สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าฯ

การส่งข้อมูลระยะไกลด้วย RS-232

RS-232 WIRELESS INTERFACE

นายวิชัย พิศุทธิ์ทิรัญ
นายสุริยะ มีสมบูรณ์
นายอดิศักดิ์ ตัณฑวินุลักษณ์

เลขหมู่ 83184
หมายเลขเบียน.....
วัน,เดือน,ปี..... 6 ส.ค. 2551

b 11961094
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม
ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RS-232 WIRELESS INTERFACE

WICHAI PISUTHIRAN

SURIYA MEESOMBOON

ADISAK TANTAWEENULAK

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN INSTRUMENTATION ENGINEERING

DEPARTMENT OF INSTRUMENTATION ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY LARDKRABANG

2007

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

.....

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การส่งข้อมูลระยะไกลด้วย RS-232

RS-232 WIRELESS INTERFACE

นักศึกษาผู้จัดทำ นายวิรัช พิศุทธิ์หิรัญ **รหัสนักศึกษา** 47012075

นายสุริยะ มีสมบูรณ์ **รหัสนักศึกษา** 47012080

นายอดิศักดิ์ ตัณฑวินุลักษณ์ **รหัสนักศึกษา** 47012082

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมการวัดคุม

ปีการศึกษา 2550

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
รศ.วิริยะ กองรัตน์	

ภาควิชารับรองแล้ว

(รศ.ประภาษ อุดมกิมาพันธุ์)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การส่งข้อมูลระยะไกลด้วย RS-232		
	RS-232 WIRELESS INTERFACE		
นักศึกษาผู้จัดทำ	นายวิชัย	พิศุทธิ์หิรัญ	**รหัสนักศึกษา** 47012075
	นายสุริยะ	มีสมบูรณ์	**รหัสนักศึกษา** 47012080
	นายอดิศักดิ์	ตัณฑวีนุลักษณ์	**รหัสนักศึกษา** 47012082
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.วิริยะ	กองรัตน์	
ปีการศึกษา	2550		

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันการสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์ 2 เครื่องนั้น สามารถกระทำได้หลายวิธี เช่น โดยใช้มาตรฐาน RS-232 หรือ USB หรือ Parallel Port และ TCP/IP โดยในปริญญานิพนธ์นี้ได้ใช้มาตรฐาน RS-232 มาศึกษาโดยข้อจำกัดของการสื่อสารโดยใช้โปรโตคอล RS-232 เช่น ระยะทางที่สามารถติดต่อสื่อสารกันได้ การเกิดสัญญาณลดทอนและสัญญาณรบกวนภายในสาย

ดังนั้น คณะผู้จัดทำจึงได้นำข้อจำกัดที่กล่าวมานี้ มาเป็นแนวคิดในการแก้ปัญหา โดยจัดทำการสื่อสารโดยผ่าน RS-232 แบบไร้สายขึ้นมา เพื่อลดปัญหาที่กล่าวมาและยังสามารถลดข้อจำกัดในการเดินสายสัญญาณที่อาจทำให้เกิดสัญญาณรบกวนภายในสาย

ดังนั้น ในการจัดทำปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้ จึงเป็นการใช้การติดต่อสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์ 2 เครื่อง โดยมีโปรแกรมที่ใช้สำหรับพิมพ์ข้อความตอบรับกัน และอีกทั้งยังสามารถส่งข้อมูลที่เป็นเท็กซ์ไฟล์ไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	RS-232 Wireless Interface	
Authors	Mr. Wichai	Pisuthiran
	Mr. Suriya	Meesomboon
	Mr. Adisak	Tantaweenulak
Thesis Advisor	Assoc. Prof.Viriya	Kongratana
Year	2007	

ABSTRACT

Nowadays, the communication between two computers can do in many methods, such as, by using standard RS232 or USB, Parallel Port, and TCP/IP. In this thesis we use a standard RS232 to analyze the limitation of communication by using RS232 Protocol, which a distance of communication, signal loss and signal interfere within the wire.

According to this, we would bring these limitation of communication to identify the ways to solve the problems. We prefer to made a new communication system by using wireless RS232 to minimize the problems, and we have also reduce the limitation in using wired signal transfer that cause the signal interfere within the wire.

Therefore in this thesis we studied the communication between two computers through the program, which are interact by typing message and the text file also.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ คณะผู้จัดทำขอขอบคุณอาจารย์วิริยะ กองรัตน์และอาจารย์เชื้อ นกอยู่ที่ให้คำปรึกษาและช่วยเหลือในด้านอุปกรณ์ ขอบคุณชมรม EC และเพื่อนในภาควัดคุมที่ช่วยในการทำวงจร ขอบคุณโต๊ะเทพ-สวน ร้านป้ากระต่ายทอง และขอขอบคุณครอบครัวที่ให้การสนับสนุนตลอดมา

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....VII

สารบัญรูป.....VIII

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความสำคัญของปริญญานิพนธ์.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์.....1

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์.....1

1.4 ขั้นตอนการศึกษา.....1

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....2

บทที่ 2 ทฤษฎี

2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89CX051.....3

2.1.1 หน้าที่แต่ละขาของไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89CX051.....5

2.1.2 โครงสร้างภายในของไอซีเบอร์ AT89CX051.....5

2.1.3 การจัดหน่วยความจำของไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์.....5

2.1.3.1 หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม (Program Memory) หรือ (Code Memory).....6

2.1.3.2 หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล (Data Memory).....6

2.1.3.3 หน่วยความจำสำหรับเก็บค่ารีจิสเตอร์เฉพาะ (Special Function Register).....7

2.2 ภาษาแอสเซมบลี.....8

2.2.1 ชนิดของคำสั่งในภาษาแอสเซมบลี (Type of Assembly Instruction).....8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.2.1.1 คำสั่งภาษาแอสเซมบลีแบ่งตามผลของคำสั่งต่อการปฏิบัติงาน...8
2.2.1.2 คำสั่งภาษาแอสเซมเบลอร์แบ่งตามหน้าที่.....8
2.2.2 โครงสร้างของคำสั่งในภาษาแอสเซมบลี.....9
2.3 พอร์ต RS-232.....10
2.3.1 มาตรฐานพอร์ตอนุกรม RS-232.....10
2.3.2 คอนเน็คเตอร์สำหรับพอร์ต RS-232 และการเชื่อมต่อ.....11
2.3.3 ระดับสัญญาณของ RS-232.....13
2.3.4 อัตราการส่งข้อมูล.....14
2.3.5 รูปแบบการสื่อสารแบบอนุกรม.....14
2.4 ADM3202.....15
2.5 24LC16B.....16
2.6 TRW 2.4G.....17

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน.....18
3.1 การสร้างอุปกรณ์.....18
3.2 หลักการทำงาน.....20

บทที่ 4 การทดลอง.....22
4.1 การกำหนดค่า.....22
4.2 การทดสอบ.....26
4.2.1 การทดสอบในรูปแบบต่าง ๆ.....31

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....51
5.1 สรุปผล.....51
5.2 ข้อเสนอแนะ.....51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บรรณานุกรม.....52

ภาคผนวก.....53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 การจัดขาของคอนเน็คเตอร์อนุกรมตามมาตรฐาน RS-232 แบบ DB-9.....11

4.1 ค่า Configuration.....26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 ขาของไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C4051.....3

2.2 โครงสร้างภายในของไอซีเบอร์ AT89C4051.....5

2.3 หน่วยความจำการเก็บโปรแกรม.....6

2.4 ตำแหน่งแอดเดรสของหน่วยความจำข้อมูลภายใน (Internal data memory).....6

2.5 ตำแหน่งของรีจิสเตอร์เฉพาะ (Special Function Register).....7

2.6 คอนเน็คเตอร์อนุกรม 9 ขาหรือแบบ DB-9 (มองจากด้านหลังคอมพิวเตอร์).....11

2.7 การต่ออุปกรณ์ภายนอกกับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ในลักษณะต่าง ๆ.....12

2.8 ระดับสัญญาณของ RS232C และระดับสัญญาณของ TTL 13

2.9 การสื่อสารแบบซิงโครนัส.....14

2.10 การสื่อสารแบบอะซิงโครนัส.....14

2.11 ขาสัญญาณภายในของ ADM3202.....15

2.12 ขาภายนอกของ AD3202.....15

2.13 บล็อกไดอะแกรมของ 24LC16B 16

2.14 ขาภายนอกของ 24LC16B.....16

2.15 TRW 2.4G.....17

3.1 แบบวงจร.....18

3.2 ลายวงจร.....19

3.3 ชิ้นงานที่เสร็จสมบูรณ์.....19

4.1 ไฟแสดงการทำงานในโหมด Set up.....22

4.2 ไฟแสดงการทำงานในโหมด Run.....23

4.3 การรับส่งข้อมูล 2 ทิศทาง (Half Duplex) แบบจุดต่อจุด (Point-to-Point).....26

4.4 Setup mode คอมตัวที่ 1.....27

4.5 Setup mode คอมตัวที่ 2.....28

4.6 Run mode คอมตัวที่ 1.....29

4.7 Run mode คอมตัวที่ 2.....30

4.8 ค่า Baud Rate ที่ได้ตั้งไว้ใน Serial Port.....31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.9 การรับส่งข้อมูลที่ Baud Rate 1200 BPS.....32

4.10 การรับส่งข้อมูลที่ Baud Rate 2400 BPS.....33

4.11 การรับส่งข้อมูลที่ Baud Rate 4800 BPS.....34

4.12 การรับส่งข้อมูลที่ Baud Rate 9600 BPS.....35

4.13 การรับส่งข้อมูลที่ Baud Rate 19200 BPS.....36

4.14 แสดงการตั้งค่าในการใช้งานที่ 250 Kbps ของตัวที่ 1 และ 2.....38

4.15 การรับส่งข้อมูลที่ Data Rate 250 Kbps.....39

4.16 แสดงการตั้งค่าในการใช้งานที่ 1 Mbps ของตัวที่ 1 และ 2.....40

4.17 การรับส่งข้อมูลที่ Data Rate 1 Mbps.....41

4.18 แสดงการตั้งค่าการใช้งานที่ -20 dBm.....43

4.19 แสดงข้อความที่ใช้ในการส่งข้อมูลของตัวส่ง.....43

4.20 ข้อมูลที่ได้รับจากการส่งที่ Power Gain -20 dBm.....44

4.21 แสดงการตั้งค่าการใช้งานที่ -10 dBm.....45

4.22 แสดงข้อความที่ใช้ในการส่งข้อมูลของตัวส่ง.....45

4.23 ข้อมูลที่ได้รับจากการส่งที่ Power Gain -10 dBm.....46

4.24 แสดงการตั้งค่าการใช้งานที่ -5 dBm.....47

4.25 แสดงข้อความที่ใช้ในการส่งข้อมูลของตัวส่ง.....47

4.26 ข้อมูลที่ได้รับจากการส่งที่ Power Gain -5 dBm.....48

4.27 แสดงการตั้งค่าการใช้งานที่ +0 dBm.....49

4.28 แสดงข้อความที่ใช้ในการส่งข้อมูลของตัวส่ง.....49

4.29 ข้อมูลที่ได้รับจากการส่งที่ Power Gain +0 dBm.....50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญของปริญญานิพนธ์

ปัจจุบันนี้ระบบควบคุมอัตโนมัติได้กลายเป็นปัจจัยสำคัญ สำหรับงานทางด้านระบบการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม รวมทั้งระบบที่ให้บริการทางด้านสาธารณูปโภค เช่น โรงผลิตและจ่ายไฟและน้ำ เพราะสามารถลดขั้นตอนการทำงานที่ยุ่งยาก ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและช่วยอำนวยความสะดวกแก่ผู้ปฏิบัติงานควบคุมการผลิต การที่สามารถนำเอาค่าสัญญาณหรือข้อมูลจากกระบวนการผลิตมาทำการประมวลผล เพื่อให้ได้ค่าหรือผลลัพธ์ควบคุมสำหรับส่งออกไปยังอุปกรณ์ควบคุม เพื่อให้สามารถควบคุมกระบวนการผลิตได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ ทันการและต่อเนื่อง

เทคโนโลยีที่ใช้ในการควบคุมระบบในทุกวันนี้ เทคโนโลยีการควบคุมระบบระหว่างกันแบบไร้สายเข้ามามีบทบาทและความสำคัญเป็นอย่างมาก ซึ่งประโยชน์คือ สามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายในเรื่องของอุปกรณ์สายสื่อสัญญาณ อีกทั้งยังเพิ่มขีดความสามารถในส่วนของระยะทางของการเชื่อมต่ออุปกรณ์ใช้งาน

ในโครงงานนี้เป็นการสร้างอุปกรณ์รับส่งข้อมูลซึ่งใช้ TRW 2.4G เป็นโมดูลสำหรับใช้ส่งสัญญาณข้อมูลโดยทำงานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ MCS-51 ส่งผ่านพอร์ต RS-232 และใช้ภาษาแอสเซมบลีในการติดต่อรับส่งข้อมูล

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1. สามารถสร้างอุปกรณ์รับส่งข้อมูลระยะไกลโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ MCS-51
2. เพื่อศึกษาและสามารถใช้ภาษาแอสเซมบลีในการรับส่งข้อมูลระหว่างกันได้
3. เพื่อศึกษาหาข้อผิดพลาดในการนำไปใช้งาน

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1. สร้างอุปกรณ์รับส่งสัญญาณข้อมูลโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51
2. ศึกษาการใช้ภาษาแอสเซมบลีในการเขียนโปรแกรมรับส่งข้อมูลระหว่างกัน

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

1. สร้างตัว Interface

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ศึกษาการทำงานของตัว Interface
3. ศึกษาการเขียนโปรแกรมภาษาแอสเซมบลีเพื่อใช้สื่อสารข้อมูลระหว่างกัน

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถเข้าใจถึงระบบการทำงานของวงจร
2. สามารถนำไปประยุกต์ในการใช้งานอื่น ๆ ได้

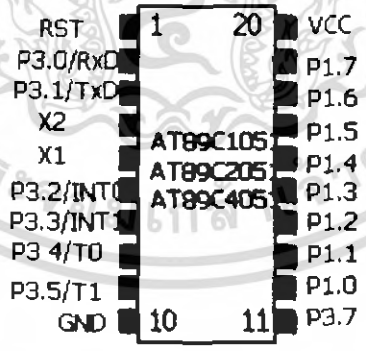
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎี

2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C4051

มีโครงสร้างและใช้ชุดคำสั่งเดียวกับตระกูล MCS-51 ของอินเทลแหล่งจ่ายไฟใช้ได้ตั้งแต่ 2.7 โวลต์ ถึง 6 โวลต์ มีหน่วยความจำโปรแกรมชนิด Flash Memory ขนาด 1Kbytes 2KBytes และ 4KBytes ตามเบอร์ที่เลือกใช้ มีหน่วยความจำแบบแรม 8 Bit ขนาด 64 Byte สำหรับไอซีเบอร์ AT89C1051 และ 128 Byte สำหรับไอซีเบอร์ AT89C2051 และ AT89C4051 ทำงานที่ความเร็วสัญญาณนาฬิกาได้สูงสุดถึง 24 MHz มีอินพุตเอาต์พุตพอร์ตขนาด 15 บิต พอร์ตสามารถ SINK กระแสได้ 20 mA มีสัญญาณการ อินเตอร์รัพท์ ได้ 3 แหล่งสำหรับไอซีเบอร์ AT89C1051 และ 6 แหล่งสำหรับไอซีเบอร์ AT89C2051 และไอซีเบอร์ AT89C4051 มีพอร์ตสื่อสารแบบอนุกรม 1 ช่อง (UART) มีวงจรตั้งเวลาและวงจรนับขนาด 16 บิตจำนวน 1 ช่อง สำหรับ 89C1051 และ 2 ช่อง สำหรับ AT89C2051 และ AT89C4051 สามารถโปรแกรมข้อมูล เพื่อป้องกันการอ่านเขียนหรือคัดลอกโปรแกรมได้ 2 ระดับมีวงจรเปรียบเทียบสัญญาณอนาล็อก (Analog Comparator Input) 1 ช่อง มีระบบประหยัดพลังงาน (Low Power Idle And Power Down Mode)

2.1.1 หน้าที่แต่ละขาของไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C4051



รูปที่ 2.1 ขาของไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C4051

- Vcc เป็นขาที่ใช้สำหรับต่อไฟเพื่อเลี้ยงไอซี +5VDC
- GND เป็นขากราวด์สำหรับต่อกับกราวด์ของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- พอร์ต 1 (P1.0 - P1.7) มีจำนวน 8 ขา แต่ละขาเรียกได้เป็น 1 บิต สามารถที่จะกำหนดให้เป็นได้ทั้งพอร์ตอินพุตและ พอร์ตเอาต์พุตสำหรับใช้งานทั่วไป
ถ้าต้องการให้ขาพอร์ตใดเป็นอินพุต ก็สามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูลลอจิก "1" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อ

- พอร์ต 3 (P3.0 ~ P3.7) มีจำนวน 7 ขา แต่ละขาเรียกได้เป็น 1 บิต แต่ในส่วนของวงจรภายในไอซีจะมีขาของ พอร์ต 3 อยู่ทั้งหมด 8 ขา เพียงแต่ขา P3.6 จะไม่ได้ต่อออกมาใช้งานภายนอกของตัวไอซี แต่ใช้เป็นขารับสถานะ ของผลการเปรียบเทียบสัญญาณ Analog Comparator Input ระหว่างพอร์ต P1.0 และ P1.1 จากภายนอก ดังนั้นขาทั้ง 7 ขาที่ต่อใช้งานภายนอกของไอซี สามารถที่จะกำหนดให้เป็นได้ทั้งพอร์ตอินพุตและพอร์ตเอาต์พุตสำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ตใดเป็นอินพุต สามารถที่จะทำได้โดยการเขียนข้อมูลให้เป็น ลอจิก "1" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการจะติดต่อด้วย นอกจากนั้นขาของ พอร์ต 3 จะยังเป็นขาที่มีหน้าที่การใช้งานพิเศษ ซึ่งจะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

P3.0 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรม หรือขา RxD

P3.1 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับส่งข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรม หรือขา TxD

P3.2 ใช้เป็นขาอินพุตรับสัญญาณอินเตอร์รัพท์จากภายนอกช่อง 0 หรือขา INT0

P3.3 ใช้เป็นขาอินพุตรับสัญญาณอินเตอร์รัพท์จากภายนอกช่อง 1 หรือขา INT1

P3.4 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณไทเมอร์จากภายนอกช่อง 0 หรือขา T0

P3.5 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณไทเมอร์จากภายนอกช่อง 1 หรือขา T1

P3.6 อยู่ภายในไอซีไม่ได้ต่อออกมาภายนอก แต่ใช้เป็นขารับสถานะของการเปรียบเทียบสัญญาณ Analog Comparator Input ระหว่างพอร์ต P1.0 และ P1.1 จากภายนอก

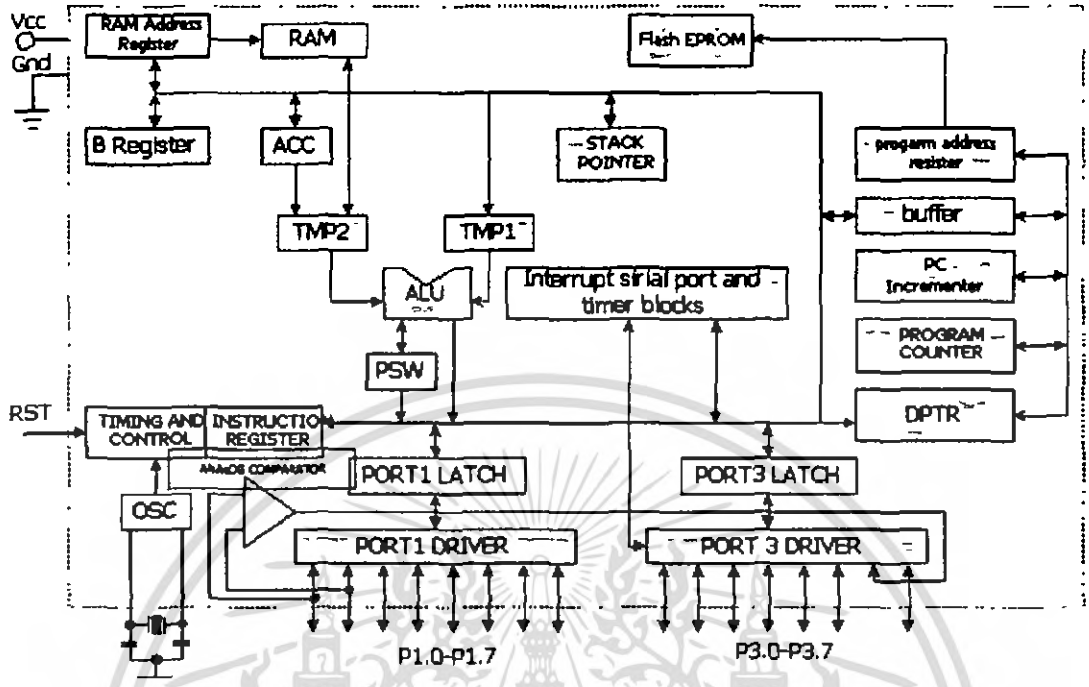
P3.7 ใช้เป็นขาอินพุตและเอาต์พุตสำหรับใช้งานทั่วไป

- RSTเป็นขาที่ใช้รับสัญญาณในการรีเซต โดยจะรีเซตระบบการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ในการป้อนสัญญาณนั้น จะต้องทำให้สถานะที่ขานี้อยู่ในระดับลอจิก "1" อย่างน้อย 2 แมชีนไซเคิล โดยที่วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกายังคงทำงานต่อเนื่องไปอย่างเป็นปกติ

- X1, X2 (XTAL 1 และ XTAL 2) เป็นขาที่ใช้สำหรับต่อกับตัวคริสตอล เพื่อสร้างสัญญาณนาฬิกาในการกำหนดจังหวะการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 โครงสร้างภายในของไอซีเบอร์ AT89C4051



