สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

พรินเตอร์ไร้สาย

WIRELESS PRINTER

โดย

นายกิตติพัฒน์ นนท์ประเสริฐ

นายกิตติศักดิ์ บำรุงศรี

นายคุณวัฒน์ เจริญเพิ่มทรัพย์

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 119528
วัน,เดือน,ปี - 8 S.A. 2554

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

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พรินเตอร์ไร้สาย

WIRELESS PRINTER

โดย

นายกิตติพัฒน์ นนท์ประเสริฐ 50010120

นายกิตติศักดิ์ บำรุงศรี 50010129

นายคุณวัฒน์ เจริญเพิ่มทรัพย์ 50010182

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร.พิพัฒน์ พรหมมี

ดร.มนตรี คำเงิน

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2553

ผ่านการตรวจชิ้นงานแล้ว

(ลงชื่อ).....ผู้ตรวจ

ผ่านการตรวจรูปเล่มแล้ว

(ลงชื่อ).....ผู้ตรวจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2553

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง พรินเตอร์ไร้สาย

Wireless Printer

ผู้จัดทำ

1. นายกิตติพัฒน์	นนท์ประเสริฐ	รหัสนักศึกษา	50010120
2. นายกิตติศักดิ์	บำรุงศรี	รหัสนักศึกษา	50010129
3. นายคุณวัฒน์	เจริญเพิ่มทรัพย์	รหัสนักศึกษา	50010182

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ดร. พิพัฒน์ พรหมมี)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(ดร. มนตรี คำเงิน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จัดทำขึ้นเป็นผลสำเร็จได้ เนื่องด้วยได้รับความอนุเคราะห์และได้รับคำปรึกษาด้วยดีจากอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.พิพัฒน์ พรหมมี และดร.มนตรี คำเงินที่ช่วยให้คำแนะนำ คำปรึกษา และข้อคิดเห็นที่ดีตลอดมา ขอขอบคุณ พี่ๆ เพื่อนๆ ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือ ให้กำลังใจ คอยให้ข้อคิดเห็นมาตลอด ขอขอบคุณปริญญานิพนธ์ต่างๆที่เป็นพื้นฐานอ้างอิงในการออกแบบ และการประยุกต์ที่เกี่ยวกับผลงานชิ้นนี้ และที่สำคัญขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ท้ายสุดขอขอบคุณอาจารย์ทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวถึงในที่นี้ ที่กรุณาประสิทธ์ประสาทวิชาความรู้ รวมถึงแนวทางความคิด และแนวทางการปฏิบัติให้แก่ผู้จัดทำ จนทำให้โครงงานฉบับนี้สำเร็จผลตามเป้าหมาย

นายกิตติพัฒน์ นนท์ประเสริฐ
นายกิตติศักดิ์ บำรุงศรี
นายคุณวัฒน์ เจริญเพิ่มทรัพย์

ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พรินเตอร์ไร้สาย

Wireless Printer

โดย นายกิตติพัฒน์ นนท์ประเสริฐ 50010120
นายกิตติศักดิ์ บำรุงศรี 50010129
นายคุณวัฒน์ เจริญเพิ่มทรัพย์ 50010182

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.พิพัฒน์ พรหมมี

บทคัดย่อ

พรินเตอร์ไร้สายเป็นอุปกรณ์รูปแบบหนึ่งที่ขยายขีดความสามารถของพรินเตอร์ให้เพิ่มมากยิ่งขึ้น ซึ่งเหมาะสมกับรูปแบบการทำงานในการพิมพ์ที่ปราศจากการเชื่อมโยงของสายนำสัญญาณ ในโครงงานนี้ได้ประยุกต์การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์มาเป็นตัวแปลงข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ที่ส่งมาแบบขนานให้เป็นข้อมูลแบบอนุกรมจากนั้นส่งข้อมูลไปยังชุดรับ – ส่งไร้สายเป็นตัวกลางในการส่งข้อมูลออกไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ที่อยู่ฝั่งพรินเตอร์ที่จะทำหน้าที่แปลงข้อมูลอนุกรมกลับเป็นข้อมูลขนานเพื่อให้พรินเตอร์นำข้อมูลไปพิมพ์ได้เทียบเคียงสายนำสัญญาณระหว่างคอมพิวเตอร์และพรินเตอร์ตามปกติ และทำหน้าที่ในการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล

Abstract

Wireless printer is one of the tool that expands the capacity of printer. This project applies the microcontroller to convert parallel data from computer to series data then the series data send through Wireless transmitter / receiver to the microcontroller in the printer part. It will converted series data to parallel data for normally printed at the printer. The microcontroller in transmitting and receiving side also have some function to check the correct data.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

		หน้า
กิตติกรรมประกาศ		I
บทคัดย่อ		II
สารบัญ		III
สารบัญรูป		V
สารบัญตาราง		VI
บทที่ 1	**บทนำ**	**1**
	1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	1.2 วัตถุประสงค์	2
	1.3 ขอบเขตของโครงงาน	2
บทที่ 2	**ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง**	**3**
	2.1 การสื่อสารแบบไร้สาย	3
	2.2 มาตรฐาน IEEE	4
	2.3 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS – 51	12
	2.4 การสื่อสารแบบอนุกรม	27
	2.5 พอร์ตเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอก	32
	2.6 การเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับพรินเตอร์	37
บทที่ 3	**การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์**	**45**
	3.1 การออกแบบ	45
	3.1.1 Block Diagram ของระบบ	45
	3.2 Flowchart ของระบบทั้งหมด	46
	3.3 รูปวงจรภาคส่ง	47
	3.4 รูปวงจรภาครับ	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
บทที่ 4	**ผลการทดลอง**	**49**
	4.1 การวัดสัญญาณจาก RS – 232	49
	4.2 การวัดสัญญาณ TTL จากไมโครคอนโทรลเลอร์	50
	4.3 การวัดเปรียบเทียบสัญญาณระหว่าง TTL กับ RS – 232	51
	4.4 ผลที่ได้จากการสั่งปริ้นท์ผ่าน serial port ในส่วนของ Header	52
	4.5 ผลที่ได้จากการสั่งปริ้นท์ผ่าน serial port ในส่วนของ tailer	53
	4.6 สัญญาณ stobe ที่วัดจากขา 1 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ก่อนสั่งพิมพ์	54
	4.7 สัญญาณ stobe ที่วัดจากขาที่ 1 ของไมโครคอนโทรลเลอร์เมื่อสั่งพิมพ์	55
	4.8 สัญญาณ busy ที่วัดที่ขาที่ 8 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ก่อนสั่งพิมพ์	56
	4.9 สัญญาณ busy ที่วัดจากขาที่ 8 เมื่อสั่งพรินเตอร์ให้พิมพ์	57
บทที่ 5	**สรุปผลและข้อเสนอแนะ**	**58**
	5.1 สรุปผล	58
	5.2 ข้อเสนอแนะ	58
บรรณานุกรม		**59**
ภาคผนวก ก	Datasheet	60
ภาคผนวก ข	คู่มือการใช้งาน ET – RF24G V1.0	71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	บีเอสเอส และอีเอสเอส	8
2.2	การทำงานในโหมดแอดฮอค หรือ เพียร์-ทู-เพียร์	9
2.3	ปัญหาไม่ได้ยินสัญญาณจากสถานีอื่นบางสถานี และ กลไกอาร์ทีเอส/ซีทีเอส แฮนเชค	11
2.4	โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	13
2.5	การจัดขามาตรฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	17
2.6	การใช้หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม	18
2.7	ตารางตำแหน่งแอดเดรสของหน่วยความจำข้อมูลภายใน	19
2.8	หน่วยพื้นที่ความจำของข้อมูล	20
2.9	การจัดหน่วยความจำและตำแหน่งของรีจิสเตอร์เฉพาะ	21
2.10	แฟลกต่างๆ ของรีจิสเตอร์	22
2.11	รูปแบบของข้อมูลที่ใช้ในการรับส่งแบบอะซิงโครนัส	29
2.12	การเชื่อมต่อพอร์ตอนุกรม	29
2.13	DB9 ตัวผู้ และ DB9 ตัวเมีย	30
2.14	การจัดขาของคอนเน็คเตอร์อนุกรมแบบ DB9 และหน้าที่การใช้งาน	30
2.15	การเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกผ่าน DB9 แบบไม่ใช้โมเด็ม	31
2.16	การเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์กับเครื่องพิมพ์แบบขนาน	33
2.17	DB-25 และ DB-9 Serial Connectors	33
2.18	ส่วนประกอบของ USB	34
2.19	การเชื่อมต่อ USB Cable	35
2.20	การเชื่อมต่อขยายพอร์ต USB	35
2.21	การเชื่อมอุปกรณ์เข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วย SCSI bus	36
2.22	ตัวเชื่อมของ SCSI-1 , SCSI-2 and SCSI-3 Connectors	37
2.23	การติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์และพรินเตอร์แบบขนาน	38
2.24	การติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์และพรินเตอร์แบบอนุกรม	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.1	บล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานของวงจรหลัก	45
3.2	Flowchart ของระบบทั้งหมด	46
3.3	วงจรภาคส่งข้อมูล	47
3.4	วงจรภาครับข้อมูล	48
4.1	สัญญาณที่ได้จาก RS – 232	49
4.2	สัญญาณ TTL ที่ได้จากการผ่านวงจร MAX – 232	50
4.3	เปรียบเทียบกันระหว่าง TTL กับ RS – 232	51
4.4	การสั่งปริ้นท์ผ่าน serial port ในส่วนของ Header	52
4.5	การสั่งปริ้นท์ผ่าน serial port ในส่วนของ tailer	53
4.6	สัญญาณ stobe ที่วัดจากขา 1 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ ก่อนสั่งพิมพ์	54
4.7	สัญญาณ stobe ที่วัดจากขาที่ 1 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ เมื่อสั่งพิมพ์	55
4.8	สัญญาณ busy ที่วัดที่ขาที่ 8 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ ก่อนสั่งพิมพ์	56
4.9	สัญญาณ busy ที่วัดจากขาที่ 8 เมื่อสั่งพรินเตอร์ให้พิมพ์	57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ลักษณะของ SCSI CONTROLLER	37
2.2	การเชื่อมต่อขาและคำอธิบายสำหรับการเชื่อมต่อแบบเซนโทรนิคส์ขนาน	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันเราคงยอมรับว่าคอมพิวเตอร์เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันมากยิ่งขึ้นทั้งทางด้านการศึกษา การขนส่ง ธุรกิจต่าง ๆ เรียกได้ว่าหันไปทางไหนก็จะพบคอมพิวเตอร์เต็มไปหมดซึ่งทำให้เราได้รับความสะดวกมากยิ่งขึ้น นอกจากนั้นยังมีอุปกรณ์อีกชนิดที่ใช้ร่วมกับคอมพิวเตอร์จนแทบจะแยกออกจากกันไม่ได้นั้นคือ "พรินเตอร์" แทบจะเรียกได้ว่าในงานพิมพ์กับคอมพิวเตอร์จะต้องใช้คู่กับพรินเตอร์

พรินเตอร์ที่ใช้งานร่วมกับคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันนั้นจะทำการรับ – ส่งข้อมูลผ่านทางพอร์ตขนานของคอมพิวเตอร์ ซึ่งข้อจำกัดของการรับส่งข้อมูลผ่านทางพอร์ตขนานของคอมพิวเตอร์ก็คือ ส่งได้ไม่ไกล จึงได้มีความคิดที่จะใช้การส่ง – รับข้อมูลแบบไร้สายขึ้น ซึ่งได้กลายเป็นที่มาของโครงงานนี้อีกด้วย

ในปริญญานิพนธ์นี้เราต้องการขยายขอบเขตการทำงานของพรินเตอร์ออกไปเพื่อช่วยให้การใช้งานมีความสะดวกและยืดหยุ่นมากยิ่งขึ้น โดยทำให้พรินเตอร์มีการทำงานได้โดยปราศจากสายที่เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ โดยทำการรับ – ส่งข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์กับพรินเตอร์ผ่านทางคลื่นวิทยุ ซึ่งสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ในกรณีที่มีความจำเป็นต้องวางคอมพิวเตอร์ให้ห่างจากพรินเตอร์ เพิ่มความสะดวกในการพิมพ์งานด้วยคอมพิวเตอร์ได้มากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์

1) นำหลักการของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS – 51 เบอร์ AT89C51 มาใช้เป็นส่วนควบคุมการรับ – ส่งข้อมูล
2) เพิ่มความสะดวกสบายในการใช้งานคอมพิวเตอร์

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1) สามารถให้คอมพิวเตอร์ใช้งานโดยปราศจากสายเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์ กับพรินเตอร์ได้
2) โปรแกรมที่เขียนขึ้นสามารถทำการรับ - ส่งข้อมูลได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 การสื่อสารแบบไร้สาย (Wireless)

การสื่อสารแบบไร้สาย คือ การติดต่อสื่อสารในระยะทางใกล้ๆ โดยไม่ใช้สายไฟและอุปกรณ์สื่อสาร คือ โมบายดีไวซ์ (Mobile Device) หรือโน้ตบุ๊ก (Notebook) สำหรับการสื่อสารแบบไร้สายที่ใช้สัญญาณวิทยุ อุปกรณ์ที่เป็นเครื่องรับข้อมูลสามารถเคลื่อนย้ายไปมาได้อย่างอิสระภายใต้รัศมีความแรงของการใช้คลื่นวิทยุ คือการรับส่งข้อมูลมีความผิดพลาดสูง เพราะคลื่นวิทยุถูกรบกวนได้ง่ายจากสัญญาณภายนอก เช่น การเปิดเครื่องเตาอบ ไมโครเวฟ (Microwave) อาจทำให้สัญญาณไมโครเวฟเข้าไปรบกวนระบบการสื่อสารแบบไร้สายได้ ทำให้การรับส่งข้อมูลผิดพลาด ส่วนการสื่อสารแบบไร้สายชนิดที่ใช้สัญญาณอินฟราเรด (Infrared) ในการใช้งานอุปกรณ์เครื่องรับและเครื่องส่งต้องติดตั้งไว้ในจุดที่ไม่มีสิ่งกีดขวาง เพราะอินฟราเรดเป็นคลื่นแสงไม่สามารถทะลุผ่านสิ่งของได้ การทำงานของการสื่อสารแบบไร้สายชนิดอินฟราเรดคล้ายการใช้รีโมทคอนโทรล (Remote Control) ในการเปลี่ยนช่องของโทรทัศน์ ข้อดีของการใช้คลื่นอินฟราเรดคือ ป้องกันการรบกวนจากสัญญาณภาพนอกได้ดีการสื่อสารแบบไร้สายชนิดที่ใช้สัญญาณวิทยุเหมาะสำหรับใช้ในการติดต่อสื่อสารระหว่างโมบายดีไวซ์กับระบบเครือข่ายหลัก เช่น การใช้เครื่องพีดีเอ (PDA) ท่องเว็บไซต์ (Web Site) ภายในที่ทำงาน ผู้ใช้งานสามารถเดินไปห้องต่าง ๆ ในที่ทำงานพร้อมทั้งเรียกดูข้อมูลจากอินเตอร์เน็ตได้ตลอดเวลา สำหรับการสื่อสารแบบไร้สายชนิดที่ใช้อินฟราเรดเหมาะสำหรับการติดต่อสื่อสารระหว่างเครือข่ายหลักที่ไม่สามารถเดินสายไฟได้ เช่น การเชื่อมต่อเครือข่ายระหว่างตึกซึ่งอยู่คนละฝั่งถนน สถานีแม่ข่าย (Access Point) ทำหน้าที่รับและส่งข้อมูลกับโมบายดีไวซ์แบบการสื่อสารแบบไร้สาย โมบายดีไวซ์ สามารถเคลื่อนที่ภายในเน็ทเวิร์คไร้สาย (Wireless Network) ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 มาตรฐาน IEEE

2.2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับมาตรฐาน IEEE 802.11

มาตรฐาน IEEE 802.11 เป็นเทคโนโลยีสำหรับแลนการสื่อสารแบบไร้สายที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายมากที่สุด คือข้อกำหนด (Specification) สำหรับอุปกรณ์ แลนการสื่อสารแบบไร้สายในส่วนของพีเอชวาย (PHY) และการส่งข้อมูลระหว่างสถานีฐานกับสถานีลูกข่าย (Media Access Control) เอ็มเอซี (MAC) เลเยอร์ โดยในส่วนของพีเอชวาย เลเยอร์มาตรฐาน IEEE 802.11 ได้กำหนดให้อุปกรณ์มีความสามารถในการรับส่งข้อมูลด้วยความเร็ว 1, 2, 5.5, 11 และ 54 เมกะบิตต่อวินาที โดยมีสื่อ 3 ประเภทให้เลือกใช้ได้แก่ คลื่นวิทยุที่ความถี่สาธารณะ 2.4 และ 5 กิกะเฮิรตซ์ และ อินฟราเรด (1 และ 2 เมกะบิตต่อวินาที เท่านั้น) สำหรับในส่วนของ เอ็มเอซี เลเยอร์ มาตรฐาน IEEE 802.11 ได้กำหนดให้มีกลไกการทำงานที่เรียกว่า ซีเอสเอ็มเอ/ซีเอ(CSMA/CA : Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance) ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับหลักการซีเอสเอ็มเอ/ซีดี (CSMA/CD : Collision Detection) ของมาตรฐาน IEEE 802.3 อีเทอร์เนต (Ethernet) ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันทั่วไปในเครือข่ายแลน (LAN) แบบใช้สายนำสัญญาณ นอกจากนี้ในมาตรฐาน IEEE 802.11 ยังกำหนดให้มีทางเลือกสำหรับสร้างความปลอดภัยให้กับเครือข่าย IEEE 802.11 แลนการสื่อสารแบบไร้สายโดยกลไกการเข้ารหัสข้อมูล (Encryption) และการตรวจสอบผู้ใช้ (Authentication) ที่มีชื่อเรียกว่าดับบลิวอีพี (WEP) (Wired Equivalent Privacy)

2.2.2 วิวัฒนาการของมาตรฐาน IEEE 802.11

มาตรฐาน IEEE 802.11 จะมีความสามารถในการรับส่งข้อมูลด้วยความเร็ว 1 และ 2 เมกะบิตต่อวินาที ด้วยสื่ออินฟราเรด หรือคลื่นวิทยุที่ความถี่ 2.4 กิกะเฮิรตซ์ และมีกลไกดับบลิวอีพี ซึ่งเป็นทางเลือกสำหรับสร้างความปลอดภัยให้กับเครือข่าย แลนการสื่อสารแบบ ไร้สายได้ในระดับหนึ่ง เนื่องจากมาตรฐาน IEEE 802.11 เวอร์ชั่นแรกเริ่มมีประสิทธิภาพค่อนข้างต่ำ และไม่มีการรองรับหลักการคิวโอเอส (QoS : Quality of Service) ซึ่งเป็นที่ต้องการของตลาด อีกทั้งกลไกรักษาความปลอดภัยที่ใช้ยังมีช่องโหว่อยู่มาก IEEE จึงได้จัดตั้งคณะทำงาน (Task Group) ขึ้นมาหลายชุดด้วยกันเพื่อทำการปรับปรุงเพิ่มเติมมาตรฐานให้มีศักยภาพสูงขึ้น โดยคณะทำงานกลุ่มที่มีผลงานที่น่าสนใจและเป็นที่รู้จักกันดีได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.1 IEEE 802.11b

เป็นที่รู้จักกันดีและใช้งานกันอย่างแพร่หลายมากที่สุด มาตรฐาน IEEE 802.11b ใช้เทคโนโลยีที่เรียกว่าซีซีเค (CCK : Complimentary Code Keying) ผนวกกับดีเอสเอสเอส (DSSS : Direct Sequence Spread Spectrum) เพื่อปรับปรุงความสามารถของอุปกรณ์ให้รับส่งข้อมูลได้ด้วยความเร็วสูงสุดที่ 11 เมกะบิตต่อวินาที ผ่านคลื่นวิทยุความถี่ 2.4 กิกะเฮิรตซ์ (เป็นย่านความถี่ที่เรียกว่าไอเอสเอ็ม (ISM) (Industrial Scientific and Medical) ซึ่งถูกจัดสรรไว้อย่างสากลสำหรับการใช้งานอย่างสาธารณะด้านวิทยาศาสตร์ อุตสาหกรรม และการแพทย์ โดยอุปกรณ์ที่ใช้ความถี่ย่านนี้ก็เช่น IEEE 802.11, บลูทูธ (Bluetooth), โทรศัพท์ไร้สาย, และเตาไมโครเวฟ) ส่วนใหญ่แล้วอุปกรณ์ IEEE 802.11 แลนการสื่อสารแบบไร้สายที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันจะเป็นอุปกรณ์ตามมาตรฐาน IEEE 802.11b

2.2.2.2 IEEE 802.11a

ใช้เทคโนโลยีที่เรียกว่าโอเอฟดีเอ็ม (OFDM : Orthogonal Frequency Division Multiplexing) เพื่อปรับปรุงความสามารถของอุปกรณ์ให้รับส่งข้อมูลได้ด้วยความเร็วสูงสุดที่ 54 เมกะบิตต่อวินาที แต่จะใช้คลื่นวิทยุที่ความถี่ 5 กิกะเฮิรตซ์ ซึ่งเป็นย่านความถี่สาธารณะสำหรับใช้งานในประเทศสหรัฐอเมริกาที่มีสัญญาณรบกวนจากอุปกรณ์อื่นน้อยกว่าในย่านความถี่ 2.4 กิกะเฮิรตซ์ อย่างไรก็ตามข้อเสียหนึ่งของมาตรฐาน IEEE 802.11a ที่ใช้คลื่นวิทยุที่ความถี่ 5 กิกะเฮิรตซ์ก็คือในบางประเทศย่านความถี่ดังกล่าวไม่สามารถนำมาใช้งานได้อย่างสาธารณะ ตัวอย่างเช่นประเทศไทยไม่อนุญาตให้มีการใช้งานอุปกรณ์ IEEE 802.11a เนื่องจากความถี่ย่าน 5 กิกะเฮิรตซ์ได้ถูกจัดสรรสำหรับกิจการอื่นอยู่ก่อนแล้ว นอกจากนี้ข้อเสียอีกอย่างของอุปกรณ์ IEEE 802.11a แลนการสื่อสารแบบไร้สายก็คือรัศมีของสัญญาณมีขนาดค่อนข้างสั้น (ประมาณ 30 เมตร ซึ่งสั้นกว่ารัศมีสัญญาณของอุปกรณ์ IEEE 802.11b แลนการสื่อสารแบบไร้สายที่มีขนาดประมาณ 100 เมตร สำหรับการใช้งานภายในอาคาร) อีกทั้งอุปกรณ์ IEEE 802.11a แลนการสื่อสารแบบไร้สายยังมีราคาสูงกว่า IEEE 802.11b แลนการสื่อสารแบบไร้สายด้วย ดังนั้นอุปกรณ์ IEEE 802.11a แลนการสื่อสารแบบไร้สายจึงได้รับความนิยมน้อยกว่า IEEE 802.11b แลนการสื่อสารแบบไร้สายมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.3 IEEE 802.11g

ใช้เทคโนโลยีโอเอฟดีเอ็มมาประยุกต์ใช้ในช่องสัญญาณวิทยุความถี่ 2.4 กิกะเฮิรตซ์ ซึ่งอุปกรณ์ IEEE 802.11g แลนการสื่อสารแบบไร้สายมีความสามารถในการรับส่งข้อมูลด้วยความเร็วสูงสุดที่ 54 เมกะบิตต่อวินาที ส่วนรัศมีสัญญาณของอุปกรณ์ IEEE 802.11g แลนการสื่อสารแบบไร้สายจะอยู่ระหว่างรัศมีสัญญาณของอุปกรณ์ IEEE 802.11a และ IEEE 802.11b เนื่องจากความถี่ 2.4 กิกะเฮิรตซ์ เป็นย่านความถี่สาธารณะสากล อีกทั้งอุปกรณ์ IEEE 802.11g แลนการสื่อสารแบบไร้สายสามารถทำงานร่วมกับอุปกรณ์ IEEE 802.11b แลนการสื่อสารแบบไร้สายได้ ซึ่งเป็นที่นิยมในขณะนี้

2.2.2.4 IEEE 802.11e

ใช้การปรับปรุงเอ็มเอซี เลเยอร์ของ IEEE 802.11 เพื่อให้สามารถรองรับการใช้งานหลักการ คิวโอเอสสำหรับแอพพลิเคชั่น (Application) เกี่ยวกับมัลติมีเดีย (Multimedia) เนื่องจาก IEEE 802.11e เป็นการปรับปรุง เอ็มเอซี เลเยอร์ ดังนั้นมาตรฐานเพิ่มเติมนี้จึงสามารถนำไปใช้กับอุปกรณ์ IEEE 802.11 แลนการสื่อสารแบบไร้สายทุกเวอร์ชั่นได้

2.2.2.5 IEEE 802.11i

ได้ปรับปรุงเอ็มเอซี เลเยอร์ของ IEEE 802.11 ในด้านความปลอดภัย เนื่องจากเครือข่าย IEEE 802.11 แลนการสื่อสารแบบไร้สายมีช่องโหว่อยู่มากโดยเฉพาะอย่างยิ่งการเข้ารหัสข้อมูลด้วย คีย์ (key) ที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง คณะทำงานชุด IEEE 802.11i จะนำเอาเทคนิคขั้นสูงมาใช้ในการเข้ารหัสข้อมูลด้วยคีย์ ที่มีการเปลี่ยนค่าอยู่เสมอและการตรวจสอบผู้ใช้ที่มีความปลอดภัยสูง มาตรฐานเพิ่มเติมนี้จึงสามารถนำไปใช้กับอุปกรณ์ IEEE 802.11 แลนการสื่อสารแบบไร้สายทุกเวอร์ชั่นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

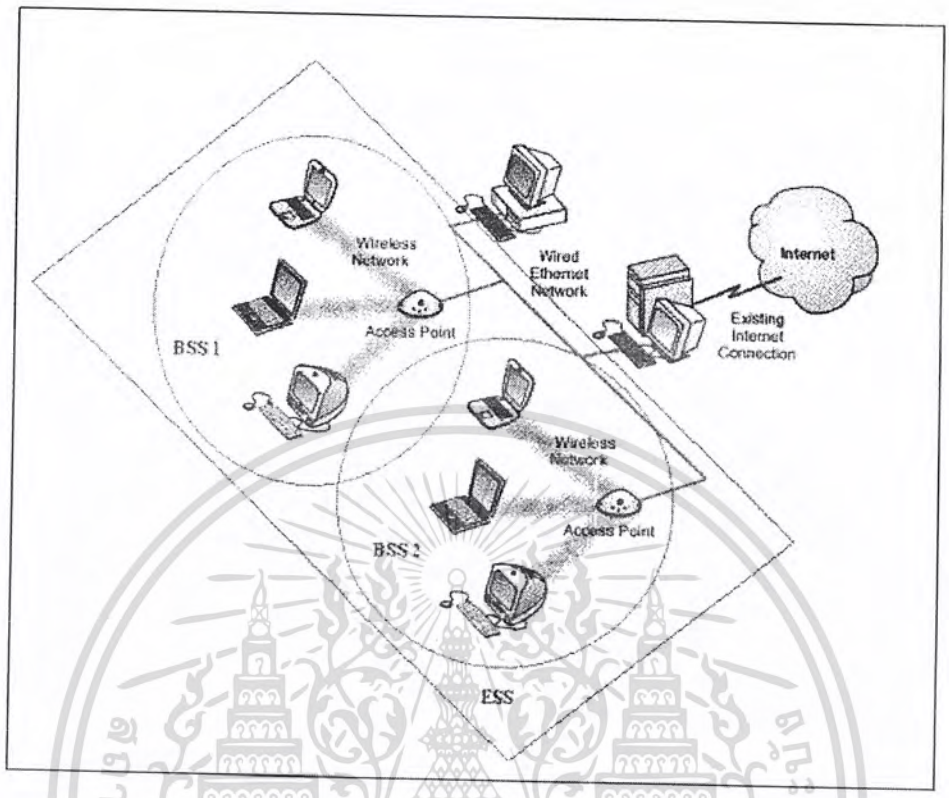
2.2.3 การเชื่อมต่อของอุปกรณ์ IEEE 802.11 แลนการสื่อสารแบบไร้สาย (WLAN)

มาตรฐาน IEEE 802.11 ได้กำหนดลักษณะการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ภายในเครือข่ายแลนการสื่อสารแบบไร้สายไว้ 2 ลักษณะคือ

2.2.3.1 โหมดโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure)

โดยทั่วไปแล้วอุปกรณ์ในเครือข่าย IEEE 802.11 แลนการสื่อสารแบบ ไร้สายจะเชื่อมต่อกันในลักษณะของโหมดโครงสร้างพื้นฐาน ซึ่งเป็นโหมดที่อนุญาตให้อุปกรณ์ภายในแลนการสื่อสารแบบไร้สายสามารถเชื่อมต่อกับเครือข่ายอื่นได้ ในโหมดโครงสร้างพื้นฐาน นี้เครือข่าย IEEE 802.11 แลนการสื่อสารแบบไร้สายจะประกอบไปด้วยอุปกรณ์ 2 ประเภทได้แก่ สถานีผู้ใช้ (Client Station) ซึ่งก็คืออุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่มีอุปกรณ์สถานีผู้ใช้เพื่อใช้รับส่งข้อมูลผ่าน IEEE 802.11 แลนการสื่อสารแบบไร้สายและสถานีแม่ข่าย ซึ่งทำหน้าที่ต่อเชื่อมสถานีผู้ใช้เข้ากับเครือข่ายอื่น (ซึ่งโดยปกติจะเป็นเครือข่าย IEEE 802.3 อีเทอร์เนตแลน) การทำงานในโหมดโครงสร้างพื้นฐาน มีพื้นฐานมาจากระบบเครือข่ายโทรศัพท์มือถือ กล่าวคือสถานีผู้ใช้จะสามารถรับส่งข้อมูลโดยตรงกับสถานีแม่ข่ายที่ให้บริการแก่สถานีผู้ใช้นั้นอยู่เท่านั้น ส่วนสถานี แม่ข่ายจะทำหน้าที่ส่งต่อ (forward) ข้อมูลที่ได้รับจากสถานีผู้ใช้ไปยังจุดหมายปลายทางหรือส่งต่อข้อมูลที่ได้รับจากเครือข่ายอื่นมายังสถานีผู้ใช้ ดังรูปที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

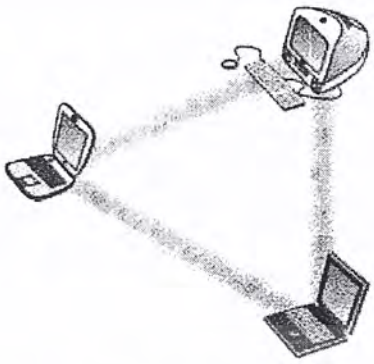


รูปที่ 2.1 บีเอสเอส และอีเอสเอส [1]

2.2.3.2 โหมดแอดฮอค (Ad-Hoc) หรือ เพียร์-ทู-เพียร์ (Peer-to-Peer)

เครือข่าย IEEE 802.11 แลนการสื่อสารแบบไร้สายในโหมดแอดฮอค หรือเพียร์-ทู-เพียร์เป็นเครือข่ายที่ปิดคือไม่มีสถานีแม่ข่ายและไม่มีการเชื่อมต่อกับเครือข่ายอื่น บริเวณของเครือข่าย IEEE 802.11 แลนการสื่อสารแบบไร้สายในโหมดแอดฮอค จะถูกเรียกว่าไอบีเอสเอส (IBSS : Independent Basic Service Set) ซึ่งสถานีผู้ใช้หนึ่งสามารถติดต่อสื่อสารข้อมูลกับสถานีผู้ใช้อื่นๆในเขตไอบีเอสเอสเดียวกันได้โดยตรง โดยไม่ต้องผ่านสถานีแม่ข่าย แต่สถานีผู้ใช้จะไม่สามารถรับส่งข้อมูลกับเครือข่ายอื่นๆได้ โหมดแอดฮอค หรือเพียร์-ทู-เพียร์ แสดงดังรูปที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.2 การทำงานในโหมดแอดฮอค หรือ เพียร์-ทู-เพียร์ [2]

2.2.4 การเข้าใช้ช่องสัญญาณด้วยกลไกซีเอสเอ็มเอ/ซีเอ

บทบาทหนึ่งของเอ็มเอซี เลเยอร์ในมาตรฐาน IEEE 802.11 คือการจัดสรรการเข้าใช้ช่องสัญญาณซึ่งแต่ละสถานีใน บีเอสเอส หรือ ไอบีเอสเอส จะต้องแบ่งกันใช้ช่องสัญญาณที่ถูกกำหนดมาสำหรับใช้งานร่วมกันอย่างเป็นธรรม มาตรฐาน IEEE 802.11 ได้กำหนดให้ใช้กลไก ซีเอสเอ็มเอ/ซีเอ (Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance) เพื่อจัดสรรการใช้ช่องสัญญาณร่วมกันดังกล่าว

2.2.4.1 ซีเอสเอ็มเอกับแรนด้อมแบคออฟ

กลไกซีเอสเอ็มเอกับแรนด้อมแบคออฟ(CSMA with Random Back-Off) เป็นเทคนิคอย่างง่ายสำหรับจัดสรรการเข้าใช้ช่องสัญญาณของผู้ใช้แต่ละคน (ซึ่งต้องแบ่งกันใช้ช่องสัญญาณร่วมนี้) อย่างยุติธรรม กลไกนี้เป็นที่ยอมรับและนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เช่น ในมาตรฐาน IEEE 802.3 อีเทอร์เนต หลักการทำงานของกลไกซีเอสเอ็มเอ คือ เมื่อสถานีหนึ่งต้องการเข้าใช้ช่องสัญญาณ สถานีดังกล่าวจะต้องตรวจสอบช่องสัญญาณก่อนว่ามีสถานีอื่นทำการรับส่งสัญญาณข้อมูลอยู่หรือไม่ และรอจนกว่าช่องสัญญาณจะว่าง เมื่อช่องสัญญาณว่างแล้วสถานีที่ต้องการเข้าใช้ช่องสัญญาณจะต้องรอต่อไปอีกระยะหนึ่ง ซึ่งแต่ละสถานีได้กำหนดระยะเวลาในการรอดังกล่าวไว้แล้วด้วยการสุ่มค่าหลังจากเสร็จการใช้ช่องสัญญาณครั้งก่อน สถานีที่สุ่มได้ค่าระยะเวลาในการรอน้อยกว่าก็จะมีสิทธิในการเข้าใช้ช่องสัญญาณก่อน แต่อย่างไรก็ตามในบางกรณีกลไกดังกล่าวอาจจะกำหนดให้สถานีมากกว่าหนึ่งสถานีส่งข้อมูลในเวลาพร้อมๆ กันซึ่งจะทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้เกิดการชนกันของสัญญาณได้ ซึ่งหากเกิดการชนกันของสัญญาณขึ้นจะต้องมีการส่งสัญญาณข้อมูลเดิมซ้ำอีกครั้งด้วยกลไกที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

