สำนักหอสมุดกลาง_พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การส่งข้อมูลจากจดหมายอิเล็กทรอนิกส์เพื่อแสดงบนเครื่องโทรสาร

Data Transferring From E-mail to Facsimile (Fax)

T 046479

โดย

นายเกียรติ อินทุวรรณรัตน์

นายธิติ พัฒนไพจิตต์กุล

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2544

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 46479
วัน, เดือน, ปี 2 เม.ย. 2546

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การส่งข้อมูลจากจดหมายอิเล็กทรอนิกส์เพื่อแสดงบนเครื่องโทรสาร

Data Transferring From E-mail to Facsimile (Fax)

โดย

นายเกียรติ อินทุวรรณรัตน์ 41014045

นายธิติ พัฒนไพจิตต์กุล 41014185

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร.สุวิพล สิทธิชีวภาค

ผศ.เกรียงไกร วงศ์โรจนภรณ์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2544

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง **การส่งข้อมูลจากจดหมายอิเล็กทรอนิกส์เพื่อแสดงบนเครื่องโทรสาร**

Data Transferring From E-mail to Facsimile(Fax)

ผู้จัดทำ

1.นายเกียรติ อินทุวรรณรัตน์ 41014045

2.นายธิติ พัฒนไพจิตต์กุล 41014185

อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ดร.สุวิพล สิทธิชีวภาค)

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.เกรียงไกร วงศ์โรจนภรณ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การส่งข้อมูลจากจดหมายอิเล็กทรอนิกส์เพื่อแสดงบนเครื่องโทรสาร

Data Transferring From E-mail to Facsimile (Fax)

โดย นายเกียรติ อินทุวรรณรัตน์ 41014045

นายธิติ พัฒนไพจิตต์กุล 41014185

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.สุวิพล สิทธิชีวภาค

ผศ.เกรียงไกร วงศ์โรจนภรณ์

บทคัดย่อ

ปัจจุบันมีการใช้งานจดหมายอิเล็กทรอนิกส์กันอย่างแพร่หลาย ทดแทนการติดต่อสื่อสารแบบเดิมๆที่มีอยู่ แต่การใช้งานจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ยังมีข้อจำกัดในส่วนของการใช้งานคอมพิวเตอร์เนื่องมาจากบุคลากรที่ไม่มีความถนัด ในการใช้งานคอมพิวเตอร์และระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เนื่องจากโทรสารซึ่งเป็นเครื่องมือสื่อสารซึ่งเป็นอุปกรณ์แบบเก่า ก็ยังมีใช้งานอยู่ในบริษัทต่างๆ และยังมีบทบาทสำคัญในการติดต่อสื่อสาร ปริญญานิพนธ์นี้จึงนำเสนอการส่งข้อมูลจากจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ มาแสดงบนเครื่องโทรสาร เพื่อขจัดความยุ่งยากและข้อจำกัดในการตรวจสอบจดหมายอิเล็กทรอนิกส์

Abstract

Nowadays, the usage of the E-mail is widely spreaded substitute the old tradition equipment However, the usage of the E-mail have some restriction by human skill and computer networking .Since Facsimile (Fax) is old tradition equipment, which has been using until now in many office and still act as important communication equipment. The purpose of this Project is to present transferring data from E-mail to Facsimile (Fax) subject to rid disadvantage of e-mail

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	2
2.1 โมเด็ม(MODEM)	2
2.1.1 โมเด็มกับการสื่อการข้อมูล	2
2.1.2 โมเด็มสำหรับ สายตรงและสายโทรศัพท์	3
2.1.3 โมเด็มในยุคแรก	4
2.1.4 องค์ประกอบในการสื่อสารข้อมูล	5
2.1.5 การทำงานของเครือข่ายโทรศัพท์	6
2.1.5.1ขีดจำกัดต่างๆของเครือข่ายโทรศัพท์	8
2.1.6 มาตรฐานของโมเด็มตามCCITT(ITU-T)V-Series	10
2.1.7 มาตรฐานคำสั่งโมเด็ม	14
2.1.7.1 มาตรฐานคำสั่งโมเด็ม Hayes (AT command)	16
2.1.7.2 มาตรฐานคำสั่งโมเด็ม V.25 bis Command	20
2.2 โทรสาร (Facsimile(Fax))	21
2.2.1 หลักการทำงานของโทรสาร	22
2.2.2 การแบ่งกลุ่มของโทรสาร	22
2.2.3 ลำดับขั้นตอนการทำงาน	24
2.2.4 การเข้ารหัสข้อมูล	27
2.3 การเชื่อมต่อทางกายภาพ RS-232	28
2.3.1 หน้าที่การทำงานของขาต่างๆ	30
2.4 จดหมายอิเล็กทรอนิกส์	35
2.4.1 ส่วนประกอบของระบบจดหมายอิเล็กทรอนิกส์	35
2.4.2 POP3(Post Office Protocol Version3)	36
บทที่ 3 การออกแบบและการสร้าง	40
3.1 ส่วนควบคุมหลัก	41
3.2 ส่วนจัดการผู้ใช้งาน	42
3.3 ส่วนติดต่อเมล์เซิร์ฟเวอร์	42
3.4 ส่วนการเข้ารหัส	43
3.5 ส่วนติดต่อโมเด็ม	46
3.6 หน้าที่ของไฟล์ข้อมูลต่างๆ	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลอง	49
4.1 การตั้งค่าเริ่มต้น	49
4.2 ขั้นตอนการทำงาน	52
4.3 การเปรียบเทียบสมรรถภาพของการเข้ารหัส Modified Huffman	56
4.4 ผลการทดลอง	58
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	60
บรรณานุกรม	
กิตติกรรมประกาศ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

		หน้า
รูปที่ 2.1	โมเด็มแบบ Acoustic Coupler	4
รูปที่ 2.2	ปลั๊กแบบ RJ-11 ที่ใช้ต่อสายโทรศัพท์	5
รูปที่ 2.3	แสดงการทำงานของระบบโทรศัพท์	7
รูปที่ 2.4	คอมพิวเตอร์สั่งงานโมเด็มโดยใช้ Hayes Command (AT command)	16
รูปที่ 2.5	หลักการทำงานของโทรสารด้านส่ง	22
รูปที่ 2.6	หลักการทำงานของโทรสารด้านรับ	22
รูปที่ 2.7	แสดงกลุ่มของโทรสาร	24
รูปที่ 2.8	แสดงลำดับในการติดต่อของโทรสาร	25
รูปที่ 2.9	ขบวนการในการรับส่งข้อมูลของเครื่องโทรสารกลุ่ม3	26
รูปที่ 2.10	ตัวอย่างการเข้ารหัสของโทรสารกลุ่ม3	27
รูปที่ 2.11	ภาพแสดงชื่อและหมายเลขของขาต่างๆของคอนเนกเตอร์ DB-9	28
รูปที่ 2.12	ภาพแสดงชื่อและหมายเลขของขาต่างๆของคอนเนกเตอร์ DB-25	29
รูปที่ 2.13	ภาพแสดงการเชื่อมต่อของขาต่างๆระหว่างคอนเนกเตอร์ DB-9 และ DB-25	29
รูปที่ 2.14	รูปแบบของการเชื่อมต่ออุปกรณ์ระหว่าง DTE-DCE	30
รูปที่ 2.15	ระดับของแรงดันตามมาตรฐาน RS232	30
รูปที่ 2.16	คอนเน็กเตอร์ตัวผู้สำหรับอุปกรณ์ DTE	33
รูปที่ 2.17	คอนเน็กเตอร์ตัวเมียสำหรับอุปกรณ์ DCE	34
รูปที่ 2.18	ตัวอย่างการใช้งานคำสั่ง POP3	37
รูปที่ 2.19	สถานะต่างๆของการใช้งาน POP3	39
รูปที่ 3.1	โครงสร้างของระบบโดยรวม	40
รูปที่ 3.2	ผังการทำงานของส่วนการจัดการรวม	41
รูปที่ 3.3	ผังการทำงานส่วนติดต่อเมล์เซิร์ฟเวอร์	43
รูปที่ 3.4	การเข้ารหัส Modified Huffman	44
รูปที่ 3.5	ผังการทำงานของส่วนการเข้ารหัสข้อมูล	45
รูปที่ 3.6	ผังการทำงานของส่วนการติดต่อโมเด็ม	48
รูปที่ 4.1	แสดงหน้าจอเริ่มต้นการทำงานของโปรแกรม	49
รูปที่ 4.2	แสดงหน้าจอส่วนควบคุมหลัก	50
รูปที่ 4.3	แสดงหน้าจอกำหนดรายละเอียดผู้ใช้งาน	50
รูปที่ 4.4	แสดงหน้าจอการกำหนดค่าเงื่อนไข	51
รูปที่ 4.5	แสดงหน้าจอเมื่อสั่งโปรแกรมเริ่มทำงาน	52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

		หน้า
รูปที่ 4.6	แสดงหน้าจอเมื่อสั่งครบเวลาการทำงานเริ่มทำการตรวจสอบจดหมายอิเล็กทรอนิกส์	53
รูปที่ 4.7	แสดงหน้าจอขณะทำงานหลังจากตรวจสอบครบแล้วไม่พบจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ฉบับใหม่	53
รูปที่ 4.8	แสดงหน้าจอขณะทำงานหลังจากตรวจสอบครบแล้วพบจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ฉบับใหม่	54
รูปที่ 4.9	แสดงหน้าจอขณะหมุนโทรศัพท์เพื่อส่งโทรสาร	54
รูปที่ 4.10	แสดงหน้าจอขณะหมุนโทรศัพท์เพื่อส่งโทรสาร	55
รูปที่ 4.11	แสดงหน้าจอเมื่อทำการส่งโทรสารเรียบร้อยแล้ว	55
รูปที่ 4.12ก	ภาพตัวอย่างการเปรียบเทียบสมรรถภาพของการเข้ารหัส	56
รูปที่ 4.12ข	ภาพตัวอย่างการเปรียบเทียบสมรรถภาพของการเข้ารหัส	57
รูปที่ 4.13ก	ตัวอย่างเอกสารที่ได้จากเครื่องโทรสารปลายทาง	58
รูปที่ 4.13ข	ตัวอย่างเอกสารที่ได้จากเครื่องโทรสารปลายทาง	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้านการสื่อสารมีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็วมาก เครือข่ายอินเทอร์เน็ต (Internet) เป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่น่าจับตามอง เนื่องจากมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วซึ่งจะเห็นได้จาก การเกิดขึ้นใหม่ของเว็บไซต์ (Website)มากมาย การตื่นตัวของการใช้งานการพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-commerce) รวมทั้งการเพิ่มขึ้นของจำนวนผู้ใช้ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ทั้งนี้เนื่องจากเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นแหล่งข้อมูลขนาดใหญ่ และเป็นเครือข่ายที่มีการเชื่อมต่อกันทั่วโลก ทำให้เป็นช่องทางในการติดต่อสื่อสารกันได้ ซึ่งรูปแบบที่ใช้ในการสื่อสารสามารถใช้ได้หลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลอักษร ภาพ เสียง ฯลฯ ซึ่งสามารถติดต่อสื่อสารถึงกันได้อย่างรวดเร็ว

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail, Electronic Mail) เป็นบริการหนึ่งที่มีอยู่บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งสามารถส่งข่าวสารทั้งในรูปแบบตัวอักษร ภาพ รวมทั้งแฟ้มเอกสารรูปแบบต่างๆ ซึ่งสามารถแนบไปพร้อมกันกับจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ได้ ข้อดีของจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ก็คือ สามารถส่งได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว ประหยัดค่าใช้จ่าย และสามารถส่งได้ทั้งภายในและต่างประเทศ การใช้งานของจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ เริ่มมีใช้กันอย่างแพร่หลายมากขึ้นเรื่อยๆ ทั้งในรูปแบบ ส่วนตัว หรือ ภายในองค์กรธุรกิจ อันเนื่องมาจากความสะดวก รวดเร็ว และประหยัด ของการใช้งานจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ การใช้งานจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ภายในองค์กรธุรกิจ เป็นช่องทางในการติดต่อทางการค้ากับต่างประเทศได้อย่างสะดวกรวดเร็วช่องทางหนึ่ง รวมทั้งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการประกอบการพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์

อย่างไรก็ดีการใช้งานจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ภายในองค์กรธุรกิจ มีข้อจำกัดต่างๆ ในหลายๆด้าน เช่น จำเป็นต้องเข้าไปตรวจสอบจดหมายอิเล็กทรอนิกส์เองเมื่อมีจดหมายอิเล็กทรอนิกส์มาถึง บุคลากรขาดความรู้ความสามารถในการใช้งานระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตและคอมพิวเตอร์ หรือการที่ไม่สามารถเชื่อมต่อกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ตลอดเวลา

