การสื่อสารข้อมูลผ่านระบบวิทยุสมัครเล่น

DATA COMMUNICATION VIA RADIO AMATEUR SYSTEM

โดย
นายจิระศักดิ์ ปิไชยญาณ
นายวีรวงศ์ โลหะยืนยงสุข

วัน เดือน ปี 1 ตค 2541
เลขทะเบียน 038320
เลขเรียกหนังสือ T 54340 .ว525ก.

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2539

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
038320

ปีการศึกษา 2539

การสื่อสารข้อมูลผ่านระบบวิทยุสมัครเล่น

DATA COMMUNICATION VIA RADIO AMATEUR SYSTEM

โดย

นายจิระศักดิ์ ปีไชยญาณ 37013286

นายวีรวงศ์ โลหะยืนยงสุข 37013309

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์สมศักดิ์ มิตะถา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2539

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การสื่อสารข้อมูลผ่านระบบวิทยุสมัครเล่น

DATA COMMUNICATION VIA RADIO AMATEUR SYSTEM

ผู้จัดทำ นายจิระศักดิ์ ปิไชยญาณ 37013286

นายวีรวงศ์ โลหะยืนยงสุข 37013309

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์สมศักดิ์ มิตะถา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสื่อสารข้อมูลผ่านระบบวิทยุสมัครเล่น

นายจิระศักดิ์ ปีไชยญาณ
นายวุ่รวงศ์ โลหะยืนยงสุข
อาจารย์ สมศักดิ์ มิตะถา
ปีการศึกษา 2539

บทคัดย่อ

การสื่อสารข้อมูลผ่านระบบวิทยุสมัครเล่น เป็นการพัฒนาซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ เพื่อนำคอมพิวเตอร์มาใช้ประโยชน์ในด้านการสื่อผ่านระบบวิทยุสมัครเล่น ในรูปแบบของโครงข่ายการสื่อสารข้อมูลไร้สาย ซึ่งจะประกอบไปด้วยการใช้คอมพิวเตอร์ โมเด็ม และเครื่องวิทยุสื่อสารเข้าด้วยกัน

ปริญญานิพนธ์นี้ประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ ฮาร์ดแวร์ ซึ่งเป็นโมเด็มขนาด 1200 บิทต่อวินาที และซอฟต์แวร์การรับส่งสื่อสารข้อมูล ซึ่งสามารถทำงานได้ 5 รูปแบบ คือ แบบ ติดต่อสื่อสารระหว่างกลุ่มสถานี แบบการติดต่อสื่อสารระหว่างสถานี แบบรับส่งแฟ้มข้อมูล แบบรับฝากจดหมายหรือข้อความ และแบบรับส่งด้วยรหัสมอร์ส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DATA COMMUNICATION VIA RADIO AMATEUR SYSTEM

Jirasak Pichaiyan

Veerawong Lohayuenyongsoong

Professor Somsak Mitatha Advisor

1996

Abstract

Data communication via radio amateur system is the development of software and hardware for communication via radio amateur system. The model of wireless data communication network consists of microcomputer, modems and FM transceiver

The first one is hardware concerning about the 1200 bps modems. The second one is software concerning about the data transferring program which can be used 5 function are multi users mode, user to user mode, files mode, mail mode and morse mode

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 วัตถุประสงค์	1
1.2 กิจการวิทยุสมัครเล่น	1
1.3 คุณสมบัตินักวิทยุสมัครเล่น	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 การสื่อสารข้อมูล	3
2.1.1 การมอดูเลตทางแอมปลิจูด	3
2.1.2 การมอดูเลตทางความถี่	3
2.1.3 การมอดูเลตทางเฟส	3
2.2 รหัสมอร์ส	4
2.2.1 ช่วงเวลาของสัญญาณรหัสมอร์ส	4
2.3 ระบบ BELL	5
2.4 ระบบ CCITT	5
2.5 การมอดูเลตทางความถี่	7
2.5.1 การส่งแบบ FSK	7
2.5.2 แบนวิดท์ของ FSK	8
2.5.3 การดีมอดูเลต FSK	11
บทที่ 3 การออกแบบและการสร้าง	12
3.1 การออกแบบฮาร์ดแวร์	12
3.1.1 การออกแบบโมเด็ม	12
3.1.2 บล็อกไดอะแกรมภาคส่ง	13
3.1.3 บล็อกไดอะแกรมภาครับ	14
3.1.4 ลักษณะวงจรที่ใช้งาน	15
3.2 การออกแบบระบบซอฟต์แวร์	17
3.2.1 โปรแกรมหลัก	17
3.2.2 ส่วนการติดตั้งคอลซายน์	19
3.2.3 การติดตั้งพอร์ต	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.2.4 การฝากข้อความหรือจดหมาย 21

3.2.5 การส่งข้อความหรือจดหมาย 22

3.2.6 การแสดงรายการจดหมาย 24

3.2.7 การส่งแฟ้มข้อมูล 27

3.2.8 การรับแฟ้มข้อมูล 29

3.2.9 การรับส่งข้อมูลด้วยรหัสมอร์ส 30

3.3 การกำหนดโปรโตคอลการส่งข้อมูล 32

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 35

4.1 การทดสอบฮาร์ดแวร์ 35

4.2 การทดสอบโปรแกรมกับฮาร์ดแวร์ 38

4.2.1 ทดสอบการส่งข้อมูลระหว่างกลุ่มสถานี 38

4.2.2 ทดสอบการส่งข้อมูลที่ใช้ระหว่างคู่สถานี 39

4.2.3 ทดสอบการส่งแฟ้มข้อมูล 40

4.2.4 ทดสอบรับแฟ้มข้อมูล 41

4.2.5 ทดสอบการส่งข้อความหรือจดหมาย 42

4.2.6 ทดสอบการรับข้อความหรือจดหมาย 43

4.2.7 ทดสอบการส่งแบบรหัสมอร์ส 44

4.2.8 ทดสอบการรับข้อมูลที่ส่งมาแบบรหัสมอร์ส 44

4.2.9 สรุปการทดลองรับส่งข้อมูลทุกโหมดการทำงาน 45

บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุป 46

5.1 ข้อดีของการวิจัย 46

5.2 ข้อเสียของการวิจัย 46

5.3 แนวทางในการพัฒนาต่อ 47

ภาคผนวก ก.

ภาคผนวก ข.

กิตติกรรมประกาศ

หนังสืออ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่		หน้า
2.1	แสดงการมอดูเลตที่ใช้ในการสื่อสาร	4
2.2	ช่วงเวลาของรหัสมอร์ส	4
2.3	ความถี่ของโมเด็ม Bell 202	5
2.4	ความถี่ของโมเด็ม CCITT V.23 (600 Baudes)	6
2.5	ความถี่ของโมเด็ม CCITT V.23 (1200 Bauds)	6
2.6	การส่งข้อมูลไบนารีด้วย FSK	7
2.7	การมอดูเลตแบบ FSK	8
2.8	แสดงไซแบนด์ที่ดัชนีการมอดูเลตค่าต่าง ๆ (Bassel function)	10
2.9	แสดงค่าดัชนีการมอดูเลต	10
2.10	เฟสล็อคลูป FSK ดีมอดูเลต	11
3.1	การอินเตอร์เฟสคอมพิวเตอร์กับเครื่องรับส่งวิทยุ	12
3.2	บล็อกไดอะแกรมของการทำงานภาคส่ง	13
3.3	บล็อกไดอะแกรมของการทำงานภาครับ	14
3.4	แสดงรูปวงจรสมบูรณ์ของโมเด็ม	15
3.5	แสดงบล็อกไดอะแกรมของไอซี TCM 3105	15
3.6	แสดงรายละเอียดของโปรแกรมหลัก	17
3.7	แสดงหน้าจอของโปรแกรมหลัก	18
3.8	แสดงรายละเอียดของ Setup Call Sign	19
3.9	แสดงลักษณะของ Setup Call Sign	19
3.10	แสดงรายละเอียดของ Setup Port	20
3.11	แสดงลักษณะของ Setup Port	20
3.12	แสดงรายละเอียดของ Main Mail	21
3.13	แสดงลักษณะของ Main Mail	21
3.14	แสดงรายละเอียดของ Send Mail	22
3.15	แสดงรายลักษณะของ Send Mail	23
3.16	แสดงรายละเอียดของ View Mail	24
3.17	แสดงลักษณะของ View Mail	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.18 แสดงลักษณะของ Read Mail	26
3.19 แสดงรายละเอียดของการส่งแฟ้มข้อมูล	27
3.20 แสดงลักษณะการส่งแฟ้มข้อมูล	28
3.21 แสดงลักษณะการรับแฟ้มข้อมูล	28
3.22 แสดงรายละเอียดการรับแฟ้มข้อมูล	29
3.23 แสดงรายละเอียดการส่งข้อมูลด้วยรหัสมอร์ส	30
3.24 แสดงรายละเอียดการรับข้อมูลด้วยรหัสมอร์ส	31
3.25 แสดงลักษณะการรับส่งข้อมูลด้วยรหัสมอร์ส	31
3.26 Contact and Multi contect frame Format	32
3.27 Call setup and Call clear mail data frame format	32
3.28 Call setup and call clear send file	32
3.29 Data exchange file data	32
3.30 Call exchange mail data frame format	33
4.1 การเซตพอร์ตในการทดสอบฮาร์ดแวร์	35
4.2 แสดงหน้าจอกรณีที่ความถี่ทางเครื่องรับส่งตรงกัน	36
4.3 แสดงการเซตความเร็ว	37
4.4 แสดงการรับข้อมูลกรณีเปลี่ยนความเร็วเป็น 2400 บอด	37
4.5 ทดสอบส่งข้อมูลแบบ multi user	38
4.6 ทดสอบการส่งข้อมูล two user	39
4.7 ทดสอบการส่งแฟ้มข้อมูล	40
4.8 ทดสอบการรับแฟ้มข้อมูล	41
4.9 ทดสอบการส่ง mail	42
4.10 รูปแบบแสดงรายละเอียดของจดหมายแต่ละฉบับ	43
4.11 ทดสอบการรับ mail	43
4.12 ทดสอบการส่งข้อมูลเป็นรหัสมอร์ส	44
4.13 ทดสอบการรับข้อมูลที่ส่งมาเป็นรหัสมอร์ส	44
4.14 ทดสอบทุกโหมดการทำงานในระยะห่างระหว่างสถานี 5 เมตร	45
4.15 ทดสอบทุกโหมดการทำงานในระหว่างชั้นของอาคาร	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

เนื่องจากปัจจุบัน กิจการวิทยุสมัครเล่นได้เข้ามามีบทบาทในการช่วยเหลือบำบัด และแก้ปัญหาทุกข์สุขของสังคมมากขึ้น แต่เนื่องจากเมื่อมีข้อความที่ต้องการสื่อสารมากก็ใช้เวลามากหรือในกรณีที่เกิดมีสัญญาณรบกวนมากๆ การติดต่อสื่อสารทำได้ลำบาก นอกจากนั้นการสื่อสารด้วยคำพูดบางครั้งไม่ชัดเจน ด้วยเหตุนี้ทำให้นำความสามารถของคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้งานเพื่อเพิ่มความเร็วและลดความผิดพลาดน้อยลง

นอกจากนี้สามารถทำเป็นระบบเครือข่ายที่สามารถติดต่อสื่อสารข้อมูลระหว่างกันได้

1.1 วัตถุประสงค์

1.1.1 สามารถใช้คอมพิวเตอร์ มาประยุกต์ใช้กับกิจการวิทยุสมัครเล่น

1.1.2 สามารถเป็นเครือข่ายสำรองในยามฉุกเฉิน หรือเกิดภัยพิบัติ

1.1.3 จำลองการติดต่อสื่อสารด้วยรหัสมอร์ส

1.1.4 ใช้งานช่องความถี่สัญญาณให้คุ้มค่ามากที่สุด

1.1.5 เป็นแนวทางในการพัฒนาการสื่อสารแบบไร้สายอีกรูปแบบหนึ่ง

1.2 กิจการวิทยุสมัครเล่น

เป็นกิจการที่กำหนดไว้ในข้อบังคับวิทยุระหว่างประเทศโดยจะมีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะเปิดโอกาสให้กับบุคคลที่มีความสนใจที่จะศึกษาค้นคว้าหาความรู้ในเรื่องการติดต่อสื่อสารด้วยคลื่นวิทยุเป็นการพัฒนาความรู้เชิงวิชาการ เกี่ยวกับเครื่องรับ-ส่ง สายอากาศ สายนำสัญญาณ การแพร่กระจายของคลื่นวิทยุ โดยไม่เกี่ยวกับผลประโยชน์ที่จะตอบแทนเป็นเงิน ธุรกิจการค้าและไม่เกี่ยวข้องกับการเมือง ผลพลอยได้จากการกิจการวิทยุสมัครเล่นที่นักวิทยุสมัครเล่นได้รับมีหลายประการ เช่น ส่งเสริมการพัฒนาคุณภาพชีวิต สร้างความเข้าใจที่ในหมู่นักวิทยุสมัครเล่นด้วยกัน รวมทั้งช่วยเหลือสังคมตามแต่เวลา และโอกาสที่เหมาะสมทั้งในยามปกติ หรือยามฉุกเฉิน และช่วยสร้างความมั่นคงให้กับประเทศชาติ

1.3 คุณสมบัติของนักวิทยุสมัครเล่นที่ดี 6 ประการ

คุณสมบัติที่ได้มีการเผยแพร่จนเป็นที่ยอมรับในวงการวิทยุสมัครเล่นทั่วไป ซึ่งเป็นผลงานของนักวิทยุสมัครเล่นชาวอเมริกันชื่อนาย พอล เอ็ม ซีกัล สัญญาณเรียกขาน W9EEA และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมาคมวิทยุสมัครเล่นของอเมริกา (ARRL) ได้นำมาตีพิมพ์เผยแพร่ในหน้าแรกของเนื้อหาในหนังสือ RADIO AMTEUR'S HANSBOOK มาทุกปี ข้อความมีดังนี้

ข้อ 1 นักวิทยุสมัครเล่นต้องคำนึงถึงผู้อื่น เขาจะไม่ออกอากาศในลักษณะที่ตั้งใจไปลดทอนความพึงพอใจของผู้อื่น

ข้อ 2 นักวิทยุสมัครเล่นต้องเป็นผู้ที่รักต่อกิจการ เขาจะมอบความจริงใจ ให้การส่งเสริมและให้หารสนับสนุนแก่เพื่อนนักวิทยุสมัครเล่น แก่ชมรมและสมาคมในท้องถิ่นซึ่งเป็นผู้แทนของกิจการวิทยุสมัครเล่น

ข้อ 3 นักวิทยุสมัครเล่นเป็นผู้ที่รักความก้าวหน้า เขาจะพยายามปรับปรุงสถานีให้ทันสมัยตลอดเวลาสถานีจะถูกสร้างอย่างดีและมีประสิทธิภาพ

ข้อ 4 นักวิทยุสมัครเล่นเป็นผู้มีอัธยาศัย เขายินดีที่จะส่งข้อความอย่างช้าๆ และด้วยอารมณ์เย็นเมื่อได้รับการร้องขอ ให้คำแนะนำ และให้คำปรึกษาอย่างมีอัธยาศัย ให้ความช่วยเหลืออย่างเอื้ออารี ให้ความร่วมมือ และคำนึงถึงความสนใจของผู้อื่น สิ่งเหล่านี้แสดงถึงความมีวิญญาณของนักวิทยุสมัครเล่น

ข้อ 5 นักวิทยุสมัครเล่นเป็นผู้มีดุลยภาพ วิทยุสมัครเล่นเป็นงานอดิเรกของเขา เขาจึงไม่ทำให้กิจการวิทยุสมัครเล่นมารบกวนภาวะหน้าที่ใดๆที่เขามีพันธะต่อครอบครัว ต่ออาชีพของเขา ต่อสถาบันการศึกษาของเขา หรือต่อชุมชนของเขา

ข้อ 6 นักวิทยุสมัครเล่นเป็นผู้มีความรักชาติเขาพร้อมเสมอที่จะใช้ความรู้ความสามารถและใช้สถานีของเขา เพื่อประเทศชาติ

ดังนั้นอนาคตของกิจการวิทยุสมัครเล่นจะเป็นอย่างไร!! จะพัฒนาไปในทางที่ถูกต้อง หรือจะถูกชักจูงจนเบี่ยงเบนไปจากวัตถุประสงค์ของกิจการวิทยุสมัครเล่น ก็ขึ้นอยู่กับนักวิทยุสมัครเล่นจะมีจิตสำนึก และมีวิญญาณของนักวิทยุสมัครเล่นมากน้อยเพียงไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 การสื่อสารข้อมูล

การสื่อสารข้อมูล หมายถึง การแลกเปลี่ยนข่าวสารระหว่างอุปกรณ์ปลายทางโดยอาศัยสายสัญญาณ หรือตัวกลางอื่น ๆ โดยลักษณะของข้อมูลเป็นข้อมูลดิจิตอลและเข้ารหัสเป็นมาตราฐาน เช่น รหัสแอสกี (ASCII) ในการสื่อสารจะต้องทำการแปลงข้อมูลดิจิตอลให้เป็นสัญญาณอนาลอกก่อนที่จะส่ง แล้วต้องทำการแปลงสัญญาณแอนาลอกกลับมาเป็นข้อมูลดิจิตอลที่ปลายทาง วิธีการแปลงสัญญาณที่มักใช้กันก็คือ การมอดูเลตและดีมอดูเลต การมอดูเลตที่ใช้ในการสื่อสารข้อมูลจะมี 3 วิธี แสดงดังรูปที่ 2.1

2.1.1 การมอดูเลตทางแอมปลิจูด (Amplitude Shift Keying ; ASK)

วิธีนี้จะควบคุมสัญญาณซายน์ความถี่คงที่ให้มีขนาดของสัญญาณเปลี่ยนแปลงตามระดับลอจิกของลอจิก ทั้งภาคมอดูเลตและดีมอดูเลตมีวงจรที่ง่ายและราคาถูก แต่มีข้อเสียคือข้อมูลที่รับเข้ามาทางปลายทางจะผิดพลาดได้ง่าย อันเนื่องมาจากสัญญาณรบกวนที่มีผลต่อขนาดของสัญญาณ และวงจรภาครับจะต้องมีวงจรขยายเพื่อชดเชยการลดทอนในสายส่งโดยอัตโนมัติอีกทั้งมีอัตราการส่งข้อมูลที่ไม่สูงนัก

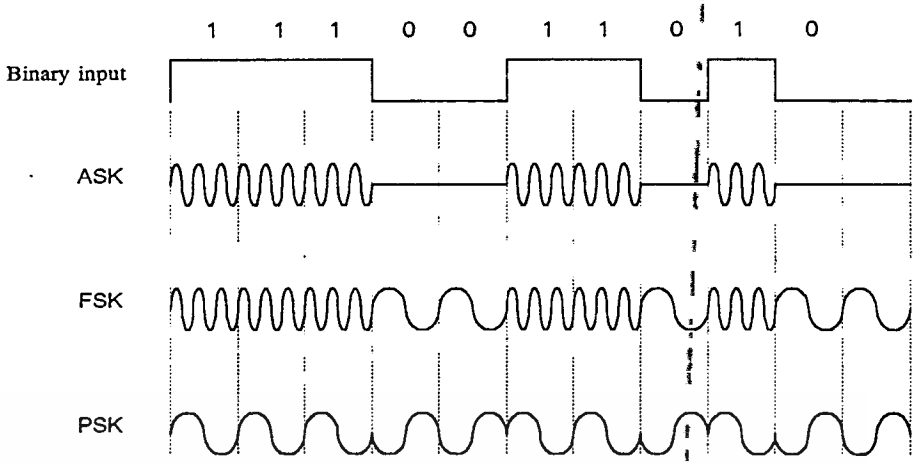
2.1.2 การการมอดูเลตทางความถี่ (Frequency Shift Keying ; FSK)

วิธีการนี้ใช้ระดับสัญญาณดิจิตอลไปควบคุมความถี่ของสัญญาณที่จะส่งออกจากวงจรมอดูเลเตอร์ ดังนั้นสัญญาณที่ส่งออกจากวงจรมอดูเลเตอร์ต้องมี 1 ความถี่ใน 2 ความถี่ (fo) อัตราการส่งข้อมูลวิธีนี้ต่ำพอๆ กับวิธีการมอดูเลตทางแอมปลิจูดในกรณีที่แบนวิดท์ของสายส่งไม่เกิน 3.4 กิโลเฮิรตซ์ และมีอัตราการส่งไม่เกิน 1200 บิทต่อวินาที อันเนื่องมาจากข้อจำกัดของภาครับ

2.1.3 การมอดูเลตทางเฟส (Phase Shift Keying ; PSK)

วิธีการนี้จะส่งสัญญาณที่มีความถี่เดียวออกไป ถ้าข้อมูลมีการเปลี่ยนจาก 1 เป็น 0 หรือ 0 เป็น 1 เฟสของสัญญาณในไซเคิลถัดไปจะเป็นตรงกันข้าม (180 องศา) อัตราการส่งข้อมูลด้วยวิธีนี้จะสูงกว่าทั้งสองวิธีคือ มากกว่า 1200 บิทต่อวินาที วงจรของภาครับภาคส่งจะยุ่งยากมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



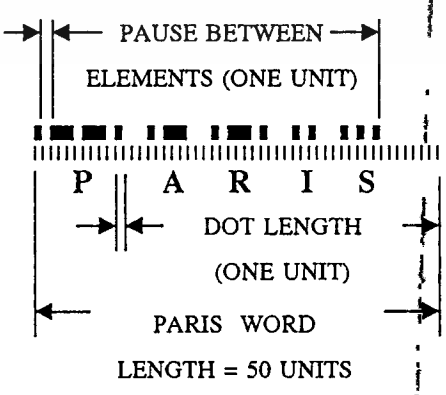
รูปที่ 2.1 แสดงการมอดูเลตที่ใช้ในการสื่อสาร

2.2 รหัสมอร์ส

ถูกประดิษฐ์ขึ้นโดย Samuel F.B.Morse จะประกอบไปด้วยความยาวพัลซ์ที่ไม่เท่ากัน คือ พัลซ์สั้น (short pulse) เรียกว่า dot (ออกเสียง dit) และพัลซ์ยาว (long pulse) เรียก dash (ออกเสียง dah) การรวมตัวของดอท (dots) และดีซ (dashes) จะเกิดเป็นตัวอักษร ตัวเลขขึ้นมา

2.2.1 ช่วงเวลาของสัญญาณรหัสมอร์ส

พื้นฐานของเวลาในรหัสมอร์ส คือระยะเวลาของ dash จะเป็น 3 ช่วงเวลาของ dot และ space ระหว่างตัวอักษร (characters) จะช่วงเวลาเท่ากับ 3 dots เช่นเดียวกัน ส่วนช่องว่างระหว่างคำ (words) หรือกลุ่มคำ (groups) จะมีช่วงเวลาเท่ากับ 7 dots ความสัมพันธ์ทั้งหมดที่แสดงได้ในรูปที่ 2.2



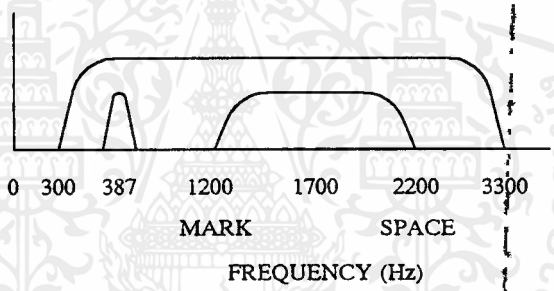
รูปที่ 2.2 ช่วงเวลาของรหัสมอร์ส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับความยาวของตัวอักษรจะแปรผันตามคุณสมบัติ เช่น อักษร E จะสั้นที่สุดเพราะใช้บ่อยที่สุดในภาษาอังกฤษ อักษรลำดับต่อมาที่ใช้บ่อยก็จะเป็น T,I และรหัสมอร์สที่มีความยาวมากที่สุดจะเป็นตัวที่ไม่ค่อยได้ใช้นานที่สุด

2.3 ระบบ Bell

Bell เป็นมาตราฐาน ที่กำหนดโดยองค์กรทางโทรศัพท์ของบริษัท Bell Laboratery มาตรฐานของ Bell ถูกกำหนดขึ้นเพื่อใช้ควบคุมโรงงานผู้ผลิตสินค้าที่ต้องการใช้ร่วมกับระบบของ Bell เนื่องจาก Bell เป็นหน่วยงานที่ใหญ่มากในสหรัฐ และมีส่วนแบ่งการขายในตลาดสูง ทำให้อุปกรณ์ที่จะใช้ร่วมกับระบบโทรศัพท์ของ Bell จะต้องเป็นไปตามมาตราฐานที่ Bell กำหนด แต่ระยะหลัง Bell ก็เริ่มผ่อนปรน แก้ไขข้อกำหนดของตนเองให้เข้ากับ CCITT ได้ แต่เฉพาะบางส่วนเท่านั้น



รูปที่ 2.3 ความถี่ของโมเด็ม Bell 202

- Bell 202

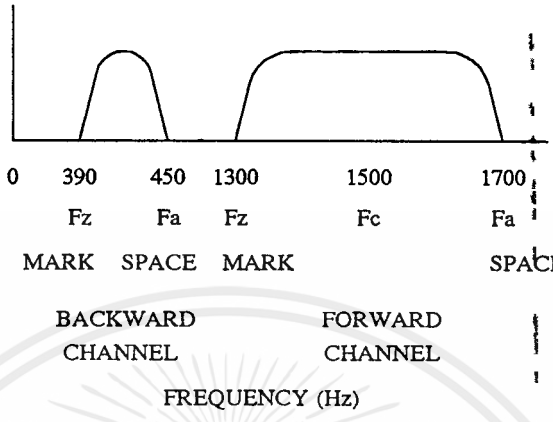
เป็น half-duplex modem ออกแบบสำหรับการส่งแบบ asynchronous, binary, serial data transmission ที่ความเร็ว 1200 บิตต่อวินาที โดยใช้การมอดูเลตทางความถี่ ที่ความถี่มาร์ค (mark frequencies) 1200 เฮิร์ต และความถี่สเปซ (space frequencies) 2200 เฮิร์ต

2.4 ระบบ CCITT (The Consoltative Committee in International Telegraphy and Telophony)

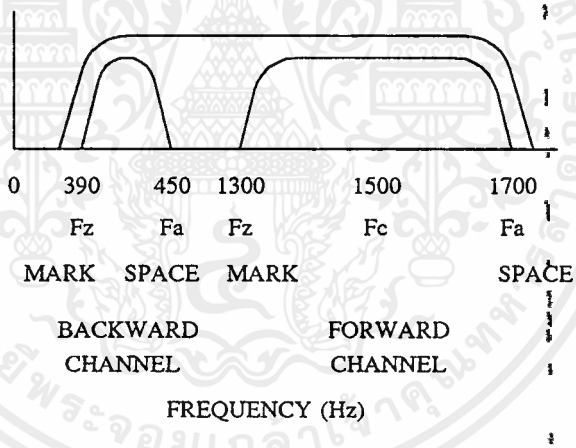
เป็นองค์กรสากลที่กำหนดมาตราฐานเกี่ยวกับการควบคุมระบบภาษี แนะนำมาตรฐานหรือกำหนดมาตรฐานของระบบสื่อสารระหว่างประเทศ ทั้งโทรเลขและโทรศัพท์ CCITT เป็นหน่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานหนึ่งของ International Telecommunication Union มีหน้าที่กำหนดมาตราฐานทางด้านการสื่อสารข้อมูล



รูปที่ 2.4 ความถี่ของโมเด็ม CCITT V.23 (600 Bauds)



รูปที่ 2.5 ความถี่ของโมเด็ม CCITT V.23 (1200 Baud)

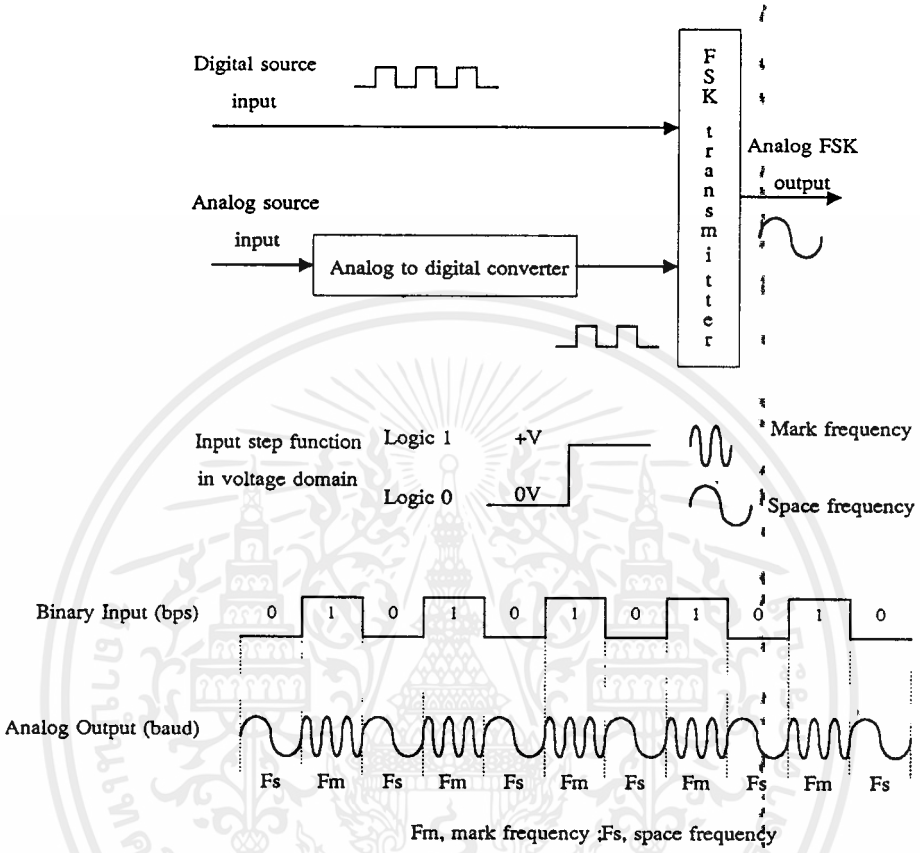
- V.23

จะมีลักษณะคล้ายกับ V.22 แต่รับส่งข้อมูลในแบบ half-duplex คือมีความเร็ว 1200 บิตต่อวินาที หรือลดความเร็วลงมาที่ 600 บิตต่อวินาที เป็นการใช้เทคนิคการผสมสัญญาณแบบ FSK ต่อใช้กับสายโทรศัพท์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การมอดูเลตทางความถี่ (Frequency Shift Keying (FSK))