2.2.4.2 ซีเอสเอ็มเอ/ซีดี

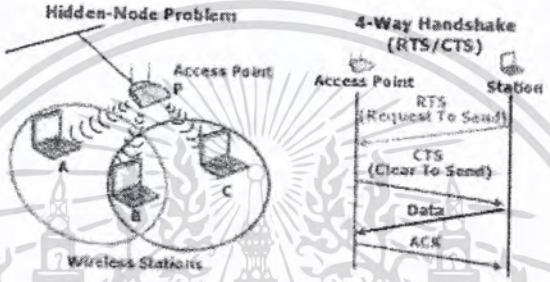
กลไก ซีเอสเอ็มเอ/ซีดี(CSMA/CD) เป็นเทคนิคที่รู้จักกันดีซึ่งถูกนำมาใช้ในมาตรฐาน IEEE 802.3 อีเทอร์เนต แลน ซึ่งการทำงานกลไกซีเอสเอ็มเอ/ซีดีโดยหลักแล้วเป็นเช่นเดียวกับที่กล่าวไว้ในส่วนของ ซีเอสเอ็มเอกับแรนด้อมแบคออฟแต่จะมีรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับการตรวจสอบว่าเกิดการชนกันของสัญญาณหรือไม่ ในกรณีนี้สถานีที่กำลังทำการส่งสัญญาณข้อมูลอยู่จะต้องคอยตรวจสอบด้วยว่ามีการชนกันของสัญญาณเกิดขึ้นหรือไม่ (ในขณะเดียวกันกับที่ทำการส่งสัญญาณข้อมูล) โดยการตรวจวัดระดับแรงดัน (voltage) ของสัญญาณในสายสัญญาณว่า มีค่าสูงกว่าปกติหรือไม่ ซึ่งหากระดับแรงดันของสัญญาณในสายสัญญาณในสายสัญญาณมีค่า สูงกว่าค่าที่กำหนดแสดงว่าเกิดการชนกันของสัญญาณขึ้น ในกรณีดังกล่าวสถานีที่กำลังส่งสัญญาณข้อมูลอยู่จะต้องยกเลิกการส่งสัญญาณทันที และปฏิบัติตามกลไกที่กล่าวมาแล้วข้างต้นเพื่อทำการส่งข้อมูลเดิมซ้ำอีกต่อไป

2.2.4.3 ซีเอสเอ็มเอ/ซีเอกับสัญญาณตอบรับ

เป็นที่สังเกตว่าเทคนิคซีเอสเอ็มเอ/ซีดี(CSMA/CA with Acknowledgement) ไม่สามารถนำมาใช้กับแลนการสื่อสารแบบไร้สายซึ่งใช้การสื่อสารแบบการสื่อสารแบบไร้สายได้ สาเหตุหลักๆก็คือการตรวจสอบการชนกันของสัญญาณในระหว่างที่ทำการส่งสัญญาณ จะต้องใช้อุปกรณ์รับส่งคลื่นวิทยุที่เป็นการรับส่งแบบการสื่อสารแบบสองทิศทาง (Full Duplex) (สามารถรับและส่งสัญญาณในเวลาเดียวกันได้) ซึ่งจะมีราคาแพงกว่าอุปกรณ์รับส่งคลื่นวิทยุที่ไม่สามารถรับและส่งสัญญาณในเวลาเดียวกัน นอกจากนี้แต่ละสถานีในบีเอสเอสหรือไอบีเอสเอส อาจไม่ได้ยินสัญญาณจากสถานีอื่นทุกสถานีดังในรูปที่ 2.3 สถานี เอ ได้ยินสัญญาณจากสถานีแม่ข่าย แต่ไม่ได้ยินสัญญาณจากสถานี ซี และในทางกลับกันสถานี ซี ไม่ได้ยินสัญญาณจากสถานีเอ แต่ได้ยินสัญญาณจากสถานีแม่ข่าย ซึ่งสถานการณ์ดังกล่าวนี้เป็นสถานการณ์เกิดขึ้นใน แลนการสื่อสารแบบไร้สายโดยทั่วไป) ดังนั้นการตรวจสอบการชนกันของสัญญาณโดยตรงเป็นไปได้ยากหรือเป็นไปไม่ได้เลย มาตรฐาน IEEE 802.11 จึงได้กำหนดให้ใช้เทคนิคซีเอสเอ็มเอ/ซีเอกับ สัญญาณตอบรับ สำหรับการจัดสรรการเข้าใช้ช่องสัญญาณของแต่ละสถานีเพื่อแก้ไขปัญหาเหล่านี้ ซึ่งการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำงานของกลไกซีเอสเอ็มเอ/ซีเอ โดยหลักแล้วเป็นเช่นเดียวกับที่กล่าวไว้ในส่วนของซีเอสเอ็มเอ กับแรนด้อมแบคออฟ แต่จะมีรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับการหลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดการชนกันของสัญญาณ และเทคนิคสำหรับการตรวจสอบว่าเกิดการชนของสัญญาณหรือไม่แบบเป็นนัย โดยสถานีผู้ส่งสัญญาณข้อมูลจะต้องรอรับสัญญาณตอบรับจากสถานีที่ส่งข้อมูลไปให้ หากไม่ได้รับสัญญาณตอบรับกลับมาภายในเวลาที่กำหนด จะถือว่าเกิดการชนของสัญญาณขึ้นและต้องทำการส่งข้อมูลเดิมซ้ำอีกต่อไป



รูปที่ 2.3 ปัญหาไม่ได้ยินสัญญาณจากสถานีอื่นบางสถานี และ กลไกอาร์ทีเอส/ซีทีเอส แฮนเชค [3]

สำหรับการหลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดการชนกันของสัญญาณนั้น มาตรฐาน IEEE 802.11 ได้ใช้กลไกที่เรียกว่าเวอร์ชวล แคร์เรียร์ เซนซ์ (Virtual Carrier Sense) เพื่อแก้ไขปัญหาที่แต่ละสถานีในบีเอสเอส หรือไอบีเอสเอส อาจไม่ได้ยินสัญญาณจากสถานีอื่นบางสถานี (Hidden Node Problem) กลไกดังกล่าวมีการทำงานดังนี้ เมื่อสถานีที่ต้องการจะส่งแพคเก็ตข้อมูลได้รับสิทธิ ในการเข้าใช้ช่องสัญญาณแล้วจะทำการส่งแพคเก็ตสั้นๆ ที่เรียกว่าอาร์ทีเอส (RTS : Request To Send) เพื่อเป็นการจองช่องสัญญาณ ก่อนที่จะส่งแพคเก็ตข้อมูลจริง ซึ่งแพคเก็ตอาร์ทีเอสประกอบไปด้วยระยะเวลาที่คาดว่าใช้ช่องสัญญาณจนแล้วเสร็จ (Duration ID) รวมถึงที่อยู่ (Address) ของสถานีผู้ส่งและผู้รับ เมื่อสถานีผู้รับได้ยินสัญญาณอาร์ทีเอสก็จะตอบรับกลับมาด้วยการส่งสัญญาณซีทีเอส (CTS : Clear To Send) ซึ่งจะบ่งบอกข้อมูลระยะเวลาที่คาดว่าสถานีที่กำลังจะทำการส่งข้อมูลนั้นจะใช้ช่องสัญญาณจนแล้วเสร็จ หลักการก็คือทุกๆสถานีในบีเอสเอส หรือไอบีเอสเอส ควรจะได้ยินสัญญาณอาร์ทีเอส หรือซีทีเอสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งสองอย่าง เมื่อได้รับ อาร์ทีเอส หรือซีทีเอสทุกๆสถานีจะทราบถึงว่าช่วงเวลาที่ระบุไว้ในระยะเวลาที่คาดว่าใช้ช่องสัญญาณจนแล้วเสร็จ ซึ่งช่องสัญญาณจะถูกใช้และทุกสถานีที่ยังไม่ได้รับสิทธิในการเข้าใช้ช่องสัญญาณจะตั้งค่าเอ็นเอวี (NAV) ให้เท่ากับระยะเวลาที่คาดว่าใช้ช่องสัญญาณจนแล้วเสร็จ ซึ่งแสดงถึงช่วงเวลาที่ยังไม่สามารถเข้าใช้ช่องสัญญาณได้ ทุกๆสถานีจะใช้กลไก เวอร์ชวล แคร์เรียร์ เซนซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังกล่าวผนวกกับการฟังสัญญาณในช่องสัญญาณจริงๆในการตรวจสอบว่าช่องสัญญาณว่างอยู่หรือไม่

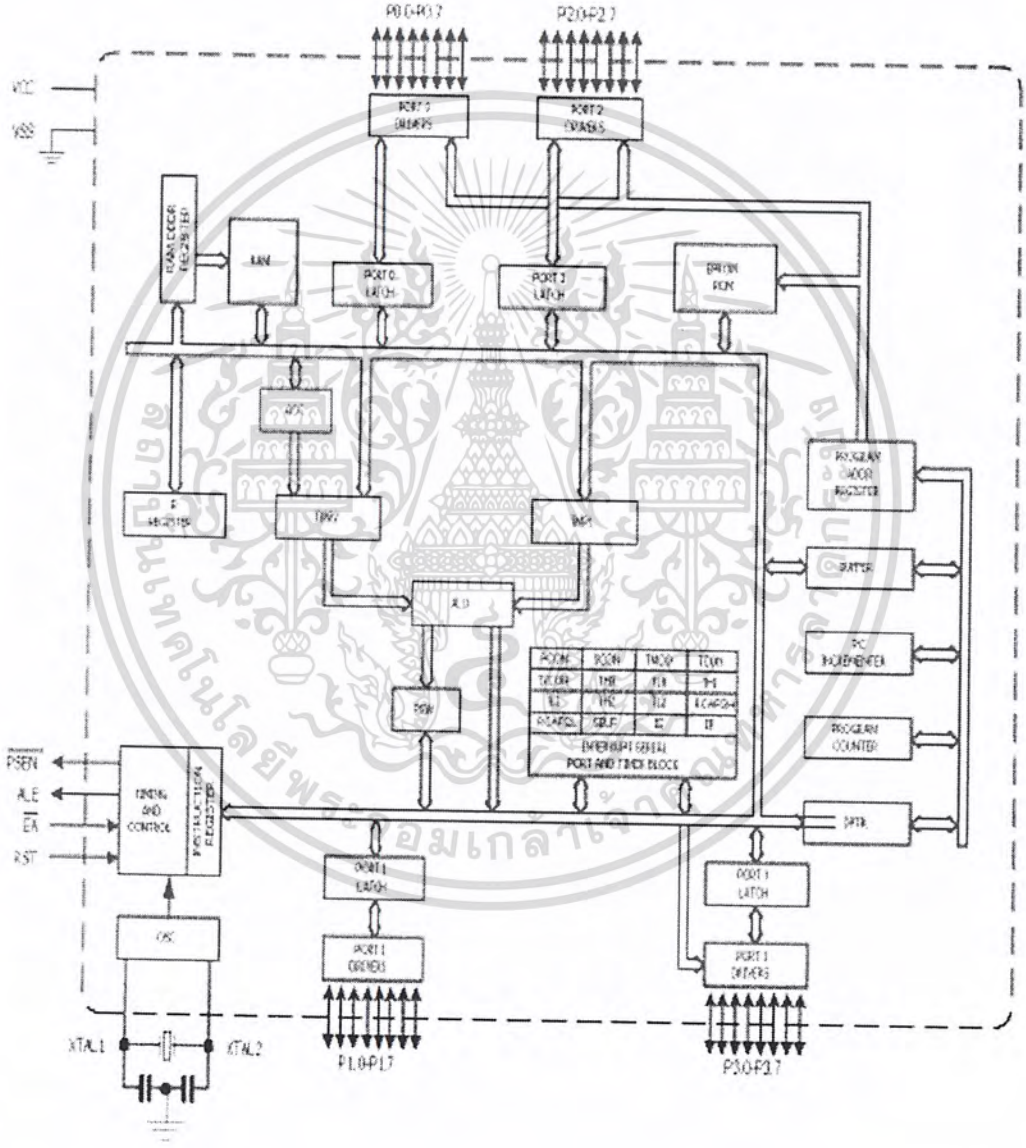
2.3 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS – 51

1) เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 8 บิต
2) ภายในมีหน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบแฟลตสามารถลบและทำการเขียนใหม่ได้นับพันครั้ง
3) หน่วยความจำข้อมูลพื้นฐานเป็นหน่วยความจำแบบแรม ในบางเบอร์จะมีหน่วยความจำแบบอีอีพรอมเพิ่มเติม
4) ขอพอร์ตเป็นแบบสองทิศทาง สามารถใช้งานเป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต
5) ไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์ขนาด 16 บิต อย่างน้อย 2 ตัว
6) สามารถรองรับแหล่งกำเนิดอินเตอร์รัพท์ได้ 6 ประเภท
7) สามารถขยายหน่วยความจำภายนอกได้สูงสุด 64 กิโลไบต์
8) มีวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาอยู่ภายในตัวชิพเอง
9) มีความจำโปรแกรม (Program Memory) ขนาด 4 กิโลไบต์สำหรับเบอร์ 8051 และ 8031 สำหรับเบอร์ 8052 มีหน่วยความจำถึง 8 กิโลไบต์
10) แหล่งจ่ายไฟใช้ได้ตั้งแต่ 2.7 โวลต์ถึง 6 โวลต์
11) มีหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล (Data Memory) ขนาด 128 ไบต์ สำหรับเบอร์ 8052 ขึ้นไป มีถึง 256 ไบต์
12) มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมและข้อมูลแยกจากกันอย่างละ 64 กิโลไบต์
13) มีพอร์ตสื่อสารอนุกรมภายในตัวเอง ซึ่งการทำงานจะเป็นแบบการสื่อสารแบบสองทิศทาง
14) มีพอร์ตสื่อสารแบบอนุกรม 1 ช่อง ยูเออาร์ที (UART)
15) พอร์ตสามารถดึงกระแส (SINK) ได้ 20 มิลลิแอมแปร์
16) พอร์ตอินพุทและเอาท์พุท ขนาด 8 บิต 4 พอร์ต
17) หนึ่งวัฏจักรคำสั่งกินเวลาประมาณ 1 ไมโครวินาทีขณะทำงานด้วย สัญญาณนาฬิกา (Clock) 12 เมกะเฮิรตซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 ลักษณะการจัดขาของ MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ทุกเบอร์จะมีสถาปัตยกรรมและขาใช้งานพื้นฐานเหมือนกัน โดยมีรายละเอียดดังแสดงในรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 [4]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS – 51

2.3.2.1 ขา Vcc

ใช้ไฟเลี้ยงสำหรับไฟ +5 โวลต์ ขา GND เป็นขากราวด์ สำหรับต่อกับกราวด์ขาระบบ

2.3.2.2 พอร์ต 0 (P0.0-P0.7)

มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็น ได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุตสำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ต 0 ขาใดขาหนึ่งเป็นอินพุตสามารถกำหนดได้โดยการเขียนข้อมูล "1" ไปยังแต่ล่ะบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีสถานะปล่อยลอย จึงมีอินพุตอิมพีแดนซ์สูงสามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้ นอกจากนั้นขาพอร์ตนี้ยังถูกใช้งานในการติดต่อกับขาแอดเดรสไบต์ต่ำของหน่วยความจำภายนอก (A0 - A7) และขาข้อมูล (D0 - D7) โดยใช้กระบวนการมัลติเพล็กซ์เข้าช่วย เพื่อสลับการทำงานเป็นได้ทั้งขาติดต่อแอดเดรสและขาข้อมูล

2.3.2.3 พอร์ต 1 (P1.0 - P1.7)

มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุตสำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ต 0 ขาใดขาหนึ่งเป็นอินพุตสามารถกำหนดได้โดยการเขียนข้อมูล "1" ไปยังแต่ล่ะบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย นอกจากนั้นในอนุกรม AT89Sxx จะใช้ขา P1.0 เป็นขาอินพุตสำหรับนับค่าของไทม์เมอร์ 2 และ P1.1 เป็นขาอินพุตทริกเกอร์ของ ไทม์เมอร์ 2 ในขณะที่ขา P1.4 ถึง P1.7 เป็นขาสำหรับเชื่อมต่อแบบเอสพีไอ (SPI) เพื่อทำการโปรแกรมข้อมูลในระบบ

2.3.2.4 พอร์ต 2 (P2.0 - P2.7)

มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็น ได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุตสำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ต 0 ขาใดขาหนึ่งเป็นอินพุตสามารถกำหนดได้โดยการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปดัดแปลง ทำซ้ำ หรือนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เขียนข้อมูล "1" ไปยังแต่ล่ะบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย จึงมีอินพุตอิมพีแดนซ์สูงสามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้

2.3.2.5 พอร์ต 2 (P2.0 - P2.7)

มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็น ได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุตสำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ต 0 ขาใดขาหนึ่งเป็นอินพุตสามารถกำหนดได้โดยการเขียนข้อมูล "1" ไปยังแต่ล่ะบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย จึงมีอินพุตอิมพีแดนซ์สูงสามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้ นอกจากนั้นขาพอร์ต 3 ยังเป็นขาที่ทีหน้าที่การใช้งานพิเศษ ดังมีรายละเอียดดังนี้คือ

P3.0 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรม หรือขา RxD
P3.1 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับส่งข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรม หรือขา TxD
P3.2 ใช้เป็นขาอินพุตรับสัญญาณอินเตอร์รัพท์จากภายนอกช่อง 0 หรือขา INT0
P3.3 ใช้เป็นขาอินพุตรับสัญญาณอินเตอร์รัพท์จากภายนอกช่อง 1 หรือขา INT1
P3.4 ใช้เป็นขาอินพุตรับสัญญาณไทม์เมอร์จากภายนอกช่อง 0 หรือขา T0
P3.5 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับสัญญาณอินเตอร์รัพท์จากภายนอกช่อง 1 หรือขา T1
P3.6 ใช้เป็นขาสัญญาณ WR ในกรณีที่เชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอก
P3.7 ใช้เป็นขาสัญญาณ RD ในกรณีที่เชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอก

2.3.2.6 รีเซต (Reset)

ใช้ในการรีเซตการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยในการป้อนสัญญาณเพื่อรีเซตสถานะที่ขานี้ต้องอยู่ในระดับรีเซตอย่างน้อย 2 แมชชีนไซเคิล โดยที่วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกายังคงทำงานต่อเนื่องไปอย่างปกติ

2.3.2.7 ALE/PROG (Address Latch Enable/Program pulse input)

เป็นขาที่ใช้ในการควบคุมการคงสภาวะของขาพอร์ต 0 เมื่อมีการใช้งานหน่วยความจำภายนอก นอกจากนั้นขานี้ยังใช้เป็นขาสำหรับรับพัลส์ของการโปรแกรมสำหรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมข้อมูลลงในไมโครคอนโทรลเลอร์ MSC-51 ในรุ่นที่มีหน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบอีพรอม

2.3.2.8 PSEN (Program Stroe Enable)

ขานี้ใช้ในการส่งสัญญาณเพื่อร้องขอติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกตัวไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณออกมาที่ขานี้ 2 ครั้งในแต่ละแมชชีนไซเคิล แต่ถ้าหากติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายใน ขานี้จะไม่มีการส่งสัญญาณใด ๆ ออกมา

2.3.2.9 EA/Vpp (External Access enable/Programming voltage input)

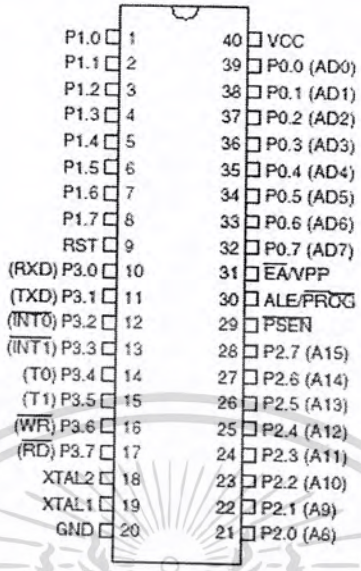
ใช้สำหรับเลือกการติดต่อหน่วยความจำโปรแกรมจากภายนอกหรือภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ถ้าหากขานี้เป็น "0" เป็นการเลือกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก แต่ถ้าหากขานี้เป็น "1" เป็นการเลือกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับหน่วยความจำภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ MSC-51 แบบแฟลตต้องการแรงดันสำหรับการโปรแกรม +12V

2.3.2.10 XTAL1 และ XTAL2

เป็นขาสำหรับต่อคริสตัลเพื่อสร้างสัญญาณนาฬิกาในการกำหนดจังหวะการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังรูปที่ 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 2.5 การจัดขามาตรฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 [5]

2.3.3 การจัดหน่วยความจำ

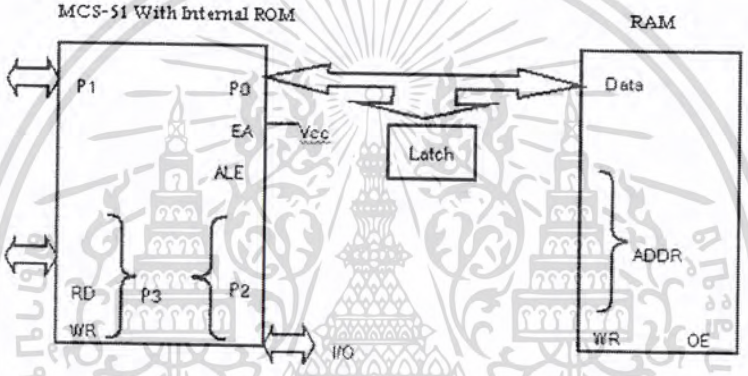
การจัดหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 จะแบ่งหน่วยความจำออกเป็น 3 กลุ่ม คือ 1. หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม (Program Memory) หรือหน่วยความจำรหัส (Code Memory) 2. หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล 3. รีจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่เฉพาะ (Special Function Register)

หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมหน่วยความจำโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เป็นบริเวณหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลและคำสั่งใช้งานต่างๆ ซึ่งแม้ว่าจะไม่มีการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับระบบข้อมูลเหล่านี้ก็ยังคงอยู่ไม่สูญหายโครงสร้างของหน่วยความจำโปรแกรมมีลักษณะเช่นเดียวกับหน่วยความจำที่บรรจุอยู่ในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ของหน่วยความจำประเภทต่างๆ เช่น หน่วยความจำแบบรอม (READ ONLY MEMORY) หรือ อีพรอม (ERASABLE PROGRAMABLE READ ONLY MEMORY) ในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 สามารถอ่านข้อมูลหน่วยความจำโปรแกรมนี้ได้สูงสุดไม่เกิน 64 กิโลไบต์ และแยกประเภทของหน่วยความจำโปรแกรมเป็น 2 ลักษณะ ตามตำแหน่งของหน่วยความจำนั้น คือ หน่วยความจำโปรแกรมภายใน (INTERNAL PROGRAM MEMORY) ซึ่งเป็นหน่วยความจำรอม หรืออีพรอมที่อยู่ภายในตัวไอซีของไมโครคอนโทรลเลอร์เอง และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

119528

หน่วยความจำโปรแกรมภายนอก (EXTERNAL PROGRAM MEMORY) ซึ่งเป็นการใช้ไอซีหน่วยความจำมาทำหน้าที่เป็นหน่วยความจำโปรแกรมของระบบไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ต่างๆ ของตระกูล 8051 นี้สามารถขยายให้ใช้งานในหน่วยความจำภายนอกได้ทั้งสิ้น โดยกรณีที่มีหน่วยความจำโปรแกรมภายในอยู่แล้ว การอ้างตำแหน่งแอดเดรสที่มีทั้งในหน่วยความจำโปรแกรมภายในและภายนอกนั้นจะต้องทำการควบคุมระดับลอจิกของสัญญาณในขณะนั้นด้วย ขนาดหน่วยความจำโปรแกรมภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ต่างๆ ภายในตระกูล 8051 จะแตกต่างกันออกไป เพื่อความเหมาะสมกับการนำไปใช้งานลักษณะต่างดังรูปที่ 2.6



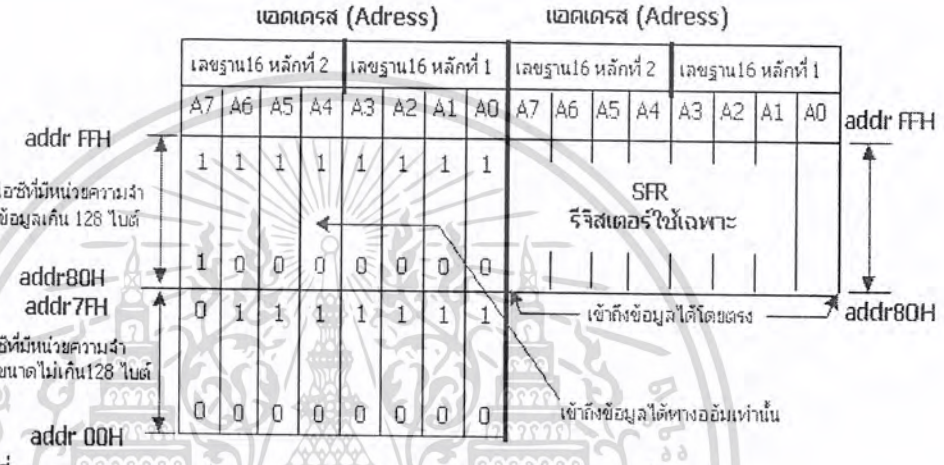
รูปที่ 2.6 การใช้หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม [6]

หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล หน่วยความจำข้อมูล (RAM) จะทำหน้าที่เก็บรักษาข้อมูล โดยข้อมูลอาจจะเป็นค่าหลังจากไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำการประมวลผลหรือเก็บค่าข้อมูลที่จะให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลในขณะนั้น และจะทำหน้าที่เป็น สแตก (Stack) บางส่วน ยกตัวอย่างเช่น ถ้าเป็นเครื่องไมโครเวฟที่ใช้สำหรับอุ่นอาหาร ก็คือส่วนที่เราป้อนข้อมูล เช่น เวลา หรืออุณหภูมิที่เป็นปัจจุบัน หลังจากหน่วยความจำโปรแกรมแสดงรายการ หลักที่แอลซีดี นั้นเอง สังเกตว่าหากเราปิดเครื่อง แล้วเปิดเครื่องใหม่อีกครั้งหนึ่ง ค่าข้อมูลที่เป็นเวลา และอุณหภูมิเดิมที่เรากำหนดไว้ในครั้งแรกก็จะหายไป และจะให้เราป้อนค่าข้อมูลใหม่ อีกครั้ง ดังนั้นการที่จะรักษาข้อมูลเดิมไว้ได้จะต้องมีแหล่งจ่ายไฟสำรองไว้สำหรับเพื่อเลี้ยงให้กับตัวไอซีตลอดเวลา

สำหรับไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C1051 จะมีหน่วยความจำที่เก็บข้อมูลได้ 64 ไบต์ ส่วนAT89C2051 และ AT89C4051 จะมีหน่วยความจำที่เก็บข้อมูลได้ 128 ไบต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยความจำข้อมูลภายในยังแบ่งส่วนของการใช้งานได้อีกเป็นสองส่วน คือ หน่วยความจำข้อมูลภายใน 128 ไบต์ จะเป็นหน่วยความจำที่ใช้งานทั่วไปอยู่ที่ตำแหน่งแอดเดรส 00H-7FH และหน่วยความจำในตำแหน่งแอดเดรสที่ 80H-FFH ซึ่งจะเป็นส่วนของรีจิสเตอร์เฉพาะ ในส่วนของหน่วยความจำที่ใช้งานทั่วไปจะแสดงได้ดังรูป 2.10 โดยพื้นที่ของหน่วยความจำข้อมูลภายในที่ตำแหน่งแอดเดรส 00H-7FH ก็ยังสามารถที่จะแบ่งออกเป็นส่วนย่อยได้ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 ตารางตำแหน่งแอดเดรสของหน่วยความจำข้อมูลภายใน [7]

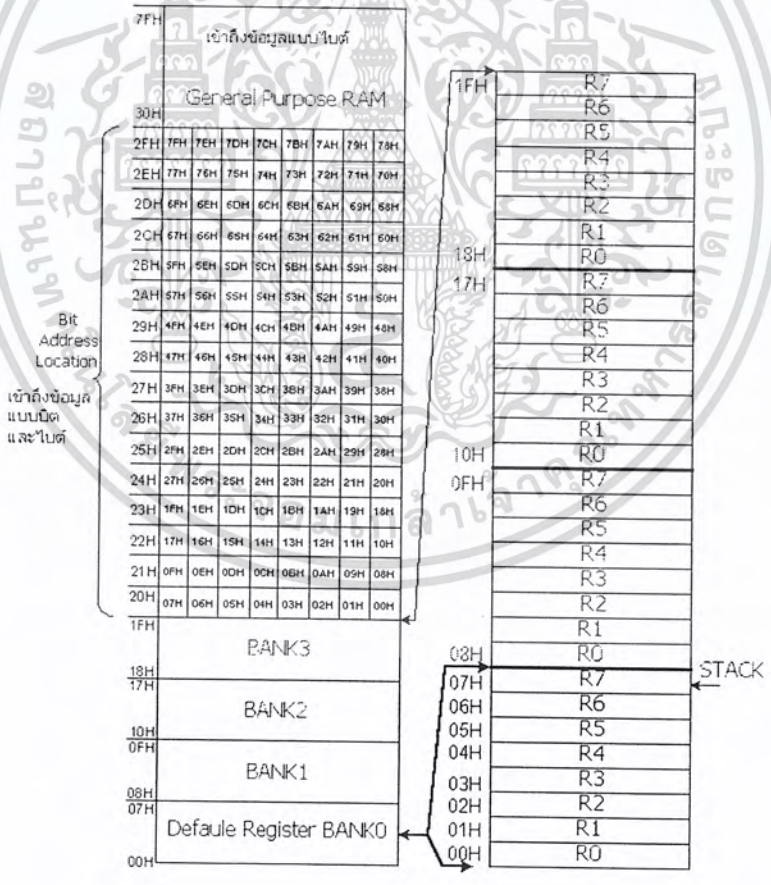
พื้นที่ในหน่วยความจำข้อมูล (แรม)ตำแหน่งที่ 00H-1FH จำนวน 32 ไบต์ จะถูกแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม เรียกว่า แบงก์ (Bank) และในแต่ละแบงก์ จะมี 8 ไบต์ ดังแสดงในรูป พื้นที่ในแต่ละแบงก์จะถูกใช้งานเป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้งานทั่วไป (รีจิสเตอร์ R0-R7 เป็นรีจิสเตอร์ที่มีขนาด 8 บิต หรือ 1 ไบต์) โดยที่รีจิสเตอร์ R0 จะอยู่ในตำแหน่งแรกของแต่ละแบงก์ และ รีจิสเตอร์ R7 จะอยู่ในตำแหน่งสุดท้ายของแต่ละแบงก์ ในการนำไปใช้งานจะเลือกใช้รีจิสเตอร์ R0-R7 ได้เพียงแบงก์เดียว และเลือกใช้พื้นที่ของรีจิสเตอร์ R0-R7 ในแบงก์ใดๆก็ได้โดยการกำหนดค่าข้อมูลที่รีจิสเตอร์พีเอสดับบลิว ในส่วนของรีจิสเตอร์เฉพาะหากไม่ได้กำหนดค่าใดๆเมื่อทำการรีเซตให้กับไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์จะถูกกำหนด ให้เริ่มต้นใช้งานที่รีจิสเตอร์ R0-R7 ในหน่วยความจำตำแหน่งแบงก์ 0 ให้เอง ดังนั้นในการทดลองเริ่มต้นในส่วนแรกๆ เราจะยังไม่กำหนดค่าใดๆ ในการเลือกงานรีจิสเตอร์แบงก์อื่นๆ (จะใช้เพียงรีจิสเตอร์ R0-R7ในหน่วยความจำตำแหน่งแบงก์ 0 ที่ถูกกำหนดมาให้เท่านั้นก่อน)

พื้นที่ในหน่วยความจำข้อมูลภายใน (แรม) ตำแหน่งแอดเดรสที่ 20H-2FH จำนวน 16 ไบต์ เป็นส่วนที่สามารถใช้งานในลักษณะการเข้าข้อมูลแบบไบต์ หรือแบบบิตได้ และสามารถอ้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่งแบบบิตได้โดยตรง เพียงแต่ระบุตำแหน่งหรือชื่อของบิตนั้นๆได้ ซึ่งจะมีด้วยกันอยู่จำนวนทั้งหมด 128 บิต แต่ละบิตจะมีหมายเลขตำแหน่งของบิตคือ 00H-7FH โดยตำแหน่งบิตที่ 00H ก็คือข้อมูลของบิตต่ำสุดในตำแหน่งแอดเดรสที่ 20H หรือ เราอาจเรียกว่า(20H.1) และตำแหน่งของบิตที่ 7FH คือข้อมูลบิตสูงสุดในตำแหน่งแอดเดรสที่ 2FH หรือเราอาจเรียกว่า (20H.7) การอ้างตำแหน่งแบบบิตจะทำให้โปรแกรมทำงานได้รวดเร็วขึ้น

พื้นที่บริเวณหน่วยความจำข้อมูลในตำแหน่งที่ 30H-7FH จะเป็นพื้นที่ของหน่วยความจำใช้งานทั่วไป และการติดต่อกับข้อมูลในตำแหน่งต่างๆ ของหน่วยความจำ ส่วนนี้จะอ้างตำแหน่งข้อมูลได้ในลักษณะของแบบไบต์เท่านั้น และพื้นที่ส่วนนี้เราอาจจะใช้เป็นสแตกได้ (รายละเอียดของสแตก อยู่ในเรื่องหน่วยความจำแบบเอสเอฟอาร์) ดังแสดงในรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 หน่วยพื้นที่ความจำของข้อมูล [8]

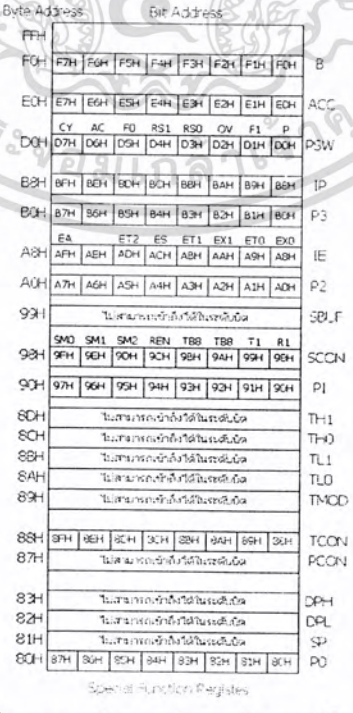
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3.1 รีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป

รีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป (GENERAL-PURPUSE REGISTERS) รีจิสเตอร์ในกลุ่มนี้จัดเป็นพื้นที่หน่วยความจำที่ใช้ในการสนับสนุนในการประมวลผล การทำงานจากหน่วยประมวลผลทางคณิตศาสตร์และลอจิก เพื่อให้สามารถจัดการข้อมูลให้เร็วที่สุด โดยทั่วไปก็มักจะมีการใช้งานรีจิสเตอร์ R0 ถึง R7 เฉพาะในแบงก์ 0 เท่านั้น ดังนั้นพื้นที่ของแบงก์อื่นๆ ที่เหลือก็สามารถนำมาใช้ในลักษณะของหน่วยความจำแรม