โทรสารเป็นอุปกรณ์สื่อสารที่ใช้เชื่อมต่อกับเครือข่ายโทรศัพท์ ซึ่งมีใช้กันอย่างแพร่หลายในองค์กรธุรกิจต่างๆ ซึ่งมีข้อดีก็คือข่าวสารที่มาถึงสามารถพิมพ์ออกมาเป็นเอกสารได้ทันที บุคลากรส่วนใหญ่มีความชำนาญในการใช้งานอยู่แล้ว และสามารถเปิดใช้งานได้ตลอดเวลา จากข้อดีดังกล่าวของโทรสารซึ่งสามารถกำจัดข้อจำกัดของการใช้งานจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ได้

โครงงานนี้นำเสนอ การส่งข้อมูลจากจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ มายังเครื่องโทรสารเพื่อแสดงผลข้อมูลต่างๆที่ส่งมายังจดหมายอิเล็กทรอนิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 โมเด็ม (MODEM)

โมเด็ม (MODEM) เป็นคำที่ย่อมาจากคำว่า MOdulate-DEModulate ซึ่งเป็นหน้าที่การทำงานของโมเด็มคือทำการมอดดูเลชัน(Modulation)และดีมอดดูเลชัน(Demodulation)สัญญาณ โดยโมเด็มจะทำหน้าที่แปลงสัญญาณดิจิทัล(Digital)จากคอมพิวเตอร์ที่ส่งมาทาง RS-232C ให้กลายเป็นสัญญาณแอนะล็อก (Analog)แล้วส่งออกไปตามสายส่ง ขบวนการนี้เราเรียกว่าการมอดดูเลต(Modulate)สัญญาณ ในทางกลับกันเมื่อโมเด็มได้รับสัญญาณเข้ามาก็จะแปลงสัญญาณแอนะล็อกที่ได้รับกลับมาเป็นสัญญาณดิจิทัลแล้วจึงส่งให้คอมพิวเตอร์ในรูปของสัญญาณดิจิทัลผ่านทาง RS-232C เช่นกัน ขบวนการแปลงสัญญาณกลับนี้เรียกว่าดีมอดดูเลต(Demodulate)

2.1.1 โมเด็มกับการสื่อสารข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้อยู่ในระบบคอมพิวเตอร์เป็นข้อมูลแบบดิจิทัลมีลักษณะเป็นสัญญาณแบบไม่ต่อเนื่อง คือเป็นสัญญาณของข้อมูล “0” และ “1” ส่วนสัญญาณไฟฟ้าอีกรูปแบบหนึ่งนั้นเป็นสัญญาณที่มีความต่อเนื่อง เรียกว่าสัญญาณแบบแอนะล็อก

ในการรับส่งข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ในระยะทางไม่ไกลมากนัก อาจใช้การรับส่งแบบอนุกรมแบบตามมาตรฐาน RS-232C ซึ่งส่งข้อมูลดิจิทัลของคอมพิวเตอร์ไปตามสายจนถึงผู้รับ กรณีนี้จะสามารถรับส่งข้อมูลได้ไกลถึง 35 เมตรตามคุณสมบัติของ RS-232C ซึ่งขึ้นอยู่กับคุณภาพของสายส่งด้วย ถ้าสายส่งมีคุณภาพดีอาจส่งได้ไกลถึง 150 เมตร ที่ความเร็ว 9,600 บิต(Bit) ต่อวินาที สำหรับการส่งข้อมูลระยะไกลการส่งข้อมูลแบบดิจิทัลโดยตรงอาจเกิดปัญหาหลายอย่าง ปัญหาที่สำคัญก็คือสัญญาณรูปสี่เหลี่ยมของสัญญาณดิจิทัลเมื่อส่งไปไกลๆ สัญญาณจะเพี้ยนหรือมีรูปร่างผิดไปจากเดิมได้ง่าย ทำให้สายส่งและวงจรรับส่งสัญญาณดิจิทัลต้องถูกออกแบบมาเป็นอย่างดี ราคาของสายส่งสัญญาณแบบดิจิทัลจึงมีราคาแพงกว่าสายส่งสัญญาณแบบแอนะล็อกมาก ในทางปฏิบัติเราอาจรับส่งข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์สองเครื่องโดยใช้สัญญาณดิจิทัลผ่านสายส่งได้ ซึ่งทั้งสายส่งและวงจรเชื่อมต่อทั้งหมดเป็นแบบดิจิทัล แต่ค่าใช้จ่ายของระบบจะสูงมากจึงไม่คุ้มกับการลงทุน วิธีที่จะสามารถหลีกเลี่ยงคือ การส่งข้อมูลไปตามสายส่งในแบบแอนะล็อกแทน การทำเช่นนี้เราจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์เข้าช่วยแปลงสัญญาณในการรับส่งข้อมูลทั้งสองด้าน ซึ่งเป็นที่มาของโมเด็มนั่นเอง

จากการที่โมเด็มแปลงสัญญาณดิจิทัลจากคอมพิวเตอร์ให้กลายเป็นสัญญาณแอนะล็อกในการรับส่งข้อมูลนี้เอง ถ้าโมเด็มแปลงสัญญาณออกมาอยู่ในรูปของเสียง ซึ่งเป็นสัญญาณแอนะล็อกแบบหนึ่ง เราก็สามารถรับส่งข้อมูลผ่านทางสายโทรศัพท์ได้ โมเด็มทั่วๆไปที่เราใช้งานจะเป็นโมเด็มที่แปลงสัญญาณจากคอมพิวเตอร์ให้อยู่ในรูปคลื่นเสียงทั้งนั้น เมื่อโมเด็มได้รับข้อมูลดิจิทัลจากคอมพิวเตอร์มันจะเปลี่ยนให้กลายเป็นสัญญาณแอนะล็อก จากนั้นก็นำสัญญาณแอนะล็อกที่ได้นี้มาควบเข้ากับสัญญาณพาหะ(Carrier Wave) แล้วส่งออกไปทางสายส่งข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยปกติเมื่อโมเด็มติดต่อกันได้แล้วจะยังไม่สามารถรับส่งข้อมูลได้ในทันที แต่จะต้องตกลงรายละเอียดของวิธีการรับส่งข้อมูลกันก่อน เรียกว่าการทำ handshaking ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้คือ เมื่อโมเด็มปลายทางตอบรับแล้ว โมเด็มต้นทางจะทำการทดสอบสภาพสายก่อนว่าสามารถรับส่งข้อมูลได้ดีเพียงใดเพื่อที่จะได้เลือกความเร็วที่สูงที่สุดเท่าที่สายจะรับได้ จากนั้นจะทดสอบความเพี้ยนของสัญญาณต่อไป หลังจากขั้นตอนนี้โมเด็มจะตกลงกับปลายทางได้ว่าจะใช้ความเร็วในการรับส่งข้อมูลเท่าไหร่ ใช้การผสมสัญญาณแบบไหนที่ความถี่เท่าใด ถ้าใช้ความเร็วสูงสุดตามที่กำหนดไม่ได้โมเด็มก็จะทำการลดความเร็วลงและทดสอบสภาพสายใหม่จนกระทั่งได้ความเร็วที่สามารถรับส่งข้อมูลได้อย่างถูกต้อง ซึ่งการลดความเร็วของโมเด็มจะลดลงไปเป็นขั้นๆ ตามแต่ละมาตรฐานที่กำหนดไว้ จากนั้นโมเด็มจะตกลงกับปลายทางว่าจะใช้วิธีการตรวจสอบความผิดพลาด(Error Detection)แบบใด และใช้การลดขนาดข้อมูล(Data Compression) หรือไม่ ขั้นตอนในการทำ handshaking ของโมเด็มทั้งหมดจะใช้เวลาหลายสิบวินาที เมื่อเสร็จเรียบร้อยแล้วจึงจะสามารถรับส่งข้อมูลกันได้

2.1.2 โมเด็มสำหรับสายตรงและสายโทรศัพท์

โมเด็มแบ่งตามการใช้งานได้สองแบบคือ โมเด็มที่ใช้กับสายตรง (Leased Line) และโมเด็มที่ใช้กับสายโทรศัพท์ (Dial-up line) โมเด็มที่ใช้กับสายตรงหรือสายเช่าจะส่งข้อมูลด้วยความเร็วสูงจนถึงสูงมาก (9,600 บิตต่อวินาทีไปจนถึง 2 ล้านบิตต่อวินาที) ผ่านสายที่ลากตรงไปยังจุดหมายปลายทางตายตัว ซึ่งเป็นการติดต่อในลักษณะจุดถึงจุด (Point to Point) จะต่อไปยังจุดอื่นๆ ไม่ได้ ส่วนมากจะเป็นการใช้ติดต่อส่งข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีข้อมูลส่งไปมาเป็นจำนวนมาก เช่น เครือข่ายATM ของธนาคาร เทอร์มินอล(Terminal)ของคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ ซึ่งอาจจะเป็นมินิคอมพิวเตอร์(Mini Computer)หรือเมนเฟรม(Mainframe)เป็นต้น การส่งข้อมูลมักจะส่งเป็นกลุ่มและมีซอฟต์แวร์(Software)ควบคุมการรับส่งโดยเฉพาะ ข้อดีของโมเด็มแบบที่ใช้กับสายตรง คือส่งข้อมูลได้ที่ความเร็วสูง เนื่องจากสายส่งมีคุณภาพดีเหมาะกับงานส่งข้อมูลจำนวนมากระหว่างจุดสองจุด ข้อเสียก็คือไม่สามารถเปลี่ยนจุดรับข้อมูลไปตามที่ต่างๆได้จึงขาดความคล่องตัว

โมเด็มแบบใช้กับสายโทรศัพท์ จะรับส่งข้อมูลด้วยความเร็วตั้งแต่ 300บิตต่อวินาทีจนถึง 56,000 บิตต่อวินาทีผ่านเครือข่ายโทรศัพท์ เราสามารถรับส่งข้อมูลไปยังที่ต่างๆได้ตามต้องการ โดยไม่กำหนดจุดรับข้อมูลตายตัวเหมือนอย่างโมเด็มสายตรง เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล(PC)และบริการรับส่งข้อมูลต่างๆจะใช้โมเด็มแบบนี้ในการทำงานเกือบทั้งหมด การรับส่งข้อมูลจะเป็นการรับส่งทีละหนึ่งตัวอักษรไม่ส่งเป็นกลุ่มเรียกว่ารับส่งแบบ อะซิงโครนัส (Asynchronous) ซึ่งโดยปกติแล้วการส่งข้อมูลผ่านสายโทรศัพท์จะส่งด้วยความเร็ว 9,600 ถึง 28,800 บิตต่อวินาทีเท่านั้น

ความเร็วสูงสุดที่เชื่อถือได้ในการรับส่งข้อมูลของโมเด็มคือ 28,800 บิตต่อวินาที ถ้าใช้โมเด็มความเร็วสูงกว่านี้รับส่งข้อมูลผ่านสายโทรศัพท์เช่น 33,600 บิตต่อวินาที ไปจนถึง 56,000 บิตต่อวินาทีอาจทำได้ในบางพื้นที่ แต่ถ้าส่งข้อมูลไกลๆระหว่างจังหวัดหรือระหว่างประเทศอาจจะมีความผิดพลาดสูง จึงถือความเร็ว 28,800 บิตต่อวินาทีเป็นความเร็วสูงสำหรับส่งข้อมูลผ่านสายโทรศัพท์ในปัจจุบัน ข้อดีของการใช้โมเด็มแบบนี้คือ มีความคล่องตัวสูงสามารถรับส่งข้อมูลไปยังที่ต่างๆได้ไม่จำกัดและไม่จำเป็นต้อง

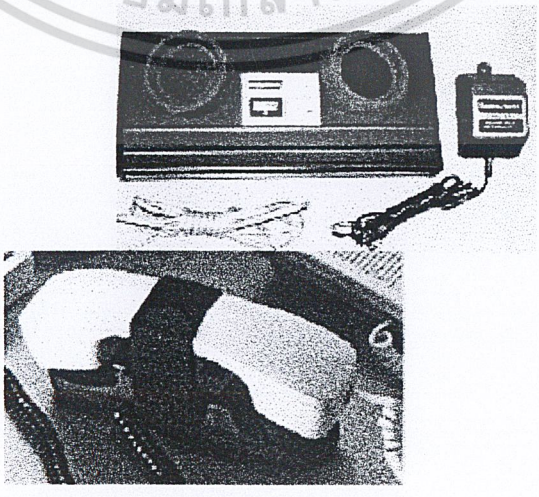
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จัดหาวงจรสายตรงมาเป็นพิเศษเพื่อส่งข้อมูล ข้อเสียของโมเด็มประเภทนี้คือความเร็วในการส่งข้อมูลต่ำกว่าโมเด็มแบบสายตรง และการส่งข้อมูลเป็นจำนวนมากไปยังจุดปลายจุดเดียวในระยะทางไกลค่าโทรศัพท์ทางไกลอาจจะแพงกว่าการเช่าวงจรสายตรงมาใช้ก็ได้