รูปที่ 2.2 โครงสร้างภายในของไอซีเบอร์ AT89C4051

จากรูปแสดงให้เห็นสถาปัตยกรรมภายในของไมโครคอนโทรเลอร์เบอร์ AT89C4051 ซึ่งภายในจะประกอบไปด้วยหน่วยการทำงานต่าง ๆ โดยแบ่งการทำงานออกเป็นบล็อก ๆ ซึ่งประกอบไปด้วย วงจรควบคุมรีจิสเตอร์ต่าง ๆ (Register) หน่วยความจำข้อมูล (RAM) และหน่วยความจำโปรแกรมที่เป็นแฟลช วงจรออสซิลเลเตอร์ (Oscillator) ส่วนที่ทำหน้าที่ทางคณิตศาสตร์และลอจิก (ALU : Arithmetic and logic Unit) โปรแกรมเคาน์เตอร์ (Program Counter) และพอร์ตที่ใช้ติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก ซึ่งในแต่ละส่วนจะถูกเชื่อมต่อกันด้วยบัสข้อมูลและบัสแอดเดรส

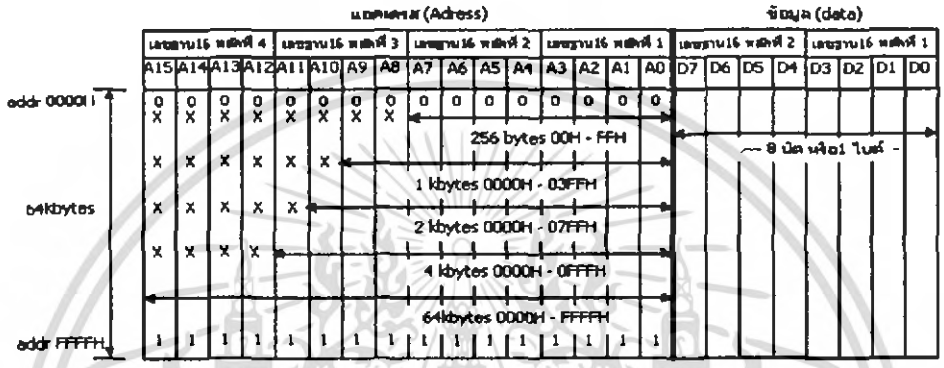
2.1.3 การจัดหน่วยความจำของไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์

หน้าที่การทำงานของหน่วยความจำจะทำหน้าที่เก็บโปรแกรมคำสั่ง และข้อมูลที่จะใช้ในการกำหนดค่าต่าง ๆ ให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์หรือใช้เก็บค่าต่าง ๆ ที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ได้กระทำตามคำสั่งการจัดหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 จะแบ่งหน่วยความจำออกเป็น 3 กลุ่มคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3.1 หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม (Program Memory)

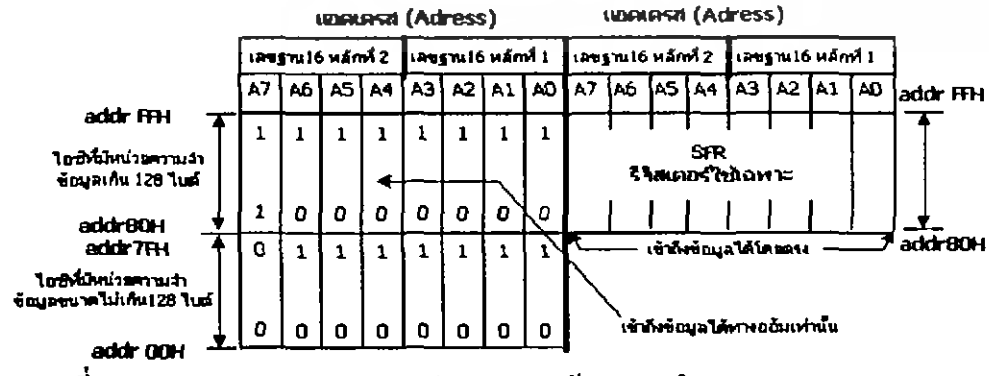
หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมหรือหน่วยความจำรหัสคำสั่ง (Code Memory) จะทำหน้าที่เก็บชุดคำสั่ง เพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ปฏิบัติตามคำสั่งนั้น ๆ ภายในตัวไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C1051, AT89C2051 และ AT89C4051 จะมีหน่วยความจำที่เก็บโปรแกรมได้ 1Kbytes, 2Kbytes และ 4Kbytes ตามลำดับ หน่วยความจำจะเป็นลักษณะแบบแฟลชที่มีคุณสมบัติในการใช้งานโดยสามารถจะทำการลบข้อมูลด้วยไฟฟ้า และเก็บข้อมูลเข้าเก็บไว้ในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ได้กว่า 1000 ครั้ง



รูปที่ 2.3 หน่วยความจำการเก็บโปรแกรม

2.1.3.2 หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล (Data Memory)

หน่วยความจำข้อมูล(RAM) จะทำหน้าที่เก็บรักษาข้อมูล โดยข้อมูลอาจจะเป็นค่าหลังจากไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำการการประมวลผลหรือเก็บค่าข้อมูลที่จะให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลในขณะนั้น และจะทำหน้าที่เป็น สแต็ก (Stack) บางส่วน การที่จะรักษาข้อมูลเดิมไว้ได้ จะต้องมีแหล่งจ่ายไฟสำรองไว้สำหรับเพื่อเลี้ยงให้กับตัวไอซีตลอดเวลา หรือที่เรียกว่า Battery backup สำหรับไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C1051 จะมีหน่วยความจำที่เก็บข้อมูลได้ 64 bytes ส่วน AT89C2051 และ AT89C4051 จะมีหน่วยความจำที่เก็บข้อมูลได้ 128 bytes

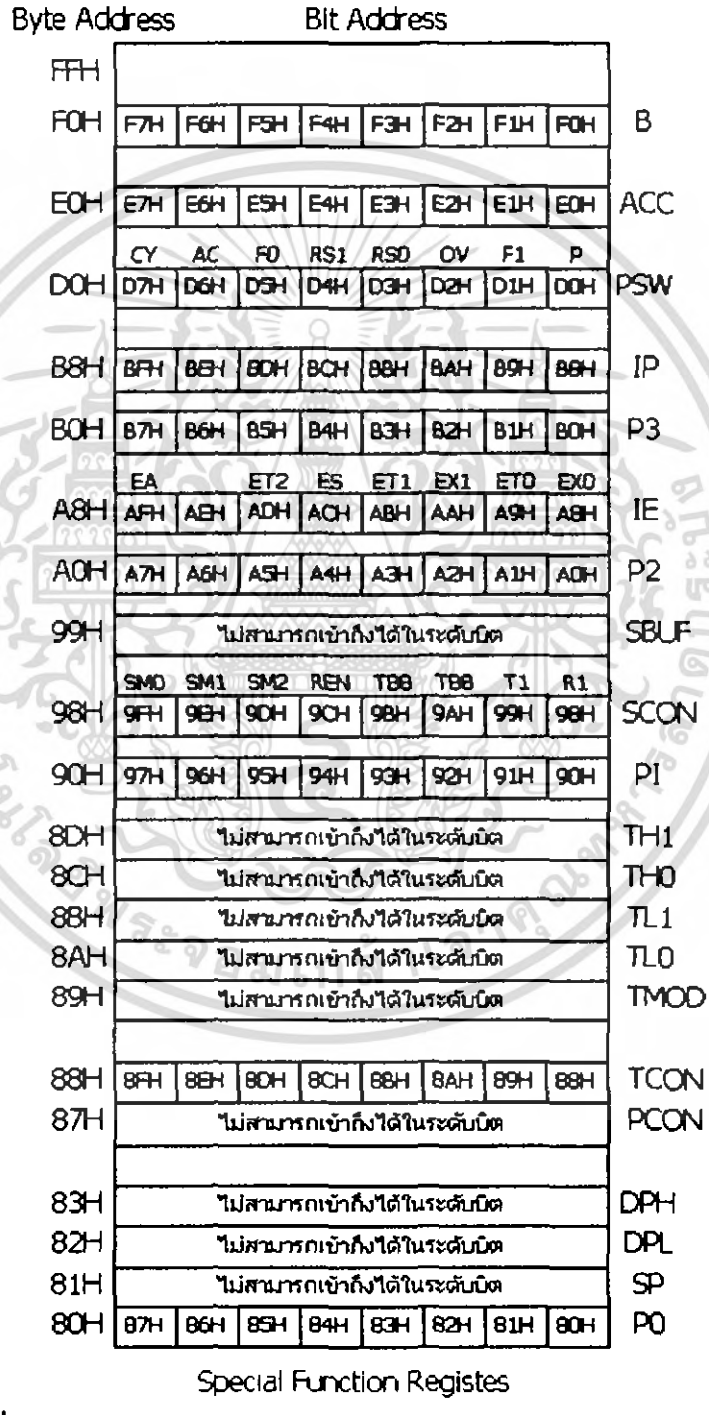


รูปที่ 2.4 ตำแหน่งแอดเดรสของหน่วยความจำข้อมูลภายใน (Internal data memory)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3.3 หน่วยความจำสำหรับเก็บค่ารีจิสเตอร์เฉพาะ (Special Function Register)

รีจิสเตอร์เฉพาะหรือรีจิสเตอร์พิเศษ (Special Function Register) ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ จะอยู่ในหน่วยความจำตำแหน่งแอดเดรสที่ 80H ถึง FFH ซึ่งสามารถจะเรียกใช้ชื่อของรีจิสเตอร์ได้โดยตรง หรืออาจจะเรียกชื่อตามตำแหน่งแอดเดรสก็ได้



รูปที่ 2.5 ตำแหน่งของรีจิสเตอร์เฉพาะ (Special Function Register)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ภาษาแอสเซมบลี

2.2.1 ชนิดของคำสั่งในภาษาแอสเซมบลี (Type of Assembly Instruction)

2.1.1 คำสั่งภาษาแอสเซมบลีแบ่งตามผลของคำสั่งต่อการปฏิบัติงาน

คำสั่งเครื่อง (Machine Instruction) เป็นคำสั่งอยู่ในรูปตัวอักษรที่เทียบได้กับคำสั่งในภาษาเครื่อง คำสั่งต่อคำสั่ง คำสั่งนี้เมื่อผ่านการแอสเซมบลีเรียบร้อยแล้ว จะเป็นคำสั่งที่เครื่อง Execute จริง ๆ

คำสั่งแอสเซมเบลอร์ (Assembler Instruction) เป็นคำสั่งบอกให้แอสเซมเบลอร์รู้ในขณะแอสเซมบลี ได้แก่ คำสั่ง DS (Define Storage) คำสั่ง DC (Define Constant) คำสั่ง END เป็นต้น โดยปกติแอสเซมเบลอร์จะไม่แปลคำสั่งเหล่านี้ ยกเว้น DC

คำสั่ง Macro เป็นคำสั่งบอกให้แอสเซมเบลอร์ เรียกเอาชุดของคำสั่งที่เขียนไว้แล้ว (Macro Defintion) โดยผู้ผลิต ซึ่งในคำสั่งชุดนี้จะมีทั้งคำสั่งประเภทคำสั่งเครื่องและคำสั่งแอสเซมเบลอร์ หลังจากเรียกออกมาแล้วจะนำมาต่อเข้ากับโปรแกรมที่ผู้ใช้เขียนขึ้น การใช้คำสั่งประเภทนี้จะอำนวยความสะดวกและทุ่นเวลาการเขียนโปรแกรม

2.2.1.2 คำสั่งภาษาแอสเซมเบลอร์แบ่งตามหน้าที่

คำสั่งเคลื่อนย้ายข้อมูล (Information Move) คำสั่งชนิดนี้จะย้ายข้อมูลจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งในระบบคอมพิวเตอร์ เช่น MVC จะย้ายข้อมูลที่อยู่ในหน่วยความจำของระบบจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง หรือ LR จะย้ายข้อมูลจากรีจิสเตอร์ตัวหนึ่งไปยังรีจิสเตอร์อีกตัวหนึ่ง

คำสั่งคำนวณ (Arithmetic Instruction) คำสั่งนี้จะทำการคำนวณ ทางคณิตศาสตร์และ Logic เช่น Add, Multiply, AND, OR, NOR เป็นต้น บางทีก็เปลี่ยนข้อมูลจากรูปหนึ่งไปอีกรูปหนึ่ง

คำสั่งเปรียบเทียบ (Comparison Instruction) เป็นคำสั่งที่เปรียบเทียบข้อมูล 2 ตัว โดยไม่เปลี่ยนแปลงข้อมูลเดิม เช่น ต้องการเปรียบเทียบข้อมูลในรีจิสเตอร์หมายเลข 3 กับข้อมูลที่อยู่ในรีจิสเตอร์หมายเลข 10 ว่ามากกว่า น้อยกว่าหรือเท่ากัน โดยใช้คำสั่ง CR เป็นต้น

คำสั่งเปลี่ยนทิศทางการทำงาน (Transfer of control Instruction) เป็นคำสั่งที่สั่งให้ข้ามไปทำคำสั่งอื่น ทั้งชนิดมีเงื่อนไขและไม่มีเงื่อนไข ถ้ามีเงื่อนไขต้องตรวจสอบเงื่อนไขจาก CC (Condition Code) เสียก่อน คำสั่งชนิดนี้ได้แก่ BC (Branch on Condition), BCT (Branch on Count) เป็นต้น

คำสั่งอินพุทและเอาท์พุท (Input/Output Instruction) เป็นคำสั่งที่ควบคุมการทำงานของอินพุทและเอาท์พุท และทิศทางการไหลของข้อมูลที่จะเข้าหรือออกจากระบบคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 โครงสร้างของคำสั่งในภาษาแอสเซมบลี

คำสั่งในภาษาแอสเซมบลี แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกกำหนดการทำงาน เรียกว่า OP-CODE (Operation Code) ส่วนที่สองเรียกว่า Operand มีหน้าที่กำหนดเกี่ยวกับข้อมูล

OP-CODE อยู่ในไบท์แรกของคำสั่งภาษาแอสเซมบลีแทนด้วยตัวอักษร ส่วนภาษาเครื่องแทนด้วยเลขฐาน 2 สองบิตแรก ในไบท์นี้เป็นตัวกำหนดความยาวของคำสั่งนั้นด้วย

ภาษาแอสเซมบลี เป็นภาษาที่ใช้สัญลักษณ์ในการสื่อความหมาย ภาษาแอสเซมบลีมีลักษณะคำสั่งที่ขึ้นกับเครื่อง คอมพิวเตอร์ที่ใช้งานและมีการแปลคำสั่งให้เป็นภาษาเครื่อง นอกจากภาษาเครื่อง และภาษาแอสเซมบลีแล้ว ยังมีภาษาระดับสูง เช่น Basic Cobol FORTRAN ซึ่งเป็นภาษาที่มีคำสั่งใกล้เคียงกับภาษาอังกฤษมาก ทำให้ผู้เขียนโปรแกรม สามารถเขียนโปรแกรมได้สะดวกและรวดเร็วแต่ว่า โปรแกรมที่เขียนด้วยภาษาระดับสูงต้องใช้เนื้อที่เก็บในหน่วยความจำเป็นจำนวนมากอีกทั้งทำงานได้ช้ากว่าภาษาแอสเซมบลีดังนั้นภาษาระดับสูงจึงไม่นิยมนำมาประยุกต์ใช้กับการทำงานที่ระบบการควบคุมที่มีความสำคัญมาก ภาษาแอสเซมบลีเหมาะกับโปรแกรมที่ใช้เนื้อที่ในหน่วยความจำไม่มากนัก ทั้งทำงานได้รวดเร็วและในการควบคุมการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ได้โดยตรง

คำสั่งปฏิบัติการของภาษาแอสเซมบลี แบ่งออกเป็น 4 ชนิด คือ

- Machine Instruction เป็นคำสั่งที่ทำให้เกิดการปฏิบัติการ (Execution) ชุดของคำสั่งอยู่ใน ; Assembler instruction set
- Assembler instruction เป็นคำสั่งที่บอกแอสเซมเบลอร์ให้ทำการระหว่างการแอสเซมบลี
- Macro instruction เป็นคำสั่งที่บอกแอสเซมเบลอร์ให้ดำเนินการกับชุดของคำสั่งที่ได้บอกไว้ก่อนแล้ว ซึ่งจากชุดของคำสั่ง แอสเซมเบลอร์จะผลิตชุดของคำสั่ง ซึ่งต่อไปจะดำเนินการ เหมือนหนึ่งว่าชุด ของคำสั่งนี้เป็นส่วนหนึ่งของ Source program แต่เริ่มแรก
- Pseudo instruction เป็นคำสั่งที่บอกให้แอสเซมเบลอร์รู้ว่า ควรปฏิบัติการ เช่นไรกับข้อมูล

การ Branch อย่างมีข้อแม้ แมคโคร และ listing ซึ่งปกติแล้วคำสั่งเหล่านี้จะไม่ผลิตคำสั่งภาษาเครื่องให้การพัฒนางานทางด้านไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยภาษา Assembly นั้น ถือว่ายังเป็นที่นิยมอยู่มากในบ้านเรา เรียกได้ว่าเป็นส่วนใหญ่เลย ในขณะที่ต่างประเทศนั้น ภาษา Assembly จะนิยมรองลงมาจากภาษา C ที่ใช้กันเป็นอันดับหนึ่ง อาจจะเป็นเพราะว่าความคุ้นเคย หรือเพราะความตรงไปตรงมาของภาษา Assembly ที่เป็นจุดเด่นอย่างหนึ่งก็ได้ ไม่ว่าจะอย่างไรก็ตาม การเข้าถึงภาษา Assembly ได้นั้น ถือว่าเป็นการเรียนรู้และเข้าใจได้ลึกซึ้งที่สุด และถ้ารู้จักนำมาประยุกต์ใช้งานให้เหมาะสมแล้ว ก็จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาเทคโนโลยีต่าง ๆ เป็นอย่างมาก สำหรับชิพตระกูล MCS-51 นั้นมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสั่งภาษาแอสเซมบลีถูกแบ่งออกเป็น 4 เขต ดังนี้

1. Label Operation code
2. Operandor Comment Field
3. Field Or Mnemonic Address
4. Field Field

เลเบลและคอมเมนต์ เป็นส่วนที่ผู้เขียนโปรแกรมสามารถใส่หรือละเว้นได้ตามเหมาะสม คำสั่งการทำงาน เป็นส่วนหนึ่ง ที่ต้องการเสมอในทุกคำสั่ง ออปเปอเรนต์ จะมีหรือไม่ขึ้นอยู่กับคำสั่ง เพราะคำสั่งบางชนิดต้องการ ออปเปอเรนต์ คำสั่งบางคำสั่งไม่ต้องการออปเปอเรนต์ ในการเขียนคำสั่งภาษาแอสเซมบลีใช้ช่องว่างเป็นตัวแยกแต่ละเขตจากกัน

ตัวอย่าง เช่น

GETCOUNT : MOV CX,DX ;*Initialize count*

2.3 พอร์ต RS-232

2.3.1 มาตรฐานพอร์ตอนุกรม RS-232

มาตรฐานการเชื่อมต่อแบบอนุกรม RS-232 เป็นมาตรฐานอุตสาหกรรมที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการส่งข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส 2 ทิศทาง โดยมาตรฐาน RS-232 ในอดีตนั้นถูกออกแบบมาเพื่อการส่งผ่านข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยังโมเด็มเพียงอย่างเดียว เพื่อที่จะนำข้อมูลจากโมเด็มนี้สื่อสารผ่านสายโทรศัพท์ไปยังคอมพิวเตอร์อีกชุดที่อยู่ห่างไกลกัน โดยคณะกรรมการที่เรียกว่า สมาคมอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Industries Association : EIA) ได้วางมาตรฐานที่มีชื่อเรียกว่า EIA RS-232 มาตรฐานนี้ในช่วงแรกจะใช้คอนเน็คเตอร์เป็นแบบ DB-25 โดยกำหนดความยาวสูงสุดของสายสัญญาณไว้ที่ 50 ฟุต มีระดับสัญญาณตั้งแต่ -3 ถึง -12 V แสดงว่ามีข้อมูล (Mark) และ +3 ถึง +12 V แสดงว่าเป็นช่องว่าง (Space)

มาตรฐาน RS-232 ได้กำหนดรูปแบบของอุปกรณ์เชื่อมต่อข้อมูล (Data Terminal Equipment : DTE) กับข้อมูลปลายทาง (Data Circuit Terminating : DCE) ไว้ว่าอุปกรณ์ DTE จะต้องเป็นอุปกรณ์ที่มีการประมวลผลในตัว เช่น ไมโครคอนโทรลเลอร์ หรือไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีความสามารถในการสร้างบิตข้อมูลแบบอนุกรมได้ ส่วนอุปกรณ์ DCE จะทำหน้าที่เป็นเพียงตัวรับข้อมูลที่ส่งมาจาก DTE เท่านั้น โดยการรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ทั้งสองจะกระทำผ่านมาตรฐาน RS-232

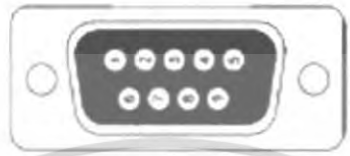
ข้อแตกต่างของอุปกรณ์ DTE และอุปกรณ์ DCE อย่างหนึ่งที่เห็นได้ชัดคือ คอนเน็คเตอร์ของ DTE จะเป็นตัวผู้ ส่วนคอนเน็คเตอร์ของ DCE จะเป็นตัวเมียซึ่งพอร์ตของคอมพิวเตอร์ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปจะเป็นแบบ DTE ส่วนคอนเน็คเตอร์ที่อยู่โมเด็มจะเป็นแบบ DCE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการใช้งานบนคอมพิวเตอร์ พอร์ตอนุกรม RS-232 มักถูกใช้เชื่อมต่อกับโมเด็ม หรือเมาส์ โดยสามารถรับส่งข้อมูลได้ที่ความยาวของสายสัญญาณสูงสุดถึง 20 เมตร

