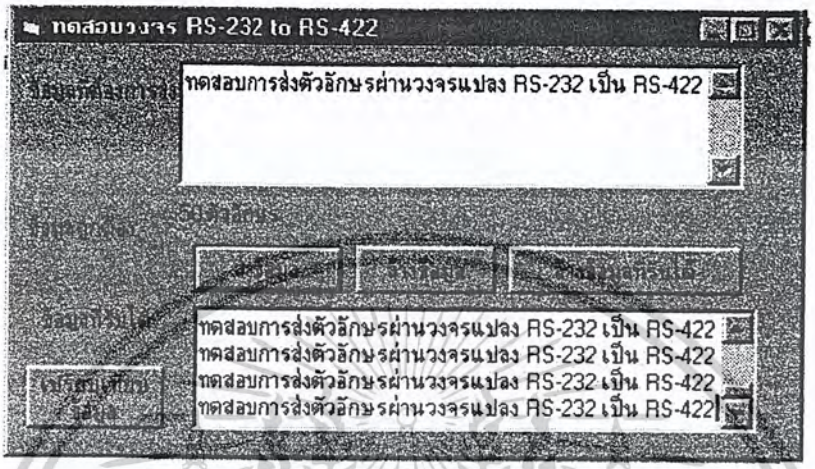
- ทำสายสัญญาณสำหรับต่อเข้ากับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ โดยเลือกใช้ขา 2 ,3 และ 5 ของ DB9 ซึ่งเป็นขา RXD, TXD และ GND ตามลำดับ นำสายนี้มาต่อเข้ากับวงจรที่จุด J2 โดยต้องตรวจเช็คให้ดีว่าต่อถูกขาหรือไม่ ถ้าต่อผิดอาจจะทำให้ไอซี MAX232 เสียได้
- ทำสายสัญญาณของสัญญาณ RS-422 โดยจะต้องใช้สายชนิดพันเกลียว 2 คู่ นำมาต่อกับหัวต่อชนิด DB9 ตัวผู้ ในส่วนการต่อสายจะเลือกใช้ขาไหนของหัวต่อก็ได้แต่ต้องให้ปลายสายสลับคู่กัน ถ้าที่ต้นสายใช้ขา 1,2,3,4 ที่ปลายสายจะต้องต่อเป็น 3,4,1,2 เพื่อให้สัญญาณเอาต์พุตของวงจรหนึ่งไปเข้าที่อินพุตอีกวงจรหนึ่ง
- เขียนโปรแกรมสำหรับทดสอบการรับส่งข้อมูล โดยใช้ Visual Basic 6.0 ในการเขียน สำหรับโปรแกรมทดสอบจะอยู่ในภาคผนวก ชื่อโปรแกรมว่า TestRS
- นำวงจร 2 วงจรมาทดลองโดยให้วงจรที่หนึ่งต่อเข้ากับพอร์ต Com1 ของคอมพิวเตอร์ และวงจรที่ 2 ต่อเข้ากับพอร์ต Com2 แล้วทำการ Run โปรแกรม TestRS ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 หน้าตาของโปรแกรมทดสอบการส่งข้อมูลผ่านวงจรแปลง RS-232 เป็น RS-422

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- จากการทดสอบปรากฏว่าสามารถส่งข้อมูลได้ถูกต้อง ซึ่งได้ทำการทดสอบส่งซ้ำๆ ประมาณ 50 ครั้งผลที่ได้ถูกต้อง 100 % แสดงว่าวงจรทำงานได้เป็นอย่างดี



รูปที่ 4.2 แสดงผลการทดสอบการส่งข้อมูลผ่านวงจรแปลง RS-232 เป็น RS-422

หมายเหตุ ก่อนที่จะต่อวงจรเข้ากับพอร์ตของคอมพิวเตอร์ต้องทำการวัดแรงดันไฟเลี้ยงที่จุดต่างๆของวงจรให้ถูกต้องเสียก่อน โดยให้ทำการวัดแรงดันที่ขา 16 ของไอซี MAX232 เทียบกราวด์ถ้าได้ประมาณ +5 โวลต์แสดงว่าแรงดันถูกต้อง ถ้าแรงดันไม่ถูกต้องให้ถอดแหล่งจ่ายออกแล้วตรวจสอบวงจรให้แน่ใจว่าไม่มีอุปกรณ์ตัวใดเสีย หรือมีจุดช็อตในวงจร

4.2 การทดสอบวงจรแพ็คเก็ตโมเด็ม

วงจรแพ็คเก็ตโมเด็มที่นำมาใช้ได้ทำการดัดแปลงจากต้นแบบวงจรเดิม เพราะสาเหตุจากมาตรฐานการส่งข้อมูลที่ต่างกัน ในส่วนของการจัดซื้ออุปกรณ์มีความยุ่งยากบ้างเล็กน้อย กล่าวคือ ไอซีเบอร์ TCM3105 นั้นไม่มีขายในประเทศไทย ดังนั้นจึงต้องใช้ไอซีเบอร์ TCM3101 มาทดแทน และไอซีตัวดังกล่าวมีขายเพียงที่เดียว รายละเอียดอยู่ในภาคผนวกเรื่องส่วนของการจัดซื้ออุปกรณ์

ขั้นตอนในการทดลองและทดสอบมีดังนี้

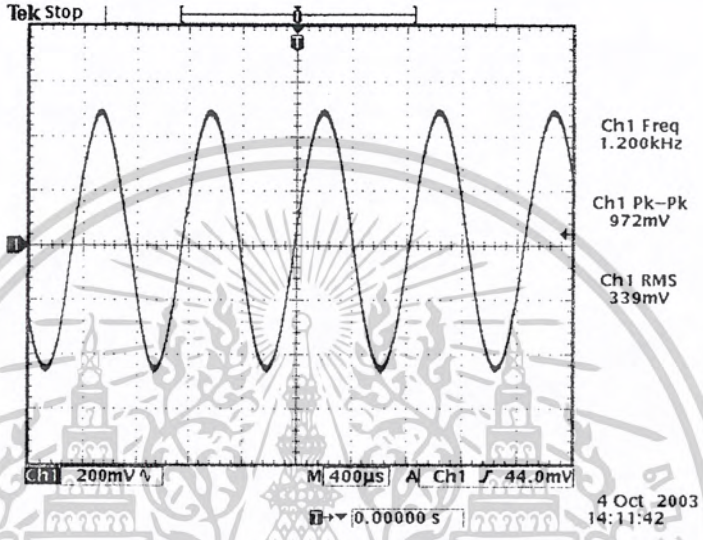
(1) ลงอุปกรณ์บนแผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรแพ็คเก็ตโมเด็มที่ได้รับการดัดแปลงแก้ไขแล้วให้เรียบร้อย เช็คจุดบัดกรีต่างๆให้ดี อย่าให้มีจุดช็อต

(2) ถอดไอซีออกจากซ็อกเก็ตให้หมดทุกตัว แล้วทดลองป้อนแรงดันไฟ วัดดูว่าเอาต์พุตจากไอซี 7805 ออกมาประมาณ 5 โวลต์หรือไม่ ถ้าไม่ใช่ให้ไล่เช็ควงจรอีกครั้ง ทำจนกว่าจะได้

(3) ใส่ไอซีเข้าไปตามเดิม แล้วเริ่มทำการทดลอง โดยมีขั้นตอนและผลของการทดลองดังต่อไปนี้

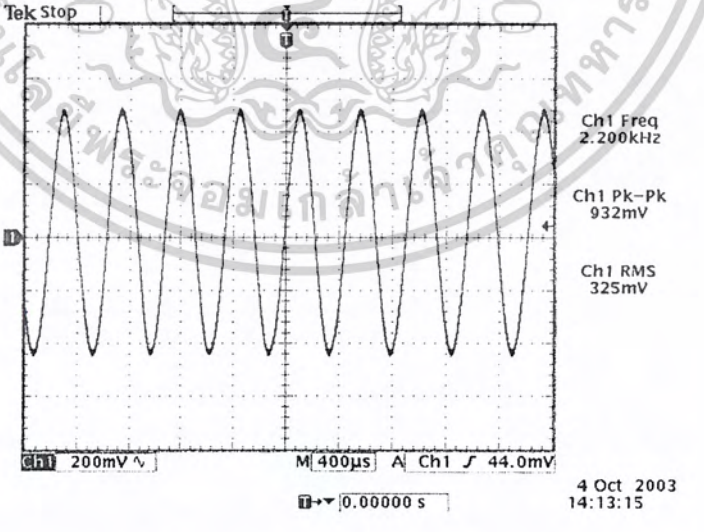
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ป้อนแรงดัน 12 โวลต์เข้าที่ขา Vin ของวงจร วัดไฟที่ขา 1 ของไอซีเบอร์ TCM3101 ได้ค่าแรงดันประมาณ 5.04 โวลต์
- ป้อนแรงดันไฟ –10 โวลต์(ลอจิก “1” ของคอมพิวเตอร์) เข้าที่ขา TXD ของวงจร วัดที่เอาต์พุตได้ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 ภาพแสดงผลการทดลอง

- ป้อนแรงดันไฟ +10 โวลต์(ลอจิก “0” ของคอมพิวเตอร์)เข้าที่ขา TXD วัดค่าที่เอาต์พุตได้ดังรูปที่ 4.4



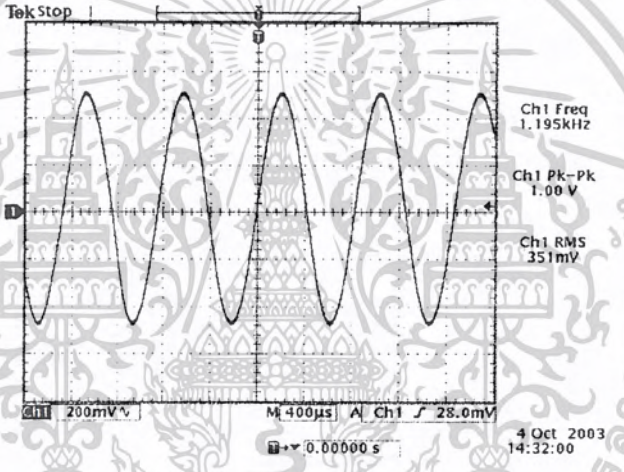
รูปที่ 4.4 ภาพแสดงผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

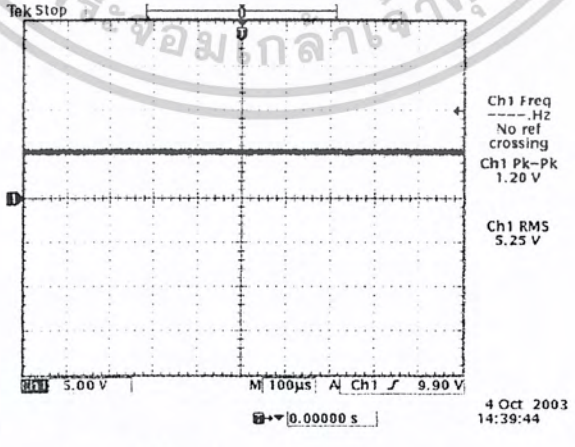
จากผลการทดลองในเบื้องต้นเป็นผลของการทดลองภาคส่งของวงจร ซึ่งจากทฤษฎีการทำงานของวงจรนี้ เมื่อข้อมูลที่ต้องการส่งเป็นลอจิก "0" จะได้เอาต์พุตออกมาเป็นสัญญาณเสียง (Sine Wave) ความถี่ 2,200 Hz แต่ถ้าข้อมูลที่ต้องการส่งเป็นลอจิก "1" จะได้เอาต์พุตเป็นสัญญาณเสียงความถี่ 1,200 Hz

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า จากผลการทดลองดังรูปที่ 4.3 และ 4.4 ภาคส่งสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง ต่อไปจะเป็นการทดลองภาครับ

- ป้อนสัญญาณเสียง(Sine Wave) ความถี่ประมาณ 1,200 Hz แรงดัน 1 Vp-p เข้าที่ขา SPKของวงจร จะได้ผลการทดลองดังรูปที่ 4.6 และรูปที่ 4.7

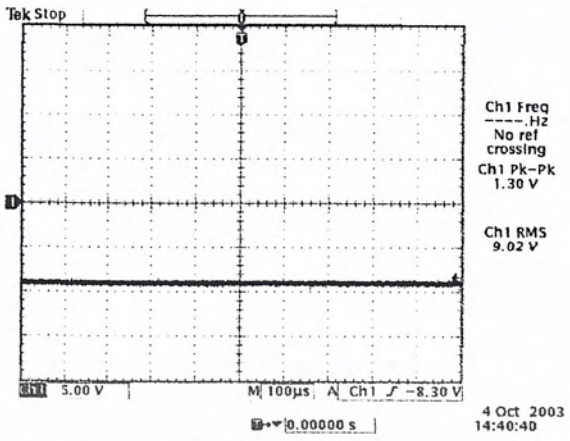


รูปที่ 4.5 สัญญาณเสียงที่ป้อนเข้าขา SPK ของโมเด็ม



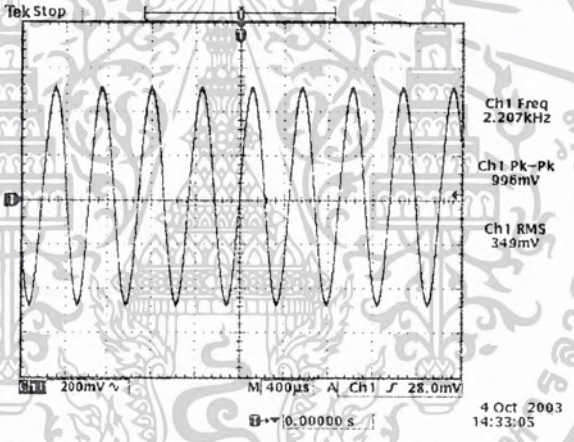
รูปที่ 4.6 สัญญาณที่วัดได้จากขา 8 ของไอซี TCM 3101