2.5.1 การส่งแบบ FSK



รูปที่ 2.6 การส่งไบนารีด้วย FSK

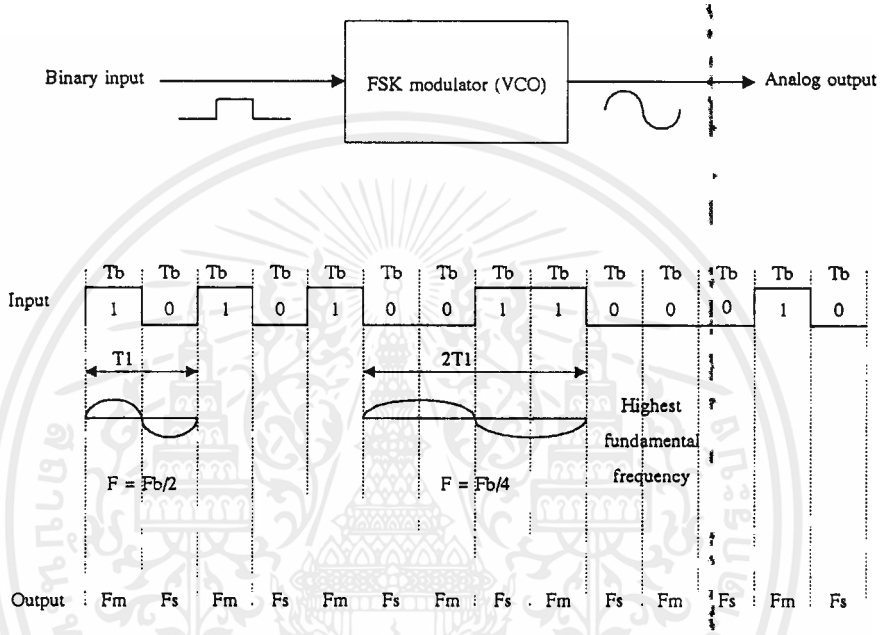
ตัวส่งสัญญาณ FSK จะมีความถี่กลาง (center frequency) หรือความถี่พาหะ (carrier frequency) เป็นการเลื่อน (shift) โดยข้อมูลที่เข้ามาจะเป็นแบบไบนารี มีหลักการคือ เมื่อข้อมูลที่เป็นสัญญาณดิจิตอลเข้ามา จึงทำให้ความถี่เกิดการเลื่อนหรือเบี่ยงเบนไปตามการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล ดังนั้นสัญญาณทางเอาต์พุตของตัวส่งสัญญาณ FSK จะอยู่ในรูปของความถี่ที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง (Frequency Continuous) เมื่อข้อมูลไบนารีด้านอินพุตเปลี่ยนแปลงจากสถานะลอจิก 0 ถึง ลอจิก 1 เอาต์พุตจะเลื่อนระหว่าง 2 ความถี่ คือ มาร์คหรือความถี่ลอจิก 1 และสเปซหรือความถี่ลอจิก 0

การเปลี่ยนแปลงหรือการเลื่อนของความถี่แต่ละครั้ง ความถี่ทางด้านเอาต์พุตที่เกิดจากเงื่อนไขของลอจิก ทางด้านอินพุตที่เปลี่ยนแปลง นั่นคืออัตราการเปลี่ยนแปลงสัญญาณเอาต์พุตจะเท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลงทางด้านอินพุต ในดิจิตอลมอดูเลชั่นนั้นอัตราการเปลี่ยนแปลงของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณด้านอินพุตของการมอดูเลต จะเรียกว่า อัตราบิต หรือ Bit Rate มีหน่วยเป็น บิตต่อวินาที (bps) ส่วนอัตราการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณด้านเอาต์พุตของการมอดูเลต เรียกว่า อัตราบอด หรือ Baud Rate ดังนั้นในการรับส่งข้อมูล อัตราบิตจะเท่ากับอัตราบอดเสมอ

2.5.2 แบนวิดท์ของ FSK



รูปที่ 2.7 การมอดูเลตแบบ FSK

FSK modulator ซึ่งเป็นหลักการเดียวกับ FM transmitter และเป็นหลักการของ Voltage Controlled Oscillator (VCO) จะเห็นว่าอัตราการเปลี่ยนแปลงที่เร็วที่สุดของสัญญาณอินพุตเกิดขึ้นเมื่อข้อมูลไบนารีสัญญาณ 1 และ 0 สลับกัน ก็คือ square wave ตามรูป 2.7 เป็นสัญญาณในช่วง T1 ความถี่หลักของคลื่นสี่เหลี่ยมจะมีค่าเท่ากับครึ่งหนึ่งของ bit rate ดังนั้นถ้าพิจารณาเฉพาะความถี่หลักเพียงอย่างเดียวแล้ว ความถี่สูงสุดของสัญญาณดิจิตอลที่ต้องการนำมามอดูเลตแบบ FSK จะเท่ากับครึ่งหนึ่งของ bit rate คือ ความถี่กลาง (Center Frequency Fo) ของ VCO จะอยู่ตำแหน่งกลางระหว่าง Mark Frequency (Fm) กับ Space Frequency (Fs)

ลอจิก 1 ด้านอินพุตจะเลื่อนความถี่ของ VCO จาก Fo ไปเป็น Fs จะเห็นว่าการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลไบนารีด้านอินพุตจาก 1 ไป 0 หรือจาก 0 ไป 1 จะทำให้ความถี่เอาต์พุตของ VCO เลื่อนหรือเบี่ยงเบนไปมาระหว่าง Fm กับ Fs เนื่องจากที่กล่าวมาแล้วว่า FSK นั้นคือการมอดูเลตแบบ FM ดังนั้นดัชนีการมอดูเลต (Modulate Index MI) ใน FSK จะทำได้จาก FM คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$MI = \Delta F / Fa$$

เมื่อ MI = ดัชนีการมอดูเลต

ΔF = การเบี่ยงเบนของความถี่ใดๆ จากความถี่กลาง (Hz)

Fa = ความถี่สัญญาณที่นำมามอดูเลต (Hz)

ค่า MI ที่ยอมให้มีได้สูงสุดคือ ค่า MI ที่ทำให้แบนวิดท์กว้างที่สุด ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อ การเบี่ยงแบนของความถี่ถูกมอดูเลตแล้วและความถี่ของสัญญาณที่นำมามอดูเลตมีค่าสูงสุด

ใน FSK มอดูเลต ค่า ΔF เป็นการเบี่ยงเบนของความถี่สูงสุด (Peak Frequency Deviation) ของสัญญาณที่ถูกมอดูเลตแล้ว ซึ่งมีค่าเท่ากับความแตกต่างระหว่าง Fo กับ Fm หรือ Fo กับ Fs ซึ่งก็คือ ครึ่งหนึ่งของความแตกต่างระหว่าง Fm กับ Fs นั่นคือ

$$Fo = \frac{(Fm - Fs)}{2}$$

การเบี่ยงเบนความถี่สูงสุดขึ้นอยู่กับขนาด หรือแอมพลิจูดของสัญญาณที่นำมามอดูเลต (สัญญาณดิจิตอล) เมื่อสถานะของลอจิกเป็น 1 ก็จะให้ค่าแรงดันออกมาค่าหนึ่งคงที่ตามสถานะ ดังนั้นความถี่เบี่ยงเบนของ FSK มอดูเลตจะเบี่ยงเบนคงที่ และอยู่ในระดับการเบี่ยงเบนของความถี่สูงสุดเสมอ Fa เป็นความถี่หลักของข้อมูลไบนารีด้านอินพุตซึ่งจะทำให้แบนวิดท์ กว้างที่สุดเมื่อ Fa = bit rate / 2 เท่านั้น เพราะฉะนั้นจะสามารถหาค่า MI ได้จาก

$$MI = \frac{\left|\frac{Fm - Fs}{2}\right|}{\frac{Fb}{2}} = \frac{|Fm - Fs|}{Fb}$$

เมื่อ

$\left|\frac{Fm - Fs}{2}\right|$ = ความถี่เบี่ยงแบนสูงสุด

$\frac{Fb}{2}$ = อัตราบิตของไบนารีอินพุต

ในการส่งสัญญาณ FM โดยทั่วๆ ไปความกว้างของแบนวิดท์จะแปรผันตรงกับค่า MI เช่นเดียวกับ FSK ที่ค่า MI โดยทั่วๆ ไปจะต้องมีค่าต่ำกว่า 1.0 เพื่อให้เป็น เอฟเอ็มแบบแคบ (Narrow band FM) ค่าแบนวิดท์ที่แคบที่สุดเรียกว่า Minimum Nyquist Bandwidth (fn) ตัวอย่าง เช่น การส่งข้อมูลแบบ FSK มี ความถี่กลาง (fo) = 7 Hz, fs = 6 Khz และ fm = 8 Khz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลไบนารีอินพุตมี bit rate = 2 Khz สามารถหา Fn ได้ดังนี้

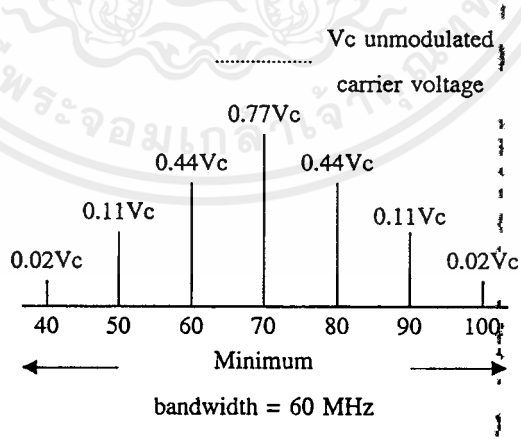
MI = (6 KHz - 8 KHz) / 2

MI = 1.0

MI	J0	J1	J2	J3	J4
0.00	1.00				
0.25	0.98	0.12			
0.50	0.94	0.24	0.03		
1.00	0.77	0.44	0.11	0.02	0.01
1.50	0.51	0.56	0.23	0.06	0.03
2.00	0.22	0.58	0.35	0.13	0.5

รูปที่ 2.8 แสดงไซแบนด์ที่ดัชนีการมอดูเลตค่าต่าง ๆ (Bassel Function)

จากตาราง Bassel Function ในตารางที่ 2.8 เมื่อ MI = 1.0 จะได้แถบความถี่ด้านข้าง (Sideband Frequency) ออกมาข้างละ 3 ความถี่ โดยแต่ละความถี่จะห่างจากความถี่กลาง (Fo) ช่วงละ 1 Khz (ซึ่งก็คือ Fb/2 เมื่อ Fb คือ bit rate = 2 Khz) สามารถเขียนความถี่เป็นสเปคตรัมความถี่ได้ดังรูปที่ 2.9



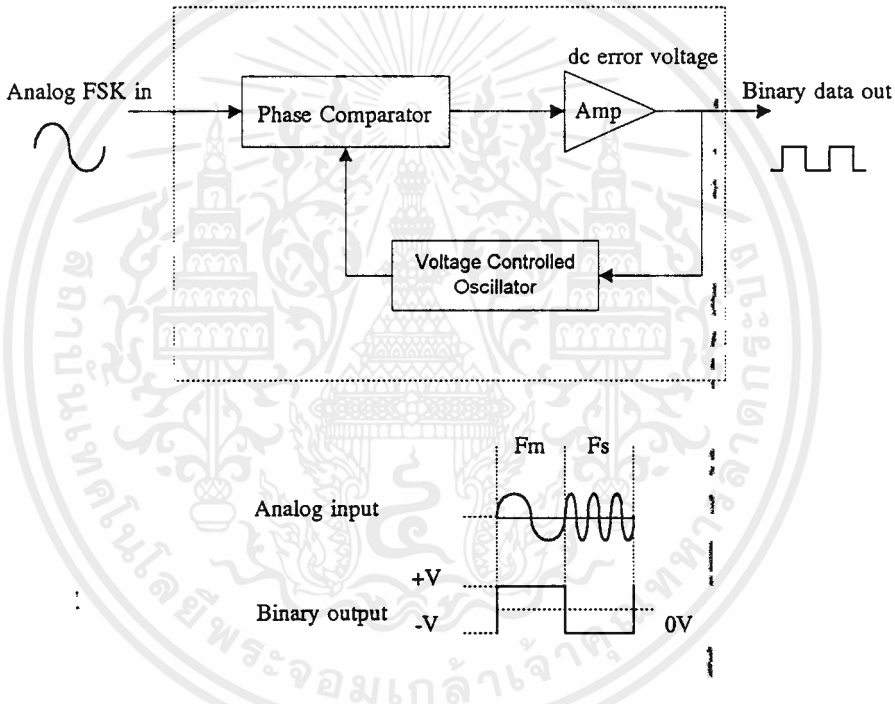
รูปที่ 2.9 แสดงค่าดัชนีการมอดูเลต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีข้อสังเกตคือ MI ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0.5 - 1.0 จะให้แบนวิดท์มีค่าประมาณ 2-3 เท่าของ Bit Rate เสมอ

2.5.3 การดีมอดูเลต FSK

FSK Demodulator คือตัวรับสัญญาณ FSK (FSK Receiver) จะเป็นตัวแยกสัญญาณไบนารีออกจากสัญญาณ FSK โดยส่วนมากจะใช้วงจร PLL (Phaselock loops) ดังรูป 2.10



รูปที่ 2.10 เฟสล็อคลูป FSK ดีมอดูเลต

PLL ใน FSK Demodulator มีหลักการทำงานเหมือนกับ PLL ใน FM Detector ทุกอย่าง คือจะมีความถี่ฟรีรันนิ่งเท่ากับ Center Frequency (Fo) และในขณะที่ความถี่อินพุตของ PLL เลื่อนไปมา ระหว่าง Fm กับ Fs จะทำให้เกิดแรงดันคลาดเคลื่อนไฟตรง (DC Error Voltage) ของสัญญาณอินพุต เนื่องจากความถี่อินพุตที่เข้าทาง PLL มีเพียง 2 ความถี่คือ Fm และ Fs ดังนั้น ค่าแรงดันดังกล่าวจึงมีเพียง 2 ระดับเท่านั้น ซึ่งสามารถแทนด้วยลอจิก 1 และลอจิก 0 เมื่อความถี่อินพุตเป็น Fm และ Fs ตามลำดับ ดังนั้นจึงได้สัญญาณเอาท์พุตจาก PLL กลับมาเป็นข้อมูลไบนารีเหมือนตอนแรกที่ส่งมาทุกประการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

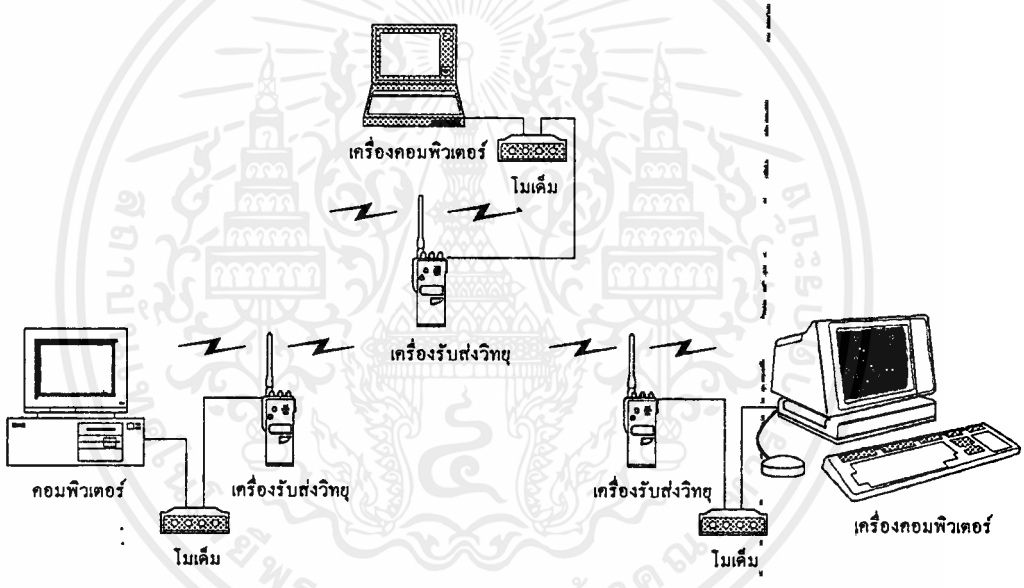
การออกแบบและการสร้าง

3.1 การออกแบบฮาร์ดแวร์ (Hard ware)

ส่วนประกอบของฮาร์ดแวร์

แบ่งออกเป็นส่วนย่อย ๆ ได้ดังนี้

- เครื่องคอมพิวเตอร์
- โมเด็ม
- เครื่องรับส่งวิทยุ



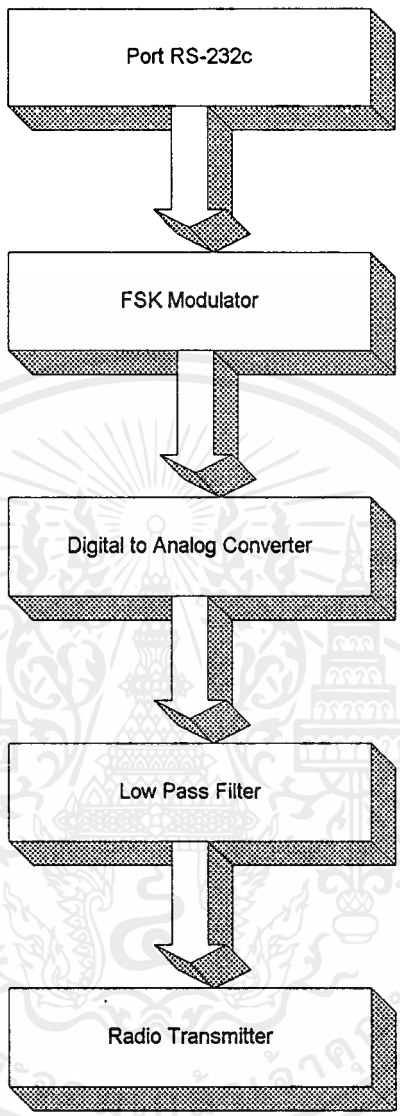
รูปที่ 3.1 การอินเตอร์เฟสคอมพิวเตอร์กับเครื่องรับสุ่งวิทยุ

3.1.1 การออกแบบโมเด็ม

การทำงานในส่วนของโมเด็มคือ การแปลงสัญญาณดิจิตอลจากคอมพิวเตอร์ที่ส่งออกจากพอร์ตอนุกรม (RS-232c)ให้เป็นสัญญาณแบบอนาลอก แล้วสุ่งออกไปทางเครื่องส่งวิทยุ และทำหน้าที่แปลงสัญญาณอนาลอกที่รับจากเครื่องรับวิทยุให้เป็นสัญญาณดิจิตอล ทำการป้อนให้กับคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ตอนุกรม (RS-232c) เพื่อประมวลผลข้อมูลต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 บล็อคไดอะแกรมภาคส่ง

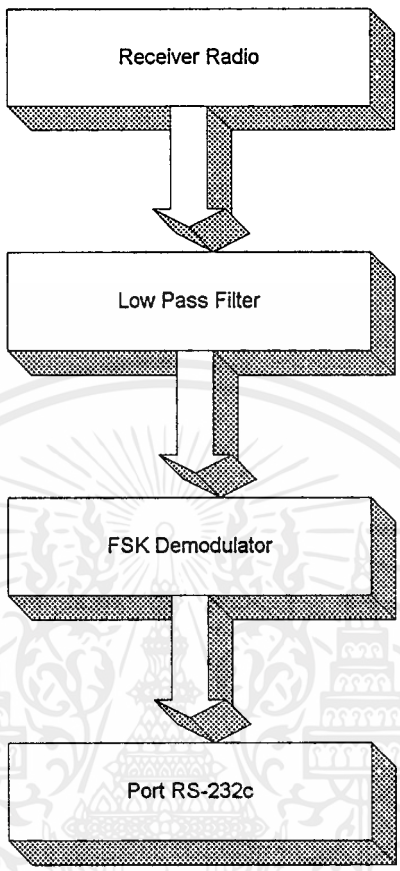


รูปที่ 3.2 บล็อกไดอะแกรมของการทำงานของภาคส่ง

การทำงานของภาคส่ง จะทำการรับข้อมูลที่เป็นดิจิตอลจากพอร์ตอนุกรม RS-232c แล้วทำการมอดูเลตแบบ FSK แปลงสัญญาณดิจิตอลให้เป็นสัญญาณอนาล็อก ทำการกรองความถี่ที่ต้องการออกไปมอดูเลตกับคลื่นพาหะซึ่งเป็นคลื่นวิทยุความถี่สูง แล้วจะถูกส่งออกอากาศไปในความถี่ใดความถี่หนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 บล็อคไดอะแกรมภาครับ

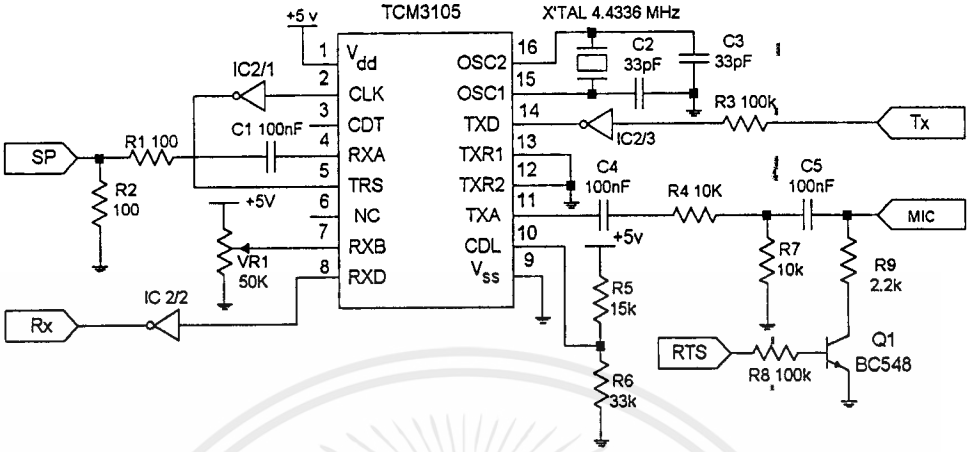


รูปที่ 3.3 บล็อกไดอะแกรมของการทำงานของภาครับ

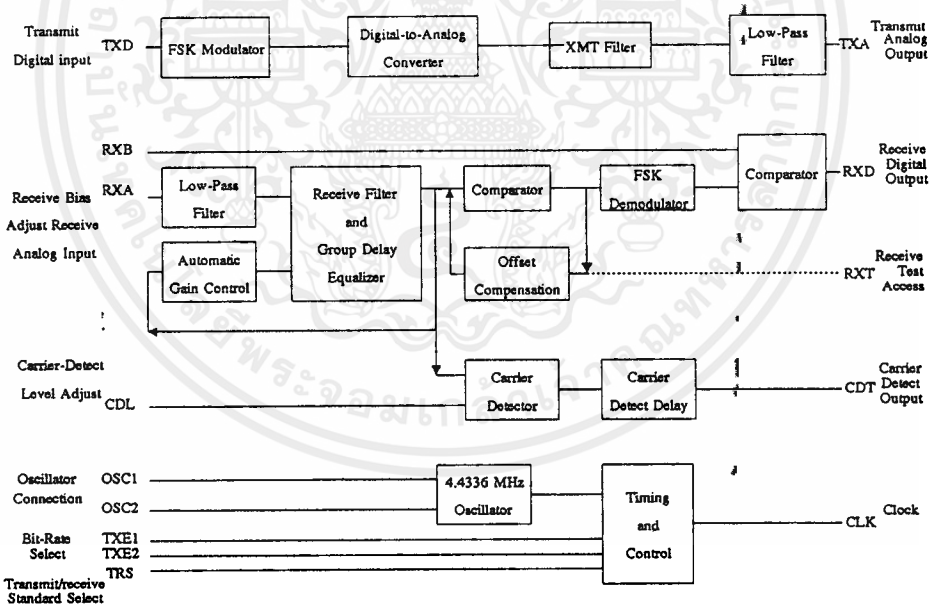
การทำงานของภาครับ จะรับสัญญาณจากเครื่องรับวิทยุที่ตั้งช่องความถี่ไว้ช่องเดียวกับความถี่เดียวกับเครื่องส่งมาถอดสัญญาณคลื่นวิทยุความถี่สูงเป็นสัญญาณอนาลอกแล้วทำการกรองเอาสัญญาณความถี่สูงออก นำสัญญาณที่ได้มาดีมอดูเลตจากสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล จากนั้นทำการส่งไปยังพอร์ตอนุกรม RS-232c เพื่อให้คอมพิวเตอร์ประมวลผลต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4 ลักษณะวงจรที่ใช้งาน



รูปที่ 3.4 แสดงรูปวงจรสมบูรณ์ของโมเด็ม



รูปที่ 3.5 แสดงบล็อคไดอะแกรมของไอซี TCM3105

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในวงจรการใช้งาน จะใช้ชิป TCM 3105 ในกระบวนการมอดูเลตและดีมอดูเลตสัญญาณแบบเลื่อนความถี่ (FSK) ในย่านความถี่เสียง โดยมีโครงสร้างแบบ CMOS เป็นชิปแบบขาตะขาบ 16 ขา ที่ใช้ได้กับมาตรฐาน Bell 202 หรือ CCITT V.23 ในโครงงานนี้ใช้มาตรฐาน Bell 202 ซึ่งส่งค่า 1 ที่ความถี่ 1200 Hz ค่า 0 ที่ความถี่ 2200 Hz

ขาสำคัญที่ควรรู้จัก มีดังนี้

Vdd (ขา 1) : สัญญาณไฟเลี้ยงขั้วบวก ใช้ 5 โวลต์

Vss (ขา 9) : กราวด์

TXD (ขา 14) : ข้อมูลที่ส่งมาแบบดิจิตอลจะถูกส่งเข้ามอดูเลต สัญญาณระดับสูงจะให้ความถี่มาร์คออกมา และสัญญาณระดับต่ำจะให้ความถี่สเปซ

TXA (ขา 11) : จะส่งสัญญาณอนาลอกที่ได้จากการมอดูเลตสัญญาณออกมา

RXA (ขา 4) : รับสัญญาณอนาลอกเข้ามา

RXD (ขา 8) : ส่งสัญญาณดิจิตอลที่ทำการดีมอดูเลตแล้วออกไป ที่ความถี่มาร์คจะให้สัญญาณระดับสูง และความถี่สเปซให้สัญญาณระดับต่ำ

OSC1 (ขา 15) : ตัวสร้างความถี่ขาออก

OSC2 (ขา 16) : ตัวสร้างความถี่ขาเข้า

TXR1,TXR2 (ขา 13,14) : เลือกบิตเลตและความถี่มาร์คกับสเปซ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

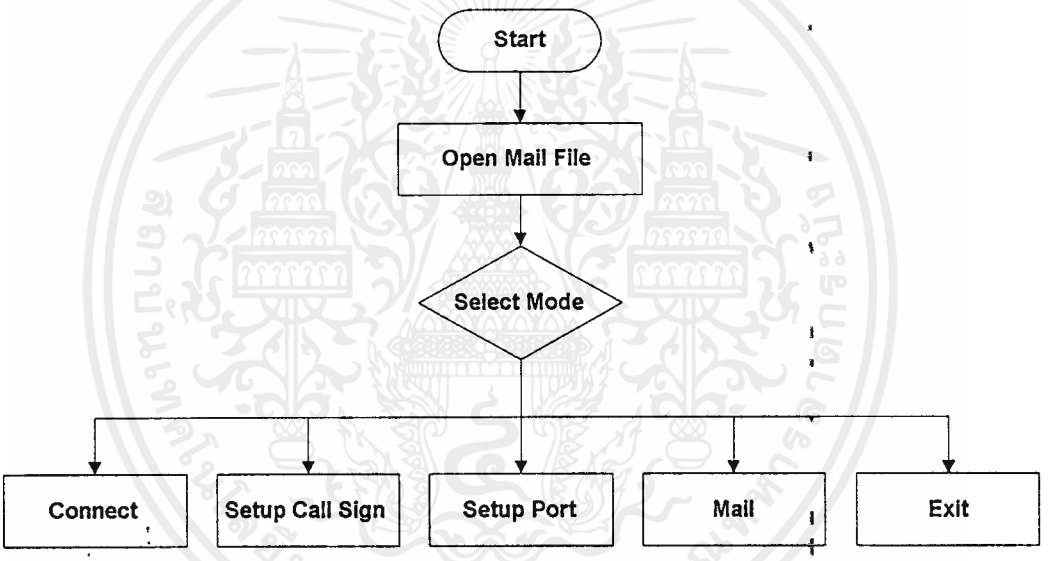
3.2 การออกแบบระบบซอฟต์แวร์ (Soft ware)

ในการใช้ซอฟต์แวร์ควรมีการติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ อย่างน้อยดังนี้

- เครื่องคอมพิวเตอร์รุ่น 486 ขึ้นไป
- ติดตั้งโปรแกรม Microsoft Windows 3.1 ขึ้นไป
- มีหน่วยความจำ RAM 4 Mb ขึ้นไป
- จอภาพ VGA

ในขั้นตอนในการออกแบบ สามารถแยกอธิบายออกเป็นส่วน ๆได้ดังนี้

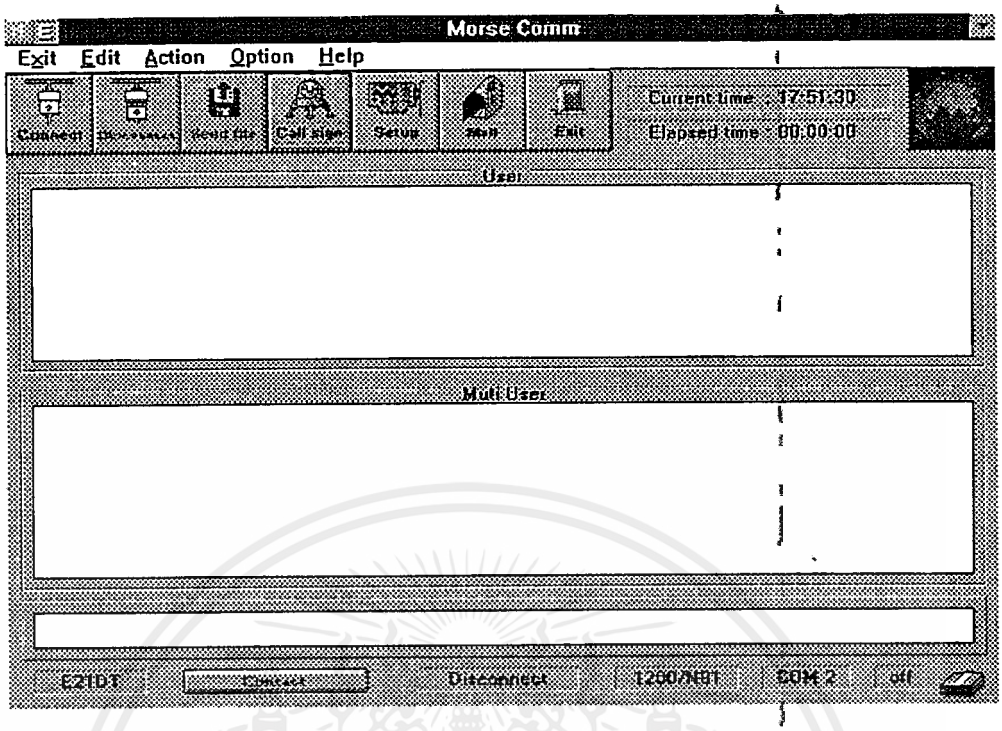
3.2.1 โปรแกรมหลัก



รูปที่ 3.6 แสดงรายละเอียดของโปรแกรมหลัก

เมื่อเริ่มเข้าสู่โปรแกรมหรือเข้าสู่ระบบ ถ้าหากมีจดหมายส่งมาถึงผู้ใช้ โปรแกรมจะขึ้นข้อความว่าขณะนี้มีจดหมายเข้ามากี่ฉบับ ผู้ใช้สามารถสามารถเข้าไปดูในรายละเอียดได้ในส่วนของคำสั่ง Mail และเมื่อเข้าสู่โปรแกรมการใช้งานหลัก จะแสดงได้ดังรูปที่ 3.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 แสดงหน้าจอของโปรแกรมหลัก