2.3.3.2 รีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษ (SER)

รีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษเป็นรีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษสำหรับการควบคุมหน้าที่ และการทำงานของอุปกรณ์หรือพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ทั้งหมด แอคคิวมูเลเตอร์ (ACCUMULATOR) หรือเอซีซี (ACC) เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต ทำหน้าที่ ในการเก็บข้อมูลที่จะส่งให้กับหน่วยทำงานภายในหน่วยประมวลผลกลาง และเก็บผลลัพธ์ที่ได้จากการทำงานเท่านั้น การทำงานของรีจิสเตอร์นั้นมีลักษณะเช่นเดียวกับตัวแอคคิวมูเลเตอร์ของโปรเซสเซอร์ทั่วไป ดังแสดงในรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 การจัดหน่วยความจำและตำแหน่งของรีจิสเตอร์เฉพาะ [9]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) แอคคิวมูเลเตอร์ หรือ รีจิสเตอร์ A

เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต และมีแอดเดรสอยู่ที่ตำแหน่ง E0H สามารถที่ จะเข้าถึงข้อมูลในระดับบิตได้ใช้งานเป็นตัวกระทำร่วมทางคณิตศาสตร์ เช่น การบวก ลบ คูณ หาร เป็นต้น และทำหน้าที่เป็นตัวเก็บผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ซึ่งรีจิสเตอร์นี้จะถูกใช้งานบ่อยมากในการเขียนโปรแกรม

2) รีจิสเตอร์ B

เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิตที่มีแอดเดรสอยู่ที่ตำแหน่ง F0H ใช้ในการกระทำในคำสั่งคูณ หรือหารข้อมูลโดยใช้ร่วมกับรีจิสเตอร์ เอ จะทำหน้าที่เก็บค่าผลลัพธ์ที่เป็นเศษของการหาร และเก็บผลลัพธ์ของค่าผลคูณไบต์บน และยังใช้เก็บข้อมูลทั่วไปได้ในกรณีไม่ได้ทำคำสั่งในการคูณ หรือหาร

3) พีเอสดับบลิว (PSW : Program Status Word)

เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต ทำหน้าที่แสดงสถานะการทำงานของโปรแกรม ซึ่งจะมีการเปลี่ยนแปลงหลังจากมีการทำงานในคำสั่งต่างๆ และยังใช้เป็นตัวเลือกตำแหน่งแบงก์ของรีจิสเตอร์ (Register Bank) R0-R7 อีกด้วย ผลของบิตต่างๆ สามารถนำไปเป็นเงื่อนไขในการกระโดด (Jump) และค่าของบิตต่างๆในพีเอสดับบลิวสามารถที่จะเซตหรือเคลียร์บิตด้วยคำสั่งทางซอฟต์แวร์ได้แฟลกต่างๆ ของรีจิสเตอร์พีเอสดับบลิวจะอยู่ในตำแหน่งของบิตต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 2.10

PSW.7	PSW.6	PSW.5	PSW.4	PSW.3	PSW.2	PSW.1	PSW.0
CY	AC	F0	RS1	RS0	OV	-	P

รูปที่ 2.10 แฟลกต่างๆ ของรีจิสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ซีวาย (CY : Carry Flag)

เป็นบิตที่ทำหน้าที่แสดงสถานะของตัวทด เช่นในกรณีของการบวก หากนำเลข 8 บิต 2 จำนวนมาบวกกันแล้วปรากฏว่า ผลบวกที่ได้มีค่ามากเกิน 8 บิต ทำให้สถานะของบิตซีวายถูกเซตเป็น 1 แต่หากผลบวกไม่เกิน 8 บิต ป้ายบอกสถานะที่บิตซีวายจะยังเป็น 0 และในทำนองเดียวกันจะทำหน้าที่เป็นตัวยืมในกรณีของการลบ ใช้เป็นตัวร่วมกับ แอคคิวมูเลเตอร์ (รีจิสเตอร์ เอ)ในการหมุนบิต และเราสามารถใช้ค่าของซีวาย เป็นเงื่อนไขในการเขียนโปรแกรมในการกระโดด (Jump) ได้

5) เอซี (AC : Auxiliary Carry Flag)

เป็นแฟลกตัวทดช่วยในกรณีที่มีการบวกเลขสองจำนวน แล้วมีการทดระหว่างบิตที่ 3 ไปบิตที่ 4 ทำให้มีการเซตค่าที่บิตเอซีเป็น "1" ดังตัวอย่าง

6) เอฟศูนย์ (F0 : Flag 0)

เป็นแฟลกที่ใช้งานทั่วไปซึ่งเราสามารถใช้เป็นแฟลกสภาวะ (Status flag) ของโปรแกรมโดยการเซต หรือรีเซตด้วยคำสั่งทางซอฟต์แวร์ (กันไว้สำหรับผู้ใช้) (RS1-RS0 : Register Bank Select) เป็นตัวกำหนดการเลือกพื้นที่ใช้งานของกลุ่มรีจิสเตอร์ R0 - R7 (รูปที่1.10) ในแบงก์ต่างๆโดยการกำหนดสถานะที่บิต RS0 และ RS1 ตามตารางรีจิสเตอร์ RS0 RS1 ตำแหน่งหน่วยความจำ

7) โอวี (OV : Overflow Flag)

เป็นบิตที่แสดงสถานการณ์ล้น ซึ่งจะถูกเซตหรือเคลียร์จากการทำงานของคำสั่งทางคณิตศาสตร์ แล้วเกิดการทดข้ามจากบิตที่ 6 มายังบิตที่ 7 เช่นในการนำเลขสองจำนวนมารวมกัน แล้วได้ผลลัพธ์มากกว่า +127(ฐานสิบ) หรือต่ำกว่า -128(ฐานสิบ) ในบิตที่ 7 (ซ้ายมือสุด) จะแสดงเป็นบิตสถานะของค่าบวก หรือลบโดยถ้าสถานะเป็น 1 จะเป็นค่าบวก ถ้าสถานะเป็น 0 จะเป็นค่าลบ ดังนั้นเมื่อมีการเกิดการล้นขึ้น จะทำให้แฟลก โอวี ถูกเซตเป็น "1"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8) พี (P : Parity Flag)

เป็นบิตแสดงสถานะที่ใช้ตรวจสอบจำนวนบิตที่เป็น "1" ในข้อมูลของแอคคิวมูเลเตอร์ (รีจิสเตอร์เอ) โดยบิตพี จะถูกเซตเป็น "1" เมื่อสถานะทั้ง 8 บิตมีเลข 1 เป็นจำนวนคี่ (odd) และบิตพี จะถูกเซตเป็น "0" เมื่อสถานะของทั้ง 8 บิตในแอคคิวมูเลเตอร์ (รีจิสเตอร์เอ) มีจำนวนเลข 1 เป็นจำนวนคู่ (even) หรือนับจำนวนเลข 1 ของข้อมูลในรีจิสเตอร์ เอ ทั้ง 8 บิตนั้นเอง

9) ตัวชี้สแตก (Stack Pointer)

เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต มีแอดเดรสอยู่ที่ตำแหน่ง 81H ใช้ในการเก็บค่าของตัวชี้บอกตำแหน่งแอดเดรส เมื่อรีเซตระบบของไมโครคอนโทรลเลอร์ ค่าของตัวชี้สแตก จะถูกกำหนดให้เริ่มต้นชี้ที่ตำแหน่งแอดเดรส 07H (ข้อมูลที่รีจิสเตอร์เอสพี จะมีค่าเท่ากับ 07H) ซึ่งจะเป็นตำแหน่งแอดเดรสของรีจิสเตอร์ R7 ในแบงค์ 0 สแตก(Stack) คือการจอง พื้นที่หน่วยความจำข้อมูล และเป็นตำแหน่งที่ใช้ในการเก็บข้อมูล การเก็บข้อมูลลงในสแตก จะเก็บได้ครั้งละ 8 บิต โดยใช้คำสั่งผลัก (PUSH) ค่าของเอสพี จะเพิ่มขึ้น 1 แล้วเก็บในสแตกที่ตำแหน่งที่เอสพีชี้อยู่ สแตกจะถูกใช้งานในขณะที่มีการเรียกใช้โปรแกรมย่อยโดยคำสั่งเรียก หลังจากนั้นก็จะนำแอดเดรสที่ตำแหน่งถัดจากคำสั่งเรียก (CALL) ไปเก็บไว้ที่หน่วยความจำในพื้นที่ๆจองไว้ และหลังจากที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานตามคำสั่งในโปรแกรมย่อยจนเสร็จสิ้นโปรแกรมย่อยก็จะปิดท้ายด้วยคำสั่งอาร์อีที (RET) การที่จะกลับค่าไปที่ตำแหน่งแอดเดรสเดิมได้ ก็ต้องออกจากสแตกที่ละชั้นไป เราจึงเรียกวิธีการนี้ว่า เอฟไอเอลโอ (First In Last Out) หรือเข้าก่อนออกที่หลัง การคืนค่าของรีจิสเตอร์ในสแตกกลับมาให้เป็นข้อมูลเดิม ทำได้โดยใช้คำสั่งพีโอพีทุกครั้งที่เริ่มรีเซตระบบ ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะเริ่มทำงานที่ตำแหน่งแอดเดรส 0000H ของหน่วยความจำโปรแกรมแฟลช (Flash memory) และจะเริ่มปฏิบัติตามคำสั่งที่ถูกเขียนเป็นข้อมูลขนาด 8 บิต(1ไบต์)ในแต่ละแอดเดรสของจำนวนของแอดเดรสที่จะเก็บข้อมูลในแต่ละคำสั่ง

10) ดีพีทีอาร์ (DPTR : Data Pointer)

เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 16 บิตที่ประกอบด้วยรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต 2 ตัวคือ รีจิสเตอร์ดีพีเอล (DPL) และดีพีเอช (DPH) ซึ่งเราสามารถเลือกการใช้งานในลักษณะ 8 บิต 2 ตัว หรือ 16 บิต 1 ตัวก็ได้ จะมีแอดเดรสอยู่ที่ตำแหน่ง 82H,83H ตามลำดับ ใช้สำหรับเป็นตัวชี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่งของหน่วยความจำ หรือตำแหน่งของอุปกรณ์อินพุตเอาต์พุตที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการติดต่อด้วย และใช้เป็นตัวกำหนดตำแหน่งเริ่มต้น (Base) ของตารางในการทำงานเกี่ยวกับลุคอัพเทเบิล (Look up table)

11) รีจิสเตอร์พอร์ต P0-P3 พอร์ต P1และพอร์ต P3

เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต ซึ่งพอร์ต P0 มีแอดเดรสอยู่ที่ตำแหน่ง 80H พอร์ต P1 มีแอดเดรสอยู่ที่ตำแหน่ง 90H พอร์ต P2มีแอดเดรสอยู่ที่ตำแหน่ง A0H และพอร์ต P3 มีแอดเดรสอยู่ที่ตำแหน่ง B0H ข้อมูลที่อยู่ในรีจิสเตอร์เหล่านี้จะเป็นค่าเดียวกับค่าของสัญญาณ ที่ขาต่างๆของพอร์ต เป็นรีจีสเตอร์ที่สามารถเข้าถึงข้อมูลแบบบิตได้ เป็นพอร์ตแบบสองทิศทางคือเป็นได้ทั้งพอร์ตอินพุต และพอร์ตเอาต์พุตสามารถคงสภาวะ (Latch) ขณะเป็นเอาต์พุตสำหรับเบอร์ AT89CX051 พอร์ต P3 จะมีขาภายนอกเพียง 7 ขา ส่วนขาที่ P3.6 จะเป็นขาที่อยู่ภายในไอซีเป็นขาเอาต์พุตของวงจรเปรียบเทียบระหว่างขา P1.0 และ P1.1

2.3.4 พอร์ตอินพุตและเอาต์พุต

พอร์ต หมายถึงแอดเดรสหนึ่งที่ได้รับการกำหนดไว้เพื่อการโอนย้ายข้อมูลระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับอุปกรณ์ภายนอก การกำหนดประเภทของการติดต่อขึ้นอยู่กับทิศทางการไหลของข้อมูลเมื่อพิจารณาจากไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นหลัก ดังนั้นการนำเข้าข้อมูลจากวงจรภายนอกจึงเรียกว่า การอินพุต (input) และในกรณีตรงกันข้ามเพื่อส่งออกข้อมูลก็จะเรียกว่า การเอาต์พุต (output) เมื่อพิจารณาถึงวิธีการส่งข้อมูลภายในพอร์ตจะสามารถแยกประเภทของพอร์ตออกได้เป็นสองลักษณะ คือพอร์ตแบบขนาน (Parallel port) ซึ่งทำการส่งจำนวนบิตข้อมูลทั้งหมดออกมาหรือนำเข้าไปพร้อมกันในคราวเดียว และพอร์ตแบบอนุกรม (Serial port) ซึ่งทำการโอนย้ายข้อมูลคราวละบิตๆ จนครบจำนวน แต่สำหรับในบทนี้จะกล่าว ถึงเฉพาะในส่วนของพอร์ตแบบขนานเท่านั้น สำหรับการทำงานของพอร์ตแบบอนุกรมจะได้กล่าวภายหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4.1 การใช้งานพอร์ตเป็นการอินพุต

การใช้งานพอร์ตเป็นการอินพุตข้อมูลจะต้องเริ่มด้วยการส่งข้อมูลที่มี ค่าเป็น 1 ออกมาทางบิตของพอร์ตนั้นก่อนเป็นลำดับแรก เพื่อหยุดการทำงานของทรานซิสเตอร์ ที่ทำหน้าที่ขับสัญญาณเอาต์พุตของบิตนั้นทำให้ขาสัญญาณของบิตถูกต่อเข้ากับตัวต้านทานซึ่ง ทำหน้าที่เพิ่มกระแส (Pull-up) ภายในซึ่งมีผลให้บิตนั้นๆของพอร์ต 1,2 และ 3 เป็นสภาวะของลอจิกสูง ตัวต้านทานนี้มีค่าประมาณ 50 กิโลโอห์ม ซึ่งเป็นค่าที่สูงมากและทำให้อุปกรณ์ภายนอกสามารถขับสัญญาณของพอร์ตเหล่านี้เป็นลอจิกต่ำได้ง่าย สำหรับบิตของพอร์ต 0 นั้น แม้ว่าจะมีหลักการทำงานที่คล้ายคลึงกันกับบิตของพอร์ตอื่นๆ แต่เนื่องจากการที่ไม่มีตัวต้านทาน ทำหน้าที่เพิ่มกระแสภายในไว้ ทำให้เมื่อทรานซิสเตอร์ที่ทำหน้าที่ขับสัญญาณเอาต์พุตนั้นหยุดการทำงาน ก็จะ เป็นผลให้ขาสัญญาณนี้อยู่ในสภาวะอิมพีแดนซ์สูงแทน

2.3.4.2 การใช้งานพอร์ตเป็นการเอาต์พุต

เมื่อมีการส่งข้อมูลที่มีค่าเป็น 0 ให้กับแต่ละบิตของพอร์ตทุกพอร์ต ข้อมูลนี้จะถูกส่งให้กับฟลิปฟลอป ซึ่งจะค้างค่านี้ไว้และมีผลทำให้ทรานซิสเตอร์ที่ทำหน้าที่ขับสัญญาณเอาต์พุตนั้นทำงาน ดังนั้นขาสัญญาณก็จะมีสภาวะลอจิกเป็นลอจิกต่ำ ส่วนการส่งข้อมูลที่มีค่าเป็น 1 ออกมานั้น ในกรณีที่เป็นการทำงานในแต่ละบิตของพอร์ต 1,2 หรือ 3 จะทำให้ทรานซิสเตอร์ที่ทำหน้าที่ขับสัญญาณเอาต์พุตนั้นหยุดการทำงาน มีผลทำให้ขาของสัญญาณเป็นลอจิกสูงด้วย ตัวต้านทานที่เพิ่มกระแสอยู่ภายในนั้น แต่สำหรับการทำงานในแต่ละบิตทางพอร์ต 0 นั้นจะมีผลที่แตกต่างออกไป โดยขาสัญญาณจะเป็นสภาวะอิมพีแดนซ์สูงแทน เนื่องจากไม่มีตัวต้านทานภายในเชื่อมต่ออยู่นั่นเอง ดังนั้นในการใช้งานพอร์ต 0 เป็นการเอาต์พุตข้อมูล จึงจำเป็นต้องใช้ตัวต้านทานภายนอกเพิ่มกระแสสัญญาณไว้กับลอจิกสูงแทน ความสามารถอีกประการหนึ่งเกี่ยวกับพอร์ตอินพุต/เอาต์พุตของ 8051 เป็นวิธีการอ่านลิจิกจากพอร์ตซึ่งมีได้สองวิธี คือการอ่านค่าลอจิกที่ขาสัญญาณ (Port pin) และวิธีการอ่านลอจิกของการคงสภาวะที่พอร์ต วิธีการอ่านค่าจากพอร์ต ทั้งสองแบบนี้จะช่วยให้ระบบทำงานได้ด้วยความถูกต้องมากยิ่งขึ้น ยกตัวอย่างเช่น หากพอร์ตถูกนำไปต่อกับขาเบสของทรานซิสเตอร์แบบเอ็นพีเอ็น (NPN) และขาอิมิตเตอร์ต่อกับกราวด์ของระบบ เมื่อมีการส่งค่า 1 ออกไปจะมีผลทำให้ทรานซิสเตอร์ทำงาน ในขณะนั้นถ้าซีพียูมีการอ่านค่าลอจิกจากขาสัญญาณของพอร์ตนี้ก็จะได้ค่าลอจิกต่ำเนื่องจากมองเห็นค่าศักย์ไฟฟ้าระหว่างขาเบส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และขาอิมิตเตอร์ซึ่งมีค่าประมาณ 0.6 โวลต์แทนดังนั้นในกรณีเช่นนี้หากว่าเป็นการอ่านค่าจากลอจิกของการคงสภาวะก็จะได้รับค่าระดับลอจิกสูงซึ่งเป็นค่าที่ถูกต้องสภาพที่เป็นจริง

2.3.5 การเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 8051

การเคลื่อนย้ายข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยังอุปกรณ์ต่อพ่วงอื่นๆ หรือคอมพิวเตอร์ด้วยกันนั้นมี 2 วิธี คือ การรับส่งข้อมูลแบบขนานและการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม การรับส่งข้อมูลขนานจะเป็นการรับส่งข้อมูลคราวละ 4 หรือ 8 บิต ในเวลาเดียวกันซึ่งจะทำให้การรับและส่งข้อมูลทำได้ที่ความเร็วสูง ซึ่งหมายความว่าจำนวนสายที่ใช้ในการส่งจะน้องมีมากเท่ากับจำนวนบิตของข้อมูลที่จะส่งด้วย นอกจากนี้ยังจะต้องรวมถึงสายที่ใช้สำหรับควบคุมและการตรวจสอบการรับส่งข้อมูลด้วย ซึ่งอาจจะต้องใช้สายมากเป็น 2 เท่าของจำนวนบิตข้อมูลที่จะส่งก็ได้ ซึ่งก็เป็นปัญหาในเรื่องของราคาของสายที่ใช้ในการเชื่อมต่อแบบขนานมักจะมีราคาแพง

ในขณะที่การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมเป็นการรับส่งข้อมูลครั้งละ 1 บิต แต่ก็สามารถรับส่งข้อมูลได้คราวละหลายๆ บิตได้ หากแต่จะต้องมีการตกลงกันระหว่างตัวส่งและรับว่าจะรับส่งข้อมูลคราวละกี่บิต ตัวรับจะต้องรอข้อมูลมาให้ครบทุกบิตเสียก่อนจึงจะทำการประมวลผล ส่งผลให้การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมอาจมีความเร็วต่ำกว่าแบบขนาน อย่างไรก็ตาม การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมนั้นสามารถใช้สายสัญญาณที่มีความยาวมากกว่าแบบขนาน ทำให้ระยะทางในการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมสามารถทำได้มากกว่า

2.4 การสื่อสารแบบอนุกรม

ในการสื่อสารแบบอนุกรมในเครื่องคอมพิวเตอร์นั้นจะมีความเร็วในการสื่อสารช้ากว่าแบบขนาน เป็นเพราะว่าการเคลื่อนย้ายข้อมูลแบบอนุกรมนั้นเป็นการส่งข้อมูลทีละ 1 บิต แต่พอร์ตขนานนั้นสามารถส่งข้อมูลได้ครั้งละหลายๆ บิตพร้อมกัน ดังนั้นจึงทำให้การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมมีความเร็วต่ำกว่าแบบขนาน แต่ว่าข้อดีของการส่งข้อมูลแบบอนุกรมคือสามารถส่งข้อมูลได้ระยะทางไกลกว่าแบบขนาน และอีกทั้งสายสัญญาณก็มีน้อยกว่าการส่งข้อมูลแบบขนานอีกด้วย การสื่อสารแบบอนุกรมสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 รูปแบบดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ซิมเพล็กซ์ สามารถส่งข้อมูลได้อย่างเดียว เป็นการสื่อสารแบบทางเดียว

2) การสื่อสารแบบทิศทางเดียว สามารถส่งข้อมูลไปยังปลายทาง และสามารถรับข้อมูลจากปลายทางได้แต่ไม่ สามารถทำการส่งและรับข้อมูลในเวลาเดียวกันได้

3) การสื่อสารแบบสองทิศทาง สามารถรับและส่งข้อมูลได้ในเวลาเดียวกัน

การสื่อสารแบบอนุกรมสามารถแบ่งประเภทของการสื่อสารตามลักษณะสัญญาณได้ 2 แบบ คือ

1) การสื่อสารแบบซิงโครนัส (Synchronous) สำหรับการสื่อสารแบบซิงโครนัสนี้จะใช้สัญญาณนาฬิกาควบคุมการรับส่งสัญญาณ เช่น สายคีย์บอร์ดคอมพิวเตอร์ โดยจะมีสายสัญญาณเส้นหนึ่งเป็นสายสัญญาณนาฬิกา ส่วนอีกเส้นหนึ่งเป็นสายของข้อมูล (และมักจะมีสาย กราวนด์ด้วย) สำหรับการสื่อสารแบบซิงโครนัสนี้เหมาะสำหรับการทำงานในระยะใกล้ข้อมูลที่จะส่งมีไม่มากนัก เพราะถ้าระยะทางไกลขึ้นจะทำให้สัญญาณนาฬิกามีปัญหา อีกทั้ง ต้องมีสายหลายเส้นทำให้สิ้นเปลืองมาก

2) การสื่อสารข้อมูลแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous) สำหรับการสื่อสารข้อมูลแบบอะซิงโครนัสคือ การรับและส่งข้อมูลไปในสายโดยไม่จำเป็นต้องมีสายสัญญาณนาฬิการ่วมด้วย ซึ่งแตกต่างกับการสื่อสารข้อมูลแบบซิงโครนัสที่ต้องใช้สายสัญญาณนาฬิกาในการรับและส่งสัญญาณเพิ่มขึ้นมาอีกหนึ่งเส้น สำหรับการสื่อสารข้อมูลแบบอะซิงโครนัสนั้นจะใช้การกำหนดค่าสัญญาณนาฬิกาทั้งภาครับและภาคส่งให้มีค่าเท่ากัน ซึ่งเรียกสัญญาณนาฬิกาที่ใช้ในการกำหนดค่าให้ทั้งภาครับและภาคส่งว่า อัตราการถ่ายทอดข้อมูล หรือ บอดเรต(baudrate) ซึ่งมีหน่วยเป็นบิตต่อวินาที (Bit Per Second : bps) จากรูปที่ 2.8 เป็นรูปแบบของข้อมูลที่ใช้ในการสื่อสารอนุกรมแบบอะซิงโครนัส ซึ่งมีส่วนประกอบอยู่ด้วยกัน 4 ส่วนคือ

1) บิตเริ่มต้น (Start Bit) จะมีขนาด 1 บิต

2) บิตข้อมูลแบบอนุกรมจะมีขนาด 5,6,7 หรือ 8 บิต

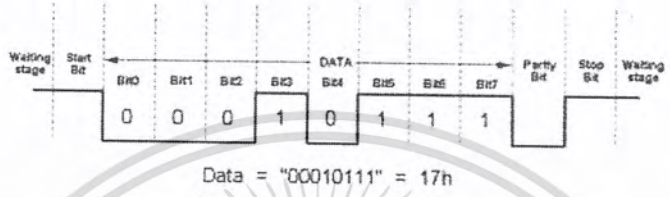
3) บิตตรวจสอบพาริตี้ (Parity Bit) จะมีขนาด 1 บิตหรือไม่มี

4) บิตปิดท้าย (Stop Bit) จะมีขนาด 1,1.5 หรือ 2 บิต

หลักการทำงานของไดอะแกรมในรูปที่ 2.11 สามารถอธิบายได้คือขณะที่ไม่มีข้อมูลส่งมานั้นขา Data จะมีสถานะลอจิก "1" (High) ซึ่งจะเรียกสถานะนี้ว่าสถานะหยุดรอ (Waiting Stage) การเริ่มต้นส่งข้อมูลจะเริ่มจากการให้ขา Data มีลอจิก "0" (Low) ด้วยช่วงขนาด 1 บิตเรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรียกบิตนี้ว่าบิตเริ่มต้น จากนั้นบิตข้อมูลจะถูกส่งออกไปโดยเริ่มส่งจากบิต LSB ก่อนจนถึงบิต MSB จากนั้นจะตามด้วยบิตพาริตี้ ซึ่งใช้เพื่อตรวจสอบความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจาก การส่งข้อมูล บิตสุดท้ายที่จะส่งคือบิตปิดท้าย ซึ่งจะให้ขา Data มีสถานะลอจิก "1" (High) อีกครั้งเพื่อทำให้ยืนยันสถานะหยุดรอด้วยขนาด 1 บิต และเป็นการแสดงว่าสิ้นสุดข้อมูล



รูปที่ 2.11 รูปแบบของข้อมูลที่ใช้ในการรับส่งแบบอะซิงโครนัส

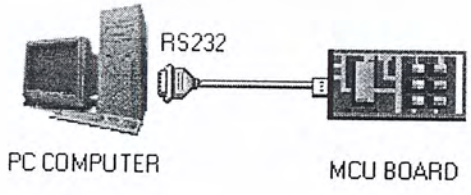
2.4.1 การใช้งานพอร์ตอนุกรม RS232

การสื่อสารแบบอนุกรม นับว่ามีความสำคัญ ต่อการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์มาก เพราะสามารถใช้แป้นพิมพ์และจอภาพของพีซี เป็น อินพุต และ เอาต์พุต ในการติดต่อ หรือควบคุม ไมโครคอนโทรลเลอร์ดังรูปที่ 2.12 ด้วยสัญญาณอย่างน้อย เพียง 3 เส้นเท่านั้น คือ

1) สายส่งสัญญาณ TX

2) สายรับสัญญาณ RX

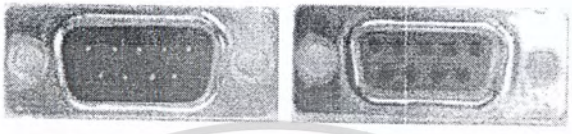
3) สาย GND



รูปที่ 2.12 การเชื่อมต่อพอร์ตอนุกรม

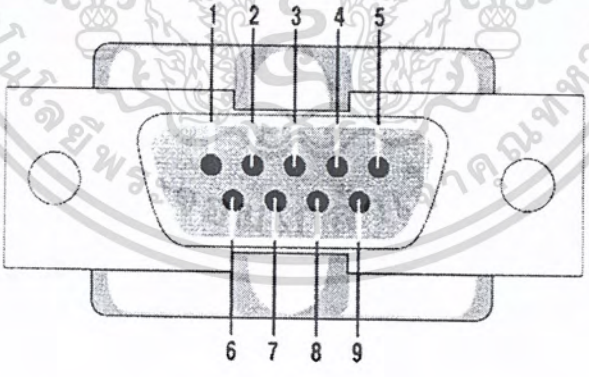
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยปกติพอร์ตอนุกรม RS-232C จะสามารถต่อสายได้ยาว 50 ฟุตโดยประมาณ ขึ้นอยู่กับชนิดของสายสัญญาณ, ระยะทาง, และ ปริมาณสัญญาณรบกวน โดยพอร์ตอนุกรมของ PC จะเป็นคอนเน็คเตอร์แบบ DB9 ตัวผู้ (Male) และพอร์ตอนุกรมของอุปกรณ์ภายนอกจะเป็นคอนเน็คเตอร์แบบDB9 ตัวเมีย (Female) ดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 DB9 ตัวผู้ และ DB9 ตัวเมีย [13]

โดยขาของคอนเน็คเตอร์อนุกรมแบบ DB9 จะมีขา 9 ขา ดังแสดงในรูปที่ 2.14 ดังนี้ Pin 1 Data Carrier Detect , Pin 2 Received Data , Pin 3 Transmitted Data , Pin 4 Data Terminal Ready , Pin 5 Signal Ground , Pin 6 Data Set Ready , Pin 7 Request to send , Pin 8 Clear to Send , Pin 9 Ring Indicator

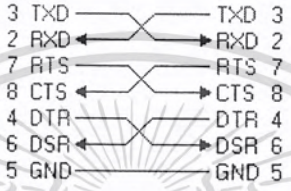


รูปที่ 2.14 การจัดขาของคอนเน็คเตอร์อนุกรมแบบ DB9 และหน้าที่การใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 การเชื่อมต่ออุปกรณ์อุปกรณ์ภายนอกเข้ากับคอมพิวเตอร์ด้วยสาย DB9

โดยสามารถอธิบายได้ดังนี้ ขา 3 ของแต่ละฝั่งจะไปเชื่อมต่อเข้ากับ ขา 2 ของอีกฝั่งหนึ่ง ขา 7 ของแต่ละฝั่งจะเชื่อมต่อเข้ากับขา 8 ของอีกฝั่งหนึ่ง ขา 4 ของแต่ละฝั่งจะไปเชื่อมต่อเข้ากับขา 6 ของอีกฝั่งหนึ่ง และขา 5 ของแต่ละฝั่งจะเชื่อมต่อกัน ดังแสดงในรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกผ่าน DB9 แบบไม่ใช้โมเด็ม (Null modem) [15]

2.4.2.1 การทำงานของขาสัญญาณ DB9

TXD เป็นขาที่ใช้ส่งข้อมูล RXD เป็นขาที่ใช้รับข้อมูล DTR แสดงสภาวะพอร์ตว่าเปิดใช้งาน, DSR ตรวจสอบว่าพอร์ตที่ติดต่อด้วย เปิดอยู่หรือไม่ เมื่อเปิดพอร์ตอนุกรมขา DTR จะ ON เพื่อให้อุปกรณ์ได้รับทราบว่าต้องการติดต่อด้วย ในขณะเดียวกันก็จะตรวจสอบขา DSR ว่าอุปกรณ์พร้อมหรือไม่ อาร์ทีเอส แสดงสภาวะพอร์ตว่าต้องการส่งข้อมูล , ซีทีเอส ตรวจสอบว่าพอร์ตที่ติดต่ออยู่ ต้องการส่งข้อมูลหรือไม่ เมื่อต้องการส่งข้อมูลขา อาร์ทีเอสจะออน และจะส่งข้อมูลออกที่ขาTXD เมื่อส่งเสร็จก็จะออฟ ในขณะเดียวกันก็จะตรวจสอบขาซีทีเอสว่าอุปกรณ์ต้องการที่จะส่งข้อมูลหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 พอร์ตเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอก

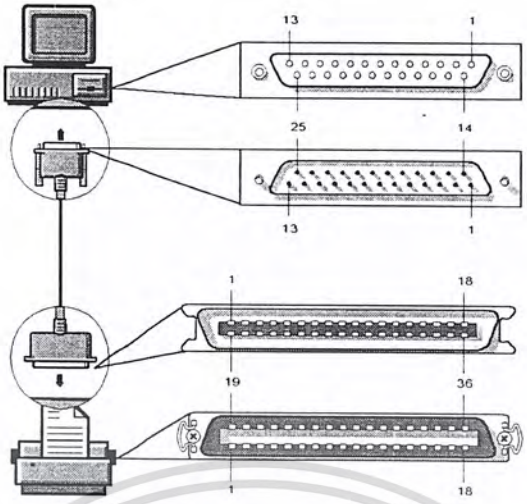
พอร์ต (port) เป็นช่องสำหรับเชื่อมต่อ ระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ไปยังอุปกรณ์ภายนอกต่างๆ มีชื่อเรียกดังต่อไปนี้

2.5.1. ส่วนควบคุมอินพุตและเอาต์พุต (Input/Output Interface) เป็นพอร์ตที่ใช้ต่ออุปกรณ์ที่นำข้อมูลเข้าและออกจากเครื่องคอมพิวเตอร์ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.5.1.1 พอร์ตขนาน (parallel port)

ทำหน้าที่ในการส่งข้อมูลครั้งละหลาย ๆ บิตพร้อมกันได้ เช่น อาจจะส่งข้อมูล 8 บิตไปพร้อมกัน แต่ทั้งนี้ต้องขึ้นกับเทคโนโลยีว่าใช้เทคโนโลยีแบบไหน ซึ่งเปรียบเสมือนกับรถยนต์ที่วิ่งบนถนนหลายเลน จะทำให้ไปถึงจุดปลายทางได้อย่างรวดเร็ว แต่สำหรับพอร์ตขนาน ที่ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์จะ อยู่ด้านหลังของเคส (case) ลักษณะหัวต่อจะเป็นแบบ DB-25 pins ซึ่งในการส่งข้อมูลจะส่งครั้งละ 8 บิต และโดยทั่วไปจะนำไปใช้สำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่สามารถรับส่งแบบขนานได้ อาทิเช่น เครื่องพิมพ์ (printer) เครื่องสแกนเนอร์(scanner) เป็นต้น ในปัจจุบันจะเห็นได้ว่า มีการพัฒนาอุปกรณ์ให้มีส่วนเชื่อมต่อเป็นรุ่นใหม่ เช่น USB พอร์ต ซึ่งก็ใช้หลักการอนุกรม ดังนั้นในอนาคตคงคาดคะเนได้ยากว่าจะมีเทคโนโลยีใหม่และมีประสิทธิภาพมากขึ้นไปด้วย ผลิตออกมาให้เราได้ใช้กัน ก็มีโอกาสทำให้การเชื่อมต่ออุปกรณ์ในลักษณะขนานอาจจะหยุดพัฒนาและก็หมดไปจากเครื่องคอมพิวเตอร์ แม้กระทั่งเครื่องคอมพิวเตอร์เองยังต้องมีการพัฒนาอยู่ตลอด โดยมีการคิดค้นหาเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่ทำให้มีไมโครโพรเซสเซอร์ใหม่ ๆ ไม่ว่าจะเป็นด้านความเร็ว ดังภาพที่ 2.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.16 การเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์กับเครื่องพิมพ์แบบขนาน

2.5.1.2 พอร์ตอนุกรม (serial port)

ทำหน้าที่ในการส่งข้อมูลครั้งละ 1 บิต โดยนำไปใช้สำหรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบต่อเนื่อง อาทิเช่น เครื่องพิมพ์แบบต่อเนื่องและโมเด็มไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งตัวเชื่อมต่อแบบต่อเนื่องที่นิยมใช้กันมากที่สุดคือ RS-232D ซึ่งมากับตัวเชื่อมต่อ DB-25 pins และแบบ DB-9 pins ดังภาพที่ 2.17