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

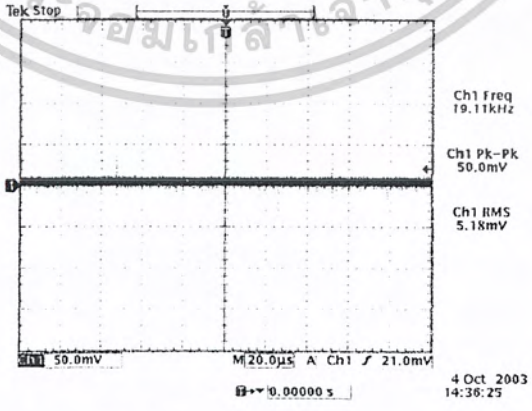


รูปที่ 4.7 สัญญาณที่วัดได้จากขา RXD ของวงจรโมเด็ม

- ป้อนสัญญาณเสียง(Sine Wave) ความถี่ประมาณ 2,200 Hz แรงดัน 1 Vp-p เข้าที่ขา SPKของวงจร จะได้ผลการทดลองดังรูปที่ 4.9 และรูปที่ 4.10

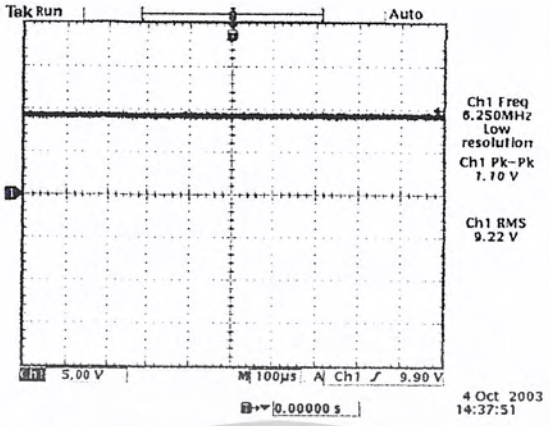


รูปที่ 4.8 สัญญาณเสียงที่ป้อนเข้าขา SPK ของโมเด็ม



รูปที่ 4.9 สัญญาณที่วัดได้จากขา 8 ของไอซี TCM 3101

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

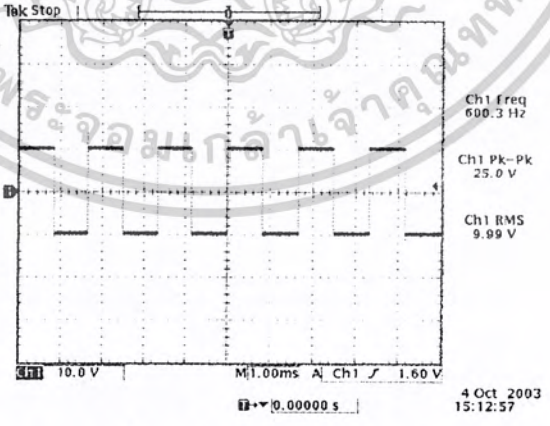


รูปที่ 4.10 สัญญาณที่วัดได้จากขา RXD ของโมเด็ม

จากผลการทดลองการรับสัญญาณของโมเด็ม พบว่าโมเด็มสามารถรับสัญญาณเสียงและแปลงออกมาให้อยู่ในรูปของระดับแรงดันที่ใช้ในมาตรฐาน RS-232 ซึ่งคอมพิวเตอร์สามารถแยกแยะข้อมูลได้

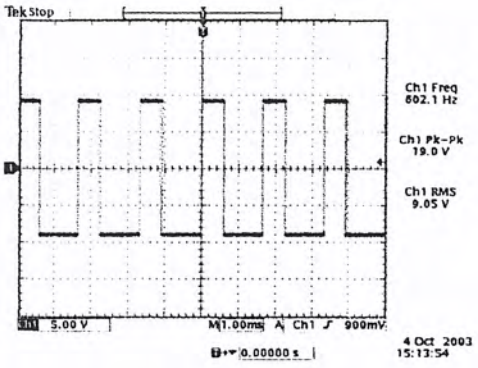
สำหรับการทดลองต่อไปจะเป็นการทดลองส่งข้อมูลผ่านจากโมเด็มตัวที่หนึ่งไปยังโมเด็มตัวที่สอง โดยการต่อสายสัญญาณถึงกันโดยตรง(ต่อสายจาก MIC ของโมเด็มตัวส่งไปยังขา SPK ของโมเด็มตัวรับ)

- ป้อนสัญญาณพัลซ์สี่เหลี่ยม(Square Wave) ซึ่งใช้แทนข้อมูลที่ส่งผ่านโมเด็ม ความถี่ประมาณ 600 Hz (หรืออัตราส่งข้อมูล 1200 บิตต่อวินาที) แรงดันประมาณ 10 โวลต์ เข้าที่ขา TXD ของโมเด็มตัวส่ง จากนั้นไปวัดค่าเอาต์พุตที่ขา RXD ของโมเด็มตัวรับ ได้ผลการทดลองดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.11 สัญญาณที่ป้อนเข้าขา TXD ของโมเด็มตัวส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

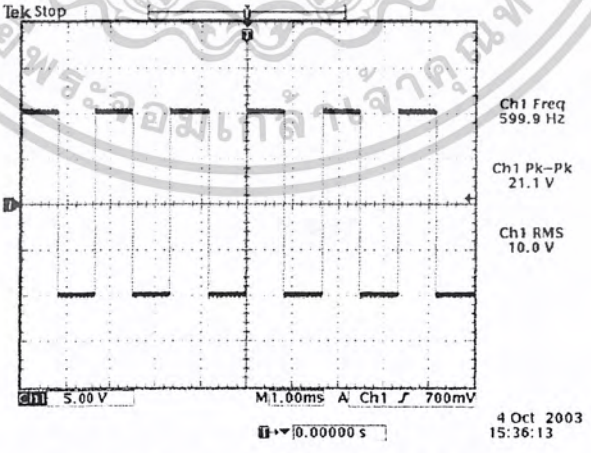


รูปที่ 4.12 รูปสัญญาณที่วัดได้จากขา RXD ของโมเด็มตัวรับ

จากผลการทดลองที่ผ่านมาปรากฏว่าเมื่อทำการส่งข้อมูลผ่านโมเด็มตัวที่หนึ่งไปยังโมเด็มตัวที่สอง ข้อมูลสามารถถอดออกมาได้ค่าที่คอมพิวเตอร์สามารถรับได้ เมื่อทดลองปรับความถี่ที่ป้อนเข้า จะพบว่าความถี่ของพัลซ์ที่เอาต์พุตจะเปลี่ยนไป ถ้าความถี่สูงเกินไปจะทำให้วงจรภาครับไม่สามารถแยกสัญญาณได้

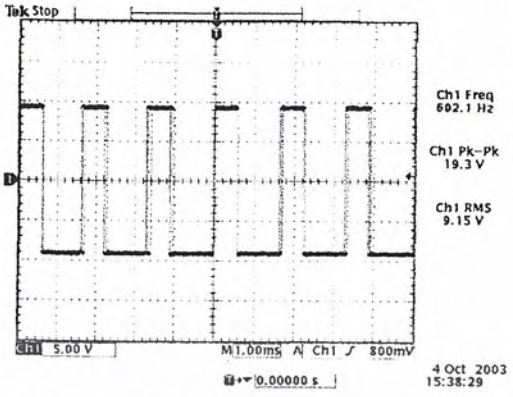
ในส่วนต่อไปจะเป็นการทดลองส่งข้อมูลผ่านแพ็คเก็ตโมเด็ม โดยข้อมูลจะถูกแปลงเป็นสัญญาณเสียงและส่งผ่านทางวิทยุรับส่งสมัครเล่น ใช้คลื่นความถี่ 145.00 MHz ต่อแจ็คไมค์และแจ็คลำโพงของโมเด็มแต่ละตัวเข้าที่วิทยุฯ จากนั้นทำการทดลอง

- ป้อนสัญญาณพัลซ์สี่เหลี่ยม(Square Wave) ซึ่งใช้แทนข้อมูลที่ส่งผ่านโมเด็ม ความถี่ประมาณ 600 Hz (หรืออัตราส่งข้อมูล 1200 บิตต่อวินาที) แรงดันประมาณ 10 โวลต์ เข้าที่ขา TXD ของโมเด็มตัวส่ง จากนั้นไปวัดค่าเอาต์พุตที่ขา RXD ของโมเด็มตัวรับ ได้ผลการทดลองดังรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.11 สัญญาณที่ป้อนเข้าขา TXD ของโมเด็มตัวส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 รูปสัญญาณที่วัดได้จากขา RXD ของโมเด็มตัวรับ

จากผลการทดลองที่ได้สามารถสรุปได้ว่า วงจรตอบสนองการทำงานได้ดี สามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง ต่อไปจะเป็นการทดลองการส่งข้อมูลจากคอมพิวเตอร์

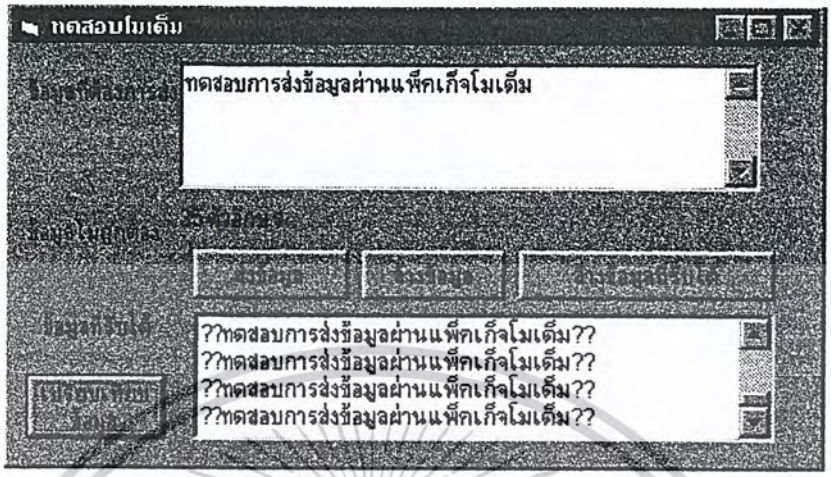
(4) เขียนโปรแกรมสำหรับทดสอบโมเด็มขึ้น ชื่อโปรแกรม TestModem สำหรับทดสอบการส่งข้อมูลผ่านโมเด็ม ตัวอย่างโปรแกรมจะอยู่ในภาคผนวก

(5) นำวิทยุสมัครเล่นสองเครื่องมาต่อเข้ากับโมเด็มเครื่องละหนึ่งตัว ตั้งความถี่ของวิทยุฯ เป็น 145.00 MHz

(6) ทำสายสัญญาณต่อจากพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ โดยต่อสายจากขา 2,3,5,7 ซึ่งเป็นขา RXD, TXD, GND และ RTS ตามลำดับมาเข้าที่โมเด็ม แล้ว Run โปรแกรม เราจะสังเกตได้ว่าเมื่อมีการส่งข้อมูลออกไป ที่หน้าจอของวิทยุฯที่ต่อกับโมเด็มตัวส่งข้อมูลจะมีขีดสัญญาณขึ้นแสดงว่าข้อมูลสามารถส่งออกอากาศไปได้

(7) จากการทดลองปรากฏว่า ในการส่งจะเกิดน้อยส์(Noise)ขึ้นในขณะที่กดคีย์และปล่อยคีย์(เป็นการชีอต MIC ด้วยค่าความต้านทาน 2.2 K เพื่อแทนการกดคีย์สำหรับพูดของวิทยุฯ) ทำให้เกิดตัวอักษรแปลกปลอมขึ้นมาที่ภาครับ แต่ข้อผิดพลาดนี้เราสามารถแก้ไขได้ด้วยการเขียนโปรแกรมดักจับข้อผิดพลาด สามารถศึกษาได้จากซอร์สโค๊ดในภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่4.5 ภาพแสดงผลการทดสอบโมเด็ม

จากผลการทดลองดังกล่าว สรุปได้ว่าสามารถนำวงจรแพ็คเก็ตโมเด็มที่ดัดแปลงแล้วนี้ไปใช้งานได้ โดยจะต้องเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมสั่งการ และกำจัดตัวอักษรแปลกปลอมที่เกิดจากน้อยส์ทิ้งไป