โมเด็มที่มีขายในท้องตลาดปัจจุบัน บางรุ่นอาจทำงานได้เฉพาะกับสายตรงหรือบางรุ่นอาจทำงานได้กับสายโทรศัพท์เท่านั้น โมเด็มที่ใช้กับสายตรงได้เพียงอย่างเดียวจะนำมาต่อใช้กับสายโทรศัพท์ไม่ได้ และโมเด็มที่ใช้กับสายโทรศัพท์ได้อย่างเดียวก็จะนำมาใช้งานต่อกับสายตรงไม่ได้เช่นกัน ยกเว้นโมเด็มบางชนิด ซึ่งเลือกการทำงานในตัวได้ว่าจะต่อกับสายตรงหรือสายโทรศัพท์ โมเด็มที่ใช้งานได้ทั้งสองอย่างก็มักจะมีราคาแพงกว่าโมเด็มที่ใช้กับสายโทรศัพท์เพียงอย่างเดียว ในกรณีที่ไม่ต้องใช้การต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลเข้ากับเมนเฟรมหรือมินิคอมพิวเตอร์การใช้โมเด็มแบบต่อกับสายโทรศัพท์ได้อย่างเดียวก็นับว่าเพียงพอแล้วสำหรับรับส่งข้อมูลทั่วไป

2.1.3 โมเด็มในยุคแรก

โมเด็มรุ่นแรกๆ ที่ใช้รับส่งข้อมูล จะทำหน้าที่แปลงสัญญาณจากคอมพิวเตอร์ให้กลายเป็นความถี่เสียงแล้วส่งไปตามสายเท่านั้น ไม่มีความสามารถในการหมุนโทรศัพท์อัตโนมัติอย่างโมเด็มในปัจจุบัน โมเด็มแบบที่ไม่มีการต่อเข้ากับสายโทรศัพท์โดยตรงเราเรียกว่าโมเด็มแบบ Acoustic Coupler ซึ่งจะมีรูปร่างรองรับกับหูฟัง(Handset) ของโทรศัพท์แบบมาตรฐาน เมื่อคอมพิวเตอร์ส่งข้อมูลไปให้ผู้รับ Acoustic Couplerจะเปลี่ยนข้อมูลนั้นให้กลายเป็นสัญญาณเสียง แล้วส่งออกทางลำโพงของมัน หูฟังของเครื่องโทรศัพท์จะรับสัญญาณเสียงนี้ส่งไปให้ปลายทางอีกทีหนึ่ง เมื่อเครื่องโทรศัพท์ส่งสัญญาณเสียงให้ Acoustic coupler มันก็จะรับสัญญาณเสียงนี้ผ่านไมโครโฟน และนำมาเปลี่ยนเป็นสัญญาณดิจิทัลให้คอมพิวเตอร์ต่อไป Acoustic Coupler มีข้อดีคือ มันไม่จำเป็นต้องต่อเข้ากับสายโทรศัพท์ ทำให้เราใช้ที่ไหนก็ได้ส่งข้อมูล เช่นโทรศัพท์สาธารณะ โทรศัพท์ในห้องพักของโรงแรม ฯลฯ ซึ่งที่ต่างๆ เหล่านี้บางครั้งเราจะไปตัดต่อสายโทรศัพท์เติมให้มาเข้ากับโมเด็มโดยตรงไม่ได้

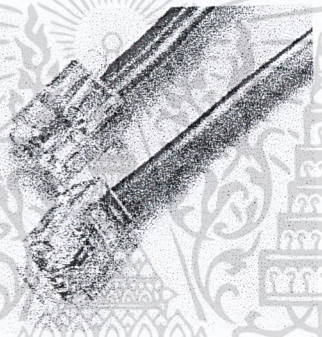


รูปที่ 2.1 โมเด็มแบบ Acoustic Coupler

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับข้อเสียของโมเด็มชนิดนี้ก็คือรับส่งข้อมูลได้ช้า เนื่องจากความเร็วมาตรฐานของ Acoustic Coupler อยู่ที่ 300 บิตต่อวินาทีเท่านั้น และจากการที่มันฟังเสียงจากเครื่องโทรศัพท์ ทำให้เสียงรบกวนจากภายนอกเข้ารบกวนรับส่งข้อมูลได้ง่าย จึงไม่เหมาะที่จะใช้งานในสถานที่ที่มีเสียงดัง และข้อเสียสำคัญอีกข้อก็คือ ไม่สามารถใช้งานกับหูฟังของโทรศัพท์ที่มีขนาดและรูปร่างไม่ได้มาตรฐาน เช่นโทรศัพท์แบบแบนๆ เป็นต้น

โมเด็มในปัจจุบันจะรับส่งข้อมูลผ่านสายโทรศัพท์ โดยต่อสายโทรศัพท์เข้าตัวโมเด็มโดยตรง ไม่ต้องส่งเสียงผ่าน Acoustic Coupler สายโทรศัพท์จะต่อเข้าโมเด็มโดยใช้ปลั๊กโทรศัพท์ที่เรียกว่า RJ-11 การต่อสายโทรศัพท์เข้ากับโมเด็มโดยตรงจะช่วยป้องกันสัญญาณรบกวนได้ดีขึ้น และทำให้ส่งข้อมูลได้เร็วกว่าแบบเก่า แต่การใช้งานลักษณะนี้มีข้อเสียก็คือถ้าโทรศัพท์ที่ใช้ไม่มีปลั๊กแบบ RJ-11 เพื่อต่อเข้าสายโทรศัพท์ โมเด็มก็จะใช้สายโทรศัพท์นั้นรับส่งข้อมูลไม่ได้ ทำให้ยุ่งยากเวลาต้องการส่งข้อมูลจากนอกสถานที่ เช่น จากที่พักในโรงแรม เป็นต้น



รูปที่ 2.2 ปลั๊กแบบ RJ-11 ใช้สำหรับต่อสายสัญญาณโทรศัพท์

2.1.4 องค์ประกอบในการสื่อสารข้อมูล

จากการที่โมเด็มต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านทาง RS-232C และส่งข้อมูลไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์อีกเครื่องหนึ่ง ดังนั้นองค์ประกอบในการรับส่งข้อมูล(Communications Parameter) จึงต้องตรงกันตลอดเส้นทางที่รับส่ง องค์ประกอบดังกล่าวคือ ความเร็ว(Speed) จำนวนบิตของข้อมูล(Data Bit) จำนวนบิตเริ่มและบิตจบ(Start Bit, Stop Bit) การตรวจสอบพาริตีบิต(Parity Bit) และการเลือกใช้ Echo (Duplex) ในการรับส่ง

ความเร็ว คือ อัตราการรับส่งข้อมูลเป็นจำนวนบิตต่อวินาที โมเด็มที่ด้านรับและคอมพิวเตอร์เครื่องรับจะต้องมีความเร็วในการรับส่งข้อมูลเท่ากันความเร็วที่ใช้กันทั่วไปมีตั้งแต่ 2400 4800 9600 19200 บิตต่อวินาทีไปจนถึง 38400 57600 หรือ 115000 บิตต่อวินาทีข้อสังเกตคือความเร็วนี้เป็นความเร็วในการส่งผ่านข้อมูลตลอดทั้งเส้นทาง แต่การส่งข้อมูลจริงในสายแต่ละช่วง เช่นระหว่างโมเด็มสองตัวอาจไม่สูงเท่านี้ เนื่องจากมีการใช้เทคโนโลยีในการย่อข้อมูลเข้ามาช่วยทำให้ปริมาณข้อมูลที่ต้องส่งลดลง

จำนวนบิตของข้อมูล คือ การกำหนดใช้จำนวนข้อมูลกี่บิตในการส่ง ปกติจะเลือกได้สองแบบคือ 7 บิตต่อหนึ่งตัวอักษรหรือ 8 บิตต่อหนึ่งตัวอักษร การรับส่งข้อมูลภาษาไทยเราจำเป็นต้องใช้แบบ 8 บิตต่อตัวอักษรเท่านั้น เนื่องจากภาษาไทยเราใช้รหัสครบทั้ง 8 บิต ถ้าหากส่งไปในแบบ 7 บิตต่อหนึ่งตัวอักษร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัสภาษาไทยจะถูกตัดบิตที่ 8 บิตทิ้งไป กลายเป็นตัวภาษาอังกฤษ ส่วนจำนวนบิตเริ่มและบิตจบนั้น กำหนดไว้ให้ตัวส่งแยกออกว่าข้อมูลจะเริ่มต้นเมื่อไหร่ และจบลงเมื่อใด

บิตเริ่มต้น มักจะใช้หนึ่งบิตเสมอ และ บิตจบข้อมูล จะมีสองแบบ คือ 1 บิตและ 2 บิต การใช้งานทั่วไปมักจะใช้แบบ 1บิต

การตรวจสอบพาริตี เป็นการตรวจสอบความถูกต้องของการรับข้อมูลที่ส่งมา โดยสามารถเลือกให้ตรวจสอบว่าข้อมูลที่เป็น "1" เป็นจำนวนคู่ (Even) หรือจำนวนคี่ (Odd) หรือไม่ต้องตรวจสอบ (None) เช่นถ้าส่งข้อมูล 11000001 ไปให้ผู้รับและมีการตรวจสอบพาริตีแบบจำนวนคู่ พาริตีบิตในกรณีนี้จะมีค่าเป็น "1" เพื่อให้จำนวน "1" ทั้งหมดมีจำนวนเป็นเลขคู่ ถ้ากำหนดการตรวจสอบพาริตีเป็นจำนวนคี่พาริตีก็จะเป็น "0" เพื่อให้จำนวน "1" ของข้อมูลทั้งหมดเป็นจำนวนคี่ และถ้าไม่มีการตรวจสอบเลย เครื่องส่งก็จะส่งบิตจบ ปิดท้ายข้อมูลทันที ไม่มีการส่งพาริตีบิตไปให้ผู้รับส่วนมากถ้ารับส่งข้อมูลแบบ 7 บิต เรามักจะตั้งการตรวจสอบพาริตีเอาไว้ แต่ถ้าส่งรับข้อมูลแบบ 8 บิต ก็จะไม่มีการตรวจสอบพาริตีบิต สำหรับการเลือกใช้ Echo ในการรับส่งก็เป็นการเลือกให้สอดคล้องกับ Full Duplex หรือ Half Duplex นั่นเอง ถ้าเป็นการรับส่งแบบ Full Duplex ก็ต้องเลือกใช้ Echo Off และถ้าเป็นแบบ Half Duplex เราก็เลือกใช้ Echo On เมื่อองค์ประกอบทั้งหมดนี้ตรงกัน การรับส่งข้อมูลก็จะทำได้ถูกต้อง ถ้าส่วนใดส่วนหนึ่งไม่ว่าจะเป็นคอมพิวเตอร์ด้านส่ง โมเด็มด้านส่ง โมเด็มด้านรับหรือคอมพิวเตอร์ด้านรับ เพียงส่วนเดียวใช้องค์ประกอบในการรับส่งข้อมูลผิดไป การรับส่งข้อมูลจะผิดพลาดได้ ทั้งผู้รับและผู้ส่งต้องตกลงกันให้แน่นอนว่าจะใช้องค์ประกอบในการรับส่งข้อมูลแต่ละตัวอย่างไร

2.1.5 การทำงานของเครือข่ายโทรศัพท์

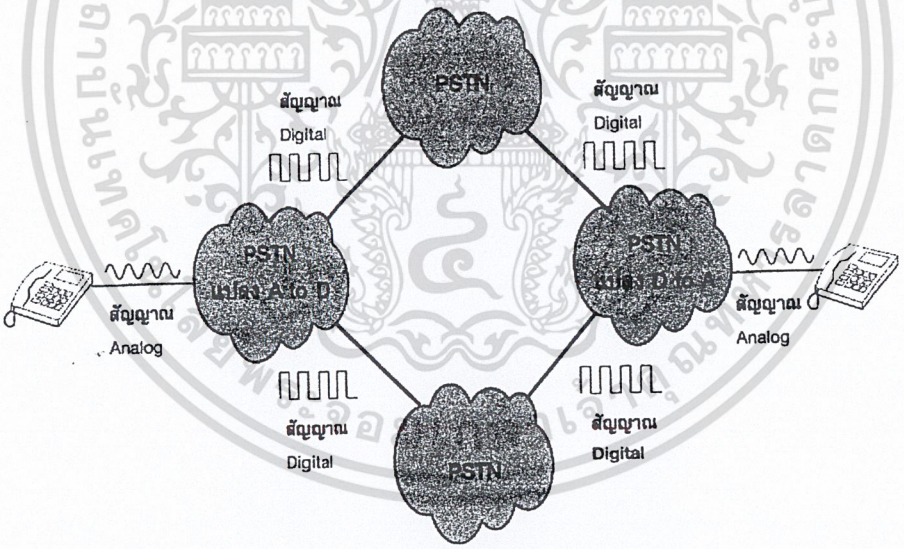
ระบบโทรศัพท์ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันนั้นเป็นระบบดิจิทัล ซึ่งได้รับการพัฒนามาจากระบบโทรศัพท์แบบเดิมที่เป็นระบบแอนะล็อก โทรศัพท์ในระบบแอนะล็อกนั้นจะใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าและกลไกในการส่งเสียงพูดของเราจากต้นทางไปให้ผู้รับปลายทางผ่านอุปกรณ์สลับสายหรืออุปกรณ์สวิตชิ่ง (Switching) ตลอดเส้นทางจากผู้เรียกถึงผู้รับ สัญญาณเสียงจะถูกส่งออกไปในรูปของสัญญาณไฟฟ้าในแบบแอนะล็อก และเปลี่ยนกลับเป็นสัญญาณเสียงที่ลำโพงของผู้รับ การใช้ระบบแอนะล็อกในโทรศัพท์มีข้อเสียคือ การทำงานช้าและอุปกรณ์สวิตชิ่งมีขนาดใหญ่รวมทั้งยังต้องใช้ไฟมากอีกด้วย ทำให้มีการพัฒนามาใช้โทรศัพท์ระบบดิจิทัลดังเช่นทุกวันนี้