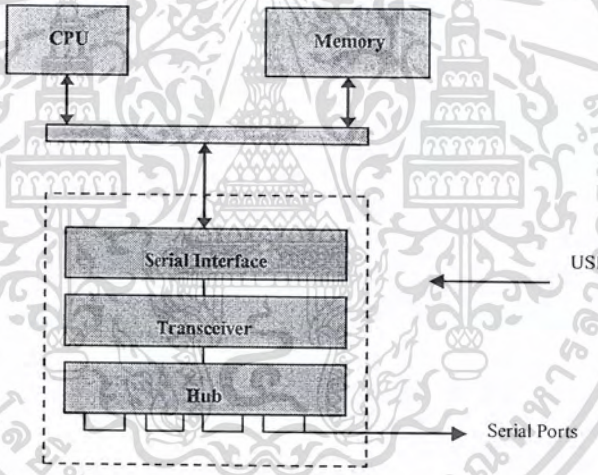
รูปที่ 2.17 DB-25 และ DB-9 Serial Connectors

2.5.1.3 Universal Serial Bus (USB)

เป็นการเชื่อมต่อที่ถูกสร้างขึ้นมาอีกมาตรฐานหนึ่งที่ได้รับความนิยมมากขึ้นเรื่อย ๆ ในการใช้เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก โดยที่ผู้ใช้สามารถที่จะเชื่อมกับอุปกรณ์เชื่อมต่อ อาทิ เช่น mouse , keyboard , modem , CD-ROM , scanner และ printer ลักษณะการเชื่อมต่อจะต่อพ่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายนอกของเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยปราศจากองค์ประกอบใด ๆ ซึ่งในเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลจะทำการติดตั้ง USB Port มากับเครื่องคอมพิวเตอร์เรียบร้อยแล้ว (ประมาณ 2 ports) ซึ่งอนุญาตให้ผู้ใช้สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์กับเครื่องคอมพิวเตอร์ได้เลย และเครื่องคอมพิวเตอร์จะกำหนดรายละเอียดให้ โดยอัตโนมัติ นั่นหมายถึง USB จะมีความสามารถที่จะป้องกัน เมื่ออุปกรณ์เพิ่มหรือถอนออกจากเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยที่ไม่ให้เกิดปัญหาต่อการใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์ และสามารถมีอุปกรณ์เชื่อมต่อได้มากถึง 127 ตัว ที่สามารถเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์กับตัว USB port และตัว USB port จะเตรียม 2 อัตราการโอนย้ายของข้อมูล คือ 1.5 Mbps และ 12 Mbps ลักษณะของ USB ดังภาพที่ 2.18

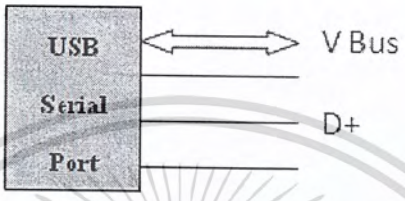


รูปที่ 2.18 ส่วนประกอบของ USB

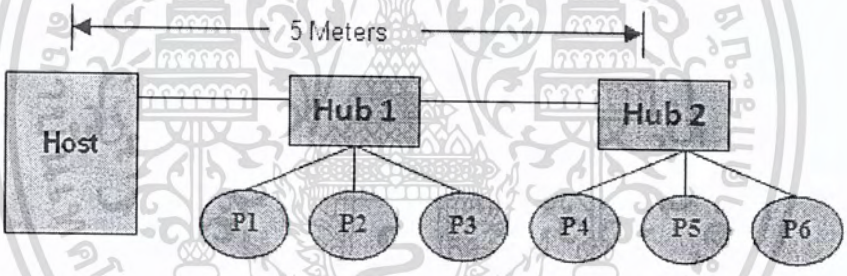
serial interface engine (SIE) ทำหน้าที่แปลงข้อมูลแบบขนานไปเป็นข้อมูลแบบอนุกรม และหน้าที่ของ Hub (repeater) คือการยอมรับข้อมูลจาก port และส่งไปยัง SIE และในทางกลับกันก็ทำการส่งข้อมูลจาก SIE ไปยัง port และความยาวสูงสุดของสายเคเบิล สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ได้ไกลสูงสุด 5 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.19 แสดงสาย USB ซึ่งประกอบไปด้วย 4 สาย โดยที่ขั้ว V bus ถูกนำไปใช้สำหรับส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้าไปจ่ายให้อุปกรณ์ ส่วนขั้ว D+ และขั้ว D- ถูกใช้สำหรับการส่งสัญญาณ และจากรูปที่ 2.20 แสดงระยะทางในการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์โดยผ่านฮับ



รูปที่ 2.19 การเชื่อมต่อ USB Cable



รูปที่ 2.20 การเชื่อมต่อขยายพอร์ต USB

2.5.2 ส่วนควบคุมดิสค์ (disk controller)

ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับดิสค์ให้สามารถสื่อสารกันได้ ด้วยทั้งการอ่านข้อมูลและเขียนข้อมูลที่ดิสค์ รวมไปถึงเป็นตัวกำหนดตำแหน่งของแฟ้มข้อมูลบนดิสค์ด้วย ที่มีใช้งานอยู่ทุกวันนี้มีด้วยกัน 2 ประเภท คือ

2.5.2.1 integrated disk electronics (IDE)

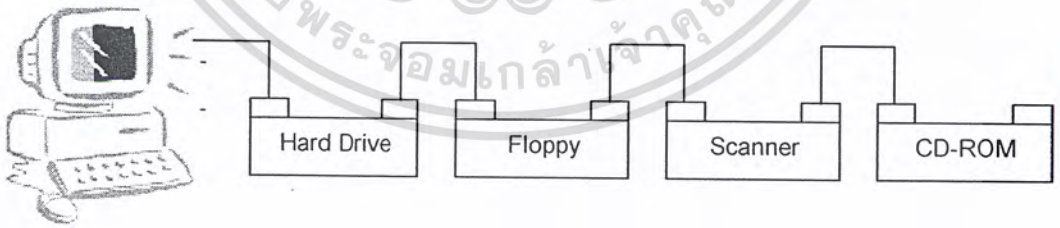
เป็นตัวเชื่อมต่อของ ISA bus กับ flat ribbon cable หนึ่งช่อง IDE สามารถต่อฮาร์ดดิสค์ได้ 2 ตัว(เมื่อต่อพร้อมกัน 2 ตัว โดยที่ตัวหนึ่งทำหน้าที่เป็น master และอีกตัวหนึ่งทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าที่เป็น slave) ในช่วงแรก ๆ มีความสามารถติดต่อได้ถึง 528 Mbytes และในปีค.ศ. 1994 ผู้ผลิต hard disk drive รายใหญ่ได้แนะนำ EIDE (extended IDE) ซึ่งสนับสนุนอุปกรณ์ได้ถึง 4 อุปกรณ์ อาทิเช่น hard disk , tape drive , CD-ROM และ hard disk ขนาดใหญ่ ซึ่ง EIDE จะมี 2 ตัวเชื่อม และแต่ละตัวเชื่อมจะเชื่อมต่อไปยัง EIDE Controller และสามารถสนับสนุนฮาร์ดดิสค์ได้ 2 ตัวต่อหนึ่งช่อง EIDE และมีความสามารถติดต่อได้ถึง 1 GBytes โดยถูกนำไปใช้กับเครื่อง IBM ซึ่งในปัจจุบันมีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่องและมีการเรียกอินเตอร์เฟสเป็นหลากหลายรูปแบบด้วยกัน เช่น UDMA หรือ ATA และมาตรฐาน SATA กำลังเข้ามามีบทบาทอีกชนิดหนึ่ง

2.5.2.2 Small Computer System Interface (SCSI)

เป็นรูปแบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์ ซึ่งสถาบัน American National Standard Institute (ANSI) เป็นผู้กำหนดมาตรฐานขึ้นมา มีการเชื่อมต่อแบบอนุกรม และมักนำมาใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต้องการความเร็วสูง เช่น เครื่องเซิร์ฟเวอร์ (server computer) ต่าง ๆ เป็นต้น ความสามารถในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ กระทำได้สูงสุด 8-16 ตัวเช่น scanner, hard disk และ CD-ROM ที่เชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ 2.21



รูปที่ 2.21 การเชื่อมอุปกรณ์เข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วย SCSI bus

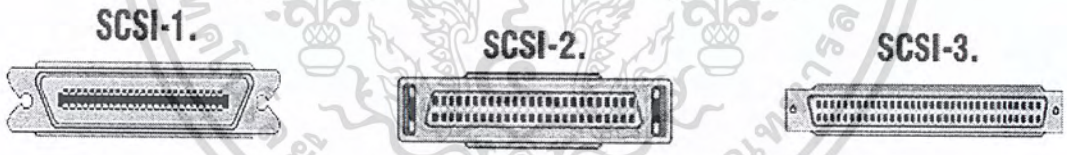
SCSI ถือได้ว่าเป็นมาตรฐานหน้าจอที่ใช้สำหรับคอมพิวเตอร์ทุกประเภท เช่น Macintosh, RISC workstation, มินิคอมพิวเตอร์ และ Higher-end IBM compatible computer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SCSI bus มีการพัฒนากันเรื่อย ๆ ดังตารางที่ 2.1 แสดงลักษณะของ SCSI Controller และรูปที่ 2.22 แสดงตัวเชื่อมต่อ SCSI-1 , SCSI-2 และ SCSI-3

ตารางที่ 2.1 ลักษณะของ SCSI Controller

SCSI Connector	Bandwidth	Data Rate MB/s
SCSI-1	8 bits	5
SCSI-2	16 bits	10 – 20
Ultra SCSI	8 bits	20
SCSI-3	16 bits	40



รูปที่ 2.22 ตัวเชื่อมของ SCSI-1 , SCSI-2 and SCSI-3 Connectors

2.6 การเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับพรินเตอร์

การสื่อสารข้อมูลกับพรินเตอร์นั้น คอมพิวเตอร์สามารถส่งข้อมูล 3 ชนิดไปที่พรินเตอร์ คือ ข้อมูลตัวอักขระ รหัสควบคุม และข้อมูลกราฟฟิค ข้อมูลอักขระแสดงได้ดังในรูปของตัวอักษร ตัวเลข เครื่องหมายวรรคตอน สัญลักษณ์ต่างๆ รหัสควบคุมจะถูกใช้เพื่อส่งค่าไปยังพรินเตอร์ รหัสเหล่านี้จะกำหนดในโหมดการทำงานเช่น รูปแบบการพิมพ์(Font Style) ขนาดตัวอักษรหรือ กี่ควบคุมที่สามารถกระทำได้โดยตรง เช่น การเลื่อนกระดาษทีละบรรทัดหรือทีละ

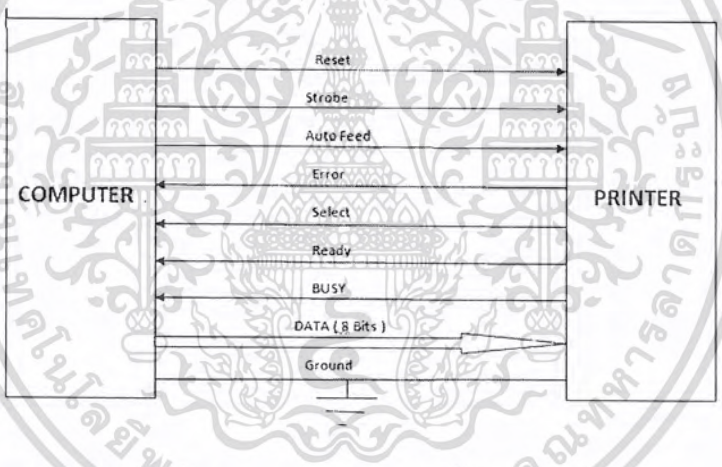
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า การใช้รหัสควบคุมแยกแยะมีความจำเป็นต่อการทำงานขณะที่พิมพ์เอกสาร ซึ่งรหัสควบคุมอื่น ๆ จะทำให้พรินเตอร์ทำงานในโหมดกราฟฟิคต่าง ๆ ได้

2.6.1 ลักษณะของการสื่อสารข้อมูล

ข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบไบนารี(Binary) ที่จะใช้ถ่ายเทระหว่างคอมพิวเตอร์และพรินเตอร์ ต้องใช้ตัวกลางในการสื่อสารคือสายเคเบิล การผลิตและออกแบบคุณสมบัติของสายเคเบิลต้องขึ้นอยู่กับวิธีที่เราใช้ติดต่อ ซึ่งมักนิยมใช้อยู่ 2 แบบคือ แบบอนุกรมและแบบขนาน

การติดต่อแบบขนาน (Parallel) เป็นวิธีที่ง่ายที่สุดเนื่องจากเราส่งข้อมูลตรงๆเลย ดังแสดงในรูปที่ 2.23



รูปที่ 2.23 การติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์และพรินเตอร์แบบขนาน

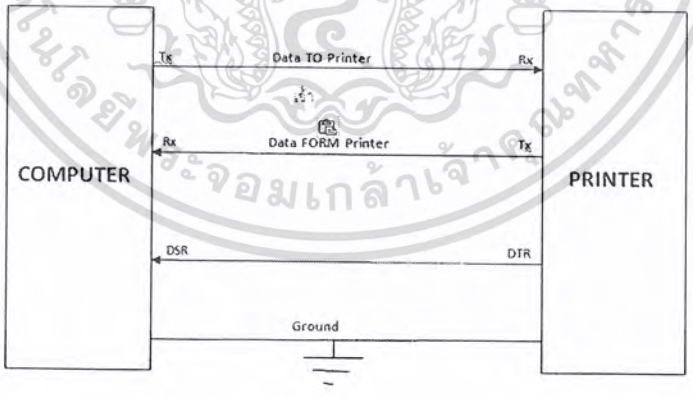
สังเกตได้ว่าข้อมูล 8 บิต ส่งแยกบิต D0 ถึงบิต D7 พร้อมๆกัน แต่ถ้าจะส่งให้อย่างถูกต้องคอมพิวเตอร์และพรินเตอร์ต้องซิงโครนัส (Synchronous) กัน คือพรินเตอร์จะรับข้อมูลเมื่อมันขอหรือพรินเตอร์สั่งให้คอมพิวเตอร์รอจนกว่าพรินเตอร์จะพร้อมรับข้อมูล ดังนั้นการซิงโครนัสของการสื่อสารข้อมูลแบบขนานจำเป็นต้องมีสายควบคุมจำนวนมากสำหรับสัญญาณพรินเตอร์ และสัญญาณคอมพิวเตอร์ การทำงานอย่างสัมพันธ์กันดังกล่าวจะเรียกว่าการแฮนด์เชค (Handshaking)

การต่อแบบขนานมีความเร็วพอใช้ได้ โดยพรินเตอร์ จะรับข้อมูลเร็วเท่าๆกันกับที่คอมพิวเตอร์ส่งไปซึ่งมีความเร็วประมาณ 1000 cps เมื่อข้อมูลหนึ่งตัวอักขระมี 8 บิต ความเร็วจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มากกว่า 8000 บิตต่อวินาที บัส (Bus) ข้อมูลภายในมี 8 บิตจะสามารถรับข้อมูลในบัฟเฟอร์ (Buffer) ได้โดยเพิ่มวงจรเพียงเล็กน้อย การส่งข้อมูลขนานเป็นการติดต่ออย่างง่าย แต่มีข้อเสียจุดใหญ่คือ ใช้สายเคเบิลมากแต่จะมีความเร็วในการส่งสูง และมีสัญญาณรบกวนทางอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งทำให้เกิดความผิดเพี้ยนของข้อมูลได้

การติดต่อแบบอนุกรม สามารถต่อได้ง่ายเพราะมีจำนวนสายลดลงดังรูปที่ 2.24 มีสาย 2 เส้นที่ใช้ในการส่งข่าวสาร หนึ่งเส้นสำหรับส่งข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยังพรินเตอร์ และอีกเส้นหนึ่งสำหรับส่งข้อมูลจากพรินเตอร์ไปยังคอมพิวเตอร์ เพราะว่าข้อมูลสามารถส่งไปมาได้ 2 ทิศทางจึงเรียกการติดต่อสื่อสารแบบนี้ว่า การสื่อสารข้อมูลแบบสองทาง (Bidirectional Data Link) ถ้ามีสายเส้นเดียวจะสามารถส่งหรือรับข้อมูลได้เพียงอย่างใดอย่างหนึ่งในเวลาหนึ่งเท่านั้น ข้อมูลอนุกรมต้องซิงโครนัสกันระหว่างคอมพิวเตอร์และพรินเตอร์ ดังนั้นเราต้องเพิ่งซิงโครไนซ์บิต ที่จุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของแต่ละข้อมูลอักขระที่ส่ง และยังมีพาริตี้บิต (Parity Bit) ที่ต้องรวมอยู่ด้วยสำหรับตรวจสอบบิตผิดพลาด



รูปที่ 2.24 การติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์และพรินเตอร์แบบอนุกรม

การทำการแฮนด์เชคแบบอนุกรมนั้น แบ่งเป็นทั้งซอฟแวร์ และฮาร์ดแวร์ โดยซอฟต์แวร์ใช้ในการติดต่ออนุกรมแบบ 2 ทาง เช่น ใช้สั่งพรินเตอร์ให้ส่งรหัสควบคุมไปยัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมพิวเตอร์ เช่น รหัสสำหรับการแฮนด์เชค “XON” และ “XOFF” ในส่วนของฮาร์ดแวร์ของการแฮนด์เชคนั้นไม่ได้ใช้ในการส่งข้อมูลพรินเตอร์ไปยังคอมพิวเตอร์ สัญญาณที่แจ้งให้คอมพิวเตอร์ที่เพิ่มขึ้นคือสัญญาณพรินเตอร์ไม่ว่าง ดังนั้นการติดต่อจึงจะมีมากกว่าหนึ่งสายแฮนด์เชค โดยทั่วไปเรามักจะให้การแฮนด์เชคระหว่างพรินเตอร์ค่อนข้างมากแม้ว่าการทำงานของการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมจะยุ่งยากแต่การติดต่อแบบอนุกรมก็เป็นที่นิยมกันมาก เนื่องจากความสามารถในการติดต่อแบบสองทิศทาง และสามารถใช้งานระยะไกล

2.6.2 การอินเตอร์เฟสกับพรินเตอร์แบบขนานและการเชื่อมต่อแบบเซ็นโทรนิกส์

ข้อมูลที่จะส่งไปพิมพ์ที่พรินเตอร์จะส่งไปในลักษณะของแอสกี (ASCII) ผ่านสายแบบขนาน 8 สาย พรินเตอร์รับตัวอักษรที่จะพิมพ์ และเก็บข้อมูลไว้ในบัฟเฟอร์แรมภายใน เมื่อพรินเตอร์ตรวจพบอักขระแคริเอจ รีเทิร์น (Carriage return 0DH) มักจะพิมพ์อักขระแถวแรกจากบัฟเฟอร์ เมื่อพรินเตอร์ตรวจพบแคริเอจ รีเทิร์น ตัวที่สองมันจะพิมพ์อักขระตัวที่สองออกมา ขบวนการต่าง ๆ จะดำเนินต่อไปจนกระทั่งตัวอักษรที่ต้องการทั้งหมดถูกพิมพ์

พรินเตอร์ชนิดเซ็นโทรนิกส์ โดยจะมีแบบ 36 ขา ในการอินเตอร์เฟส (Interface) ดังแสดงในตารางที่ 2.2 และคำอธิบายสำหรับขาคอนเนคเตอร์ การที่ขาสำหรับการเชื่อมต่อกับพรินเตอร์มากถึง 36 ขา นั้นเนื่องจากสายของแต่ละสัญญาณข้อมูลจะมีสายกราวนด์ของมันแยกออกจากกัน เหตุผลสำหรับแยกสัญญาณกราวนด์นี้เพื่อลดสัญญาณรบกวนในสาย ถ้าจะทำการต่อสายเคเบิลแบบขนานกับพรินเตอร์ สายกราวนด์ทั้งหมดต้องถูกต่อเข้าด้วยกันเพื่อต่อกับกราวนด์ของไมโครคอมพิวเตอร์ที่ปลายของสายเคเบิล โดยขา 16 เรียกว่า ลอจิกกราวนด์ และขา 17 เรียกว่า แชสสิสกราวนด์ เพื่อที่จะป้องกันกระแสสัญญาณรบกวนที่มาจากสายของลอจิกกราวนด์ เราจึงต้องเชื่อมต่อสายเหล่านี้เข้าด้วยกันกับไมโครคอมพิวเตอร์ ส่วนขาอื่นๆ ในจำนวน 36 ขา ของคอนเนคเตอร์นั้นแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือสัญญาณที่ส่งไปยังพรินเตอร์ เพื่อที่จะบอกว่าอะไรกำลังจะทำงานและสัญญาณจากพรินเตอร์ เพื่อที่จะแสดงสถานะของมัน สัญญาณควบคุมหลักไปยังพรินเตอร์ คือ INIT ที่ขา 31 ซึ่งจะบอกพรินเตอร์เพื่อให้ทำการกำหนดค่าเริ่มต้นภายในตามลำดับ และ STROBE ที่ขา 1 ซึ่งจะบอกพรินเตอร์ว่าขณะนี้มีข้อมูลส่งมาแล้ว ส่วนอีก 2 ขา อินพุต คือขา 14 และ 36 โดยปกติจะใช้สำหรับดูแลภายในพรินเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 การเชื่อมต่อขาและคำอธิบายสำหรับการเชื่อมต่อแบบเซนโทรนิคส์ขนาน

ขาสัญญาณที่	ต่อกับขา DB25 ที่	สัญญาณ	ทิศทาง	คำอธิบาย
1	1	STROBE	เข้า	พัลส์ STROBE เพื่อที่จะอ่านข้อมูลเข้ามา ระดับสัญญาณปกติอยู่ในสภาวะสูง การอ่านข้อมูลเข้ากระทำที่ระดับสัญญาณต่ำ
2	2	DATA1	เข้า	สัญญาณเหล่านี้จะแสดงข่าวสารข้อมูลของบิตที่ 1 – 8 ของข้อมูลขนานตามลำดับแต่ละสัญญาณจะมีระดับสูง เมื่อมีข้อมูลเป็นลอจิก “1” และมีระดับต่ำ เมื่อมีข้อมูลเป็นลอจิก “0”
3	3	DATA2	เข้า	
4	4	DATA3	เข้า	
5	5	DATA4	เข้า	
6	6	DATA5	เข้า	
7	7	DATA6	เข้า	
8	8	DATA7	เข้า	
9	9	DATA8	เข้า	
10	10	ACKNLG	ออก	พัลส์สถานะต่ำ แสดงว่าข้อมูลนั้นถูกรับโดยพรินเตอร์และพร้อมที่จะรับข้อมูลอื่นต่อไป
11	11	BUSY	ออก	สัญญาณสูง แสดงว่าพรินเตอร์ไม่สามารถรับข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 การเชื่อมต่อขาและคำอธิบายสำหรับการเชื่อมต่อแบบเซนโทรนิคส์ขนาน(ต่อ)

ขาสัญญาณที่	ต่อกับขา DB25 ที่	สัญญาณ	ทิศทาง	คำอธิบาย
12	12	PE	ออก	สัญญาณสูง แสดงว่าพรินเตอร์ไม่มีกระดาษ
13	13	SLCT	ออก	สัญญาณนี้แสดงว่าพรินเตอร์อยู่ในสภาวะถูกเลือก
14	14	AUTO FEEDXT	เข้า	ถ้าสัญญาณนี้อยู่สถานะต่ำ กระดาษจะถูกเลื่อนโดยอัตโนมัติ 1 บรรทัดหลังการพิมพ์
15	-	NC		ไม่ใช้
16	18-25	0V		ระดับลอจิกกราวนด์
17	18-25	CHASSIS GND		พรินเตอร์แชสสิสราวนด์ ในพรินเตอร์แชสสิสกราวนด์และลอจิกกราวนด์จะแยกออกจากกัน
18	-	NC		ไม่ใช้
19 - 30	18-25	GND		สัญญาณระดับกราวนด์
31	16	INTT	เข้า	เมื่อระดับของสัญญาณนี้กลายเป็นสถานะต่ำ ส่วนควบคุมพรินเตอร์จะถูกรีเซตเพื่อไปที่ค่าเริ่มต้นของมันและพรินเตอร์บัฟเฟอร์จะถูกเคลียร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 การเชื่อมต่อขาและคำอธิบายสำหรับการเชื่อมต่อแบบเซนโทรนิคส์ขนาน(ต่อ)

ขาสัญญาณที่	ต่อกับขา DB25 ที่	สัญญาณ	ทิศทาง	คำอธิบาย
32	15	ERROR	ออก	ระดับสัญญาณนี้จะกลายเป็นสถานะต่ำ เมื่อพรินเตอร์อยู่ในสถานะ Paper End , Off line หรือ Error
33	18 – 25	GND		เหมือนขาที่ 19 – 30
34	-	NC		ไม่ใช้
35	-			ต่อกับ 5 V ผ่านตัวต้านทาน 4.7k โอห์ม
36	17	SLCTIN	เข้า	ข้อมูลเข้าที่พรินเตอร์อาจเป็นไปได้เมื่อระดับของสัญญาณนี้อยู่ในสถานะต่ำ

หมายเหตุ

1) ทิศทาง หมายถึง ทิศทางการไหลของสัญญาณเมื่อมองจากพรินเตอร์

2) เงื่อนไขทั้งหมดของการอินเตอร์เฟสอยู่บนพื้นฐานของระดับ TTL ทั้งเวลาขาขึ้นและขาลง ของแต่ละสัญญาณต้องน้อยกว่า 0.2 us

3) ข้อมูลที่ส่งต้องมีสัญญาณ ACKNLG หรือสัญญาณ BUSY ด้วย (ข้อมูลที่จะส่งไปที่พรินเตอร์นี้สามารถส่งเดี่ยวๆ หลังจากมีการยืนยันสัญญาณ ACKNLG หรือเมื่อระดับของสัญญาณ BUSY เป็นสถานะต่ำ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วงเวลาของรูปคลื่นสัญญาณสำหรับการส่งข้อมูลตัวอักขระไปที่พรินเตอร์โดยใช้พื้นฐานของสัญญาณแฮนด์เชค สมมติว่าพรินเตอร์ได้ถูกกำหนดค่าเบื้องต้นแล้ว ขั้นแรกต้องทำการตรวจที่ขา BUSY เพื่อจะดูว่าพรินเตอร์พร้อมที่จะรับข้อมูลหรือยัง ถ้าสัญญาณอยู่ในสถานะต่ำแสดงว่าพรินเตอร์พร้อมจะรับข้อมูล เราจะสามารถส่งข้อมูลเป็นรหัสแอสกีบนสายข้อมูลขนานทั้ง 8 เส้นได้ หลังจากอย่างน้อย 0.5 us เราแสดงสัญญาณ STROBE ที่สถานะต่ำ เพื่อบอกพรินเตอร์ว่าข้อมูลตัวอักษรถูกส่งไปแล้ว สัญญาณ STROBE จะเป็นสถานะต่ำ เพราะพรินเตอร์แสดงสถานะ BUSY ของมันเป็นสถานะสูง หลังจากอย่างน้อย 0.5 us แล้วสัญญาณ STROBE สามารถขึ้นเป็นสถานะสูง ได้อีกครั้งหนึ่ง โดยข้อมูลต้องคงสภาพการใช้งานได้บนสายข้อมูลอย่างน้อย 0.5 us หลังจากสัญญาณ STROBE ถูกทำให้อยู่ในสถานะสูง

เมื่อพรินเตอร์พร้อมจะรับข้อมูลอักษรถัดไป จะแสดงสัญญาณ AKNLG ในสถานะต่ำเป็นเวลา 5us ขอบขาขึ้นของสัญญาณ ACKNLG จะบอกคอมพิวเตอร์ว่าสามารถส่งข้อมูลตัวอักษรถัดไปได้แล้ว ขอบขาขึ้นของสัญญาณ ACKNLG จะทำการรีเซตสัญญาณ BUSY จากพรินเตอร์ สัญญาณ BUSY จะเป็นสถานะต่ำ เพื่อจะแสดงว่าพรินเตอร์พร้อมจะรับข้อมูลอักษรตัวถัดไป บางระบบจะใช้สัญญาณ ACKNLG สำหรับการแฮนด์เชค และบางระบบจะใช้สัญญาณ BUSY

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์

3.1 การออกแบบปริญญานิพนธ์

3.1.1 Block Diagram ของระบบ

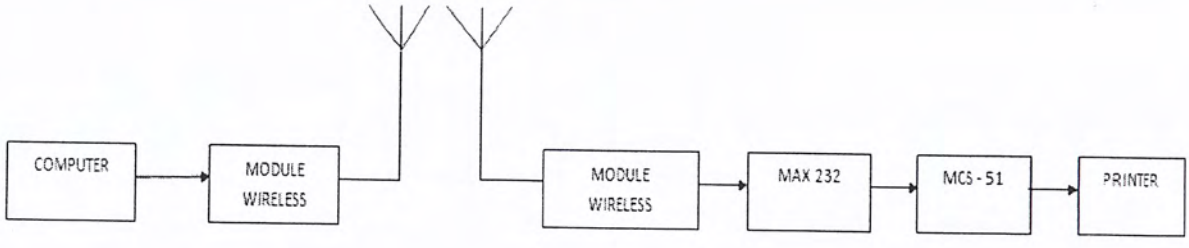
Computer : ทำหน้าที่รับคำสั่งจากโปรแกรมต่างๆ เช่น Microsoft office , โปรแกรมแสดงรูป เป็นต้น แล้วทำการสั่งคำสั่งที่ได้รับการร้องขอจากโปรแกรมต่างๆ

Module Wireless : ทำหน้าที่รับข้อมูลจากคอมพิวเตอร์เพื่อที่จะส่งข้อมูลไปยังโมดูลไวเลสอีกตัวหนึ่ง เพื่อที่โมดูลไวเลสอีกตัวนั้นจะส่งข้อมูลไปยัง Max 232 ต่อไป

Microcontroller ตระกูล MCS - 51 : รับคำสั่งมาจาก Computer แล้วทำการส่งคำสั่งต่อไปยัง printer ผ่านทางพอร์ตขนาน

Printer : รับคำสั่งมาจาก Microcontroller ตระกูล MCS - 51 แล้วทำการประมวลผลแล้วพรินออกมาเป็นเอกสาร หรือรูปภาพ

Max232 : รับข้อมูลจาก Serial port แล้วแปลงเป็นสัญญาณ TTL

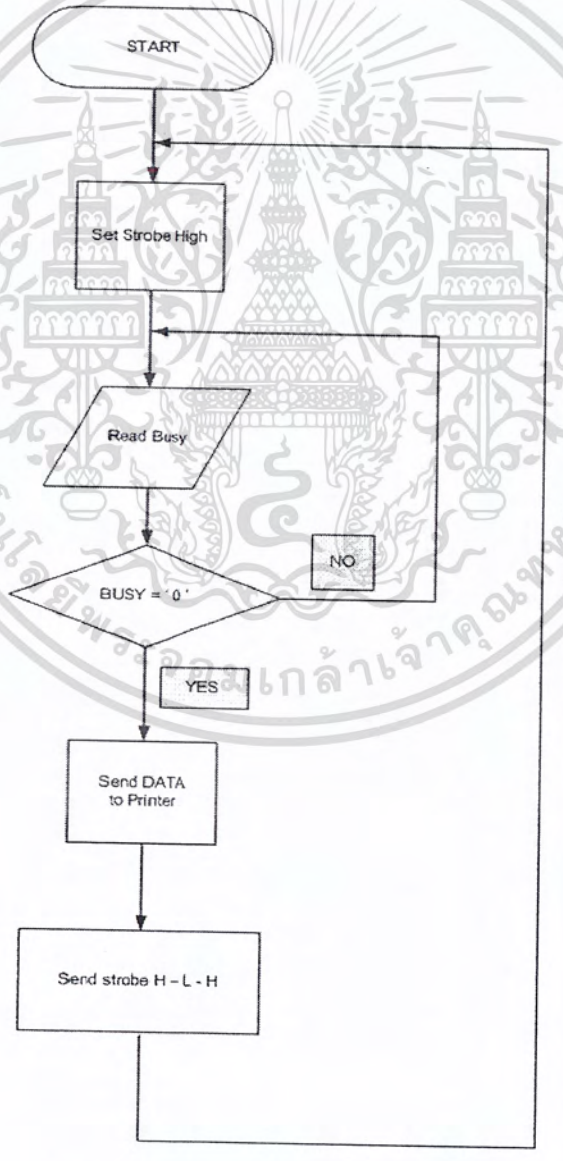


รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานของวงจรหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การออกแบบผังงาน (Flowchart) การทำงานของวงจร

จาก flowchart นั้นจะเป็นกระบวนการทำงานทั้งหมดของวงจร โดยจะเริ่มจากการเชคค่า busy ว่ามีสถานะพร้อมที่จะส่งหรือไม่พร้อม ถ้า ขาสัญญาณ busy เป็น สถานะ “0” แสดงว่าว่างพร้อมที่ส่งข้อมูลไปให้พรินเตอร์ แต่ถ้าขาสัญญาณ busy เป็น สถานะ “1” แสดงว่าไม่พร้อมที่จะส่งข้อมูลและจะทำการวนกลับไปเชคค่า busy จนกว่าจะมีสถานะเป็น “0” แล้วจึงทำการส่งข้อมูลต่อไป ดังแสดงในรูปที่ 3.2

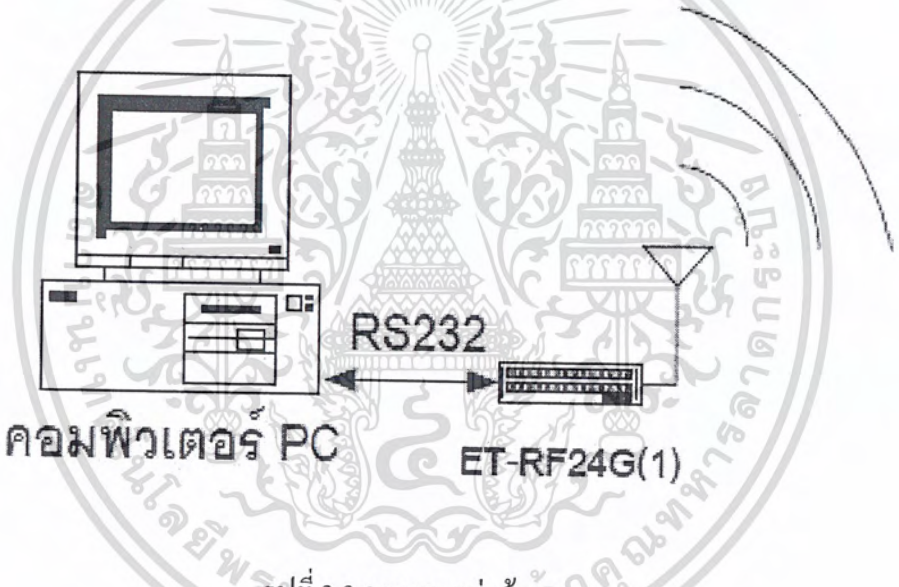


รูปที่ 3.2 Flowchart ของระบบทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 รูปวงจรภาคส่ง