หน้าจอของโปรแกรมหลักจะประกอบไปด้วยเมนูการใช้งานต่าง ๆและแสดงสถานะของระบบ ดังนี้

- Connect หมายถึงการติดต่อกับฮาร์ดแวร์เพื่อเป็นการบอกให้ทราบถึงการเข้าใช้ระบบการสื่อสารของผู้ใช้
- Setup Call Sign หมายถึงการตั้งชื่อ หรือหมายเลขประจำตัวนักวิทยุสมัครเล่น สามารถที่จะตั้งได้ทั้งหมดไม่เกิน 6 ตัวอักษร
- Setup Port หมายถึงการตั้งค่าการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม
- Mail หมายถึงจดหมายหรือข้อความที่ส่งถึงกันผ่านทางการสื่อสารข้อมูลผ่านระบบวิทยุสมัครเล่นระบบรับส่งข้อความ
- Exit หมายถึงการออกจากโปรแกรม

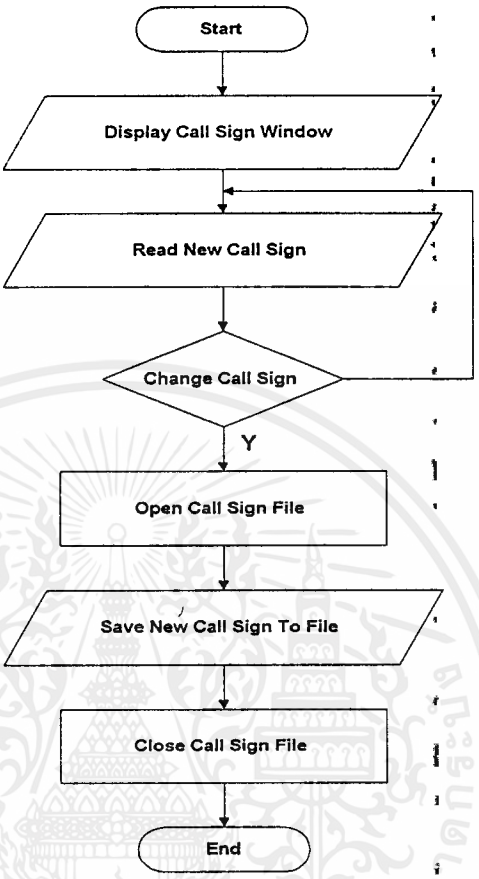
รายละเอียดของส่วนอื่น ๆก็จะมีหน้าที่การใช้งานดังนี้

- User สำหรับแสดงข้อความส่วนของผู้ใช้
- Multiuser สำหรับใช้แสดงการติดต่อสื่อสารระหว่างกลุ่มบุคคล เมื่อมีการส่งข้อความของผู้ใช้คนหนึ่งก็จะไปปรากฏที่จอภาพของผู้รับทุกคนที่เข้าใช้ระบบ

ส่วนด้านล่างสุดของจอภาพจะใช้แสดงชื่อคอลซายน์ของผู้ใช้, สถานะของระบบ, ขนาดความเร็วของโมเด็ม,หมายเลขพอร์ตที่ใช้ติดต่อ

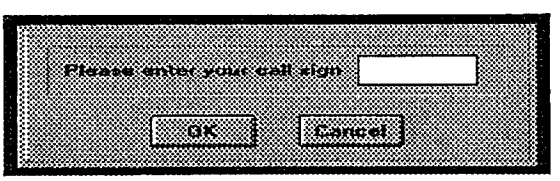
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 ส่วนการติดตั้งคอลซายน์ (Setup Call Sing)



รูปที่ 3.8 แสดงรายละเอียดของ Setup Call Sign

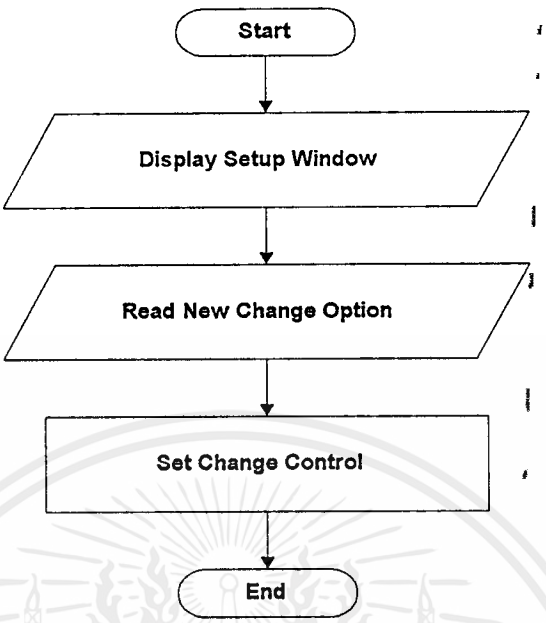
ในระบบวิทยุสมัครเล่นจะมีชื่อเรียกของแต่ละคน นั้นก็คือ คอลซ่ายน์ ในโปรแกรมนี้จึงจำเป็นต้องมีการตั้งชื่อคอลซายน์ก่อน เพื่อให้ทราบว่าชื่อของแต่ละคนเมื่อใส่ชื่อคอลซายน์แล้วก็จะทำการบันทึกลงในไฟล์ เมื่อเวลาใช้โปรแกรมคราวหน้าจะไม่ต้องใส่ชื่อคอลซายน์ตัวเองใหม่ แต่ถ้าไม่มีการเปลี่ยน โปรแกรมก็จะนำเอาชื่อคอลซายน์ล่าสุดที่เก็บในไฟล์เป็นชื่อปัจจุบันของระบบ



รูปที่ 3.9 แสดงลักษณะของ Setup Call Sign

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการ
038320

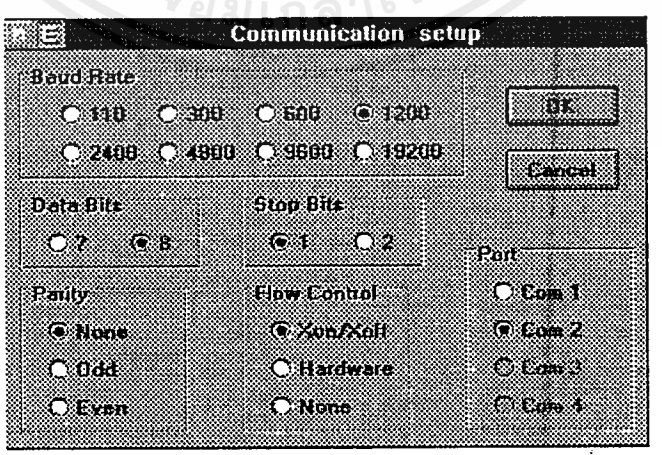
3.2.3 การติดตั้งพอร์ต (Setup Port)



รูปที่ 3.10 แสดงรายละเอียดของ Setup Port

จะเป็นการ Setup ค่าต่าง ๆของระบบในการติดต่อสื่อสารผ่านพุอร์ตอนุกรม

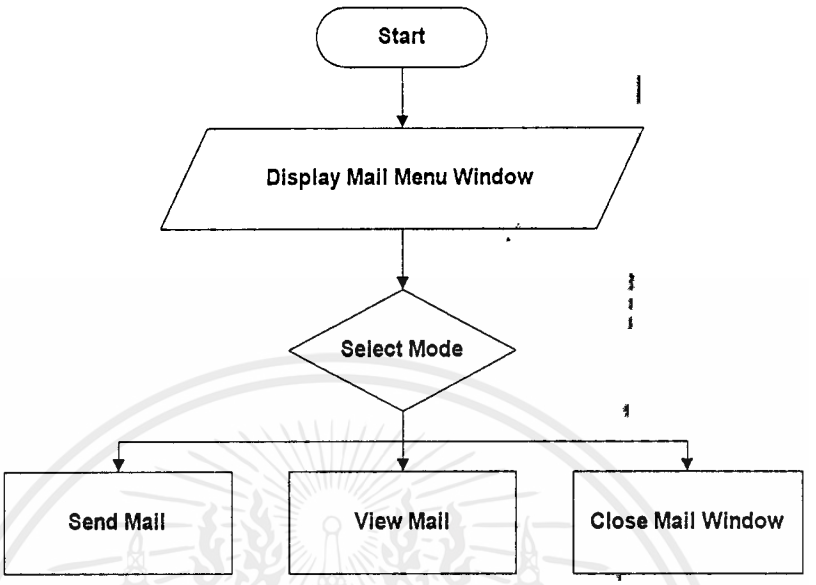
- Baud Rate หมายถึงการกำหนดอัตราความเร็วที่พอร์ตใช้ในการรับ-ส่งข้อมูล
- Data Bits หมายถึงการกำหนดบิตข้อมูลแต่ละอักขระ
- Port หมายถึงการกำหนดหมายเลขพอร์ตอนุกรม



รูปที่ 3.11 แสดงลักษณะของ Setup Port

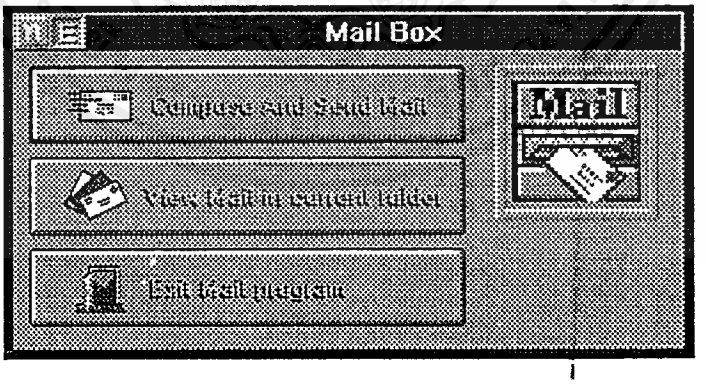
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 การฝากข้อความหรือจดหมาย (Mail)



รูปที่ 3.12 แสดงรายละเอียดของ Main Mail

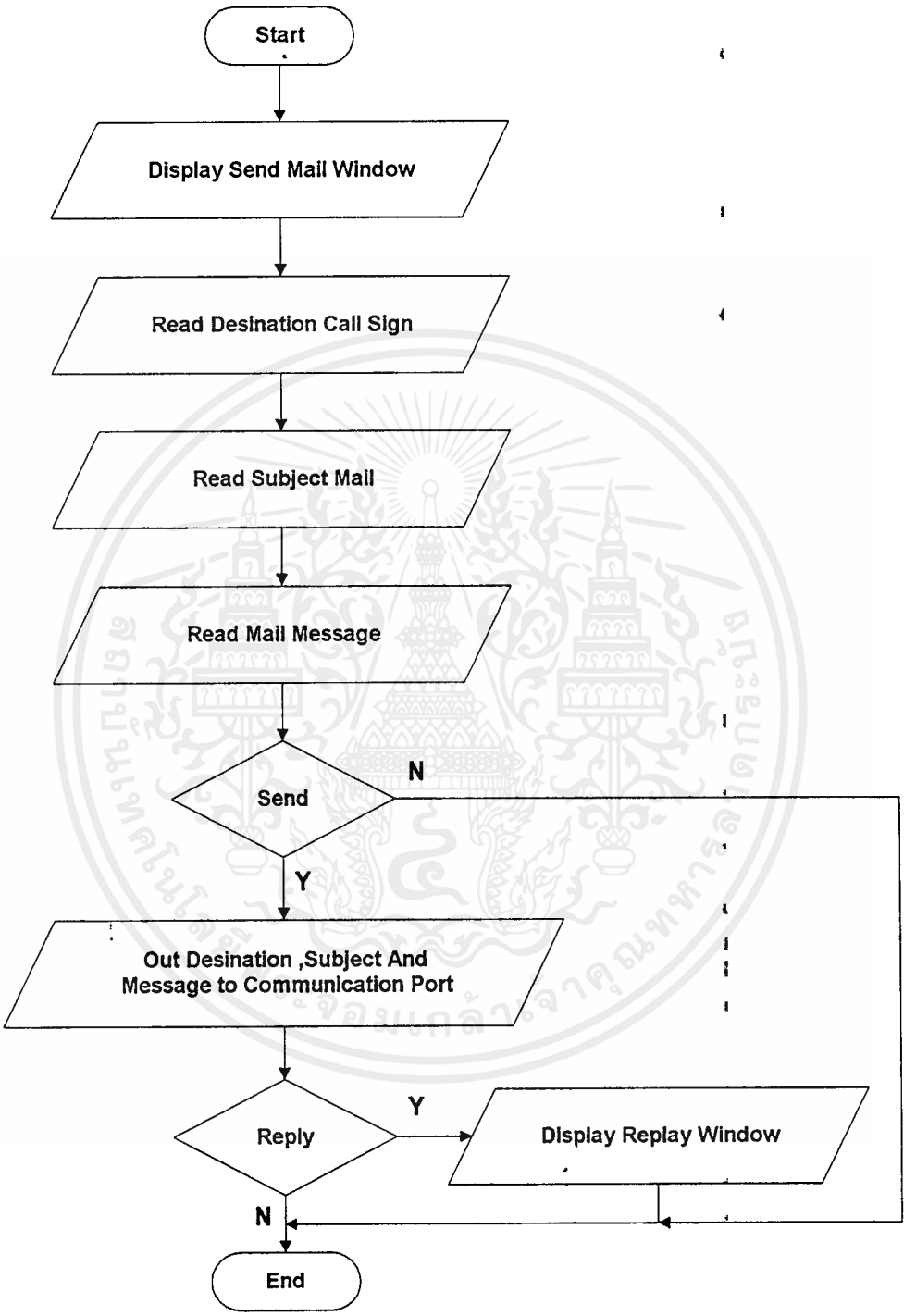
ในส่วนนี้ก็เป็นการส่งหรือรับจดหมายหรือข้อความ ในจดหมายจะต้องมีการจ่าหน้าถึงผู้รับเช่นเดียวกับจดหมายทั่วไป แต่จะมีรูปแบบที่เปลี่ยนไปตามข้อกำหนดของระบบ ในการใช้งานจะมีขั้นตอนที่ง่ายและสะดวก หน้าจอในส่วน Mail แสดงได้ดังรูป 3.13



รูปที่ 3.13 แสดงลักษณะของ Main Mail

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.5 การฝากความความหรือจดหมาย (Send Mail)



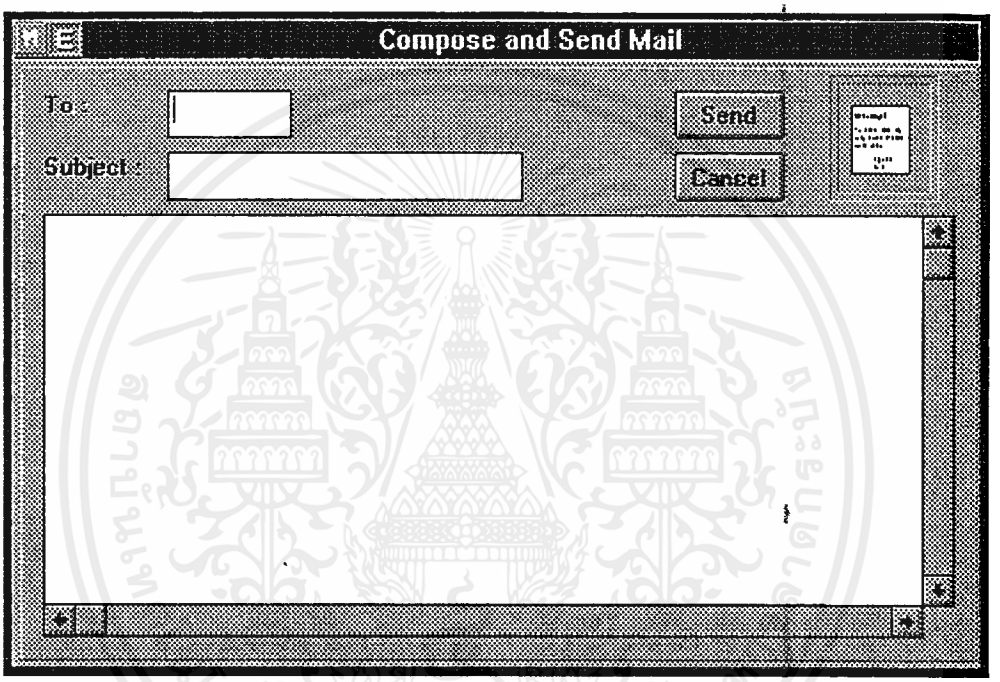
รูปที่ 3.14 แสดงรายละเอียดของ Send Mail

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบของการส่งจดหมาย จะประกอบไปด้วยโครงสร้างของจดหมายดังนี้

- To คือ การกำหนดที่อยู่ของผู้รับ หรือชื่อคอลซายน์ของผู้รับ
- Subject คือ หัวเรื่องของจดหมาย บอกให้ผู้รับได้ทราบถึงประเด็นในจดหมายในแต่ละฉบับ
- ส่วนเนื้อ คือ ส่วนของเนื้อหาในจดหมาย

รูปแบบการจดหมายแสดงได้ดังรูปที่ 3.15

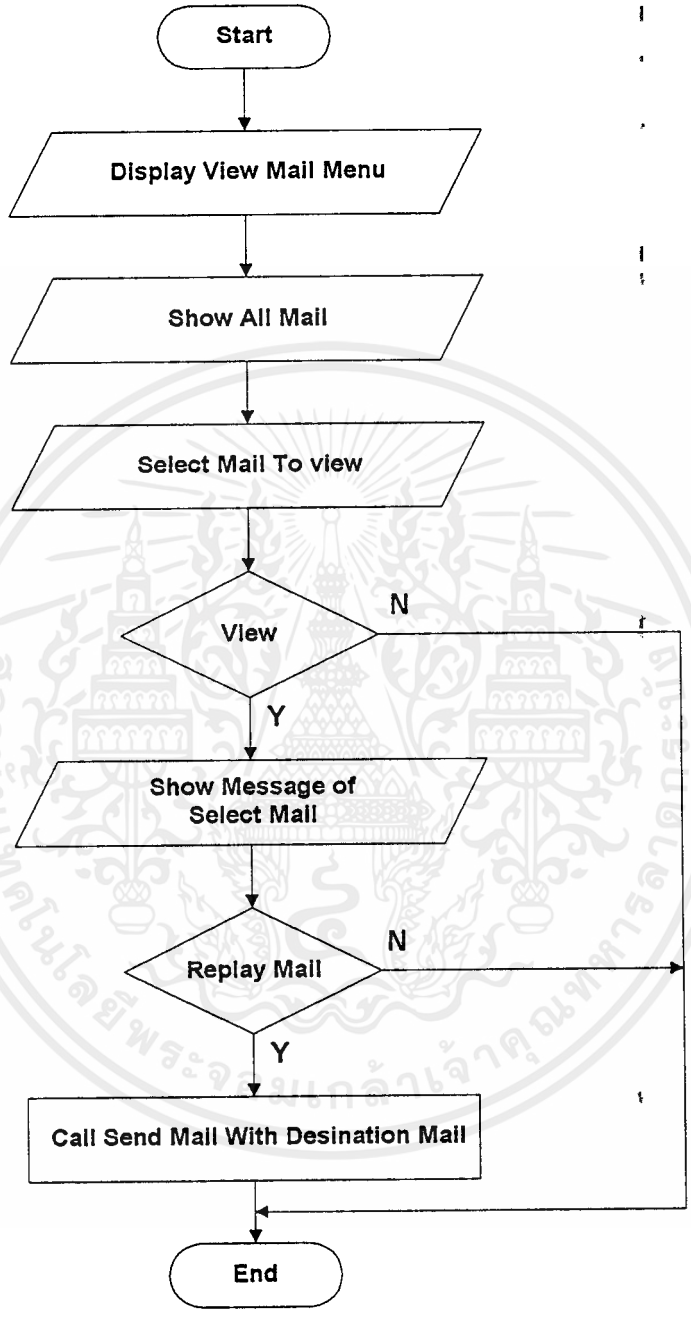


รูปที่ 3.15 แสดงรายลักษณะของ Send Mail

ในขั้นตอนการส่ง โปรแกรมจะทำการอ่านชื่อคอลซายน์ของผู้รับ หัวข้อเรื่อง และเนื้อความของจดหมาย เก็บในแฟ้มการส่งจดหมาย แล้วทำการส่งไปยังผู้รับปลายทางด้วยคำสั่ง Send หากต้องการยกเลิกก็ใช้คำสั่ง Cancel แต่ในการยกเลิกต้องทำก่อนเขียนจดหมายเสร็จ ถ้าส่งออกไปแล้วก็จะไม่สามารถยกเลิกการส่งจดหมายฉบับนั้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.6 การแสดงรายการจดหมาย (View Mail)

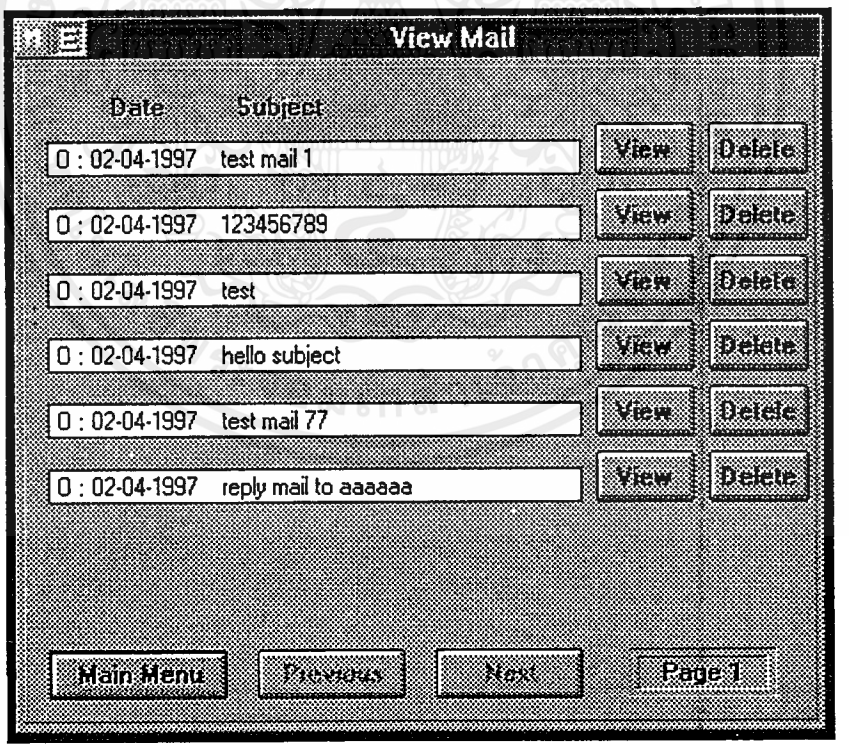


รูปที่ 3.16 แสดงรายละเอียดของ View Mail

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเข้าสู่คำสั่ง View mail จะแสดงได้ดังรูป 3.17 รูปแบบรายการจดหมายจะแบ่งออกเป็น 5 ส่วนดังนี้

- สถานะของจดหมาย จะปรากฏอยู่ด้านซ้ายสุดของจดหมายแต่ละฉบับ มี 3 รูปแบบคือ
  - N (New) หมายถึงจดหมายใหม่ที่เพิ่งเข้ามาและยังไม่ได้อ่าน
  - O (Open) หมายถึงจดหมายที่ทำการเปิดอ่านแล้ว
  - D (Delete) หมายถึงจดหมายที่ไม่ต้องการเก็บไว้
- Date คือ วันเวลาที่ส่งจดหมาย
- Subject คือ ชื่อหัวเรื่องของจดหมาย
- View คือ คำสั่งที่ใช้ในการเปิดอ่านจดหมายแต่ละฉบับ
- Delete คือ เมื่อใช้คำสั่งนี้จะปรากฏตัวอักษร D ที่ด้านซ้ายของจดหมาย และเมื่อออกจากโปรแกรมส่วน Mail ระบบก็จะทำการนำจดหมายที่ไม่ต้องการออกไปจากหน่วยความจำ



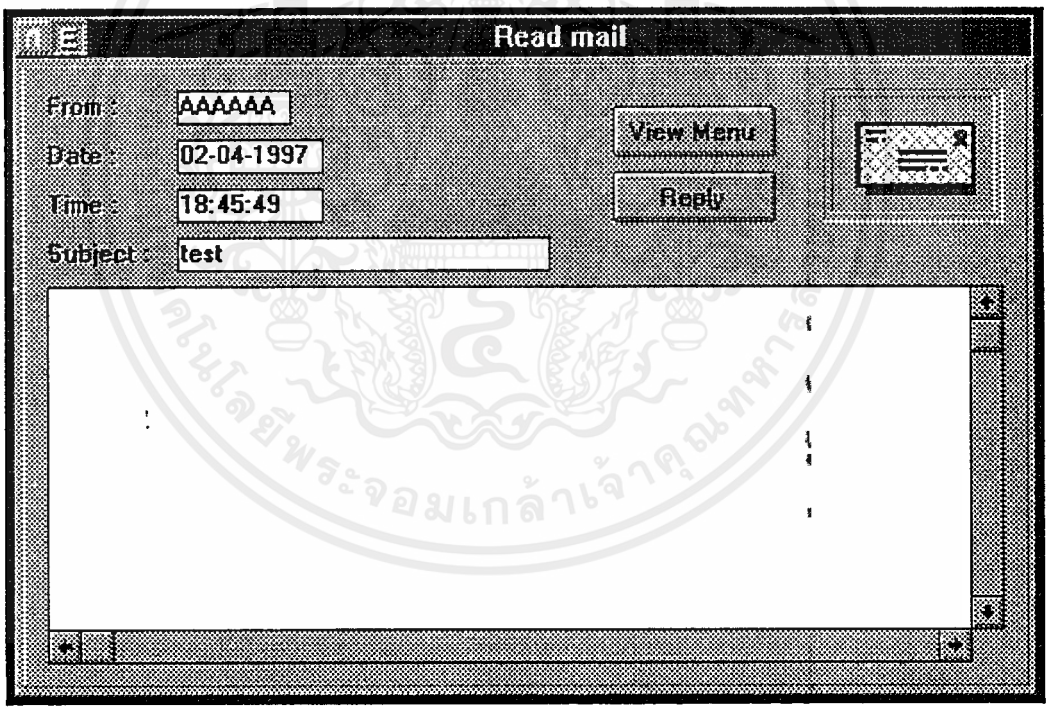
รูปที่ 3.17 แสดงลักษณะของ View Mail

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และเมื่อใช้คำสั่ง View เพื่อทำการเปิดจดหมายออกอ่านจะปรากฏรายละเอียดต่าง ๆ ดังนี้

- From คือ ชื่อคอลซายน์ของผู้ฝากจดหมาย
- Date คือ วัน เดือน ปี ที่ทำการส่ง
- Time คือ เวลาที่ทำการส่ง
- Subject คือ ชื่อหัวข้อเรื่องของจดหมาย
- Reply คือ เมื่อต้องการตอบจดหมายกลับ สามารถใช้คำสั่งนี้ โดยโปรแกรมจะใส่ชื่อผู้รับ (เจ้าของจดหมายที่ส่งให้เรา) ให้โดยอัตโนมัติ
- ส่วนเนื้อความ คือส่วนเนื้อหาของจดหมาย

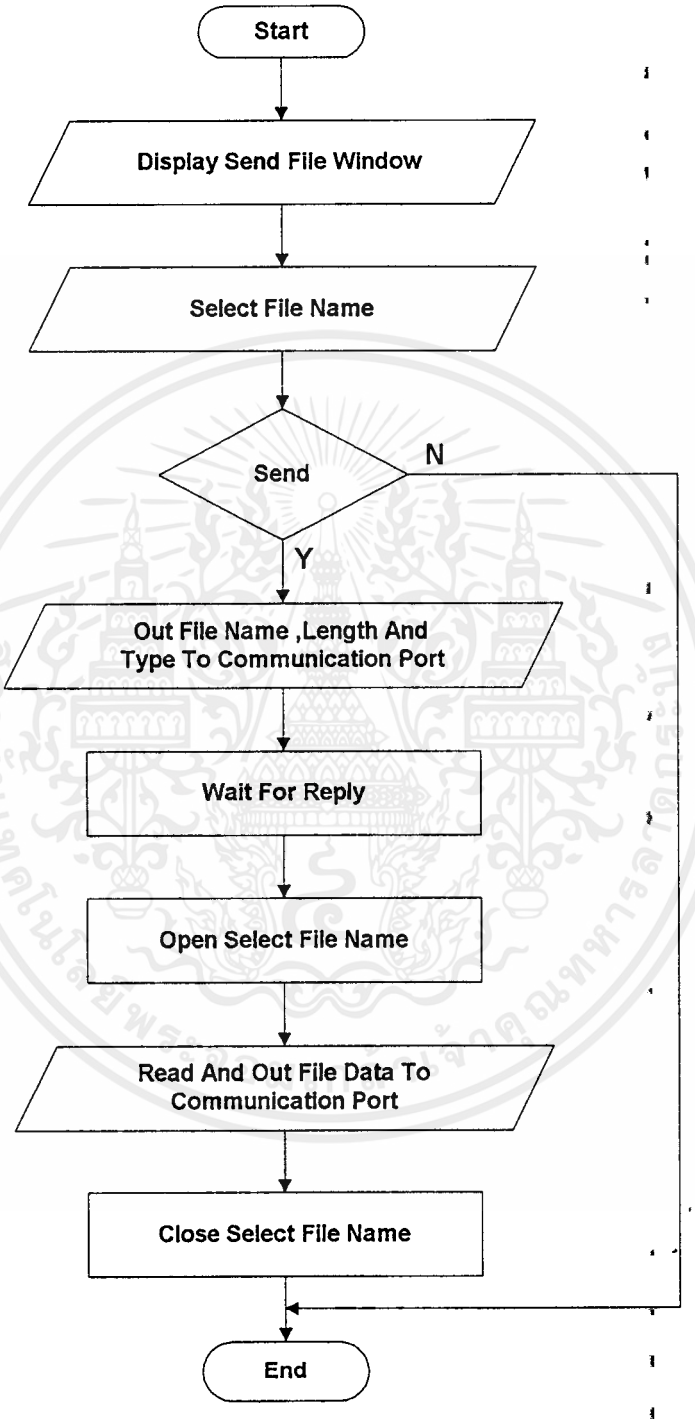
ลักษณะของหน้าจอการเปิดอ่านจดหมายแสดงได้ดังรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.18 แสดงลักษณะของ Read Mail

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.7 การส่งแฟ้มข้อมูล (Send file)