2.3.2 คอนเน็คเตอร์สำหรับพอร์ต RS-232 และการเชื่อมต่อ

มาตรฐานการเชื่อมต่อแบบ RS-232 จะใช้คอนเน็คเตอร์แบบ DB-9 ตัวผู้



รูปที่ 2.6 คอนเน็คเตอร์อนุกรม 9 ขาหรือแบบ DB-9 (มองจากด้านหลังคอมพิวเตอร์)

ตารางที่ 2.1 การจัดขาของคอนเน็คเตอร์อนุกรมตามมาตรฐาน RS-232 แบบ DB-9

คอนเน็คเตอร์ DB 9	ชื่อของสายสัญญาณ	ชนิดของสายสัญญาณ
1	Data Circuit Detect : DCD	อินพุท
2	Received Data : RxD	อินพุท
3	Transmitted : TxD	เอาท์พุท
4	Data Terminal Ready : DTR	เอาท์พุท
5	Signal Ground : GND	-
6	Data Set Ready : DSR	อินพุท
7	Request To Send : RTS	เอาท์พุท
8	Clear To Send : CTS	อินพุท
9	Ring Indicator : RI	อินพุท

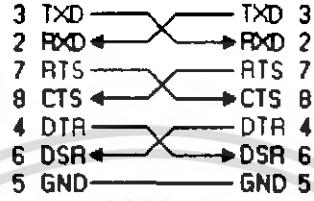
Data Carrier Detect : DCD หรืออาจเรียกว่า Carrier Detect : CD ขานี้จะแอกทีฟเมื่อมีการส่งสัญญาณพาห์จากอุปกรณ์สื่อสารข้อมูล เช่น โมเด็มสำหรับการใช้งานปกติ ขานี้จะไม่ได้ถูกใช้งานมากนัก

Receive Data : RD หรือ RxD ขานี้ใช้เพื่อรับสัญญาณอนุกรมเข้ามายังคอมพิวเตอร์โดยนำข้อมูลที่อ่านได้เก็บไว้ในรีจิสเตอร์บัฟเฟอร์

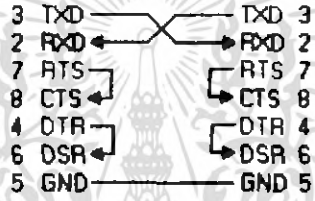
Transmitted Data : TD หรือ TxD ขานี้ใช้เพื่อส่งข้อมูลจากคอมพิวเตอร์โดยนำข้อมูลที่เก็บอยู่ในบัฟเฟอร์สำหรับส่งข้อมูลส่งออกไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Data Terminal Ready : DTR เป็นขาสัญญาณที่ส่งออกจากคอมพิวเตอร์เพื่อให้อุปกรณ์ปลายทางรับรู้ว่าต้องการติดต่อด้วย โดยขา DTR นี้จะต้องเชื่อมต่อกับขา DSR ของอุปกรณ์ปลายทางและขา DTR ของอุปกรณ์ปลายทางจะต้องเชื่อมต่อกับขา DSR ของคอมพิวเตอร์ถ้าใช้การเชื่อมต่อเป็นแบบ Null Modem ซึ่งใช้สายในการเชื่อมต่อเพียง 3 เส้นจะต้องต่อขา DTR และ DSR ของตัวมันเองเข้าด้วยกันและต้องต่อกับขา DCD ด้วยในกรณีที่โปรแกรมสื่อสารที่ใช้มีการตรวจจับสัญญาณพาห์



ก. การต่ออุปกรณ์ภายนอกเข้ากับคอมพิวเตอร์แบบ Null modem



ข. การต่ออุปกรณ์ภายนอกเข้ากับคอมพิวเตอร์แบบ RS-232 โดยใช้สายเพียง 3 เส้น

รูปที่ 2.7 การต่ออุปกรณ์ภายนอกกับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ในลักษณะต่างๆ

Signal Ground : GND ขากราวด์ของระบบ

Data Set Ready : DSR ขานี้จะใช้คู่กับขา DTR เพื่อตรวจสอบการเชื่อมต่อกันระหว่างคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ปลายทาง ซึ่งขา DSR นี้จะเป็นขาสำหรับรับข้อมูลจากภายนอกซึ่งถูกส่งมาจากขา DSR

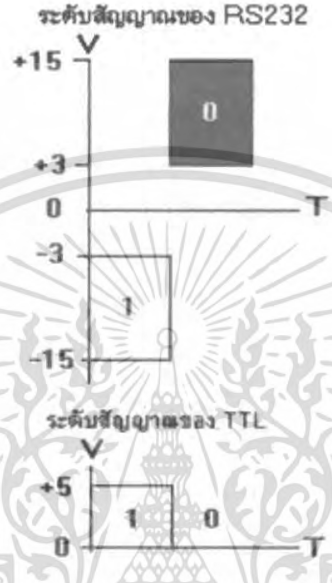
Request To Send : RTS เป็นขาสำหรับส่งสัญญาณร้องขอให้ทางอุปกรณ์ปลายทางส่งข้อมูลกลับมายังคอมพิวเตอร์ โดยขาที่รับสัญญาณ RTS ก็คือขา CTS ในกรณีที่ใช้การเชื่อมต่อแบบ Null modem 3 สาย จะต้องเชื่อมต่อขา RTS และ CTS ของตัวมันเองเข้าด้วยกัน เพื่อจะให้การรับและส่งข้อมูลเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา

Clear To Send : CTS ขานี้จะคอยรับสัญญาณจากขา RTS เมื่อรับสัญญาณได้ ข้อมูลที่ขา TxD จะถูกส่งออกไปดังนั้นขานี้จึงถูกใช้เพื่อตรวจสอบอุปกรณ์ต่อพ่วงว่าพร้อมที่จะรับข้อมูลหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ring Indicator : RI ใช้แสดงสถานะสัญญาณเรียกจากสายโทรศัพท์ปกติในการสื่อสาร โดยทั่วไปสายนี้จะไม่ถูกใช้งาน จะใช้ก็ต่อเมื่อมีการเชื่อมต่อกับโมเด็มกับโปรแกรมมีการตรวจสอบสัญญาณนี้เท่านั้น

2.3.3 ระดับสัญญาณของ RS-232



รูปที่ 2.8 ระดับสัญญาณของ RS232C และระดับสัญญาณของ TTL

สัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นในสายนำสัญญาณมักจะมีแรงดันเป็นบวก เมื่อเทียบกับกราวนด์

- เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวนนี้ จึงออกแบบแรงดัน ของโลจิก "1" เป็นลบ คืออยู่ในช่วง -3V ถึง -15V ส่วนแรงดัน ของโลจิก "0" อยู่ในช่วง +3V ถึง +15V

- และเหตุที่ระดับสัญญาณ ของ RS232 อยู่ในช่วง +15V ถึง -15V ก็เพื่อให้ต่อสายสัญญาณไปได้ไกลขึ้น ดังนั้นจึงจำเป็นจะต้องมีวงจรเปลี่ยนระดับแรงดันของ RS232 มาเป็นระดับแรงดันของ TTL

2.3.4 อัตราการส่งข้อมูล

คือความเร็วของการรับ-ส่งข้อมูล เป็นจำนวนบิตต่อวินาทีเช่น 300, 1200, 2400, 4800, 9600, 14400, 19200, 38400, 56000 เป็นต้น การเลือกอัตราการส่งข้อมูลขึ้นอยู่กับ ชนิดของสายสัญญาณ ระยะทางและปริมาณสัญญาณรบกวน

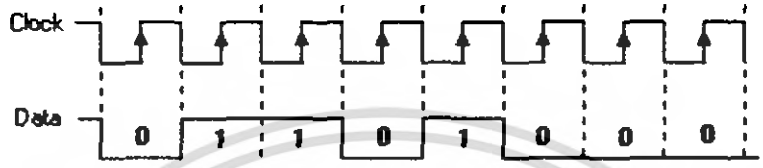
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.5 รูปแบบการสื่อสารแบบอนุกรม

มีด้วยกันอยู่ 2 แบบ คือ แบบซิงโครนัส (Synchronous) และแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous)

1. การสื่อสารแบบซิงโครนัส (Synchronous)

การรับส่งข้อมูลจะมีสัญญาณนาฬิกา ซึ่งเป็นตัวกำหนด จังหวะเวลา การส่งข้อมูล ร่วมอยู่ด้วยอีกเส้นหนึ่ง ใช้คู่กับสัญญาณข้อมูล ตัวอย่างเช่น การส่งสัญญาณจากคีย์บอร์ด



รูปที่ 2.9 การสื่อสารแบบซิงโครนัส

2. การสื่อสารแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous)

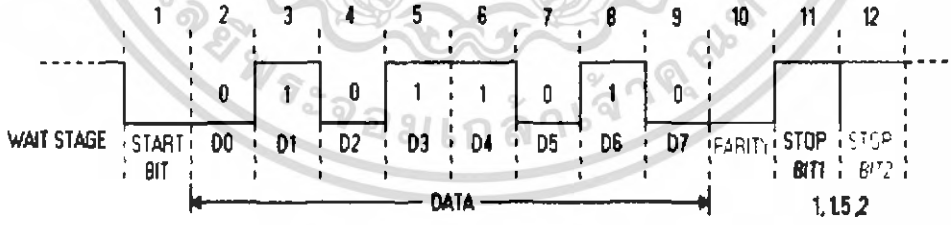
การรับส่งข้อมูล โดยที่ไม่จำเป็นต้องมีสัญญาณนาฬิการ่วมด้วย แต่จะใช้ให้ตัวส่งและตัวรับมีอัตราส่งข้อมูลที่เท่ากัน รูปแบบข้อมูลแบบอะซิงโครนัสประกอบด้วย 4 ส่วนคือ

1.) บิตเริ่มต้น (Start bit) มีขนาด 1 บิต

2.) บิตข้อมูล (Data) มีขนาด 5, 6, 7 หรือ 8 บิต

3.) บิตตรวจสอบพาริตี้ (Parity bit) มีขนาด 1 บิตหรือไม่มี

4.) บิตหยุด (Stop bit) มีขนาด 1, 1.5, 2 บิต



รูปที่ 2.10 การสื่อสารแบบอะซิงโครนัส

- เมื่อไม่มีการส่งข้อมูลขา data จะมีสถานะเป็นโลจิก "1" หรือ สถานะหยุดรอ (Waiting stage)
- เมื่อเริ่มต้นส่งข้อมูลจะให้ขา data เป็นโลจิก "0" เป็นจำนวน 1 บิต เรียกว่าบิตเริ่มต้น (Start bit)
- จากนั้นก็จะเริ่มต้นส่งข้อมูล โดยส่งบิตต่ำไปก่อน (LSB)
- แล้วตามด้วยพาริตี้บิต (จะมีหรือไม่ก็ได้ ขึ้นอยู่กับการติดตั้งค่า ของทั้งสองฝ่าย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สุดท้ายตามด้วยโลจิก "1" อย่างน้อย 1 บิต (มีขนาด 1, 1.5 หรือ 2 บิต) เพื่อแสดงว่าสิ้นสุดข้อมูล

การรับและส่งข้อมูลแบบอนุกรมยังแบ่งออกเป็นลักษณะการใช้งานได้ 3 แบบคือ

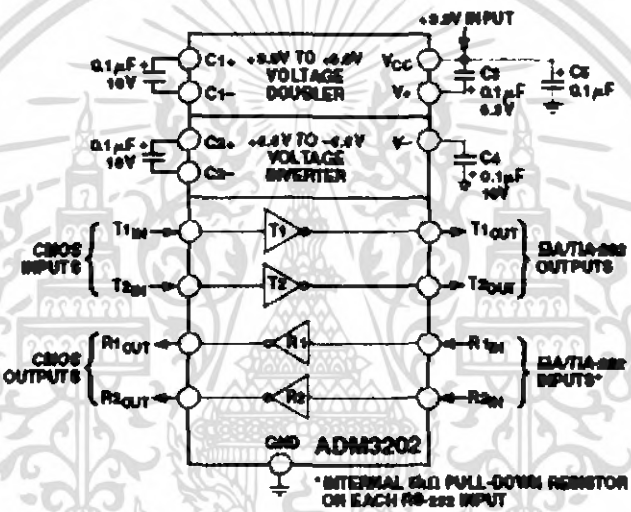
1.) แบบซิมเพล็กซ์ (Simplex) เป็นการส่งหรือรับข้อมูลแบบทิศทางเดียวเท่านั้น

2.) แบบฮาล์ฟดูเพล็กซ์ (Half Duplex) เป็นการส่งและรับข้อมูลแบบสลับกัน คือเมื่อด้านหนึ่งส่ง อีกด้านหนึ่งเป็นฝ่ายรับสลับกัน ไม่สามารถรับ-ส่งในเวลาเดียวกันได้

3.) แบบฟูลดูเพล็กซ์ (Full Duplex) สามารถรับ-ส่งข้อมูลในเวลาเดียวกันได้

2.4 ADM3202

เป็นตัวแปลงแรงดันให้ module UART ของไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถใช้งานร่วมกับ RS-232 ได้



รูปที่ 2.11 ขาสัญญาณภายในของ ADM3202

รูปที่ 2.12 ขาภายนอกของ AD3202

- Vcc ขาจ่ายไฟเลี้ยงไอซีขนาด 3.3 V

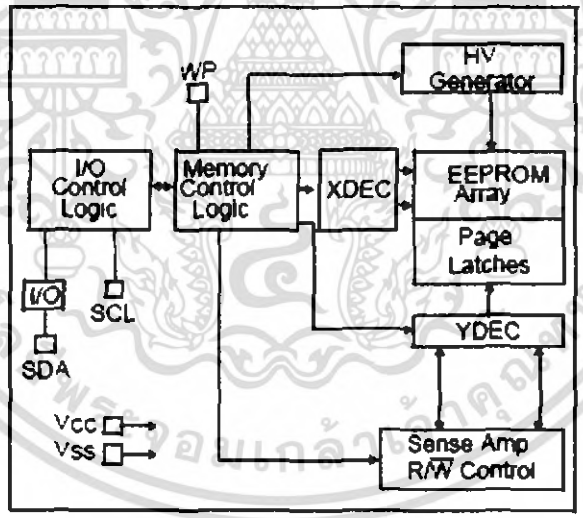
- V+ ขาจ่ายไฟภายในขนาด +3.3 V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

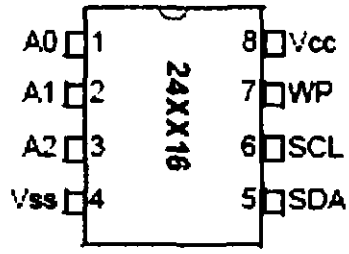
- V- ขาจ่ายไฟภายในขนาด -3.3 V
- GND ขากราวนด์
- C1+, C1- ขาต่อตัวเก็บประจุ
- C2+, C2- ขาต่อตัวเก็บประจุ
- Tx_{IN} ขาอินพุทข้อมูลการส่งที่ต่อเข้ากับด้านคอมพิวเตอร์
- Tx_{OUT} ขาเอาท์พุทข้อมูลการส่งที่ต่อเข้ากับด้าน RS-232
- Rx_{IN} ขาอินพุทข้อมูลการส่งที่ต่อเข้ากับด้าน RS-232
- Rx_{OUT} ขาเอาท์พุทข้อมูลการส่งที่ต่อเข้ากับด้านคอมพิวเตอร์

2.5 24LC16B

เป็นหน่วยความจำ EEPROM ของ microchip ขนาด 16k ติดต่อกันผ่าน I^2C ซึ่ง I^2C คือการสื่อสารอนุกรมแบบซิงโครนัส ใช้ติดต่อสื่อสารระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับอุปกรณ์ภายนอก โดยใช้สายสัญญาณ 2 เส้นคือ Serial Data (SDA) และ Serial Clock (SCL)



รูปที่ 2.13 บล็อกไดอะแกรมของ 24LC16B



รูปที่ 2.14 ขาภายนอกของ 24LC16B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A0, A1, A2 ไม่ได้ใช้งาน

Vss ขากราวนด์

SDA ใช้เป็นช่องทางสำหรับรับส่งข้อมูลและแอดเดรส

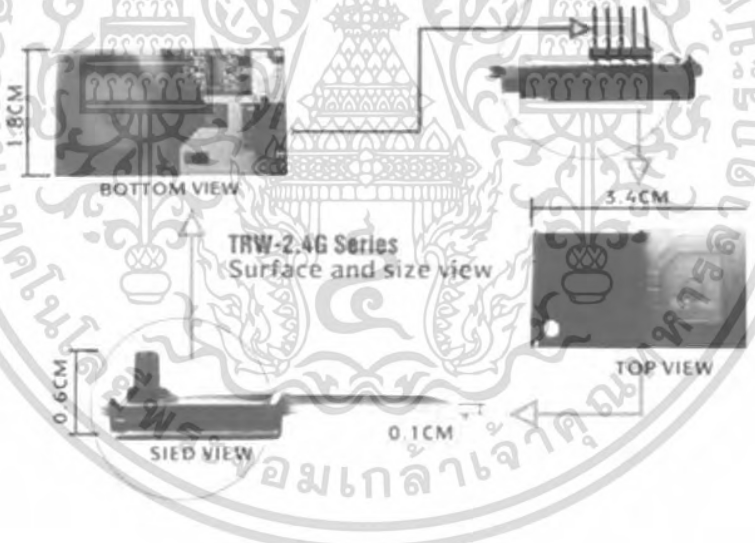
SCL ใช้สำหรับรับและส่งข้อมูลในเวลาเดียวกัน

WP ใช้กำหนดเปิดและปิดการเขียนทับข้อมูล

Vcc ขาไฟเลี้ยงไอซี

2.6 TRW 2.4G

เป็น Module Transceiver ซึ่งเปรียบเสมือนเสาอากาศที่ใช้ในการรับ-ส่งข้อมูล Data ในแบบอนุกรม ใช้กับความถี่ 2.4GHz พร้อมมีเสาอากาศในตัว สามารถใช้งานได้ในระยะไกล 280 m (ความเร็วข้อมูล 250 kbps) และระยะ 150 m (ความเร็วข้อมูล 1 Mbps) ในพื้นที่โล่งแจ้ง



รูปที่ 2.15 TRW 2.4G

จากรูป แสดงถึงรูปร่างและขนาดของตัวโมดูลส่งสัญญาณ TRW 2.4G

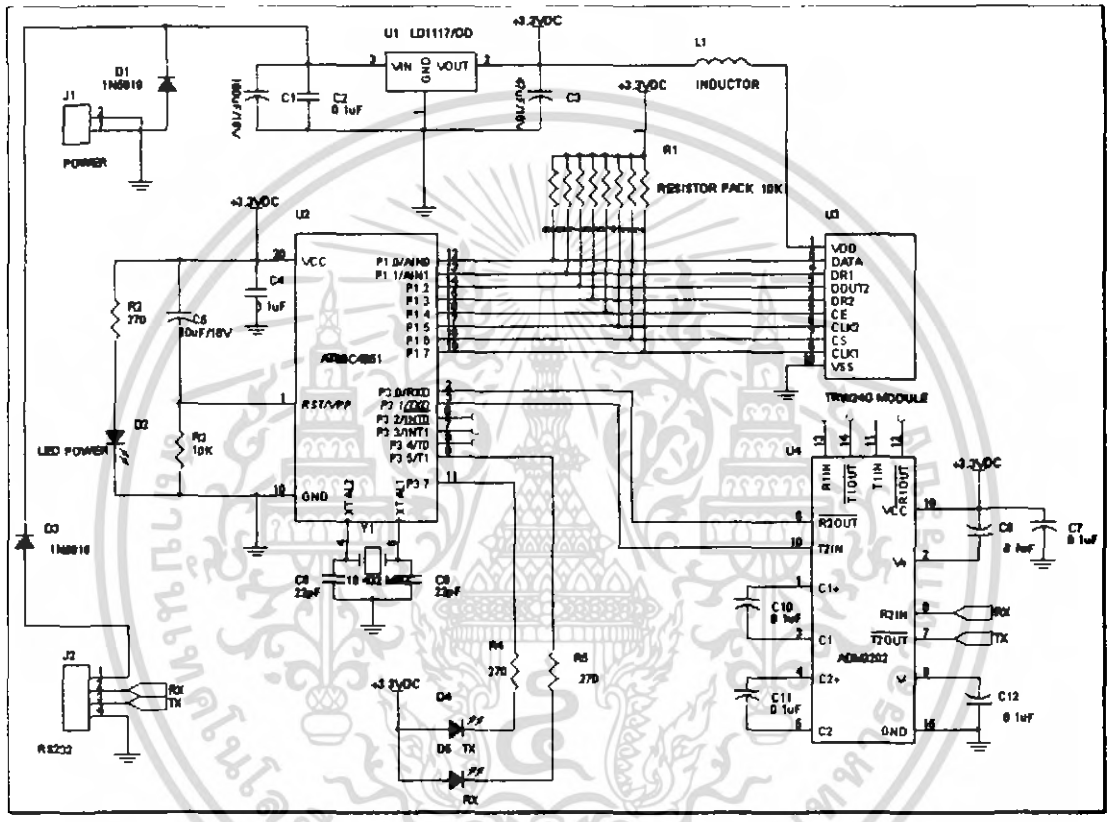
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