การทำงานของโทรศัพท์ระบบดิจิทัลจะมีความซับซ้อนกว่าระบบแอนะล็อกมาก เมื่อเรายกหูโทรศัพท์ขึ้นและกดหมายเลขปลายทาง สัญญาณจะถูกส่งไปให้ชุมสายโทรศัพท์เพื่อนำหมายเลขปลายทางมาแปลงเป็นรหัสดิจิทัล และให้รหัสนี้ค้นหาตำแหน่งของผู้รับปลายทางต่อไป ซึ่งการทำงานภายในชุมสายจะใช้ระบบดิจิทัลทั้งหมด โดยไม่มีระบบกลไกแบบเก่าเข้ามาเกี่ยวข้องเลย เรียกว่าระบบ Stored Program Control (SPC) ตัวชุมสายโทรศัพท์จะเปรียบเสมือนเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ที่มีหน้าที่เชื่อมต่อผู้เรียกและผู้รับให้สนทนากันได้นั่นเอง ถ้าเครื่องรับปลายทางว่าง ชุมสายโทรศัพท์จะส่งสัญญาณเรียกให้กระดิ่งดังขึ้น เมื่อปลายทางรับสายแล้วทั้งผู้รับเรียกและผู้รับก็เริ่มสนทนากันได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณเสียงจากผู้พูดจะถูกแปลงเป็นสัญญาณเสียงแอนะล็อกส่งไปให้ชุมสายโดยเครื่องโทรศัพท์ จากนั้นชุมสายโทรศัพท์จะเปลี่ยนสัญญาณนี้ให้เป็นสัญญาณดิจิทัลขนาด 64 กิโลบิตต่อวินาที โดยใช้อุปกรณ์ Analog to Digital converter หรือ A to D (A/D) ซึ่งขบวนการนี้จะอ่านค่าของสัญญาณแอนะล็อกของเสียงพูด 8,000 ครั้งต่อวินาที โดยหนึ่งครั้งจะได้ค่าของสัญญาณออกมา 8 บิต (8,00 ครั้งต่อวินาที X 8 บิต = 64,000 บิตต่อวินาที) เราเรียกขบวนการแปลงสัญญาณนี้ว่า Pulse code Modulation (PCM) แล้วจึงส่งสัญญาณดิจิทัล 64 กิโลบิตต่อวินาทีนี้ไปให้ชุมสายโทรศัพท์ปลายทาง เมื่อถึงปลายทางสัญญาณดิจิทัลก็จะถูกเปลี่ยนกลับมาเป็นสัญญาณแอนะล็อกโดย Digital to Analog converter หรือ D to A (D/A) ส่งไปให้เครื่องรับปลายทางต่อไป เครื่องรับปลายทางก็จะนำสัญญาณแอนะล็อกนี้มาเปลี่ยนเป็นเสียงออกทางลำโพงของเครื่องรับ จะเห็นได้ว่าจากต้นทางถึงปลายทางเราให้สัญญาณดิจิทัลเกือบทั้งหมด เหลือเพียงช่วงสุดท้ายที่ต่อเข้ากับเครื่องโทรศัพท์เท่านั้นที่ยังใช้สัญญาณแอนะล็อกอยู่ ดังรูป 2.3

ชุมสายโทรศัพท์ระบบดิจิทัลที่เราใช้งานอยู่ในปัจจุบัน จะมีขนาดเล็กกว่าชุมสายแอนะล็อกสมัยก่อนมาก เนื่องจากทำงานไม่มีส่วนของระบบกลไกเข้ามาเกี่ยวข้อง ทำให้มีน้ำหนักเบากว่าและกินไฟน้อยกว่า ความเร็วในการทำงานก็เร็วกว่าเดิม รวมทั้งมีบริการพิเศษเพิ่มเติมเช่นการประชุมทางโทรศัพท์, การรับสายซ้อน ฯลฯ อีกด้วย



PSTN = ระบบชุมสายโทรศัพท์ (Public Switching Telephone Network)

รูปที่2.3 แสดงการทำงานของระบบโทรศัพท์

การรับส่งข้อมูลโดยใช้เสียงผ่านเครือข่ายโทรศัพท์นั้นเป็นวิธีที่น่าสนใจมาก เนื่องจากว่าโทรศัพท์มีอยู่ทุกหนทุกแห่ง ไม่ว่าจะเป็นที่บ้าน, ที่ทำงาน หรือสถานที่ต่างๆ และเราสามารถใช้โทรศัพท์ติดต่อไปยังที่ต่างๆ ได้ทั่วโลก ราคาค่าบริการของโทรศัพท์ทางไกลในปัจจุบันก็ไม่แพงจนเกินไปนัก การรับส่งข้อมูลผ่านสายโทรศัพท์จึงทำได้ครอบคลุมพื้นที่กว้างขวางมากกว่าการใช้ระบบอย่างอื่นๆ แต่เนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากระบบโทรศัพท์ไม่ได้ถูกออกแบบมาให้ใช้รับส่งข้อมูลคอมพิวเตอร์หรือข้อมูลอื่นๆ นอกจากรับส่งเสียงพูดได้เท่านั้น ระบบโทรศัพท์จึงมีขีดจำกัดหลายอย่างที่ทำให้การรับส่งข้อมูลต้องทำด้วยความระมัดระวัง ขีดจำกัดของระบบโทรศัพท์ที่มีผลต่อการรับส่งข้อมูลก็คือ ช่วงแบนด์วิดท์(Bandwidth) ของสัญญาณ ระบบกำจัดเสียงสะท้อนของโทรศัพท์ (Echo Suppressor) และเสียงรบกวนในสาย (Background Noise) ขีดจำกัดเหล่านี้ ทำให้การรับส่งข้อมูลทำได้ช้าและอาจผิดพลาดได้

ระบบการรับฟังเสียงของคนเรา สามารถรับรู้เสียงความถี่ได้ตั้งแต่ 20 Hz จนถึง 20,000 Hz โดยประมาณ ถ้าความถี่สูงกว่าและต่ำกว่านี้เราจะไม่ได้ยินเสียงนั้น เมื่อมีการคิดระบบโทรศัพท์ขึ้นมาครั้งแรกนั้น เทคโนโลยียังไม่สูงมากพอที่จะสร้างระบบโทรศัพท์ให้รับส่งเสียงได้เทียบเท่ากับที่หูคนได้ยินการออกแบบจึงพิจารณาทางด้านเทคนิคและราคาที่พอยอมรับได้ในสมัยนั้น ผลที่ออกมาก็คือระบบโทรศัพท์สามารถรับส่งสัญญาณเสียงได้ตั้งแต่ความถี่ 300 Hz จนถึงประมาณ 3,400 Hz โดยมีแบนด์วิดท์ สูงสุดนับตั้งแต่ประมาณ 3,350 Hz ถึง 3,400 Hz ลบด้วยความถี่ต่ำ 350 Hz ถึง 300 Hz เหลือแบนด์วิดท์ ที่รับส่งได้จริงประมาณ 3,000 Hz ซึ่งความถี่ช่วงดังกล่าวนี้มากพอสำหรับการพูดคุยของคนทั่วไปด้วยคุณภาพของเสียงดีพอสมควร แต่ไม่มากพอให้เราส่งข้อมูลคอมพิวเตอร์ได้อย่างสะดวกผ่านสายโทรศัพท์ เพราะในการรับส่งข้อมูลทั่วไปนั้น ถ้าสายส่งมีแบนด์วิดท์ สูงเท่าใด ก็จะสามารถรับส่งข้อมูลได้เร็วมากขึ้นเท่านั้น

2.1.5.1ขีดจำกัดต่างๆ ของเครือข่ายโทรศัพท์

ขีดจำกัดข้อแรกก็คือช่วงความถี่ 300 Hz ถึง 3,400 Hz ที่สายโทรศัพท์สามารถส่งสัญญาณได้นี้นับว่าเป็นสายส่งที่มีแบนด์วิดท์แคบมากเมื่อเรานำมาใช้รับส่งข้อมูล เพราะว่าตามธรรมดาแล้ว ความเร็วสูงสุดของการรับส่งข้อมูลจะมีค่าต่ำกว่าความถี่สูงสุดของสายส่งเสมอ ถ้าหากไม่ใช้เทคนิคพิเศษเข้าช่วยสายโทรศัพท์ก็จะรับส่งข้อมูลได้ไม่เกิน 3,000 บิตต่อวินาทีเท่านั้น ซึ่งในยุคแรกเริ่มของการส่งข้อมูลผ่านสายโทรศัพท์ จะมีความเร็วเพียง 300 บิตต่อวินาทีเท่านั้น และได้มีการพัฒนาต่อกันมาจนรับส่งได้ 1,200 ถึง 2,400 บิตต่อวินาทีตามลำดับเมื่อเทคโนโลยีก้าวหน้าขึ้น และจากการที่แบนด์วิดท์ของสัญญาณ จำกัดมากในสายโทรศัพท์นี้เอง ดังนั้นในการรับส่งข้อมูลที่ความเร็วสูงกว่า 9,600 บิตต่อวินาที ผู้ผลิตโมเด็มจึงจำเป็นต้องใช้เทคนิคการเข้ารหัส และการผสมสัญญาณที่ซับซ้อนมากเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว ดังนั้นการรับส่งข้อมูลความเร็วสูงจึงถูกรบกวนได้ง่าย และมีอัตราการผิดพลาดในการรับส่งข้อมูลสูงขึ้นเป็นเงาตามตัว วงจรสายตรงนับว่าได้เปรียบการส่งผ่านระบบโทรศัพท์มากในข้อนี้เนื่องจากสายส่งและวงจรมีคุณภาพดีกว่าทำให้รับส่งข้อมูลความเร็วสูงได้อย่างไม่มีปัญหาด้านขีดจำกัดของช่วงความถี่เหมือนที่เกิดขึ้นกับสายโทรศัพท์ทั่วไป

ขีดจำกัดข้อที่สองของการส่งข้อมูลผ่านสายโทรศัพท์ก็คือ วงจรกำจัดเสียงสะท้อน ของระบบโทรศัพท์ เนื่องจากการส่งสัญญาณไฟฟ้าผ่านสายส่งเป็นระยะทางไกลๆ นั้นสัญญาณที่ส่งออกไปจะมีส่วนหนึ่งสะท้อนกลับมายังผู้ส่ง ซึ่งเราเรียกว่าเกิด Echo ขึ้น ปรากฏการณ์อันนี้เกิดขึ้นกับคลื่นทุกชนิด ไม่จำกัดว่าจะต้องเป็นสัญญาณไฟฟ้าเท่านั้น เมื่อมันเกิดขึ้นในสายโทรศัพท์ เราก็จะได้ยินเสียงตัวเองสะท้อนกลับมาในลักษณะของเสียงก้อง คล้ายๆ กับเวลาที่เราพูดอยู่ในถ้ำนั่นเอง การเกิดเสียงก้องนี้นอกจากจะทำให้การรับฟังโทรศัพท์มีคุณภาพต่ำลงแล้ว ยังทำให้การสนทนาเป็นไปอย่างลำบากอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบโทรศัพท์ใช้วงจรกำจัดเสียงสะท้อนเข้ามาช่วยแก้ปัญหาอันนี้ การทำงานของมันจะยอมให้สัญญาณจากผู้พูดเดินทางไปถึงผู้รับได้ทางเดียว สัญญาณที่สะท้อนกลับมาจะถูกกั้นเอาไว้ไม่ให้กลับมาหาผู้พูดได้ เมื่อผู้ฟังพูดสวนกลับไปวงจรกำจัดเสียงสะท้อนก็จะสลับทิศทางไปในทางตรงข้าม เพื่อให้สัญญาณจากผู้พูดถูกกั้นไม่ให้สะท้อนกลับมาหาตัวเองอีกเช่นเดียวกัน วิธีการนี้ทำให้เสียงสะท้อนถูกกำจัดออกไปได้วงจรกำจัดเสียงสะท้อนจะรู้ว่าใครเป็นผู้พูดโดยดูจากความแรงของสัญญาณ ใช้กฎเกณฑ์ที่ว่าด้านที่พูดจะมีสัญญาณแรงกว่าด้านรับเสมอ และการสลับทิศทางของวงจรกำจัดเสียงสะท้อนจะทำด้วยความเร็วมากจนเราไม่รู้สึกผิดปกติเมื่อพูดและฟังตามธรรมดา ขณะที่เราสลับกันพูดโทรศัพท์ในการสนทนาทั่วไป วงจรกำจัดเสียงสะท้อนจะทำงานโดยสลับทิศทางตลอดเวลา เพื่อป้องกันเสียงสะท้อนไม่ให้เกิดขึ้น