จากรูปที่ 3.3 จะเป็นการส่งข้อมูลทางฝั่งส่ง โดยคอมพิวเตอร์จะทำการส่งข้อมูลผ่านพอร์ต serial (RS-232) ไปยังโมดูลไวเลส (ET-RF24G) ซึ่งเป็นโมดูลไวเลสที่รับส่งข้อมูลผ่านพอร์ต serial (rs-232) ทำให้เราไม่ต้องทำการแปลงสัญญาณใดๆ สามารถที่จะต่อตรงได้เลย เมื่อรับข้อมูลจากคอมพิวเตอร์โมดูลตัวนี้จะทำการส่งข้อมูลต่อไปยังส่วนของวงจรภาครับต่อไป

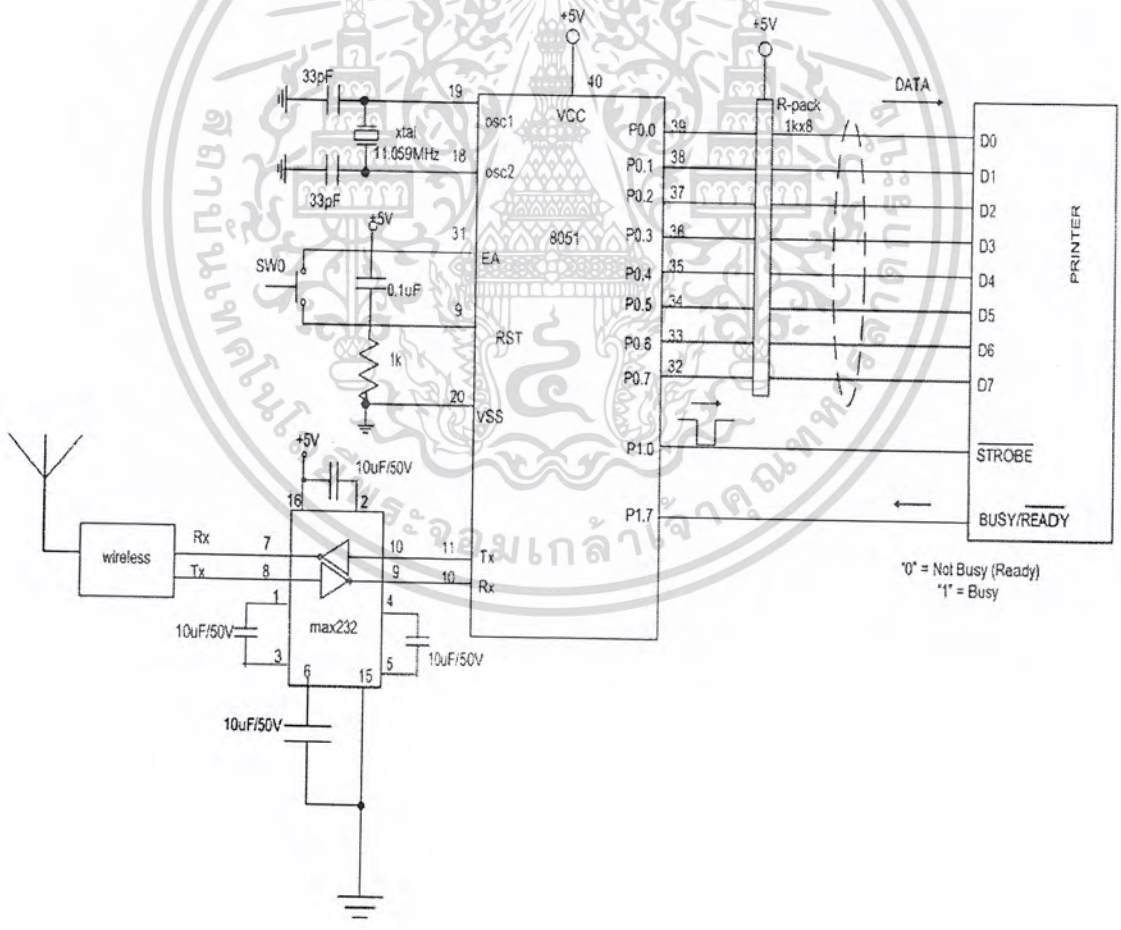


รูปที่ 3.3 วงจรภาคส่งข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 รูปวงจรภาครับ

จากรูปที่ 3.4 เป็นส่วนของวงจรภาครับที่จะรับข้อมูลด้วยโมดูลไวเลส (ET-RF24G) ซึ่งเป็นแบบเดียวกันกับภาคส่ง ทำให้ง่ายต่อการเซ็ตค่าภายในโมดูลไวเลส (ดูวิธีเซ็ตโมดูลที่ภาคผนวก ข) เมื่อโมดูลไวเลสได้รับข้อมูลจากฝั่งส่งก็จะทำการส่งข้อมูลต่อไปยังวงจร max232 เพื่อแปลงระดับแรงดันสัญญาณ จาก สัญญาณ RS-232 ไปเป็น สัญญาณ TTL เพื่อที่จะได้ทำการส่งเข้าไมโครคอนโทรลเลอร์ต่อไปได้ เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รับข้อมูลที่ส่งมาจาก max232 ซึ่งเป็นสัญญาณแบบอนุกรม ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะทำการแปลงข้อมูลให้เป็นสัญญาณแบบขนานส่งออกไปยังพรินเตอร์



รูปที่ 3.4 วงจรภาครับข้อมูล

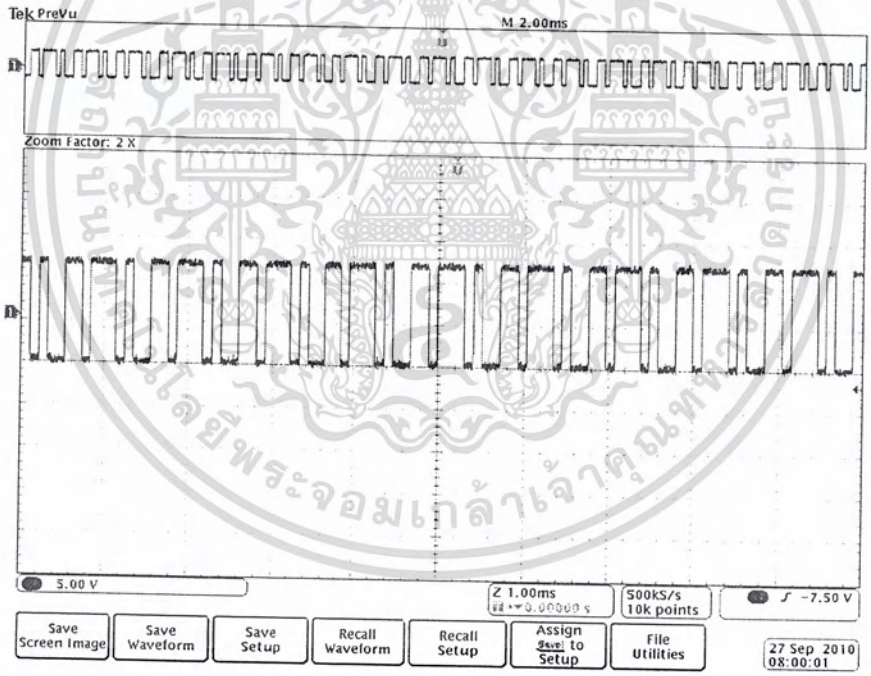
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 การวัดสัญญาณจาก RS – 232

จากรูปที่ 4.1 เป็นสัญญาณที่วัดได้จาก RS – 232 จากวงจรภาคส่งก่อนจะส่งออกไปที่ภาครับข้อมูล ที่ความถี่ 1 ms.

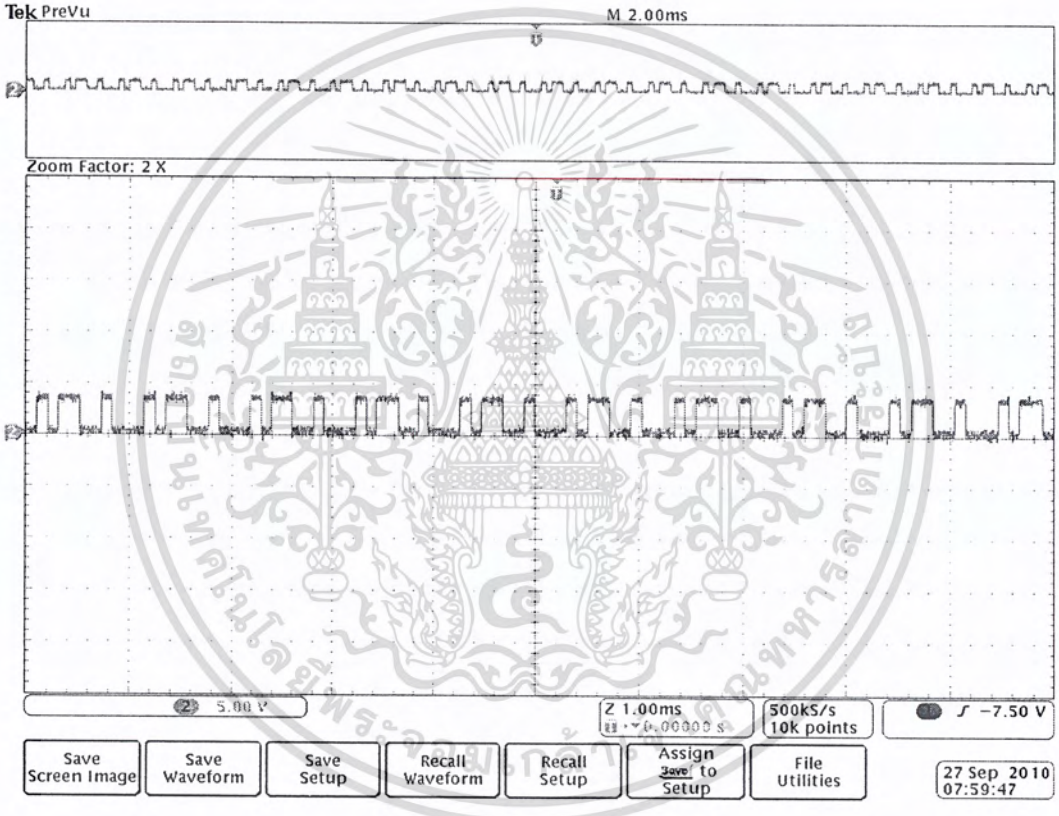


รูปที่ 4.1 สัญญาณที่ได้จาก RS – 232

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การวัดสัญญาณ TTL จากไมโครคอนโทรลเลอร์

จากรูปที่ 4.2 เป็นสัญญาน TTL ที่ได้มาจากวงจรภาครับที่ผ่าน MAX - 232 โดยวัดที่ขาที่ 9 ของ RS – 232 โดยสัญญาณ TTL ที่ได้จะส่งไปที่ขาที่ 10 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ความถี่ 1 ms.

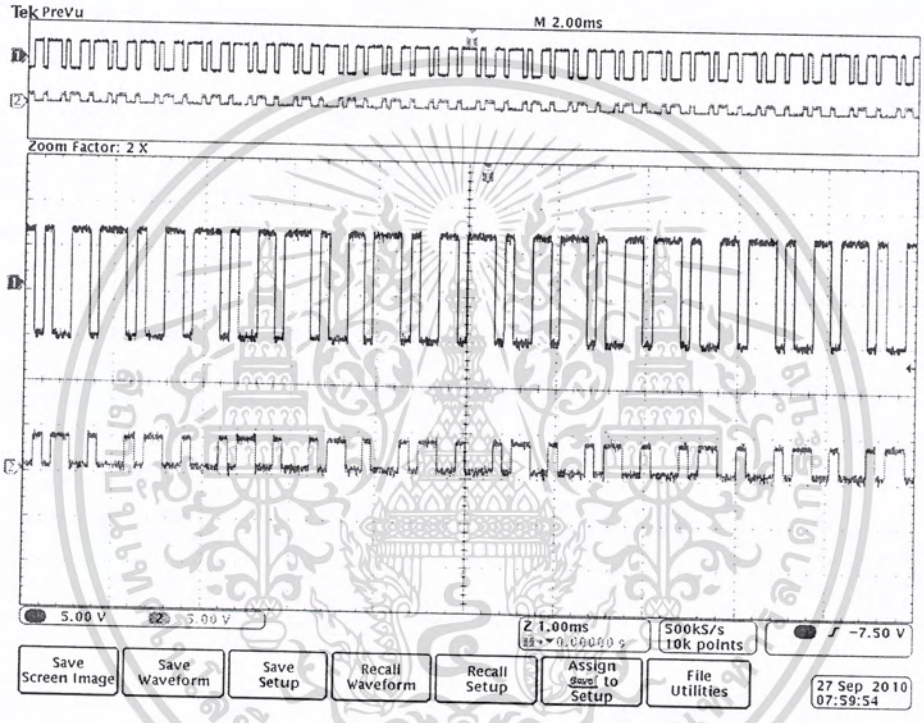


รูปที่ 4.2 สัญญาณ TTL ที่ได้จากการผ่านวงจร MAX - 232

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การวัดเปรียบเทียบสัญญาณระหว่าง TTL กับ RS – 232

จากรูปที่ 4.3 จะเป็นการเปรียบเทียบสัญญาณ RS – 232 ที่รับมาจากวงจรภาคส่งก่อนเข้า MAX -232 กับ สัญญาณ TTL ที่วัดจากขา Output ของ MAX – 232 ที่ความถี่ 1ms.

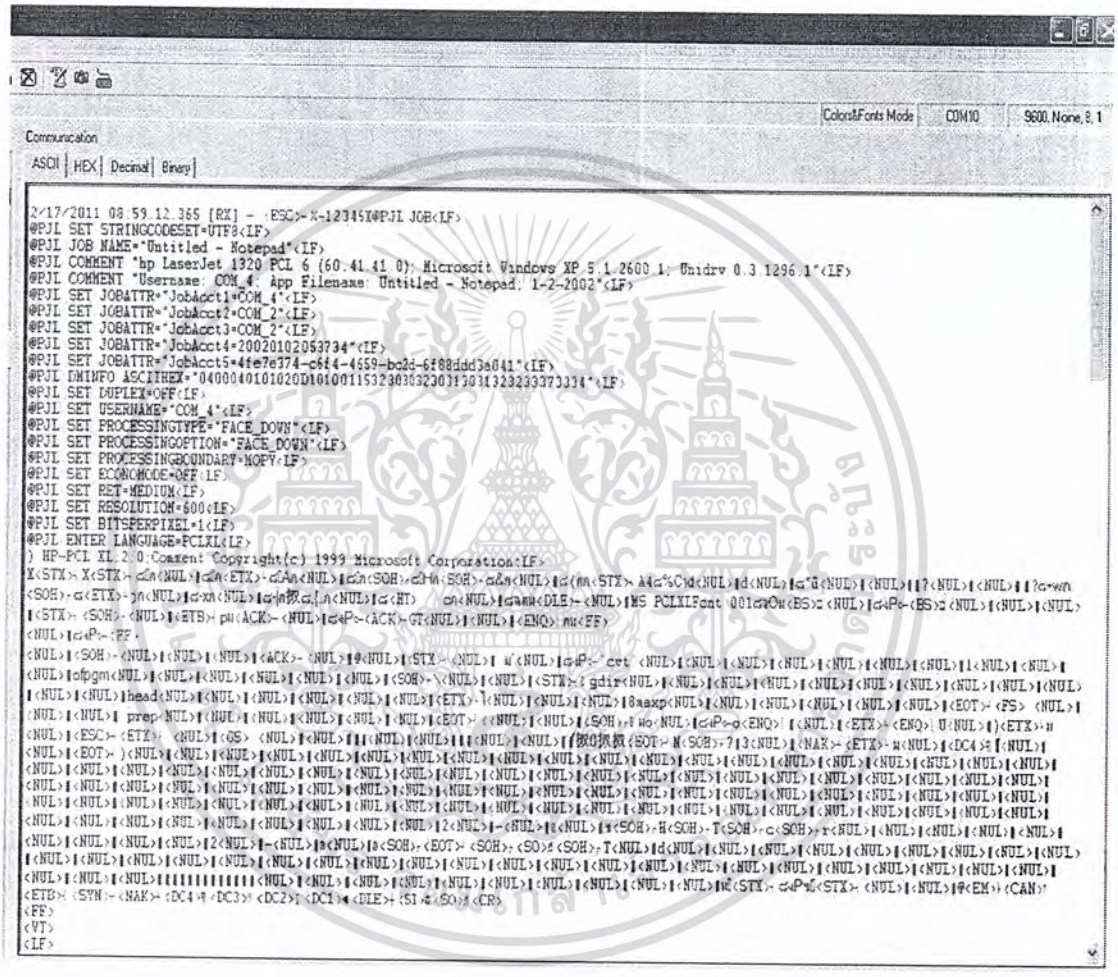


รูปที่ 4.3 เปรียบเทียบกันระหว่าง TTL กับ RS – 232

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลที่ได้จากการสั่งปริ้นท์ผ่าน serial port ในส่วนของ Header

จากรูปที่ 4.4 เป็นส่วนของ Header ของ escape code ที่ได้จากการสั่งพิมพ์ โดยใช้โปรแกรม Docklight ในการจัด

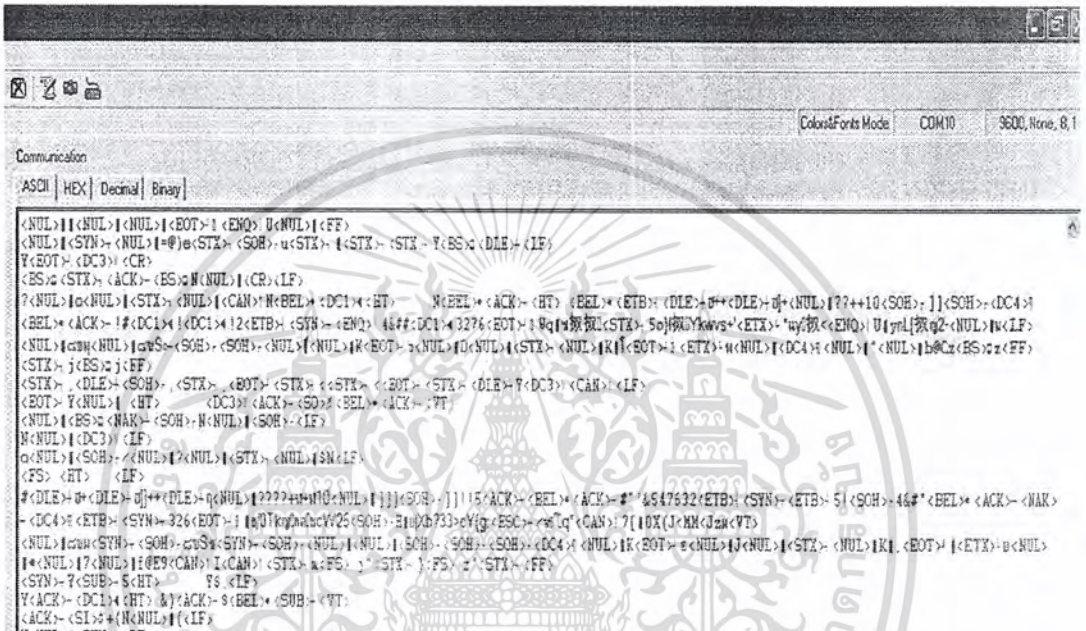


รูปที่ 4.4 การสั่งปริ้นท์ผ่าน serial port ในส่วนของ Header

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ผลที่ได้จากการสั่งปริ้นท์ผ่าน serial port ในส่วนของ tailer

จากรูปที่ 4.5 เป็นส่วนของ tailler ของ escape code ที่ได้จากการสั่งพิมพ์ โดยใช้โปรแกรม Docklight ในการจัด

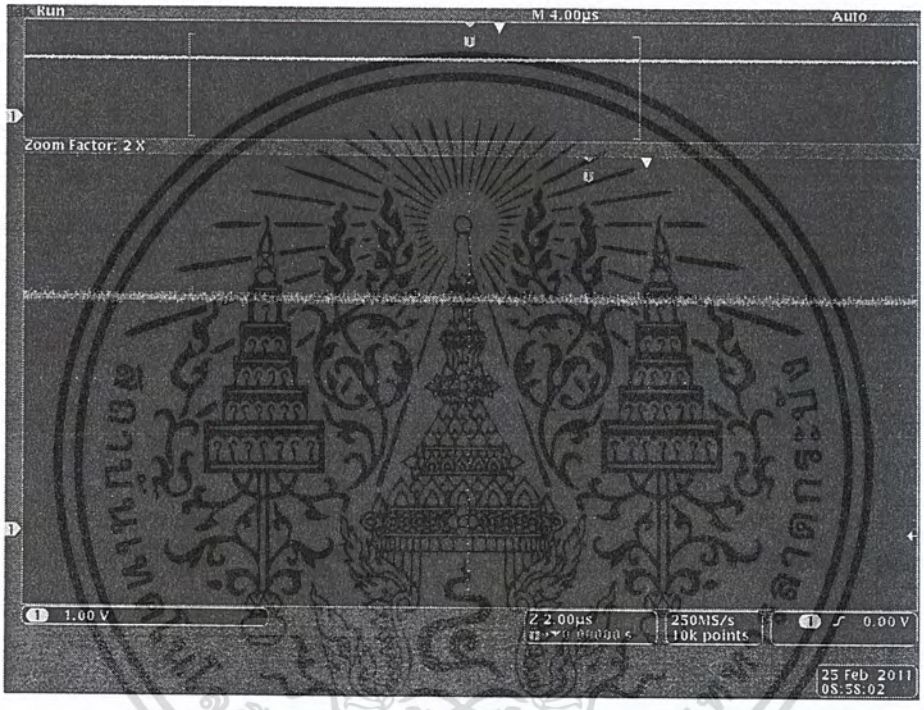


รูปที่ 4.5 การสั่งปริ้นท์ผ่าน serial port ในส่วนของ tailer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 สัญญาณ stobe ที่วัดจากขา 1 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ก่อนสั่งพิมพ์

จากรูปที่ 4.6 สัญญาณนี้เป็นสัญญาณที่วัดที่ขา 1 ก่อนสั่งการให้เครื่องพรินเตอร์ทำงานเพื่อวัดสัญญาณ stobe ก่อนสั่งพิมพ์ ที่ความถี่ 2 us



รูปที่ 4.6สัญญาณ stobe ที่วัดจากขา 1 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ก่อนสั่งพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 สัญญาณ stobe ที่วัดจากขาที่ 1 ของไมโครคอนโทรลเลอร์เมื่อสั่งพิมพ์

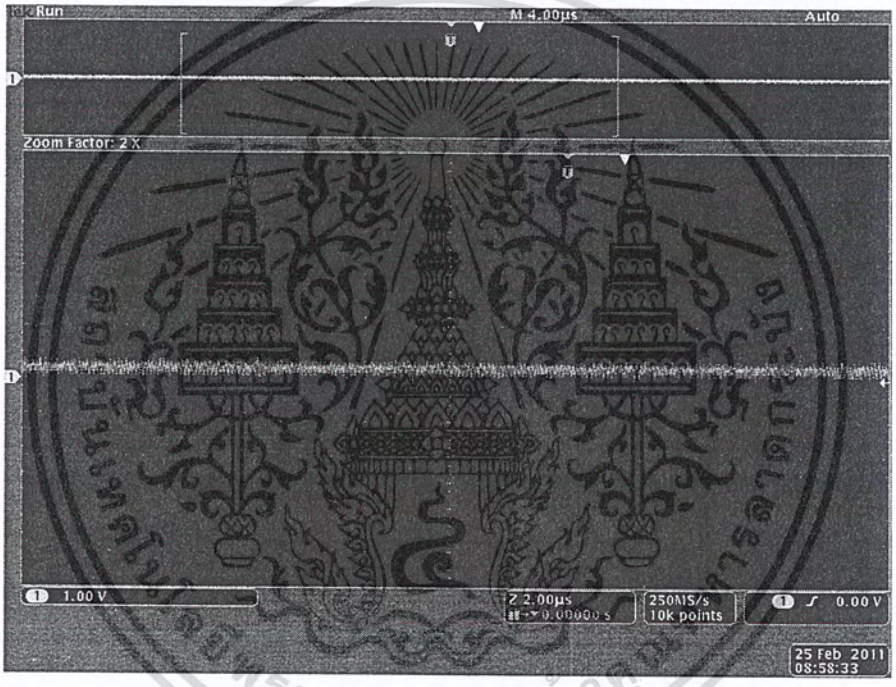
จากรูปที่ 4.7 เป็นสัญญาณ stobe ที่วัดได้เป็นสัญญาณที่เกิดขึ้นตอนทำการพิมพ์ เพื่อให้พรินเตอร์รู้ว่ามีการส่งข้อมูลมาจากคอมพิวเตอร์ ทำให้เครื่องพรินเตอร์เกิดการทำงานขึ้น เนื่องจากสัญญาณที่ได้มีขนาดเล็กมาก จึงทำการขยายที่ 10 เท่า ที่ความถี่ 400 ns

รูปที่ 4.7 สัญญาณ stobe ที่วัดจากขาที่ 1 ของไมโครคอนโทรลเลอร์เมื่อสั่งพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8 สัญญาณ busy ที่วัดที่ขาที่ 8 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ก่อนสั่งพิมพ์

จากรูปที่ 4.8 เป็นสัญญาณ busy ที่วัดได้ที่ขาที่ 8 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ก่อนจะสั่งพรินเตอร์ให้พิมพ์เพื่อเช็คว่าพรินเตอร์ว่างหรือเปล่า จากรูปกราฟแสดงสัญญาณว่างสามารถสั่งพิมพ์ได้ ที่ความถี่ 2 us และกำลังขยาย 2 เท่า

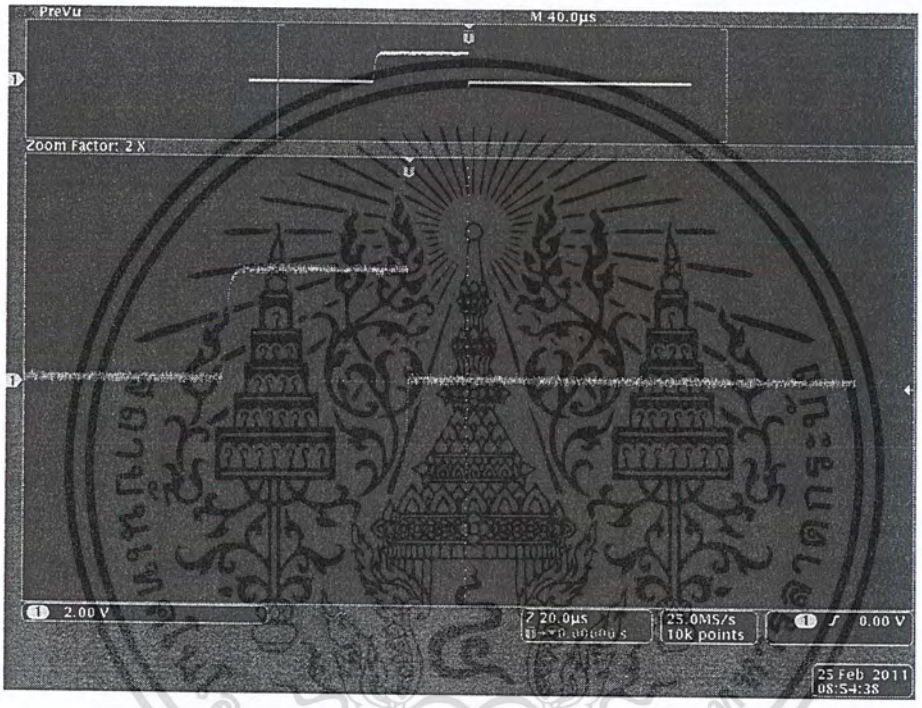


รูปที่ 4.8 สัญญาณ busy ที่วัดที่ขาที่ 8 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ก่อนสั่งพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.9 สัญญาณ busy ที่วัดจากขาที่ 8 เมื่อสั่งพรินเตอร์ให้พิมพ์

จากรูปที่ 4.9 เป็นสัญญาณ busy ที่วัดได้จากขาที่ 8 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อเช็คว่าเครื่องพิมพ์อยู่ในสถานะที่พร้อมจะพิมพ์หรือเปล่า จากรูปจะทำให้ทราบว่าเครื่องพิมพ์ไม่ว่างกำลังพิมพ์อยู่จึงส่งสัญญาณ busy ออกมา ที่ความถี่ 20 us ขนาดกำลังขยาย 2 เท่า



รูปที่ 4.9 สัญญาณ busy ที่วัดจากขาที่ 8 เมื่อสั่งพรินเตอร์ให้พิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

ปริญญานิพนธ์พรินเตอร์ไร้สายนี้มีส่วนสำคัญอยู่ที่การควบคุมการรับ – ส่งและตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล ซึ่งเป็นบทบาทที่สำคัญของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ได้ออกแบบไว้หากสามารถทำให้โปรแกรมในส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์มีความสามารถมากเราจะสามารถนำปริญญานิพนธ์นี้ไปประยุกต์ใช้งานกับพรินเตอร์ได้หลายรูปแบบ เช่น การสั่งงานพรินเตอร์ให้พิมพ์งานได้จากคอมพิวเตอร์หลายๆตัว

5.2 ข้อเสนอแนะ

ปัญหาที่พบในปริญญานิพนธ์เป็นเรื่องของความเร็วในการรับ – ส่งข้อมูลและสัญญาณรบกวนที่เกิดกับตัวรับ – ส่ง การรับ – ส่งข้อมูลที่อัตราบอดต่ำจะให้ความถูกต้องในการส่งได้มากกว่าแต่จะทำให้การพิมพ์งานของพรินเตอร์ช้าลงไป และถึงแม้ว่าจะมีโปรโตคอลช่วยในการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลแล้วก็ตาม ความบกพร่องทางฮาร์ดแวร์ของตัวส่งก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ข้อมูลที่พรินเตอร์ได้รับความผิดพลาด

แนวทางในการแก้ปัญหาคือการพัฒนาในส่วนของตัวรับ – ส่งให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นทั้งด้านความเร็วในการรับ – ส่ง , คุณภาพของตัวรับ – ส่งและความแรงของสัญญาณส่งเพื่อเพิ่มระยะทางในการส่งได้มากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] รศ.สมยศ จุณณปิยะ. *Microcontroller Applications*. กรุงเทพฯ : ภาควิชาโทรคมนาคม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2550.

[2] อุดม รานอก. *ภาษา C สำหรับงานควบคุม Microcontroller MCS-51*. นนทบุรี : ไอดีซีฯ, 2548.

[3] " Code ตัวอย่าง. " http://www.microchip.com/CodeExamplesByFunc.aspx.

[4] " มาตรฐาน RS-232." http://www.vecthai.com/forums/index.php?topic.

[5] " มาตรฐาน USB. " http://wapedia.mobi/th/USB.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

Datasheet

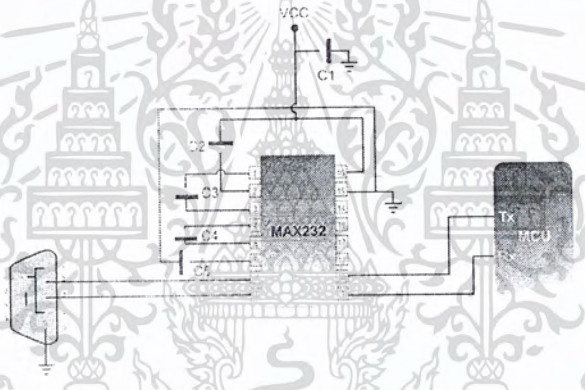
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IC MAX 232

เป็น IC ที่ใช้เปลี่ยน TTL เป็น RS232 ในฝั่งส่ง และ เปลี่ยน RS232 เป็น TTL ในฝั่งรับ ดังรูป

วิธีต่อใช้งาน MAX 232

วงจรนี้ใช้กับ TTL 0-5V เป็น RS 232

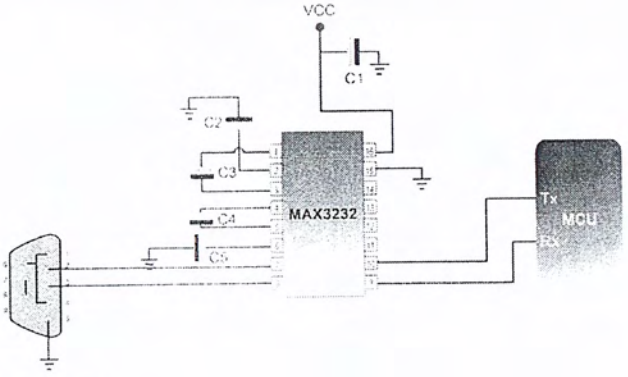


Vcc = 5V

C1 – C5 = 10 uF

วิธีต่อใช้งาน MAX 3232

วงจรนี้ใช้กับ TTL 0-3.3V เป็น RS 232



Vcc = 3.3V

C1-C5 = 0.1uF

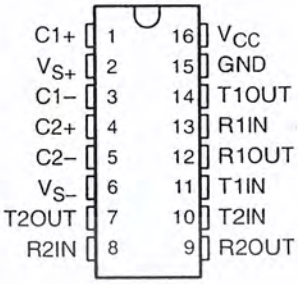
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MAX232, MAX232I
DUAL EIA-232 DRIVERS/RECEIVERS

SLLS047I – FEBRUARY 1989 – REVISED OCTOBER 2002

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

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



description/ordering information

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

ORDERING INFORMATION

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

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

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

LinASIC is a trademark of Texas Instruments.