83184

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

3.1 การสร้างอุปกรณ์

1. รูปแบบวงจร

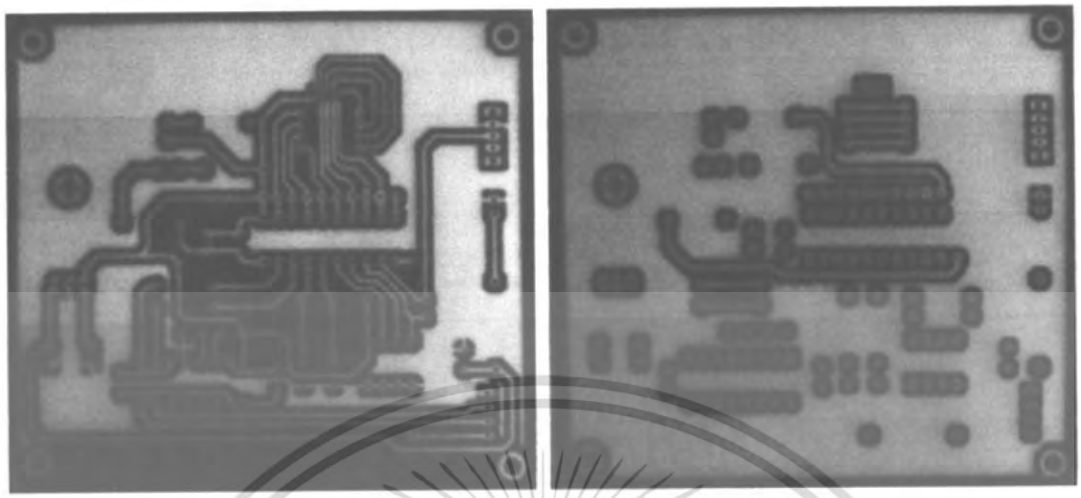


รูปที่ 3.1 แบบวงจร

แบบวงจรที่ใช้นี้ได้ค้นหามาจากเว็ปไซต์ www.adisak51.com ถูกออกแบบโดย อาจารย์จงรัก สามารถ โดยในวงจรนี้ส่วนประกอบหลักที่สำคัญคือ TRW2.4G ซึ่งเป็นโมดูลที่ใช้สำหรับส่งสัญญาณความถี่ออกไป และ Microcontroller ที่ทำหน้าที่ในการแปลงข้อมูลที่ได้มาจาก RS-232 ให้เป็นความถี่แล้วส่งให้ TRW2.4G เพื่อส่งสัญญาณออกไป ในวงจรนี้ทั้งวงจรใช้ไฟเลี้ยงที่ประมาณ 3 โวลต์ ส่วนรายละเอียดการทำงานของวงจรจะอยู่ในหัวข้อถัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

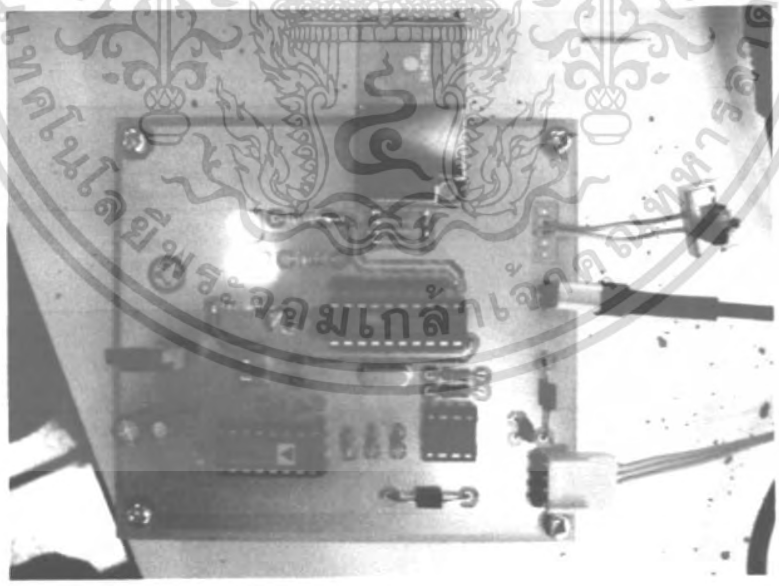
2. ออกแบบลายวงจร



รูปที่ 3.2 ลายวงจร

ออกแบบลายวงจรลงในโปรแกรม Protel ซึ่งเป็นแบบ 2 หน้า

3. ประกอบอุปกรณ์ไอซีและไมโครคอนโทรลเลอร์ลงในวงจร



รูปที่ 3.3 ชิ้นงานที่เสร็จสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ที่ใช้ในวงจรนี้ประกอบด้วย

1. โมดูล TRW 2.4G 1 ตัว
2. ไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C4051 1 ตัว
3. ADM3202 1 ตัว
4. 24LC16B 1 ตัว
5. LD1086 1 ตัว
6. Crystal 18.432 MHz 1 ตัว
7. IN5819 2 ตัว
8. ตัวเก็บประจุ 100 uF 1 ตัว
9. ตัวเก็บประจุ 47 uF 1 ตัว
10. ตัวเก็บประจุ 10 uF 1 ตัว
11. ตัวเก็บประจุ 0.1 uF 6 ตัว
12. ตัวเก็บประจุ 22 pF 2 ตัว
13. ตัวต้านทาน 270 Ω 2 ตัว
14. ตัวต้านทาน 10K Ω 3 ตัว
15. ตัวต้านทาน 10K Ω /9Pin 1 ตัว
16. LED 2 ตัว
17. สวิทช์ 1 ตัว

3.2 หลักการทำงาน

ตัวอินเตอร์เฟสที่สร้างขึ้นนี้ใช้แปลงสัญญาณระหว่าง RS232 และ RF-Wireless โดยในโหมดการทำงานของการส่งข้อมูล (Transmitter) จะทำหน้าที่รอรับข้อมูลจากพอร์ตสื่อสารอนุกรม RS232 จากขา RX แล้วแปลงเป็นสัญญาณความถี่ (GFSK) ส่งออกไปในอากาศ และในทางกลับกันในโหมดการทำงานแบบรับ (Receiver) ตัวอินเตอร์เฟสนี้ก็จะทำหน้าที่คอยตรวจจับข้อมูลที่อยู่ในรูปของสัญญาณความถี่ (GFSK) จากด้าน RF เพื่อแปลงกลับเป็นข้อมูลแบบ RS232 ส่งออกไปทางขา TX ได้

ขั้นตอนการทำงานของวงจรในการส่งข้อมูล

1. รับของมูลจากคอมพิวเตอร์ที่ขา RX ของ RS-232
2. ข้อมูลที่รับมาจะเข้ามาที่ Rin แล้วออกมาที่ Rout ของ ADM3202 ซึ่ง ADM3202 จะทำหน้าที่แปลงแรงดันให้ module UART ของไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถใช้งานกับ RS-232 ได้
3. ไมโครคอนโทรลเลอร์จะรับข้อมูลมาจาก ADM3202 ที่ขา RXD แล้วแปลงข้อมูลเป็นความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. TRW 2.4G จะรับข้อมูลความถี่จากไมโครคอนโทรลเลอร์ แล้วส่งสัญญาณความถี่ออกไป

ขั้นตอนการทำงานของวงจรในการรับข้อมูล

1. โมดูล TRW 2.4G จะรับสัญญาณความถี่ที่ตรวจพบแล้วส่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์
2. ไมโครคอนโทรลเลอร์จะรับความถี่มาแปลงกลับเป็นข้อมูลแล้วส่งไปยัง ADM3202 จากขา TXD
3. ข้อมูลจะเข้ามาที่ขา Tin แล้วออกมาจากขา Tout ของ ADM3202
4. ข้อมูลจาก ADM3202 จะเข้ามาที่ขา TX ของ RS-232 เพื่อส่งไปยังคอมพิวเตอร์

ด้านซอฟต์แวร์ที่ใช้เป็นซอฟต์แวร์ของโมดูล TRW 2.4G ของบริษัท ETT โดยจะมีฟังก์ชันในการตั้งค่าก่อนการใช้งาน และการทดลองใช้งานอยู่ ซึ่งรายละเอียดของการตั้งค่าและการใช้งานจะนำเสนอในบทถัดไป

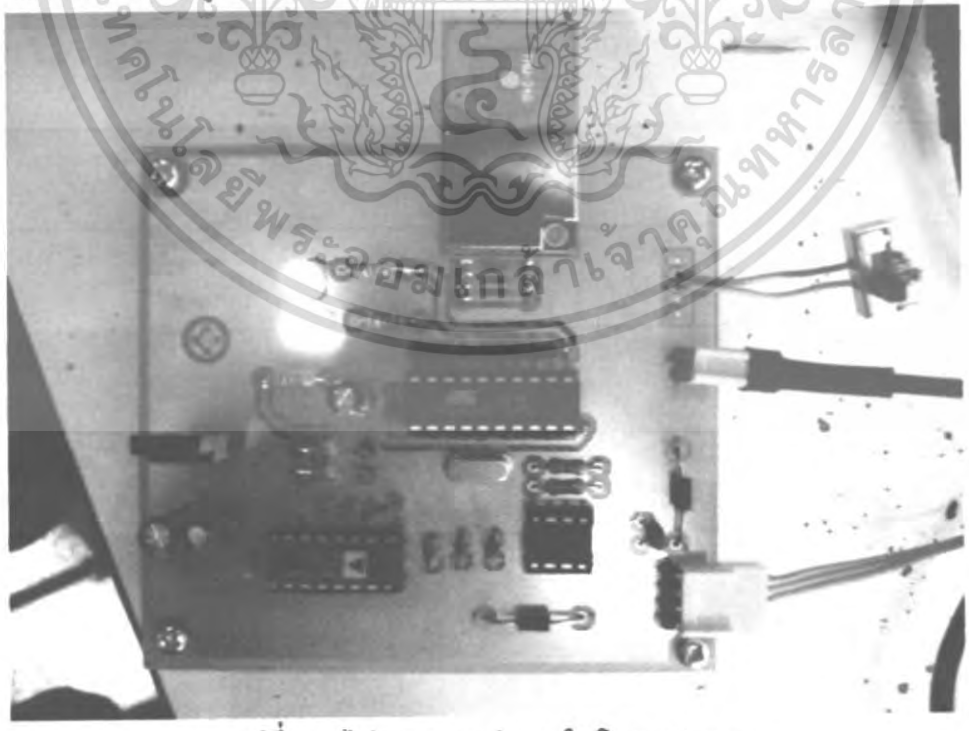
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลอง

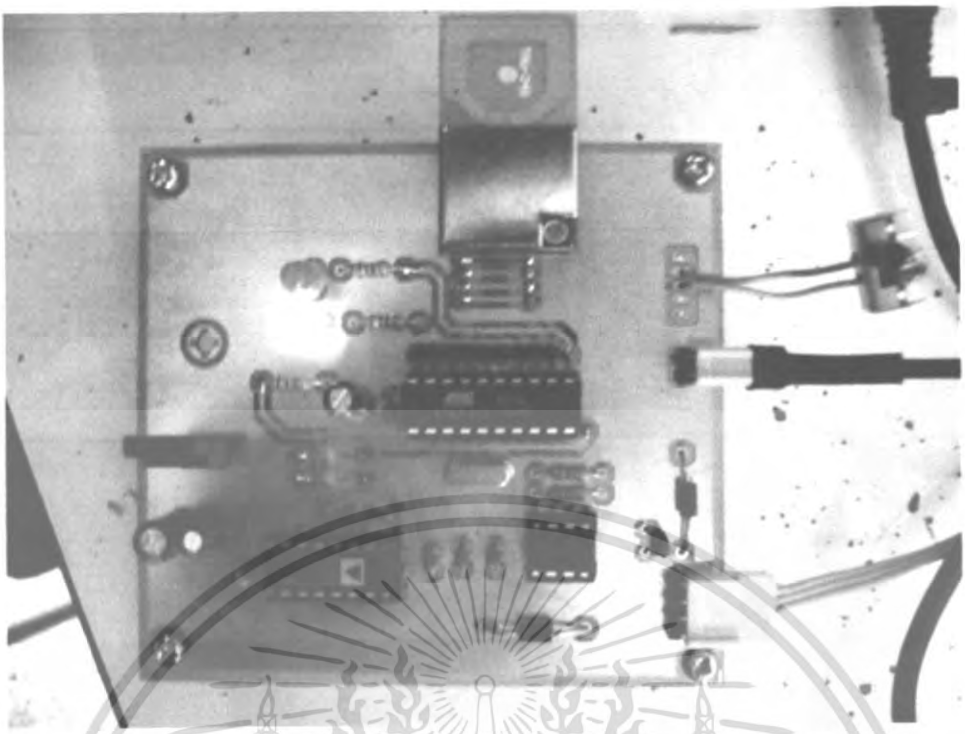
4.1 การกำหนดค่า

ก่อนการนำไปใช้งานเราควรกำหนดค่าการใช้ต่าง ๆ ก่อนโดยต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์โดยใช้สาย USB→RS-232 เชื่อมต่อกับตัววงจร การกำหนดค่า Configuration ให้กับตัวอินเตอร์เฟสนั้นจะต้องทำในขณะที่ตัวเครื่องทำงานอยู่ใน Setup Mode เท่านั้น เมื่อตัวอินเตอร์เฟสเข้าทำงานในโหมด Setup แล้ว จะสังเกตเห็นหลอดไฟแสดงสถานะการทำงานหรือ LED สีเขียวติดสว่างค้างอยู่ตลอดเวลา โดยค่าของ Configuration ต่าง ๆ นั้นจะถูกใช้สำหรับเป็นเงื่อนไขในการทำงานของตัวอินเตอร์เฟสในขณะที่อยู่ใน Run Mode ดังนั้น ก่อนการเริ่มต้นใช้งานเครื่องต้องทำการกำหนดค่าของ Configuration ต่าง ๆ ให้ถูกต้องและตรงกับความต้องการที่จะใช้งานเสียก่อน โดยเมื่อทำการกำหนดค่าตัวเลือกต่าง ๆ ของ Configuration เรียบร้อยแล้ว ก็สามารถเปลี่ยนโหมดการทำงานของตัวเครื่องกลับเป็น Run Mode พร้อมกับการปิดไฟที่จ่ายให้กับตัวเครื่องชั่วขณะหนึ่ง จากนั้นจึงเริ่มต้นจ่ายไฟให้กับตัวเครื่องใหม่ก็สามารถใช้งานตัวอินเตอร์เฟสตามค่าของ Configuration ที่กำหนดไว้แล้วได้ทันที จะสังเกตเห็นหลอดไฟแสดงสถานะการทำงานหรือ LED สีเขียวดับอยู่ แต่เมื่อมีการสั่งอ่านหรือเขียนข้อมูลกับบอร์ด สถานะการทำงานของ LED สีเขียวจึงจะกระพริบตามจังหวะของการรับส่งข้อมูล



รูปที่ 4.1 ไฟแสดงการทำงานในโหมด Set up

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 ไฟแสดงการทำงานในโหมด Run

โดยค่าตัวเลือกต่าง ๆ ของ Configuration ที่ได้กำหนดไว้แล้วจะถูกเก็บไว้ภายในตัวเครื่องอย่างถาวร ถึงแม้ว่าจะไม่ได้ทำการจ่ายไฟให้กับตัวเครื่องแล้วก็ตาม ดังนั้นเมื่อทำการกำหนดค่า Configuration ต่าง ๆ เรียบร้อยแล้ว ถ้าไม่มีการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขการทำงานของตัวเครื่องต่างไปจากเงื่อนไขเดิมที่ได้กำหนดไว้แล้ว ก็ไม่จำเป็นต้องทำการกำหนดค่า Configuration ใหม่อีก โดยทุก ๆ ครั้งที่เริ่มต้นจ่ายไฟเข้าเครื่องในครั้งแรกนั้น การทำงานของตัวรับส่งข้อมูลนี้จะเป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ใน Configuration เสมอทุก ๆ ครั้ง โดยคุณสมบัติของ Configuration ต่าง ๆ นั้นมีดังนี้

• User RS232 Baud Rate ใช้สำหรับกำหนดค่าความเร็วในการรับส่งข้อมูลทางด้าน RS232 ของตัวอินเตอร์เฟส สามารถกำหนดได้ 5 ค่า ซึ่งการตั้งค่าควรตั้งความเร็วให้ตรงกับความเร็วของพอร์ตในคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อ

- 1200 BPS
- 2400 BPS
- 4800 BPS
- 9600 BPS
- 19200 BPS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

• RF Data Rate ใช้สำหรับกำหนดความเร็วในการรับส่งข้อมูลทางด้าน RF อุปกรณ์อินเตอร์เฟสซึ่งจะต้องกำหนดให้อุปกรณ์อินเตอร์เฟส 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 ใช้สำหรับกำหนดโหมดการทำงานของตัวอินเตอร์เฟส ซึ่งสามารถกำหนดหน้าที่การทำงานได้ 3 แบบ ด้วยกันคือ

- RF Receive Only เป็นการกำหนดให้ตัวอินเตอร์เฟส ทำหน้าที่เป็นฝ่ายรอรับข้อมูลทางด้าน RF เพื่อเปลี่ยนเป็นข้อมูลแบบ RS232 และส่งออกไปทางด้านขา TX ของ RS232 ตลอดเวลา

- RF Transmit Only เป็นการกำหนดให้ตัวอินเตอร์เฟสทำ หน้าที่เป็นฝ่ายรอรับข้อมูลทางด้าน RS232 จากขา RX เพื่อเปลี่ยนเป็นข้อมูลแบบ GFSK และส่งออกไปทางด้าน RF ตลอดเวลา

- RF Auto Direction เป็นการกำหนดโหมดการทำงานแบบ Half Duplex 2 ทิศทาง ซึ่งสามารถสลับโหมดการทำงานระหว่างการรับและส่งข้อมูลได้เองโดยอัตโนมัติ โดยในโหมดการทำงานนี้ จะตรวจสอบข้อมูลทั้งจากด้าน 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)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

• Setup Communication Port ใช้ในการกำหนดพอร์ตของคอมพิวเตอร์ที่ใช้เชื่อมต่อกับวงจร โดยกด Open เพื่อสามารถเลือกพอร์ตที่ใช้ เมื่อพอร์ตที่ใช้สามารถเชื่อมต่อเข้ากับวงจรได้แล้วจะขึ้นว่า Connect Ready เพื่อแสดงว่าสามารถใช้งานได้แล้ว จากนั้นกด Close เมื่อเลือกพอร์ตที่ใช้งานเรียบร้อยแล้ว

• RXD ID Code เป็นรหัส ID Code ของเครื่องตัวอินเตอร์เฟสในโหมดของการรับข้อมูลจาก RF โดยเมื่อตัวอินเตอร์เฟส ด้านส่งจะทำการส่งข้อมูลออกไปทาง RF นั้นจะมีการระบุหมายเลข ID Code ของด้านรับรวมไปกับชุดข้อมูลด้วยเสมอ โดยตัวอินเตอร์เฟสที่อยู่ทางด้านรับทำการรับข้อมูลจากด้าน RF ได้ อันดับแรกมันจะทำการเปรียบเทียบรหัส ID Code ที่รวมมากับข้อมูลที่รับมาได้ว่าตรงกับรหัสของ RXD ID Code ที่กำหนดไว้ในตัวมันหรือไม่ ซึ่งถ้าถูกต้องก็จะแยกเอาเฉพาะส่วนของข้อมูลที่รับเข้ามาได้เพื่อเปลี่ยนเป็นข้อมูลแบบ RS232 แล้วส่งออกไปทางด้าน TX ของ RS232 แต่ถ้ารหัส ID Code ที่รับมาได้ไม่ตรงกับรหัส RXD ID Code ที่กำหนดไว้ ตัวอินเตอร์เฟสจะทิ้งข้อมูลชุดนั้นไปทันที โดยค่า RXD ID Code นั้นสามารถกำหนดได้ 256 ค่าในรูปแบบของเลขฐานสิบหก (00H-FFH)

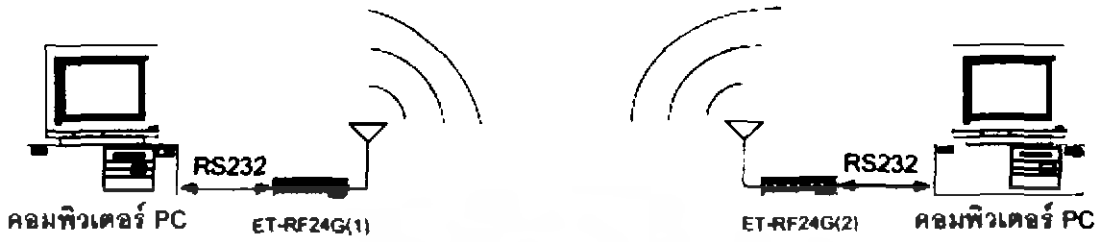
• TXD ID Code เป็นรหัส ID Code ปลายทางที่จะส่งข้อมูลไปหาโดยที่ตัวอินเตอร์เฟสที่ถูกกำหนดให้ทำหน้าที่เป็นฝ่ายส่งข้อมูลนั้น เมื่อมันสามารถรับข้อมูลจาก RS232 ได้แล้ว มันจะทำการนำเอาข้อมูลนั้นไปเข้ารหัสรวมกับ TXD ID Code ที่กำหนดไว้แล้วส่งออกไปทางด้าน RF โดยรหัสของ TXD ID Code นี้หมายถึง รหัส RXD ID Code ของฝ่ายรับที่ต้องการส่งข้อมูลไปหานั่นเอง โดยค่า TXD ID Code นั้นสามารถกำหนดได้ 256 ค่าในรูปแบบของเลขฐานสิบหก (00H-FFH)

• RF Frequency Channel เป็นการกำหนดค่าของช่องความถี่ที่จะใช้ในการรับส่งข้อมูลกัน โดยสามารถเลือกกำหนดช่องความถี่ได้สูงสุดมากถึง 125 ช่อง (0-124) โดยการที่ตัวอินเตอร์เฟสจะทำการรับส่งข้อมูลกันได้นั้นจะต้องกำหนดช่องความถี่ที่ตรงกัน และ ใช้อัตราความเร็ว RF Data Rate ที่เท่ากันด้วย ซึ่งที่สามารถเลือกกำหนดช่องความถี่ RF Frequency Channel ได้นั้น จะมีประโยชน์เป็นอย่างมากในกรณีที่มีการใช้งานตัวอินเตอร์เฟสจำนวนหลาย ๆ กลุ่ม ในบริเวณพื้นที่ใกล้เคียงกัน โดยให้กำหนดช่องความถี่ของตัวอินเตอร์เฟสกลุ่มที่จะสื่อสารข้อมูลร่วมกัน ไว้ที่ช่องความถี่เดียวกัน ส่วนกลุ่มอื่น ๆ ก็ให้เลือกกำหนดช่องความถี่ที่แตกต่างกันออกไป เพื่อลดปัญหาการรบกวนกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดสอบ

การทดสอบนี้ใช้ Configuration ของ ETT โดยในการทดลองนี้ได้ใช้การส่งแบบ Half Duplex



รูปที่ 4.3 การรับส่งข้อมูล 2 ทิศทาง (Half Duplex) แบบจุดต่อจุด (Point-to-Point)

เป็นการรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ที่มีการสื่อสารอนุกรมแบบ RS232 โดยต้องใช้รูปแบบการสื่อสารแบบ Half Duplex หรือ ผลัดกันรับ ผลัดกันส่ง กล่าวคือ ด้านรับจะต้องทำการรอรับข้อมูลจากด้านส่งจนครบทั้งหมด แล้วจึงจะส่งข้อมูลตอบกลับไปได้ ซึ่งจะไม่สามารถส่งข้อมูลสวนทางกลับไปในขณะที่กำลังรับข้อมูลอยู่ได้ โดยการสื่อสารแบบนี้ฝ่ายรับข้อมูลจะต้องรอให้รับข้อมูลได้ครบทั้งหมดเสียก่อน จากนั้นจึงจะส่งข้อมูลตอบกลับไปได้

ตารางที่ 4.1 ค่า Configuration

ค่า Configuration	Interface ตัวที่ 1	Interface ตัวที่ 2
User RS232 Baud Rate	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	00	FF
TXD ID Code	FF	00
RF Frequency Channel	1	1

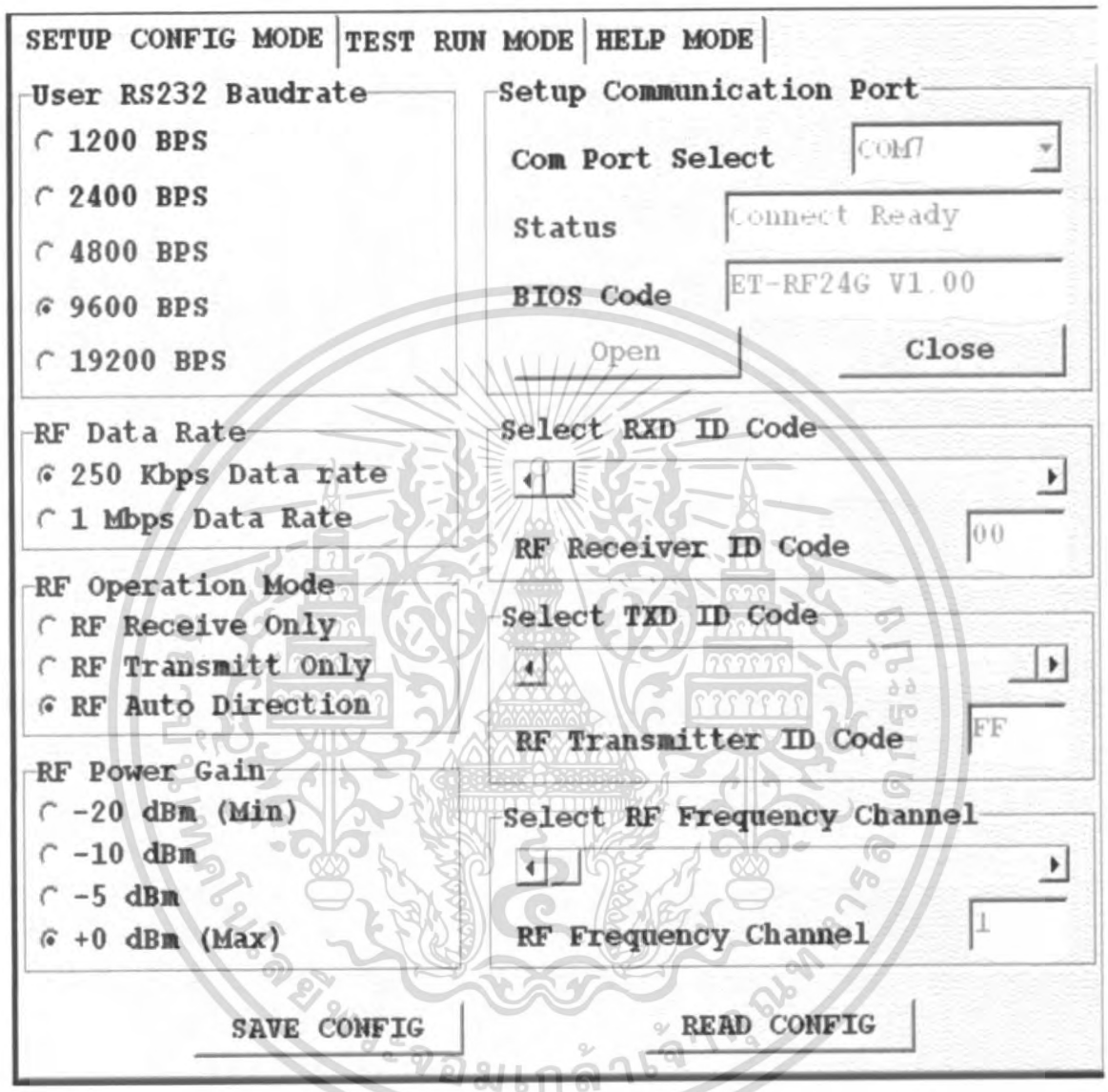
ข้อสังเกตในการกำหนด Configuration

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การ Setup Configuration Mode

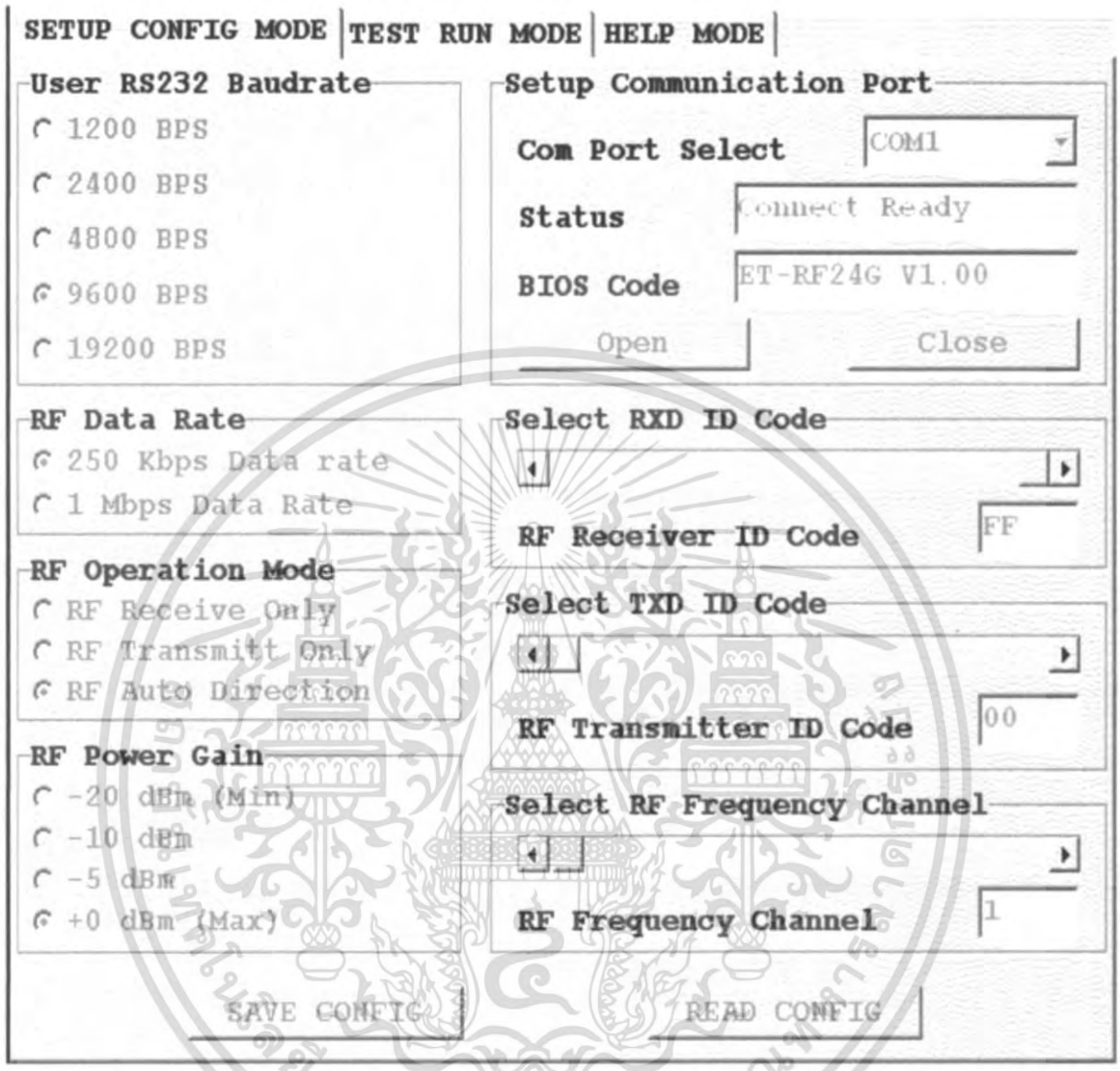
Configuration คอมตัวที่ 1



รูปที่ 4.4 Setup mode คอมตัวที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Configuration คอมตัวที่ 2



รูปที่ 4.5 Setup mode คอมตัวที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

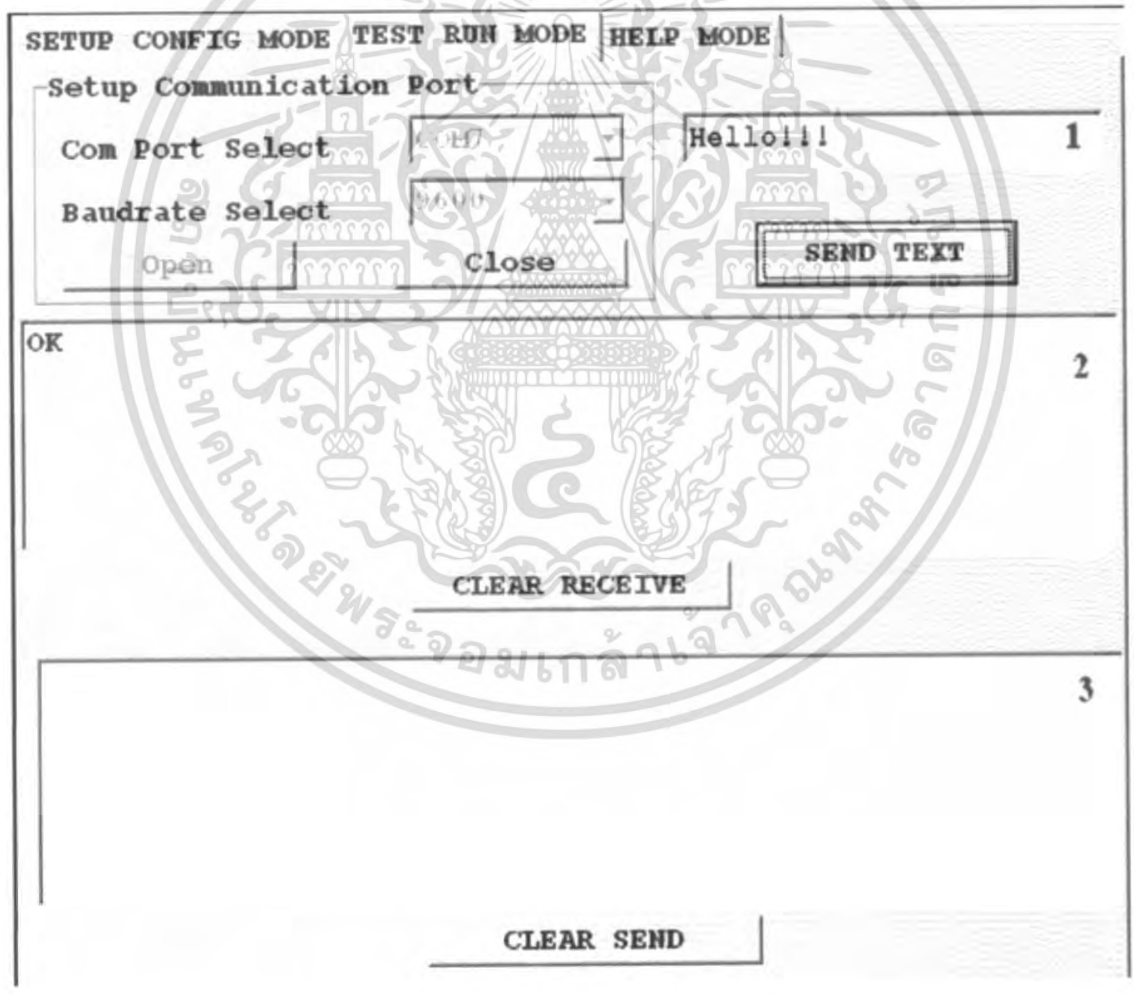
การ Test Run Mode

• Setup Communication Port สามารถกำหนดพอร์ตเชื่อมต่อ และค่าความเร็ว (Baudrate) ได้ในหน้า Test Run Mode นี้โดยกด Open เมื่อต้องการเปลี่ยนค่าและกด Close เมื่อเปลี่ยนค่าเรียบร้อยแล้ว

• ช่องที่ 1 ใช้สำหรับส่งข้อมูลแบบทีละเป็นชุด เมื่อพิมพ์ข้อมูลครบแล้วจึงค่อยกด Send Text เพื่อส่งข้อมูล

• ช่องที่ 2 เป็นช่องที่แสดงข้อมูลที่ได้รับมา เมื่อต้องการลบข้อมูลที่ได้รับมาให้กด Clear Receive

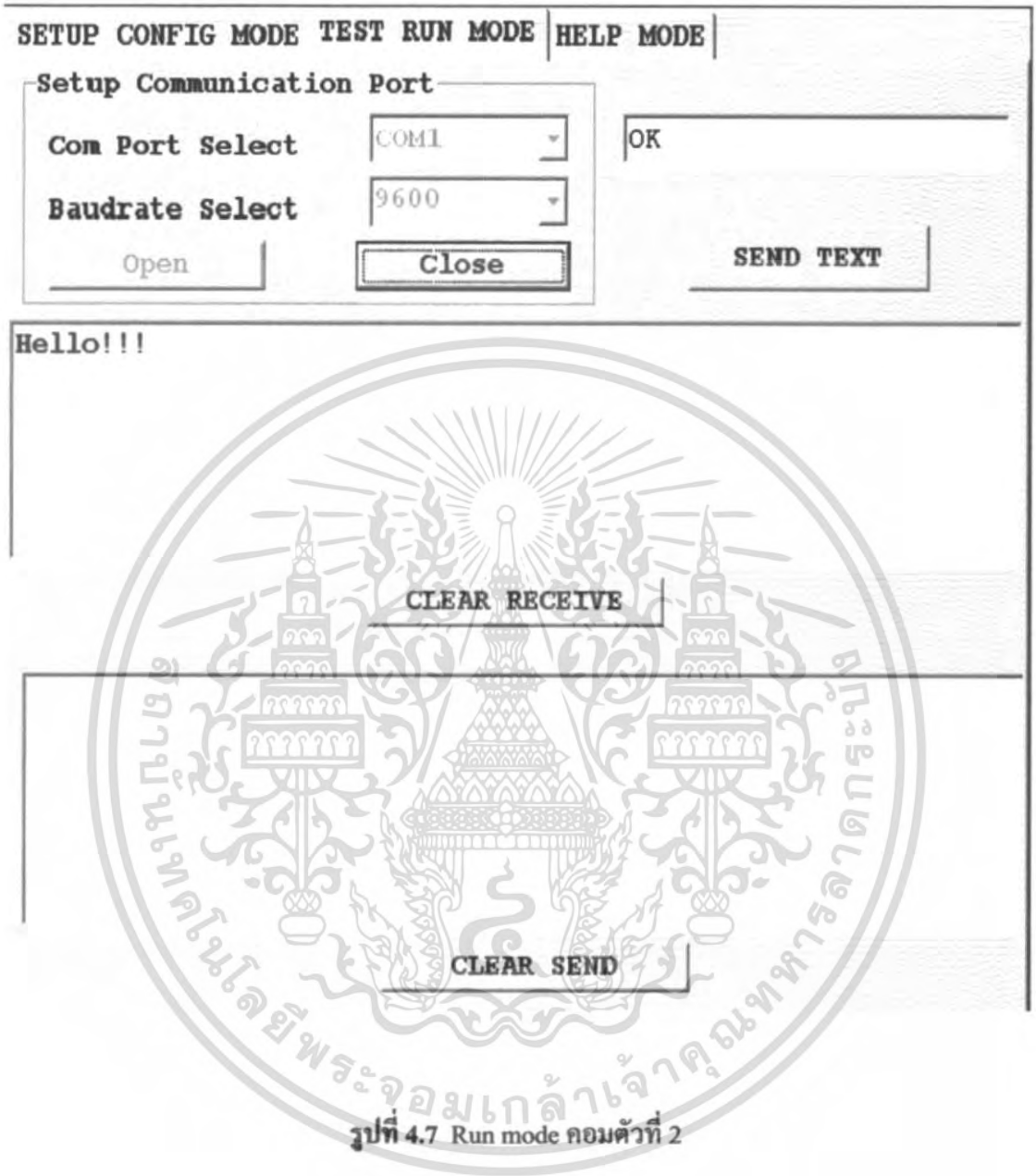
• ช่องที่ 3 ใช้สำหรับส่งข้อมูลแบบแสดงในทันที ซึ่งด้านรับจะแสดงข้อมูลที่พิมพ์ลงไปในทันที การแสดงผลของคอมตัวที่ 1 เมื่อต้องการลบข้อมูลที่พิมพ์ลงไปให้กด Clear Send



รูปที่ 4.6 Run mode คอมตัวที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแสดงผลของคอมตัวที่ 2



รูปที่ 4.7 Run mode คอมตัวที่ 2

จากรูปทั้งสอง เป็นการแสดงถึงการรับส่งข้อมูล โดยคอมตัวที่ 1 ส่งคำว่า Hello!!! ไปยังคอมตัวที่ 2 จากนั้นคอมตัวที่ 2 ส่งข้อมูลกลับมาว่า OK กลับมายังคอมตัวที่ 1

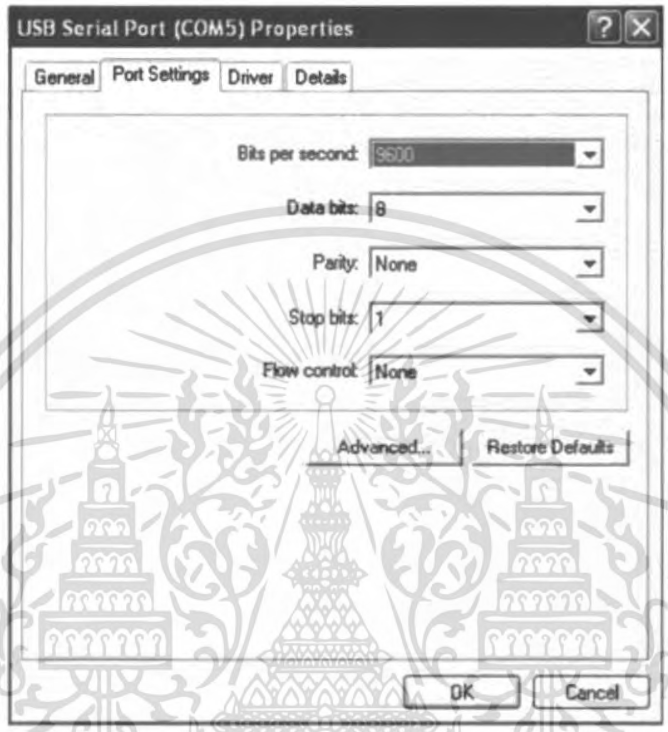
สำหรับ Help Mode นั้นไม่ได้มีการใช้งานแต่อย่างใด เป็นเพียงคำแนะนำของทาง Software

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1 การทดสอบในรูปแบบต่าง ๆ

- User RS232 Baud Rate

ค่า User RS232 Baud Rate นี้ควรที่จะตั้งค่าให้ตรงกับที่ได้กำหนดไว้ใน Serial Port ซึ่งหากตั้งค่า Baud Rate ไม่ตรงกันจะทำให้ข้อมูลที่รับส่งกันเกิดความผิดเพี้ยนไปจากข้อมูลที่ถูกต้อง