ในขณะที่เราส่งข้อมูลผ่านสายโทรศัพท์ วงจรกำจัดเสียงสะท้อนจะทำให้การรับส่งข้อมูลมีปัญหามากเนื่องจากการสลับทิศทางของวงจรกำจัดเสียงสะท้อนจะทำให้สัญญาณขาดหายไปในช่วงนั้น ถึงแม้ว่าจะเป็นช่วงเวลาสั้นๆแต่ก็อาจจะทำให้ข้อมูลบางส่วนหายไปได้ นอกจากนี้การสลับทิศทางของวงจรกำจัดเสียงสะท้อนยังทำให้เสียเวลาในการส่งข้อมูลอีกด้วย เพราะมันต้องใช้เวลาช่วงหนึ่งในการสลับทิศทาง เสมอสิ่งเหล่านี้มีผลมากเมื่อเราส่งข้อมูลผ่านสายโทรศัพท์ด้วยความเร็วสูง

โมเด็มในปัจจุบันจะหยุดการทำงานของวงจรกำจัดเสียงสะท้อนได้ โดยส่งคลื่นเสียงความถี่ประมาณ 2,100 Hz ไปยังชุมสายโทรศัพท์นานประมาณครึ่งวินาที วงจรกำจัดเสียงสะท้อนก็จะหยุดสลับทิศทาง ทำให้การรับส่งข้อมูลเป็นไปได้อย่างไม่มีปัญหา

นอกจากนี้สัญญาณรบกวนในสายโทรศัพท์ ก็เป็นปัญหาอีกอันหนึ่งในการรับส่งข้อมูล ปกติสัญญาณรบกวนจะมีอยู่ระดับหนึ่งตลอดเวลาในสาย ซึ่งอาจจะเกิดจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากที่อื่นถูกเหนี่ยวนำเข้ามาในสาย หรือเกิดจากอุปกรณ์รับส่งของชุมสายโทรศัพท์เองก็ได้ เมื่อสัญญาณรบกวนมีขนาดไม่มากนักเทียบกับสัญญาณข้อมูลที่เราใช้รับส่ง เราก็ยังคงแยกออกว่าส่วนไหนคือข้อมูล และส่วนไหนคือสัญญาณรบกวน แต่ในระยะทางไกลๆ สัญญาณข้อมูลที่ส่งออกไปจะมีกำลังอ่อนลงตามระยะทาง ทำให้ความแตกต่างระหว่างสัญญาณรับส่งและสัญญาณรบกวนน้อยลง การรับข้อมูลจะทำได้ลำบากมากยิ่งขึ้น

โมเด็มที่รับส่งข้อมูลความเร็วไม่เกิน 9,600 บิตต่อวินาที มักไม่ค่อยมีปัญหาเรื่องของสัญญาณรบกวน เนื่องจากที่ความเร็วขนาดนี้การผสมสัญญาณในการรับส่งยังไม่ซับซ้อนมากนัก รูปคลื่นที่ส่งออกไปยังมีความแตกต่างกันชัดเจน เมื่อถูกรบกวนจากสัญญาณอื่นๆ ก็ยังสามารถแยกออกได้ง่ายว่าข้อมูลที่ส่งมาเป็นอย่างไร ปัญหาของสัญญาณรบกวนในสายจะมีผลกับโมเด็มความสูง เช่น 19,200, 28,800 หรือ 33,600 บิตต่อวินาทีค่อนข้างมาก เพราะที่ความเร็วสูง โมเด็มจะต้องใช้เทคนิคการผสมสัญญาณที่ซับซ้อนมากเพื่อส่งข้อมูลไปในสายโทรศัพท์ซึ่งมี แบนด์วิดท์กว้างเพียง 3,000 Hz เท่านั้น รูปคลื่นของสัญญาณที่ส่งออกไปจึงต้องมีความแม่นยำสูง ผู้รับถึงจะรับข้อมูลได้ถูกต้อง สัญญาณรบกวนจะทำให้รูปคลื่นผิดไปจากเดิม ซึ่งอาจมีผลทำให้การรับข้อมูลผิดพลาดด้วย โมเด็มความเร็วสูงจึงจำเป็นต้องมีฮาร์ดแวร์ (Hardware)พิเศษมาทำหน้าที่ตัดสัญญาณรบกวนในสายออกโดยเฉพาะ ทำให้ราคาของโมเด็มแพงมากขึ้นอีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างไรก็ตามปัญหาทั้งหมดนี้ได้รับการแก้ไขจนเป็นที่น่าพอใจแล้วระดับหนึ่งในปัจจุบัน การรับส่งข้อมูลผ่านสายโทรศัพท์ด้วยความเร็วสูงถึง 28,800 หรือ 33,600 บิตต่อวินาทีนั้นนับว่าเป็นการเอาชนะขีดจำกัดต่างๆ ดังกล่าวด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่ของเรา

2.1.6 มาตรฐานของโมเด็มตาม CCITT (ITU-T) V-Series

โมเด็มจำเป็นต้องมีมาตรฐานเช่นเดียวกับอุปกรณ์อื่นๆ เพื่อให้ผู้ผลิตแต่ละบริษัทผลิตโมเด็มออกมาแล้วใช้รับส่งข้อมูลกับบริษัทอื่นๆได้ มาตรฐานของโมเด็มจะแบ่งออกเป็นสองส่วน คือมาตรฐานในส่วนของฮาร์ดแวร์ที่โมเด็มใช้ และอีกส่วนหนึ่งคือมาตรฐานในส่วนของซอฟต์แวร์ที่ควบคุมการทำงานของโมเด็มหรือคำสั่งของโมเด็ม โดยมาตรฐานนี้กำหนดขึ้นจากองค์การมาตรฐานสื่อสารสากล หรือ CCIT (International Telephone and Telegraph Consultative Committee) ที่ปัจจุบันเปลี่ยนชื่อมาเป็น ITU-T (International Telecommunication Union-Telecommunication)ซึ่งจะครอบคลุมเกี่ยวกับความเร็วในการรับส่งข้อมูล, ความถี่ที่ใช้ และเทคนิคการผสมสัญญาณในสาย ฯลฯ

มาตรฐานทางการสื่อสารและรับส่งข้อมูล เนื่องจากมีสมาชิกเกือบทุกประเทศทั่วโลก ผู้ผลิตรายใหญ่จึงปฏิบัติตามมาตรฐานของ CCITT หรือ ITU-T ทำให้โมเด็มคนละยี่ห้อกันที่ใช้มาตรฐานเดียวกันสามารถรับส่งข้อมูลได้ทันที

ความเร็วในการรับส่งข้อมูลของโมเด็มนั้นกำหนดเป็น บิตต่อวินาที (bit per second, bps) หรือ บิตเรท (Bit Rate) ซึ่งแตกต่างจากอัตราการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณไฟฟ้าในสายส่งหรือที่เรียกกันว่า Baud Rate ในสมัยก่อนการรับส่งข้อมูลใช้เทคนิคการผสมสัญญาณแบบง่ายๆ เช่นการเปลี่ยนแปลงความถี่ตามข้อมูล "0" และ "1" ที่ได้รับ อัตราการส่งข้อมูลและอัตราการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณในสายส่งจึงมีค่าเท่ากันหรือพูดอีกอย่างว่าสัญญาณรูปคลื่น 1 ลูกจะแทนข้อมูลเพียง 1 บิต เราจึงถือว่าอัตราการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณในสายส่ง ก็คืออัตราการส่งข้อมูลนั่นเอง ต่อมาเทคนิคการผสมสัญญาณซับซ้อนมากขึ้น ทำให้เราสามารถส่งข้อมูลได้มากขึ้นกว่าเดิม โดยอัตราการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณในสายยังคงเท่าเดิม ดังนั้นเมื่อเราพูดว่า โมเด็มรับส่งข้อมูลที่ความเร็ว 1,200 Baud เราจะไม่ทราบเลยว่าโมเด็มนั้นรับส่งข้อมูลได้กี่บิตต่อวินาที เนื่องจากว่าถ้าโมเด็มผสมสัญญาณ 1 บิตต่อหนึ่งลูกคลื่น โมเด็มนั้นจะรับส่งข้อมูลที่ความเร็ว 1,200 บิตต่อวินาที หรือถ้าโมเด็มผสมสัญญาณ 4 บิตต่อหนึ่งลูกคลื่นที่เปลี่ยนแปลงในสายส่ง โมเด็มจะรับส่งข้อมูลได้เร็วถึง 4,800 บิตต่อวินาที โดยยังคงมีอัตราการเปลี่ยนแปลงสัญญาณในสายส่งเท่ากับ 1,200 Baud เหมือนเดิม เพราะฉะนั้นเราจึงเลิกใช้คำว่า Baud Rate สำหรับบอกความเร็วการรับส่งข้อมูลของโมเด็มและหันมาใช้คำว่า บิตเรท หรืออัตราการส่งข้อมูลเป็นบิตต่อวินาทีแทน ซึ่งสื่อความหมายได้เข้าใจตรงกันมากกว่า

มาตรฐานของโมเด็มที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน เป็นไปตามที่องค์การมาตรฐานสื่อสารสากล หรือ CCITT (ITU-T) เป็นผู้กำหนดขึ้น โดยมีชื่อเรียกแต่ละมาตรฐานของโมเด็มขึ้นต้นด้วยอักษร "V" และตามด้วยตัวเลข จึงมีการเรียกมาตรฐานอันนี้อีกชื่อหนึ่งว่า V-Series นอกจากมาตรฐานของโมเด็มแล้ว CCITT หรือ ITU-T ยังเป็นผู้กำหนดมาตรฐานทางการสื่อสารอื่นๆ เช่น มาตรฐานของการสื่อสารผ่านดาวเทียม, มาตรฐานของโทรสาร (Facsimile,Fax), มาตรฐานการสื่อสารข้อมูลต่างๆ ทั้งในแบบดิจิทัลและแอนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือแสวงหาประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ล็อก รวมถึงมาตรฐานเกี่ยวกับระบบโทรศัพท์อีกด้วย มาตรฐานที่ CCITT หรือ ITU-T เป็นผู้กำหนดได้รับการยอมรับกันทั่วโลก การติดต่อสื่อสารระหว่างประเทศจึงเป็นไปได้อย่างไม่มีปัญหา เนื่องจากทุกๆ คนต่างก็ทำตามมาตรฐานเดียวกัน

มาตรฐานที่ขึ้นต้นด้วยอักษร V ไม่ใช่มาตรฐานของโมเด็มทั้งหมด บางมาตรฐานอาจหมายถึงการเชื่อมต่อแบบอื่นๆ ก็ได้ เช่น V.24 เป็นมาตรฐานการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมเทียบได้กับ RS-232C นั่นเอง และ V.35 หมายถึงการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมความเร็วสูงเป็นต้น ในที่นี้จะกล่าวถึงมาตรฐานของโมเด็มแบบต่างๆ ที่ใช้กันมากตาม CCITT (ITU-T) V-Seriesตั้งแต่ความเร็วต่ำไปจนถึงความเร็วสูง และรายละเอียดของแต่ละมาตรฐานดังนี้

V.21 เป็นมาตรฐานของโมเด็มความเร็ว 300 บิตต่อวินาที ใช้เทคนิคการผสมสัญญาณแบบ FSK (Frequency Shift Keying) รับส่งข้อมูลได้ในแบบ Full Duplex เป็นโมเด็มที่ใช้กับสายโทรศัพท์ ปัจจุบันนี้มีใช้กันน้อย เนื่องจากความเร็วในการรับส่งข้อมูลต่ำ