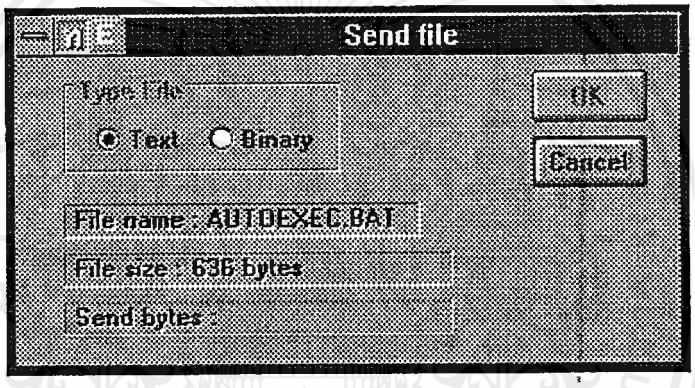


รูปที่ 3.19 แสดงรายละเอียดการส่งแฟ้มข้อมูล

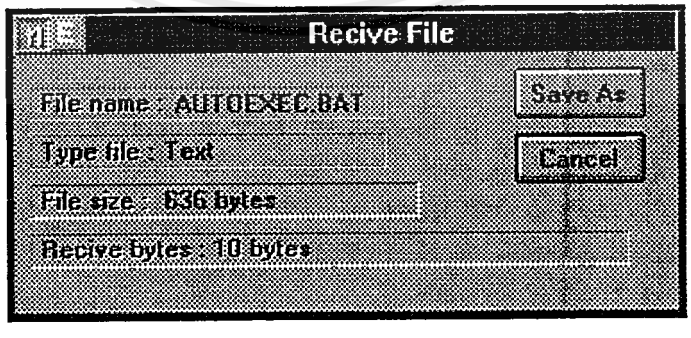
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลหรือแฟ้มที่ผู้ใช้งานจะสามารถถ่ายโอนข้อมูลได้ โดยโปรแกรมจะให้เลือกแฟ้มข้อมูลที่จะต้องการส่งให้แก่สถานีปลายทาง จากรูป 3.20 จะแสดงรูปแบบการส่งแฟ้มข้อมูล จะประกอบไปด้วย

- Type File หมายถึงชนิดของแฟ้มข้อมูลที่จะทำการถ่ายโอนแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือแฟ้มอักขระที่อ่านได้ (Text File) และแฟ้มที่เก็บเป็นรหัสไบนารี (Binary File) ผู้ใช้ต้องเลือกชนิดของแฟ้มข้อมูลที่จะถ่ายโอนก่อน
- File name หมายถึงชื่อแฟ้มข้อมูลที่ผู้ใช้เลือกที่จะทำการถ่ายโอน
- File size หมายถึงการบอกขนาดของแฟ้มข้อมูลที่เลือก
- Send bytes หมายถึงสภาวะปัจจุบันที่บอกถึงขนาดของแฟ้มข้อมูลส่งไป



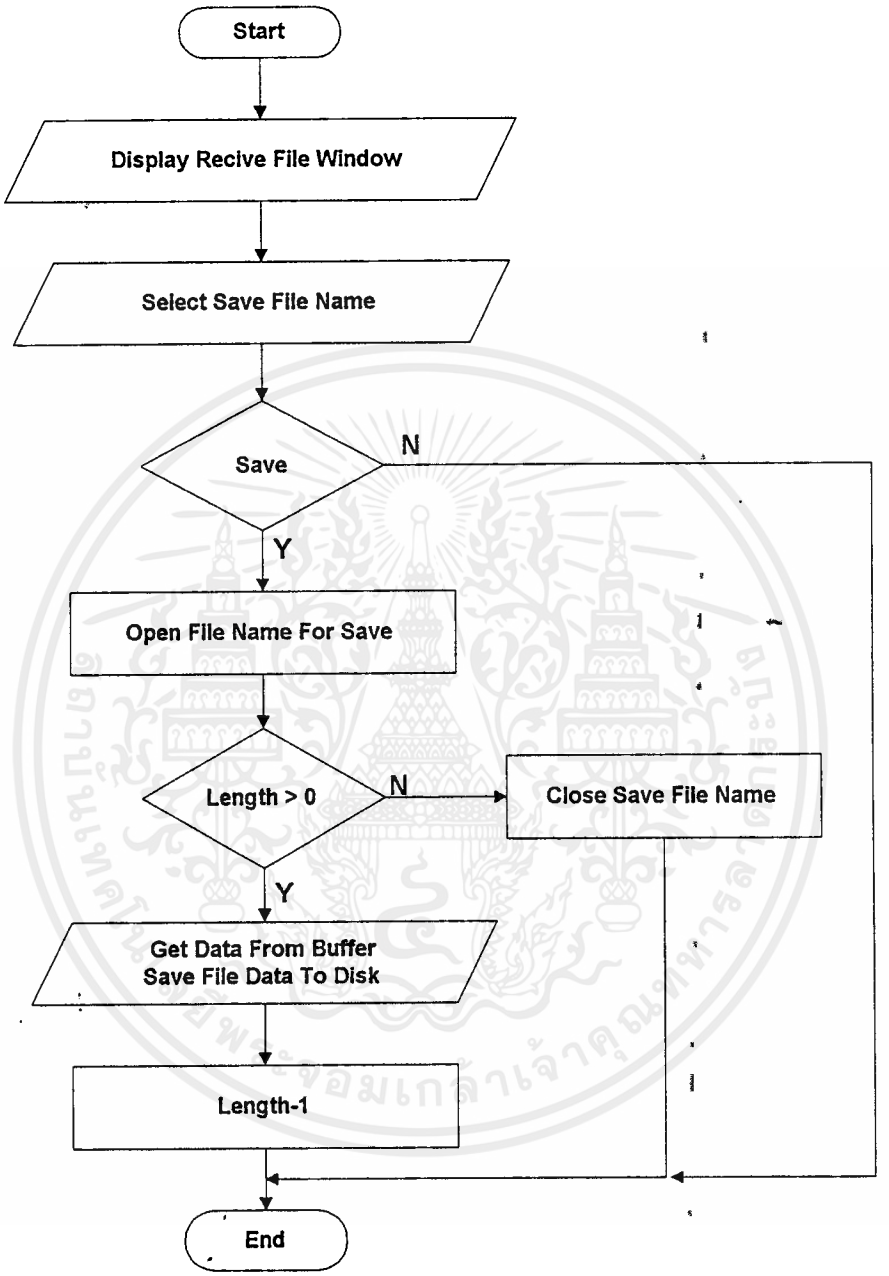
รูปที่ 3.20 แสดงลักษณะการส่งแฟ้มข้อมูล



รูปที่ 3.21 แสดงลักษณะการรับแฟ้มข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.8 การรับแฟ้มข้อมูล (Receive files)

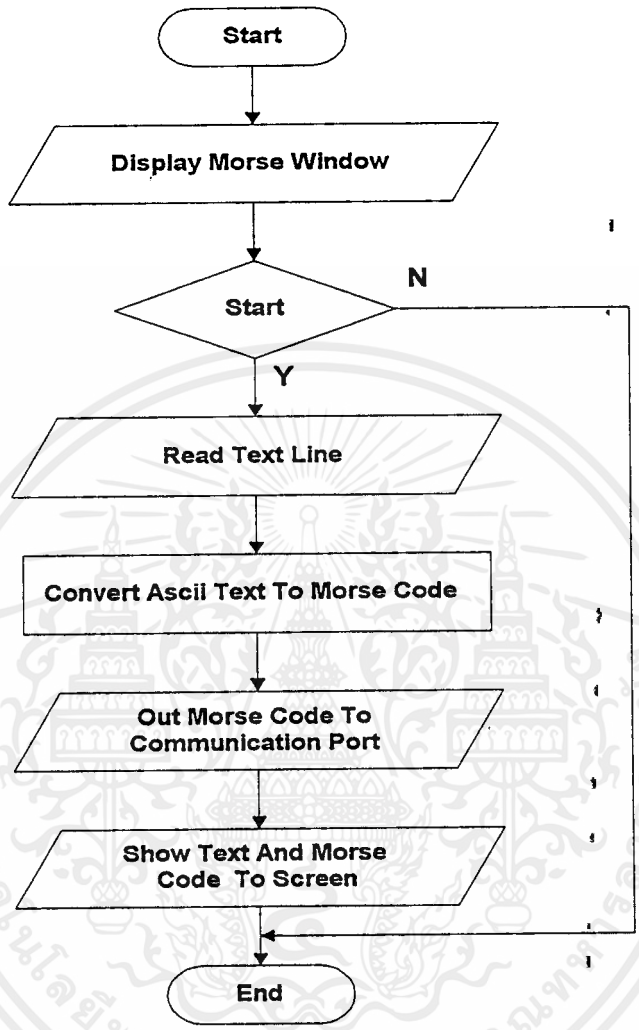


รูปที่ 3.22 แสดงรายละเอียดการรับแฟ้มข้อมูล

จากรูป 3.21 ที่แสดงการรับแฟ้มข้อมูลที่ส่งมา จะมีคำสั่ง Save As ให้เลือกไดรว์และไดเรกทอรีที่ต้องการบันทึกข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.9 การรับส่งข้อมูลด้วยรหัสมอร์ส

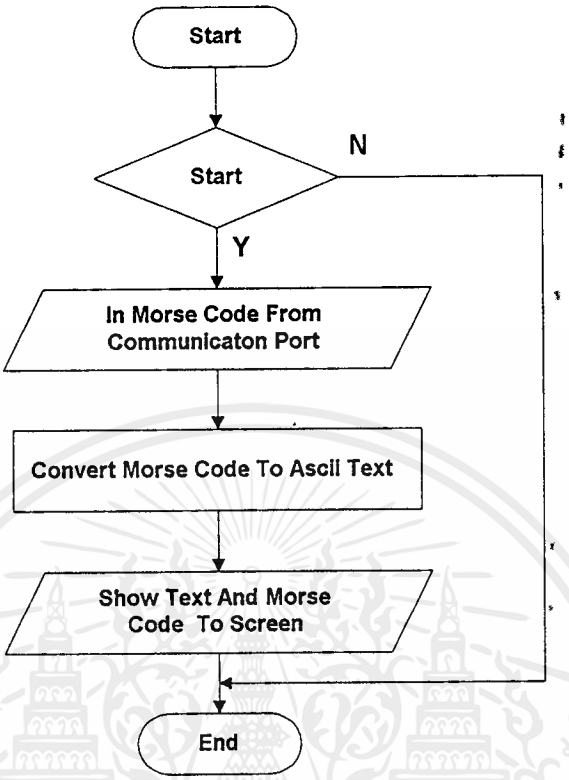


รูปที่ 3.23 แสดงรายละเอียดการส่งข้อมูลเป็นรหัสมอร์ส

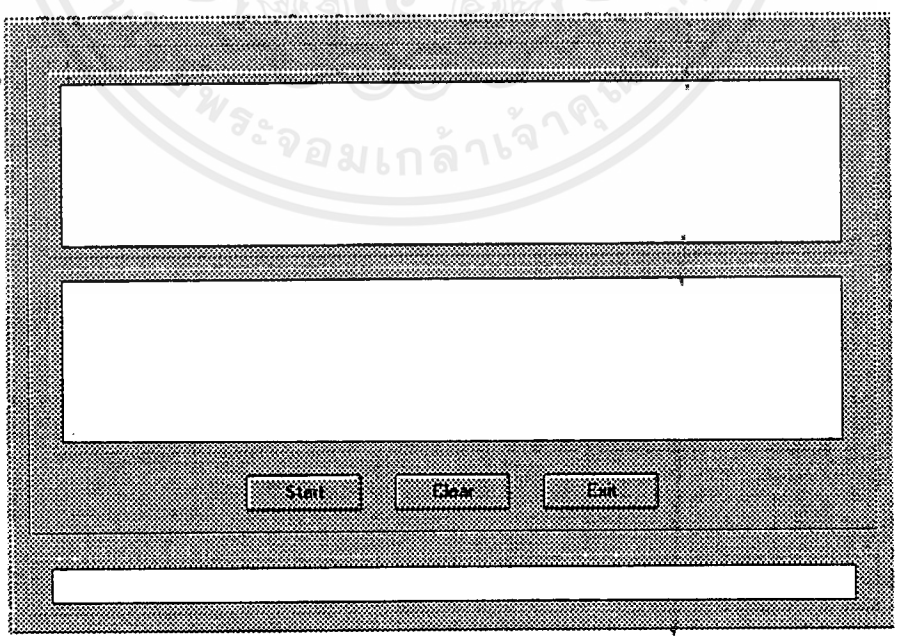
ในด้านการส่งข้อมูลด้วยรหัสมอร์ส จะรับข้อมูลที่เป็นแบบข้อความแล้วทำการเปลี่ยนให้อยู่ในรูปแบบของช่วงเวลาของรหัสมอร์ส จากนั้นทำการส่งออกไปยังสถานีปลายทางพร้อมทั้งในทางด้านของสถานีผู้ส่งจะได้ยินเสียงช่วงเวลาของรหัสมอร์สทางลำโพงคอมพิวเตอร์ด้วย

ทางด้านรับเมื่อได้รับข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบของช่วงเวลารหัสมอร์ส ก็จะทำการแปลงสัญญาณที่ได้ให้กลับเป็นข้อความและแสดงสัญลักษณ์ของรหัสมอร์สที่หน้าจอด้วยเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



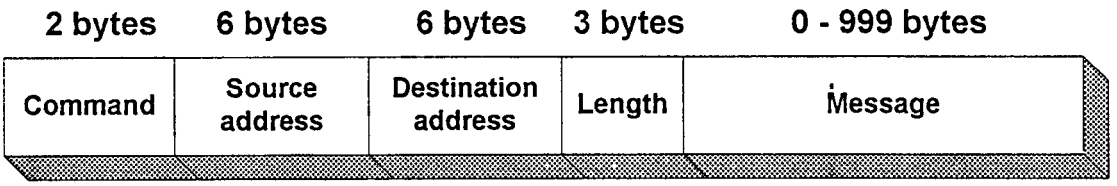
รูปที่ 3.24 แสดงรายละเอียดการรับข้อมูลเป็นรหัสมอร์ส



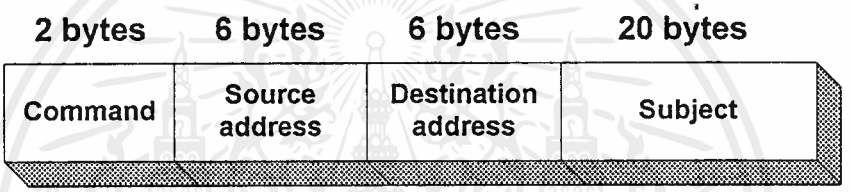
รูปที่ 3.25 แสดงลักษณะการรับส่งข้อมูลเป็นรหัสมอร์ส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

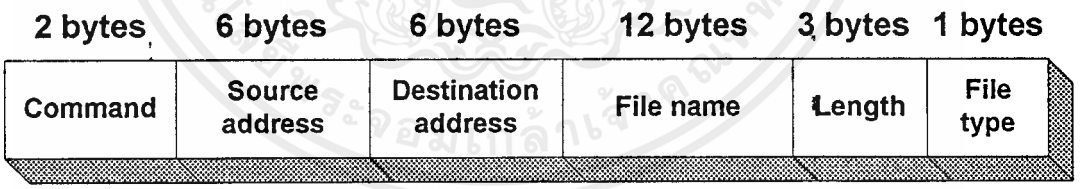
3.3 การกำหนดโปรโตคอลในการส่งข้อมูล



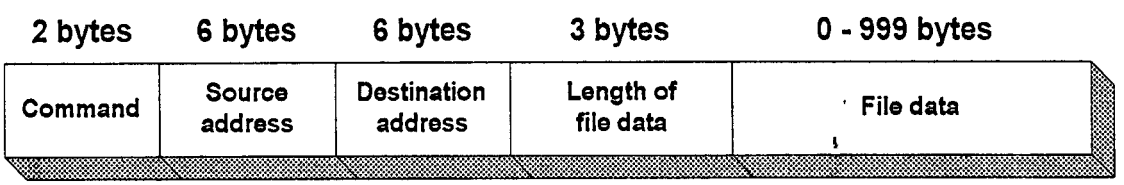
รูปที่ 3.26 Contact and Multi Contect Frame Format



รูปที่ 3.27 Call setup and Call clear mail data frame format

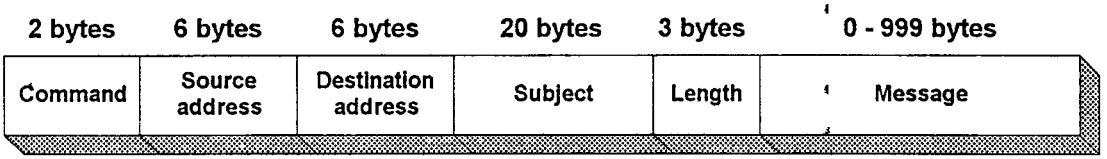


รูปที่ 3.27 Call setup call clear send file



รูปที่ 3.29 Data exchange file data

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.30 Call exchange mail data frame format

ชนิดของเฟรมแบ่งออกเป็น 5 ประเภทด้วยกันคือ

- Contact and Multi contact ทำหน้าที่สำหรับเก็บข้อมูลต้นทาง, ปลายทางของสถานี และข้อความที่ทำการติดต่อสื่อสารระหว่างคู่สถานี หรือกลุ่มสถานี
- Call setup and call clear mail data ทำหน้าที่ควบคุมในส่วนของ Mail
- Call exchange mail data ทำหน้าที่เก็บข้อมูลในการรับส่ง Mail
- Call setup call clear send file ทำหน้าที่ควบคุมในส่วนของ File
- Data exchange file data ทำหน้าที่เก็บข้อมูลในการรับส่ง File

ในส่วนของแต่ละเฟรมนั้นประกอบไปด้วยฟิลด์ย่อย ๆ และความยาวของแต่ละฟิลด์เป็นไบต์ ซึ่งฟิลด์ต่าง ๆ มีรายละเอียดดังนี้

- Command field จะมีคำสั่งทั้งหมด 8 คำสั่ง คือ
  - 0 คือ Talk contact
  - 1 คือ Multi talk contact
  - 2 คือ Call setup send mail
  - 3 คือ Data exchange mail data
  - 4 คือ Call clear send mail
  - 5 คือ Call setup send file
  - 6 คือ Data exchange send file data
  - 7 คือ Call clear send file
- Source address มีความยาว 6 ไบต์ จะเป็นหมายเลขประจำตัวของนักวิทยุสมัครเล่นหรือ คอลซายน์ (Call sign) ของสถานีต้นทาง
- Destination address มีความยาว 6 ไบต์ จะเป็นหมายเลข่ประจำตัวของนักวิทยุสมัครเล่นในส่วนของสถานีปลายทาง
- Length มีความยาว 3 ไบต์ ใช้แสดงความยาวของข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Message, File data มีความยาวตั้งแต่ 0-999 ไบต์ ทำหน้าที่เก็บข้อมูลที่จะทำการส่งไปยังสถานีปลายทาง
- Subject มีความยาว 20 ไบต์ ทำหน้าที่เก็บข้อมูลที่เป็นหัวเรื่องในส่วนของการติดต่อสื่อสารแบบ Mail
- File name มีความยาว 12 ไบต์ ทำหน้าที่เก็บชื่อไฟล์ในส่วนการรับส่งไฟล์
- File type มีความยาว 1 ไบต์ ทำหน้าที่เก็บชนิดของไฟล์ว่าเป็นไฟล์ชนิดใด

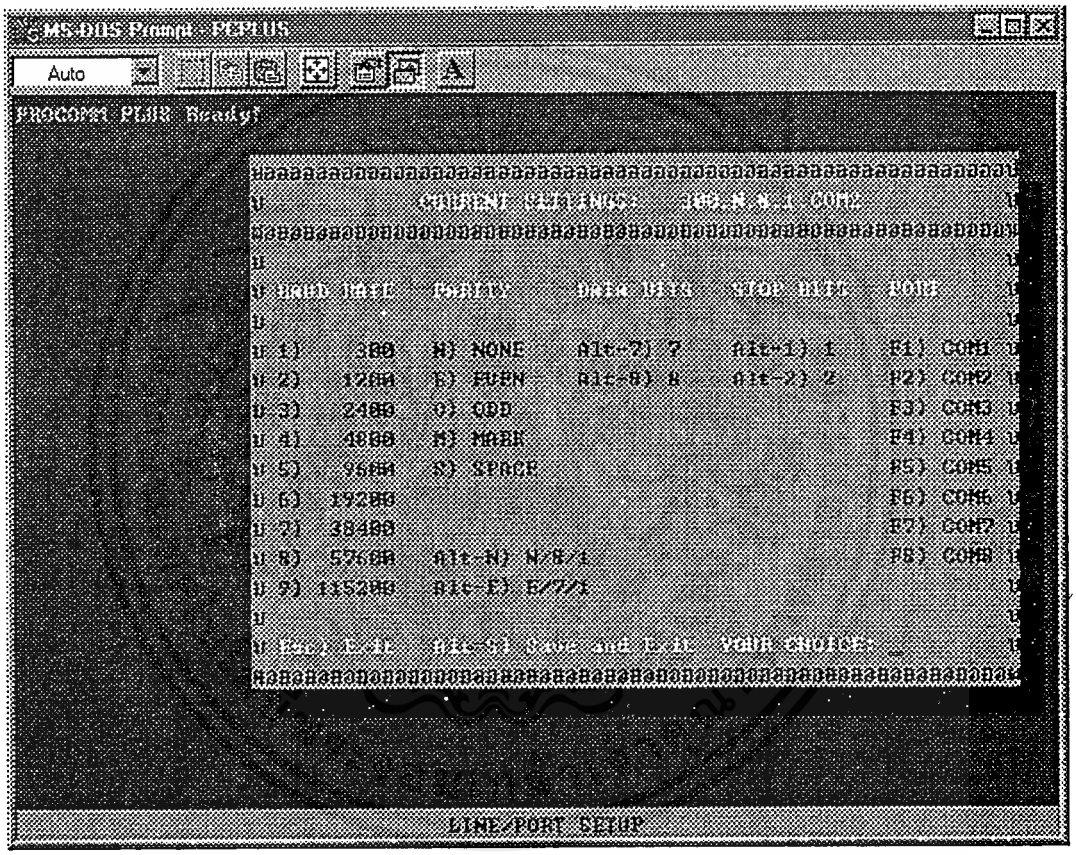
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 การทดสอบฮาร์ดแวร์

ในการทดสอบฮาร์ดแวร์จะใช้โปรแกรม PROCOMM PLUS ซึ่งโปรแกรมการติดต่อสื่อสารชนิดหนึ่ง



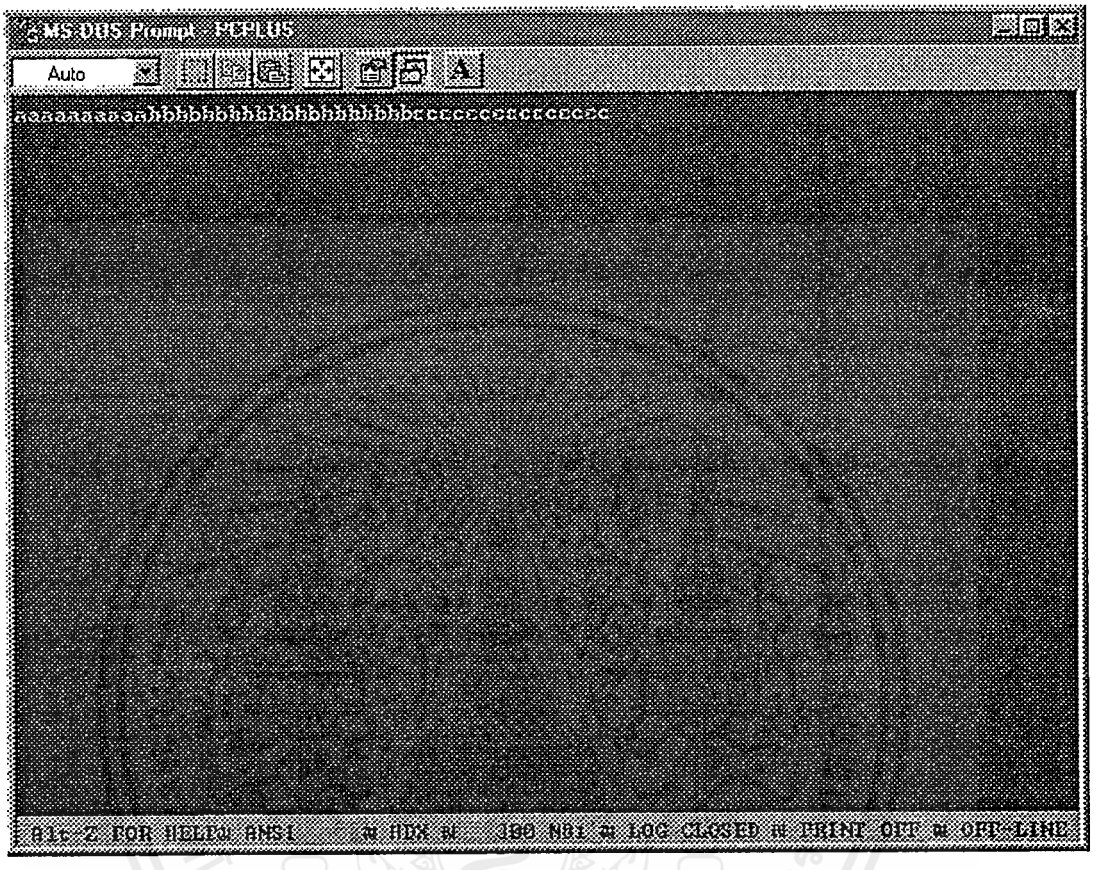
รูปที่ 4.1 การเซตพอร์ตในการทดสอบฮาร์ดแวร์

เนื่องจากโปรแกรมที่ใช้ในการทดสอบเป็นโปรแกรมที่ไม่ใช่โปรแกรมที่สามารถใช้ได้กับฮาร์ดแวร์โดยตรง เพราะมีการสวิทชิ่งในการส่ง และการรับในอัตราที่เร็วมากและค่อนข้างสูง จึงต้องทำให้ เป็นการติดต่อแบบสื่อสารทางเดียวก่อน

ในการปรับแต่งเครื่องให้สามารถรับ-ส่งข้อมูลได้ถูกต้องนั้นทำได้โดย การปรับ (VR1) เพื่อให้ความถี่ทั้งเครื่องรับ และเครื่องส่งตรงกัน ในกรณีที่ความถี่ของฮาร์ดแวร์ไม่ตรงกันจะทำให้เกิดข้อมูลที่ผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อปรับแต่งเสร็จแล้วจะทำการติดต่อสื่อสารกันได้โดยการ A จำนวน 10 ตัว B จำนวน 20 ตัว และ C จำนวน 15 ตัว จะได้ผลนี้

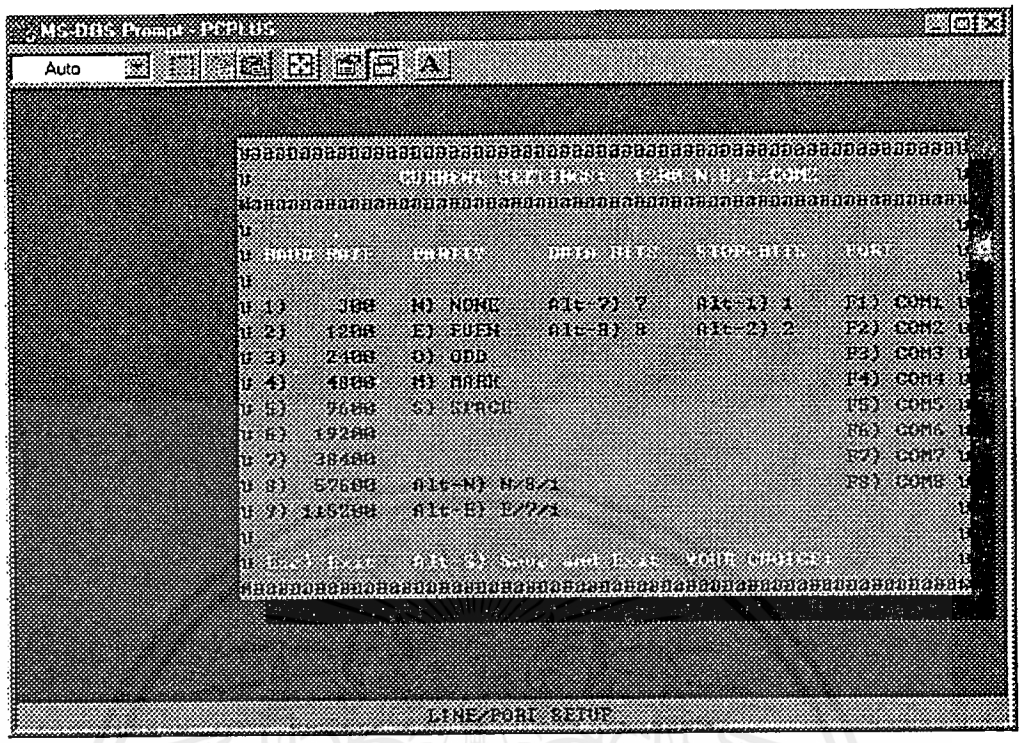


รูปที่ 4.2 แสดงหน้าจอกรณีที่ความถี่ทางเครื่องรับ-ส่งตรงกัน

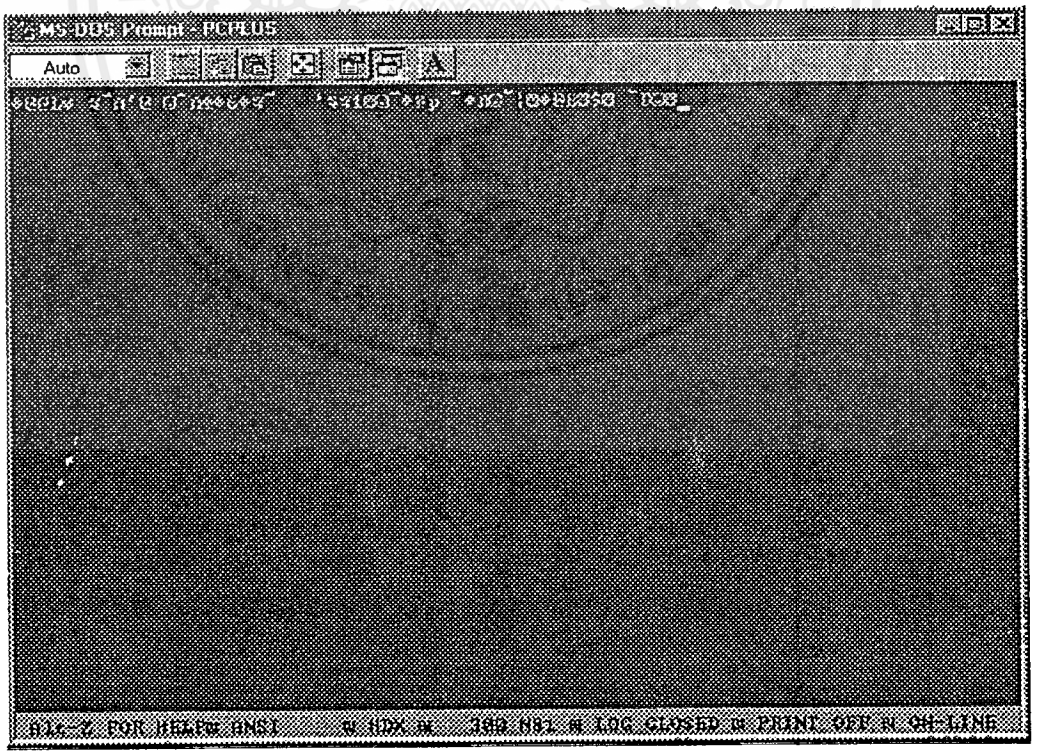
เนื่องจากฮาร์ดแวร์ที่ทำขึ้นมีความเร็วเพียง 1200 บอด หากทดลองเปลี่ยนเป็น 2400 บอด จะได้ผลดังรูปที่ 4.3 และผลจากการเปลี่ยนความเร็วการรับ-ส่งข้อมูลจะได้ผลการทดลองตามรูปที่ 4.4 (ลักษณะของรูปทางเครื่องส่งจะเหมือนกับรูปที่ 4.3)