4.3 การทดสอบวงจรชุดควบคุมประตู

สำหรับวงจรชุดควบคุมประตูนี้ จะประกอบด้วยส่วนย่อยๆหลายส่วนมารวม ดังนั้นการทดสอบจึงต้องแยกทดสอบทีละส่วน ซึ่งจะทำการทดสอบบนโฟโต้บอร์ด โดยต่อวงจรตามรูปที่ 3.13 ทีละส่วน

วงจรสร้างสัญญาณเสียง

ในการทดลอง ได้เริ่มจากการต่อวงจรของชุดสร้างสัญญาณเสียงเป็นวงจรแรก ซึ่งหลักการในการสร้างสัญญาณเสียงจะเป็นไปอย่างง่ายๆ คือ การทำให้ทรานซิสเตอร์ทำงานและหยุดทำงานสลับกันไป ซึ่งช่วงเวลาในการทำงานหรือหยุดทำงานของทรานซิสเตอร์จะขึ้นอยู่กับฟังก์ชั่น DELAY ในโปรแกรม

จากการทดสอบผลปรากฏว่าสามารถสร้างสัญญาณเสียงได้ตามต้องการ ความถี่เสียงที่ได้จะขึ้นอยู่กับการหน่วงเวลาในฟังก์ชั่น DELAY ถ้าเพิ่มมีการหน่วงเวลามากเวลามาก ความถี่เสียงก็จะต่ำแต่ถ้าลดการหน่วงเวลาลง ความถี่เสียงก็จะสูงขึ้น ดังนั้นจึงสามารถปรับให้ได้เสียงที่ต้องการ ซึ่งเสียงที่ได้นี้จะนำไปเป็นเสียงตอบสนองการกดปุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรควบคุมโซลินอยด์

สำหรับการทดลองวงจรชุดควบคุมโซลินอยด์จะต้องใช้ความระมัดระวังเป็นอย่างมาก เนื่องจากโซลินอยด์ใช้แรงดันไฟ 12 โวลต์ในการทำงาน ถ้ามีการช็อตเกิดขึ้นในภายวงจรจะทำให้ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์เสียหายได้

การทำงานของวงจรนี้ จะประกอบด้วยทรานซิสเตอร์ต่อร่วมกัน 2 ตัว โดยทรานซิสเตอร์เบอร์ BC557 จะทำหน้าที่เป็นตัวไบอัสให้ทรานซิสเตอร์เบอร์ BD139 ทำงาน โซลินอยด์ก็จะทำงานด้วย ข้อสำคัญจะต้องมีการต่อไดโอดคร่อมโซลินอยด์ไว้ด้วย เพื่อป้องกันกระแสย้อนกลับที่เกิดจากสนามแม่เหล็กขยายตัว ซึ่งอาจจะทำให้ทรานซิสเตอร์เสียหายได้

จากการทดลองต่อวงจรชุดควบคุมโซลินอยด์ได้ผลการทดลองเป็นที่น่าพอใจ โซลินอยด์มีแรงดึงค่อนข้างมาก เพียงพอต่อการนำไปใช้งาน แรงดึงที่เกิดขึ้นนั้นจะขึ้นอยู่กับกระแสไบอัสที่ทรานซิสเตอร์ BC557 สามารถปรับได้โดยการเปลี่ยนแปลงค่า R ที่ต่ออยู่กับขาเบส (Base) ของทรานซิสเตอร์

การทดลองรับส่งข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์

ในการทดลองนี้จะทดสอบการส่งข้อมูลในรูปแบบของข้อความจากไมโครคอนโทรลเลอร์ไปยังคอมพิวเตอร์ โดยจะแบ่งการทดลองออกเป็น 3 แบบ คือ การส่งข้อความไปยังคอมพิวเตอร์ การส่งข้อความไปยังคอมพิวเตอร์และรอการตอบกลับ และการส่งข้อความไปยังคอมพิวเตอร์และรอการตอบกลับแบบอินเตอร์รัปต์ ซึ่งทั้งสามแบบสามารถใช้วงจรเดียวกันในการทดลองได้

จากการทดลองปรากฏว่า การส่งข้อมูลทั้ง 3 รูปแบบ สามารถรับส่งได้ถูกต้อง ข้อความที่ส่งออกไปจะอยู่ในส่วนที่เป็นเครื่องหมาย ‘ ’ ในโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ สำหรับโปรแกรมในการทดลองจะอยู่ในภาคผนวก

การทดลองการรับข้อมูลจากคีย์แพด

ในการทดลองนี้ จะเป็นการทดลองรับข้อมูลจากคีย์แพดและส่งออกทางพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อให้ไปแสดงผลที่คอมพิวเตอร์ ดังนั้นจะต้องเขียนโปรแกรมสำหรับรับข้อมูลและส่งข้อมูลออกไปยังพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์

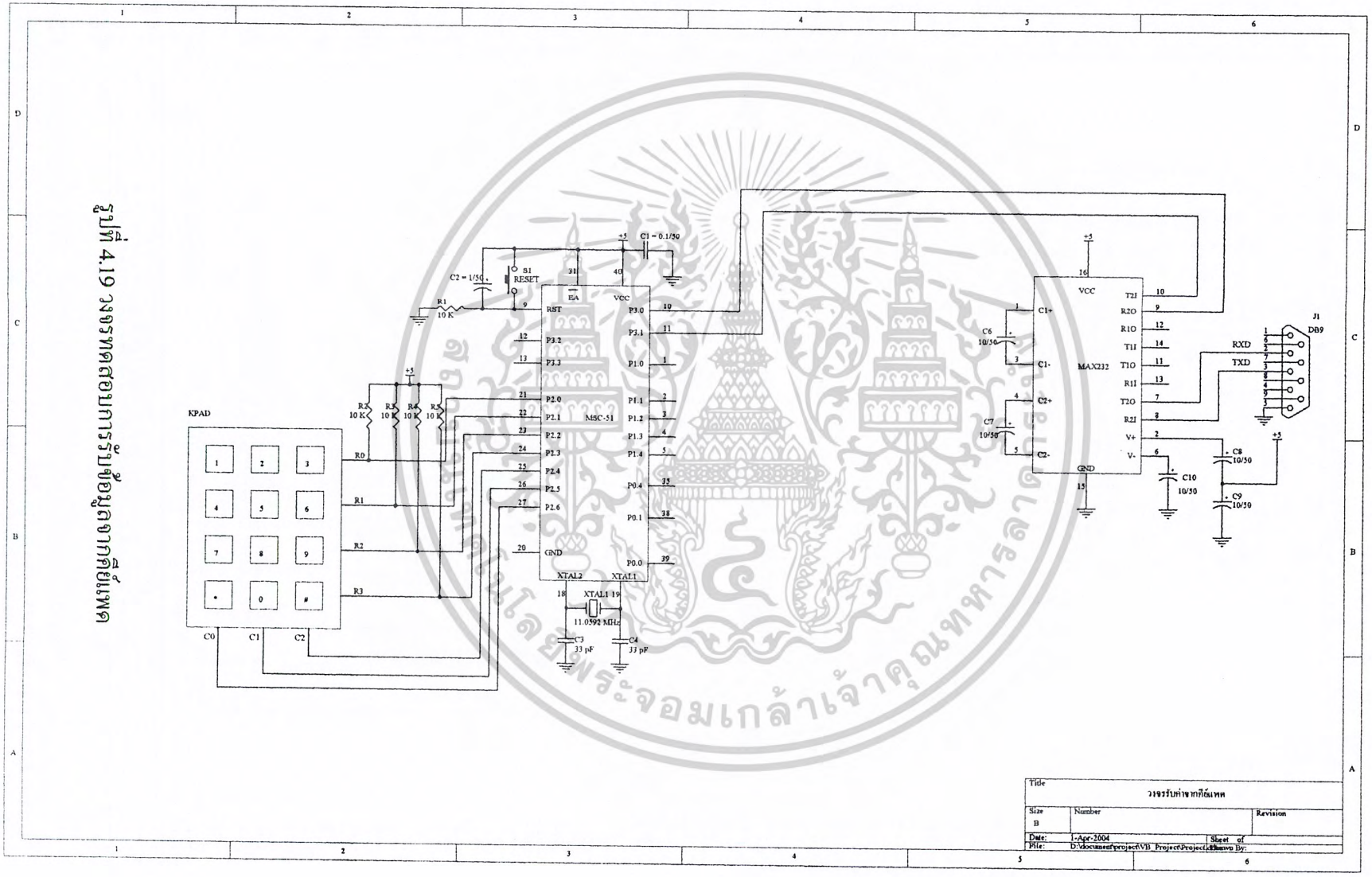
จากการทดลองผลปรากฏว่า ข้อมูลที่ได้รับมาสามารถส่งออกไปแสดงผลที่คอมพิวเตอร์ได้ โดยในโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์จะต้องมีการหน่วงเวลาในการตรวจสอบการกดปุ่ม มิฉะนั้นข้อมูลที่ส่งออกไปจะเป็นตัวเลขยาวติดๆกันมากเกินไป ส่วนของโปรแกรมสำหรับการทดลองจะอยู่ในภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.16 วงจรสร้างสัญญาณเสียงสำหรับผู้ใช้งานที่มีปัญหาทางการได้ยิน

รูปที่ 4.17 วงจรควบคุมการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงด้วยโซลินอยด์

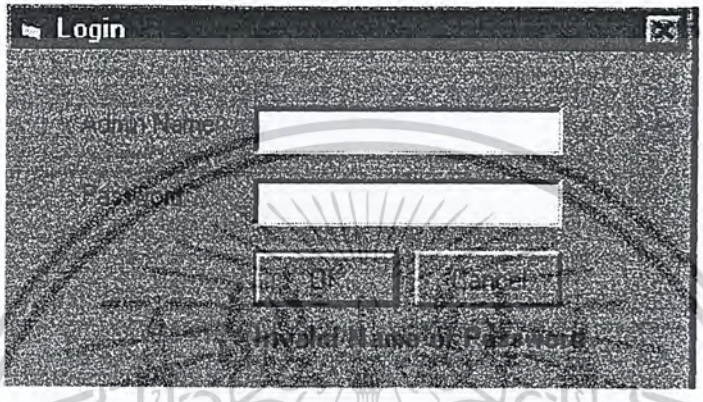
รูปที่ 4.18 วงจรแสดงอินเทอร์เฟสระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ MSC-51 กับพอร์ตอนุกรม



รูปที่ 4.19 วงจรแสดงการรับค่าจากคีย์แพด

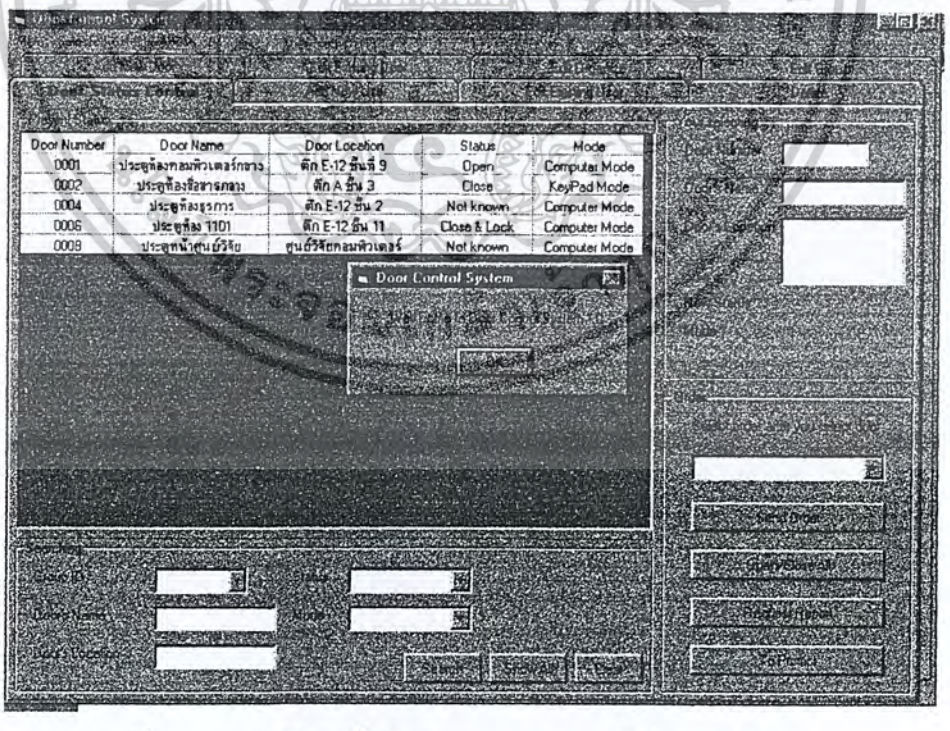
4.4 ผลการทดลองซอฟต์แวร์

ก่อนที่ผู้ดูแลระบบจะเข้าจัดการกับระบบได้จำเป็นจำต้องมีการล็อกอินก่อน เพื่อเป็นการป้องกันผู้ไม่มีสิทธิกับระบบมากระทำการใดต่อระบบ ถ้าการล็อกอินด้วยชื่อหรือรหัสผิดพลาด โปรแกรมจะขึ้นคำเตือนดังภาพที่ 4.20