V.22 รับส่งข้อมูลด้วยความเร็ว 1,200 บิตต่อวินาที หรือลดความเร็วลงมาที่ 600 บิตต่อวินาทีได้การผสมสัญญาณใช้เทคนิคของ PSK (Phase Shift Keying) รับส่งข้อมูลในแบบ Full Duplex ใช้กับสายโทรศัพท์หรือสายตรงได้ ขึ้นอยู่กับโมเด็มว่าถูกออกแบบมาให้ต่อใช้กับสายตรงหรือไม่

V.22 bis รับส่งข้อมูลด้วยความเร็ว 2,400 บิตต่อวินาที หรือลดความเร็วลงมาที่ 1,200 บิตต่อวินาทีได้การผสมสัญญาณใช้เทคนิค QAM รับส่งข้อมูลแบบ Full Duplex ใช้กับสายโทรศัพท์หรือสายตรงได้ V.22 bis เป็นมาตรฐานของโมเด็มที่เข้ามาแทนที่ V.22 ในสมัยก่อน เนื่องจากความเร็วสูง 2,400 ต่อวินาที ซึ่งเรียกว่า V.22 ถึงสองเท่า

V.23 เป็นมาตรฐานที่คล้ายกับมาตรฐาน V.22 แต่รับส่งข้อมูลในแบบ Half Duplex คือมีความเร็ว 1,200 บิตต่อวินาที หรือลดความเร็วลงมาที่ 600 บิตต่อวินาที ใช้เทคนิคการผสมสัญญาณแบบ FSK ต่อใช้กับสายโทรศัพท์ก็ได้ มาตรฐาน V.23 นี้เราไม่ค่อยได้ใช้งานเท่าไหร่นักเพราะว่าประสิทธิภาพของการรับส่งข้อมูลต่ำ และเป็นการติดต่อแบบ Half Duplex จึงสู้มาตรฐานแบบ V.22 หรือ V.22 bis ไม่ได้

B.26 bis เป็นมาตรฐานเหมือนกับ V.26 แต่สำหรับใช้กับสายโทรศัพท์แทน มีความเร็วในการรับส่งข้อมูลที่ 2,400 บิตต่อวินาที หรือลดความเร็วลงมาที่ 1,200 บิตต่อวินาทีก็ได้ การรับส่งข้อมูลเป็นแบบ Half Duplex ใช้เทคนิคการผสมสัญญาณแบบ PSK มาตรฐานนี้จึงสู้ V.22 bis ไม่ได้ โดยทั่วไปเราจะใช้ V.22 bis ที่มีความเร็ว 2,400 บิตต่อวินาที Full Duplex มากกว่า

V.27 เป็นมาตรฐานสำหรับโมเด็มความเร็ว 4,800 บิตต่อวินาทีที่ใช้กับสายตรงเท่านั้น เทคนิคของการผสมสัญญาณเป็นแบบ PSK รับส่งข้อมูลในแบบ Full Duplex ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งความเร็ว 4,800 บิตต่อวินาทีนี้ถือว่าเป็นความเร็วการรับส่งข้อมูลสูงที่สุดของเทคนิคการผสมสัญญาณแบบ PSK

V.27 bis คล้ายกับมาตรฐานแบบ V.27 แต่ว่ารับส่งข้อมูลที่ 4,800 บิตต่อวินาที หรือลดความเร็วลงมาที่ 2,400 บิตต่อวินาทีได้ ใช้สำหรับสายตรงแบบ 4 สาย เท่านั้น การผสมสัญญาณก็เป็นแบบ PSK สามารถรับส่งข้อมูลได้ทั้งในแบบ Full Duplex และ Half Duplex

V.27 ter เป็นมาตรฐานโมเด็มความเร็ว 4,800 บิตต่อวินาที หรือลดความเร็วลงมาที่ 2,400 บิตต่อวินาทีได้ สำหรับใช้กับสายโทรศัพท์ การรับส่งข้อมูลเป็นแบบ Half Duplex เท่านั้น เทคนิคการผสมสัญญาณชนิด PSK มาตรฐาน V.27 ter คล้ายกับ V.27 bis เพียงแต่ใช้กับสายโทรศัพท์แทนที่จะเป็นสายตรง มีใช้กันในเครื่องโทรสาร กลุ่ม (Group) 3

V.29 เป็นมาตรฐานของโมเด็มที่ใช้กับสายตรงแบบ 4 สายเท่านั้น การรับส่งข้อมูลใช้ได้ทั้ง Full Duplex และ Half Duplex สามารถรับส่งข้อมูลได้ตั้งแต่ 9,600 บิตต่อวินาที หรือลดความเร็วลงมาที่ 7,200 บิตต่อวินาที และ 4,800 บิตต่อวินาทีได้ ที่ความเร็ว 9,600 บิตต่อวินาที จะใช้เทคนิคการผสมสัญญาณแบบ QAM ส่วนที่ความเร็ว 7,200 และ 4,800 บิตต่อวินาที ใช้การผสมสัญญาณแบบ PSK มาตรฐาน V.29 นี้มีใช้กันมากสำหรับการรับส่งข้อมูลผ่านสายตรงระหว่างคอมพิวเตอร์กับคอมพิวเตอร์ และใช้ในเครื่องโทรสาร กลุ่ม 3

V .32 เป็นมาตรฐานโมเด็มสำหรับใช้กับสายโทรศัพท์ สามารถรับส่งข้อมูลได้ที่ความเร็ว 9,600 บิตต่อวินาที ในแบบ Full Duplex หรือลดความเร็วลงมาที่ 4,800 บิตต่อวินาทีได้มาตรฐาน V.32 นี้ยังใช้งานกับสายตรงแบบ 2 สาย ได้อีกด้วย เทคนิคการผสมสัญญาณเป็นแบบ QAM ทั้งที่ความเร็ว 9,600 และ 4,800 บิตต่อวินาที การรับส่งข้อมูลความเร็วสูงผ่านสาย 2 เส้นทาง V.32 ใช้เทคนิค Echo Cancellation แทนที่จะใช้การแบ่งความถี่อย่างในโมเด็มความเร็วต่ำ

V.32 bis เป็นมาตรฐานโมเด็มสำหรับใช้กับสายโทรศัพท์ที่ปรับปรุงมาจากมาตรฐาน V.32 สามารถรับส่งข้อมูลได้ที่ความเร็ว 14,400 บิตต่อวินาที ใช้ได้กับทั้งสายโทรศัพท์และสายตรง เทคนิคการผสมสัญญาณเป็นแบบ Trellis Coding Modulation (TCM) และลดความเร็วลงมาเชื่อมต่อกับ V.32, V.22 bis และ V.22 ได้ มีการใช้ Echo Cancellation ในการส่งข้อมูลผ่านสาย 2 เส้นเช่นเดียวกัน V.32 bis นับเป็นมาตรฐานโมเด็มของ CCITT หรือ ITU-T ที่มีผู้ใช้กันมากชนิดหนึ่งในปัจจุบัน

V.32 terto เป็นมาตรฐานโมเด็มความเร็วสูงที่ไม่ได้รับการรับรองจาก CCITT หรือ ITU-T แต่เกิดจากผู้ผลิตโมเด็มรายใหญ่ตกลงมาตรฐานนี้กันเอง โดยทำการปรับปรุงมาจากมาตรฐาน V.32 bis เล็กน้อย V.32 terto มีความเร็วในการรับส่งข้อมูล 19,200 บิตต่อวินาที และมีคุณสมบัติอื่นๆ เหมือนกับ V.32 bis ทุกอย่าง ต่างกันที่ความเร็วใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การรับส่งข้อมูลเพิ่มขึ้นเท่านั้น โดยทั่วไปโมเด็มแบบ V.32 bis จะรับส่งข้อมูลแบบ V.32 terbo ได้ด้วย เราจึงเห็นแต่ V.32 bis ในท้องตลาดเท่านั้น

V.34 หรือเรียกว่า V.fast เป็นมาตรฐานโมเด็มความเร็วสูง 28,800 บิตต่อวินาทีที่เรียกกันอย่างไม่เป็นทางการก่อนจะมีมาตรฐานจริงออกมา ส่วน V.34 เป็นมาตรฐานโมเด็มความเร็วสูงรุ่นล่าสุดที่ CCITT หรือ ITU-T ประกาศออกใช้งาน โดยมีความเร็วมาตรฐาน 28,800 บิตต่อวินาทีและมีความเร็วสูงสุดที่ 33,600 บิตต่อวินาที สามารถลดความเร็วลงมาเชื่อมต่อกับโมเด็มความเร็วที่ต่ำกว่าได้ มีการผสมสัญญาณแบบ Trellis Coding Modulation (TCM) ใช้ได้กับทั้งสายโทรศัพท์และสายตรง ถึงแม้ว่า V.34 จะใช้เทคนิคหลายอย่างคล้ายกับมาตรฐาน V.32 bis แต่โครงสร้างฮาร์ดแวร์การรับส่งข้อมูลของโมเด็มทั้งสองชนิดนั้นแตกต่างกันมาก V.34 ได้เพิ่มคุณสมบัติทางเทคนิคเข้ามาหลายอย่างที่ช่วยให้สามารถรับส่งข้อมูลที่ความเร็วสูง 28,800 หรือ 33,600 บิตต่อวินาทีได้อย่างไม่ผิดพลาด ทำให้มีราคาแพงกว่าโมเด็ม V.32 bis พอสมควรทีเดียว

V.90 พัฒนาจากมาตรฐาน V.34bis ซึ่งใช้สำหรับโมเด็มความเร็ว 56,000 บิตต่อวินาที มาตรฐานนี้ ITU-T ประกาศออกใช้งาน เมื่อเดือน กันยายน ปี 1998 โดยอาศัยหลักการ ที่เครือข่ายดิจิทัลสามารถรองรับการจราจรทางเสียงที่มีความเร็ว 64 Kbps ต่อสายแต่ละเส้น และ การที่จะ digitize (แปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล) สัญญาณเสียงแอนะล็อกด้วยที่มีความที่ 3 KHz นั้น จำเป็นต้องทำการสุ่มสัญญาณ (Sampling) เสียงด้วยอัตราสองเท่าของความถี่นั้น โมเด็มความเร็ว 56 Kbps ใช้ประโยชน์จากข้อเท็จจริงที่ว่า AOL (American OnLine - ผู้ให้บริการ online รายใหญ่ที่สุดในสหรัฐ) และผู้ให้บริการ Internet รายใหญ่อื่นๆล้วนแล้วแต่มีการเชื่อมโยงระบบดิจิทัลโดยตรงกับเครือข่ายโทรศัพท์อยู่แล้ว และไม่จำเป็นต้องทำการแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล ด้วยในขั้นตอนการส่งขึ้น (Upstream) นี้จะช่วยสงวนรักษา แบนด์วิดท์ของช่องทางดิจิทัลโดยสมบูรณ์ตลอดทางไปยังจุดสุดท้าย ข้ามเครือข่ายโทรศัพท์ไปยังผู้ใช้ด้วยความเร็ว 56 Kbps หรือ ก็ คือช่วงขาลง (Downstream)

V.92 เป็นข้อกำหนดหรือมาตรฐานใหม่สำหรับDial-up โมเด็มความเร็ว 56,000 บิตต่อวินาที จะใช้เทคนิคการผสมสัญญาณแบบใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิมอย่างสิ้นเชิง คือ ใช้หลักการของการเปลี่ยนสัญญาณจากดิจิทัลเป็นสัญญาณแอนะล็อก (Digital to Analog converter) มาใช้แทนการผสมสัญญาณในแบบ Trellis Encoding การรับส่งข้อมูลจะแปลงข้อมูลดิจิทัลครั้งละ 7 บิตส่งออกไป 8,000 ครั้งต่อวินาที (7x800 = 56,000 บิตต่อวินาที) แล้วส่งออกไปเป็นสัญญาณแอนะล็อกตามสายโทรศัพท์ โมเด็มชนิดนี้จะมีความเร็วการรับและส่งข้อมูลไม่เท่ากันทั้งด้าน คือด้านรับข้อมูลเข้ามาจะมีความเร็วสูง 56,000 บิตต่อวินาที แต่ด้านส่งข้อมูลออกไปจะมีความเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพียง 28,800 บิตต่อวินาที หรือ 33,600 บิตต่อวินาทีเท่านั้น ส่วนโมเด็มด้านส่งก็จะกลับกันคือ ส่งข้อมูลที่ความเร็ว 56,000 บิตต่อวินาที และรับข้อมูลเข้ามาที่ความเร็ว 28,800 หรือ 33,600 บิตต่อวินาทีตามมาตรฐาน V.34 ซึ่งเป็นมาตรฐาน V.92 ที่กำหนดโดย ITU-T ประกอบด้วยคุณสมบัติใหม่3 ประการ ได้แก่ Quick Connect, Modem on Hold, V.PCM Upstream