สรุปว่าไม่สามารถใช้ความถี่ที่เร็วกว่า 1200 บอด ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 แสดงการเซตความเร็ว



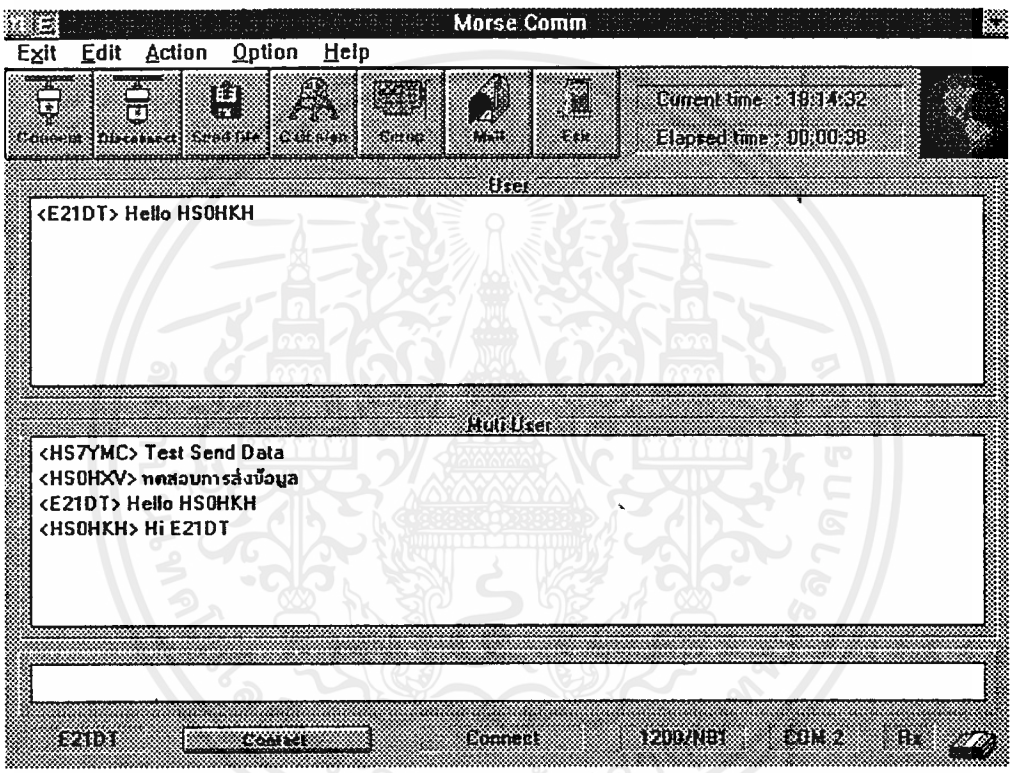
รูปที่ 4.4 แสดงการรับข้อมูลกรณีที่เปลี่ยนความเร็วเป็น 2400 บอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ทดสอบโปรแกรมกับฮาร์ดแวร์

4.2.1 ทดสอบการส่งข้อมูลระหว่างกลุ่มสถานี

ในการทดสอบในส่วนของการติดต่อสื่อสารสำหรับผู้ใช้หลายคน ดังรูป 4.5 เป็นการติดต่อสื่อสารกันใน 4 คน คือ HS7YMC, HS0HXV, E21DT และ HS0HKH โดยที่แต่ละคนจะติดต่อสื่อสารในย่านความถี่เดียวกัน

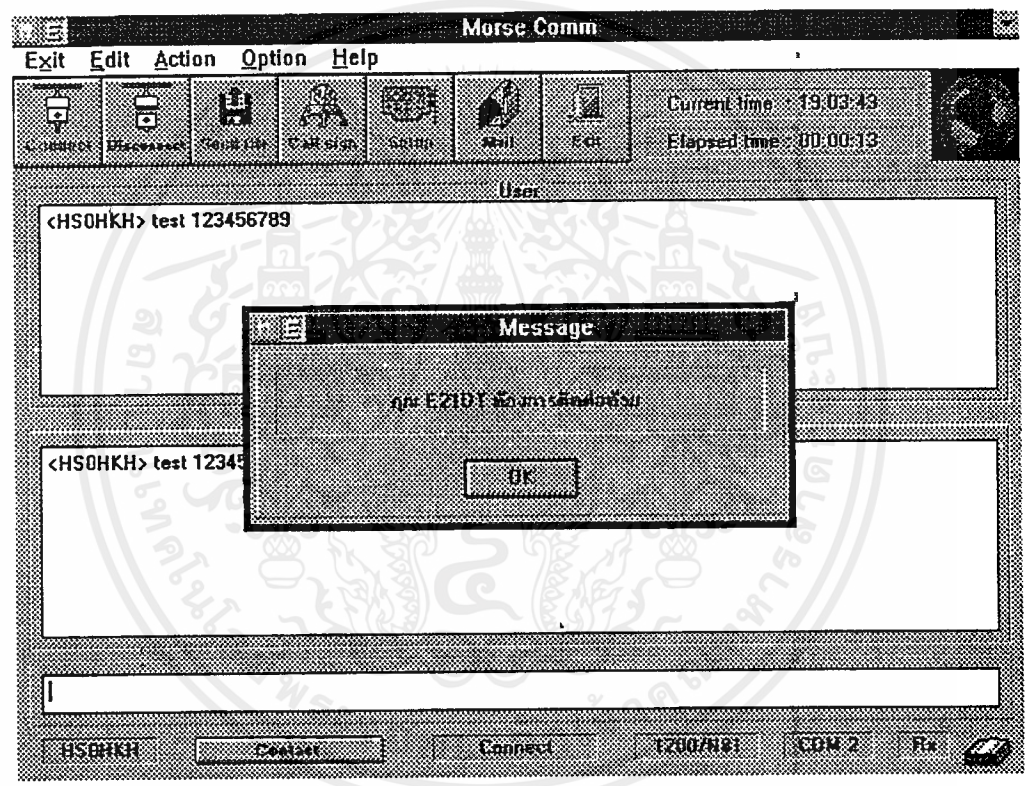


รูปที่ 4.5 ทดสอบส่งข้อมูลแบบ Multi User

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ทดสอบการส่งข้อมูลที่ใช้ระหว่างคู่สถานี

จากรูป 4.6 เป็นการติดต่อสื่อสารกันระหว่างบุคคล 2 คุน คือ HS0HKH กับ E21DT โดยในการติดต่อสื่อสารแบบนี้จะต้องใช้คำสั่ง Contact ตามด้วยชื่อคอลซายน์ของบุคคลที่จะติดต่อ เมื่อใช้คำสั่งนี้โปรแกรมก็จะทำการส่งข้อความไปยังบุคคลที่ต้องการจะติดต่อ ถ้าอีกฝ่ายต้องการจะติดต่อด้วยก็จะตอบตกลงกลับมา แต่ถ้าอีกฝ่ายไม่ต้องการจะติดต่อด้วย การสื่อสารก็ไม่สมบูรณ์ ต้องใช้คำสั่ง Contact ใหม่ จนก็อีกฝ่ายจะตอบรับจึงจะสามารถติดต่อสื่อสารได้

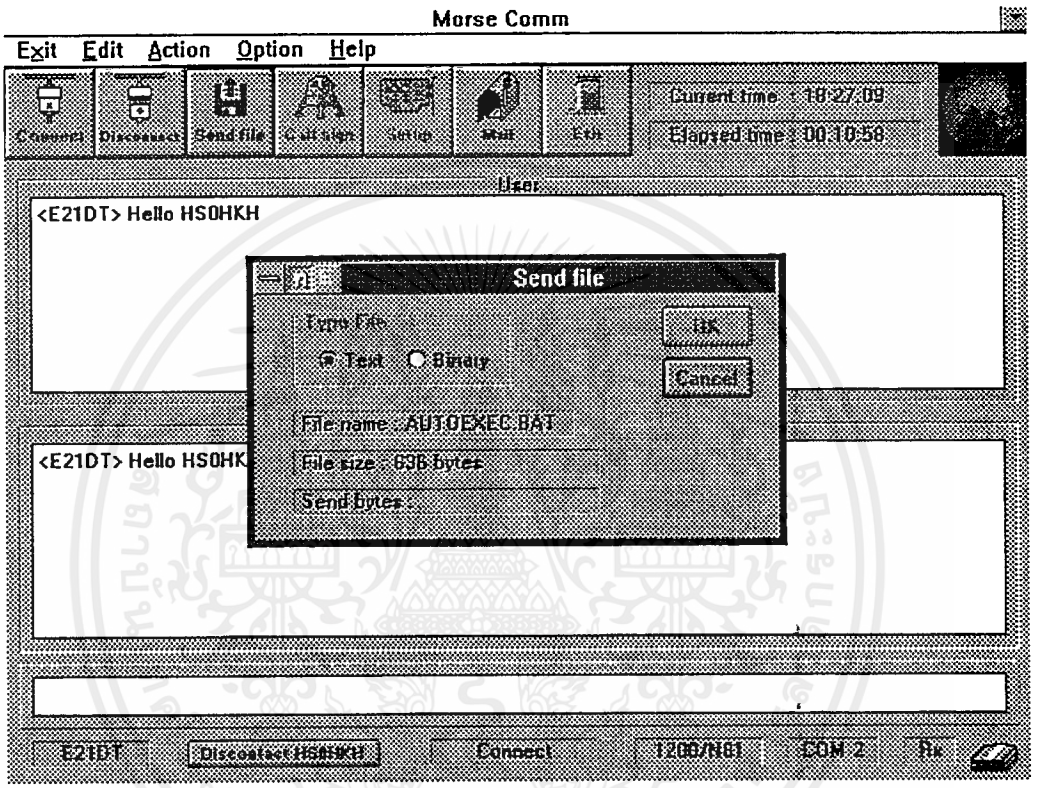


รูปที่ 4.6 ทดสอบส่งข้อมูลแบบ Two User

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 ทดสอบการส่งแฟ้มข้อมูล

ทำการทดสอบการส่งไฟล์ที่ชื่อ AUTOEXEC.BAT ที่มีขนาดไฟล์ 636 ไบต์ เป็นไฟล์ชนิดเท็กซ์ไฟล์ ดังรูปที่ 4.7

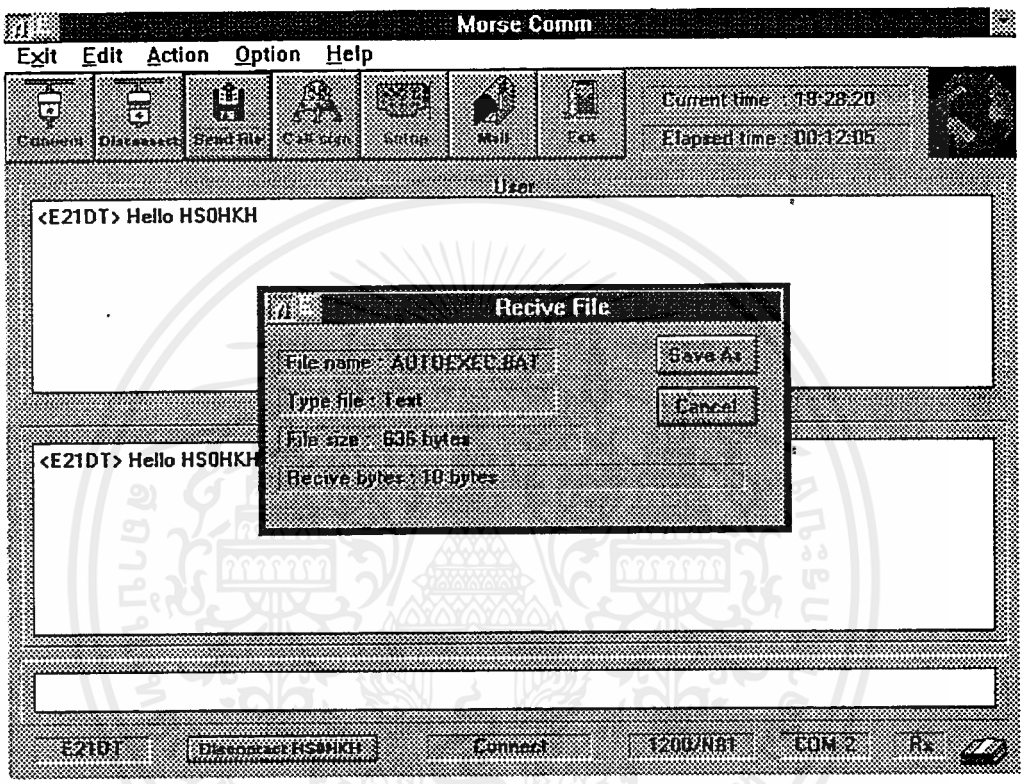


รูปที่ 4.7 ทดสอบการส่งแฟ้มข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4 ทดสอบการรับแฟ้มข้อมูล

จากการทดสอบรับไฟล์ที่ส่งมาจากอีกสถานี ที่มีชื่อไฟล์ว่า AUTOEXEC.BAT ผลที่ได้ในขณะที่รับข้อมูลเป็นไปตามรูปที่ 4.8

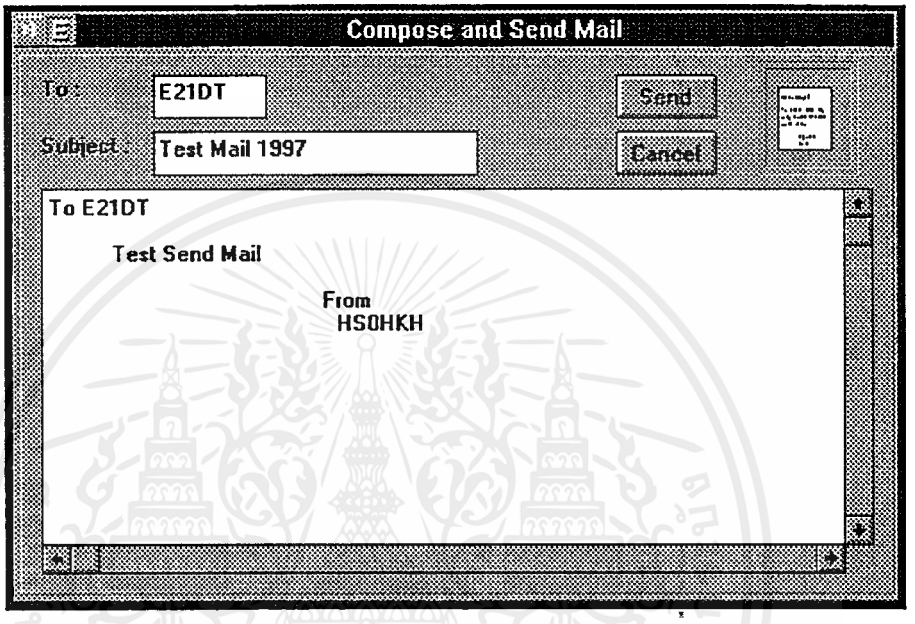


รูปที่ 4.8 ทดสอบการรับแฟ้มข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.5 ทดสอบการส่งข้อความหรือจดหมาย

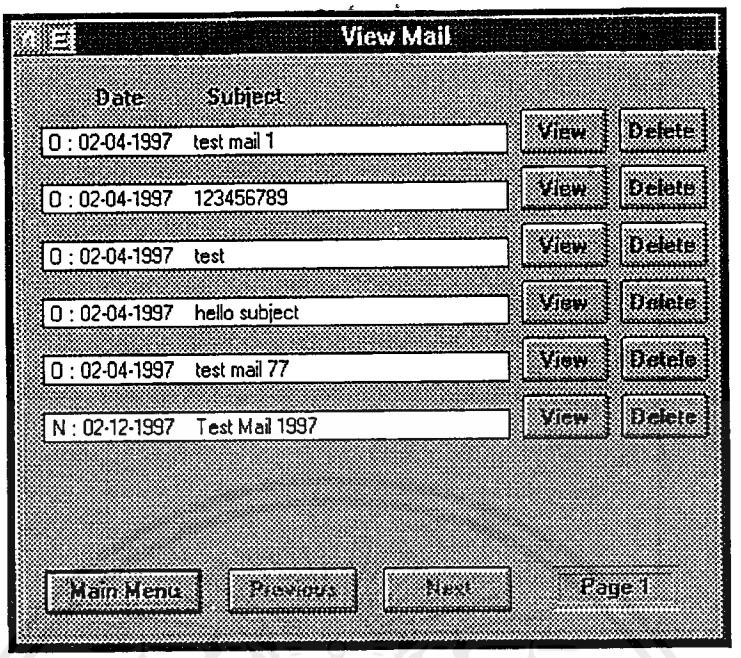
ทดสอบส่วนของการส่ง Mail โดยส่งให้แก่ปลายทางชื่อ E21DT โดยมีข้อความดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 ทดสอบการส่ง Mail

เมื่อทำการส่ง Mail ออกไปแล้ว ทำการทดสอบที่สถานีปลายทางที่ระบุไว้ จะแสดงได้ดังรูปที่ 4.10 จากรูปจะเห็นได้ว่า Mail ที่ส่งมานั้นทำการเปิดอ่านแล้วหรือยัง ถ้ามีการเปิดอ่านแล้วก็จะปรากฏอักษร O (Open) อยู่ข้างหน้าและถ้าฉบับใดยังไม่อ่านก็จะปรากฏอักษร N (New) อยู่ข้างหน้า ในจดหมายแต่ละฉบับจะบอกวัน เดือน ปี ที่ได้รับพร้อมกับหัวข้อของจดหมายด้วย จากรูปจดหมายที่ทำการทดสอบส่งมาก่อนหน้านี้ จะฉบับล่าสุดที่ยังไม่มีการเปิดอ่าน ส่งมาเมื่อ 2-12-1997 มีหัวข้อว่า Test Mail 1997

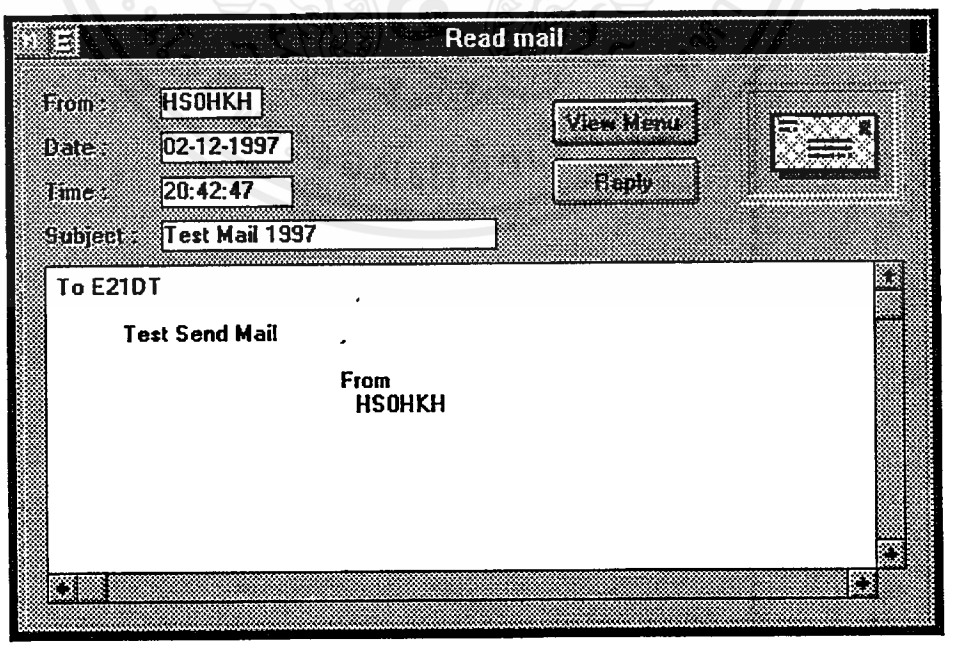
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 รูปแบบแสดงรายละเอียดของ Mail แต่ละฉบับ

4.2.6 ทดสอบการรับข้อความหรือจดหมาย

ทดสอบเปิดจดหมายที่ทดลองส่งมา ได้ดังรูปที่ 4.11 จากการทดลองปรากฏข้อความที่ส่งมาถูกต้อง

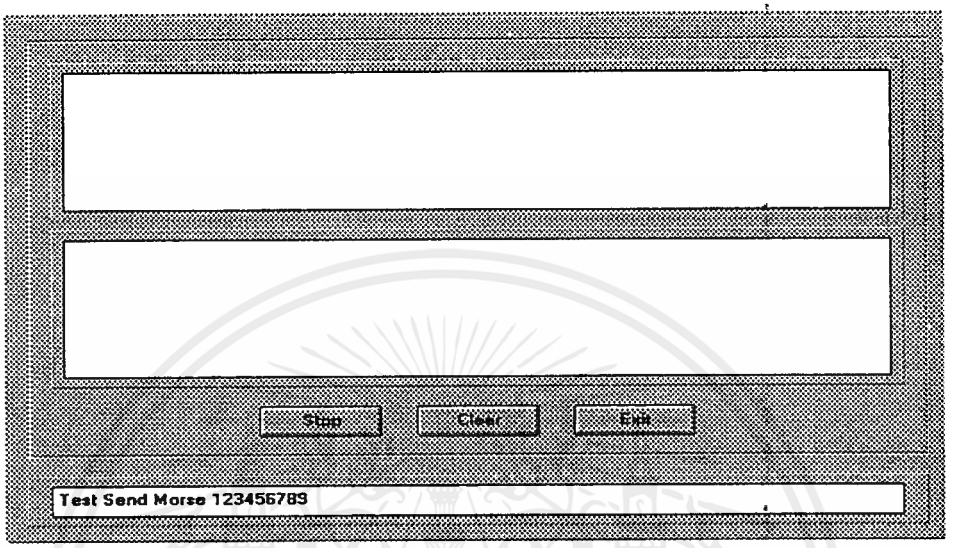


รูปที่ 4.11 ทดสอบการรับ Mail

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.7 ทดสอบการส่งแบบรหัสมอร์ส

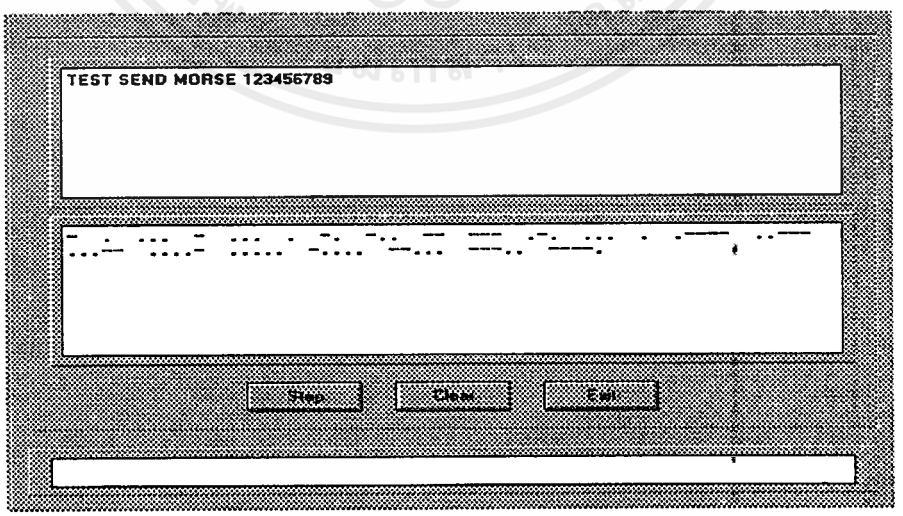
ทดสอบการส่งข้อความแล้วแปลงสัญญาณออกมาเป็นรหัสมอร์ส โดยการส่งข้อความ Test Send Morse 123456789 ดังรูป 4.12



รูปที่ 4.12 ทดสอบการส่งข้อมูลเป็นรหัสมอร์ส

4.2.8 ทดสอบรับข้อมูลที่ถูกส่งมาแบบรหัสมอร์ส

จากรูปที่ 4.13 ทางด้านบนของรูปจะปรากฏเป็นข้อความที่ทำการทดลองส่งมา ส่วนด้านล่างจะทำการแปลงเป็นรหัสมอร์ส



รูปที่ 4.13 ทดสอบการรับข้อมูลจากการส่งด้วยรหัสมอร์ส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.9 สรุปการทดลองรับส่งข้อมูลทุกโหมดการทำงาน

ทดสอบรับส่งข้อมูลในทุกโหมดการทำงานในห้องทดลองซึ่งแต่ละสถานีตั้งวางห่างกันในระยะ 5 เมตร ได้ผลการทดลองดังรูปที่ 4.14

โหมดการทำงาน	ด้านส่ง			ด้านรับ		
	ครั้งที่ 1-5	ครั้งที่ 6-10	ครั้งที่ 11-15	ครั้งที่ 1-5	ครั้งที่ 6-10	ครั้งที่ 11-15
Multi Users	10 ตัวอักษร	50 ตัวอักษร	100 ตัวอักษร	10 ตัวอักษร	50 ตัวอักษร	100 ตัวอักษร
User to User	10 ตัวอักษร	50 ตัวอักษร	100 ตัวอักษร	10 ตัวอักษร	50 ตัวอักษร	100 ตัวอักษร
Send Files	1 ไฟล์	1 ไฟล์	1 ไฟล์	ครบ	ครบ	ครบ
Mail	1 ฉบับ	1 ฉบับ	1 ฉบับ	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
Morse Code	30 ตัวอักษร	30 ตัวอักษร	30 ตัวอักษร	30 ตัวอักษร	30 ตัวอักษร	30 ตัวอักษร

รูปที่ 4.14 ทดสอบทุกโหมดการทำงานในระยะห่างระหว่างสถานี 5 เมตร

ทดสอบรับส่งข้อมูลในทุกโหมดการทำงานซึ่งสถานีหนึ่งตั้งอยู่ที่ชั้น 2 และอีกสถานีหนึ่งอยู่ที่ชั้น 3 ของอาคาร ได้ผลการทดลองดังรูปที่ 4.15

โหมดการทำงาน	ด้านส่ง			ด้านรับ		
	ครั้งที่ 1-5	ครั้งที่ 6-10	ครั้งที่ 11-15	ครั้งที่ 1-5	ครั้งที่ 6-10	ครั้งที่ 11-15
Multi Users	10 ตัวอักษร	50 ตัวอักษร	100 ตัวอักษร	10 ตัวอักษร	50 ตัวอักษร	100 ตัวอักษร
User to User	10 ตัวอักษร	50 ตัวอักษร	100 ตัวอักษร	10 ตัวอักษร	50 ตัวอักษร	100 ตัวอักษร
Send Files	1 ไฟล์	1 ไฟล์	1 ไฟล์	ครบ	ครบ	ครบ
Mail	1 ฉบับ	1 ฉบับ	1 ฉบับ	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
Morse Code	30 ตัวอักษร	30 ตัวอักษร	30 ตัวอักษร	30 ตัวอักษร	30 ตัวอักษร	30 ตัวอักษร

รูปที่ 4.15 ทดสอบทุกโหมดการทำงานในระหว่างชั้นของอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทวิจารณ์และสรุป

การนำเอาคอมพิวเตอร์มาต่อเข้ากับเครื่องวิทยุรับส่ง โดยมีอุปกรณ์โมเด็มทำหน้าที่เป็นตัวกลาง โดยจะช่วยลดปัญหาความแออัดของการใช้งานความถี่เนื่องจากเป็นการระบุผู้รับ ผู้ส่ง จึงทำให้ใช้งานความถี่พร้อมกันได้ในหลายสถานี โดยแต่ละสถานีจะเลือกรับเฉพาะข้อความที่ส่งมาให้สถานีตัวเองเท่านั้น และจะมีการตรวจสอบว่า ขณะนี้มีการใช้งานความถี่อยู่หรือไม่ และจะรอจนกว่าความถี่ว่างแล้วจึงทำการส่งข้อความออกไปและเวลาที่ใช้ในการส่งข้อมูลก็ใช้เวลาเพียงเล็กน้อยเท่านั้น จึงเป็นการเปิดโอกาสให้คู่สถานีอื่น ๆใช้งานความถี่ได้ในเวลาเดียวกัน

สามารถติดต่อสื่อสารได้รวดเร็วพร้อมทั้งได้ระยะทางไกลกว่าการใช้งานด้วยคำพูด เนื่องจากระบบคอมพิวเตอร์ทำงานได้รวดเร็วและในหลักการทำงานของโมเด็มจะใช้สัญญาณเสียงแค่ 2 ความถี่จึงทำให้สามารถรับสัญญาณได้ง่ายถึงแม้สัญญาณจะอ่อนก็ตามซึ่งต่างจากเสียงพูดที่มีระดับเสียงหลายความถี่ นอกจากนี้ยังมีระบบรับส่งแฟ้มข้อมูลและระบบฝากข้อความ ทำให้ไม่พลาดโอกาสที่จะได้รับข่าวสารถึงแม้จะไม่อยู่ก็ตาม

ในการสื่อสารข้อมูลผ่านระบบวิทยุสมัครเล่นนั้น จะไม่เกิดปัญหาเรื่องข้อความที่ไม่เหมาะสมเหมือนในระบบอื่น ๆ เนื่องจากไม่มีความลับในอากาศ เพราะฉะนั้นนักวิทยุสมัครเล่นที่จะส่งข้อความไม่เหมาะสมก็ต้องคำนึงถึงการจะถูกถอนคอลซายน์ด้วย

5.1 ข้อดีของการวิจัย

การวิจัยของโครงงานนี้นอกจากจะมีประโยชน์ในส่วนของระบบวิทยุสมัครเล่นแล้ว ยังสามารถนำไปใช้ในกิจการอื่น ๆ เช่นเป็นระบบสำรองในกรณีฉุกเฉิน เมื่อระบบการสื่อสารที่ใช้สายสัญญาณเกิดใช้การไม่ได้ หรือไม่สามารถต่อเชื่อมกับระบบเครื่อข่ายโทรศัพท์ นอกจากนั้นยังสามารถใช้ติดต่อสื่อสารกันได้ในพื้นที่ที่เครื่อข่ายโทรศัพท์ยังเข้าไม่ถึง หรือเขตพื้นที่ทุรกันดารโดยไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์มากมายอย่างระบบเครือข่ายทั่วไป

5.2 ข้อเสียของการวิจัย

อัตราความเร็วที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารยังมีความเร็วไม่มากเท่าที่ควร ในส่วนของการสื่อสารด้วยรหัสมอร์สนั้นยังไม่สามารถที่จะรับส่งข้อมูลรหัสมอร์สได้โดยตรง และในการทดลองยังไม่สามารถยืนยันได้ถึงการใช้งานในสภาพการใช้งานจริงในที่ระยะทางไกล ๆ และมีสัญญาณรบกวนจากแหล่งต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 แนวทางในการพัฒนาต่อ