รูปที่ 4.20 แสดงผลการล็อกอินที่ผิดพลาด

หลังจากที่ผู้ดูแลระบบสามารถเข้าสู่ระบบได้แล้ว จะปรากฏหน้าจอตามภาพที่ 4.21 ซึ่งในหน้าจอแรกจะแสดงข้อความต้อนรับ ผู้ดูแลระบบจะต้องกดปุ่มโอเคก่อนจึงจะเข้าใช้งานได้



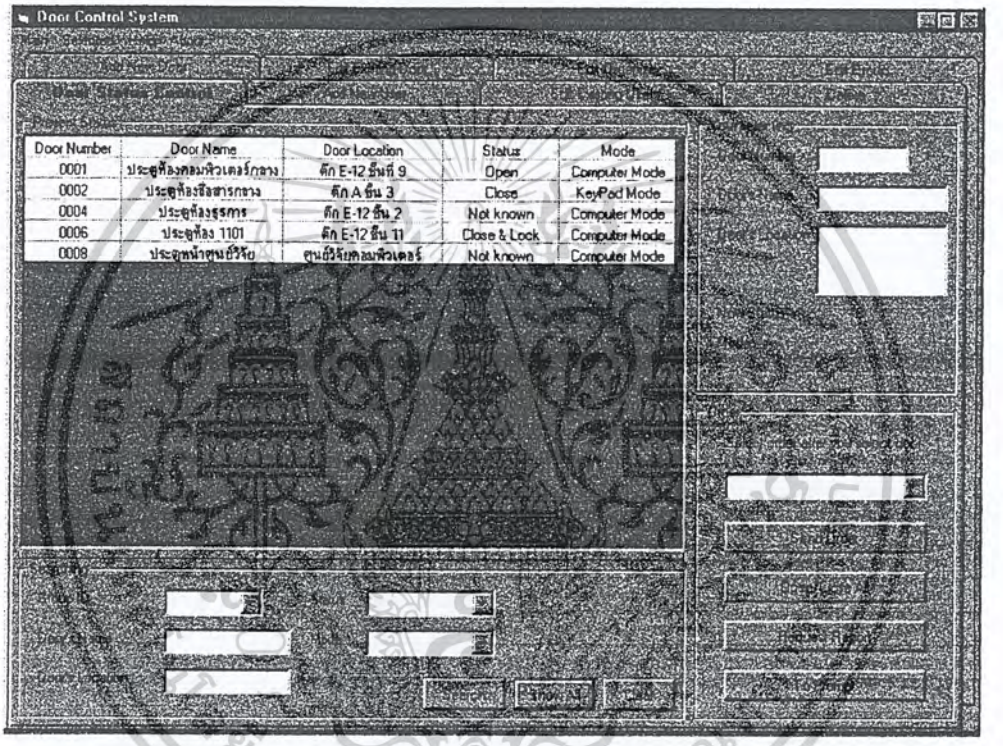
รูปที่ 4.21 ภาพหน้าจอเมื่อผู้ดูแลระบบสามารถเข้าสู่ระบบได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนหลักของโปรแกรมจะมีอยู่ 8 ส่วน ดังรูปที่ 4.21 ดังนั้นการทดสอบโปรแกรมก็จะเริ่มจากส่วนหลักๆของโปรแกรม โดยจะเริ่มจาก

4.4.1 ส่วนควบคุมและสั่งการประตูแต่ละจุด(Door Status Control)

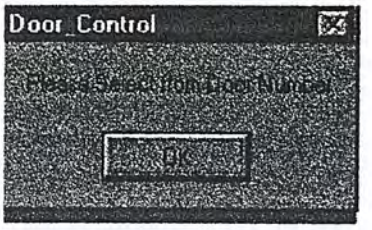
ในส่วนนี้ผู้ดูแลระบบจะสามารถควบคุมประตูได้ทุกประตูที่อยู่ในระบบ โดยจะแบ่งหน้าจอการแสดงผลออกเป็น 4 ส่วน คือ ส่วนแสดงรายชื่อประตู ส่วนการค้นหาประตู ส่วนแสดงให้เป็นว่าได้เลือกประตูใด และส่วนของการจัดการกับประตูที่เลือกไว้ ดังรูปที่ 4.22



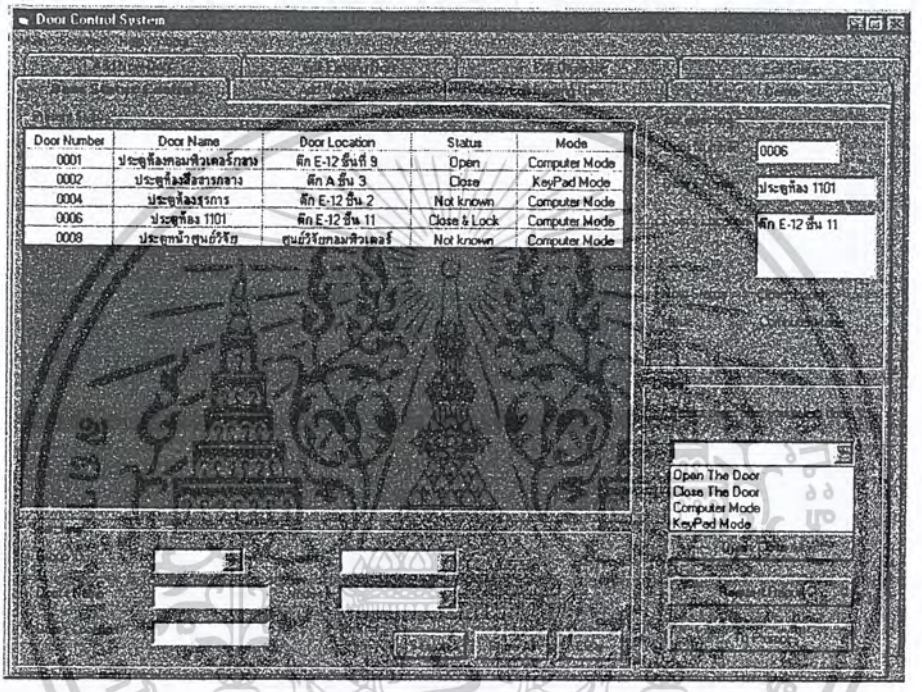
รูปที่ 4.22 แสดงรายละเอียดของส่วนควบคุมและสั่งการประตู

จากรูปที่ 4.22 ในส่วนที่แสดงรายชื่อประตูนั้นได้มีการกำหนดให้สามารถเลือกประตูที่ต้องการมากระทำการใดๆ ได้จากการคลิ๊กที่หมายเลขของประตู ถ้าคลิ๊กในตำแหน่งอื่นจะขึ้นคำเตือนดังรูปที่ 4.23 แต่ถ้าคลิ๊กในตำแหน่งที่ถูกต้องจะมีข้อมูลของประตูขึ้นในส่วนแสดงผลการเลือกดังรูปที่ 4.24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

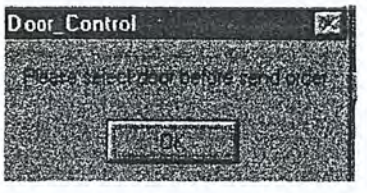


รูปที่ 4.23 ข้อความเตือนเมื่อมีการคลิ๊กผิดตำแหน่ง



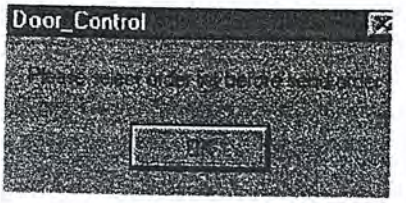
รูปที่ 4.24 ภาพหน้าจอเมื่อคลิ๊กถูกตำแหน่ง

จากรูปที่ 4.24 เมื่อเลือกได้ถูกตำแหน่ง โปรแกรมจะแสดงข้อมูลของประตูที่ถูกเลือกให้เห็น และผู้ดูแลระบบสามารถจัดการกับประตูได้โดยการเลือกคำสั่งที่อยู่ในรายการดังรูป ถ้าไม่มีการเลือกประตูแล้วกดที่ปุ่มส่งคำสั่งก็จะขึ้นข้อความเตือนดังรูปที่ 4.25 หรือถ้าเลือกประตูแล้วแต่ยังไม่เลือกคำสั่งแล้วกดปุ่มส่งคำสั่งก็จะขึ้นข้อความเตือนดังรูปที่ 4.26



รูปที่ 4.25 ข้อความเตือนให้เลือกประตูก่อนกดปุ่มส่งคำสั่ง

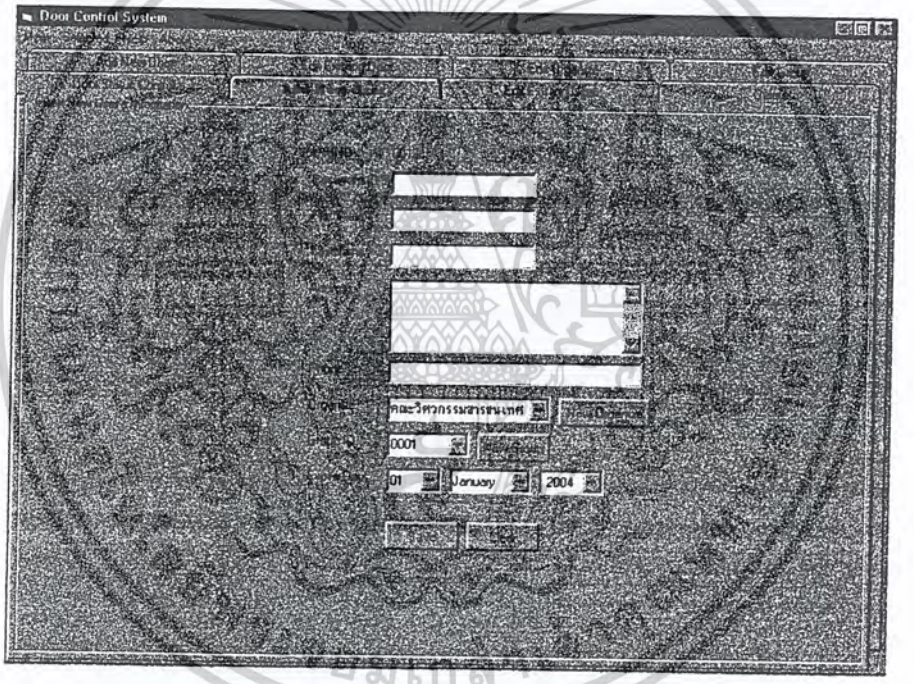
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.26 ข้อความเตือนให้เลือกคำสั่งก่อนกดปุ่มส่งคำสั่ง

4.4.2 ส่วนเพิ่มชื่อผู้มีสิทธิผ่านประตูเข้าระบบ

ในส่วนนี้จะมีการสร้างหมายเลขประจำตัวให้กับผู้ใช้โดยอัตโนมัติ ซึ่งหมายเลขประจำตัวนี้จะนำไปประกอบกับรหัสที่ตั้งขึ้นเพื่อใช้เป็นรหัสผ่านเข้าสู่ระบบ



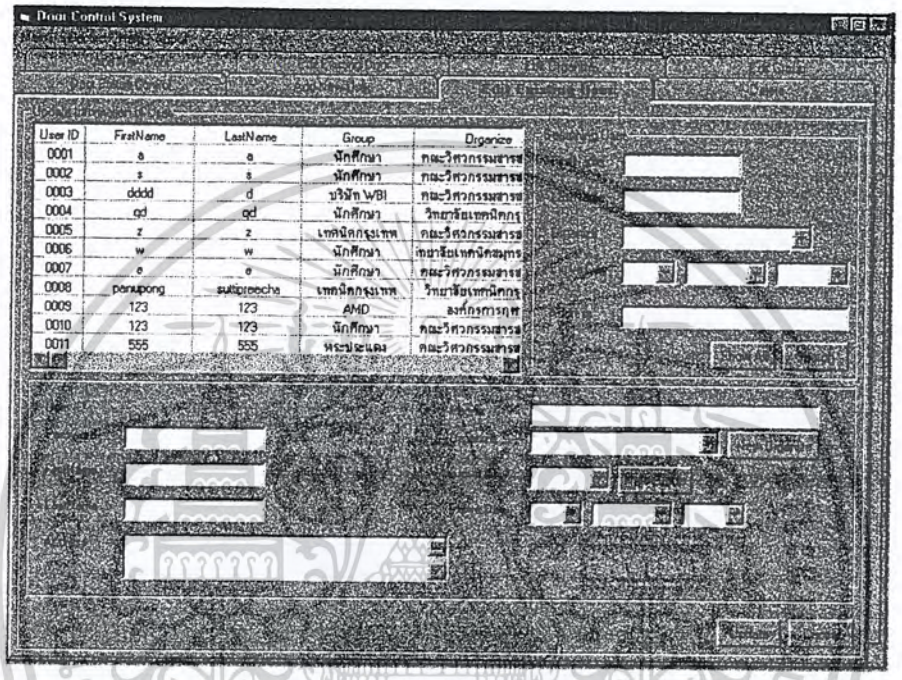
รูปที่ 4.27 หน้าจอสำหรับการเพิ่มชื่อผู้มีสิทธิเข้าสู่ระบบ