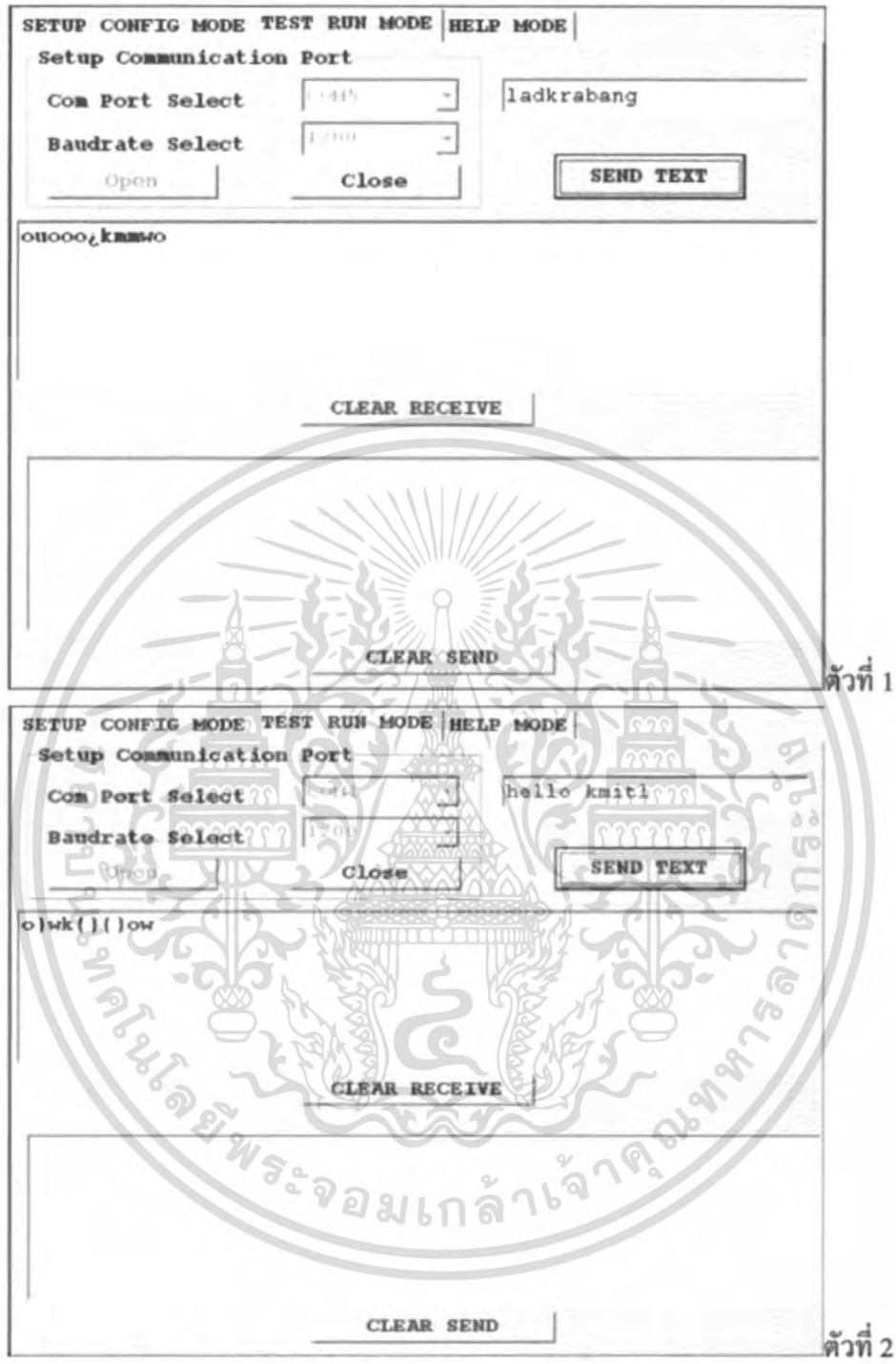


รูปที่ 4.8 ค่า Baud Rate ที่ได้ตั้งไว้ใน Serial Port

จากรูป แสดงถึงค่า Baud Rate ของพอร์ต USB ในคอมพิวเตอร์ที่ช่อง Bits per second โดยที่ค่า Settings นี้จะอยู่ใน My Computer→Properties→Hardware→Device Manager→Ports ซึ่งในการทดลองนี้ค่า Baud Rate ของพอร์ต USB ได้ตั้งไว้ที่ 9600

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตั้งค่า Baud Rate ที่ 1200 BPS

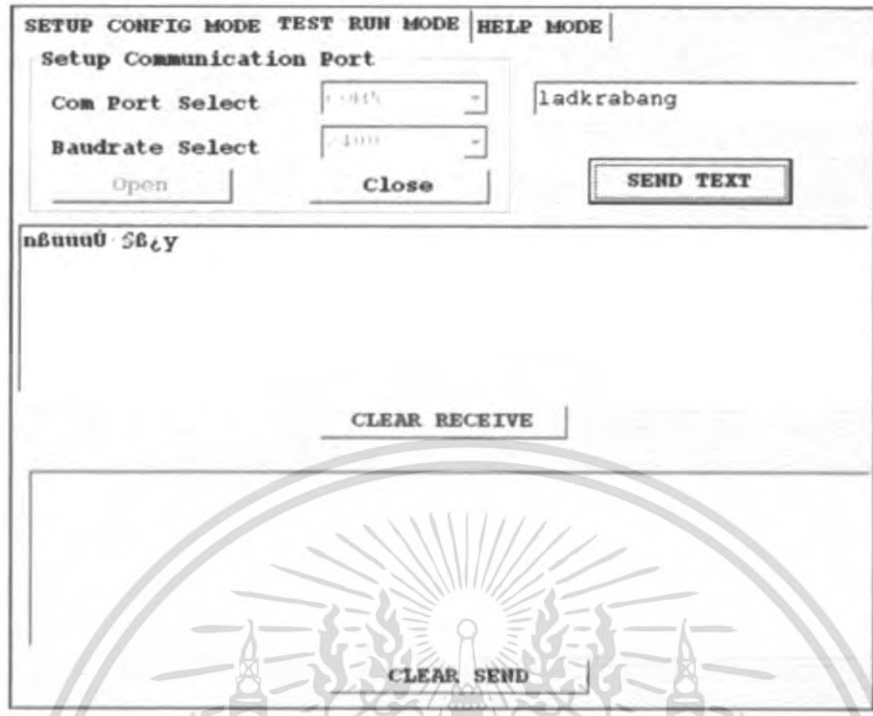


รูปที่ 4.9 การรับส่งข้อมูลที่ Baud Rate 1200 BPS

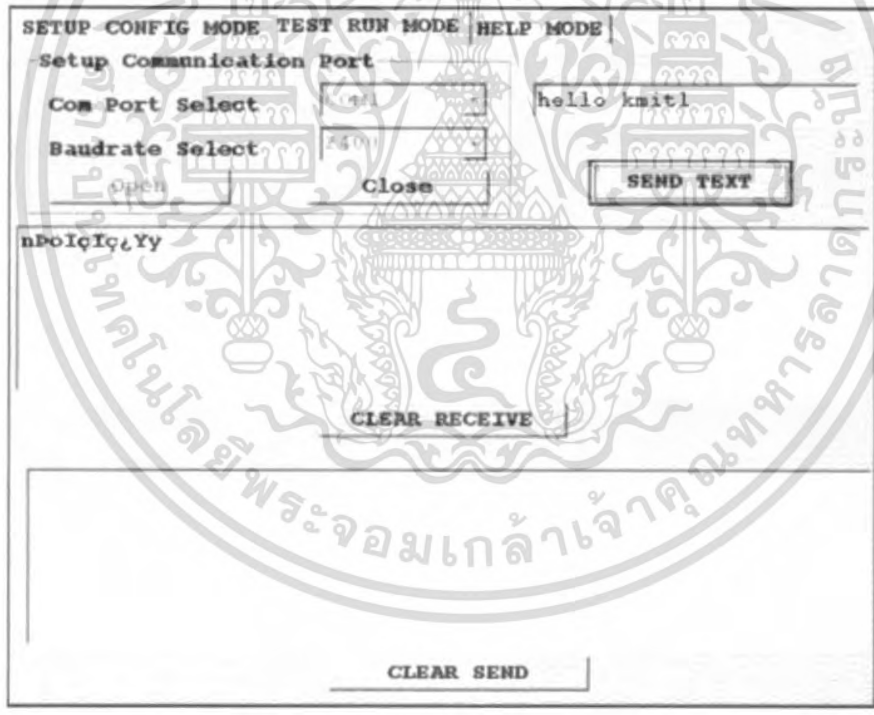
จากการทดลองที่ 1200 BPS พบว่าเมื่อคอมตัวที่ 1 ส่งข้อความว่า ladkrabang ให้กับคอมตัวที่ 2 ข้อความที่ตัวที่ 2 ได้รับ เกิดความผิดเพี้ยนไปทั้งข้อความ และเมื่อคอมตัวที่ 2 ส่งข้อความกลับมาว่า hello kmitl ให้กับคอมตัวที่ 1 ข้อความที่ตัวที่ 1 ได้รับ ก็เกิดความผิดเพี้ยนไปทั้งข้อความเช่นเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตั้งค่า Baud Rate ที่ 2400 BPS



ตัวที่ 1



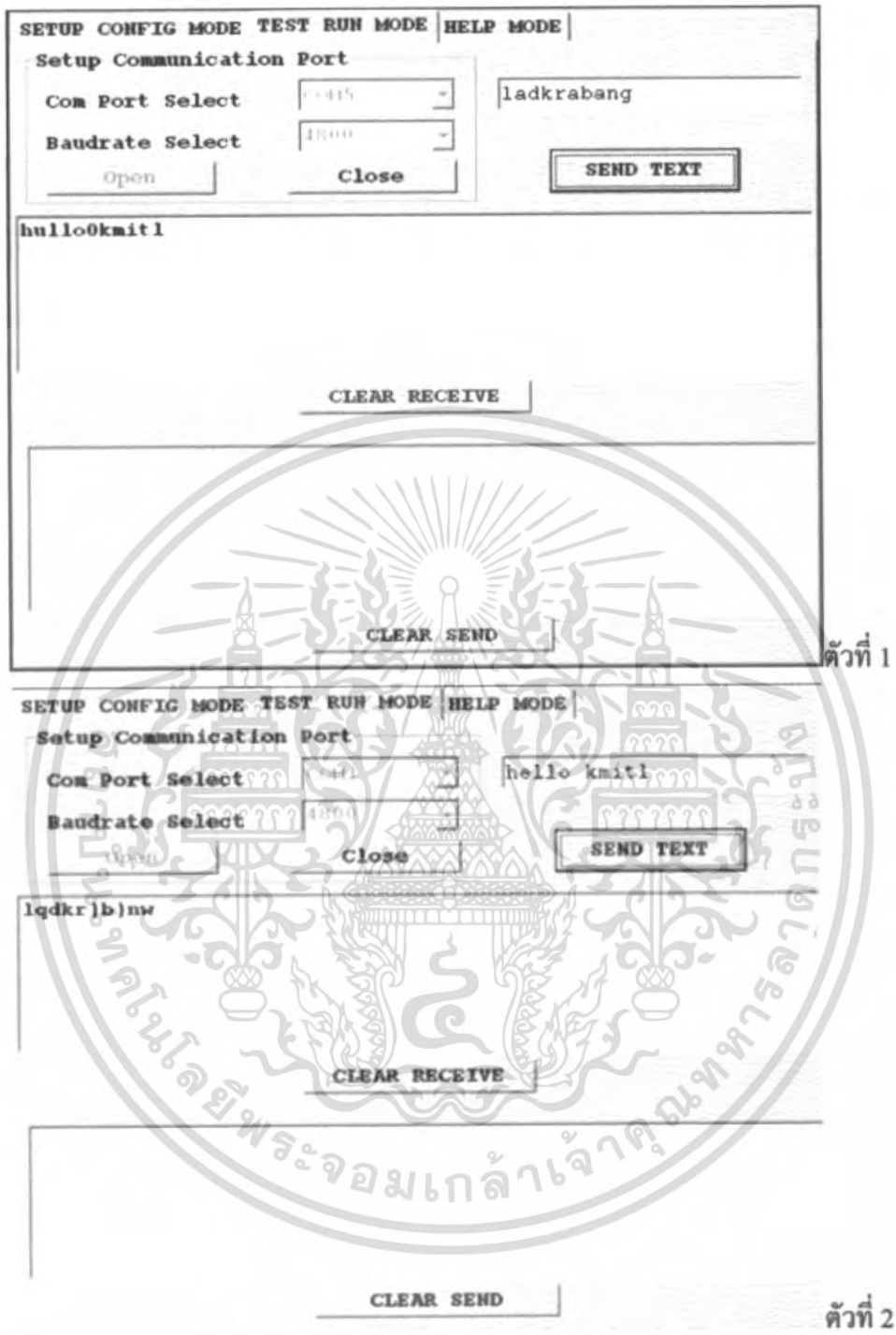
ตัวที่ 2

รูปที่ 4.10 การรับส่งข้อมูลที่ Baud Rate 2400 BPS

จากการทดลองที่ 2400 BPS พบว่าเมื่อคอมตัวที่ 1 ส่งข้อความว่า ladkrabang ให้กับคอมตัวที่ 2 ข้อความที่ตัวที่ 2 ได้รับ เกิดความผิดเพี้ยนไปทั้งข้อความ และเมื่อคอมตัวที่ 2 ส่งข้อความกลับมาว่า hello kmitl ให้กับคอมตัวที่ 1 ข้อความที่ตัวที่ 1 ได้รับ ก็เกิดความผิดเพี้ยนไปทั้งข้อความเช่นเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตั้งค่า Baud Rate ที่ 4800 BPS



รูปที่ 4.11 การรับส่งข้อมูลที่ Baud Rate 4800 BPS

จากการทดลองที่ 4800 BPS พบว่าเมื่อคอมตัวที่ 1 ส่งข้อความว่า ladkrabang ให้กับคอมตัวที่ 2 ข้อความที่ตัวที่ 2 ได้รับ เกิดความผิดเพี้ยนไปเกือบทั้งข้อความ และเมื่อคอมตัวที่ 2 ส่งข้อความกลับมาว่า hello kmitl ให้กับคอมตัวที่ 1 ข้อความที่ตัวที่ 1 ได้รับ เกิดความผิดเพี้ยนไปเพียงเล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตั้งค่า Baud Rate ที่ 9600 BPS

รูปที่ 4.12 การรับส่งข้อมูลที่ Baud Rate 9600 BPS

จากการทดลองที่ 9600 BPS พบว่าเมื่อคอมตัวที่ 1 ส่งข้อความว่า ladkrabang ให้กับคอมตัวที่ 2 ข้อความที่ตัวที่ 2 ได้รับ มีความถูกต้องครบถ้วน และเมื่อคอมตัวที่ 2 ส่งข้อความกลับมาว่า hello kmitl ให้กับคอมตัวที่ 1 ข้อความที่ตัวที่ 1 ได้รับ ก็มีความถูกต้องครบถ้วนเช่นเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตั้งค่า Baud Rate ที่ 19200 BPS

รูปที่ 4.13 การรับส่งข้อมูลที่ Baud Rate 19200 BPS

จากการทดลองที่ 19200 BPS พบว่าเมื่อคอมตัวที่ 1 ส่งข้อความว่า ladkrabang ให้กับคอมตัวที่ 2 ข้อความที่ตัวที่ 2 ได้รับ เกิดความผิดเพี้ยนไปทั้งข้อความ และเมื่อคอมตัวที่ 2 ส่งข้อความกลับมาว่า hello kmitl ให้กับคอมตัวที่ 1 ข้อความที่ตัวที่ 1 ได้รับ ก็เกิดความผิดเพี้ยนไปทั้งข้อความเช่นเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองทั้งหมดจะเห็นว่าเมื่อตั้งค่า Baud Rate ของตัวรับส่งตรงกับค่า Baud Rate ที่ Serial Port ของคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 9600 BPS ข้อมูลที่รับส่งกันนั้นมีความถูกต้องไม่ผิดเพี้ยนไป แต่การรับส่งข้อมูลที่ Baud Rate 1200 BPS, 2400 BPS, 4800 BPS และ 19200 BPS นั้น ข้อมูลที่ได้รับนั้นเกิดความผิดเพี้ยนไปจากข้อมูลที่ส่งมา เพราะค่าอัตราเร็วในการรับส่งของตัวรับส่งกับค่าอัตราเร็วในการรับส่งของพอร์ตในคอมพิวเตอร์ไม่ตรงกัน ทำให้ข้อมูลที่รับส่งกันนั้นถูกบิดเบือนไป ซึ่งถ้าค่าทั้งสองแตกต่างกันมากข้อมูลที่ได้รับก็จะถูกบิดเบือนไปมากเช่นกัน สังเกตได้จากการทดลอง เมื่อตั้งค่า Baud Rate ที่ 4800 BPS ข้อมูลที่ได้รับจะเกิดการบิดเบือนจากข้อมูลที่ถูกต้องเพียงเล็กน้อยเท่านั้น แต่เมื่อตั้งค่า Baud Rate ที่ 19200 BPS ข้อมูลที่ได้รับนั้นเกิดการบิดเบือนไปจากข้อมูลที่ถูกต้องค่อนข้างมาก

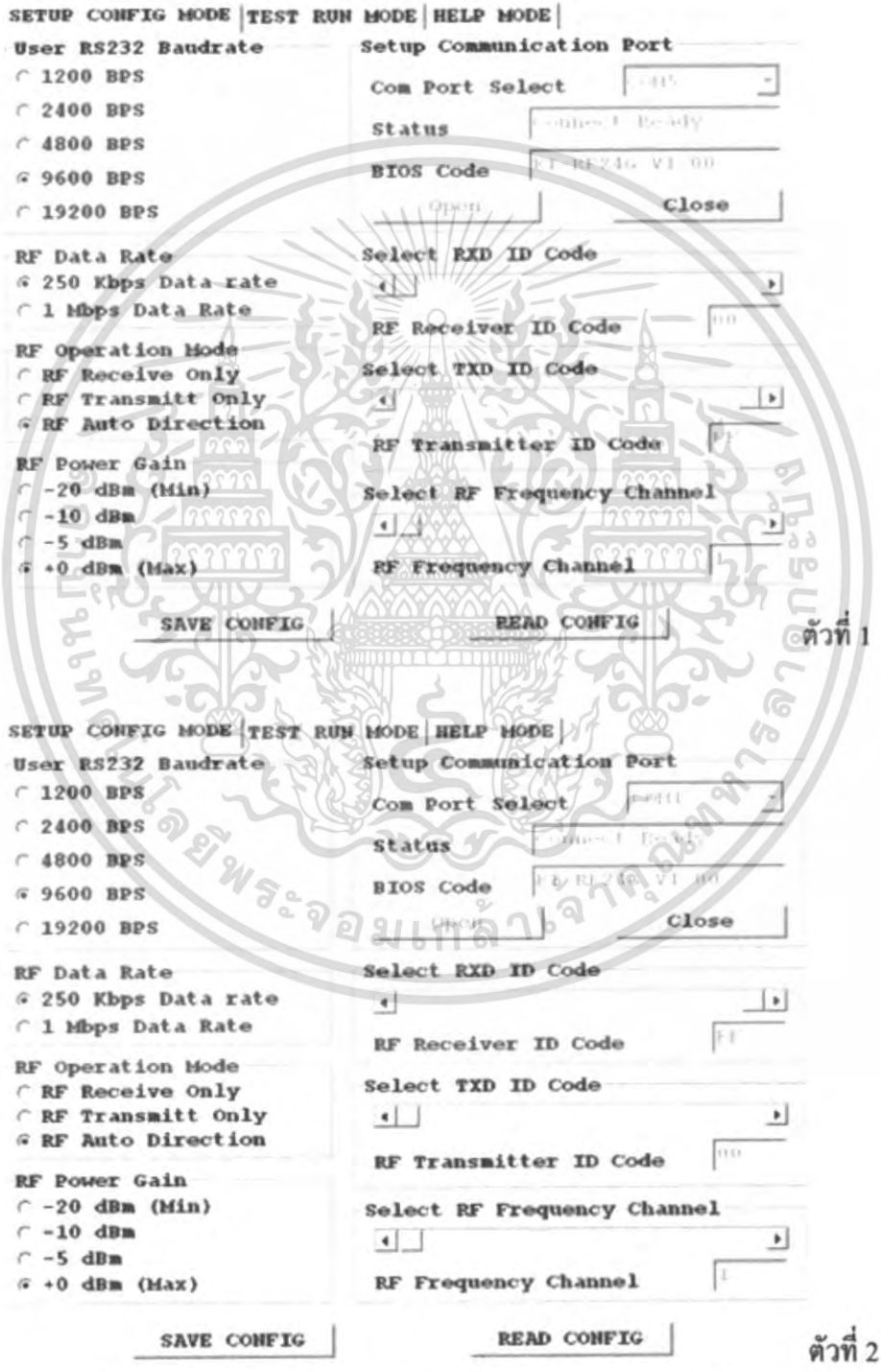
เพราะฉะนั้นในการนำไปใช้งาน จึงควรตรวจสอบก่อนว่าค่า Baud Rate ของพอร์ตในคอมพิวเตอร์มีค่าเท่าไหร่ และควรตั้งค่า Baud Rate ของตัวรับส่งให้ตรงกัน เพื่อให้ข้อมูลที่รับส่งกันนั้นมีความถูกต้องครบถ้วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- RF Data Rate

ค่า RF Data Rate ที่ 250 Kbps สามารถรับส่งข้อมูลได้ระยะโดยประมาณ 200 เมตรจากการทดลอง และค่า RF Data Rate ที่ 1 Mbps สามารถรับส่งข้อมูลได้ระยะโดยประมาณ 100 เมตรจากการทดลอง

ตั้งค่าที่ 250 Kbps



รูปที่ 4.14 แสดงการตั้งค่าในการใช้งานที่ 250 Kbps ของตัวที่ 1 และ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