1. การเพิ่มอัตราการรับส่งข้อมูล

อัตราการรับส่งข้อมูลที่ใช้อยู่เป็น 1200 บิตต่อวินาที เป็นค่าที่ถูกจำกัดโดยวิธีการมอดูเลตสัญญาณ และข้อจำกัดในระบบของเครื่องรับส่ง กล่าวคือ การมอดูเลตแบบเลื่อนความถี่มีอัตราการรับส่งข้อมูลสูงสุด 1200 บิตต่อวินาที และช่วงความถี่ตอบสนองของเครื่องวิทยุรับส่งอยู่ในช่วงสัญญาณเสียงเท่านั้น (สูงสุด 4 Khz) ซึ่งแนวทางการพัฒนาในส่วนนี้คือ

- เปลี่ยนวิธีการมอดูเลต เป็นวิธีที่มีอัตราการรับส่งสูงขึ้น เช่น PSK, QAM
- เปลี่ยนเครื่องรับส่งวิทยุที่มีการตอบสนองความถี่เพิ่มมากขึ้น

การเพิ่มความเร็วจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานช่องความถี่เดียวกันสูงขึ้น

2. ในการที่จะสื่อสารกันในระยะทางไกล ๆ ต้องพัฒนาให้มีระบบทวนสัญญาณ (Repeater) เพื่อการติดต่อสื่อสารจะได้ไกลขึ้น
3. ในส่วนการรับส่งด้วยรหัสมอร์ส ควรแก้ไขให้รับข้อมูลได้จากผู้ส่งโดยตรง
4. ปรับปรุงในด้านโปรโตคอลในการรับส่งข้อมูลให้ดียิ่งขึ้น
5. ปรับปรุงทางด้านระบบเสียงให้ดีขึ้น ควรจะใช้ได้กับระบบซาวด์บลาสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

มาตรฐานสากลของรหัสมอร์ส

A	did dah	·—	N	dah dit	—·
B	dah did did did	—···	O	dah dah dah	———
C	dah did dah did	—·—·	P	did dah dah did	·——·
D	dah did did	—··	Q	dah dah did dah	——·—
E	did	·	R	did dah did	·—·
F	did did dah did	·— — —	S	did did did	···
G	did dah did	·—·	T	dah	—
H	did did did did did	····	U	did did dah	··—
I	did did	··	V	did did did dah	···—
J	did dah dah dah	·— — —	W	did dah dah	·——
K	dah did dah	—·—	X	dah did did dah	—··—
L	did dah did did	·—··	Y	dah did dah dah	—·——
M	dah dah	— —	Z	dah dah did did	——··

รหัสตัวเลข

1	did dah dah dah dah	·————	6	dah did did did did	—····
2	did did dah dah dah	··———	7	dah dah did did did	——···
3	did did did dah	···—	8	dah dah dah did did	———··
4	did did did did dah	····—	9	dah dah dah dah did	————·
5	did did did did did	····—	0	dah dah dah dah dah	—————

แสดงคำถาม	did did dah dah did did	··——··
แสดงเรื่องหมายอุทาน	dah dah did did dah dah	——··——
อะโพสโทรฟี่	did dah dah dah dah did	·————·

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไฮ่เฟ่น	dah did did did did dah	—····—
ขีดแยกคำ	dah did did dah did	—··—·
วงเล็บ	dah did did dah did	—··—·
อัญญประกาศ	did did dah dah did dah	——··—
ขีดเส้นใต้	did did dah dah did dah	··——·—
ฟรีริมคอล์ล	dah did dah did dah	—·—·—
เครื่องหมายลบ	dah did did did dah	—···—
จบข้อความ	did dah did dah did	·—·—·
ผิดพลาด	did did did did did	·····

รหัสภาษาไทย

ก	__.	ป	.__.
ข	_._.	ผ	__._
ค ฆ	_._	ฝ	_._._
ง	_.__.	พ ภ	.__..
จ	_.._.	ฟ	.._.
ฉ	_.._	ม	__
ช ฌ	__..	ย	_.__
ซ	__..	อ	_..._
ญ	.___	ร	._.
ฎ ด	_..	ล ฬ	._..
ฏ ต	_	ว	.__
ฐ ถ	_._..	ศ ษ ส	...
ท ธ ฑ ฒ	_..__	ห	....
น ณ	_.	ฮ	.._.__
บ	_...	ฤ ฤา	__.__

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัสสระ

อะ	·_···	อุ	··_·_
อา	·_	อู	___·
อิ	··__··	เอ	·_
อี	··	แอ	·_·_
อึ	··__·	โอ	___
อื	··__	ใอ ไอ	·_··_
อำ	···_·		

รหัสวรรณยุกต์

อ่	··_	อี๊	__···
อ้	···_	อ๋	·_·_·

รหัสเครื่องหมาย

อั	·__·_
อี๊	___··
อั้	·___·
ฯ	__·_·
ฯลฯ	___·_
ๆ	_·___

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกเสียงตัวอักษรของสัญญาณเรียกขาน

ในการป้องกันความเข้าใจผิดอันจะเกิดขึ้นได้จากสัญญาณเรียกขานและสัญญลักษณ์ที่ใช้ต่างๆจึงมีการกำหนดว่าให้ใช้คำต่างๆ ดังต่อไปนี้

ตัวอักษร	รหัส	การออกเสียง
A	Alfa	ALFAH
B	Bravo	BRAVO
C	Charlie	CHARLIE
D	Delta	DELLTAH
R	Echo	ECKHO
F	Foxtrot	FOKSTROT
G	Golf	GOLF
H	Hotel	HOHTEL
I	India	INDEEAH
J	Juliett	JEWLEEETT
K	Kilo	KEYLOH
L	Lima	LEEMAH
M	Mike	MIKE
N	November	NOVEMBER
O	Oscar	OSSCAH
P	Papa	PAHPAH
Q	Quebec	KEHBECK
R	Romeo	ROW ME OH
S	Sieera	SEE AIR RAH
T	Tango	TANG GO
U	Uniform	YOU NEE FORM
V	Victor	VIK TAH
W	Whiskey	WISKEY
X	X-ray	ECKSRAY

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Y	Yankee	YANGKEY
Z	Zulu	ZOOLOO

ตัวย่อที่ใช้เป็นมาตรฐานสากลอื่นๆ

C	:Yes	ใช่
N	:No	ไม่ใช่
W	:Word	คำ
AA	:All after	หลังจากทั้งหมด
AB	:All before	ก่อนอื่นทั้งหมด
AL	:All thathas just been sent	ทั้งหมดที่มีการส่งออกไปสักระยะหนึ่ง
BN	:All between	ทั้งหมดในระหว่าง
CL	:I am Closing my station	ผมกำลังจะปิดสถานี
GA	:Resume sending	จะส่งกลับไปใหม่
MN	:Minute/minutes	นาที
NW	:I resume transission	ผมจะส่งคลื่นออกไปใหม่
OK	:Agreed	ตกลง
UA	:Are we agreed?	พวกเราตกลงหรือไม่
WA	:Word after...	คำหลังจาก...
EB	:Word before...	คำก่อนหน้า...
XS	:Atmospherics	บรรยากาศ

คำย่อเกี่ยวกับวิทยุสมัครเล่น

ABT	About	CKT	Circuit
AGN	Again	CLD	Called
ANI	Any	CO	Crystal osillator
BA	Buffer amplifier	CUD	Could
BCL	Broadcast listener	CUL	See you later

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BD	Bad	DX	Long distance
BI	By	ECO	Electron-coupled osillator
BK	Breake in	ES	And
BN	Been	CK	Check
FB	Fine busineess(good work)	RAC	Rectified AC
FD	Frequency doubler	RCD	Received
FM	Form	RX	Reseiver
GA	Go ahead,Good afermoon	SA	Say
GB	Good-by	SED	Said
GE	Good evening	SIGS	Signals
GM	Good morning	SIGN	Signature
GN	Good night	SSS	Singgle signal superheterodyne
HAM	Rdio amateur	SKD	Schedule
HI	Laughter	TKS	Thanks
HR	Hear ,here	TMN	Tomowrow
HRD	Heard	TNX	Thanks
HV	Have	TPTG	Tuned plate tuned grid
LTR	Later	TX	Tranmitter
MILS	Milliamper		
MO	Miter oscillator	UR	You are
ND	Nothing doing	VY	Vary
NIL	Nothing	WDS	Words
NM	No more	WKG	Working
NR	Number	WL	Will
NW	Now	WUD	would
OB	Old boy	WX	weather
OM	Old man	VF	wife
OT	Old timer	YL	Young lady

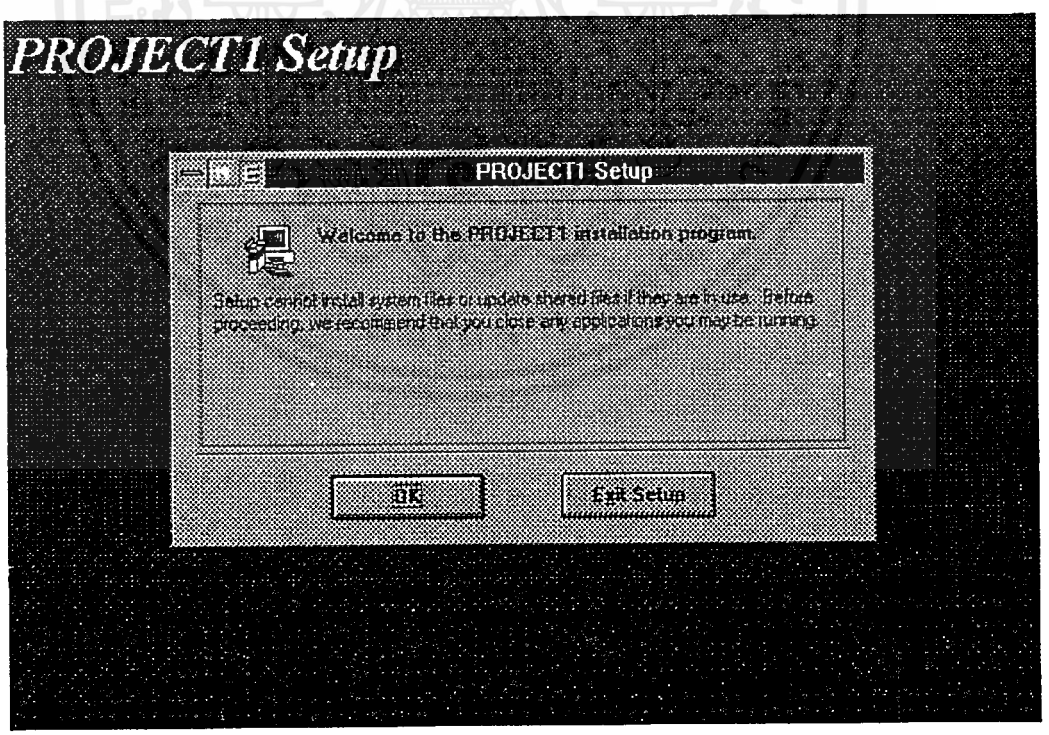
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

การติดตั้ง Morse Comm Version 2.0

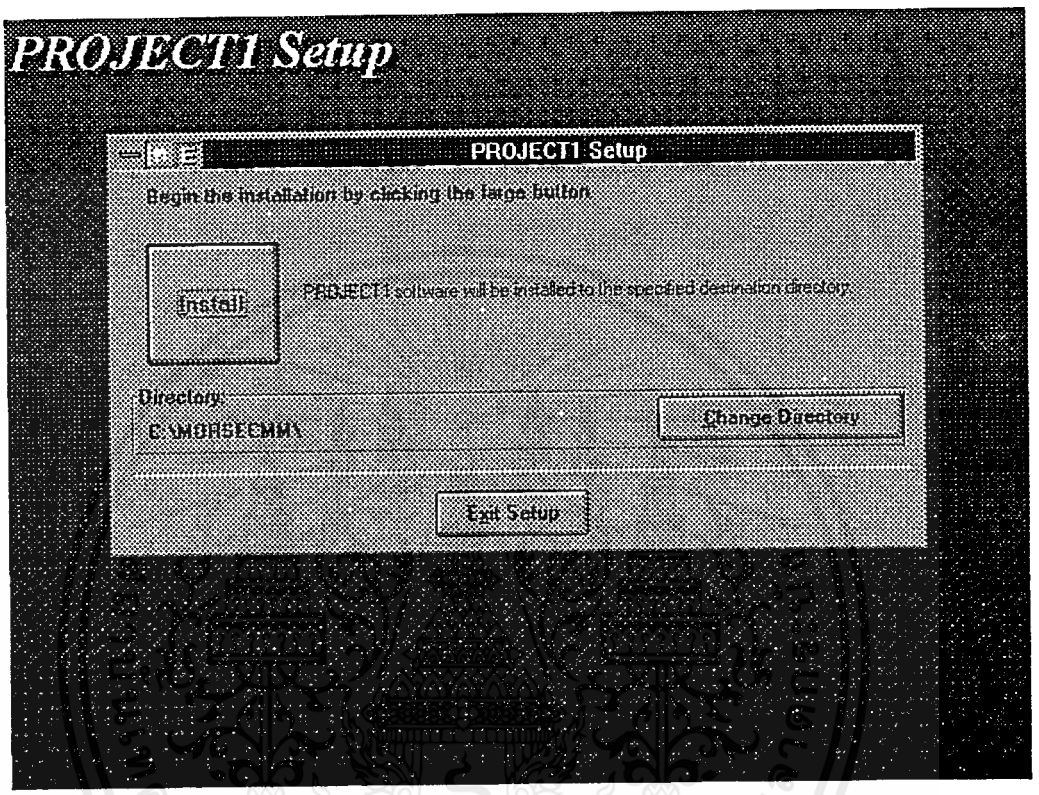
การติดตั้ง Morse Comm Version 2.0 เข้ากับไมโครซอฟต์วินโดวส์ 3.1 มีขั้นตอนการติดตั้งดังนี้

1. รัน Window
2. ใส่แผ่นดิสก์แผ่นที่ 1 ของโปรแกรม ซึ่งมีไฟล์ Setup.exe ในดิสก์ไดรฟ์ A หรือ B
3. รันไฟล์ Setup.exe ดังนี้
   - จากโปรแกรมแมนเนเจอร์ของวินโดวส์ เลือกคำสั่ง Run จากเมนู File ไดอะลอกบอกส์ Run จะปรากฏ
   - พิมพ์ A:Setup หรือ B:Setup แล้วคลิกปุ่ม OK
   - จากไฟล์เมเนเจอร์คลิก 2 ครั้งที่ไอคอนของไฟล์ Setup.exe ซึ่งอยู่ในไดรฟ์ A หรือ B
5. รอสักครู่ ก็จะปรากฏดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ทำตามคำแนะนำที่ปรากฏในไดอะลอกบอกซ์เพื่อติดตั้ง ซึ่งเมื่อเลือกคลิกที่ปุ่มใด ๆ จะปรากฏไดอะลอกบอกซ์ให้เลือกรายละเอียดเกี่ยวกับการติดตั้ง เช่น เลือกไดรฟ์และไดเรกทอรีที่ต้องการติดตั้ง



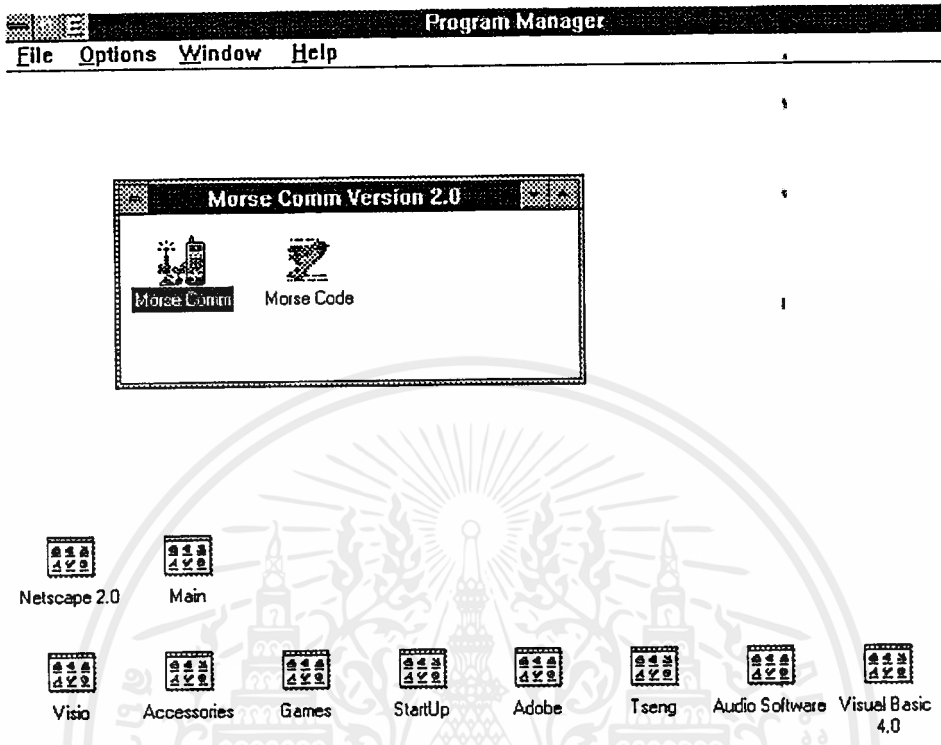
7. ใส่แผ่นโปรแกรมแต่ละแผ่นตามข้อความที่ระบุในไดอะลอกบอกซ์

8. เมื่อเสร็จสิ้นแล้วก็สามารถใช้งาน Morse Comm Version 2.0 ได้

9. สำหรับแผ่นโปรแกรมแผ่นที่ 4 เป็น โปรแกรม Morse Code Version 2.0 ให้ใช้คำสั่ง Copy จากไดรฟ์ A หรือ B ไปไว้ในไดเรกทอรีเดียวกับโปรแกรม Morse Comm Version 2.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Morse Comm Version 2.0



โปรแกรมการใช้งาน Morse Comm Version 2.0

หน้าต่าง Morse Comm Version 2.0

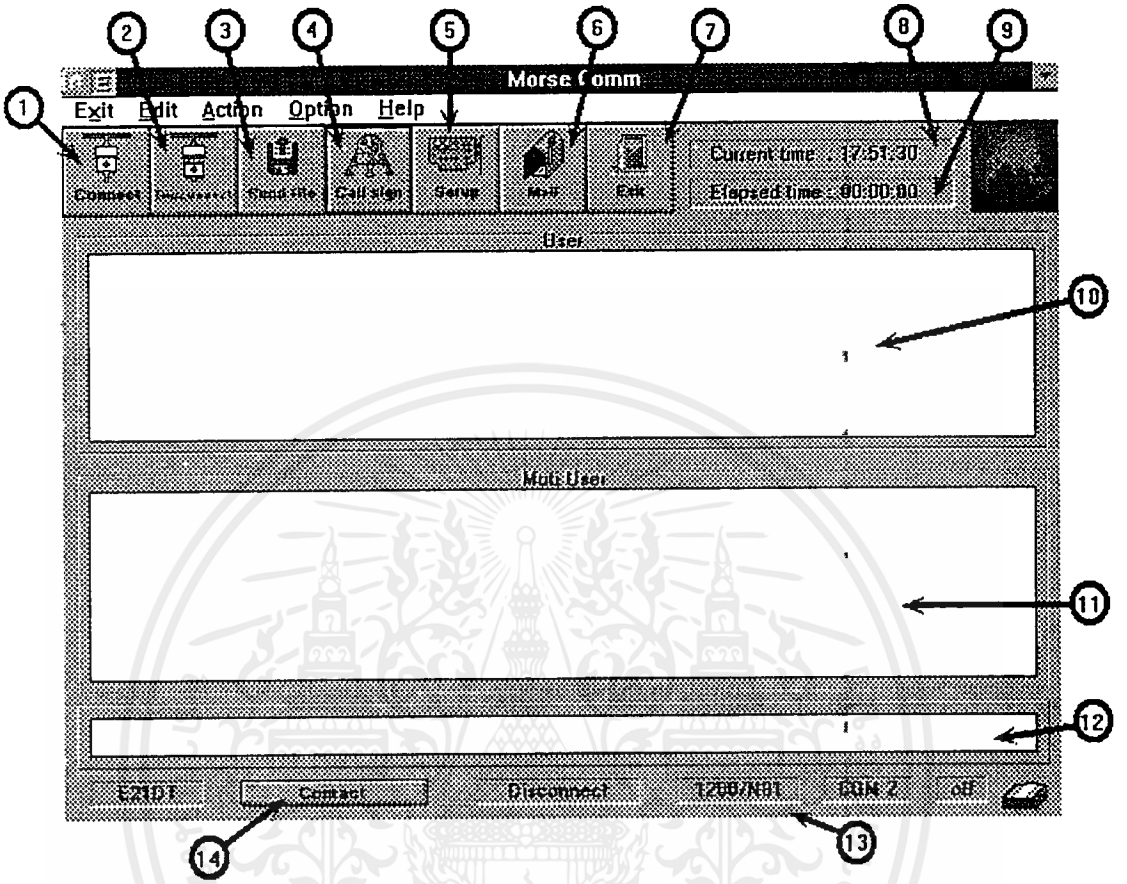
Morse Com Version 2.0 จะปรากฏไอคอนการใช้งาน 2 ไอคอน คือ

- Morse Comm
- Morse Code

เมื่อต้องการใช้งานก็ให้ดับเบิ้ลคลิ้กที่แต่ละไอคอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนต่าง ๆ ของ Morse Comm



ส่วนต่าง ๆ ของหน้าต่าง Morse Comm

1. ปุ่มกำรเชื่อมต่อเข้ำระบบกำรสื่อสำร
2. ปุ่มแสดงว่ำยังไม่มีกำรเชื่อมต่อเข้ำระบบกำรสื่อสำร
3. ปุ่มกำรเลือกส่งแฟ้มข้อมูล
4. ปุ่มเลือกตั้งชื่อคอลซำยน์
5. ปุ่มเลือกเซตค่ำในพอร์ตอนุกรม
6. ปุ่มเลือกรับส่งข้อควำมหรือจดหมำย
7. ปุ่มเลือกเพื่อออกจำกระบบ
8. แสดงค่ำเวลำปัจจุบัน
9. แสดงเวลำที่ใช้ไป
10. ส่วนแสดงข้อควำมของสถำนีผู้ใช้
11. ส่วนแสดงข้อควำมระหว่ำงกลุ่มสถำนี

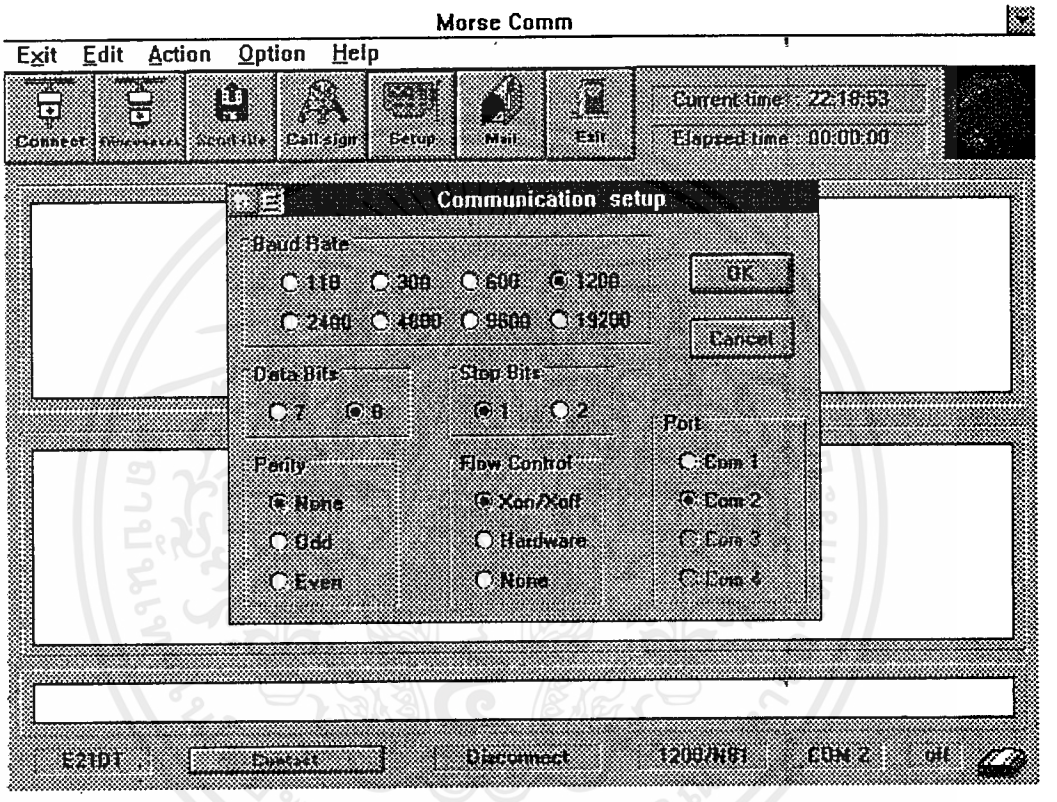
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12. ส่วนการป้อนข้อความ

13. แถบแสดงสถานะ

14. ปุ่มเลือกติดต่อกับคู่สถานีปลายทาง

เมนู Setup



หน้าต่าง Communication setup

ไดอะล็อก Communication setup

เป็นการเซตอัพค่าต่าง ๆ เพื่อให้สอดคล้องกับระบบโดยมีรายละเอียดดังนี้

1. เลือกเมนู Setup

2. เลือกเซตค่าต่าง ๆ ตามความต้องการ โดยส่วนการเซตค่ามีรายละเอียดดังนี้

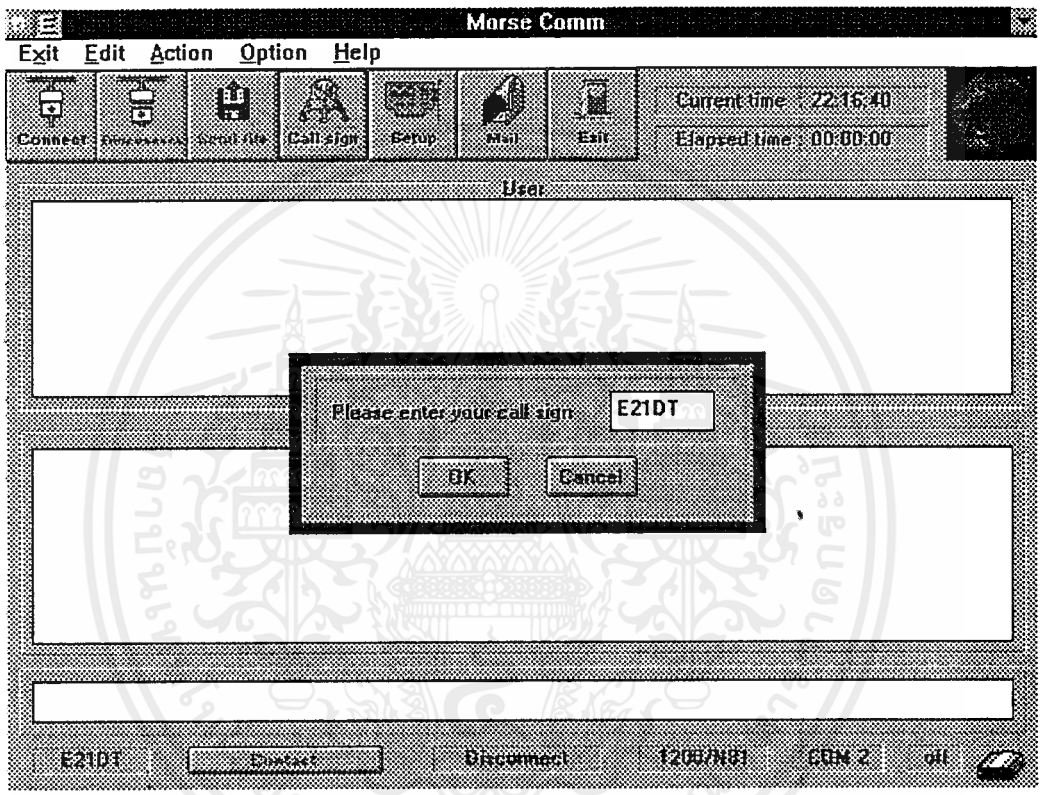
- กรอบ Baud Rate เลือกความเร็วที่พอร์ตใช้ในการรับ-ส่งข้อมูล
- กรอบ Data Bits เลือกจำนวนบิตข้อมูลแต่ละอักขระ
- กรอบ Stop Bits เลือกจำนวนบิต Stop
- กรอบ Parity เลือกการตรวจสอบความผิดพลาดในการรับ-ส่งข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กรอบ Port เลือกหมายเลขพอร์ตอนุกรม

3. เลือก OK เมื่อต้องการเปลี่ยนค่าตัวเลือก, เลือก Cancel เมื่อไม่ต้องการเปลี่ยนแปลงค่าตัวเลือก

เมนู Call sign



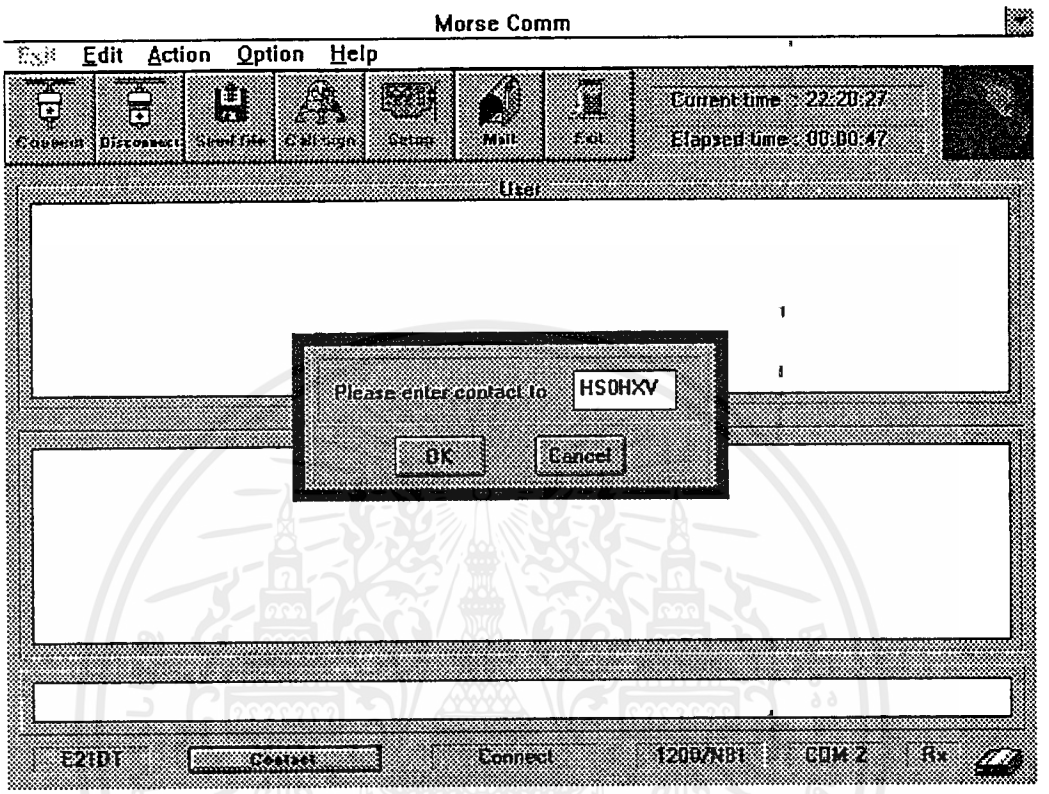
หน้าต่างการ Setup Call Sign

เลือกปุ่ม Call sign เพื่อกำหนดหรือเปลี่ยนแปลง ชื่อคอลซายน์ของสถานี

1. เลือกเมนู Call sign
2. ใส่ชื่อคอลซายน์ใหม่ โดยจะต้องไม่เกิน 6 จำนวนตัวอักษร
3. เลือก OK เมื่อต้องการเปลี่ยนค่าตัวเลือก, เลือก Cancel เมื่อไม่ต้องการเปลี่ยนแปลงค่าตัวเลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมนู Contact