ในส่วนนี้จะมีข้อบังคับคือ รหัสของผู้ใช้จะต้องเป็นตัวเลขเท่านั้น เพราะจะต้องใช้ในการกดคีย์แพดที่ประตูและจะต้องมี 4 ตัวอักษร ถ้าใส่รหัสไม่ตรงตามเงื่อนไขก็จะไม่สามารถใส่รหัสได้ นอกจากนี้ จะมีการบังคับใส่ชื่อ นามสกุล และที่อยู่ด้วย มิฉะนั้นจะไม่สามารถเพิ่มชื่อผู้มีสิทธิเข้าสู่ระบบได้ ในส่วนของวันหมดอายุของผู้ใช้คนนี้จะมีการตรวจสอบไม่ให้น้อยกว่าวันที่ปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.3 ส่วนแก้ไขข้อมูลของผู้มีสิทธิเข้าประตู

ในส่วนนี้ผู้ดูแลระบบจะสามารถจัดการแก้ไขเปลี่ยนแปลงข้อมูลของผู้ใช้ระบบได้ ซึ่งรายละเอียดข้อบังคับจะเหมือนกับส่วนของการเพิ่มข้อมูลผู้ใช้เข้าสู่ระบบ แต่จะมีส่วนบังคับเพิ่มเติมคือจะต้องมีการเลือกผู้ใช้ขึ้นมาก่อนที่จะทำการแก้ไขข้อมูลของผู้ใช้นั้นๆ



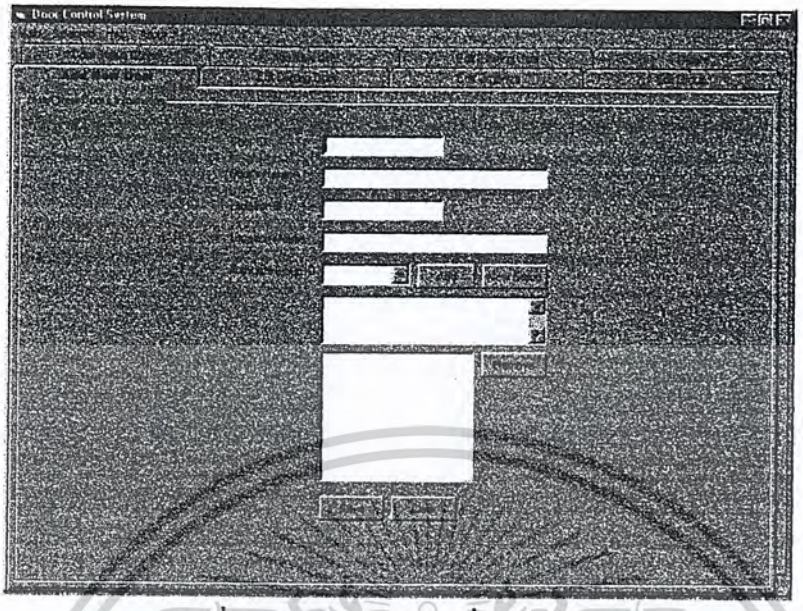
รูปที่ 4.28 ส่วนสำหรับแก้ไขข้อมูลของผู้มีสิทธิผ่านประตู

4.4.4 ส่วนสำหรับเพิ่มรายชื่อของประตูเข้าสู่ระบบ

ในส่วนนี้จะเพิ่มรายชื่อของประตูที่ได้ติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมเข้าสู่ระบบ โดยมีส่วนที่สำคัญคือ หมายเลขของประตูและสถานที่จะเป็นคีย์หลักที่ซ้ำพร้อมกันไม่ได้ และจะบังคับให้ใส่ข้อมูลให้ครบ 4 อย่างคือ หมายเลขของประตู ชื่อประตู หมายเลขสถานที่(ตึก) ชื่อสถานที่ ส่วนข้อมูลอื่นจะสามารถปรับเพิ่มได้ในภายหลัง

ในส่วนการเพิ่มกลุ่มผู้มีสิทธิสำหรับประตูนี้จะสามารถเพิ่มได้มากตามที่ต้องการ โดยเมื่อเลือกหมายเลขของกลุ่มแล้ว จะแสดงชื่อของกลุ่มออกมา จากนั้นเมื่อกดปุ่มเพิ่ม ชื่อกลุ่มก็จะเพิ่มเข้าสู่รายการ

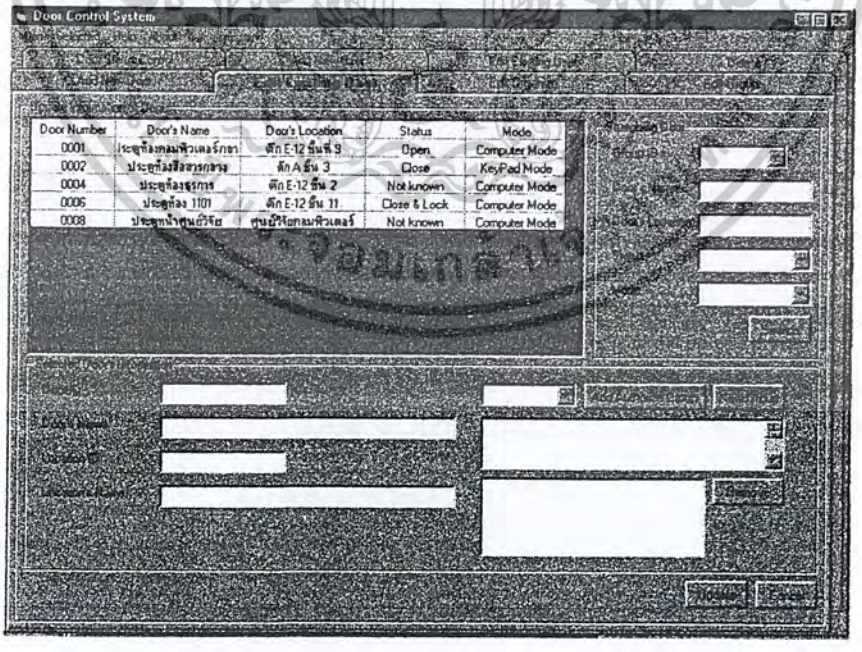
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.29 หน้าจอสำหรับเพิ่มประตูเข้าสู่ระบบ

4.4.5 ส่วนสำหรับแก้ไขข้อมูลของประตู

ในส่วนนี้ผู้ดูแลระบบจะต้องเลือกประตูขึ้นมาก่อน จึงจะสามารถแก้ไขข้อมูลของประตูนั้นๆได้ ถ้าไม่มีการเลือกประตูแต่กดปุ่มแก้ไข ก็จะมีข้อความเตือนขึ้นมาให้เลือกประตูก่อน ส่วนข้อบังคับอื่นๆจะเหมือนกับหน้าจอสำหรับเพิ่มชื่อประตูเข้าสู่ระบบ

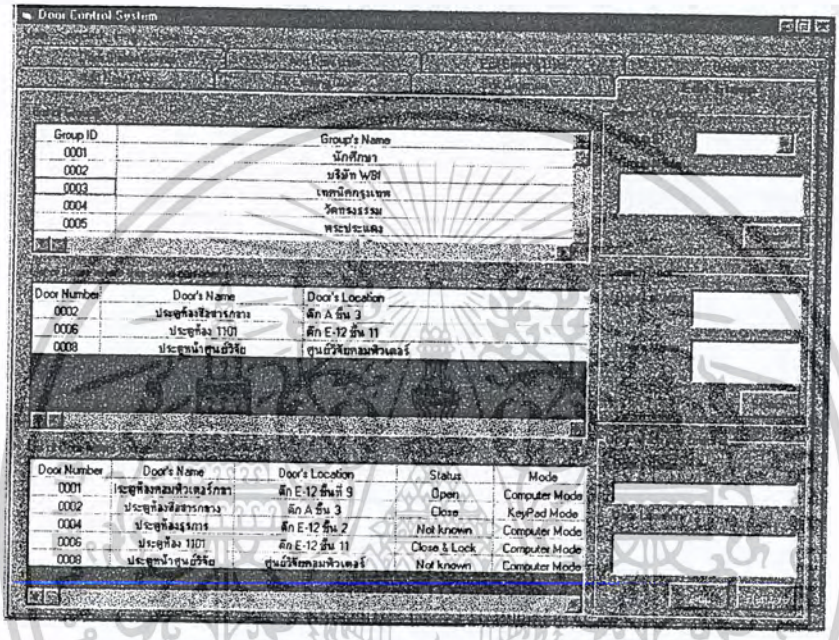


รูปที่ 4.30 หน้าจอสำหรับแก้ไขข้อมูลของประตู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.6 ส่วนสำหรับแก้ไขข้อมูลกลุ่มผู้ใช้

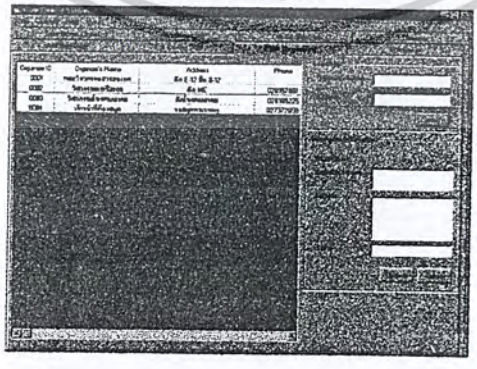
ในส่วนนี้ ผู้ดูแลระบบสามารถจัดการสิทธิการเข้าประตูของแต่ละกลุ่มได้ว่ากลุ่มใด มีสิทธิเข้าประตูใดบ้าง สามารถเพิ่มลดรายชื่อประตูที่กลุ่มนั้นๆมีสิทธิเข้าได้ การเลือกชื่อกลุ่ม ชื่อประตู จะต้องเลือกจากหมายเลขของกลุ่ม หรือหมายเลขของประตูเท่านั้น ลักษณะของส่วนนี้จะเป็นดังรูปที่ 4.31



รูปที่ 4.31 หน้าจอสำหรับแก้ไขกลุ่ม

4.4.7 ส่วนสำหรับแก้ไขข้อมูลขององค์กร

ในส่วนนี้ผู้ดูแลระบบจะสามารถค้นหาและแก้ไขข้อมูลขององค์กรต่างๆที่ผู้ใช้สังกัดได้ ซึ่งในส่วนนี้จะมีเพียงข้อบังคับให้เลือกข้อมูลก่อนเท่านั้น ดังรูปที่ 4.32

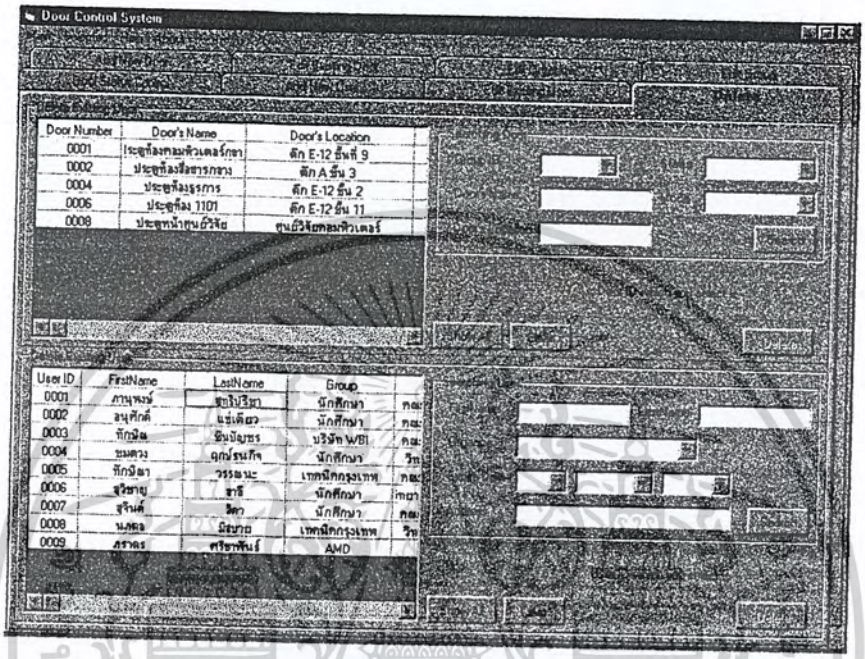


รูปที่ 4.32 หน้าจอสำหรับแก้ไขข้อมูลขององค์กร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.8 ส่วนสำหรับการลบข้อมูล

ในส่วนนี้ผู้ดูแลระบบสามารถที่จะลบรายชื่อของประตูหรือผู้ใช้ที่ไม่ต้องการออกจากระบบได้ โดยจะต้องเลือกข้อมูลจากหมายเลขประตูหรือหมายเลขของผู้มีสิทธิเท่านั้น



รูปที่ 4.33 หน้าจอสำหรับการลบข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปการพัฒนาโครงงาน

จากการพัฒนาโครงงานระบบควบคุมการเปิด-ปิดประตูระยะไกลแบบไร้สาย ที่ได้พัฒนามาตลอดปีการศึกษานี้ ทำให้ผู้พัฒนาได้รับประโยชน์ในด้านความรู้ต่างๆที่ต้องค้นคว้ามาทำโครงงานนี้ และก็ได้เจอปัญหาต่างๆในการทำงานที่หลากหลาย ซึ่งหลายปัญหาเป็นสิ่งที่ไม่ได้คาดคิดมาก่อน ในเนื้อหาบทนี้จะสรุปปัญหาต่างๆที่เกิดจากการทำโครงงานนี้ และประโยชน์ที่ได้รับ พร้อมทั้งแนวทางในการพัฒนาโครงงานนี้ต่อไป