มาตรฐานของโมเด็ม V-Series ที่กล่าวถึงทั้งหมดนี้ เป็นมาตรฐานที่พบเห็นได้ทั่วไป ซึ่งยังมีบางมาตรฐานไม่ได้นำมาพูดถึง เนื่องจากมีที่ใช้งานพิเศษเฉพาะงานเท่านั้น ส่วนมาตรฐานของโมเด็มตามแบบสหรัฐอเมริกา หรือที่เราเรียกว่า Bell Standard ปัจจุบันค่อยๆ ลดความนิยมลง เนื่องจากประเทศต่างๆ พากันใช้ตามมาตรฐานของ CCITT หรือ ITU-T เป็นหลัก และในประเทศไทยก็ใช้ตามมาตรฐานของ CCITT หรือ ITU-T เช่นกัน

2.1.7 มาตรฐานคำสั่งของโมเด็ม

โมเด็มยุคแรกๆทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณข้อมูลของคอมพิวเตอร์เป็นสัญญาณเสียงแล้วส่งออกไปทางสายโทรศัพท์และรับกลับมาเท่านั้น ไม่มีฟังก์ชันพิเศษช่วยการทำงานให้สะดวกขึ้นแต่อย่างใด ต่อมาจึงมีผู้คิดเพิ่มเติมความสามารถให้กับโมเด็มขึ้นให้เราใช้งานง่ายขึ้นและสะดวกรวดเร็วกว่าเดิม โดยการส่งคำสั่งไปให้โมเด็มทำฟังก์ชันต่างๆ เมื่อมีคำสั่งของโมเด็มเกิดขึ้นก็เป็นเรื่องของมาตรฐานที่จะต้องติดตามมาเพื่อควบคุมให้การสั่งงานโมเด็มเป็นไปอย่างเดียวกัน เหมือนอย่างในเรื่องของความเร็วในการรับส่งข้อมูลและเทคนิคการผสมสัญญาณ

โมเด็มในยุคแรกการใช้งานต้องอาศัยคนเข้าช่วยเหลือเกือบทุกอย่าง เนื่องจากโมเด็มทำหน้าที่รับส่งสัญญาณ และเปลี่ยนแปลงสัญญาณที่ได้รับมาให้เครื่องคอมพิวเตอร์เท่านั้นเอง ส่วนการหมุนโทรศัพท์และการติดต่อกับอีกด้านหนึ่งเพื่อส่งข้อมูลไปจนถึงการรับโทรศัพท์สำหรับโมเด็มด้านรับนั้น ต้องใช้คนทำสิ่งเหล่านี้ทั้งหมด โมเด็มแบบนี้จึงใช้งานลำบาก ผู้ใช้ต้องมีความเข้าใจระบบการทำงานของโมเด็มพอสมควร การปรับฟังก์ชันการทำงานต่างๆ ของโมเด็มมักจะใช้วิธีผลักสวิตช์เล็กๆ (DIP Switch) บนตัวโมเด็มถ้าเราไปดูโมเด็มแบบเก่าจะเห็นสวิตช์ตัวไหนใช้ทำอะไรและต้องผลักสวิตช์ไปทางไหน การสั่งงานโมเด็มโดยใช้คำสั่งจากคอมพิวเตอร์จึงเกิดขึ้น

โดยปกติโมเด็มจะติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อทำหน้าที่รับส่งข้อมูลอยู่แล้วดังนั้นขณะที่โมเด็มยังไม่ได้ติดต่อกับปลายทางเพื่อส่งข้อมูล คอมพิวเตอร์จะสามารถส่งคำสั่งต่างๆ ให้โมเด็มโดยไม่รบกวนการส่งข้อมูลแต่อย่างใด ในขั้นแรกเมื่อเปิดสวิตช์ให้โมเด็มทำงาน สัญญาณทุกอย่างที่ได้รับจากคอมพิวเตอร์ จะถือว่าเป็นคำสั่งทั้งหมดจนกว่าจะติดต่อกับโมเด็มปลายทางได้ และเมื่อโมเด็มเริ่มทำการส่งข้อมูลผ่านสายส่งแล้วสัญญาณต่างๆ ที่คอมพิวเตอร์ส่งให้โมเด็มจะถือว่าเป็นข้อมูลทั้งหมด จนกว่าจะหยุดส่งข้อมูลโดยการเลิกการติดต่อกับปลายทางหรือวางสายโทรศัพท์แล้ว โมเด็มจึงกลับมาอยู่ในภาวะที่คอยรับคำสั่งจากคอมพิวเตอร์อีกครั้งหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริษัท Hayes Microcomputer Products Inc. เป็นผู้คิดชุดคำสั่งชุดหนึ่งขึ้นมาเพื่อสั่งงานโมเด็มสำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลและได้รับความนิยมเป็นอย่างมากจนถือเป็นมาตรฐานอันหนึ่ง มาตรฐานคำสั่งนี้เรียกว่า Hayes Command Set เป็นคำสั่งที่ช่วยให้ผู้ใช้สามารถกำหนดการทำงานต่างๆ โมเด็มได้โดยใช้ซอฟต์แวร์สั่งจากคอมพิวเตอร์ไปยังโมเด็มโดยตรง ทำให้เราไม่ต้องปรับสวิตช์เพื่อเลือกการทำงานแบบต่างๆ ของโมเด็มอีกต่อไป โมเด็มที่เราใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลหรือแมคอินทอช (Macintosh)เกือบทั้งหมดจะรับคำสั่งตามมาตรฐานของ Hayes

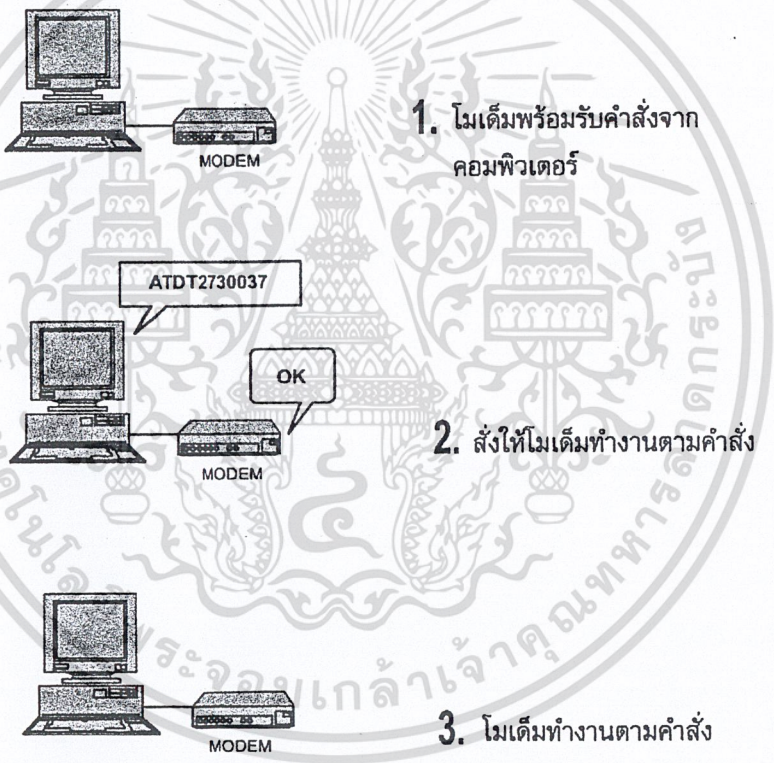
เมื่อคำสั่งของโมเด็มเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการใช้งานโมเด็มสมัยใหม่ ทาง CCITT หรือ ITU-T ก็ได้มีการกำหนดมาตรฐานของคำสั่งโมเด็มขึ้นเช่นกัน เรียกว่ามาตรฐานคำสั่งแบบ V.25 bis แต่เนื่องจากว่าโมเด็มที่ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ และซอฟต์แวร์สั่งงานโมเด็มเกือบทั้งหมดใช้คำสั่งตามมาตรฐานของ Hayesดังนั้นมาตรฐานคำสั่งโมเด็มแบบ V.25 bis จึงไม่ค่อยมีใช้กันเท่าใดนัก เรียกได้ว่าเครื่องคอมพิวเตอร์ติดต่อกับโมเด็มโดยใช้คำสั่งแบบ Hayes Command ทั้งหมด ส่วนคำสั่งแบบ V.25 bis มีใช้บ้างเหมือนกัน แต่เป็นในระบบชุมสายตามมาตรฐานของ CCITT หรือ ITU-T แต่โมเด็มบางแบบสามารถรับคำสั่งได้ทั้งแบบ Hayes Command และแบบ V.25 bis ของ CCITT หรือ ITU-T แต่โมเด็มราคาถูกที่ใช้กับคอมพิวเตอร์ส่วนมากมักจะรับคำสั่งได้แต่ Hayes Command เท่านั้น ผู้ผลิตโมเด็มบริษัทอื่นๆ ได้ใช้มาตรฐานคำสั่งตามอย่างบริษัท Hayes ซึ่งเป็นต้นฉบับ โดยรับคำสั่งจากเครื่องคอมพิวเตอร์ตามแบบคำสั่งของ Hayes ทุกประการ เรียกว่าเป็นโมเด็มแบบ Hayes Compatible ซึ่งโมเด็มที่ใช้คำสั่งแบบ Hayes นั้นนอกจากจะรับคำสั่งจากเครื่องคอมพิวเตอร์เหมือนคำสั่งของบริษัท Hayes แล้ว โมเด็มยังต้องตอบสนองต่อคำสั่งต่างๆ เหมือนกับที่บริษัท Hayes ใช้ รวมถึงมีที่เก็บตัวแปรต่างๆ เหมือนกันอีกด้วยเพื่อให้ซอฟต์แวร์ทำงานโต้ตอบกับโมเด็มได้ถูกต้อง

คำสั่งโมเด็มจะควบคุมการทำงานที่จำเป็นทั้งหมดของโมเด็ม เช่น ตอบรับสัญญาณโทรศัพท์ที่เรียกเข้ามา ต่อเข้าสายโทรศัพท์หรือวางสายโทรศัพท์ การตั้งค่าโมเด็มใหม่ สั่งให้โมเด็มหมุนโทรศัพท์ตามเบอร์ที่กำหนด ปรับพารามิเตอร์ต่างๆของโมเด็ม ฯลฯ ซึ่งถ้าหากไม่ใช้คำสั่งโมเด็มแล้ว ผู้ใช้จะต้องกำหนดตัวแปรเหล่านั้นด้วยวิธีการผลักสวิตช์บนโมเด็มตามที่ได้กล่าวมาข้างต้น การใช้คำสั่งจึงสะดวกและง่ายต่อการใช้งานมาก ข้อดีอันหนึ่งของการใช้คอมพิวเตอร์ส่งคำสั่งให้โมเด็มก็คือ ซอฟต์แวร์สำหรับติดต่อสื่อสารสามารถปรับตัวแปรต่างๆ ของโมเด็มให้เป็นไปอย่างที่ต้องการได้ โดยที่ผู้ใช้ไม่ต้องรู้รายละเอียดใดเลยๆ โปรแกรมจะจัดการให้เสร็จและติดต่อส่งข้อมูลได้ทันที โปรแกรมคนละโปรแกรมอาจใช้งานโมเด็มไม่เหมือนกัน ซึ่งแต่ละโปรแกรมก็จะปรับโมเด็มให้ทำงานต่างกันได้โดยไม่ต้องแก้ไขส่วนที่เป็นฮาร์ดแวร์ของโมเด็มเลย การใช้งานโมเด็มจึงมีความคล่องตัวมากกว่าการใช้สวิตช์เลือกแบบเก่า ซึ่งถ้ามีการเปลี่ยนแปลงอะไรเราก็ต้องปรับสวิตช์กันทีหนึ่งทุกครั้งไป และอาจเกิดความผิดพลาดได้ง่ายกว่าการใช้คำสั่งงานโมเด็ม

ภายในตัวโมเด็มจะมีหน่วยความจำพิเศษสำหรับเก็บตัวแปรในการทำงานที่สวิตช์แบบเก่าหน่วยความจำนี้จะยังคงเก็บค่าต่างๆเอาไว้ได้ แม้ว่าปิดโมเด็มหรือดึงปลั๊กโมเด็มออกก็ตาม โมเด็มที่ใช้คำสั่งของ Hayes เรียกหน่วยความจำส่วนนี้ว่า S-Register เอาไว้ใช้เก็บพารามิเตอร์ในการทำงานของโมเด็ม เช่น จำนวนครั้งที่จะตอบรับสัญญาณเรียกเข้า, ช่วงเวลาสำหรับรอสัญญาณก่อนหมุนโทรศัพท์ ฯลฯ