หน้าต่างการ Contact ไปยังคู่สถานี

Contact เป็นเลือกใช้เมื่อต้องการติดต่อและเรียกคู่สถานี

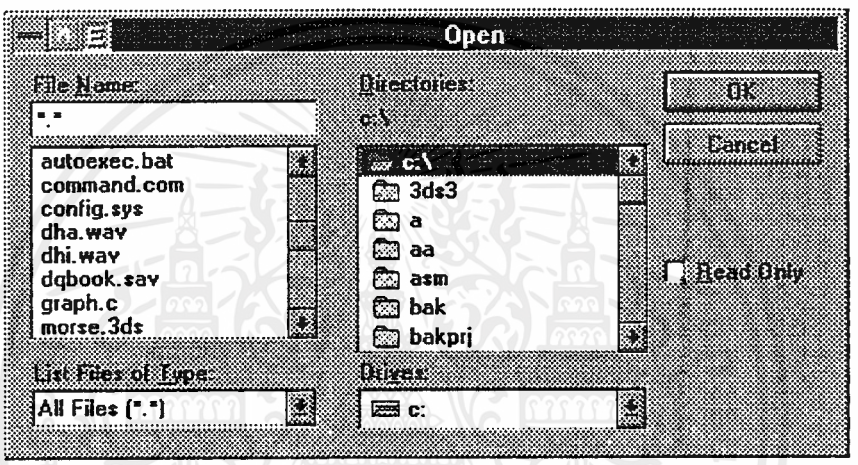
1. เลือก Connect เพื่อเชื่อมต่อเข้าระบบสื่อสาร
2. เลือกปุ่ม Contect
3. ใส่ชื่อคอลซายน์คู่สถานีที่ต้องการติดต่อ
4. เลือก OK เมื่อต้องการเรียกและติดต่อ, เลือก Cancel เมื่อไม่ต้องการติดต่อ
5. ใส่ข้อความที่ต้องการจะติดต่อ ในส่วนการป้อนข้อความ เมื่อต้องการส่งข้อความก็ทำการกด ENTER
6. รอการตอบรับจากคู่สถานีเพื่อทำการสื่อสาร
7. เลือกปุ่ม Discontect เมื่อต้องการยกเลิกการติดต่อกับคู่สถานี
8. เลือก Disconnect เพื่อออกจากระบบการสื่อสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมนูแฟ้มข้อมูล

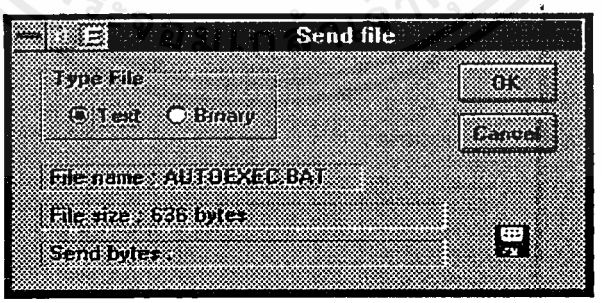
เป็นการโอนถ่ายแฟ้มข้อมูลจากสถานีหนึ่งไปอีกสถานีหนึ่งของคู่สถานี

1. เลือก Connect เพื่อติดต่อเข้ากับระบบ
2. เลือก Contact กับคู่สถานีปลายทางหรือคู่สถานีที่ต้องการถ่ายโอนข้อมูล
3. เลือกเมนู Send File
4. เลือกแฟ้มข้อมูลที่ต้องการที่ต้องการที่จะถ่ายโอน



หน้าต่างการเลือกแฟ้มข้อมูลที่ต้องการ

5. เลือกรูปแบบของแฟ้มข้อมูลที่ต้องการถ่ายโอน



หน้าต่างการส่งแฟ้มข้อมูล

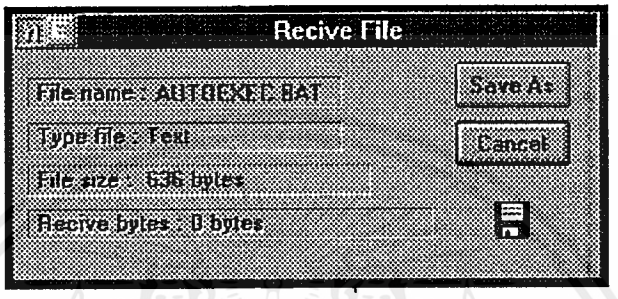
6. เลือก OK เมื่อต้องการถ่ายโอนข้อมูล, เลือก Cancel เมื่อไม่ต้องการยกเลิกการถ่ายโอนข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การรับแฟ้มข้อมูล

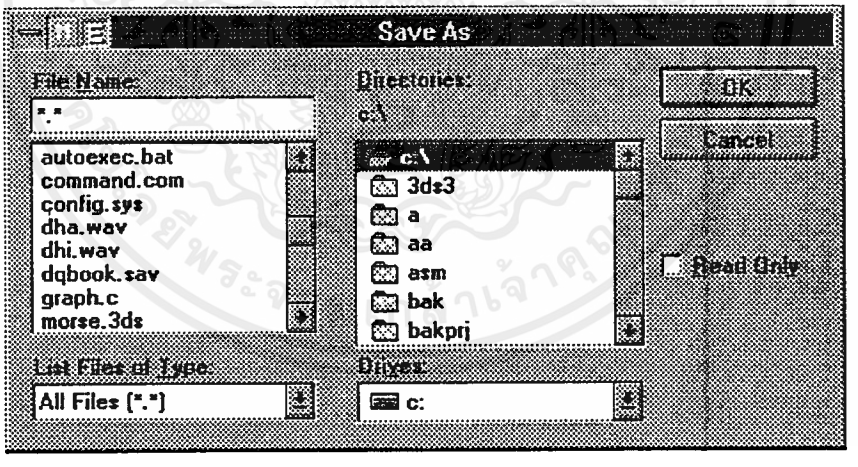
เป็นการรับแฟ้มข้อมูลจากสถานีต้นทางที่ส่งมา

1. รอหน้าต่างการรับข้อมูลแสดงขึ้นมา



หน้าต่างการรับแฟ้มข้อมูล

2. เลือก Save As เพื่อจัดเก็บแฟ้มข้อมูล



หน้าต่างการเลือกไดเรกทอรีและชื่อแฟ้มข้อมูลที่จะบันทึก

3. เลือกไดเรกทอรีและชื่อแฟ้มข้อมูลที่จะจัดเก็บ

4. เลือก OK เพื่อยืนยันการบันทึกแฟ้มข้อมูล หรือเลือก Cancel เมื่อต้องการยกเลิกการบันทึกแฟ้มข้อมูล

5. เลือก Cancel จากหน้าต่าง Recive File เมื่อไม่ต้องการรับแฟ้มข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

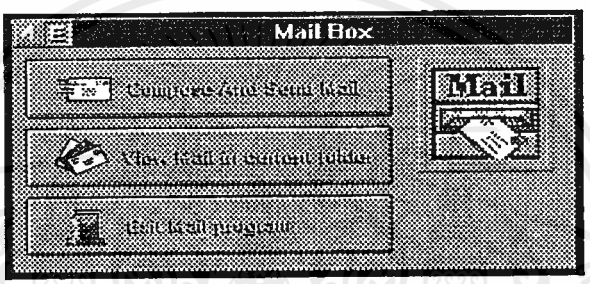
เมนูการรับส่งจดหมายหรือข้อความ

เป็นการรับส่งจดหมายหรือข้อความ

- เลือกปุ่ม Compose And Send Mail เพื่อต้องการส่งจดหมายหรือข้อความที่ต้องการไปให้แก่สถานีปลายทาง

- เลือกปุ่ม View Mail in current folder เพื่อต้องการตรวจสอบหรือดูรายละเอียดจดหมายแต่ละฉบับ

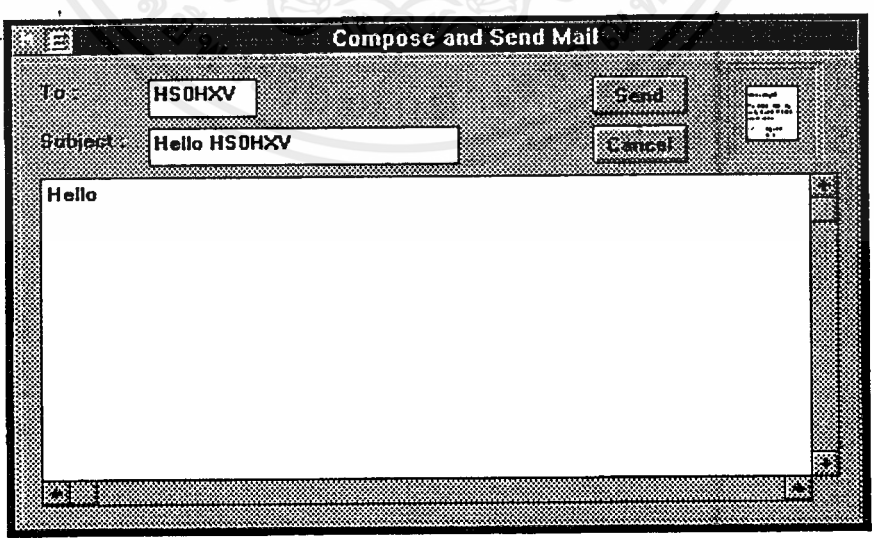
- ปุ่ม Exit Mail program เพื่อออกจากเมนู Mail



หน้าต่างแสดง Mail Box

การกำหนดข้อความและการส่งจดหมาย

1. เลือกปุ่ม Compose And Send Mail



หน้าต่างรายละเอียดของการส่งจดหมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

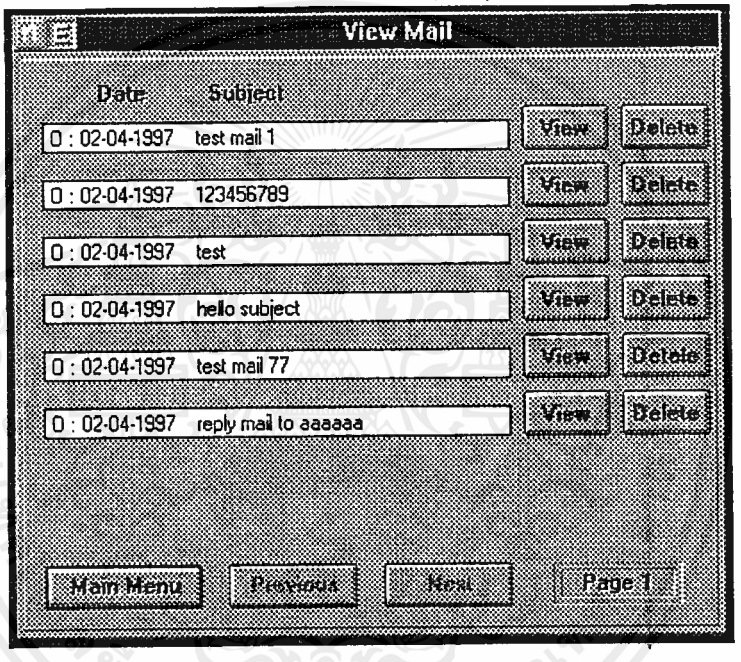
2. กำหนดชื่อหรือคอลซายน์ปลายทาง

3. กำหนดหัวเรื่องของจดหมาย

4. กำหนดข้อความที่ต้องการจะสื่อสาร

5. กดปุ่ม Send เมื่อต้องการส่งข้อความหรือจดหมาย หรือกดปุ่ม Cancel เมื่อต้องยกเลิกการส่งจดหมาย

การดูรายละเอียดข้อความหรือจดหมาย



รายละเอียดของจดหมายแต่ละฉบับ

1. เลือกปุ่ม View Mail in current folder

2. เมื่อเข้าสู่หน้าต่าง View Mail จะมีปรากฏรูปแบบของรายการจดหมายซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- สถานะของจดหมาย จะปรากฏอยู่ด้านซ้ายสุ ดของจดหมายแต่ละฉบับ มี 3 รูปแบบคือ

N (New) หมายถึงจดหมายใหม่ที่เพิ่งเข้ามายังไม่ได้อ่าน

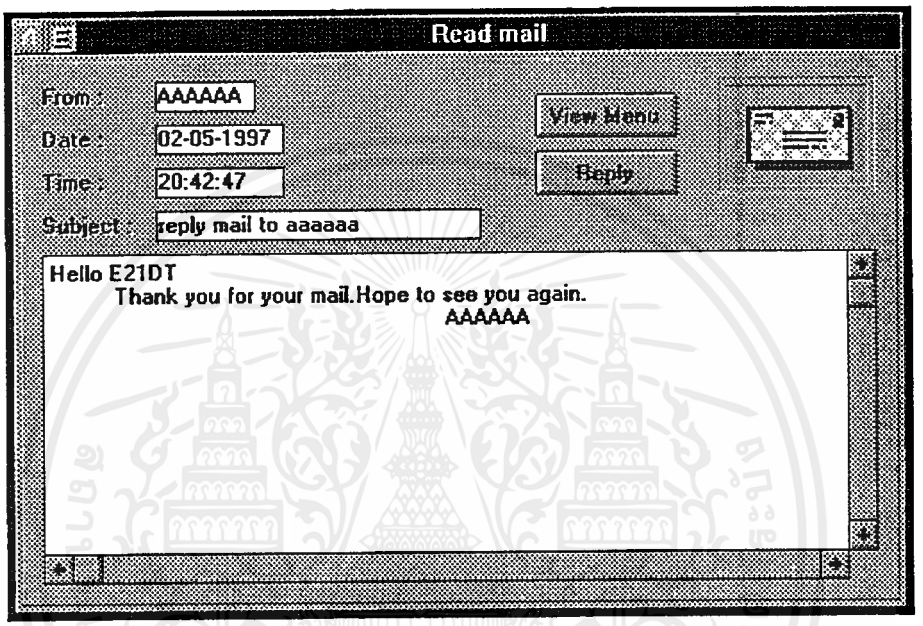
O (Open) หมายถึงจดหมายที่เคยเปิดอ่านมาแล้วก่อนหน้านี้

D (Delete) หมายถึงต้องการลบจดหมายฉนับนั้นออกไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Date คือวันเวลาที่ส่งจดหมาย
- Subject คือหัวข้อเรื่องของจดหมายแต่ละฉบับ
- View คือคำสั่งที่ใช้เปิดอ่านจดหมายแต่ละฉบับ
- Delete คือคำสั่งที่ใช้ลบจดหมายฉบับที่ไม่ต้องการออกไป

3. เมื่อต้องการดูจดหมายฉบับใดก็ให้กดที่ปุ่ม View ที่จดหมายฉบับนั้น



รายละเอียดของการส่วนการรับจดหมาย

จากหน้าต่าง Read mail หากต้องการที่จะตอบจดหมายกลับ ก็ให้ไปเลือกที่คำสั่ง Reply โปรแกรมจะใส่ชื่อผู้รับ (เจ้าของจดหมายที่ส่งมาให้เรา) ให้เองโดยอัตโนมัติพร้อมใส่คำนำหน้าหัวเรื่องให้ว่า Reply mail to : เพื่อบ่งบอกว่าเป็นการตอบจดหมาย

4. กดปุ่ม Preview หรือ Next เพื่อค้นหาจดหมายที่ต้องการอ่าน

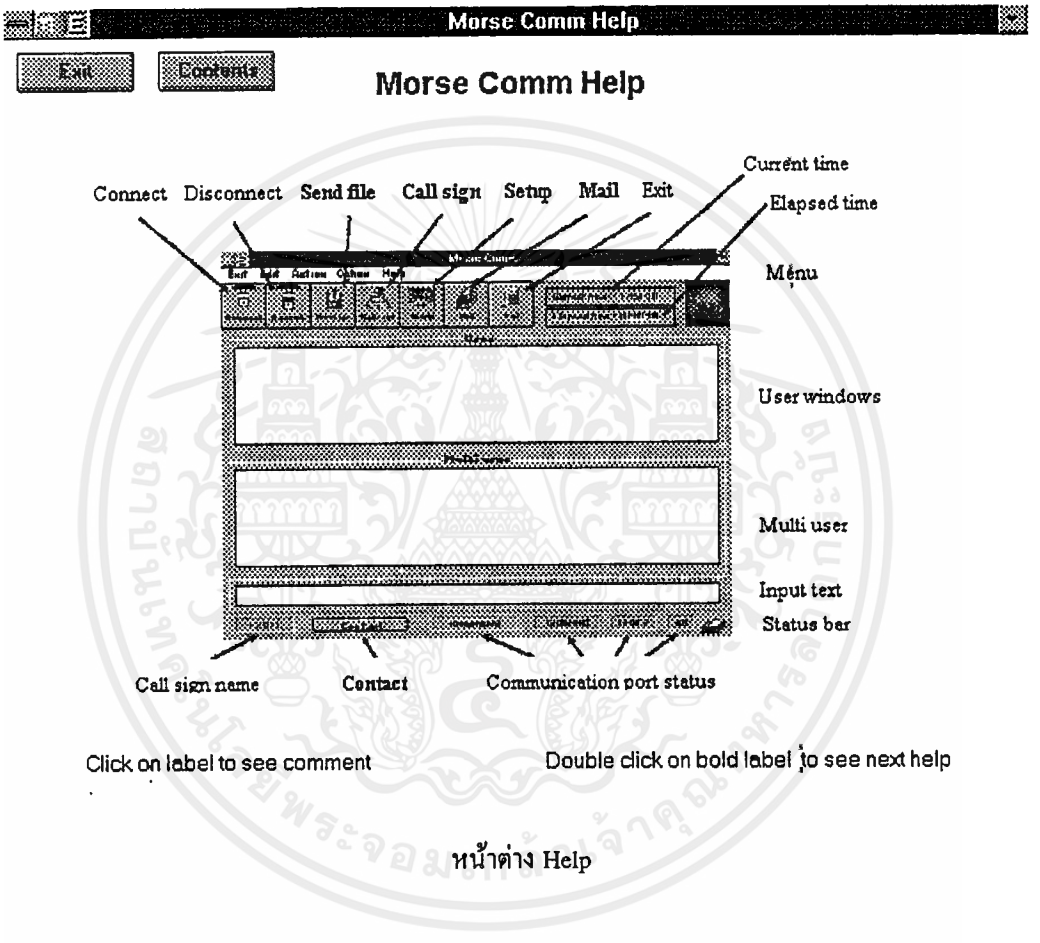
5. กดปุ่ม Delete เมื่อต้องการลบจดหมายฉบับนั้นออกไป โดยจะปรากฏตัวอักษร D ที่ด้านซ้ายสุดของจดหมายที่ต้องการจะลบออกไป เมื่อออกจากหน้าต่าง View Mail โปรแกรมก็จะทำการลบจดหมายฉบับนั้นออกไปทันที

6. เมื่อต้องการออกจากหน้าต่าง View Mail ก็เลือกที่คำสั่ง Main Menu เพื่อกลับไปยังส่วนของหน้าต่างหลักต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนของโปรแกรมขอความช่วยเหลือ Help

1. เลือกเมนู Help จากส่วนของเมนูหลักของ Morse Comm
2. เลือกปุ่ม Contents เมื่อต้องการดูรายละเอียดของวิธีการใช้งานของโปรแกรม
3. เลือกปุ่ม Exit เมื่อต้องการออกจากส่วนของ Help



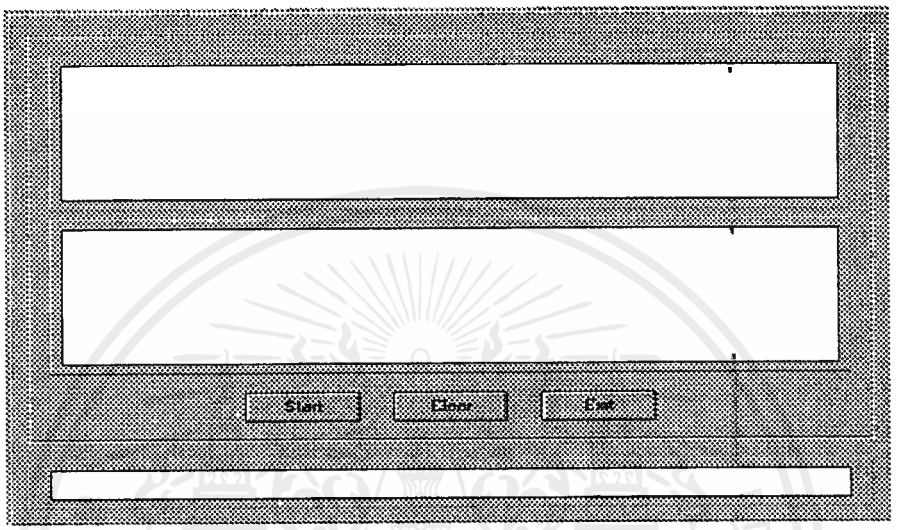
หน้าต่าง Help

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรม Morse Code

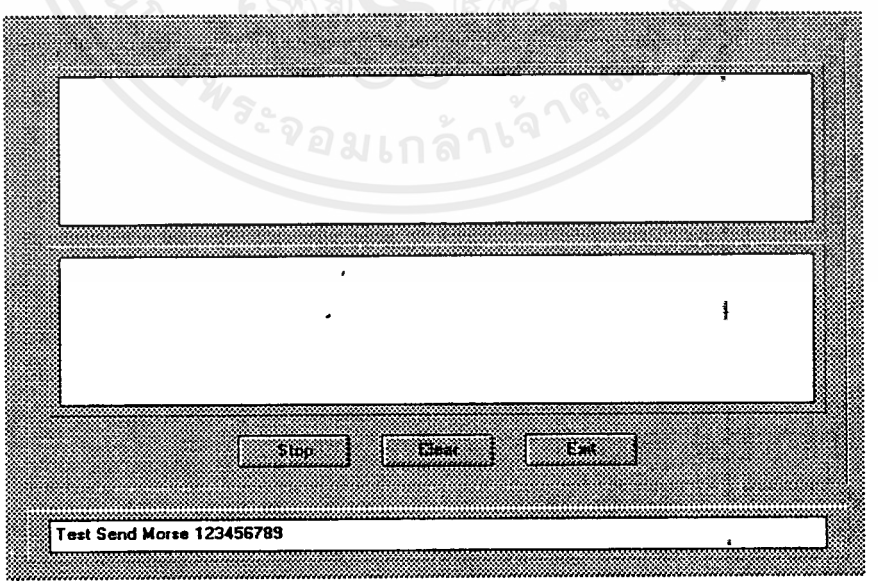
เป็นการติดต่อสื่อสารข้อมูลด้วยรหัสมอร์ส

1. เลือกไอคอน Morse Code แล้วดับเบิ้ลคลิก



หน้าต่าง Morse Code

2. เลือกกำหนดข้อความที่ต้องการจะติดต่อสื่อสารในส่วนป้อนข้อความ



การกำหนดข้อความที่จะส่งด้วยรหัสมอร์ส

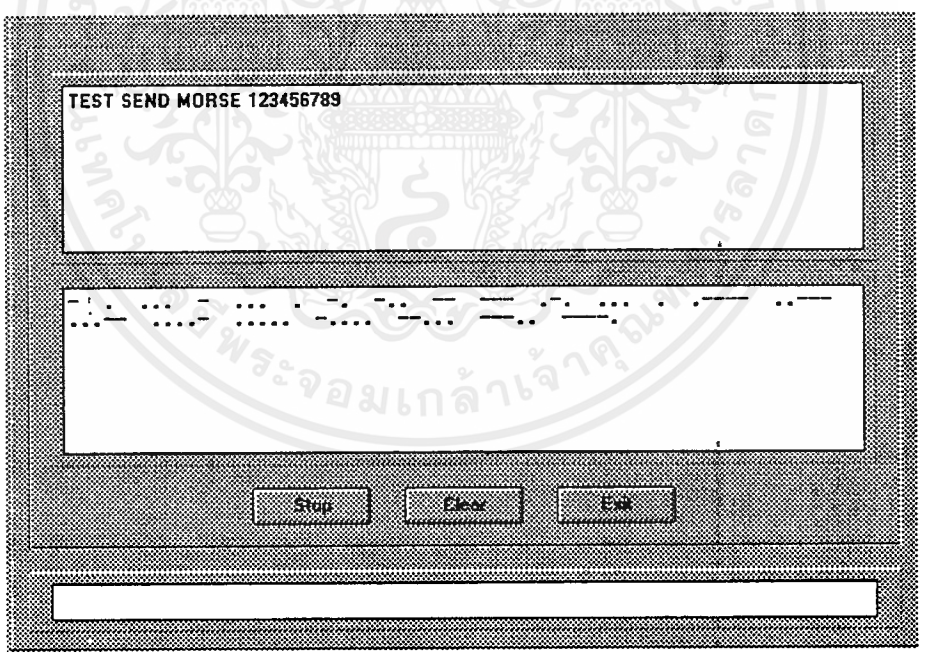
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ทำการส่งข้อความด้วยการกด Enter

4. เลือกปุ่ม Exit เมื่อต้องการออกจากหน้าต่างส่วน Morse Code

ส่วนการรับข้อมูลที่ส่งมาด้วยรหัสมอร์ส

1. รอรับข้อมูลที่ส่งมา
2. เมื่อได้รับข้อมูล หน้าต่างทางด้านรับจะแสดงรายละเอียดของข้อมูล 2 ส่วน คือ
   - ส่วนที่เป็นตัวอักษร แสดงที่กรอบด้านบนของหน้าต่าง
   - ส่วนที่แปลงเป็นรหัสมอร์ส แสดงที่กรอบด้าน่ล่างของหน้าต่าง
3. เลือกปุ่ม Clear เมื่อต้องการลบข้อความบนหน้าจอ
4. เลือกปุ่ม Stop เมื่อต้องการหยุดการสื่อสาร
5. เลือกปุ่ม Exit เมื่อต้องการออกจากหน้าต่าง Morse Code

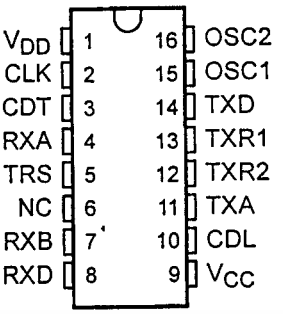


การรับข้อมูลที่ส่งมาด้วยรหัสมอร์ส

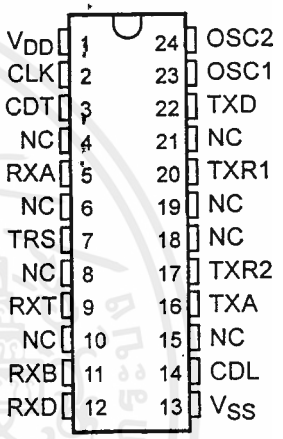
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Single-Chip Frequency-Shift-Keying (FSK) Modem
- Meet Both Bell 202 and CCITT V23 Specifications
- Transmit Modulation at 75, 150, 600, and 1200 Baud
- Receive Demodulation at 5, 75, 150, 600, and 1200 Baud
- Half-Duplex Operation Up to 1200 Baud Transmit and Receive
- Full-Duplex Operation Up to 1200 Baud Transmit and 150 Baud Receive
- On-Chip Group Equalization and Transmit/Receive Filtering
- Carrier-Detect-Level Adjustment and Carrier-Fail Output
- Single 5-V Power Supply
- Low Power Consumption
- Reliable CMOS Silicon-Gate Technology

J OR N PACKAGE
(TOP VIEW)



DW PACKAGE
(TOP VIEW)



NC – No internal connection

D package are available taped and reeled. Add the R suffix to device type (e.g., YCM3105DWLR).

description

The TCM3105 is a single-chip asynchronous frequency-shift-keying (FSK) voice-band modem that uses silicon-gate CMOS technology to implement a switched-capacitor architecture. It is pin selectable (TXR1, TXR2, and TRS) for a wide range of transmit/receive baud rates and is compatible with the applicable BELL 202 or CCITT V23 standards. Operation is fully reversible, thereby allowing both forward and backward channels to be used simultaneously.

The transmitter is a programmable frequency synthesizer that provides two output frequencies (on TXA), representing the marks and spaces of the digital signal present on TXD.

The receive section is responsible for the demodulation of the analog signal appearing at the RXA input and is based on the principle of frequency-to-voltage conversion. This section contains a group delay equalizer (to correct phase distortion), automatic gain control, carrier-detect-level adjustment, and bias-distortion adjustment, thereby optimizing performance and giving the lowest possible bit error rate.

Carrier-detect information is given to the system by means of the carrier-detect circuits, which set a flag on the CDT output if the level of received in-band energy falls below a value set on the CDL input for a specified minimum duration.

The TCM3105JE and TCM3105NE are characterized for operation from –40°C to 85°C. The TCM3105DWL, TCM3105JL, and TCM3105NL are characterized for operation from 0°C to 70°C.

Caution. These devices have limited built-in protection. The leads should be shorted together or the device placed in conductive foam during storage or handling to prevent electrostatic damage to the MOS gates.