5.1 ปัญหาที่เกิดขึ้น

ในส่วนของปัญหาที่พบจากการพัฒนาโครงงาน สรุปได้ดังนี้

5.1.1 ปัญหาความพร้อมในเรื่องอุปกรณ์

เนื่องจากโครงงานนี้เป็นโครงงานที่ผสานกันระหว่างฮาร์ดแวร์กับซอฟต์แวร์ ดังนั้นเมื่อทางกลุ่มผู้พัฒนาได้เลือกอาจารย์ด้านซอฟต์แวร์เป็นที่ปรึกษาจึงขาดอาจารย์ที่ปรึกษาด้านฮาร์ดแวร์ ซึ่งทำให้ประสบปัญหาพอสมควรเนื่องจากห้องซอฟต์แวร์จะไม่มีอุปกรณ์สำหรับทำโปรเจ็คท์ด้านฮาร์ดแวร์ จึงต้องไปใช้อุปกรณ์ที่อื่น ซึ่งเป็นเรื่องที่ค่อนข้างลำบากในการทำงาน

5.1.2 ปัญหาเรื่องการซื้ออุปกรณ์

ในการเลือกซื้ออุปกรณ์นั้น ในช่วงแรกผู้พัฒนายังขาดประสบการณ์ในการเลือกซื้อและอุปกรณ์บางอย่างต้องซื้อมาสำหรับทดลองเพื่อค้นคว้าหาวิธีในการทำ ดังนั้นจึงทำให้เกิดความสิ้นเปลืองค่อนข้างมาก ซึ่งเป็นปัญหาที่ต่อเนื่องมาจากการขาดอาจารย์ที่ปรึกษาด้านฮาร์ดแวร์

5.1.3 ปัญหาในเรื่องอุปกรณ์เฉพาะบางอย่าง

ในโครงงานนี้จำเป็นต้องใช้วิทยุรับส่งสมัครเล่นในการทดลอง ซึ่งทางผู้พัฒนาต้องขอใช้จากที่อื่นเพื่อนำมาทดลอง จึงทำให้เกิดความล่าช้าในการทดลองค่อนข้างมาก

5.1.4 การเกิดสัญญาณรบกวน

ในการทดลองที่เกี่ยวกับความถี่นั้น สิ่งหนึ่งที่หลีกเลี่ยงได้ยากก็คือ สัญญาณรบกวน ซึ่งจากการทดลองที่ผ่านมา ปรากฏว่าเกิดปัญหาอย่างที่คิด แต่ทางผู้พัฒนาก็สามารถแก้ปัญหานี้ผ่านไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ประโยชน์ที่ได้รับจากการพัฒนาโครงงาน

เนื่องจากในการพัฒนาโครงงาน จำเป็นต้องมีการศึกษาค้นคว้าความรู้ต่างๆที่จะมาทำโครงงานให้สำเร็จ อีกทั้งยังต้องแก้ปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นมา จึงทำให้ผู้พัฒนาได้รับประโยชน์ต่าง ดังนี้

5.2.1 ความรู้ในเรื่องวงจรอิเล็กทรอนิกส์

ในการพัฒนาโครงงานนี้ขึ้นมา ผู้พัฒนาจำเป็นจะต้องนำความรู้ต่างๆที่ได้เคยศึกษามา และหาความรู้เพิ่มเติมมาใช้ในการพัฒนาโครงงาน ซึ่งถือเป็น บททดสอบที่ดี และคาดว่าความรู้ที่ได้รับในส่วนนี้จะสามารถนำไปใช้ในการประกอบอาชีพในอนาคตได้อีกด้วย

5.2.2 ความรู้ทางด้านการโปรแกรม

ในโครงงานนี้มีการเขียนโปรแกรมทั้งบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ และบน ไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังนั้น ผู้พัฒนาจึงต้องศึกษาค้นคว้าถึงวิธีการเขียน พร้อมทั้งเขียนโปรแกรมออกมาให้ได้ จึงเป็นการเพิ่มทักษะการเขียนโปรแกรม การวางลำดับโครงสร้างของการเขียนโปรแกรม ทั้งยังรวมไปถึงการออกแบบและใช้งานฐานข้อมูล ซึ่งความรู้ด้านนี้ถือว่ามีความจำเป็นค่อนข้างมากสำหรับผู้ที่มีแนวโน้มว่าจะทำงานด้านที่เกี่ยวกับซอฟต์แวร์

5.2.3 การทำงานร่วมกัน

สิ่งหนึ่งที่สำคัญที่สุดสำหรับนักศึกษาที่กำลังจะจบ และจะต้องออกไปประกอบอาชีพร่วมกับผู้อื่นก็คือ ทักษะการทำงานร่วมกัน บุคคลที่จะทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ดีจะต้องรู้จักวางตัวให้ถูกต้อง มีความรับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย พร้อมทั้งให้ความช่วยเหลือซึ่งกันและกัน จึงจะทำให้งานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

5.3 แนวทางในการพัฒนาต่อ

ในการพัฒนาโครงงานที่ผ่านมา ยังพบว่ามีข้อบกพร่องหลายอย่างที่ต้องทำการปรับปรุง ซึ่งทางผู้พัฒนาไม่ได้ทำในบางส่วน อันเนื่องมาจากเหตุผลหลักคือ เรื่องเงินทุนในการพัฒนา ซึ่งส่วนต่างๆที่ควรจะปรับปรุงหรือพัฒนาต่อมีดังนี้

5.3.1 ในส่วนของคีย์แพด

ในการนำไปใช้งานจริงนั้น ควรจะใช้เป็นบัตรสมาร์ทการ์ดหรือบัตรแถบแม่เหล็ก ซึ่งเหมาะสมกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.2 ระบบการเตือนภัย

ระบบการเตือนภัยจริงๆ จะต้องมีประสิทธิภาพมากกว่านี้ ซึ่งในโครงงานนี้จะใช้การเตือนภัยแค่เบื้องต้นคือ เป็นเสียงไซเรนและไฟกระพริบ เพื่อแสดงให้เห็นเท่านั้น

5.3.3 การออกแบบโปรแกรม

ปรับปรุงให้โปรแกรมดูใช้งานง่ายขึ้น เพิ่มฟังก์ชั่นการทำงานต่าง เช่น การแสดงผลในรูปแบบต่างๆ เป็นต้น

5.3.4 ขนาดของกล่องอุปกรณ์ต่างๆ

ควรจะออกแบบให้เล็กลงกว่านี้ แต่เนื่องจากโครงงานนี้จัดว่าเป็นการทดลองโดยไม่มีต้นแบบดังนั้น งานที่ออกมาจึงอาจจะยังไม่สมบูรณ์มากนัก

5.3.5 ระบบการจ่ายไฟ

ในเรื่องการจ่ายไฟสำหรับเลี้ยงวงจร ควรจะทำเป็นวงจรแปลงไฟเพิ่มขึ้นภายในกล่องอุปกรณ์โดยไม่จำเป็นต้องใช้หม้อแปลง ซึ่งจะทำให้โครงงานดูเป็นมาตรฐานสำหรับใช้งานจริงได้มากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล,ชัยวัฒน์ลิ้มพรจิตรวิไล,เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบ แฟลช ฉบับ AT89C5X ของ Atmel ,บริษัทอินโนโวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด

2. วิชเยนต์ ตรีธารทิพย์วิกุล ,Packet Radio Hand Book คู่มือ การประกอบ WT 1200 Modem Racket Radio (Baycom Compatable) ,มีนาคม 2542

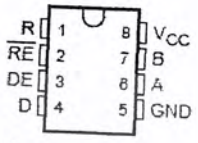
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

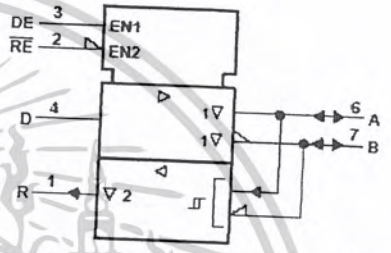
Data sheet IC SN75176B (Differential Bus Transceivers)

- Bidirectional Transceivers
- Meet or Exceed the Requirements of ANSI Standards EIA/TIA-422-B and RS-485 and ITU Recommendations V.11 and X.27
- Designed for Multipoint Transmission on Long Bus Lines in Noisy Environments
- 3-State Driver and Receiver Outputs
- Individual Driver and Receiver Enables
- Wide Positive and Negative Input/Output Bus Voltage Ranges
- Driver Output Capability . . . ±60 mA Max
- Thermal Shutdown Protection
- Driver Positive and Negative Current Limiting
- Receiver Input Impedance . . . 12 kΩ Min
- Receiver Input Sensitivity . . . ±200 mV
- Receiver Input Hysteresis . . . 50 mV Typ
- Operate From Single 5-V Supply

D OR P PACKAGE
(TOP VIEW)



logic symbol†

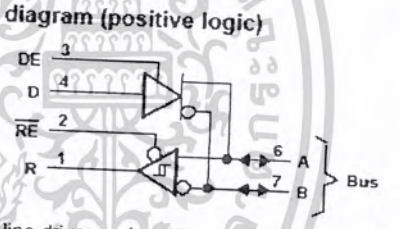


† This symbol is in accordance with ANSI/IEEE Std 91-1984 and IEC Publication 617-12.

description

The SN65176B and SN75176B differential bus transceivers are monolithic integrated circuits designed for bidirectional data communication on multipoint bus transmission lines. They are designed for balanced transmission lines and meet ANSI Standards EIA/TIA-422-B and RS-485 and ITU Recommendations V.11 and X.27.

logic diagram (positive logic)



The SN65176B and SN75176B combine a 3-state differential line driver and a differential input line receiver, both of which operate from a single 5-V power supply. The driver and receiver have active-high and active-low enables, respectively, that can be externally connected together to function as a direction control. The driver differential outputs and the receiver differential inputs are connected internally to form differential input/output (I/O) bus ports that are designed to offer minimum loading to the bus whenever the driver is disabled or V_{CC} = 0. These ports feature wide positive and negative common-mode voltage ranges making the device suitable for party-line applications.

Function Tables

DRIVER

INPUT D	ENABLE DE	OUTPUTS A	OUTPUTS B
H	H	H	L
L	H	L	H
X	L	Z	Z

RECEIVER

DIFFERENTIAL INPUTS A – B	ENABLE $\overline{RE}$	OUTPUT R
$V_{ID} \geq 0.2$ V	L	H
-0.2 V < V_{ID} < 0.2 V	L	?
$V_{ID} \leq -0.2$ V	L	L
X	H	Z
Open	L	H

H = high level, L = low level, ? = indeterminate, X = irrelevant, Z = high impedance (off)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

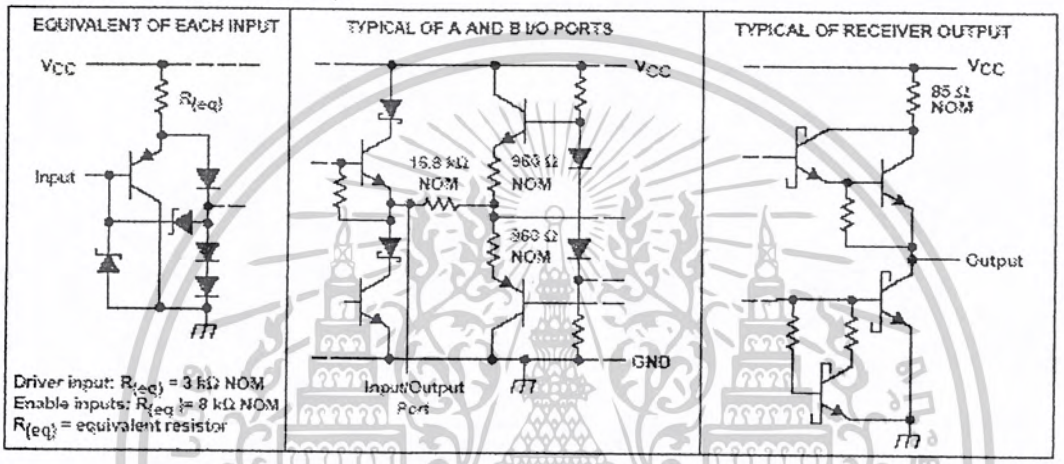
description (continued)

The driver is designed for up to 60 mA of sink or source current. The driver features positive- and negative-current limiting and thermal shutdown for protection from line-fault conditions. Thermal shutdown is designed to occur at a junction temperature of approximately 150°C. The receiver features a minimum input impedance of 12 kΩ, an input sensitivity of ±200 mV, and a typical input hysteresis of 50 mV.

The SN65176B and SN75176B can be used in transmission line applications employing the SN75172 and SN75174 quadruple differential line drivers and SN75173 and SN75175 quadruple differential line receivers.