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

Copyright © 2002, Texas Instruments Incorporated

TEXAS INSTRUMENTS
POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Function Tables

EACH DRIVER

INPUT TIN	OUTPUT TOUT
L	H
H	L

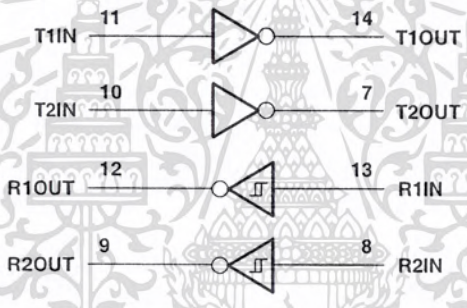
H = high level, L = low level

EACH RECEIVER

INPUT RIN	OUTPUT ROUT
L	H
H	L

H = high level, L = low level

logic diagram (positive logic)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

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

NOTE 1: All voltage values are with respect to network ground terminal.
2. The package thermal impedance is calculated in accordance with JESD 51-7.

recommended operating conditions

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

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

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

‡ All typical values are at V_{CC} = 5 V and T_A = 25°C.
NOTE 3: Test conditions are C1–C4 = 1 µF at V_{CC} = 5 V ± 0.5 V.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DRIVER SECTION

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

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

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

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

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

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

RECEIVER SECTION

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

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

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

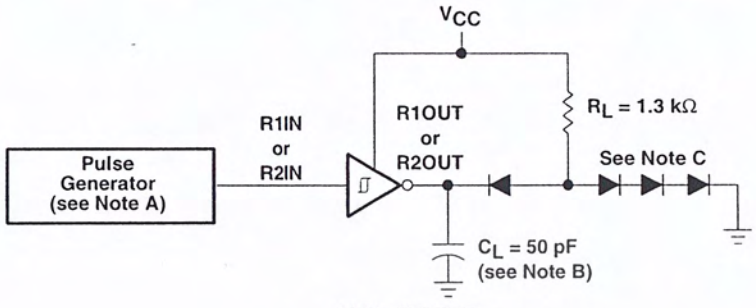
switching characteristics, V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C (see Note 3 and Figure 1)

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

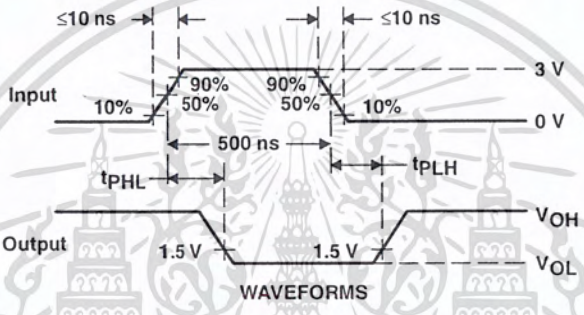
NOTE 3: Test conditions are C1–C4 = 1 µF at V_{CC} = 5 V ± 0.5 V.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION



TEST CIRCUIT



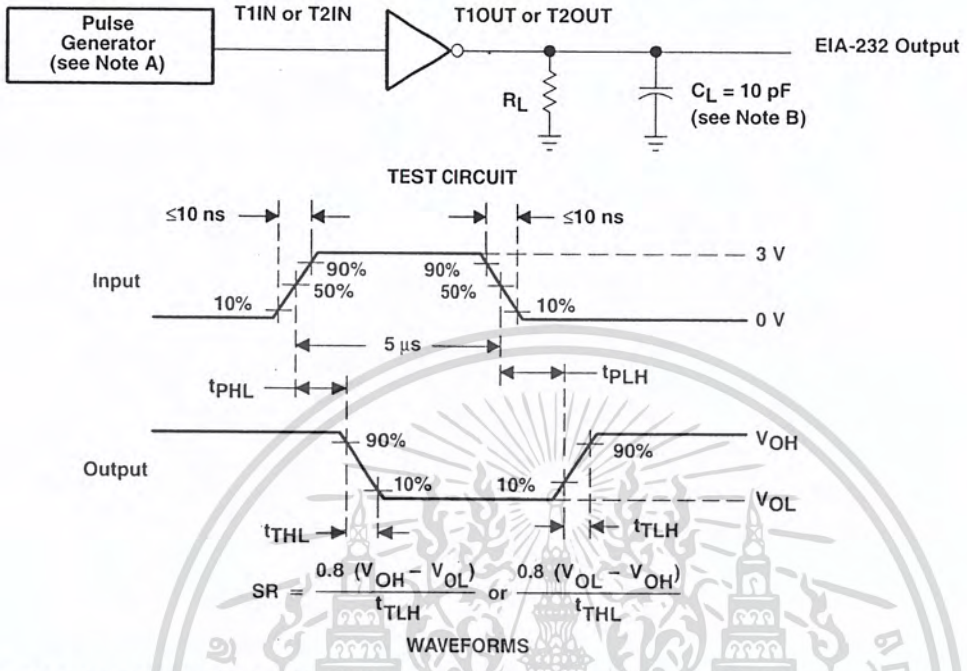
WAVEFORMS

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

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

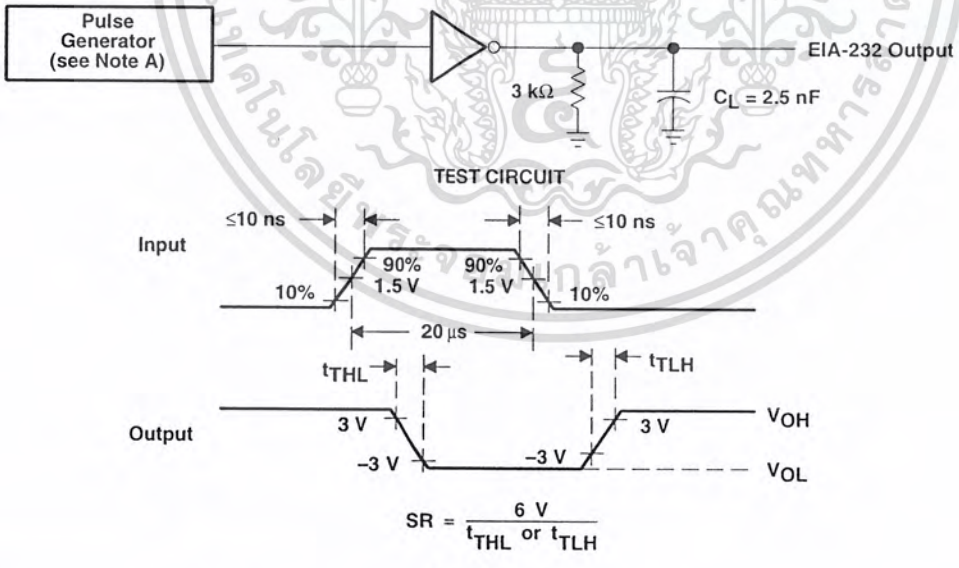
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION



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

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

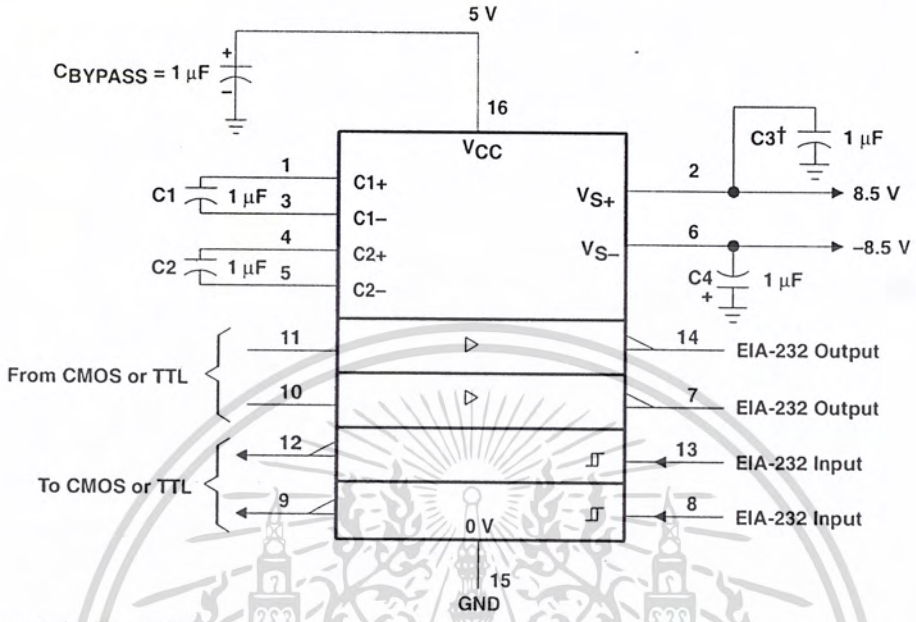


NOTE A: The pulse generator has the following characteristics: Z_O = 50 Ω, duty cycle ≤ 50%.

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPLICATION INFORMATION



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

Figure 4. Typical Operating Circuit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IMPORTANT NOTICE

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

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

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

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

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

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

Mailing Address:

Texas Instruments
Post Office Box 655303
Dallas, Texas 75265

Copyright © 2002, Texas Instruments Incorporated

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This datasheet has been download from:

www.datasheetcatalog.com

Datasheets for electronics components.

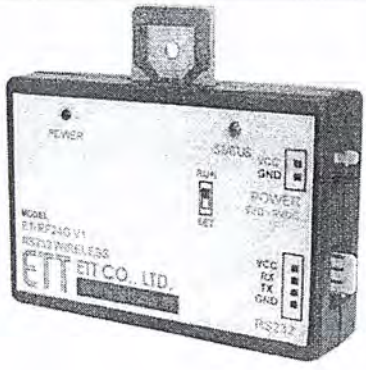
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

คู่มือการใช้งาน ET – RF24G V1.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ET-RF24G V1.0



ลักษณะโดยทั่วไป

ET-RF24G V1.0 เป็นชุด Signal Converter สำหรับใช้แปลงสัญญาณระหว่าง RS232 และ RF-Wireless โดยในโหมดการทำงานของการส่งข้อมูล (Transmitter) จะทำหน้าที่รอรับข้อมูลจากพอร์ตสื่อสารอนุกรม RS232 จากขา RX แล้วแปลงเป็นสัญญาณความถี่ (GFSK) ส่งออกไปในอากาศ และในทางกลับกันในโหมดการทำงานแบบรับ (Receiver) ชุด ET-RF24G V1.0 ก็จะทำหน้าที่คอยตรวจจับข้อมูลที่อยู่ในรูปของสัญญาณความถี่ (GFSK) จากด้าน RF เพื่อแปลงกลับเป็นข้อมูลแบบ RS232 ส่งออกไปทางขา TX ได้ด้วย

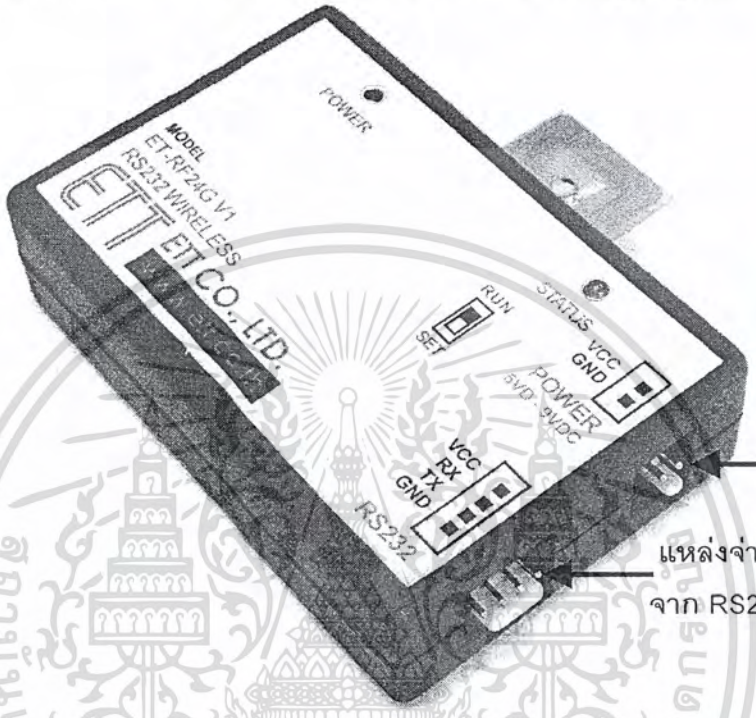
ซึ่งจะเห็นได้ว่าชุดแปลงสัญญาณ ET-RF24G V1.0 นั้น สามารถนำไปต่อใช้งานร่วมกับพอร์ตสื่อสารอนุกรม แบบ RS232 เพื่อใช้งานในลักษณะของการสื่อสารอนุกรมแบบไร้สาย (Wireless Transceiver) ได้โดยตรง โดยจะมีข้อดีกว่า คือ สามารถรับส่งข้อมูลกันได้ในระยะทางที่ไกลกว่า RS232 หลายเท่าตัว และประการสำคัญ คือ ไม่จำเป็นต้องใช้สายสัญญาณที่เป็นตัวนำสัญญาณทางไฟฟ้าในการสื่อสารข้อมูลกัน ทำให้สามารถเปลี่ยนแปลงหรือเคลื่อนย้ายจุดรับส่งข้อมูลได้ตลอดเวลา ซึ่งถ้าเป็นการรับส่งข้อมูลด้วยระบบ RS232 แบบที่ใช้สายสัญญาณนั้น จะเกิดความยุ่งยากในการติดตั้งสายสัญญาณเป็นอย่างมาก

แต่อย่างไรก็ตามการรับส่งข้อมูลโดยใช้อากาศเป็นตัวกลางในการสื่อสารนั้น ก็มีข้อจำกัดบางประการเหมือนกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เรื่องความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่รับส่งกัน ซึ่งมีโอกาสผิดพลาดหรือสูญหายได้เหมือนกัน เนื่องจากในการลำเลียงข้อมูลนั้นไม่ได้ใช้สายสัญญาณเป็นตัวกลางในการรับส่งข้อมูล แต่ใช้อากาศเป็นตัวกลางในการรับส่งข้อมูลแทน ซึ่งมีโอกาศที่ข้อมูลจะเกิดการรบกวนจากสัญญาณอื่นๆที่มีย่านความถี่ใกล้เคียงกัน แล้วทำให้ข้อมูลผิดเพี้ยนไปได้บ้างเหมือนกัน ซึ่งระบบการจัดการข้อมูลของเครื่อง ET-RF24G V1.0 นั้น มีระบบการเข้ารหัสและถอดรหัสข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถืออยู่ในเกณฑ์ที่จัดว่าดี โดยข้อมูลแต่ละ Byte ที่มีการรับส่งกันนั้น จะมีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลให้ด้วยแล้ว โดยข้อมูลที่รับได้จากด้าน RF นั้นรับประกันได้ว่าเป็นข้อมูลที่มีความถูกต้องแน่นอน แต่อย่างไรก็ตามการรับส่งข้อมูลนั้นมีโอกาสผิดพลาดในเรื่องของการสูญหายของข้อมูลบ้างเหมือนกัน เนื่องจากกลไกในการรับส่งข้อมูลของเครื่อง ET-RF24G V1.0 นั้น จะมีการตรวจสอบข้อมูลทุก Byte ที่รับได้จาก RF เสมอ ซึ่งถ้าพบว่ามีความผิดพลาดเกิดขึ้นจะทิ้งข้อมูล Byte นั้นไป ซึ่งผู้ใช้ควรมีกลไกในการตรวจสอบข้อมูลที่รับส่งกันว่าครบถ้วนหรือไม่ด้วย ซึ่งหากพบว่ามีการสูญหายของข้อมูลเกิดขึ้นก็ให้ร้องขอให้มีการส่งข้อมูลนั้นซ้ำนั้นๆใหม่อีกครั้งหนึ่ง ก็จะสามารถแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้

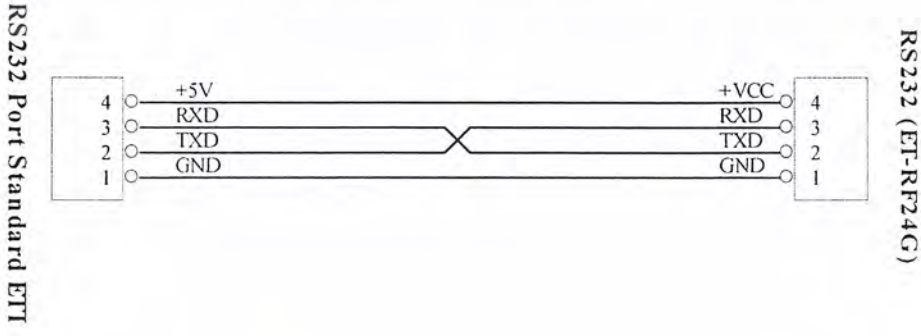
เอกสารนี้จัดทำขึ้นเพื่อการที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Power Supply

สำหรับการต่อแหล่งจ่ายไฟให้กับเครื่อง ET-RF24G V1.0 นั้น จะสามารถเลือกต่อแหล่งจ่ายไฟให้กับตัวเครื่องได้ 2 ทางด้วยกัน โดยเครื่อง ET-RF24G V1.0 นั้น ต้องการไฟเลี้ยงวงจร ซึ่งเป็นแหล่งจ่ายกระแสตรง ขนาดประมาณ +5VDC ถึง +9VDC โดยจุดเชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟของเครื่อง ET-RF24G V1.0 นี้ สามารถเชื่อมต่อได้ 2 จุดด้วยกัน โดยผู้ใช้สามารถเลือกต่อแหล่งจ่ายไฟให้กับเครื่อง ET-RF24G V1.0 จุดใดจุดหนึ่งก็ได้



ในกรณีที่นำเครื่อง ET-RF24G V1.0 ไปเชื่อมต่อกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่นต่างๆของ อีทีที นั้น สามารถใช้แหล่งจ่ายไฟจากบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อจ่ายให้กับตัวเครื่อง ET-RF24G V1.0 ได้ทันที โดยไม่ต้องใช้แหล่งจ่ายไฟจากภายนอก เนื่องจากขั้วต่อสัญญาณ RS232 ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่นต่างๆ ของบริษัท อีทีที นั้น ได้จัดเตรียมแหล่งจ่ายไฟตรง ขนาด +5V เตรียมไว้ให้ด้วยแล้ว โดยผู้ใช้เพียงแต่นำสายสัญญาณ RS232 ซึ่งทำการต่อสายสัญญาณครบทั้ง 4 เส้น ดังรูปมาเชื่อมต่อก็สามารถใช้งานได้แล้ว



รูปแสดง การต่อสายสัญญาณ RS232 เพื่อใช้แหล่งจ่ายไฟจากบอร์ดไมโครฯ ของ อีทีที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่สำหรับกรณีที่นำเครื่อง ET-RF24G V1.0 ไปต่อใช้งานกับอุปกรณ์อื่นๆที่ไม่ได้มีการจัดเตรียมจุดต่อไฟเลี้ยงไว้ให้ด้วย ผู้ใช้จำเป็นต้องจัดหา Adapter จ่ายไฟจากภายนอกมาต่อให้กับเครื่อง ET-RF24G V1.0 ต่างหากด้วย โดยให้เลือกแหล่งจ่ายไฟที่มีขนาดแรงดันไฟตรงประมาณ +5VDC และสามารถจ่ายกระแสได้ประมาณ 300mA เป็นอย่างน้อย ซึ่งในกรณีนี้ขอแนะนำให้เลือกใช้ Power Supply รุ่น "ACH-4E" ซึ่งเป็นแหล่งจ่ายไฟแบบ Switching Power ใช้กับไฟบ้าน 220VAC และให้เอ้าพุตเป็นไฟกระแสตรง ขนาดประมาณ 5VDC / 750mA เพราะ Power Supply รุ่นนี้ สามารถใช้งานร่วมกับเครื่อง ET-RF24G V1.0 ได้อย่างต่อเนื่องเป็นเวลานานๆ โดยไม่เกิดความร้อนสะสมที่วงจร Regulate ของบอร์ด ET-RF24G V1.0 มากนัก ซึ่งถ้าผู้ใช้เลือกใช้แหล่งจ่ายไฟรุ่นอื่นๆ ทีมีขนาดแรงดันสูงกว่า +5V มากๆ ซึ่งถึงแม้ว่าจะสามารถใช้งานร่วมกันกับเครื่อง ET-RF24G V1.0 ได้ แต่ถ้ามีการใช้งานอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานานๆแล้ว อาจทำให้เกิดความร้อนสะสมที่ตัวไอซี Regulate มากเกินไป จนอาจทำให้ภาค Power ของเครื่อง ET-RF24G V1.0 หยุดจ่ายไฟทำให้เครื่องหยุดทำงานได้

แสดง การต่อ แหล่งจ่ายไฟรุ่น "ACH-4E" จากภายนอกให้กับเครื่อง ET-RF24G V1.0

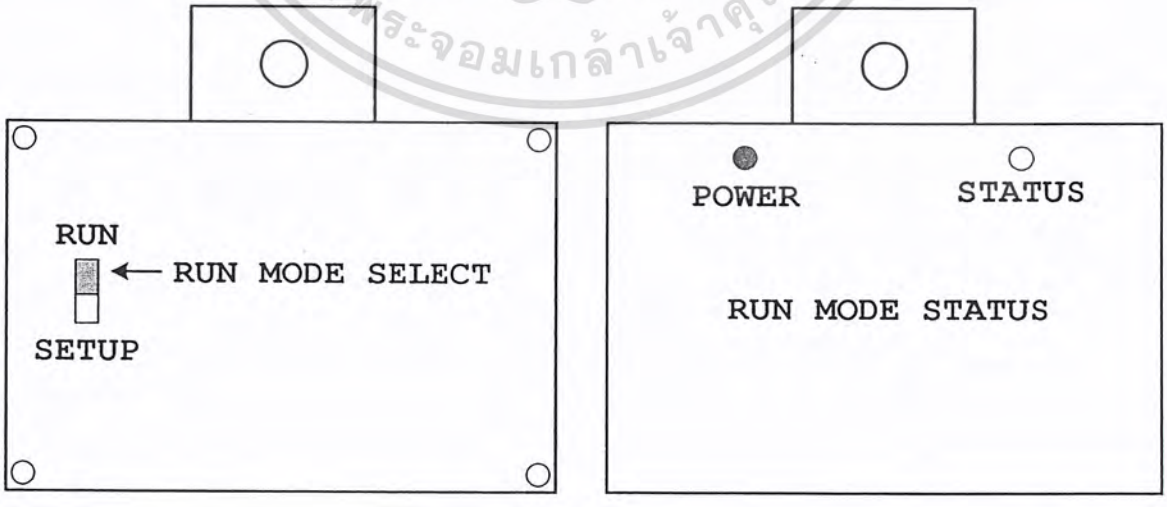
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โหมดการทำงาน

สำหรับโหมดการทำงานของ ET-RF24G V1.0 นั้นจะแบ่งออกเป็น 2 โหมด ด้วยกัน โดยการกำหนดโหมดการทำงานของ ET-RF24G V1.0 นั้นจะกระทำผ่าน Switch เลือกโหมด ซึ่งอยู่ด้านใต้กล่อง โดยการเลือกโหมดการทำงานนั้นจะต้องกระทำให้เสร็จเรียบร้อยก่อนการจ่ายไฟให้กับ ET-RF24G V1.0 ด้วยเสมอ เนื่องจากการทำงานของเครื่อง ET-RF24G V1.0 นั้นจะทำการตรวจสอบโหมดการทำงานของเครื่องจาก Switch เลือกโหมด เฉพาะในช่วงของการจ่ายไฟเลี้ยงให้เครื่องเริ่มต้นทำงานครั้งแรก (Power-ON) เท่านั้น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งการทำงานของ Switch เลือกโหมด หลังจากทำการจ่ายไฟให้กับ ET-RF24G V1.0 ไปแล้ว จะไม่มีผลต่อการทำงานของเครื่องแต่อย่างใด โดยการทำงานของเครื่อง ET-RF24G V1.0 นั้นจะมี LED แสดงสถานะการทำงานของเครื่องจำนวน 2 หลอด คือ LED POWER ซึ่งเป็น LED สีแดง โดยที่ LED POWER นี้จะติดสว่างให้เห็นตลอดเวลาที่มีการจ่ายไฟเลี้ยงให้เครื่องทำงานอยู่ ส่วน LED อีกดวงหนึ่งนั้นจะเป็น LED สีเขียว ใช้แสดงสถานะการทำงานของเครื่องซึ่งเรียกว่า LED STATUS โดย LED STATUS นี้จะเกิดการกระพริบตามจังหวะของการรับส่งข้อมูลกันในแต่ละครั้ง โดยในสภาวะปรกตินั้น ถ้าเครื่องทำงานอยู่ใน RUN MODE หลอด LED STATUS จะดับอยู่ตลอดเวลาถ้าไม่มีการรับส่งข้อมูล แต่ถ้าตัวเครื่องทำงานอยู่ใน SETUP MODE หลอด LED STATUS จะติดอยู่ตลอดเวลาถ้าไม่มีการรับส่งข้อมูล โดยโหมดการทำงานของ ET-RF24G V1.0 จะมีอยู่ด้วยกัน 2 โหมด คือ

1. การใช้งานเครื่อง ET-RF24G V1.0 ใน Run Mode

การใช้งานใน Run Mode ซึ่งเป็นโหมดของการใช้งานตามปรกติของเครื่อง โดยเมื่อเครื่อง ET-RF24G V1.0 เข้าทำงานในโหมดนี้แล้ว จะสังเกตุเห็นหลอดไฟแสดงสถานะการทำงาน หรือ LED STATUS ดับอยู่ แต่เมื่อมีการรับ หรือ ส่ง ข้อมูล เกิดขึ้น สถานะการทำงานของ LED STATUS จึงจะกระพริบตามจังหวะของการรับส่งข้อมูลนั้นๆ แต่ถ้ายังไม่มีการรับส่งข้อมูลกัน LED STATUS จะดับอยู่ตลอดเวลา



รูปแสดง การเลือกโหมดการทำงาน สำหรับใช้งานปรกติ (Run Mode)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการทำงานใน Run Mode นั้น จะแบ่งลักษณะการทำงานออกเป็น 3 แบบด้วยกัน โดยลักษณะการทำงานนี้ จะถูกกำหนดไว้แล้วใน Configuration ของเครื่องใน Setup Mode ดังนั้นก่อนการใช้งานเครื่อง ในครั้งแรกจะต้องทำการกำหนดค่า Configuration ต่างๆให้เรียบร้อยเสียก่อน โดยเมื่อเครื่อง ET-RF24G V1.0 เริ่มต้นเข้าทำงานใน Run Mode แล้วมันจะทำการอ่านค่า Configuration ที่เก็บไว้ออกมา เพื่อใช้เป็นเงื่อนไขในการทำงานตามค่าที่ได้กำหนดไว้ โดยลักษณะการทำงานใน Run Mode แบ่งออกเป็นดังนี้

1.1 การทำงานแบบ RF Receive Only

เป็นการทำงานแบบทิศทางเดียว โดยการทำงานในโหมดนี้ จะเป็นการรอรับข้อมูลความถี่แบบ GFSK จากด้าน RF แล้วเปลี่ยนเป็นข้อมูลอนุกรมส่งออกไปทางขา TX (Transmit) ของ RS232 โดยการทำงานจะวนรอบอยู่เช่นนี้ไปตลอด ซึ่งในการใช้งานเครื่อง ET-RF24G V1.0 ในโหมดนี้จะต้องนำสัญญาณ TX(Transmit) ไปต่อกับขาสัญญาณ RX (Receive) ของอุปกรณ์ด้านตรงข้าม (RS232 ของคอมพิวเตอร์ PC) โดยในโหมดนี้ การทำงานของขาสัญญาณ RX ด้าน RS232 ของเครื่อง ET-RF24G V1.0 จะถูกเปลี่ยนหน้าที่เป็นสัญญาณ CTS (Clear To Send) สำหรับใช้ตรวจสอบความพร้อมในการส่งข้อมูลไปให้อุปกรณ์ด้านตรงข้ามแทน ซึ่งในการใช้งานจะต้องนำสัญญาณนี้ไปต่อเข้ากับสัญญาณ RTS (Ready To Send) ของอุปกรณ์ด้านตรงข้าม โดยเครื่อง ET-RF24G V1.0 จะทำการตรวจสอบสถานะของสัญญาณ RX ซึ่งในโหมดนี้เปรียบเสมือน CTS ว่ามีค่าเป็น "0" หรือไม่ โดยถ้าพบว่าเป็น "0" จึงจะส่งข้อมูลออกไปให้ทางขา TX แต่ถ้าพบว่าสถานะของขาสัญญาณนี้มีค่าเป็น "1" แสดงว่าอุปกรณ์ด้านตรงข้ามยังไม่พร้อมรับข้อมูลก็จะรอจนกว่าจะพบว่าสถานะของสัญญาณดังกล่าวมีค่าเป็น "0" จึงจะส่งข้อมูลออกไปให้ โดยเครื่อง ET-RF24G V1.0 จะสามารถจัดเก็บข้อมูลไว้ใน Buffer เพื่อรอการส่งได้สูงสุด 64 Byte เท่านั้น ซึ่งถ้าในระหว่างที่รอความพร้อมอยู่นั้น มีข้อมูลด้าน RF ส่งเข้ามาเกินกว่า 64 Byte จะทำให้ข้อมูลที่เกินมานั้นสูญหายไป

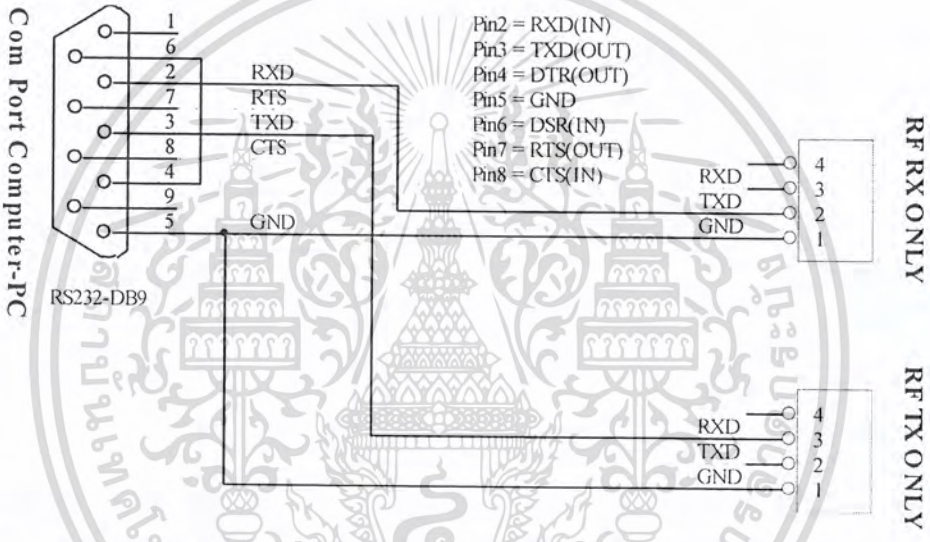
1.2 การทำงานแบบ RF Transmit Only

เป็นการทำงานแบบทิศทางเดียว โดยการทำงานในโหมดนี้จะมีลักษณะตรงกันข้ามกับ RF Receive Only กล่าวคือ เครื่อง ET-RF24G V1.0 จะทำหน้าที่รอรับข้อมูลจากขา RX (Receive) ด้าน RS232 แล้วเปลี่ยนเป็นข้อมูลแบบ GFSK ส่งออกไปทางด้าน RF โดยการใช้งานเครื่องในโหมดนี้ จะต้องนำสัญญาณ TX (Transmit) ซึ่งเป็นขาส่งข้อมูลจาก RS232 ของอุปกรณ์ด้านตรงข้ามมาต่อเข้ากับขา RX(Receive) ของเครื่อง ET-RF24G V1.0 ส่วนขาสัญญาณ TX จะถูกเปลี่ยนหน้าที่เป็น RTS (Ready To Send) เพื่อใช้แสดงสถานะความพร้อมในการรับข้อมูลจากด้าน RS232 ซึ่งในการใช้งานจะต้องนำสัญญาณ TX ซึ่งในขณะนี้เปรียบเสมือนกับ RTS นำไปต่อเข้ากับสัญญาณ CTS (Clear To Send) ของอุปกรณ์ด้านตรงข้าม เพื่อใช้ในการตรวจสอบความพร้อมในการรับข้อมูล โดยอุปกรณ์ด้านตรงข้ามจะต้องทำการตรวจสอบสถานะของสัญญาณ RTS นี้ เพื่อตรวจสอบความพร้อมในการรับข้อมูลของเครื่อง ET-RF24G V1.0 ด้วย โดยถ้าเครื่อง ET-RF24G V1.0 พร้อมรับข้อมูลจาก RS232 มันจะส่งสัญญาณ RTS ให้มีค่าเป็น "0" รอไว้ และเมื่อใดก็ตามที่การรับข้อมูลทางด้านของ RS232 มีจำนวนข้อมูลที่ยังไม่สามารถเปลี่ยน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็น GFSK เพื่อส่งออกไปทางด้าน RF ได้ทันจนเกือบจะเต็ม Buffer แล้ว เครื่อง ET-RF24G V1.0 จะทำการส่งสัญญาณ RTS ให้มีค่าเป็น "1" ออกไปบอกให้อุปกรณ์ด้านตรงข้ามทราบเพื่อจะได้หยุดการส่งข้อมูลออกมา โดยอุปกรณ์ด้านตรงข้ามจะต้องหยุดการส่งข้อมูลและรอจนกว่าสถานะของสัญญาณ RTS จะกลับเป็น "0" จึงจะเริ่มต้นส่งข้อมูลออกมาใหม่ ซึ่งหลังจากที่เครื่อง ET-RF24G V1.0 ส่งสัญญาณ RTS ด้วยค่า "1" ออกไปแล้ว จะยังคงสามารถรับข้อมูลได้เพิ่มเติมอีกไม่เกิน 16 Byte เท่านั้น ซึ่งถ้าอุปกรณ์ด้านตรงข้ามยังส่งข้อมูลต่อเนื่องมาอีกจนเกินขนาดของ Buffer ที่เครื่อง ET-RF24G V1.0 จะรับไว้ได้จะทำให้ข้อมูลที่เกินมานั้นเกิดการสูญหายได้

โดยเราสามารถนำเครื่อง ET-RF24G V1.0 จำนวน 4 ชุด มาต่อใช้งานร่วมกัน เพื่อใช้งานในการรับส่งข้อมูลกันแบบ Full Duplex โดยแบ่งการใช้งานออกเป็น 2 ด้าน คือ ต้นทาง และ ปลายทาง ด้านละ 2 ชุด โดยแต่ละด้านให้กำหนดหน้าที่การทำงานเป็น RF Receive Only 1 ชุด และ RF Transmit Only อีก 1 ชุด



รูปแสดงสายสัญญาณ RS232 เพื่อใช้กับ ET-RF24G ในโหมด RF Receive Only และ RF Transmit Only

1.3 การทำงานแบบ RF Auto Direction

เป็นการทำงานชนิด 2 ทิศทาง แบบ Half Duplex หรือ ผลัดกันรับผลัดกันส่ง ซึ่งสามารถใช้รับส่งข้อมูลระหว่างต้นทาง และ ปลายทาง ได้ โดยใช้เครื่อง ET-RF24G V1.0 ด้านละ 1 ชุด เท่านั้น เพียงแต่การรับส่งข้อมูลแบบนี้จะไม่สามารถส่งข้อมูลสวนทางกันได้เหมือนกับแบบ Full Duplex แต่จะต้องใช้วิธีการผลัดกันรับข้อมูลและส่งข้อมูลแทน โดยเมื่อฝ่ายรับทำการรับข้อมูลได้จนครบแล้วจึงจะสลับหน้าที่เป็นฝ่ายส่งเพื่อส่งข้อมูลย้อนกลับไป