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 © 1994, Texas Instruments Incorporated

TEXAS INSTRUMENTS
POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265
POST OFFICE BOX 1443 • HOUSTON, TEXAS 77251–1443

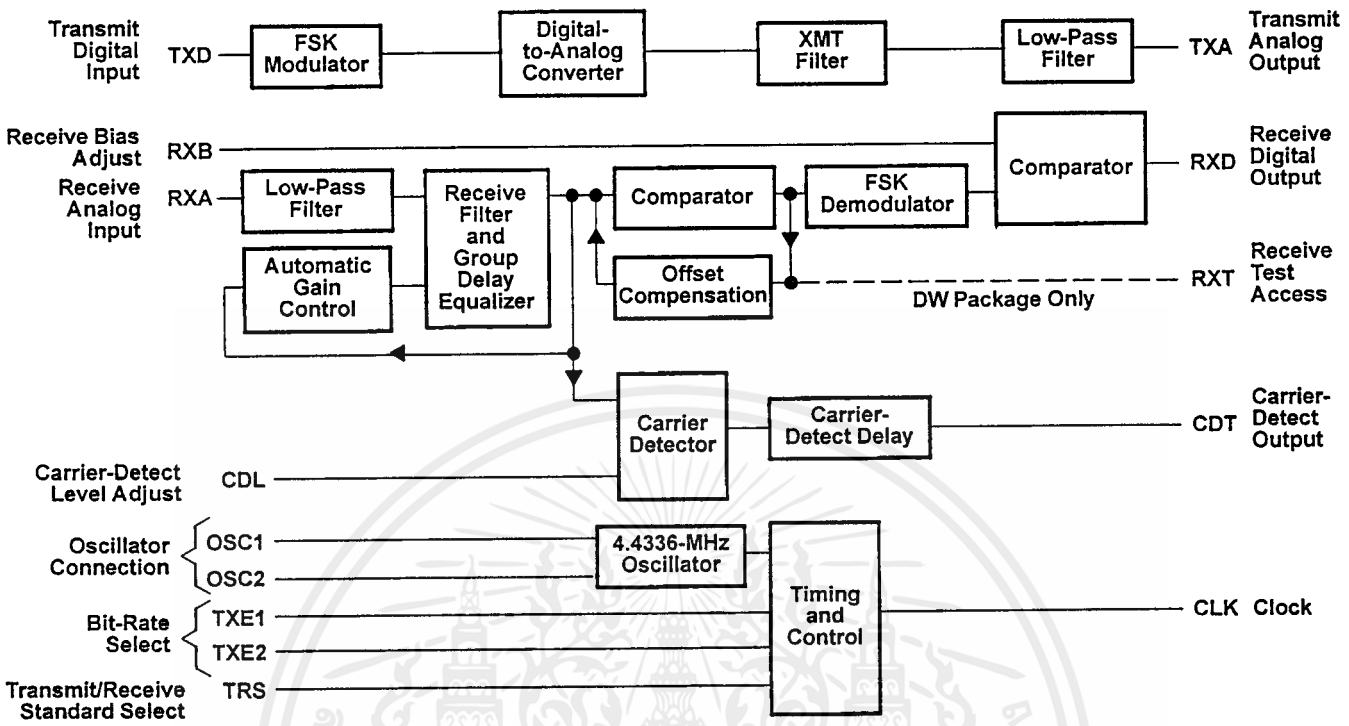
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Terminal Functions

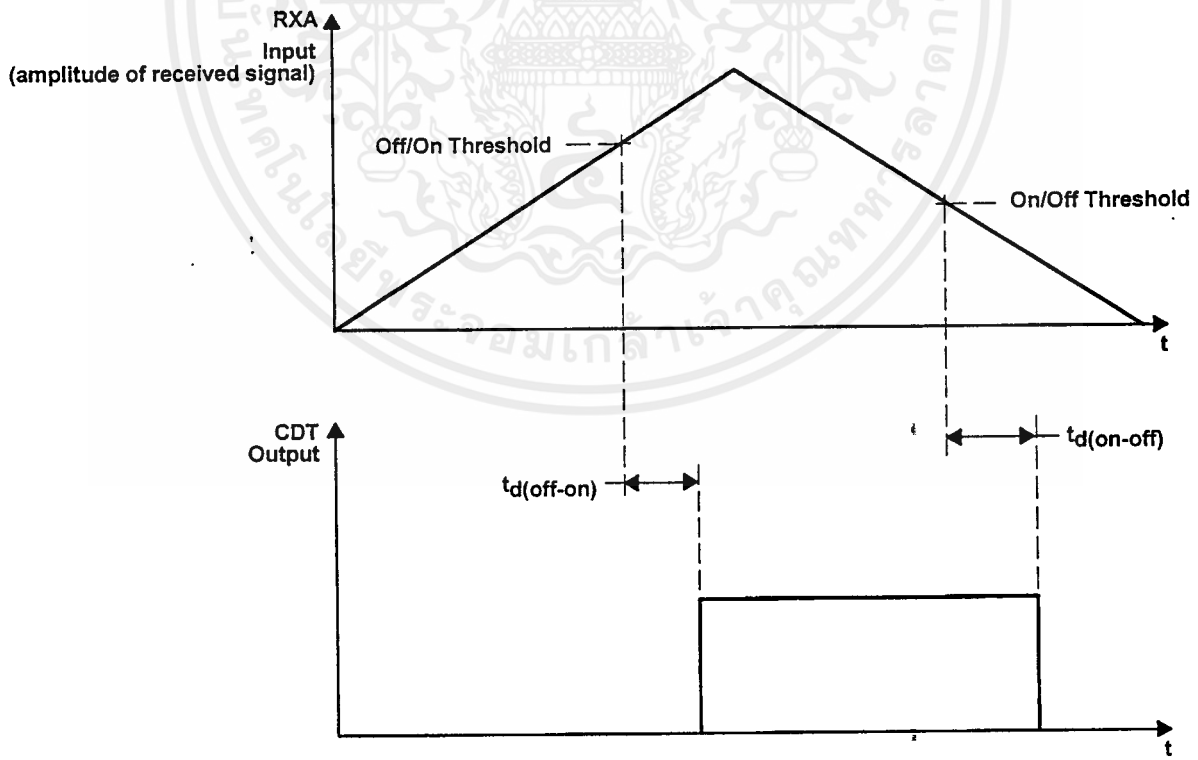
TERMINAL			DESCRIPTION
NAME	NO.		
	DW	J OR N	
CDL	14	10	Carrier-detect-level adjust for external adjustment of carrier-detect threshold
CDT	3	3	Carrier-detect output. A low-level output indicates carrier failure
CLK	2	2	Output for a continuous clock signal at 16 times the highest selected (transmit or receive) bit rate
NC	4, 6, 8, 10, 15, 18, 19, 21	6	No internal connection
OSC1, OSC2	23, 24	15, 16	Oscillator connections. The crystal (typically 4.4336 MHz) is connected to OSC1 AND OSC2. If an external clock is used, OSC2 is left open and the clock is connected to OSC1.
RXA	5	4	Receive analog input to which the received line signal must be ac coupled
RXB	11	7	Receive bias adjust for external adjustment of the decision threshold of the comparator to minimize bias distortion
RXD	12	8	Receiver digital output for the demodulated received data in positive logic. The high logic level is a mark and the low logic level is a space.
RXT	9	–	Receive test access. Output of limiter is available on RXT. (DW only)
TRS	7	5	Transmit/receive standard select input, which with TXR1 and TXR2, sets the standard bit rates and mark/space frequencies
TXA	16	11	Transmit analog output for the modulation signal, which must be ac coupled
TXD	22	14	Transmit digital input for data to the transmitter in positive logic. The high logic level is a mark, and the low logic level is a space. The data can be accepted at any speed from zero to the selected speed and may be totally asynchronous.
TXR1	20	13	Bit-rate select 1 input which along with TXR2 and TRS, sets the bit rates and mark/space frequencies
TXR2	17	12	Bit rate select 2 input, which along with TXR1 and TRS, sets the bit rates and mark/space frequencies
V_{DD}	1	1	Positive supply voltage
V_{SS}	13	9	Most negative supply voltage (normally ground); connected to substrate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

functional block diagram



timing diagram



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

Supply voltage range, V_{DD} (see Note 1) . . . . . −0.3 V to 10 V
Input voltage range, V_I (any input) . . . . . −0.3 V to V_{DD}
Operating free-air temperature range, T_A: TCM3105DWL, TCM3105JL, TCM3105NL . . . . . −10°C to 70°C
TCM3105JE, TCM3105NE . . . . . −55°C to 85°C
Storage temperature range: . . . . . −55°C to 150°C
Lead temperature 1,6 mm (1/16 inch) from case for 10 seconds: DW or N package . . . . . 260°C
Lead temperature 1,6 mm (1/16 inch) from case for 10 seconds: J package . . . . . 300°C

NOTE 1: Voltage values are with respect to V_{SS}.

recommended operating conditions

	TCM3105JE TCM3105NE			TCM3105DWL TCM3105JL TCM3105NL			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
Supply voltage, V_{DD}	4	5	5.5	4	5	5.5	V
High-level input voltage, V_{IH}	2		V_{DD}	2		V_{DD}	V
Low-level input voltage, V_{IL}	0		0.8	0		0.8	V
Analog input level, peak to peak (ac coupled)		0.3	0.78		0.3	0.78	V
Clock frequency, f_{clock}	4.4334	4.4336	4.4338	4.4334	4.4336	4.4338	MHz
Analog load impedance at TXA	50			50			kΩ
Operating free-air temperature range, T_A	−40		85	0		70	°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

PARAMETER			TEST CONDITIONS		TCM3105JE TCM3105NE			TCM3105DWL TCM3105JL TCM3105NL			UNIT
					MIN	TYP†	MAX	MIN	TYP†	MAX	
V_{OH}	High-level output voltage	RXD, CDT, CLK	I_{OH} = –100 µA		2.4		V_{DD}	2.4		V_{DD}	V
V_{OL}	Low-level output voltage	RXD, CDT, CLK	I_{OL} = 1.6 mA		V_{SS}		0.4	V_{SS}		0.4	V
	Analog output voltage level, peak to peak	TXA	V_{DD} = 4 V	R_L = 50 kΩ, R_L = 100 pF		1.55			1.55		V
			V_{DD} = 5 V		1.4	1.9	2.3	1.4	1.9	2.3	
			V_{DD} = 5.5 V			2.1			2.1		
	Adjust voltage	RXB	V_{DD} = 5 V		2.3	2.7	3.1	2.3	2.7	3.1	V
		CDL			2.8	3.3	3.9	2.8	3.3	3.9	
	Analog output dc offset	TXA				$V_{DD}/2$			$V_{DD}/2$		V
	Digital input current	TXD, TRS, TRX1, TRX2	V_I = 0 to V_{DD}				±1			±1	µA
	Analog input current	RXA					±15			±15	µA
	Bias input current	RXB, CDL	V_I = 3 V				±150			±150	µA
I_{DD}	Supply current		V_{DD} = 4 V			3	6		3	5	mA
			V_{DD} = 5 V			5	10		5	8	
			V_{DD} = 5.5 V			8	16		8	12	
C_i	Input capacitance, all inputs		f = 1 MHz			10			10		pF
C_o	Output capacitance, all inputs		f = 1 MHz			10			10		pF
	Phase jitter						200			200	µs
	Bias distortion‡						±15%			±15%	
	Carrier-detect threshold, off/on§				–45.5		–43	–45.5		–43	dBm
	Carrier-detect threshold, on/off§				–48		–45.5	–48		–45.5	dBm
	Carrier-detect hysteresis				2.5	2.8		2.5	2.8		dBm

switching characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

PARAMETER		TEST CONDITIONS	TCM3105JE TCM3105NE			TCM3105DWL TCM3105JL TCM3105NL			UNIT
			MIN	TYP†	MAX	MIN	TYP†	MAX	
$t_{d(off-on)}$	Carrier-detect off-to-on delay time	RX = 600 or 1200 b/s	12		25	12		25	ms
		RX = 5, 75, or 150 b/s	48		80	48		80	
$t_{d(on-off)}$	Carrier-detect on-to-off delay time	RX = 600 or 1200 b/s	12		20	12		20	ms
		RX = 5, 75, or 150 b/s	48		75	48		75	
	Transmit frequency deviation from assignment (see Table 1)	f_{clock} = 4.4336 MHz		±1			±1		Hz

† All typical are at V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C.
‡ Bias distortion is the departure from a 50% duty cycle when a series of alternating mark and space tones is received.
§ This is the threshold with the CDL input properly adjusted.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PRINCIPLES OF OPERATION

The TCM3105 FSK modem is made up of four functional circuits. The circuits are the transmitter, the receiver, a carrier detector, and control and timing (see Figure 1).

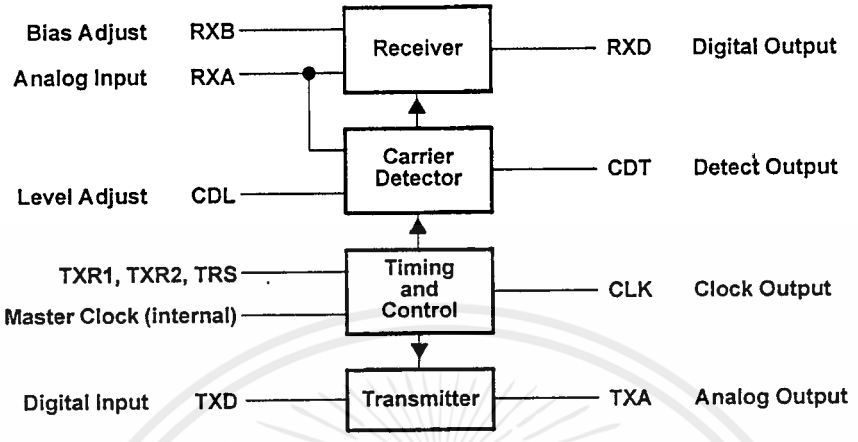


Figure 1. TCM3105 System Partitioning

transmitter

The transmitter comprises a phase-coherent FSK modulator, a transmit filter, and a transmit amplifier. The modulator is a programmable frequency synthesizer that drives the output frequencies by variable division of the oscillator frequency (4.4336 MHz). The division ratio is set by the states of the transmit/receive standard input (TRS), the bit-rate select inputs (TXR1 and TXR2), and the digital data input (TXD).

A switched-capacitor low-pass filter limits the harmonics and noise outside the transmit band, and the characteristics of this filter are set by the frequency-select inputs as previously described. The harmonics introduced by the transmit filter clock are removed by a continuous low-pass filter.

The transmitter output level varies with power supply voltage and so must be compensated in the 2-wire to 4-wire converter to give a constant output level to the line.

receiver

A continuous low-pass antialiasing filter is followed by the receiver amplifier, which automatically controls the gain to give a constant output level from the receiver filter. The receiver filter limits the bandwidth of the signal presented to the demodulator reducing out-of-band interference and has very high rejection of the transmit channel frequencies. These are typically present at much higher levels than the received signal.

The group delay equalizer is a switched-capacitor network that compensates the delay introduced by the receiver filter and the network. The output from the equalizer is then limited to give an FSK modulated squarewave that is presented to the demodulator.

The demodulator is an edge-triggered multivibrator that triggers off positive- and negative-going edges. The output of the demodulator is a stream of constant-length pulses at a frequency that is double the frequency of the limited input signal. The dc component of this signal is proportional to the received frequency and is extracted by a switched-capacitor, low-pass, post-demodulator filter.

The variation of dc level with received frequency is presented to a comparator that slices at a level externally fixed by the RXB bias-adjustment pin. This voltage depends on received bit rate and internal offsets. The comparator output is then the received data at RXD.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

carrier detect

The carrier-detect circuits comprise an energy detector and digital delay. The energy detector compares the total signal level at the output of the receive filter to an externally set threshold level on the CDL input. The comparator has a 2.5-dB hysteresis and a delay to allow for momentary signal loss and to prevent oscillation. The output detector is available on CDT where a high level indicates that a carrier is present. The data output is clamped to a mark condition when the carrier-detect output switches off at the end of transmission.

control and timing

An on-chip oscillator runs from an external 4.4336-MHz crystal connected between OSC1 and OSC2 or an external signal driving OSC1. A clock signal equal to 16 times the highest selected bit rate (transmit or receive) is available on the CLK output.

The single-supply rail means that all analog functions are referenced to an internally generated reference. All analog inputs and outputs must be ac coupled.

transmit and receive modes

The various modes of operation of the TCM3105 are given in Table 1. The data convention is that a logic high is a mark and a logic low is a space.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการ[illegible] ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้[illegible]เอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

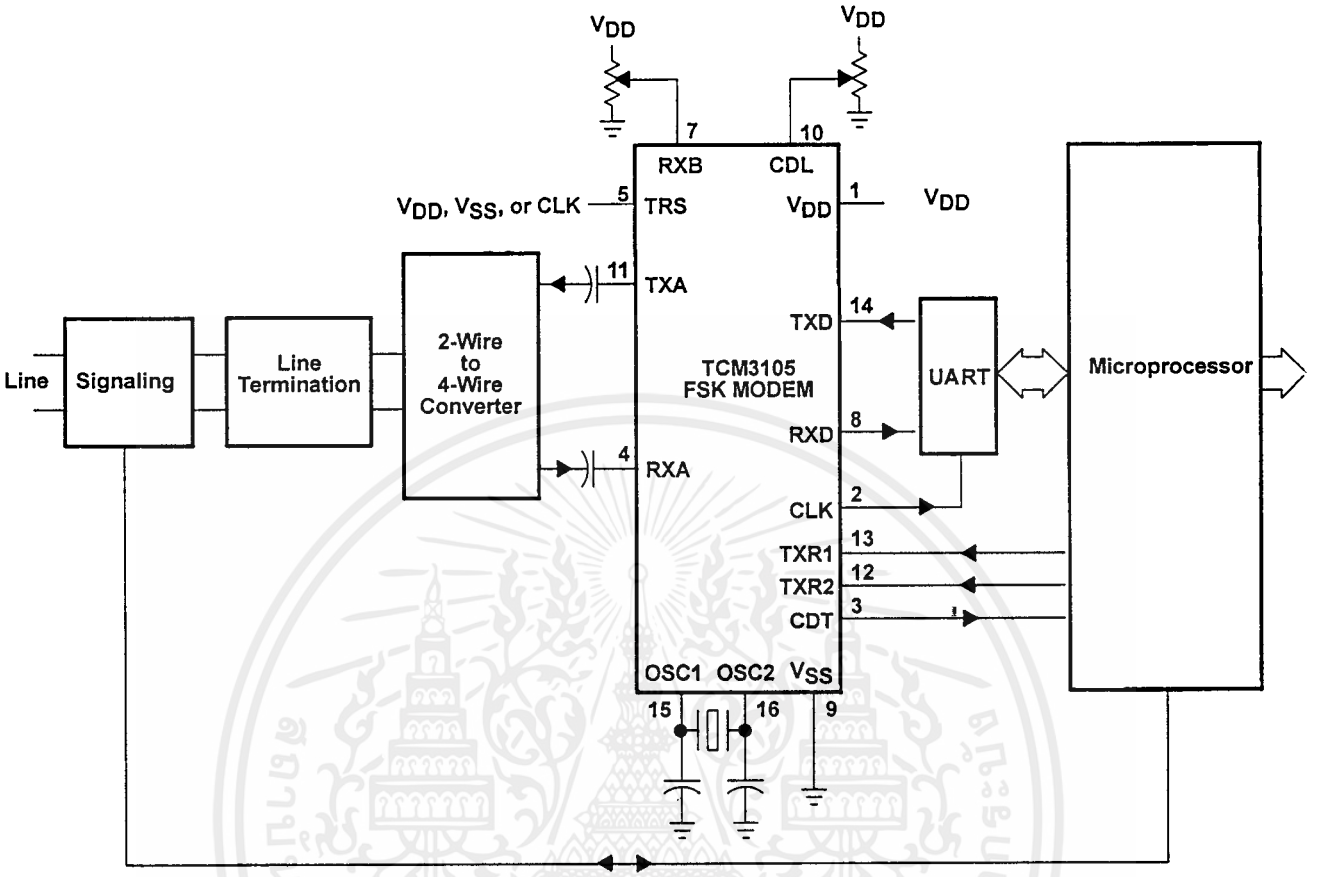
Table 1. Modes of Operation

STANDARD	TRS	TXR1	TXR2	TRANSMITTED BAUD RATE	RECEIVED BAUD RATE	TRANSMIT FREQUENCY ASSIGNMENTS (Hz)	RECEIVE FREQUENCY ASSIGNMENTS (Hz)	CLK FREQUENCY (kHz)
CCITT V.23	L	L	L	1200	1200	M 1300 S 2100	M 1300 S 2100	19.11
	H	L	L	1200	75	M 1300 S 2100	M 390 S 450	19.11
	L	L	H	600	75	M 1300 S 1700	M 390 S 450	9.56
	H	L	H	600	600	M 1300 S 1700	M 1300 S 1700	9.56
	L	H	L	75	1200	M 390 S 450	M 1300 S 2100	19.11
	H	H	L	75	600	M 390 S 450	M 1300 S 1700	9.56
	L	H	H	75	75	M 390 S 450	M 390 S 450	1.19
BELL 202	$\overline{CLK}$	L	L	1200	1200	M 1200 S 2200	M 1200 S 2200	19.11
	$\overline{CLK}$/8	L	H	1200	150	M 1200 S 2200	M 387 S 487	19.11
	$\overline{CLK}$/8	L	H	1200	5	M 1200 S 2200	M 387 S 0	19.11
	CLK	H	L	150	1200	M 387 S 487	M 1200 S 2200	19.11
	CLK	H	H	150	150	M 387 S 487	M 387 S 487	2.39
	CLK†	H†	L†	5	1200	M 387	M 1200 S 2200	19.11
	H†	H†	H†			S 0		
	H	H	H	Transmit Disabled	1200	Transmit Disabled	M 1200 S 2200	19.11

H = high level, L = low level
† In these modes, the modulation is controlled by TRS and TXR2. TXD is tied high.

TEXAS INSTRUMENTS
POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265
POST OFFICE BOX 1443 • HOUSTON, TEXAS 77251–1443
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงลิขสิทธิ์ของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPLICATION INFORMATION

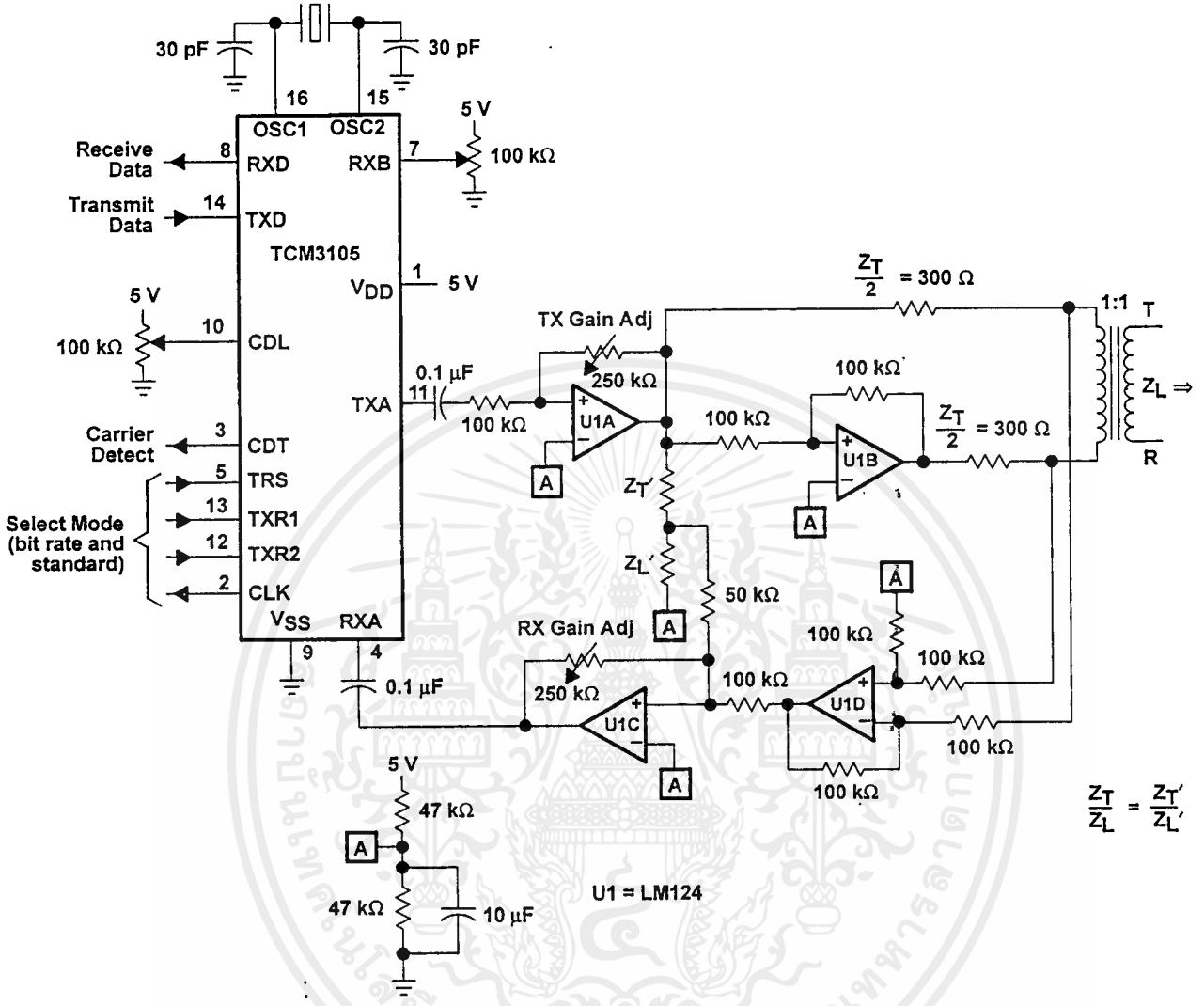


Pin numbers shown are for the J and N packages.

Figure 2. Typical System Configuration

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPLICATION INFORMATION



Pin numbers shown are for the J and N packages.

Figure 3. Telephone Line Interface Circuit

TEXAS INSTRUMENTS
POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265
POST OFFICE BOX 1443 • HOUSTON, TEXAS 77251–1443
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPLICATION INFORMATION

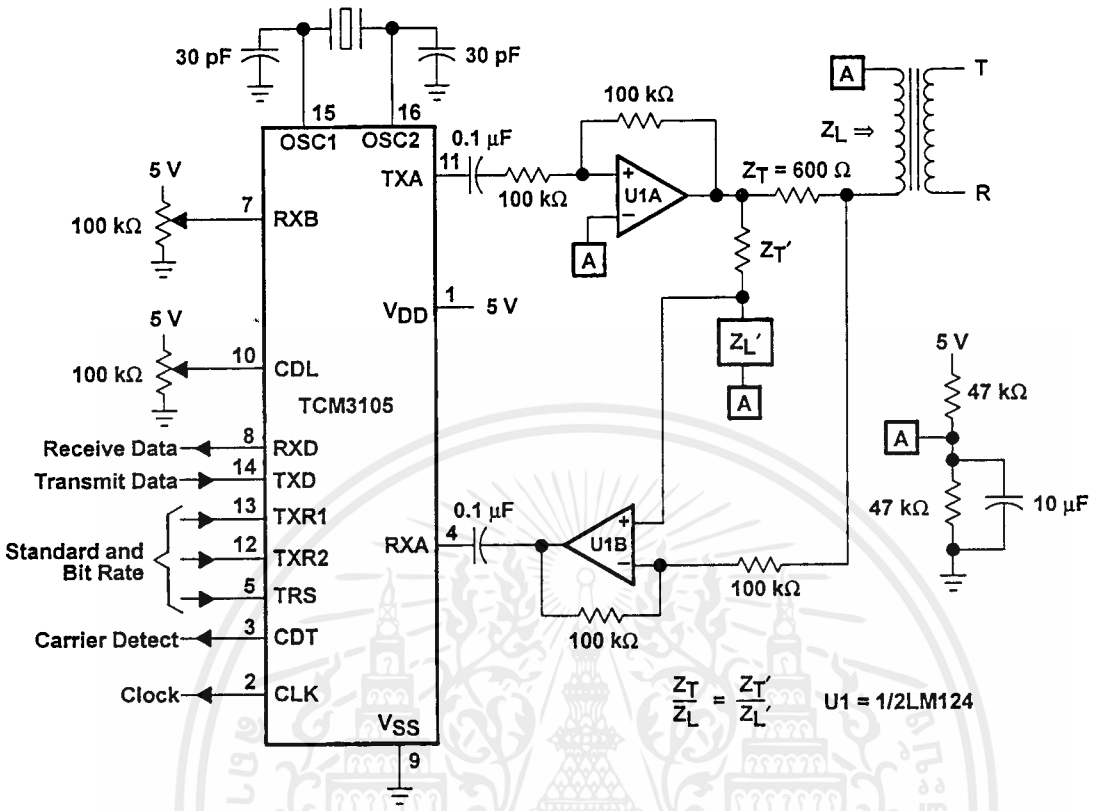


Figure 4. Simplified Telephone Line Interface Circuit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IMPORTANT NOTICE

Texas Instruments (TI) reserves the right to make changes to its products or to discontinue any semiconductor product or service without notice, and advises its customers to obtain the latest version of relevant information to verify, before placing orders, that the information being relied on is current.

TI warrants performance of its semiconductor products and related software to the specifications applicable at the time of sale in accordance with TI's standard warranty. Testing and other quality control techniques are utilized to the extent TI deems necessary to support this warranty. Specific testing of all parameters of each device is not necessarily performed, except those mandated by government requirements.

Certain applications using semiconductor products may involve potential risks of death, personal injury, or severe property or environmental damage ("Critical Applications").

TI SEMICONDUCTOR PRODUCTS ARE NOT DESIGNED, INTENDED, AUTHORIZED, OR WARRANTED TO BE SUITABLE FOR USE IN LIFE-SUPPORT APPLICATIONS, DEVICES OR SYSTEMS OR OTHER CRITICAL APPLICATIONS.

Inclusion of TI products in such applications is understood to be fully at the risk of the customer. Use of TI products in such applications requires the written approval of an appropriate TI officer. Questions concerning potential risk applications should be directed to TI through a local SC sales office.

In order to minimize risks associated with the customer's applications, adequate design and operating safeguards should be provided by the customer to minimize inherent or procedural hazards.

TI assumes no liability for applications assistance, customer product design, software performance, or infringement of patents or services described herein. Nor does TI warrant or represent that any license, either express or implied, is granted under any patent right, copyright, mask work right, or other intellectual property right of TI covering or relating to any combination, machine, or process in which such semiconductor products or services might be or are used.

Copyright © 1995, Texas Instruments Incorporated

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลงได้ด้วยดี ก็เพราะได้รับความกรุณา และประกอบด้วยการเอาใจใส่จาก อาจารย์สมศักดิ์ มิตะถา ที่ได้ให้คำแนะนำ และชี้แนะแนวทางแก้ไขปัญหาทั้งทางทฤษฎีและปฏิบัติ ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

ขอบพระคุณครู อาจารย์ทุกท่านที่อบรมสั่งสอนประสิทธิ์ประสาทวิชาให้มา

ขอบพระคุณบิดาและมารดาที่ได้ให้การเลี้ยงดูมาโดยตลอด อีกทั้งเป็นบุคคลที่สร้างกำลังใจให้เสมอมา

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ ที่ให้ความช่วยเหลือ และให้คำแนะนำหลายสิ่งหลายอย่างในการทำงานครั้งนี้

ขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ สมาชิกห้อง B333 ที่เอื้อเฟื้ออาหารกายและอาหารใจ

สุดท้ายขอขอบพระคุณอีกครั้งสำหรับอ้อมกอดที่แสนอบอุ่นเมื่อแรกที่ลืมตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. ฉัตรชัย สุมามาลย์, "การสื่อสารข้อมูลคอมพิวเตอร์ และระบบเครือข่าย", บริษัท ไอที พับลิชิ่ง จำกัด, 2521, หน้า 284
2. ธานินทร์ ถาวรศาสนวงศ์, "การอินเฟส ไอบีเอ็ม พีซี", สำนักพิมพ์ ฟิสิกซ์เซนเตอร์, 2536, หน้า 273
3. วรวิทย์ ตันติโภคิน, "การเขียนโปรแกรมบนวินโดวส์ด้วย Visual Basic",บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, 2537, 566 หน้า
4. วัชระ ฉัตรวิริยะ,"เรียนรู้แอสแซมบลีสู่หลักการเขียนโปรแกรม", บริษัท ไอที, 2521, หน้า 234
5. วิวัฒน์ กิรานนท์, "พื้นฐานการสื่อสารข้อมูล", คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2536, หน้า 218
6. George Kennedy, "Electronic Communication System", McGRAW Hill, 1970
7. James W. McCord, "Windows 3.1 Programmers Referrence", Oue Corperation, 644 p., 1992
8. Nathan Gurewich & Ori Gurewich, "Master Visual Basic 3.0", Samc pulishing, 865 p., 1994
9. The ARRL Handbook for the Radio Ameteur, sixty-fifty edition, 1988
10. Telecom Circuit Data Book, First european edition, Texus Instrument, 1985

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้