The SN65176B is characterized for operation from −40°C to 105°C and the SN75176B is characterized for operation from 0°C to 70°C.

schematics of inputs and outputs



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

Supply voltage, V_{CC} (see Note 1) ..... 7 V
Voltage range at any bus terminal ..... −10 V to 15 V
Enable input voltage, V_I ..... 5.5 V
Continuous total power dissipation ..... See Dissipation Rating Table
Operating free-air temperature range, T_A: SN65176B ..... −40°C to 105°C
SN75176B ..... 0°C to 70°C
Storage temperature range, T_{stg} ..... −65°C to 150°C
Lead temperature 1,6 mm (1/16 inch) from case for 10 seconds ..... 260°C

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

NOTE 1: All voltage values, except differential input/output bus voltage, are with respect to network ground terminal.

DISSIPATION RATING TABLE

PACKAGE	$T_A \le 25°C$ POWER RATING	DERATING FACTOR ABOVE $T_A = 25°C$	$T_A = 70°C$ POWER RATING	$T_A = 105°C$ POWER RATING
D	725 mW	5.8 mW/°C	464 mW	261 mW
P	1190 mW	9.8 mW/°C	704 mW	396 mW

recommended operating conditions

		MIN	TYP	MAX	UNIT
Supply voltage, V_{CC}		4.75	5	5.25	V
Voltage at any bus terminal (separately or common mode), V_I or V_{IC}				12	V
				−7	
High-level input voltage, V_{IH}	D, DE, and $\overline{RE}$	2			V
Low-level input voltage, V_{IL}	D, DE, and $\overline{RE}$			0.8	V
Differential input voltage, V_{ID} (see Note 2)				±12	V
High-level output current, I_{OH}	Driver			−60	mA
	Receiver			−400	µA
Low-level output current, I_{OL}	Driver			60	mA
	Receiver			8	
Operating free-air temperature, T_A	SN65176B	−40		105	°C
	SN75176B	0		70	

NOTE 2: Differential input/output bus voltage is measured at the noninverting terminal A with respect to the inverting terminal B.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DRIVER SECTION

electrical characteristics over recommended ranges of supply voltage and operating free-air temperature (unless otherwise noted)

PARAMETER		TEST CONDITIONS†		MIN	TYP‡	MAX	UNIT
V_{IK}	Input clamp voltage	$I_I = -18$ mA				−1.5	V
V_O	Output voltage	$I_O = 0$		0		6	V
$\|V_{OD1}\|$	Differential output voltage	$I_O = 0$		1.5	3.6	6	V
$\|V_{OD2}\|$	Differential output voltage	$R_L = 100\ \Omega$, See Figure 1		1/2 V_{OD1} or 2¶			V
		$R_L = 54\ \Omega$, See Figure 1		1.5	2.6	6	V
V_{OD3}	Differential output voltage	See Note 4		1.5		6	V
$\Delta\|V_{OD}\|$	Change in magnitude of differential output voltage§	$R_L = 54\ \Omega$ or $100\ \Omega$, See Figure 1				±0.2	V
V_{OC}	Common-mode output voltage					+3 −1	V
$\Delta\|V_{OC}\|$	Change in magnitude of common-mode output voltage§					±0.2	V
I_O	Output current	Output disabled, See Note 3	$V_O = 12$ V			1	mA
			$V_O = -7$ V			−0.8	
I_{IH}	High-level input current	$V_I = 2.4$ V				20	µA
I_{IL}	Low-level input current	$V_I = 0.4$ V				−400	µA
I_{OS}	Short-circuit output current	$V_O = -7$ V				−250	mA
		$V_O = 0$				−150	
		$V_O = V_{CC}$				250	
		$V_O = 12$ V				250	
I_{CC}	Supply current (total package)	No load	Outputs enabled		42	70	mA
			Outputs disabled		26	35	

† The power-off measurement in ANSI Standard EIA/TIA-422-B applies to disabled outputs only and is not applied to combined inputs and outputs.
‡ All typical values are at $V_{CC} = 5$ V and $T_A = 25°C$.
§ $\Delta|V_{OD}|$ and $\Delta|V_{OC}|$ are the changes in magnitude of V_{OD} and V_{OC}, respectively, that occur when the input is changed from a high level to a low level.
¶ The minimum V_{OD2} with a 100-Ω load is either 1/2 V_{OD1} or 2 V, whichever is greater.
NOTES: 3. See ANSI Standard RS-485 Figure 3.5 Test Termination Measurement 2.
4. This applies for both power on and off; refer to ANSI Standard RS-485 for exact conditions. The EIA/TIA-422-B limit does not apply for a combined driver and receiver terminal.

switching characteristics, $V_{CC} = 5$ V, $R_L = 110\ \Omega$, $T_A = 25°C$ (unless otherwise noted)

PARAMETER		TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
$t_{d(OD)}$	Differential-output delay time	$R_L = 54\ \Omega$, See Figure 3		15	22	ns
$t_{t(OD)}$	Differential-output transition time			20	30	ns
t_{PZH}	Output enable time to high level	See Figure 4		85	120	ns
t_{PZL}	Output enable time to low level	See Figure 5		40	60	ns
t_{PHZ}	Output disable time from high level	See Figure 4		150	200	ns
t_{PLZ}	Output disable time from low level	See Figure 5		20	30	ns

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SYMBOL EQUIVALENTS

DATA SHEET PARAMETER	EIA/TIA-422-B	RS-485
V_O	V_{oa}, V_{ob}	V_{oa}, V_{ob}
$\|V_{OD1}\|$	V_o	V_o
$\|V_{OD2}\|$	V_t (R_L = 100 Ω)	V_t (R_L = 54 Ω)
$\|V_{OD3}\|$		V_t (Test Termination Measurement 2)
$\Delta\|V_{OD}\|$	$\|V_t\| - \|\overline{V}_t\|$	$\|V_t\| - \|\overline{V}_t\|$
V_{OC}	$\|V_{os}\|$	$\|V_{os}\|$
$\Delta\|V_{OC}\|$	$\|V_{os} - \overline{V}_{os}\|$	$\|V_{os} - \overline{V}_{os}\|$
$I_{O(Z)}$	I_{xa}, I_{xb}	
I_O	I_{xa}, I_{xb}	I_a, I_b

RECEIVER SECTION

electrical characteristics over recommended ranges of common-mode input voltage, supply voltage, and operating free-air temperature (unless otherwise noted)

PARAMETER		TEST CONDITIONS		MIN	TYP†	MAX	UNIT
V_{IT+}	Positive-going input threshold voltage	V_O = 2.7 V, I_O = −0.4 mA				0.2	V
V_{IT-}	Negative-going input threshold voltage	V_O = 0.5 V, I_O = 8 mA		−0.2‡			V
V_{hys}	Input hysteresis voltage ($V_{IT+} - V_{IT-}$)				50		mV
V_{IK}	Enable input clamp voltage	I_I = −18 mA				−1.5	V
V_{OH}	High-level output voltage	V_{ID} = 200 mV, See Figure 2	I_{OH} = −400 µA,	2.7			V
V_{OL}	Low-level output voltage	V_{ID} = −200 mV, See Figure 2	I_{OL} = 8 mA,			0.45	V
I_{OZ}	High-impedance-state output current	V_O = 0.4 V to 2.4 V				±20	µA
I_I	Line input current	Other input = 0 V, See Note 3	V_I = 12 V			1	mA
			V_I = −7 V			−0.8	
I_{IH}	High-level enable input current	V_{IH} = 2.7 V				20	µA
I_{IL}	Low-level enable input current	V_{IL} = 0.4 V				−100	µA
r_i	Input resistance	V_I = 12 V		12			kΩ
I_{OS}	Short-circuit output current			−15		−85	mA
I_{CC}	Supply current (total package)	No load	Outputs enabled		42	65	mA
			Outputs disabled		28	35	

† All typical values are at V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C.
‡ The algebraic convention, in which the less-positive (more-negative) limit is designated minimum, is used in this data sheet for common-mode input voltage and threshold voltage levels only.
NOTE 3: This applies for both power on and power off. Refer to EIA Standard RS-485 for exact conditions.

switching characteristics, V_{CC} = 5 V, C_L = 15 pF, T_A = 25°C

PARAMETER		TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
t_{PLH}	Propagation delay time, low-to high-level output	V_{ID} = 0 to 3 V, See Figure 8		21	35	ns
t_{PHL}	Propagation delay time, high- to low-level output			23	35	ns
t_{PZH}	Output enable time to high level	See Figure 7		10	20	ns
t_{PZL}	Output enable time to low level			12	20	ns
t_{PHZ}	Output disable time from high level	See Figure 7		20	35	ns
t_{PLZ}	Output disable time from low level			17	25	ns

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION

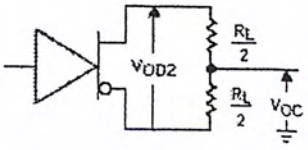


Figure 1. Driver V_{OD} and V_{OC}

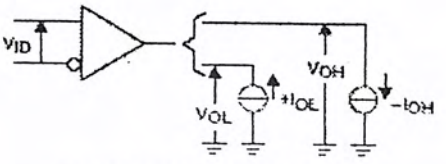


Figure 2. Receiver V_{OH} and V_{OL}

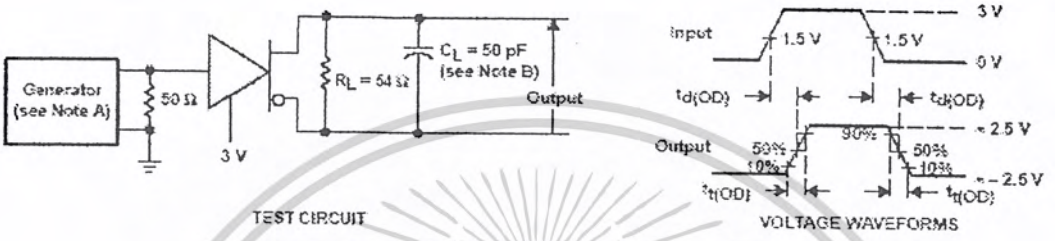


Figure 3. Driver Test Circuit and Voltage Waveforms

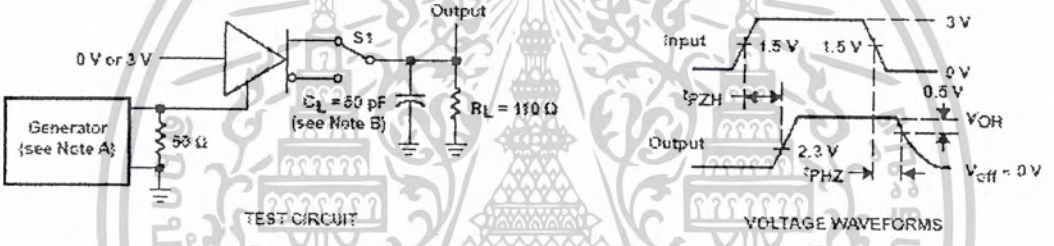


Figure 4. Driver Test Circuit and Voltage Waveforms

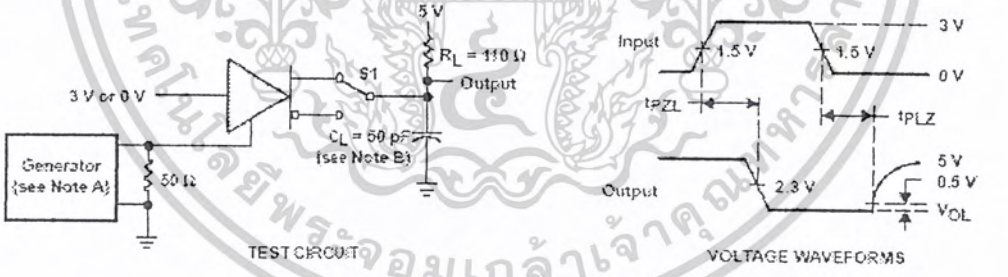


Figure 5. Driver Test Circuit and Voltage Waveforms

NOTES: A. The input pulse is supplied by a generator having the following characteristics: PRR ≤ 1 MHz, 50% duty cycle, t_r ≤ 6 ns, t_f ≤ 6 ns, Z_O = 50 Ω.
B. C_L includes probe and jig capacitance.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION

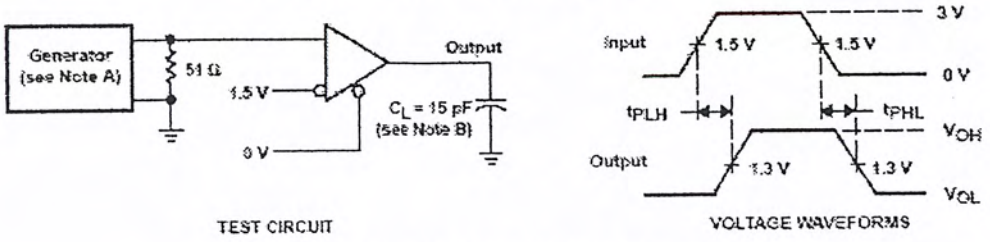


Figure 6. Receiver Test Circuit and Voltage Waveforms

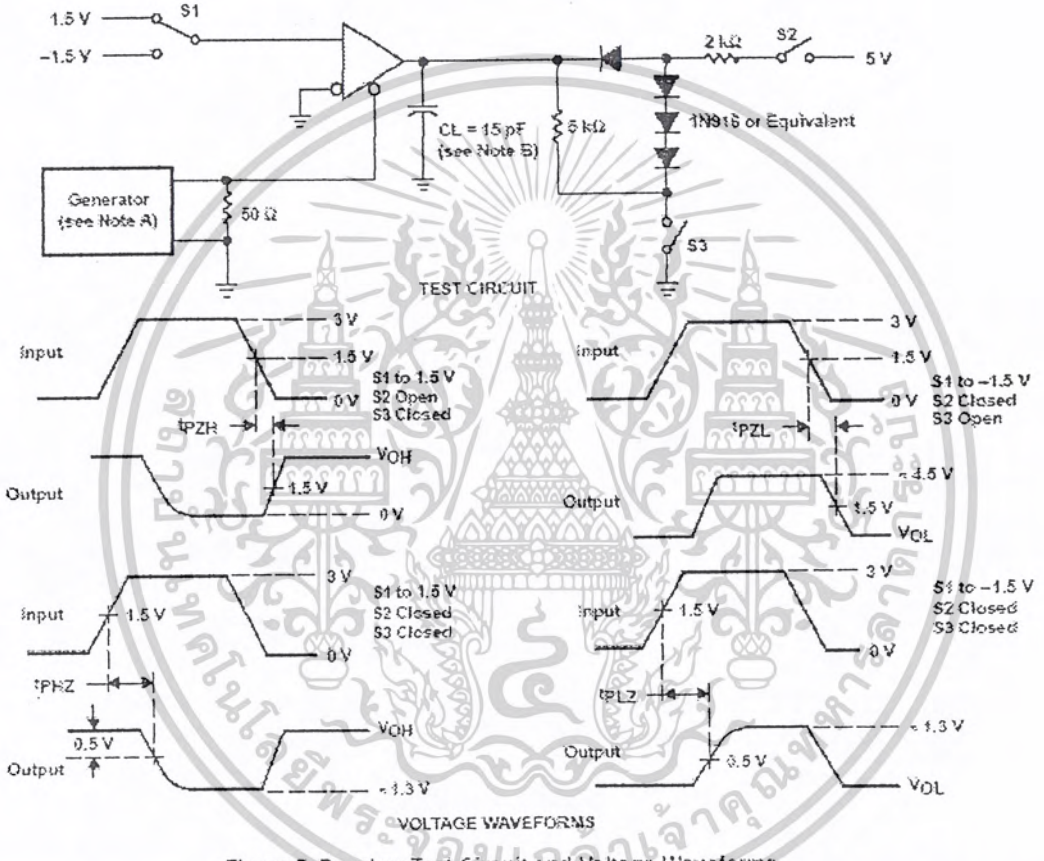


Figure 7. Receiver Test Circuit and Voltage Waveforms

NOTES: A. The input pulse is supplied by a generator having the following characteristics: PRR ≤ 1 MHz, 50% duty cycle, t_r ≤ 6 ns, t_f ≤ 6 ns, Z_O = 50 Ω.
B. C_L includes probe and jig capacitance.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TYPICAL CHARACTERISTICS

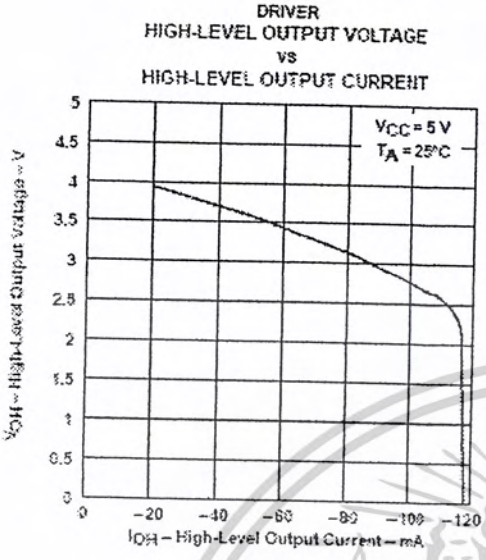


Figure 8

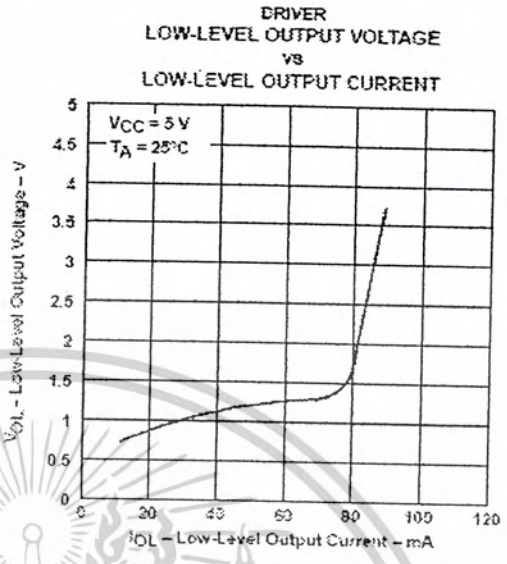


Figure 9

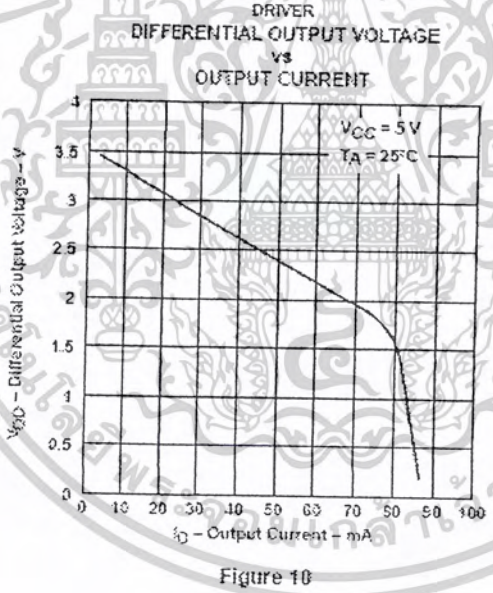


Figure 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TYPICAL CHARACTERISTICS

RECEIVER
HIGH-LEVEL OUTPUT VOLTAGE
vs
HIGH-LEVEL OUTPUT CURRENT

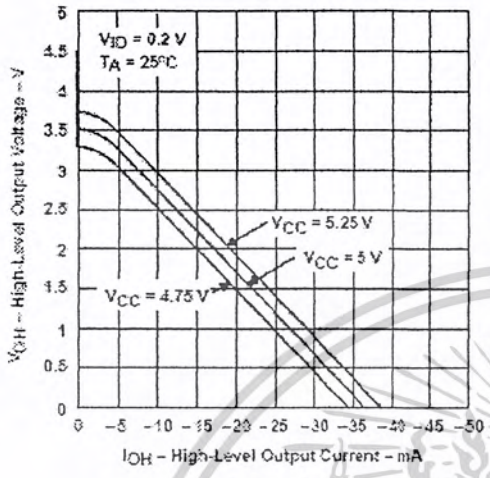
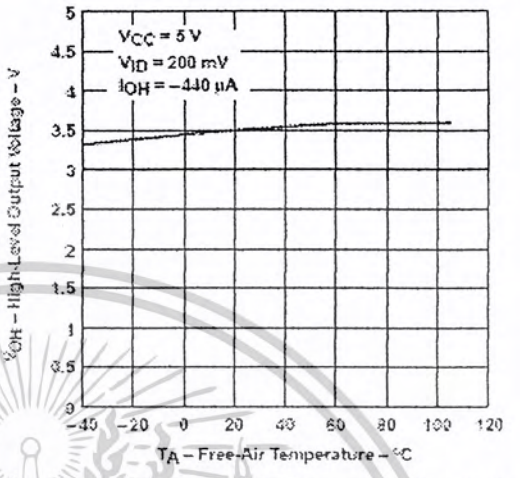


Figure 11

RECEIVER
HIGH-LEVEL OUTPUT VOLTAGE
vs
FREE-AIR TEMPERATURE†



† Only the 0°C to 70°C portion of the curve applies to the SN75172E.

Figure 12

RECEIVER
LOW-LEVEL OUTPUT VOLTAGE
vs
LOW-LEVEL OUTPUT CURRENT

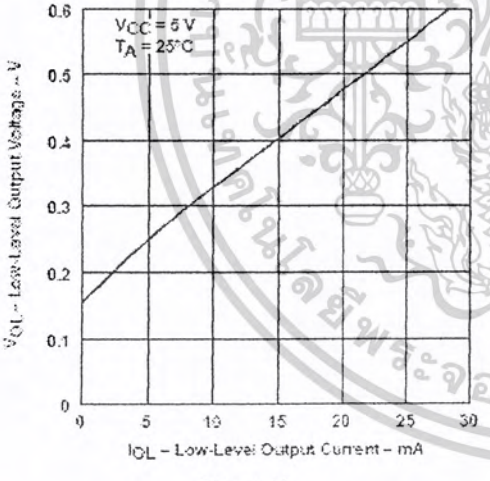


Figure 13

RECEIVER
LOW-LEVEL OUTPUT VOLTAGE
vs
FREE-AIR TEMPERATURE

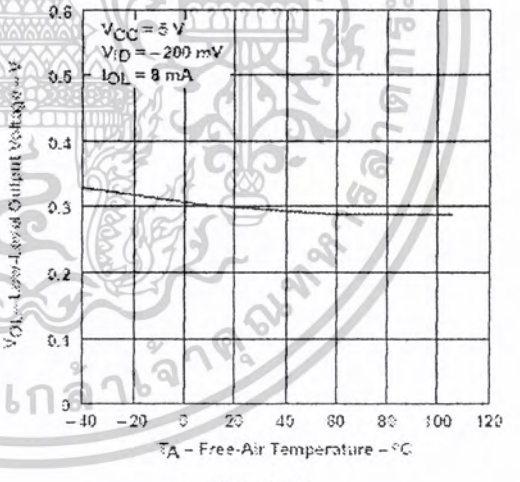


Figure 14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TYPICAL CHARACTERISTICS

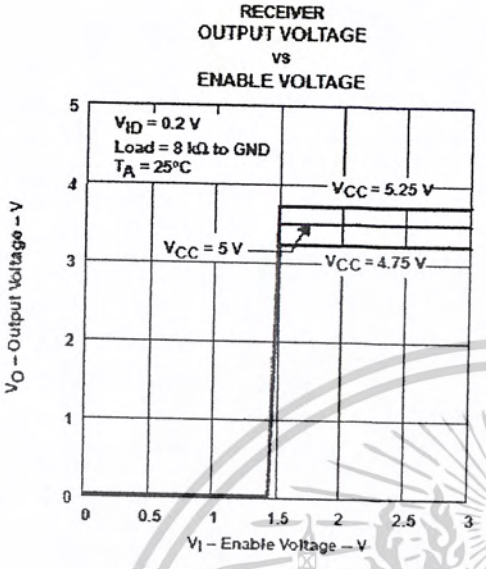


Figure 15

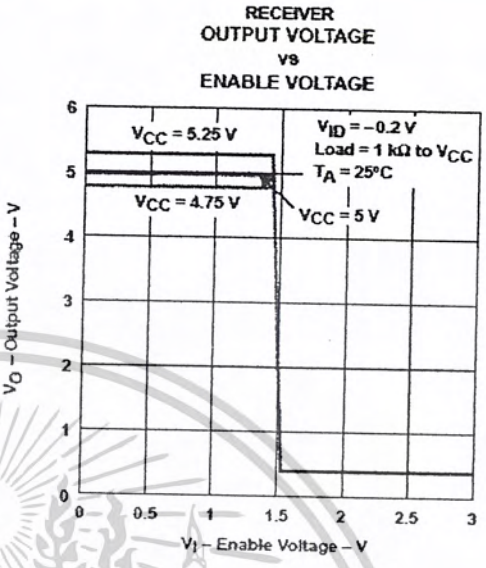


Figure 16

APPLICATION INFORMATION

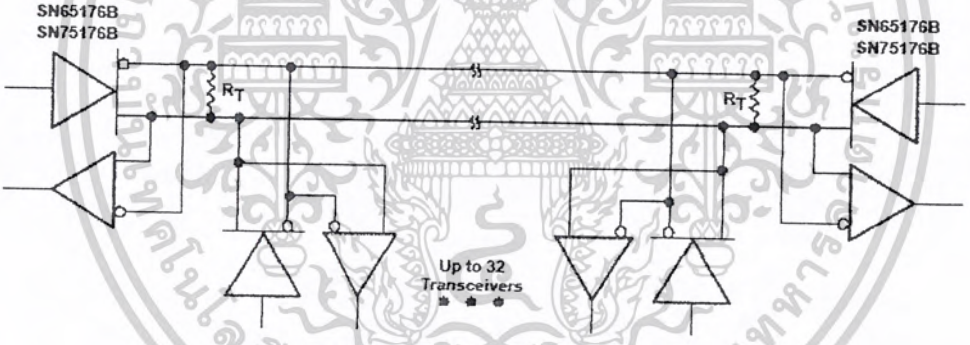


Figure 17. Typical Application Circuit

NOTE: The line should be terminated at both ends in its characteristic impedance ($R_T = Z_O$). Stub lengths off the main line should be kept as short as possible.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้