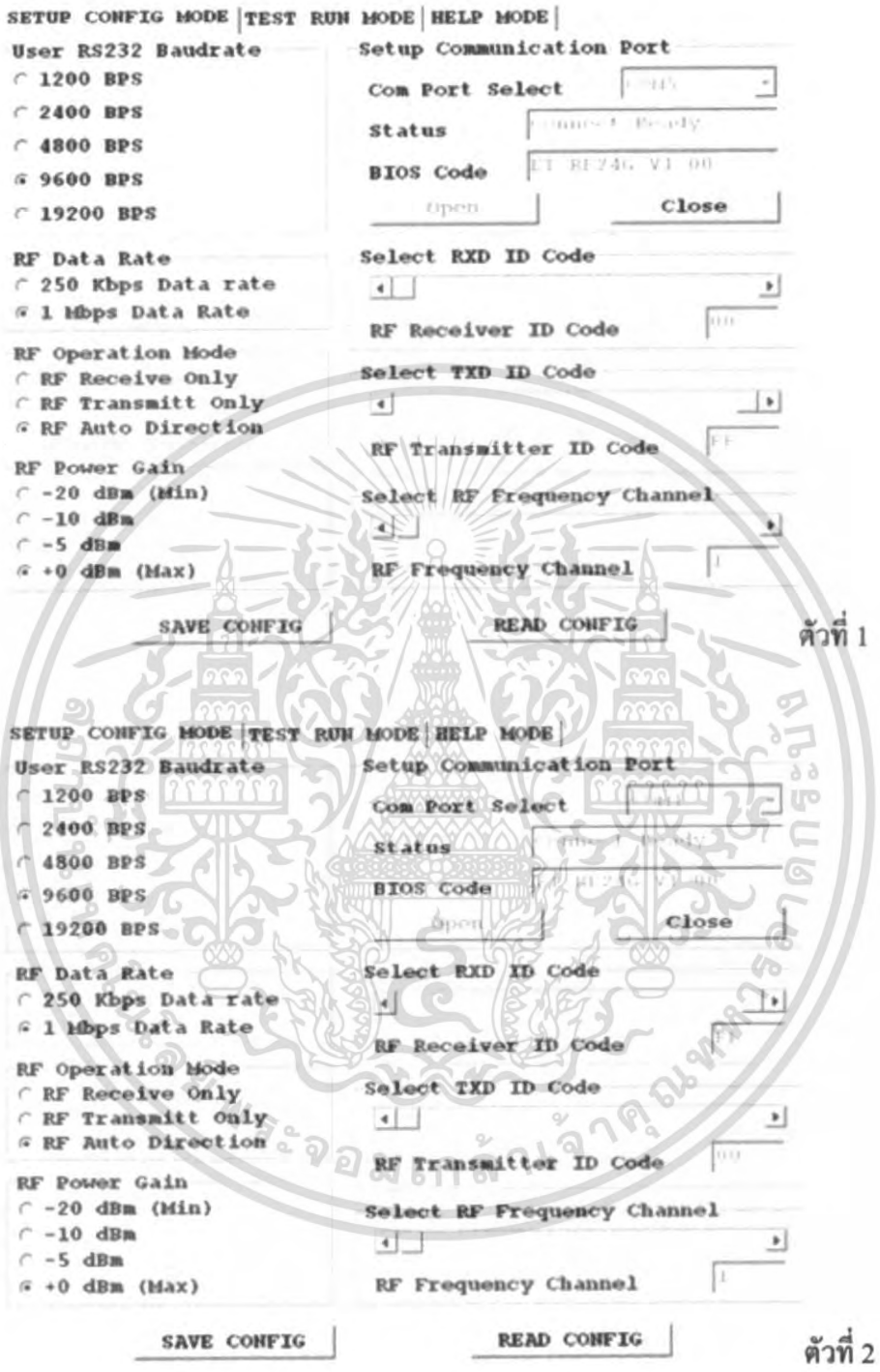
การแสดงผล

รูปที่ 4.15 การรับส่งข้อมูลที่ Data Rate 250 Kbps

จากการทดลองที่ Data Rate 250 Kbps คอมตัวที่ 1 ส่งข้อมูลว่า instrumentation kmitl ให้กับคอมตัวที่ 2 พบว่าข้อมูลที่ตัวที่ 2 ได้รับนั้นมีความถูกต้องครบถ้วนทุกข้อความ และเมื่อคอมตัวที่ 2 ส่งข้อมูลกลับมายังคอมตัวที่ 1 ว่า Hello kmitl ladkrabang พบว่าข้อมูลที่คอมตัวที่ 1 ได้รับมีความถูกต้องครบถ้วนทุกข้อความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

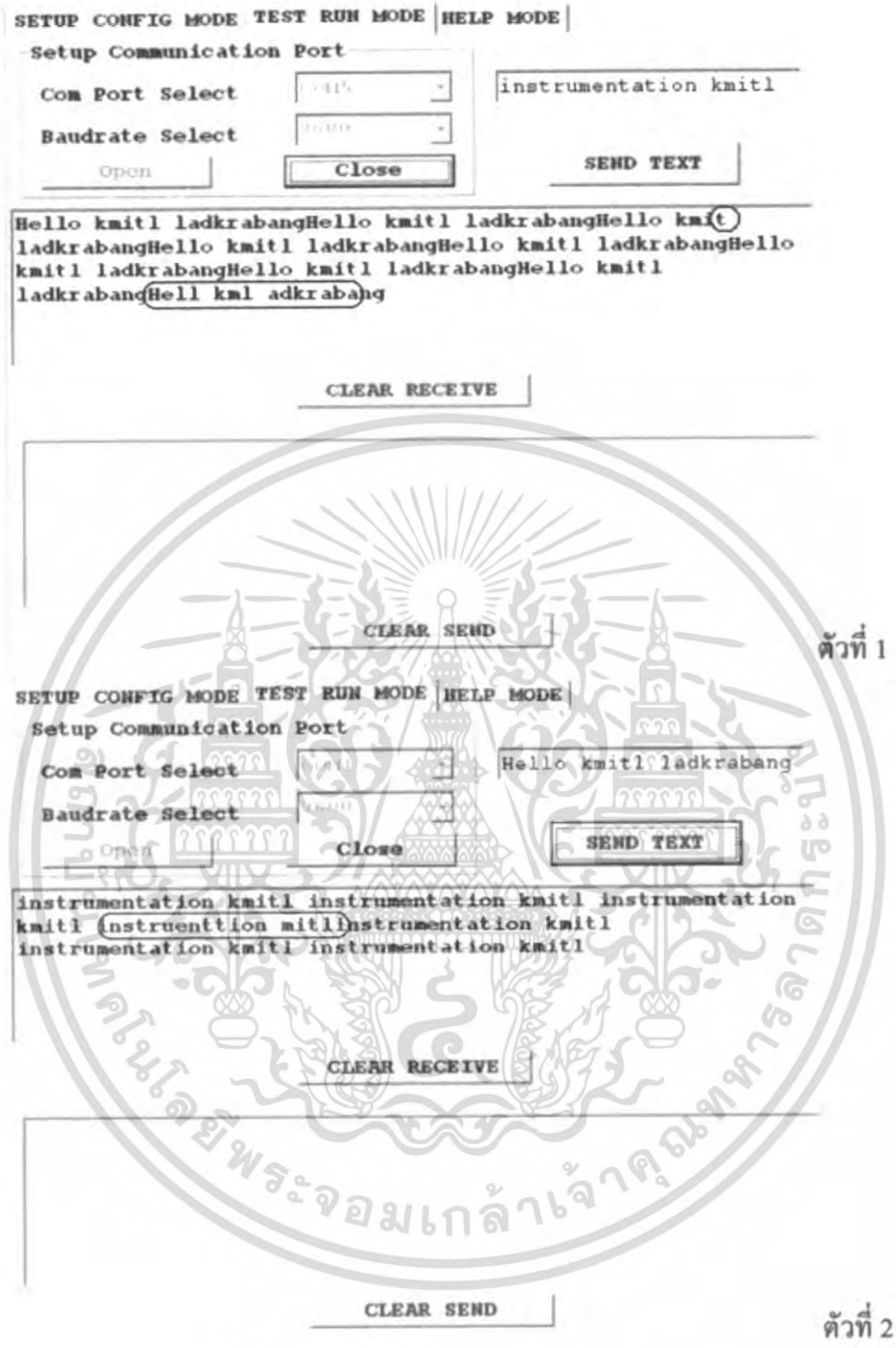
ตั้งค่าที่ 1 Mbps



รูปที่ 4.16 แสดงการตั้งค่าในการใช้งานที่ 1 Mbps ของตัวที่ 1 และ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแสดงผล



รูปที่ 4.17 การรับส่งข้อมูลที่ Data Rate 1 Mbps

จากการทดลองที่ Data Rate 1 Mbps คอมตัวที่ 1 ส่งข้อมูลว่า instrumentation kmitl ให้กับคอมตัวที่ 2 พบว่าข้อมูลที่ตัวที่ 2 ได้รับนั้นเกิดสูญหายไปหลายตัวอักษรคือ m,a,k ตามที่ได้วงไว้ และเมื่อคอมตัวที่ 2 ส่งข้อมูลมายังคอมตัวที่ 1 ว่า Hello kmitl ladkrabang พบว่าข้อมูลที่คอมตัวที่ 1 ได้รับนั้นเกิดสูญหายไปหลายตัวอักษรคือ o ในบรรทัดแรกและ o,it,l ในบรรทัดสุดท้ายที่ได้วงไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองค่า Data Rate ที่ 250 Kbps และ 1 Mbps สามารถสรุปได้ว่าการตั้งค่าใช้งานที่ 250 Kbps นั้นจะให้ข้อมูลในการรับส่งที่ถูกต้องครบถ้วน เพราะมีอัตราการส่งข้อมูลที่ช้า สัญญาณโดนรบกวนได้ยาก แต่สามารถรับส่งข้อมูลกันได้ระยะทางไม่เกิน 100 เมตร ส่วนการตั้งค่าใช้งานที่ 1 Mbps นั้นจะให้ข้อมูลไม่ครบถ้วนทั้งหมด เกิดการสูญหายของข้อความในการส่ง เพราะมีอัตราการส่งข้อมูลที่เร็ว ซึ่งทำให้สัญญาณเกิดการรบกวนได้ง่าย จึงทำให้ข้อมูลเกิดการสูญหายในระหว่างการส่งได้ แต่มีข้อดีคือสามารถใช้รับส่งได้ในระยะเกิน 100 เมตรได้ แต่ก็ไม่เกิน 200 เมตร

ดังนั้นในการนำไปใช้งาน ถ้าระยะในการรับส่งไม่เกิน 100 เมตร ควรตั้งไว้ที่ 250 Kbps เพื่อให้การรับส่งข้อมูลกันนั้นมีโอกาสผิดพลาดน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- RF Power Gain

ตั้งค่าที่ -20 dBm

รูปที่ 4.18 แสดงการตั้งค่าการใช้งานที่ -20 dBm

รูปที่ 4.19 แสดงข้อความที่ใช้ในการส่งข้อมูลของตัวส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

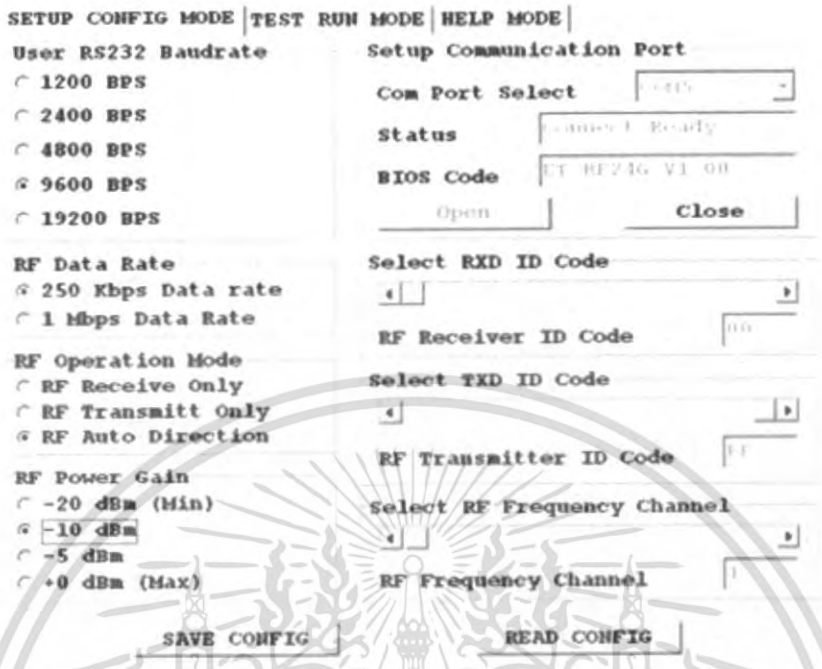
การแสดงผล

รูปที่ 4.20 ข้อมูลที่ได้รับจากการส่งที่ Power Gain -20 dBm

จากการทดลองพบว่าเมื่อตั้งค่า Power Gain เท่ากับ -20 dBm ซึ่งเป็นค่ากำลังส่งที่ต่ำที่สุดกับตัวส่งข้อมูล แล้วส่งข้อมูลว่า instrument ladkrabang ให้กับตัวรับ พบว่าข้อมูลด้านตัวรับที่ได้รับมานั้นตกหล่นหายไปค่อนข้างมาก สังเกตได้จากข้อความที่ถูกวงไว้ในรูป เนื่องจากกำลังส่งนั้นต่ำเกินไป สัญญาณที่ส่งมาให้ตัวรับในบางช่วงอาจจะมาไม่ถึง ทำให้ข้อมูลที่ตัวรับได้รับมาในแต่ละครั้งนั้นขาดช่วง ไม่ครบถ้วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตั้งค่าที่ -10 dBm



รูปที่ 4.21 แสดงการตั้งค่าการใช้งานที่ -10 dBm

รูปที่ 4.22 แสดงข้อความที่ใช้ในการส่งข้อมูลของตัวส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

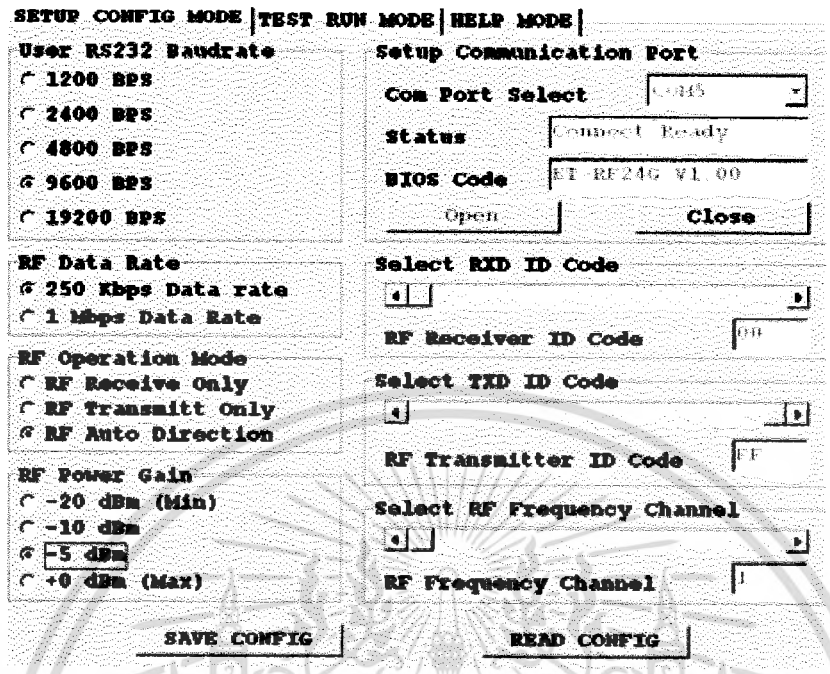
การแสดงผล

รูปที่ 4.23 ข้อมูลที่ได้รับจากการส่งที่ Power Gain -10 dBm

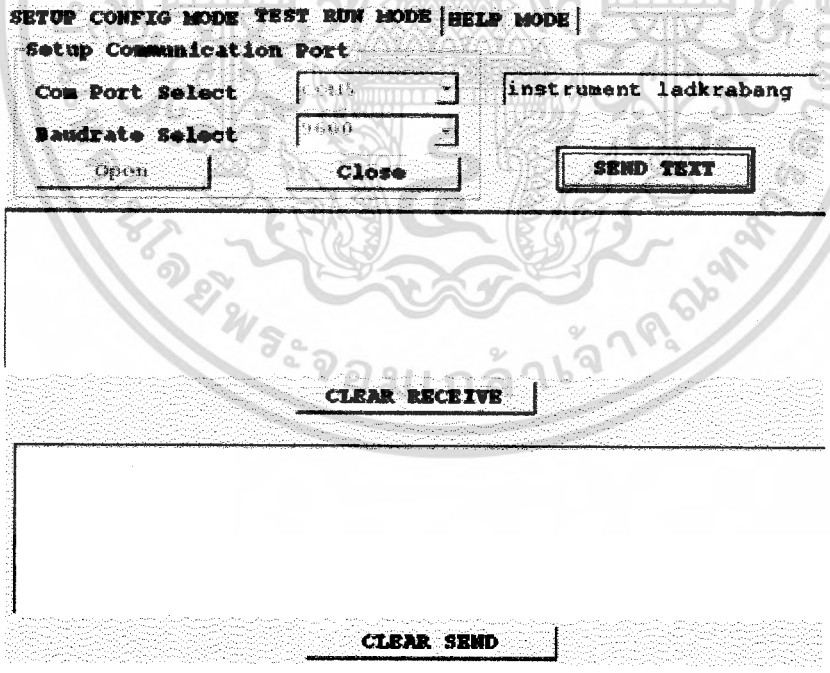
จากการทดลองพบว่าเมื่อตั้งค่า Power Gain เท่ากับ -10 dBm กับตัวส่งข้อมูล แล้วส่งข้อมูลว่า instrument ladkrabang ให้กับตัวรับ พบว่าข้อมูลด้านตัวรับที่ได้รับมานั้นตกหล่นหายไปน้อยกว่าค่า Power Gain มาก เนื่องจากมีกำลังในการส่งที่มากกว่า ทำให้สัญญาณที่ถูกส่งสามารถมาถึงตัวรับได้มากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตั้งค่าที่ -5 dBm



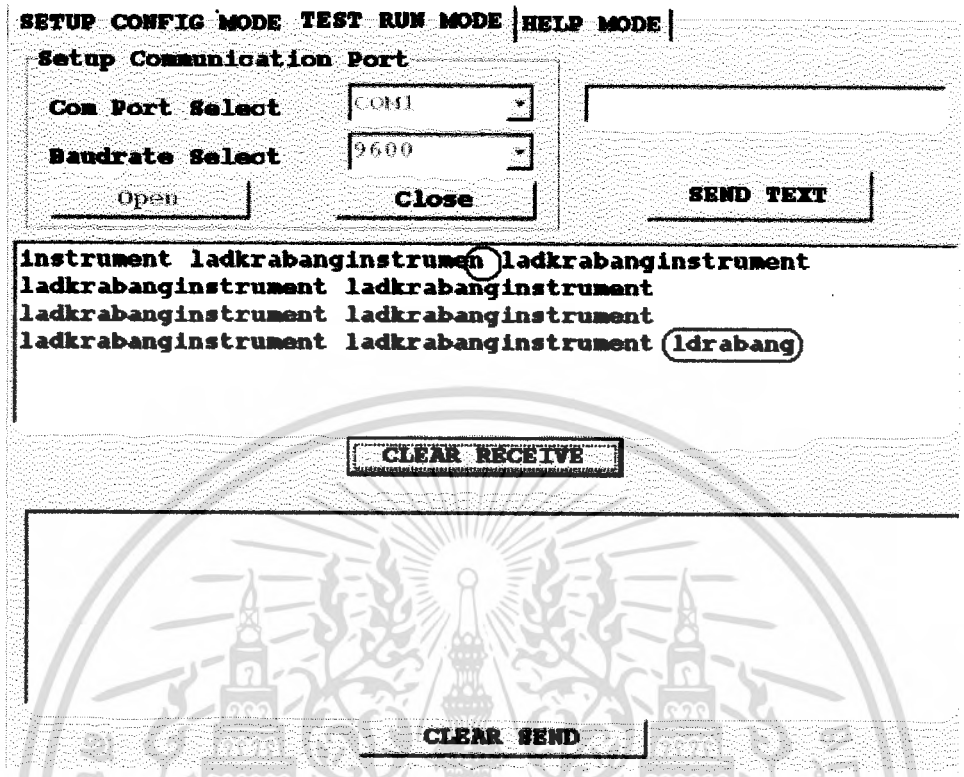
รูปที่ 4.24 แสดงการตั้งค่าการใช้งานที่ -5 dBm



รูปที่ 4.25 แสดงข้อความที่ใช้ในการส่งข้อมูลของตัวส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแสดงผล

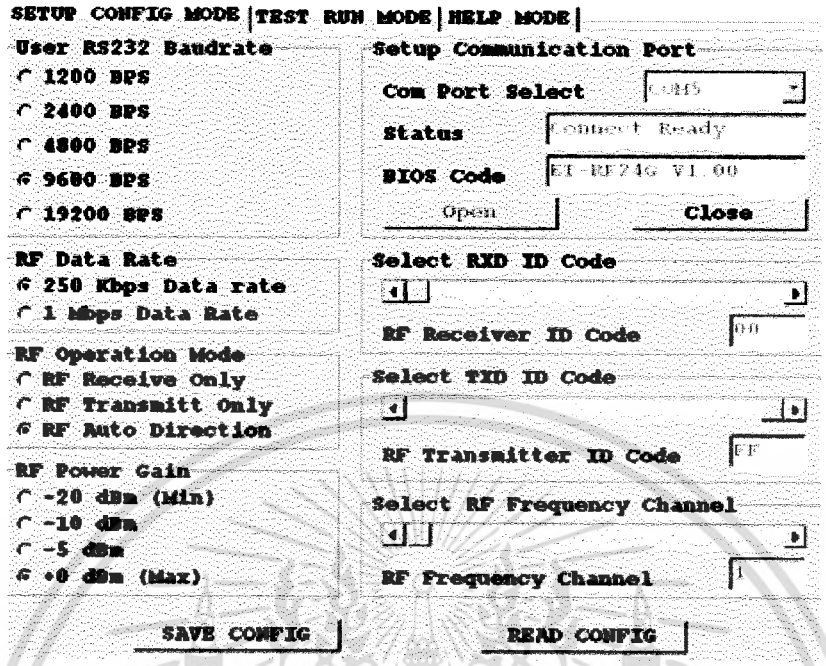


รูปที่ 4.26 ข้อมูลที่ได้รับจากการส่งที่ Power Gain -5 dBm

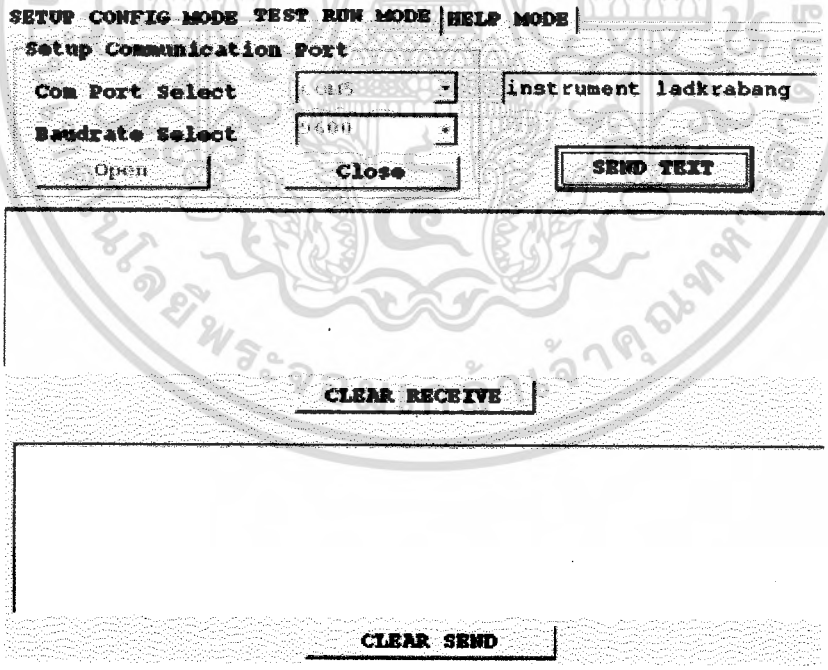
จากการทดลองพบว่าเมื่อตั้งค่า Power Gain เท่ากับ -5 dBm กับตัวส่งข้อมูล แล้วส่งข้อมูลว่า instrument ladkrabang ให้กับตัวรับ พบว่าข้อมูลด้านตัวรับที่ได้รับมานั้นตกหล่นหายไปเล็กน้อยเหมือนกัน เนื่องจากกำลังส่งทั้ง -5 dBm และ -10 dBm มีค่าที่ใกล้เคียงกันมาก สัญญาณที่มาถึงตัวรับจึงใกล้เคียงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตั้งค่าที่ +0 dBm



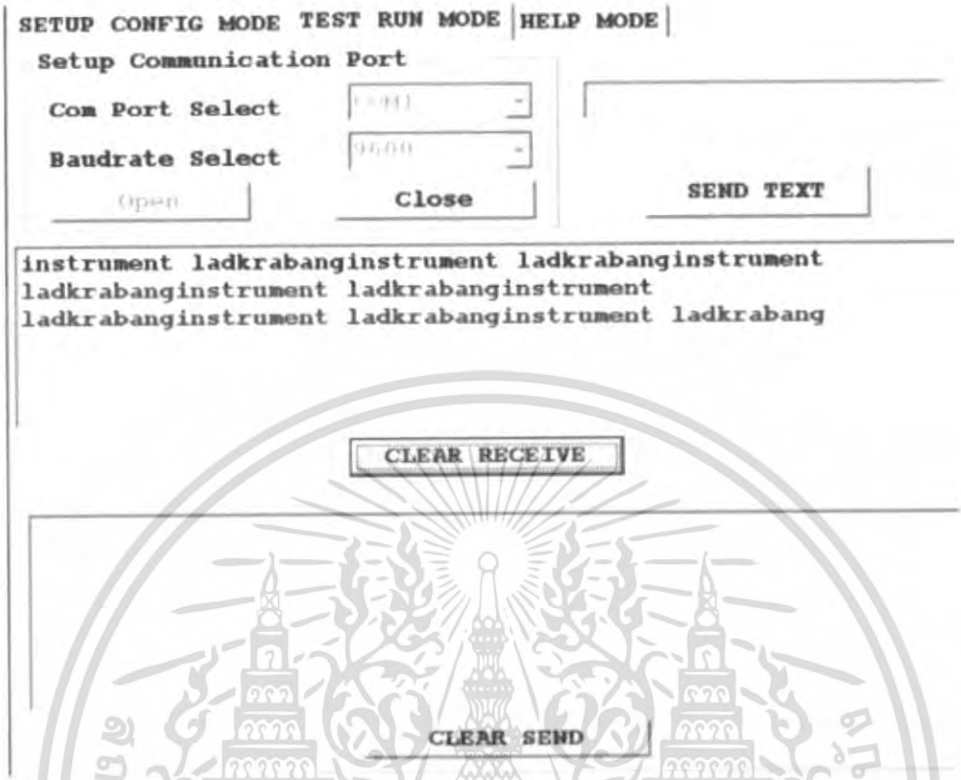
รูปที่ 4.27 แสดงการตั้งค่าการใช้งานที่ +0 dBm



รูปที่ 4.28 แสดงข้อความที่ใช้ในการส่งข้อมูลของตัวส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแสดงผล



รูปที่ 4.29 ข้อมูลที่ได้รับจากการส่งที่ Power Gain +0 dBm

จากการทดลองพบว่าเมื่อตั้งค่า Power Gain เท่ากับ +0 dBm ซึ่งเป็นค่ากำลังส่งที่สูงที่สุดกับตัวส่งข้อมูล พบว่าข้อมูลด้านตัวรับที่ได้รับนั้นมีความถูกต้องครบถ้วน เนื่องจากสัญญาณที่ถูกส่งมาถึงตัวรับนั้น สามารถมาได้อย่างครบถ้วน

ดังนั้นในการนำไปใช้งาน การเลือกค่ากำลังส่งที่ต่ำ ๆ นั้นควรเลือกเมื่อต้องการรับส่งข้อมูลกันในหลาย ๆ จุดในกรณีที่มีตัวรับส่งหลาย ๆ ตัวในพื้นที่ใกล้เคียงกัน เนื่องจากค่ากำลังส่งที่ต่ำนั้นจะลดปัญหาการรบกวนกันของช่องสัญญาณความถี่ ซึ่งอาจทำให้เกิดข้อผิดพลาดในการรับส่งระหว่างกัน และค่ากำลังส่งที่สูง ๆ นั้นควรเลือกเมื่อต้องการรับส่งข้อมูลกันเพียงแค่สองจุดระหว่างกัน เพื่อลดการเกิดความผิดพลาดของข้อมูลในการรับส่ง

จากการทดลองทั้งหมดนี้เป็นการทดลองรับส่งแบบ Half Duplex ซึ่งต้องใช้วิธีการผลัดกันรับข้อมูลและส่งข้อมูล เนื่องจากมีตัวรับส่งเพียง 2 ตัวเท่านั้น ส่วนในการรับส่งแบบ Full Duplex นั้นสามารถทำการรับส่งข้อมูลแบบสวนทางกันได้ โดยใช้ตัวรับส่งต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์ด้านละ 2 ตัว เพื่อแยกเป็นตัวส่งข้อมูลเพียงอย่างเดียวและตัวรับข้อมูลเพียงอย่างเดียว ซึ่งความถูกต้องของข้อมูลในการรับส่งข้อมูลของทั้ง 2 แบบนั้นน่าจะมีค่าที่ใกล้เคียงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

ซึ่งจะเห็นได้ว่าชุดแปลงสัญญาณ RS232 Wireless Interface นั้น สามารถนำไปต่อใช้งานร่วมกับพอร์ตสื่อสารอนุกรม แบบ RS232 เพื่อใช้งานในลักษณะของการสื่อสารอนุกรมแบบไร้สาย (Wireless Transceiver) ซึ่งสามารถใช้รับส่งข้อมูล text ทั่วไปหรือสามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นคำสั่งเพื่อควบคุมเครื่องมือที่อยู่ระยะไกลได้ โดยได้ใช้ตัวส่งสัญญาณ TRW 2.4GHz มาใช้ในการส่งสัญญาณระหว่างตัวอินเตอร์เฟสเข้าด้วยกัน ซึ่งจะมีข้อดีกว่าการใช้สายสัญญาณทั่ว ๆ ไป คือ สามารถรับส่งข้อมูลกันได้ในระยะทางที่ไกลกว่าส่งผ่าน RS232 แบบใช้สายและประการสำคัญ คือ ไม่จำเป็นต้องใช้สายสัญญาณที่เป็นตัวนำ สัญญาณทางไฟฟ้าในการสื่อสารข้อมูลกัน ทำให้เคลื่อนย้ายชุดรับส่งข้อมูลได้ตลอดเวลา ซึ่งถ้าเป็นการรับส่งข้อมูลด้วยระบบ RS232 แบบที่ใช้สายสัญญาณนั้น จะเกิดความยุ่งยากในการติดตั้งสายสัญญาณเป็นอย่างมากแต่อย่างไรก็ตามการรับส่งข้อมูลโดยใช้อากาศเป็นตัวกลางในการสื่อสารนั้น ก็มีข้อจำกัดบางประการเหมือนกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเรื่องความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่รับส่งกัน ซึ่งมีโอกาสผิดพลาดหรือสูญหายได้เหมือนกัน เนื่องจากในการถ่ายเทข้อมูลนั้นไม่ได้ใช้สายสัญญาณเป็นตัวกลางในการรับส่งข้อมูล

5.2 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) ในปัจจุบันไม่มีพอร์ตที่สนับสนุนการใช้งานแบบ RS232 ดังนั้นในการนำไปใช้งานจึงควรมีสาย Converter RS232→USB เพื่อต่อเข้ากับช่องพอร์ต USB ของตัวคอมพิวเตอร์แบบพกพา ซึ่งจะทำให้สะดวกในการเคลื่อนย้ายเพื่อนำไปใช้งานกว่าการใช้คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- ระบบแสดงผลแบบไร้สาย, Wireless Monitoring System, ปพ. ก676ร 2549
- ไมโครคอนโทรลเลอร์และการประยุกต์ใช้งาน MCS-51
- www.semi-shop.com/knowledge/knowledge.html
- www.adisak51.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Source Code

```
;
;     _____________
;   PW --|P52        P51|-- T_LED1
;      --|P53        P50|-- R_LED2
;      --|TCC      OSCI|--
;      --|/RST     OSCO|--
;      --|VSS       VCC|--
; KEY_1 --|P60       P67|-- CS
; KEY_2 --|P61       P66|-- DR1
;    --|P62       P65|-- CLK1
;   CE --|P63       P64|-- DATA
;     |_____________|
;       EM78P156E
;
;---------------------------------
TCC EQU 0X1
P5 EQU 0X5
P6 EQU 0X6
FLAG EQU 0X1F
BYTE EQU 0X1E
R0 EQU 0X1D
DLY_REG EQU 0X1C
KEY_REG EQU 0X1B
TIMER_REG EQU 0X1A
;--------------------------------
ORG 0X0
JMP RESET
JMP INT_0
ORG 0X8
JMP INT_1
RF_CONFIG_TABLE:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MOV A,R0
ADD 0X2,A
RETL 0X8E ;TEST
RETL 0X08
RETL 0X1C
RETL 0X20 ;DATA2_W
RETL 0X0D0 ;DATA1_W
RETL 0X0BB ;ADDR2
RETL 0X0BB
RETL 0X0BB
RETL 0X0BB
RETL 0X0BB
RETL 0X12 ;ADDR1
RETL 0X34
RETL 0X56
RETL 0X78
RETL 0X9A
RETL 0X0A1 ;ADDR_W/CRC
RETL 0X53 ;RF-PROGRAMMING
RETL 0X02
;-------------------------------------
ADDRESS_TABLE: MOV A,R0
ADD 0X2,A
RETL 0X12 ;ADDR1
RETL 0X34
RETL 0X56
RETL 0X78
RETL 0X9A
;-------------------------------------
RESET:
MOV A,@0X0
IOW 0XF
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
IOW 0XE
MOV A,@0X0FF
IOW 0XB
MOV A,@0X0F8
IOW 0XD
MOV A,@0X08 ;P5,0-LED P5,1-LED P5,2-PW
P5,3-CRYSTALL_SLECT
IOW 0X5
MOV A,@0X47 ;P6,0-KEY P6,1-KEY P6,2-KEY
P6,3-CE
IOW 0X6 ;P6,4-DATA P6,5-CLK1 P6,6-DR1 P6,7-CS
BC P6,3 ;CE
BC P6,7 ;CS
MOV A,@0X0D ;WDT
CONTW
MOV A,@0X80
IOW 0XE ;WATCHDOG ENABLE
MOV A,@0X2F
MOV 0X3F,A
MOV A,@0X10
MOV 0X4,A
CLEAR_REG: CLR 0X0
INC 0X4
DJZ 0X3F
JMP CLEAR_REG
MOV A,@0X3
MOV 0X10,A
S_LED_TEST:
MOV A,@0X0FF
MOV 0X11,A
S_LED_TEST1:
CALL DELAY1MS
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CALL DELAY1MS
WDTC
JBS 0X11,7
JMP S_LED_OFF
BS P5,0 ;LED
BS P5,1 ;LED
JMP S_SKIP
S_LED_OFF:
BC P5,0 ;LED
BC P5,1 ;LED
S_SKIP:
DJZ 0X11
JMP S_LED_TEST1
DJZ 0X10
JMP S_LED_TEST
; ENI
;=============================================
;======== MAIN PROGRAM ========
;=============================================
MAIN_LOOP:
BS P5,2 ;PW
BC P5,0 ;R_LED
BC P5,1 ;T_LED
BC P6,3 ;CE
CALL DELAY1MS
MOV A,P6
AND A,@0X07
MOV KEY_REG,A
JBC P5,3 ;CRYSTALL SELECT<0-16M 1-20M>
BS KEY_REG,3
MOV A,KEY_REG
AND A,@0X03
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
XOR A,@0X0
JBC 0X3,2 ;Z
JMP T_MODEL
MOV A,KEY_REG
AND A,@0X03
XOR A,@0X1
JBC 0X3,2 ;Z
JMP R_MODEL
MOV A,KEY_REG
AND A,@0X03
XOR A,@0X03
JBC 0X3,2 ;Z
JMP SLEEP_MODEL
JMP MAIN_LOOP
;=============================================
T_MODEL:
BC P5,0 ;R_LED
BC P5,1 ;T_LED
CALL DATA_PRO
MOV A,@0X1C ;TX_ON RX_OFF
MOV 0X22,A
MOV A,@0X4F ;250K 0db
JBC P6,2 ;<0-250K 1-1000K>
MOV A,@0X6F
MOV 0X30,A
MOV A,@0X14 ;2410
MOV 0X31,A
CALL RF_CONFIG
CALL DELAY200US
CALL RF_CONFIG
CALL DELAY200US
T_LOOP:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BS P5,1 ;T_LED
CALL RF_SEND
CALL DELAY1MS
CALL DELAY1MS
CALL DELAY1MS
CALL DELAY1MS
CALL DELAY1MS
CALL DELAY1MS
CALL DELAY1MS
CALL DELAY1MS
CALL DELAY1MS
WDTC
MOV A,P6
AND A,@0X07
MOV BYTE,A
JBC P5,3 ;KEY
BS BYTE,3
MOV A,BYTE
XOR A,KEY_REG
JBC 0X3,2 ;Z
JMP T_LOOP
BC P5,1 ;T_LED
JMP MAIN_LOOP
;=============================================
R_MODEL:
BC P5,0 ;R_LED
BC P5,1 ;T_LED
CALL DATA_PRO
MOV A,@0X1F ;TX_OFF RX_ON
MOV 0X22,A
MOV A,@0X4F ;250K 0db
JBC P6,2 ;<0-250K 1-1000K>
MOV A,@0X6F
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MOV 0X30,A
MOV A,@0X15 ;2410
MOV 0X31,A
CALL RF_CONFIG
MOV A,@0X10
MOV 0X13,A
BS P6,3 ;CE
CLR TCC
BC 0XF,0 ;TIMER FLAG
MOV A,@0X1
IOW 0XF ;TIMER INTERRUPT ENABLE
R_SP1:
BC P5,0 ;R_LED
R_LOOP1:
MOV A,@0X060
MOV TIMER_REG,A
BC FLAG,0 ;INTERRUPT FLAG
DJZ 0X13
JMP R_LOOP
JMP R_MODEL
R_LOOP:
WDTC
JBC FLAG,0 ;INTERRUPT FLAG
JMP R_SP1
MOV A,P6
AND A,@0X7
MOV BYTE,A
JBC P5,3 ;KEY
BS BYTE,3
MOV A,BYTE
XOR A,KEY_REG
JBS 0X3,2 ;Z
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
JMP R_RET
JBS P6,6 ;DR1
JMP R_LOOP
BS P5,0 ;R_LED
MOV A,@0X10
MOV 0X13,A
CALL RF_RECEIVE
CALL DELAY1MS
JMP R_LOOP1
R_RET:
BC P6,3 ;CE
BC P5,0
MOV A,@0X0
IOW 0XF
JMP MAIN_LOOP
;=============================================
SLEEP_MODEL:
CALL DATA_PRO
BC P5,0 ;R_LED
BC P5,1 ;T_LED
CALL DATA_PRO
MOV A,@0X1E ;TX_OFF RX_OFF
MOV 0X22,A
MOV A,@0X4C ;250K 0db
JBC P6,2 ;<0-250K 1-1000K>
MOV A,@0X6C
MOV 0X30,A
MOV A,@0X15 ;2410
MOV 0X31,A
CALL RF_CONFIG
BC P5,2 ;PW
S_LOOP:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CALL DELAY1MS
WDTC
MOV A,P6
AND A,@0X07
MOV BYTE,A
JBC P5,3 ;KEY
BS BYTE,3
MOV A,BYTE
XOR A,KEY_REG
JBC 0X3,2 ;Z
JMP S_LOOP
JMP MAIN_LOOP
;=============================================
DATA_PRO:
MOV A,@0X20
MOV 0X4,A
CLR R0
MOV A,@0X12 ;18
MOV 0X10,A
DATA_LOOP:
CALL RF_CONFIG_TABLE
MOV 0X0,A
INC R0
INC 0X4
DJZ 0X10
JMP DATA_LOOP
RET
;=============================
;===== RF CONFIG SUBROUTINE =====
;=============================
RF_CONFIG:
BC P6,3 ;CE
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BS P6,7 ;CS
CALL DELAY200US
MOV A,@0X12 ;18
MOV 0X10,A
MOV A,@0X20
MOV 0X4,A
RF_CONF_BYTE_LP:
MOV A,@0X8
MOV 0X11,A
MOV A,0X0
MOV BYTE,A
RF_CONF_BIT_LP:
BC P6,5 ;CLK1
JBS BYTE,7
BC P6,4 ;DATA
JBC BYTE,7
BS P6,4 ;DATA
RLC BYTE
BS P6,5 ;CLK1
DJZ 0X11
JMP RF_CONF_BIT_LP
INC 0X4
DJZ 0X10
JMP RF_CONF_BYTE_LP
CALL DELAY5US
BC P6,5 ;CLK1
BC P6,7 ;CS
RET
;=============================
;======= RF SEND SUBROUTINE ======
;=============================
RF_SEND:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BC P6,7 ;CS
BS P6,3 ;CE
CALL DELAY5US
CALL DELAY5US
CLR R0
MOV A,@0X5 ;ADDRESS BIT 5*8=40 BIT
MOV 0X10,A
RF_S_ADD_BYTE:
CALL ADDRESS_TABLE
MOV BYTE,A
MOV A,@0X8
MOV 0X11,A
RF_S_ADD_BIT:
BC P6,5 ;CLK1
JBS BYTE,7
BC P6,4 ;DATA
JBC BYTE,7
BS P6,4 ;DATA
RLC BYTE
BS P6,5 ;CLK1
DJZ 0X11
JMP RF_S_ADD_BIT
INC R0
DJZ 0X10
JMP RF_S_ADD_BYTE
MOV A,@0X1A ;208 BIT DATA
MOV 0X10,A
RF_S_D_BYTE:
MOV A,@0X8
MOV 0X11,A
MOV A,@0X037
MOV BYTE,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
RF_S_D_BIT:
BC P6,5 ;CLK1
JBS BYTE,7
BC P6,4 ;DATA
JBC BYTE,7
BS P6,4 ;DATA
RLC BYTE
BS P6,5 ;CLK1
DJZ 0X11
JMP RF_S_D_BIT
DJZ 0X10
JMP RF_S_D_BYTE
CALL DELAY5US
BC P6,5 ;CLK1
BC P6,3 ;CE
RET
;=============================================
;======= RF RECEIVE SUBROUTINE ========
;=============================================
RF_RECEIVE:
BC P6,7 ;CS
BC P6,3 ;CE
CALL DELAY5US
CALL DELAY5US
MOV A,@0X20
MOV 0X4,A
MOV A,@0X1A ;208 bit
MOV 0X10,A
CLR BYTE
RF_BYTE_LP:
MOV A,@0X8
MOV 0X11,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
RF_BIT_LP:
RLC BYTE
BS P6,5 ;CLK1
JBS P6,4 ;DATA
BC BYTE,0
JBC P6,4 ;DATA
BS BYTE,0
BC P6,5 ;CLK1
DJZ 0X11
JMP RF_BIT_LP
INC 0X4
DJZ 0X10
JMP RF_BYTE_LP
CALL DELAY5US
CALL DELAY5US
BS P6,3 ;CE
RET
;=============================================
;========== DELAY1MS SUBROUTINE ==========
;=============================================
DELAY1MS:
MOV A,@0X0FF
JMP DLY_SKIP
DELAY200US:
MOV A,@0X32
JMP DLY_SKIP
DELAY5US:
MOV A,@0X1
DLY_SKIP:
MOV DLY_REG,A
DLY_LOOP:
NOP
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
NOP
NOP
DJZ DLY_REG
JMP DLY_LOOP
RET
;=============================================
;======== INTERRUPT SUBROUTINE ========
;=============================================
INT_0:
INT_1:
BC 0XF,0 ;TIMER FLAG
DJZ TIMER_REG
JMP INT_RET
BS FLAG,0 ;INTERRUPT FLAG
INT_RET:
RETI
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้