โดยในโหมดนี้ เครื่อง ET-RF24G V1.0 จะทำหน้าที่เป็นทั้ง ฝ่ายรับ และ ฝ่ายส่ง ข้อมูล แบบอัตโนมัติ โดยในสภาวะปรกติจะอยู่ในสภาวะของการรอรับข้อมูล ทั้งด้าน RF และ RS232 ซึ่งถ้าพบว่ามีข้อมูลส่งเข้ามาทางด้านของ RF ก็จะนำข้อมูลนั้นส่งออกไปทางด้านขา TX ของ RS232 ทันที และในทำนองเดียวกัน ถ้าพบว่ามีข้อมูลส่งเข้ามาทางด้าน RX ของ RS232 มันก็จะทำการรับข้อมูลนั้นจาก RS232 พร้อมกับเปลี่ยนทิศทางของอุปกรณ์ RF จาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การรอรับข้อมูลให้ทำหน้าที่เป็นตัวส่งข้อมูลแทน เพื่อทำการส่งข้อมูลที่รับได้จาก RS232 ออกไปทาง RF ในทันที ซึ่งหลังจากที่เครื่อง ET-RF24G V1.0 ทำการสลับโหมดการทำงานของอุปกรณ์ด้าน RF จากการรอรับเป็นการส่งและทำการเริ่มต้นส่งข้อมูลออกไปทางด้าน RF เรียบร้อยแล้ว มันจะวนกลับไปตรวจสอบการรับข้อมูลจากด้าน RS232 อีกว่ายังมีข้อมูลส่งเข้ามาอีกหรือไม่ ถ้าพบว่ายังมีข้อมูลส่งเข้ามีอีกก็จะทำการแปลงข้อมูลนั้นเพื่อส่งออกไปยังด้าน RF ต่อไปอีกจนกว่าการส่งข้อมูลด้าน RS232 จะสิ้นสุดลง ซึ่งข้อมูลด้าน RS232 ที่ส่งเข้ามานั้น ควรส่งอย่างต่อเนื่อง โดยเมื่อเครื่อง ET-RF24G V1.0 ทำการส่งข้อมูลแต่ละ Byte ออกไปทางด้าน RF เรียบร้อยแล้วมันจะวนรอบรอรับข้อมูล Byte ถัดไปจาก RS232 ภายในเวลา 2.5 mS ถ้าไม่พบข้อมูลส่งเข้ามาอีกภายในระยะเวลาดังกล่าวมันจึงจะทำการเปลี่ยนหน้าที่ของอุปกรณ์ด้าน RF ให้กลับมาทำหน้าที่เป็นการรอรับข้อมูลตามเดิม โดยในขณะที่อุปกรณ์ด้าน RF ถูกกำหนดให้เป็นฝ่ายส่งข้อมูลอยู่นั้น จะไม่สามารถทำการรับข้อมูลจาก RF ได้ ซึ่งถ้ามีการส่งข้อมูลเข้ามาในขณะนั้นก็จะไม่สามารถรับได้ โดยค่าเวลาที่จะใช้ในการสลับโหมดการทำงานของ RF จากฝ่ายส่งข้อมูลให้เป็นฝ่ายรับข้อมูลนั้น จะมีค่าเป็น 2.5mS ดังนั้นเมื่อฝ่ายรับสามารถรับข้อมูลได้ครบหมดแล้วก่อนที่จะทำการส่งข้อมูลเพื่อตอบกลับไปยังฝ่ายตรงข้ามนั้น ควรทำการหน่วงเวลาไว้ไม่น้อยกว่า 3mS นับจากรับข้อมูล Byte สุดท้ายได้เรียบร้อยแล้วจึงเริ่มต้นส่งข้อมูล Byte แรกย้อนกลับไป ซึ่งถ้าฝ่ายรับทำการส่งข้อมูลตอบกลับไปยังฝ่ายตรงข้ามเร็วกว่านี้อาจทำให้ฝ่ายตรงข้ามไม่สามารถรับข้อมูล Byte แรกได้ทัน

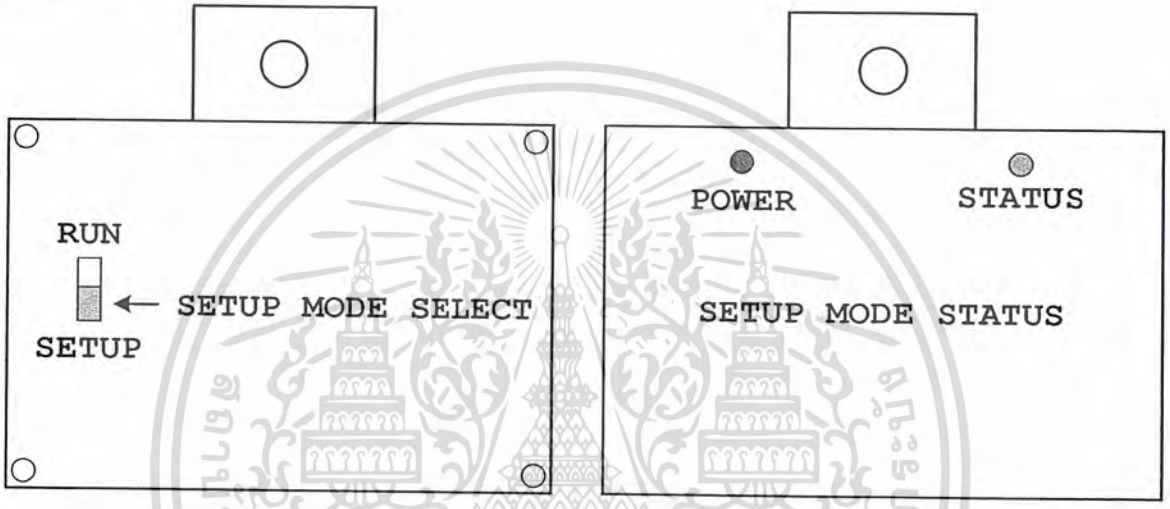
สำหรับการใช้งานเครื่อง ET-RF24G V1.0 ในโหมด RF Auto Direction นี้ การ รับ และ ส่ง ข้อมูล ด้าน RS232 จะไม่มีการตรวจสอบความพร้อมของฝ่ายรับและส่ง ด้วยสัญญาณทางไฟฟ้า (CTS/RTS) เหมือนกับการใช้งานใน 2 โหมดที่ผ่านมาแล้ว โดยเมื่อมันสามารถรับข้อมูลจาก RF ได้ ก็จะทำการส่งข้อมูลนั้นออกไปทางขา TX (Transmit) ของ RS232 ในทันที โดยไม่สนใจว่า อุปกรณ์ที่ต่อไว้ด้าน RS232 จะพร้อมรับข้อมูลหรือไม่ ซึ่งถ้าด้าน RS232 ไม่พร้อมรับข้อมูลก็จะทำให้ข้อมูล Byte นั้นสูญหายไปทันที ซึ่งในการใช้งานนั้น ผู้ใช้ควรกำหนดค่าความเร็วในการรับส่งข้อมูลด้าน RS232 ที่จะใช้กับเครื่อง ET-RF24G V1.0 ทุกๆตัวด้วยค่าความเร็วที่เท่ากันด้วย เพื่อให้การรับและส่งข้อมูลเกิดความสัมพันธ์กันอย่างเหมาะสม

สำหรับความสามารถในการรอรับข้อมูลจาก RS232 ของเครื่อง ET-RF24G V1.0 ในโหมดนี้ จะสามารถรับข้อมูลได้อย่างต่อเนื่องสูงสุด ไม่เกิน 64 Byte ดังนั้นในกรณีที่มีการส่งข้อมูลจากด้าน RS232 ด้วยข้อมูลจำนวนมากกว่า 64 Byte ต่อเนื่องกันนั้น ควรทำการแบ่งข้อมูลออกเป็นชุดๆ โดยให้มีขนาดชุดละไม่เกิน 64 Byte ซึ่งหลังจากทำการส่งข้อมูลอย่างต่อเนื่องไปได้ 1 ชุด (64 Byte) แล้วควรทำการหน่วงเวลาไว้ชั่วขณะหนึ่งอย่างน้อย 1mS แล้วจึงเริ่มส่งข้อมูลชุดถัดไป สลับกับการหน่วงเวลา อย่างนี้เรื่อยๆ เพื่อให้เครื่อง ET-RF24G V1.0 สามารถนำข้อมูลที่รับได้จากด้าน RS232 ส่งออกไปทางด้าน RF ได้ทัน ซึ่งถ้าทำการส่งข้อมูลอย่างต่อเนื่องโดยไม่มีการหน่วงเวลาเลยอาจทำให้ข้อมูลบาง Byte เกิดการสูญหายไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การใช้งานเครื่อง ET-RF24G V1.0 ใน Setup Mode

การใช้งานเครื่อง ET-RF24G V1.0 ใน Setup Mode ซึ่งเป็นโหมดสำหรับใช้กำหนดค่า Configuration ต่างๆ สำหรับควบคุมการทำงานของเครื่อง ET-RF24G V1.0 ที่จะใช้ในขณะที่เครื่องทำงานอยู่ใน Run Mode โดยในการ Setup ค่า Configuration ต่างๆนั้นจะกระทำร่วมกับโปรแกรม "ET_RF24G_V1.EXE" ของ อีทีที ซึ่งเมื่อเครื่อง ET-RF24G V1.0 เข้าทำงานในโหมด Setup แล้ว จะสังเกตุเห็นหลอดไฟแสดงสถานะการทำงาน หรือ LED STATUS ติดสว่างค้างอยู่ตลอดเวลา แต่เมื่อมีการสั่งอ่านหรือเขียนข้อมูลกับบอร์ด สถานะการทำงานของ LED STATUS จึงจะกระพริบตามจังหวะของการรับส่งข้อมูล แต่ถ้ายังไม่มีการรับส่งข้อมูลกัน LED STATUS จะติดค้างอยู่ตลอดเวลา

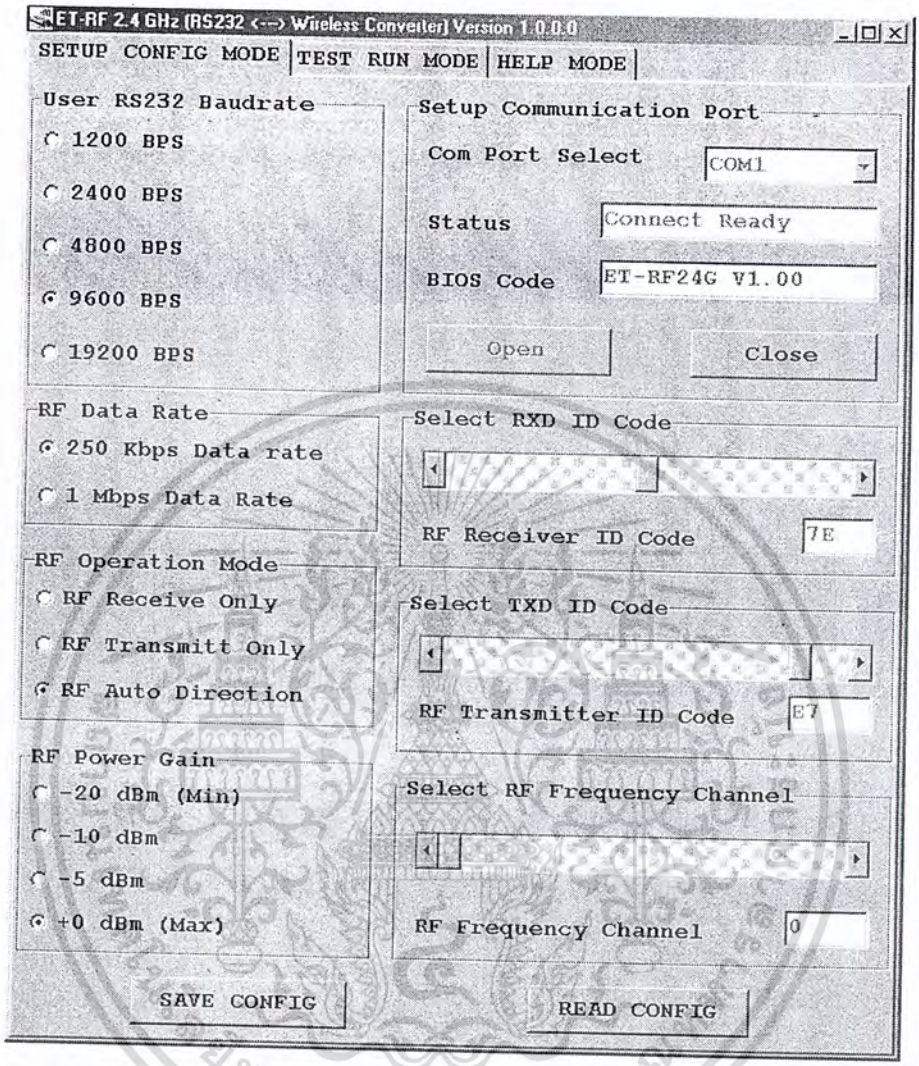


รูปแสดง การเลือกโหมดการทำงาน สำหรับกำหนดค่า Configuration (Setup Mode)

ซึ่งการกำหนดค่า Configuration ให้กับ ET-RF24G V1.0 นั้น จะต้องกระทำในขณะที่ตัวเครื่องทำงานอยู่ใน Setup Mode เท่านั้น (เลือก Switch กำหนดโหมดไว้ทางด้าน Setup แล้วจ่ายไฟให้เครื่องเริ่มต้นทำงาน) โดยค่าของ Configuration ต่างๆนั้นจะถูกใช้สำหรับเป็นเงื่อนไขในการทำงานของ ET-RF24G V1.0 ในขณะที่อยู่ใน Run Mode ดังนั้น ก่อนการเริ่มต้นใช้งานเครื่องในครั้งแรกนั้น จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำการกำหนดค่าของ Configuration ต่างๆให้ถูกต้องและตรงกับความต้องการที่จะใช้งานเสียก่อน โดยเมื่อทำการกำหนดค่าตัวเลือกต่างๆของ Configuration เรียบร้อยแล้ว ก็สามารถเปลี่ยนโหมดการทำงานของตัวเครื่องกลับเป็น Run Mode พร้อมกับการปิดไฟที่จ่ายให้กับตัวเครื่อง (Power-OFF) ชั่วขณะหนึ่ง จากนั้นจึงเริ่มต้นจ่ายไฟให้กับตัวเครื่องใหม่ (Power-ON) ก็สามารถใช้งาน ET-RF24G V1.0 ตามค่าของ Configuration ที่กำหนดไว้แล้วได้ทันที โดยค่าตัวเลือกต่างๆของ Configuration ที่ได้กำหนดไว้แล้วจะถูกเก็บไว้ภายในตัวเครื่องอย่างถาวร ถึงแม้ว่าจะไม่ได้ทำการจ่ายไฟให้กับตัวเครื่องแล้วก็ตาม ดังนั้นเมื่อทำการกำหนดค่า Configuration ต่างๆเรียบร้อยแล้ว ถ้าไม่มีการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขการทำงานของตัวเครื่องต่างไปจากเงื่อนไขเดิมที่ได้กำหนดไว้แล้ว ก็ไม่จำเป็นต้องทำการกำหนดค่า Configuration

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใหม่อีกแต่อย่างใด โดยทุกๆครั้งที่เริ่มต้นจ่ายไฟเข้าเครื่องในครั้งแรกนั้น การทำงานของ ET-RF24G V1.0 จะเป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ใน Configuration เสมอทุกๆครั้ง โดยคุณสมบัติของ Configuration ต่างๆนั้นมีดังนี้



แสดง รูปโปรแกรมที่ใช้สำหรับกำหนดค่า Configuration ของ ET-RF24G V1.0

- User RS232 Baudrate ใช้สำหรับกำหนดค่าความเร็วในการรับส่งข้อมูลทางด้าน RS232 ของตัวเครื่อง ในขณะที่ทำงานอยู่ใน Run Mode ซึ่งสามารถกำหนดได้ 5 ค่าคือ
  - 1200 BPS
  - 2400 BPS
  - 4800 BPS
  - 9600 BPS
  - 19200 BPS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- RF Data Rate ใช้สำหรับกำหนดความเร็วในการรับส่งข้อมูลทางด้าน RF ของ ET-RF24G V1.0 ซึ่งจะต้องกำหนดให้เครื่อง ET-RF24G V1.0 ทุกๆตัว ที่จะนำมาใช้ติดต่อสื่อสารกัน มีค่าอัตราความเร็วในการรับส่งข้อมูลด้าน RF หรือ RF Data Rate นี้มีค่าเท่ากันทั้งหมด ซึ่งถ้ากำหนดค่าความเร็วต่างกันจะไม่สามารถรับส่งข้อมูลกันได้ ซึ่งค่าอัตราความเร็วในการส่งข้อมูลนี้จะมีผลต่อระยะทางการรับส่งข้อมูลด้วย ซึ่งถ้าใช้ความเร็วในการส่งสูง (1Mbps) จะทำให้รัศมีการรับส่งข้อมูลได้ระยะทางสั้นลง แต่ถ้าใช้ความเร็วในการรับส่งข้อมูลที่ช้าลง (250Kbps) จะทำให้ได้รัศมีการรับส่งไกลขึ้น โดยค่า RF Data Rate สามารถกำหนดได้ 2 ค่า คือ
  - 250 Kbps
  - 1 Mbps

- RF Operation Mode ใช้สำหรับกำหนดโหมดการทำงานของ ET-RF24G V1.0 ซึ่งสามารถกำหนดหน้าที่การทำงานได้ 3 แบบ ด้วยกันคือ
  - RF Receive Only เป็นการกำหนดให้ ET-RF24G V1.0 ทำหน้าที่เป็นฝ่ายรอรับข้อมูลทางด้าน RF เพื่อเปลี่ยนเป็นข้อมูลแบบ RS232 และส่งออกไปทางด้านขา TX ของ RS232 ตลอดเวลา
  - RF Transmit Only เป็นการกำหนดให้ ET-RF24G V1.0 ทำหน้าที่เป็นฝ่ายรอรับข้อมูลทางด้าน RS232 จากขา RX เพื่อเปลี่ยนเป็นข้อมูลแบบ GFSK และส่งออกไปทางด้าน RF ตลอดเวลา
  - RF Auto Direction เป็นการกำหนดโหมดการทำงานแบบ Half Duplex 2 ทิศทาง ซึ่งสามารถสลับโหมดการทำงานระหว่างการรับและส่งข้อมูลได้เองโดยอัตโนมัติ โดยในโหมดการทำงานนี้เครื่อง ET-RF24G V1.0 จะรอตรวจสอบข้อมูลทั้งจากด้าน RS232 และด้าน RF อยู่ตลอดเวลา โดยถ้าได้รับข้อมูลจากด้าน RS232 ก็จะทำการแปลงแล้วส่งออกทางด้าน RF จากนั้นก็จะกำหนดให้ด้าน RF กลับมาเป็นฝ่ายรอรับข้อมูลตามเดิม และเมื่อได้รับข้อมูลจากด้าน RF ก็จะแปลงเป็นข้อมูลแล้วส่งออกไปทางด้าน RS232 โดยอัตโนมัติ

- RF Power Gain เป็นการกำหนดกำลังส่งของวงจร RF Power ที่ใช้ในการส่งข้อมูล โดยค่า +0dBm เป็นค่ากำลังส่งสูงสุด ส่วน –20dBm เป็นค่ากำลังส่งต่ำสุด โดยสามารถกำหนดได้ 4 ระดับคือ
  - -20dBm (กำลังส่งต่ำสุด)
  - -10dBm
  - -5dBm
  - +0dBm (กำลังส่งสูงสุด)

เอกสารนี้ใช้ในเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- RXD ID Code เป็นรหัส ID Code ของเครื่อง ET-RF24G V1.0 ในโหมดของการรับข้อมูลจาก RF โดยเมื่อเครื่อง ET-RF24G V1.0 ด้านส่งจะทำการส่งข้อมูลออกไปทาง RF นั้นจะมีการระบุหมายเลข ID Code ของด้านรับรวมไปกับชุดข้อมูลด้วยเสมอ โดยเมื่อเครื่อง ET-RF24G V1.0 ที่อยู่ทางด้านรับทำการรับข้อมูลจากด้าน RF ได้ อันดับแรกมันจะทำการเปรียบเทียบรหัส ID Code ที่รวมมากับข้อมูลที่รับมาได้ว่าตรงกับรหัสของ RXD ID Code ที่กำหนดไว้ในตัวมันหรือไม่ ซึ่งถ้าถูกต้องก็จะแยกเอาเฉพาะส่วนของข้อมูลที่รับเข้ามาได้เพื่อเปลี่ยนเป็นข้อมูลแบบ RS232 แล้วส่งออกไปทางด้าน TX ของ RS232 แต่ถ้ารหัส ID Code ที่รับมาได้ไม่ตรงกับรหัส RXD ID Code ที่กำหนดไว้ เครื่อง ET-RF24G V1.0 จะทิ้งข้อมูลชุดนั้นไปทันที โดยค่า RXD ID Code นั้นสามารถกำหนดได้ 256 ค่าในรูปแบบของเลขฐานสิบหก (00H-FFH)

- TXD ID Code เป็นรหัส ID Code ปลายทางที่จะส่งข้อมูลไปหา โดยที่เครื่อง ET-RF24G V1.0 ที่ถูกกำหนดให้ทำหน้าที่เป็นฝ่ายส่งข้อมูลนั้น เมื่อมันสามารถรับข้อมูลจาก RS232 ได้แล้ว มันจะทำการนำเอาข้อมูลนั้นไปเข้ารหัสรวมกับ TXD ID Code ที่กำหนดไว้ แล้วส่งออกไปทางด้าน RF โดยรหัสของ TXD ID Code นี้หมายถึง รหัส RXD ID Code ของฝ่ายรับที่ต้องการส่งข้อมูลไปหานั่นเอง โดยค่า TXD ID Code นั้นสามารถกำหนดได้ 256 ค่าในรูปแบบของเลขฐานสิบหก (00H-FFH)

- RF Frequency Channel เป็นการกำหนดค่าของช่องความถี่ที่จะใช้ในการรับส่งข้อมูลกัน โดยสามารถเลือกกำหนดช่องความถี่ได้สูงสุดมากถึง 125 ช่อง (0-124) โดยการที่เครื่อง ET-RF24G V1.0 จะทำการรับส่งข้อมูลกันได้นั้นจะต้องกำหนดช่องความถี่ที่ตรงกัน และ ใช้อัตราความเร็ว RF Data Rate ที่เท่ากันด้วย ซึ่งที่สามารถเลือกกำหนดช่องความถี่ RF Frequency Channel ได้นั้น จะมีประโยชน์เป็นอย่างมากในกรณีที่มีการใช้งานเครื่อง ET-RF24G V1.0 จำนวนหลายๆกลุ่ม ในบริเวณพื้นที่ใกล้เคียงกัน โดยให้กำหนดช่องความถี่ของ ET-RF24G V1.0 กลุ่มที่จะสื่อสารข้อมูลร่วมกันไว้ที่ช่องความถี่เดียวกัน ส่วนกลุ่มอื่นๆก็ให้เลือกกำหนดช่องความถี่ที่แตกต่างกันออกไป เพื่อลดปัญหาการรบกวนกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

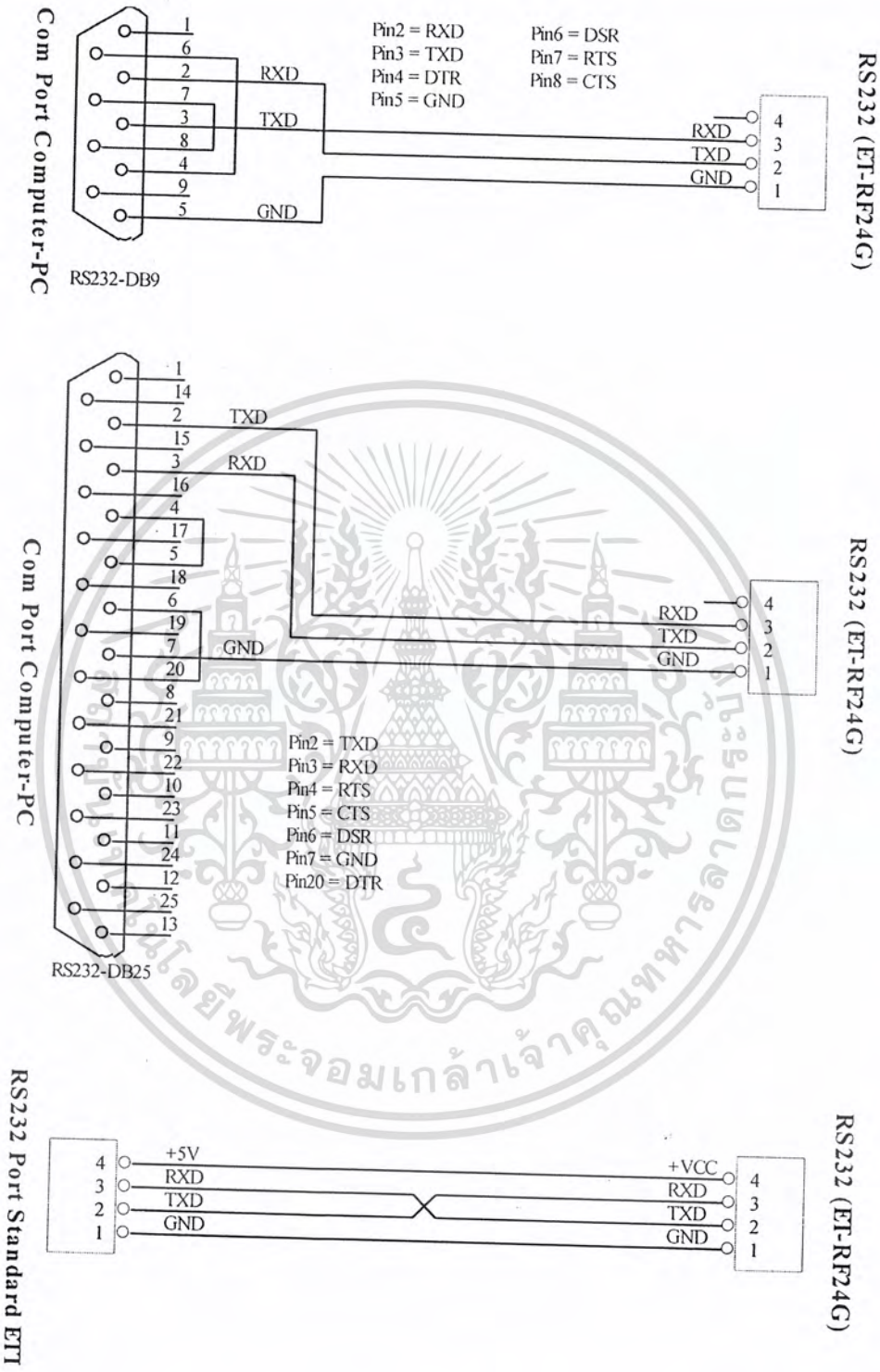
ข้อแนะนำในการกำหนดค่า Configuration

การกำหนดค่า Configuration ให้กับเครื่อง ET-RF24G V1.0 นั้น สามารถเลือกกำหนดได้ตามความต้องการและจุดประสงค์ของการใช้งาน โดยแต่ละโหมดของการใช้งานนั้นจะมีค่า Configuration ที่เหมาะสมต่างกัน ซึ่งขอแนะนำวิธีการกำหนดค่า Configuration ดังแนวทางต่อไปนี้

- ความเร็วในการรับส่งข้อมูลด้าน RS232 หรือ User RS232 Baudrate ที่ความเร็ว 19200 Bps นั้น เหมาะกับการใช้งาน ET-RF24G V1.0 แบบ Receive Only หรือ Transmit Only ซึ่งมีการตรวจสอบความพร้อมของสัญญาณในการรับส่งข้อมูลกันด้วย แต่ถ้าต้องการใช้งานเครื่อง ET-RF24G V1.0 ในโหมด Auto Direction นั้น ควรกำหนดค่า User RS232 Baudrate ไว้ที่ความเร็วไม่เกิน 9600 Bps จะดีที่สุด และควรกำหนดค่า Baudrate ของทั้งสองฝ่ายให้มีค่าเท่ากันด้วย
- ค่าความเร็วของการรับส่งข้อมูลด้าน RF หรือ RF Data Rate ที่สามารถรับส่งข้อมูลกันได้ระยะทางไกลมากที่สุด และ มีโอกาสผิดพลาดน้อยที่สุด คือ 250Kbps
- ค่า RF Power Gain ที่ดีที่สุดคือ 0dBm ซึ่งเป็นค่ากำลังส่งสูงสุด ซึ่งจะทำให้สามารถส่งข้อมูลได้ระยะทางไกลที่สุด แต่ถ้าระยะการรับส่งข้อมูลไม่ไกลกันมาก และมีการใช้งานเครื่อง ET-RF24G V1.0 จำนวนหลายๆกลุ่มในพื้นที่ใกล้เคียงกัน ก็อาจทำการลดกำลังส่งให้ต่ำลงเพื่อลดปัญหาการรบกวนกัน หรือกำหนดช่องความถี่ RF Frequency Channel ให้ห่างกันมากๆ
- ในกรณีที่มีการใช้เครื่อง ET-RF24G V1.0 หลายๆกลุ่มในพื้นที่ใกล้เคียงกัน ควรกำหนดช่องความถี่ในการใช้งาน หรือ RF Frequency Channel ให้ห่างกันด้วยเพื่อป้องกันการรบกวนกัน
- การใช้งานเครื่อง ET-RF24G V1.0 แบบ Auto Direction นั้น ถ้ามีการส่งข้อมูลจำนวนมากๆ ควรจัดแบ่งข้อมูลออกเป็นชุดๆ โดยให้มีขนาดข้อมูลชุดละไม่เกิน 64 Byte โดยในการส่งข้อมูลแต่ละชุดนั้นให้ทำการส่งข้อมูลอย่างต่อเนื่องโดยให้ข้อมูลแต่ละ Byte มีระยะเวลาห่างกันไม่เกิน 2.5mS เนื่องจากถ้าข้อมูลขาดหายไปนานกว่านี้ เครื่อง ET-RF24G V1.0 จะทำการเปลี่ยนโหมดของการส่งข้อมูลกลับเป็นโหมดของการรับข้อมูลแทน ซึ่งเมื่อมีการส่งข้อมูล Byte ถัดไปมาอีกก็จะต้องเสียเวลาในการสลับโหมดจากฝ่ายรอรับข้อมูลให้เป็นฝ่ายส่งข้อมูลอีก ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพในการจัดส่งข้อมูลลดลงเนื่องจากต้องเสียเวลาในการสลับโหมดการทำงานของวงจรภาค RF อยู่ตลอดเวลา โดยที่เมื่อทำการจัดส่งข้อมูลครบ 64 Byte แล้ว ให้ทำการหน่วงเวลาไว้ชั่วขณะหนึ่ง ประมาณ 1mS-2mS แล้วจึงส่งข้อมูลชุดถัดไปอีกอย่างนี้เรื่อยๆ จะทำให้การรับส่งข้อมูลมีประสิทธิภาพสูงสุด
- การใช้งานเครื่อง ET-RF24G V1.0 แบบ Auto Direction นั้น ควรหน่วงเวลาในการสลับโหมดจากฝ่ายของการรอรับข้อมูลเป็นฝ่ายส่งข้อมูล อย่างน้อยที่สุด 3mS – 5mS ซึ่งถ้าส่งข้อมูลย้อนกลับด้วยเวลาที่เร็วกว่านี้อาจทำให้ฝ่ายตรงข้ามไม่สามารถรับข้อมูล Byte แรกได้ทัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเชื่อมต่อสัญญาณ RS232



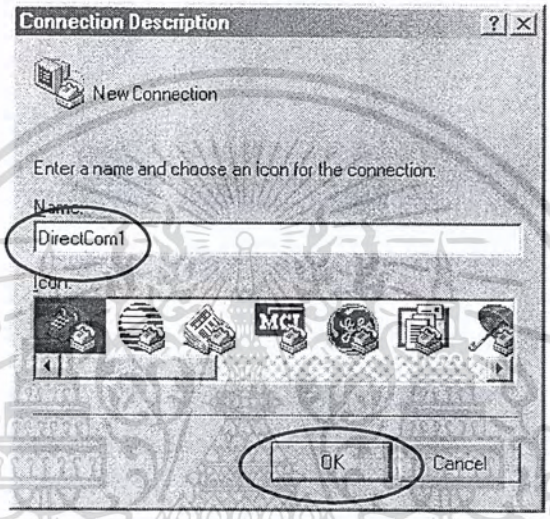
รูปแสดง แผนผังการต่อสาย RS232 เพื่อใช้งานกับ ET-RF24G V1.0 ในโหมด Auto Direction

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

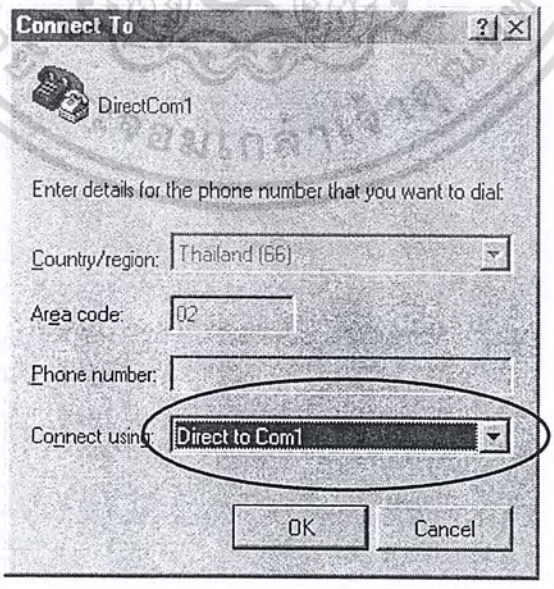
ตัวอย่างการใช้งาน

สำหรับตัวอย่างการใช้งานนั้น จะขอแสดงให้เห็นโดยใช้คอมพิวเตอร์ PC เป็นอุปกรณ์การทดลอง โดยในที่นี้จะขอเลือกใช้โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับใช้ในการสื่อสารของ Windows ซึ่งก็คือ Hyper Terminal โดยใน 2 ตัวอย่างแรกนั้นจะใช้งานกับเครื่อง ET-RF24G V1.0 ในโหมด Auto Direction ซึ่งมีวิธีการใช้งานดังต่อไปนี้

1. เรียกใช้โปรแกรม Hyper Terminal ของ Windows โดยเรียกจาก Start → Programs →Accessories → Communications → Hyper Terminal ซึ่งจะได้ผลดังรูป

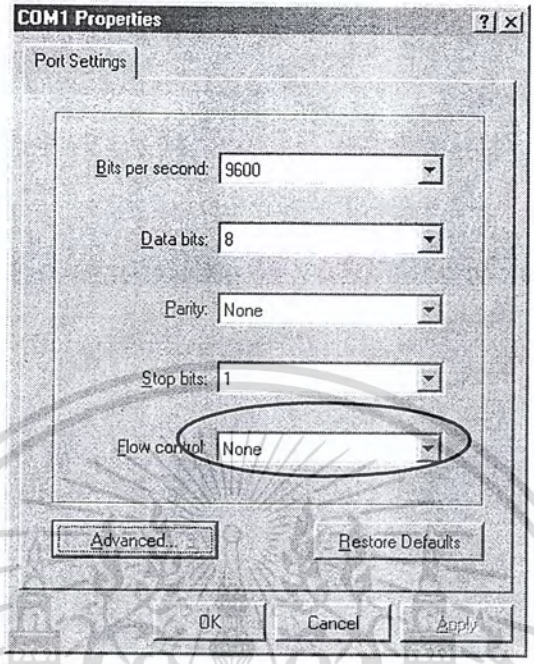


2. ให้เลือกกำหนดชื่อสำหรับใช้ในการเชื่อมต่อ ซึ่งสามารถกำหนดได้เองตามต้องการ โดยในตัวอย่างจะกำหนดเป็น DirectCom1จากนั้นให้เลือก OK เพื่อข้ามไปยังขั้นตอนถัดไป

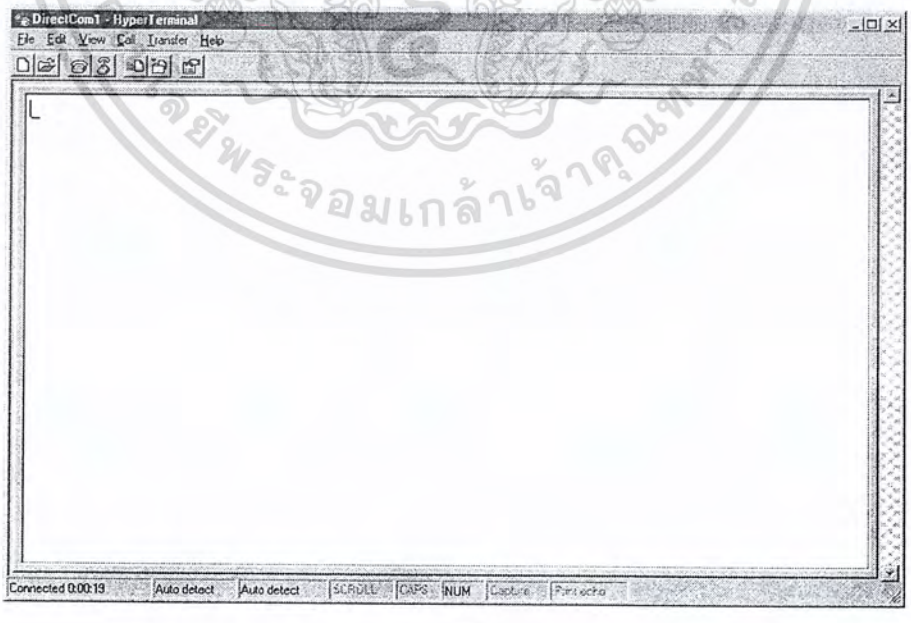


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ให้เลือกกำหนดการเชื่อมต่อเป็น Direct to Com1 ซึ่งถ้าเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้เป็น Comport อื่นที่ไม่ใช่ Com1 ก็ให้เลือกให้ตรงกับความเป็นจริง จากนั้นให้เลือก OK เพื่อข้ามไปยังขั้นตอนถัดไป



4. ในขั้นตอนนี้ จะใช้สำหรับกำหนดคุณสมบัติของพอร์ตอนุกรม RS232 โดยให้เลือก Bit per second = 9600 ,Data Bit = 8 ,Parity = None ,Stop Bit=1 ส่วน Flow Control ให้เลือกเป็น None จากนั้นเลือก OK ซึ่งจะเข้าสู่หน้าต่างโปรแกรมหลักของ Hyper Terminal ดังรูป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างที่1 การรับส่งข้อมูล 2 ทิศทาง (Half Duplex) แบบ จุดต่อจุด (Point-to-Point)

สำหรับตัวอย่างนี้จะเป็นการรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ที่มีการสื่อสารอนุกรมแบบ RS232 จำนวน 2 ชุด โดยต้องใช้รูปแบบการสื่อสารแบบ Half Duplex หรือ ผลัดกันรับ ผลัดกันส่ง กล่าวคือ ด้านรับจะต้องทำการรอรับข้อมูลจากด้านส่งจนครบทั้งหมด แล้วจึงจะส่งข้อมูลตอบกลับไปได้ ซึ่งจะไม่สามารถส่งข้อมูลสวนทางกลับไปในขณะที่กำลังรับข้อมูลอยู่ได้ โดยการสื่อสารแบบนี้ฝ่ายรับข้อมูลจะต้องรอให้รับข้อมูลได้ครบทั้งหมดเสียก่อน จากนั้นจึงจะส่งข้อมูลตอบกลับไปได้ โดยให้กำหนดค่า Configuration ของตัวเครื่อง ET-RF24G V1.0 เป็นดังนี้

ค่า Configuration	ET-RF24G V1.0 ตัวที่1	ET-RF24G V1.0 ตัวที่2
User RS232 Baudrate	9600 Bps	9600 Bps
RF Data Rate	250 Kbps	250 Kbps
RF Operation Mode	Auto Direction	Auto Direction
RF Power Gain	+0dBm	+0dBm
RXD ID Code	01	02
TXD ID Code	02	01
RF Frequency Channel	0	0

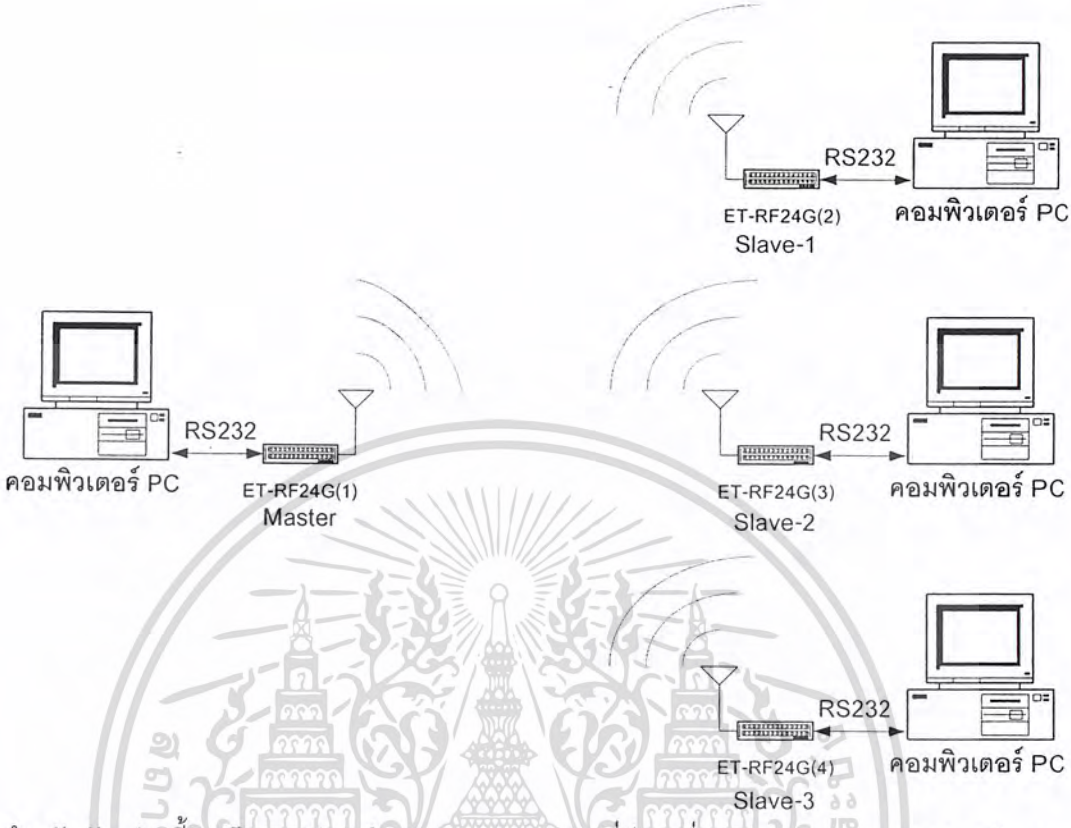
ข้อสังเกตุในการกำหนด Configuration

- ค่า RF Frequency Channel ต้องกำหนดให้ตรงกันทั้ง 2 ตัว
- ค่า RF Data Rate ต้องกำหนดให้ตรงกันทั้ง 2 ตัว
- ค่า RXD ID Code ของตัวที่1 ต้องตรงกับ TXD ID Code ของตัวที่2
- ค่า TXD ID Code ของตัวที่1 ต้องตรงกับ RXD ID Code ของตัวที่2

สำหรับการทดสอบการทำงานด้วย Hyper Terminal นั้นให้ทดลองกดคีย์ใดๆ ในขณะที่ Run โปรแกรม Hyper Terminal อยู่ โดยจะสังเกตุเห็นตัวอักษรจากแป้นพิมพ์ของฝ่ายที่เป็นฝ่ายส่งข้อมูล จะถูกส่งออกไปแสดงผลที่หน้าจอโปรแกรม Hyper Terminal ของอีกฝ่ายหนึ่งในทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างที่2 การรับส่งข้อมูล 2 ทิศทาง (Half Duplex) แบบ หลายๆจุด (RF Network)



สำหรับตัวอย่างนี้จะเป็นการรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ที่มีการสื่อสารอนุกรมแบบ RS232 จำนวน หลายๆ ตัวร่วมกัน โดยหลักการสื่อสารแบบนี้จะให้ตัว Master เป็นตัวควบคุมการสื่อสารกับ Slave แต่ละตัวในระบบ โดยเมื่อ Master จะทำการส่งข้อมูลออกไปจะมีการใส่รหัส ID Code ของ Slave ที่ต้องการสื่อสารด้วย รวมไปในชุดข้อมูลนั้นๆด้วย ซึ่ง Slave ทุกๆตัวจะรับข้อมูลจาก Master ได้เหมือนๆกัน แต่จะมี Slave เพียงตัวเดียวที่ตอบสนองต่อข้อมูลนั้นๆ โดยให้กำหนดค่า Configuration ของตัวเครื่อง ET-RF24G V1.0 เป็นดังนี้

ค่า Configuration	ET-RF24G V1.0 ตัวที่1(Master)	ET-RF24G V1.0 ตัวที่2 (Slave1)	ET-RF24G V1.0 ตัวที่3 (Slave2)	ET-RF24G V1.0 ตัวที่4 (Slave3)
User RS232 Baudrate	9600 Bps	9600 Bps	9600 Bps	9600 Bps
RF Data Rate	250 Kbps	250 Kbps	250 Kbps	250 Kbps
RF Operation Mode	Auto Direction	Auto Direction	Auto Direction	Auto Direction
RF Power Gain	+0dBm	+0dBm	+0dBm	+0dBm
RXD ID Code	01	02	02	02
TXD ID Code	02	01	01	01
RF Frequency Channel	0	0	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อสังเกตุในการกำหนด Configuration

- ค่า RF Frequency Channel ต้องกำหนดให้ตรงกันทั้งหมดทุกตัว
- ค่า RF Data Rate ต้องกำหนดให้ตรงกันทั้งหมดทุกตัว
- ค่า RXD ID Code ของตัวที่1(Master) ต้องตรงกับ TXD ID Code ของตัวที่2-4(Slave1-3)
- ค่า TXD ID Code ของตัวที่1(Master) ต้องตรงกับ RXD ID Code ของตัวที่2-4(Slave1-3)

สำหรับการสื่อสารแบบนี้ จะต้องมีการกำหนด Protocol ขึ้นมาใช้ในการรับส่งข้อมูลกันด้วย ตัวอย่างเช่น กำหนดให้ใช้รหัส เครื่องหมาย '*' เป็นรหัสเริ่มต้นของชุดข้อมูล ตามด้วยรหัสหมายเลข ID Code ของ Slave ปลายทางเป็นตัวเลข 2 หลัก และจบด้วยรหัส Enter ดังนั้น ในการส่งข้อมูลแต่ละครั้ง Master จะต้องทำการส่งข้อมูลขนาด 4 Byte เสมอ และทางด้าน Slave ก็จะต้องรอรับข้อมูล โดยจะรอรับรหัสเครื่องหมาย '*' เป็นอันดับแรก ซึ่งเมื่อรับรหัสเครื่องหมาย '*' ได้แล้ว จึงรอรับข้อมูลถัดไปอีก 2 Byte จากนั้นจึงรอรับข้อมูล Byte ที่ 4 ซึ่งจะต้องตรวจสอบว่าเท่ากับรหัส Enter หรือไม่ ซึ่งถ้าใช่ก็แสดงว่ารับข้อมูลได้ถูกต้อง จากนั้นจึงทำการตรวจสอบข้อมูลใน Byte ที่ 2 และ 3 ว่าตรงกับรหัส ID Code ของตัวเองหรือไม่ โดย Slave-1 จะมีรหัสเป็น '0','1' ส่วน Slave-2 และ Slave-3 ก็จะมีรหัส ID Code เป็น '0','2' และ '0','3' ตามลำดับ ซึ่งถ้าตรวจสอบแล้วพบว่าข้อมูลใน Byte ที่ 2 และ 3 ตรงกับค่ารหัส ID Code ของตนเอง ก็ให้ตอบกลับด้วย รหัส ID Code ตามด้วยข้อความ 'OK'

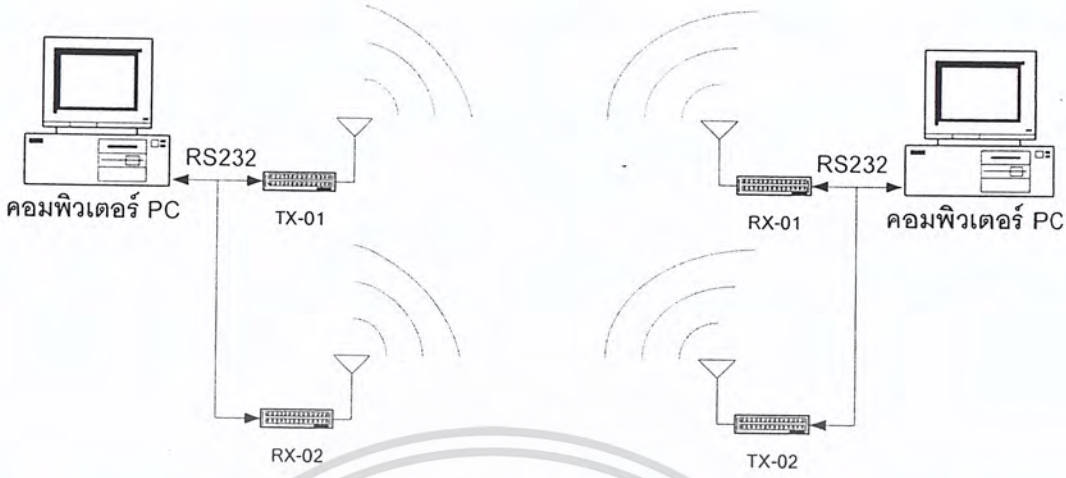
ซึ่งจากตัวอย่าง Protocol ข้างต้นจะได้ว่า เมื่อ Master ต้องการส่งข้อมูลไปยัง Slave-1 จะต้องมีการระบุหมายเลข ID Code ของ Slave-1 รวมไปในชุดข้อมูลด้วย โดยจะส่งข้อมูลเป็น '*','0','1',Enter ออกไป ซึ่งข้อความดังกล่าวที่ส่งออกไปจาก Master นั้น ตัว Slave ทุกตัวจะสามารถรับข้อมูลได้เหมือนกันทั้งหมด ซึ่ง Slave ทุกตัวจะต้องทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่รับได้ ซึ่งในที่นี้ Slave-1 จะต้องตอบกลับด้วยข้อมูล '*','0','1','O','K',Enter เป็นต้น

ซึ่งจากตัวอย่างที่ได้กล่าวอธิบายมานี้ เป็นเพียงตัวอย่างแนวทางขั้นต้น เท่านั้น ซึ่งในการนำไปใช้งานจริงนั้นจะต้องมีการดัดแปลงและเพิ่มเติมข้อกำหนดต่างๆเข้าไปในชุดข้อมูลอีก เช่น รหัสคำสั่ง รหัสตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล (Checksum) เป็นต้น ซึ่งข้อกำหนดต่างๆเหล่านี้ ผู้ใช้สามารถ คิดค้น ออกแบบ รูปแบบของข้อมูลและคำสั่งต่างๆขึ้นมาใช้งานได้เองตามต้องการ

สำหรับการทดสอบการทำงานด้วยโปรแกรม Hyper Terminal นั้น อันดับแรกให้ทดสอบกดแป้นพิมพ์จากเครื่องที่เป็น Master ด้วยข้อความ *01 และ Enter ดู ซึ่งจะเห็นข้อความดังกล่าวไปแสดงอยู่ที่หน้าจอโปรแกรมที่เป็นของตัว Slave ทุกๆตัวเหมือนกันหมด จากนั้นให้ทดลองคีย์ข้อความ *01OK และ Enter จาก Slave-1 ซึ่งก็จะเห็นข้อความนั้นไปปรากฏที่หน้าจอโปรแกรมของตัว Master ทันที ซึ่งในการทดสอบการทำงานนั้นจะเห็นได้ว่า เมื่อมีการส่งข้อมูลใดๆจาก Master ข้อมูลนั้นจะถูกส่งไปแสดงผลยังหน้าจอของ Slave ทุกตัวเหมือนกันหมด และเมื่อมีการส่งข้อมูลใดๆจาก Slave ไม่ว่าตัวใด ข้อมูลนั้นๆก็จะถูกส่งไปแสดงผลยังหน้าจอของ Master เช่นเดียวกัน แต่ข้อมูลที่ถูกส่งจาก Slave จะไม่ถูกส่งไปแสดงผลที่หน้าจอของ Slave ตัวอื่นๆเลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างที่ 3 การรับส่งข้อมูลแบบ Full Duplex ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป



ในตัวอย่างนี้จะเป็นการประยุกต์ใช้งานเครื่อง ET-RF24G V1.0 สำหรับทำการรับส่งข้อมูลกันแบบ Full Duplex โดยกำหนดโหมดการใช้งานเป็น RF Receive Only และ RF Transmit Only ฝ่ายละ 1 ชุด

ค่า Configuration	ET-RF24G V1.0 ฝ่ายต้นทาง		ET-RF24G V1.0 ฝ่ายปลายทาง	
	ตัวที่1 (RF RX1)	ตัวที่2 (RF TX1)	ตัวที่3 (RF RX2)	ตัวที่4 (RF TX2)
User RS232 Baudrate	19200 Bps	19200 Bps	19200 Bps	19200 Bps
RF Data Rate	250 Kbps	250 Kbps	250 Kbps	250 Kbps
RF Operation Mode	RF RX Only	RF TX Only	RF RX Only	RF TX Only
RF Power Gain	+0dBm	+0dBm	+0dBm	+0dBm
RXD ID Code	01	-	02	-
TXD ID Code	-	02	-	01
RF Frequency Channel	0	124	124	0

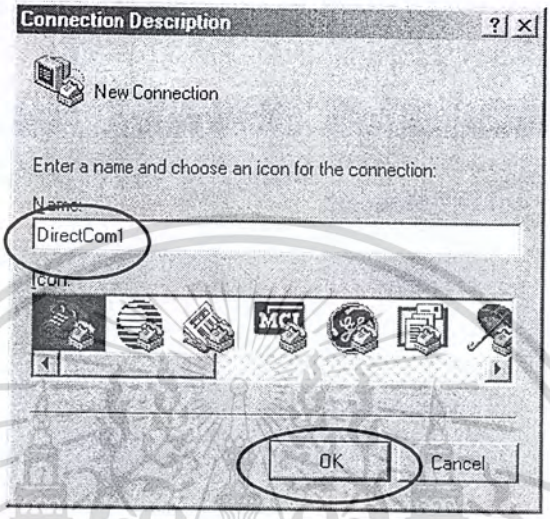
ข้อสังเกตุในการกำหนด Configuration

- ค่า RF Data Rate ต้องกำหนดให้ตรงกันทั้งหมดทุกตัว
- ค่า RF Frequency Channel ของ ตัวรับ ด้านต้นทาง ต้องกำหนดให้ตรงกับ ตัวส่ง ด้านปลายทาง
- ค่า RF Frequency Channel ของ ตัวส่ง ด้านต้นทาง ต้องกำหนดให้ตรงกับ ตัวรับ ด้านปลายทาง
- ค่า RXD ID Code ของ ตัวรับ ด้านต้นทาง ต้องตรงกับ TXD ID Code ของ ตัวส่ง ด้านปลายทาง
- ค่า TXD ID Code ของ ตัวส่ง ด้านต้นทาง ต้องตรงกับ RXD ID Code ของ ตัวรับ ด้านปลายทาง

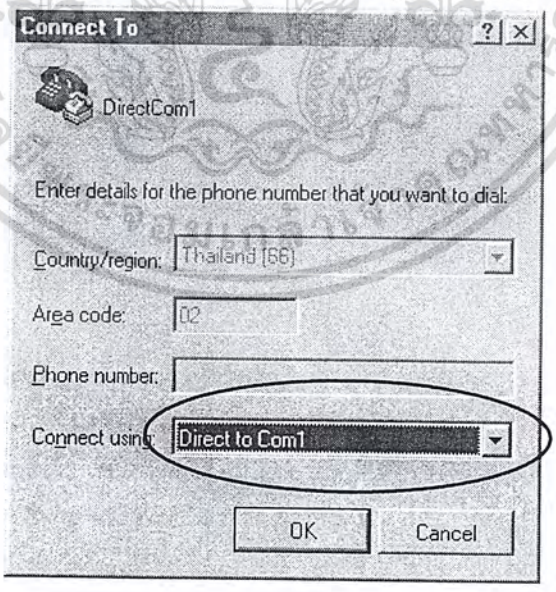
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการทดสอบการใช้งาน ตามตัวอย่างนี้ สามารถเรียกใช้โปรแกรมสำเร็จรูปที่จัดการเรื่องการสื่อสารอนุกรมของ Windows ซึ่งก็คือ Hyper Terminal ได้ทันที โดยในการใช้งานนั้นสามารถกระทำได้ดังขั้นตอนต่อไปนี้

1. เรียกใช้โปรแกรม Hyper Terminal ของ Windows โดยเรียกจาก Start → Programs →Accessories → Communications → Hyper Terminal ซึ่งจะได้ผลดังรูป

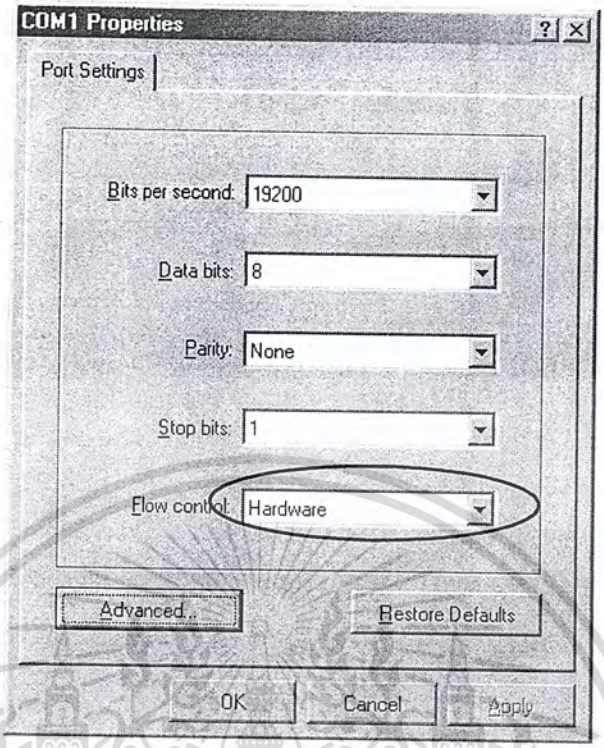


2. ให้เลือกกำหนดชื่อสำหรับใช้ในการเชื่อมต่อ ซึ่งสามารถกำหนดได้เองตามต้องการ โดยในตัวอย่างจะกำหนดเป็น DirectCom1จากนั้นให้เลือก OK เพื่อข้ามไปยังขั้นตอนถัดไป

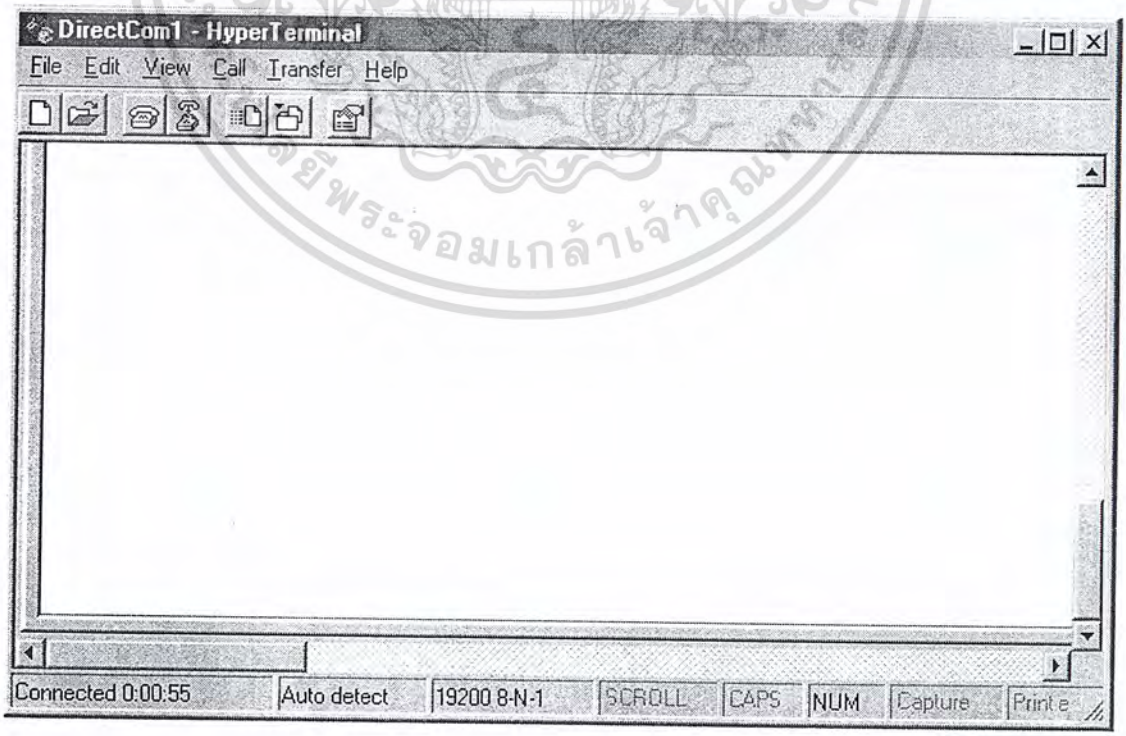


3. ให้เลือกกำหนดการเชื่อมต่อเป็น Direct to Com1 ซึ่งถ้าเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้เป็น Comport อื่นที่ไม่ใช่ Com1 ก็ให้เลือกให้ตรงกับความเป็นจริง จากนั้นให้เลือก OK เพื่อข้ามไปยังขั้นตอนถัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



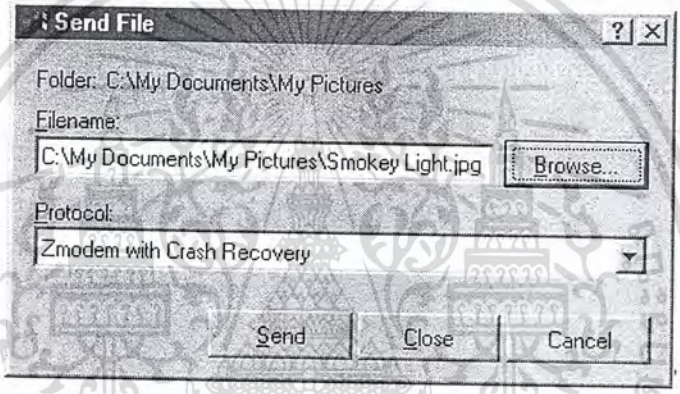
4. ในขั้นตอนนี้ จะใช้สำหรับกำหนดคุณสมบัติของพอร์ตอนุกรม RS232 โดยให้เลือก Bit per second = 19200 ,Data Bit = 8 ,Parity = None ,Stop Bit=1 ส่วน Flow Control ให้เลือกเป็น Hardware จากนั้นเลือก OK ซึ่งจะเข้าสู่หน้าต่างโปรแกรมหลักของ Hyper Terminal ดังรูป



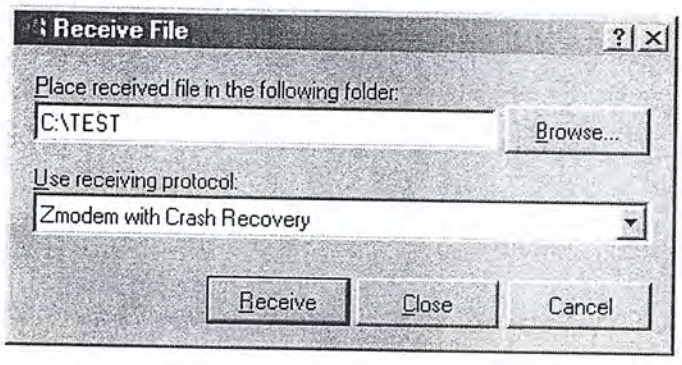
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ในขั้นตอนนี้สามารถทำการรับส่งข้อมูลระหว่างทั้ง 2 ฝ่ายได้แล้ว ซึ่งสามารถทดสอบได้โดยการกดคีย์ใดๆจากฝ่ายหนึ่ง ซึ่งตัวอักขระบนคีย์นั้นๆจะถูกส่งไปแสดงผลยังฝั่งตรงข้ามทันที แต่ในที่นี้เราจะทำการทดสอบการรับและส่งไฟล์ โดยใช้ Protocol สำเร็จรูปของ Hyper Terminal ซึ่งมีให้เลือกใช้มากมากหลาย Protocol โดยต้องกำหนด Protocol ให้ตรงกันทั้งฝ่ายส่งและฝ่ายรับ ซึ่งในขั้นตอนของการทดสอบนั้นต้องกำหนดให้ฝ่ายหนึ่งเป็นฝ่ายรับและให้อีกฝ่ายหนึ่งเป็นฝ่ายส่ง ซึ่งในที่นี้จะขอแนะนำให้ทดสอบโดยเลือกใช้ Protocol ของ Zmodem with Crash Recovery ซึ่งมีวิธีการทดสอบการรับส่งข้อมูลดังนี้

ทางด้านฝ่ายส่งให้ทำการเลือกกำหนดไฟล์ที่จะส่งจากเมนูคำสั่ง Transfer → Send File... จากนั้นให้เลือกกำหนดชื่อและที่อยู่ของไฟล์ที่ต้องการจะส่ง โดยคลิกเมาส์ที่ปุ่ม Browse พร้อมกับกำหนดชื่อและที่อยู่ของไฟล์ตามต้องการ จากนั้นให้เลือกกำหนด Protocol ของการรับส่งข้อมูลเป็น Zmodem with Crash Recovery แล้วเลือกคลิกเมาส์ที่ปุ่ม Send เพื่อทำการเริ่มต้นส่งข้อมูลดังรูป

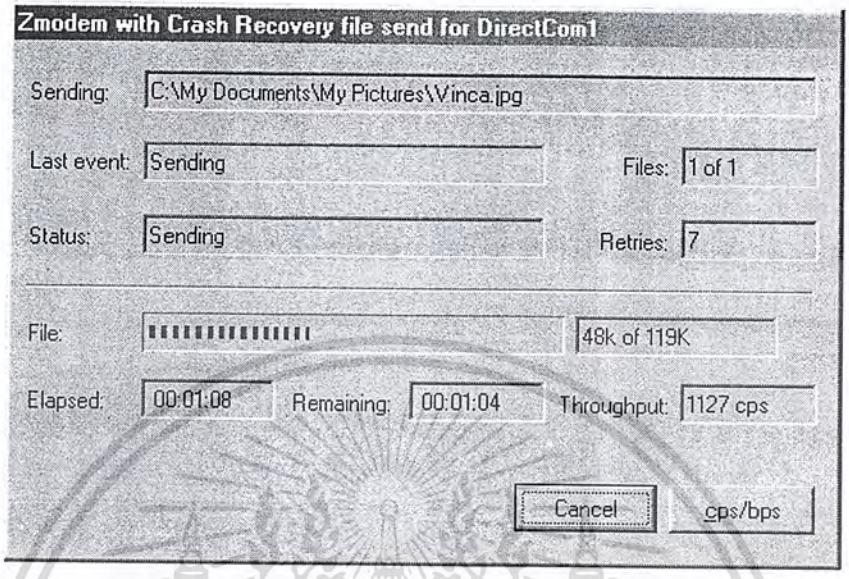


สำหรับในด้านที่เป็นฝ่ายรับข้อมูลนั้นก็ให้เลือกกำหนดการทำงานให้เป็นฝ่ายรับ โดยกำหนดจากเมนูคำสั่งของ Transfer → Receive File... จากนั้นให้เลือกกำหนดตำแหน่งของ Folder สำหรับใช้บันทึกไฟล์ที่รับได้จากฝ่ายส่ง โดยการเลือกจากปุ่ม Browse แล้วเลือกกำหนด Folder ที่ต้องการ ส่วนชื่อนั้นไม่ต้องกำหนด โดยโปรแกรม Hyper Terminal จะตั้งให้เองตามชื่อไฟล์จริงที่ส่งมา และในส่วนของ Protocol ที่ใช้นั้นก็ต้องกำหนดให้ตรงกับทางด้านส่ง คือ Zmodem with Crash Recovery จากนั้นให้เลือก Receive เพื่อให้โปรแกรมรอรับไฟล์จากด้านส่ง



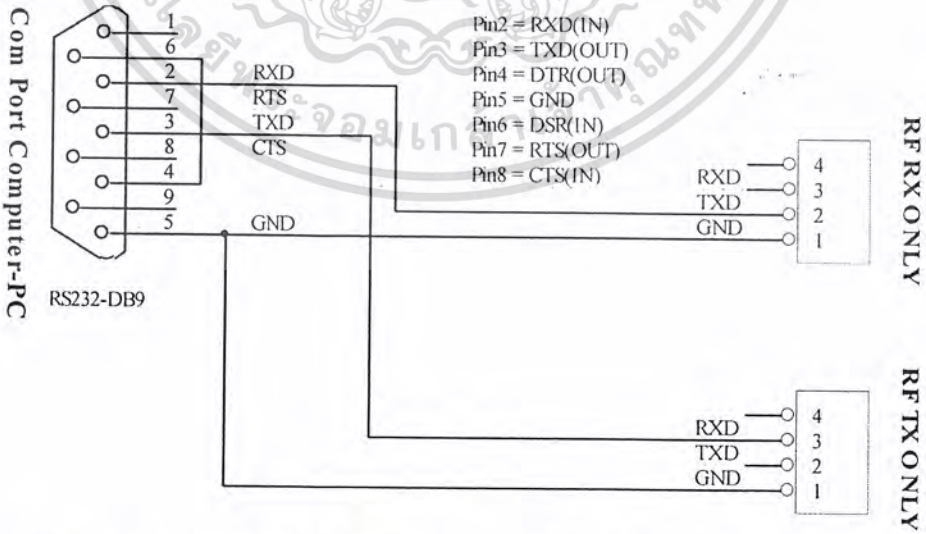
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยในขณะที่มีการรับส่งข้อมูลกันอยู่นั้น โปรแกรม Hyper Terminal ทั้ง 2 ด้านจะแสดงสถานะการทำงานให้ทราบอยู่ตลอดเวลา ดังรูป



โดยให้รอจนกว่าการทำงานจะเสร็จสมบูรณ์ ซึ่งหน้าต่างที่แสดงสถานะการทำงานของโปรแกรมจะถูกปิดไปเองโดยอัตโนมัติหลังจากทำการรับส่งข้อมูลกันเสร็จเรียบร้อยแล้ว

โดยในการทดสอบการทำงานของโปรแกรมตามตัวอย่างนี้ จะต้องกำหนดรูปแบบการสื่อสารของ RS232 ให้มีการตรวจสอบความพร้อมในการรับส่งข้อมูลกันด้วยสัญญาณทาง Hardware ด้วย โดยเลือกกำหนดรูปแบบการสื่อสารของ RS232 ในหัวข้อ Flow Control เป็น Hardware พร้อมกับต่อสายสัญญาณดังวงจรต่อไปนี้



รูปแสดง วงจรของสายที่ใช้สำหรับทดสอบการรับส่งข้อมูลแบบ Full Duplex

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้