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซอฟต์แวร์ที่ใช้สื่อสารสามารถเปลี่ยนค่าตัวแปรเหล่านี้ชั่วคราว หรือจะเปลี่ยนค่าถาวรไปเลยก็ได้ โดยใช้คำสั่งเก็บค่าตัวแปรเอาไว้ หน่วยความจำพิเศษนี้บางชนิดใช้แบตเตอรี่เล็กๆ คอยจ่ายไฟให้เวลาที่เราปิดโมเด็ม เพื่อป้องกันค่าต่างๆ หายไปจากหน่วยความจำ ดังนั้นเมื่อใช้โมเด็มเต็มไปนานๆ แบตเตอรี่ดังกล่าวจะหมดลง จำเป็นต้องเปลี่ยนอันใหม่ให้ ไม่เช่นนั้นการทำงานของโมเด็มอาจผิดพลาดได้ เนื่องจากค่าของตัวแปรในหน่วยความจำหายไป โมเด็มบางชนิดเก็บค่าตัวแปรในหน่วยความจำแบบที่ไม่ต้องใช้แบตเตอรี่จ่ายไฟสำรองให้ โมเด็มแบบนี้เราก็ไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนแบตเตอรี่ภายในให้มัน และโมเด็มบางแบบก็ไม่ยอมให้เราเปลี่ยนค่าตัวแปรตามที่เราสั่งมาจะเป็นไปชั่วคราวเท่านั้น เมื่อเปิดปิดโมเด็มใหม่ ค่าต่างๆ จะกลับเหมือนเดิมตามที่ผู้ผลิตกำหนดเอาไว้ใน ROM(Read Only Memory) ของโมเด็มนั่นเอง



รูปที่ 2.4 การทำงานของโมเด็มโดยใช้ คำสั่งAT (AT command)

2.1.7.1มาตรฐานคำสั่งโมเด็มของ Hayes

Hayes Commandเป็นคำสั่งที่ใช้สั่งงานโมเด็ม มีอีกชื่อหนึ่งเรียกว่า AT Command เพราะคำสั่งทุกคำสั่งจะขึ้นต้นด้วยตัวอักษร AT เสมอ เมื่อจบคำสั่งให้ปิดท้ายด้วยรหัส ASCII ตัวที่ 13 คือ Carriage Return หรือกดปุ่ม Enter โมเด็มก็จะรับคำสั่งนั้นไปทำงานทันที และตอบคำว่า OK กลับมา บางคำสั่งจะสังเกตว่ามีรหัสหรือตัวเลขต่อท้ายเพื่อระบุวิธีการทำงานโดยละเอียดทีหนึ่ง เช่น ATB อาจตามด้วย 0 หรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

1 ดังนั้นคำสั่งที่ใช้จริงจึงอาจเป็น ATB1 ก็ได้ ในทำนองเดียวกันบางคำสั่งก็ตามด้วยข้อมูล เช่น ATDT 023266232 คือคำสั่ง ATDT ที่ให้หมุนโทรศัพท์หมายเลข 023266232 เป็นต้น ตัวอย่างคำสั่งATเรียงตามตัวอักษร A ถึง Z จะมีดังนี้คือ

+++ เครื่องหมายบวกสามตัว จะหมายถึงการสั่งให้โมเด็มเปลี่ยนโหมดการทำงาน จากการรับส่งข้อมูลกับโมเด็มปลายทางมาเป็นการรับคำสั่งจากเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งก่อนที่จะส่งเครื่องหมายบวกสามตัว จะต้องรอหนึ่งวินาทีเสียก่อนถึงค่อยส่ง +++ ให้โมเด็มเปลี่ยนโหมดการทำงาน เพื่อป้องกันความสับสนระหว่างคำสั่งให้โมเด็มเปลี่ยนโหมดนี้กับข้อมูลที่มีเครื่องหมาย +++ ปนอยู่ในตัวข้อมูล

ATA เป็นคำสั่งให้โมเด็มตอบรับสัญญาณโทรศัพท์ที่เรียกเข้ามา (Answer) เมื่อโมเด็มทำคำสั่งนี้การติดต่อระหว่างปลายทางทั้งสองข้างจะเริ่มขึ้น โมเด็มจะเข้าสู่ช่วงรับส่งข้อมูล และไม่รับคำสั่งจากเครื่องคอมพิวเตอร์อีก จนกว่าจะเลิกการติดต่อกับปลายทางเสียก่อน หรือจนกว่าจะได้รับเครื่องหมายบวกสามตัวติดกัน

ATB เป็นคำสั่งเลือกการทำงานของโมเด็ม ว่าจะใช้มาตรฐานการผสมสัญญาณตาม CCITT หรือมาตรฐานของสหรัฐอเมริกา โดยใช้คำสั่ง ATBO สำหรับมาตรฐาน CCITT และ ATB1 สำหรับมาตรฐานสหรัฐอเมริกา ปกติเราจะใช้มาตรฐานตาม CCITT เท่านั้นและโมเด็มมักจะตั้งค่า ATBO มาจากโรงงานอยู่แล้ว

ATD ใช้สั่งให้โมเด็มทำการหมุนโทรศัพท์อัตโนมัติ แทนการที่ใช้คนหมุนเอง หรือที่เรียกว่า Auto dialing คำสั่งนี้มักตามด้วยชนิดของโทรศัพท์ที่ต่ออยู่ด้วย เช่น ATDT จะเป็นคำสั่งให้โมเด็มหมุนโทรศัพท์แบบกดปุ่ม (dial tone) และ ATDP จะเป็นคำสั่งสำหรับหมุนโทรศัพท์แบบมือหมุน (dial pulse) ตัวอย่างการใช้งาน เช่น ATDT 2345678 ตามด้วย Returnหรือ Enter เป็นตัวจบคำสั่ง

.(comma) ใช้ควบคู่กับคำสั่งให้โมเด็มหมุนโทรศัพท์ (ATD) มีความหมายคือเป็นการสั่งให้โมเด็มรอเป็นเวลาประมาณ 2 วินาที ก่อนที่จะหมุนโทรศัพท์ต่อไป เช่น ATDT 9,2345678 หมายถึงสั่งให้โมเด็มหมุนโทรศัพท์เบอร์ 9 เพื่อตัดออกสายนอก แล้วรอสัญญาณ 2 วินาทีก่อนทำการหมุนเบอร์ที่เหลือ ซึ่งส่วนมากจะใช้กับสายโทรศัพท์ที่ผ่านตู้ชุมสายภายในบริษัทที่ไม่ใช่เป็นสายภายนอกต่อเข้าโมเด็มโดยตรง

W ใช้ควบคู่กับคำสั่งให้โมเด็มหมุนโทรศัพท์ (ATD) เช่นเดียวกัน มีความหมายคือสั่งให้โมเด็มรอสัญญาณจากชุมสายโทรศัพท์ ก่อนที่จะหมุนโทรศัพท์ต่อไป เช่น ATDT 9 W2345678หมายถึงสั่งให้โมเด็มหมุนโทรศัพท์เบอร์ 9 เพื่อตัดออกสายนอก แล้วรอจนกว่าโมเด็มจะได้รับสัญญาณจากชุมสายอีกครั้งหนึ่งก่อน จึงค่อยหมุนเบอร์ที่เหลือต่อไป การใช้งานจะคล้ายกับเครื่องหมาย “,” คือใช้กับสายโทรศัพท์ที่ต่อผ่านตู้ชุมสายภายใน แต่จะแตกต่างกันตรงที่ถ้าใช้เครื่องหมาย “,” โมเด็มจะรอ 2 วินาที แล้วหมุนโทรศัพท์ต่อไปทันทีไม่ว่าในสายจะมีสัญญาณหรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

46479

ไม่ก็ตาม แต่ถ้าใช้ W โมเด็มจะรอจนกว่าสัญญาณในสายจะมาแล้วจึงหมุนโทรศัพท์ต่อไป ซึ่งอาจจะเร็วหรือช้ากว่า 2 วินาทีก็ได้

ATE สั่งให้โมเด็ม Echo ข้อความกลับไปให้เครื่องคอมพิวเตอร์ โดยใช้คำสั่ง ATEO สำหรับไม่ให้โมเด็ม Echo และ ATE1 เพื่อให้โมเด็ม Echo ข้อความกลับไปให้เครื่องคอมพิวเตอร์ ทั้งนี้ในขณะที่โมเด็มอยู่ในสภาวะที่คอยรับคำสั่งจากคอมพิวเตอร์ หรือเรียกว่าอยู่ใน Command Mode เมื่อเราใช้โมเด็มรับส่งข้อมูลแบบ Full Duplex จะต้องเลือกใช้ ATE1 เพื่อให้ข้อความที่เราพิมพ์ส่งไปยังโมเด็มมีการ Echo กลับมาให้เราเห็นบนจอภาพ และถ้าเป็น Half Duplex ก็ต้องเลือกใช้ ATE0 คือไม่ต้อง Echo เพราะเครื่องคอมพิวเตอร์จะพิมพ์ข้อความนั้นบนจอภาพอยู่แล้ว คำสั่ง ATE0 และ ATE1 นี้จะมีผลเฉพาะก่อนการเชื่อมต่อกับปลายทางเท่านั้น เมื่อเราติดต่อกับปลายทางได้ โมเด็มจะรับส่งข้อมูลผ่านสายโดยไม่มีการ Echo ข้อความใดๆ ทั้งสิ้น เครื่องคอมพิวเตอร์ต้นทาง และปลายทางจะเป็นผู้รับผิดชอบการ Echo ข้อความตามแบบ Full Duplex และ Half Duplex กันเองจนสิ้นสุดการติดต่อ

ATH เป็นคำสั่งให้โมเด็มวางสายโทรศัพท์ หรือปลดตัวเองออกจากสายโทรศัพท์ และวางหูนั่นเอง ส่วนมากคำสั่งนี้จะใช้เมื่อเลิกติดต่อกับปลายทางโดยสั่ง ATH เพื่อวางหูหลังจากส่งข้อมูลจบแล้ว ก่อนใช้คำสั่งนี้เราต้องสั่งให้โมเด็มกลับมาอยู่ในสภาวะรับคำสั่งเสียก่อน ซึ่งทำได้โดยส่งเครื่องหมาย + สามตัวไปให้โมเด็ม แต่ละตัวห่างกันประมาณครึ่งวินาที โมเด็มจะถือว่าจบการส่งข้อมูล และรอรับคำสั่งจากเครื่องคอมพิวเตอร์ต่อไป

ATM ใช้สำหรับควบคุมการทำงานของลำโพงภายในโมเด็ม เช่น ATM0 จะสั่งไม่ให้ลำโพงภายในโมเด็มทำงาน คือเงียบตลอดเวลา, ATM1 จะให้ลำโพงมีเสียงเฉพาะตอนที่ยังต่อกับปลายทางไม่ได้เท่านั้น เพื่อให้เราฟังเสียงการหมุนโทรศัพท์และสัญญาณตอบรับได้ว่ามีอะไรผิดปกติหรือเปล่า ATM2 จะสั่งให้ลำโพงมีเสียงตลอดเวลาแม้ว่าต่อกับปลายทางได้แล้วก็ตาม

ATS ใช้สำหรับเปลี่ยนแปลงค่าของ S-Register ซึ่งเป็นที่เก็บพารามิเตอร์ในการทำงานต่างๆ ตามแบบของ Hayes เช่น S0 ใช้เก็บจำนวนครั้งของสัญญาณเรียกเข้าก่อนที่โมเด็มจะรับโทรศัพท์ ถ้าเราต้องการให้โมเด็มรับโทรศัพท์ที่เรียกเข้ามาโดยมีสัญญาณเรียกดัง 4 ครั้ง ก็สั่งว่า ATS0 = 4เป็นต้น นอกจากนี้คำสั่ง เช่น ATS 0? โมเด็มจะนำค่าของ S0 ที่เก็บอยู่ในขณะนั้นมาแสดงให้ดู

ATV เป็นคำสั่งบอกให้โมเด็มแสดงผลลัพธ์ของคำสั่งต่างๆ เป็นรหัสตัวเลข (Digit Code) หรือ เป็นตัวอักษรภาษาอังกฤษ โดย ATVO จะสั่งให้โมเด็มแสดงผลลัพธ์ของคำสั่งกลับมาเป็นตัวเลขและ ATV1 จะให้โมเด็มแสดงผลลัพธ์เป็นตัวอักษร เช่น เมื่อเราสั่งให้โมเด็มหมุนโทรศัพท์ด้วยคำสั่ง ATDT 2345678 โมเด็มจะตอบกลับมาว่า OK ในแบบตัวอักษร หรือตอบกลับมาเป็นเลข 0 ในแบบตัวเลข และถ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โมเด็มต่อกับปลายทางได้ก็จะตอบว่า Connect 1200 ในกรณีที่ใช้ความเร็ว 1,200 บิตต่อวินาที หรือตอบเป็นรหัสตัวเลข 5 แทน ปกติมักจะตั้งให้โมเด็มตอบผลลัพธ์ออกมาเป็นตัวอักษร เพื่อให้เข้าใจง่ายว่าขณะนี้โมเด็มมีสภาพเป็นอย่างไร ซอฟต์แวร์ควบคุมโมเด็มทั่วไปก็มักจะให้โมเด็มตอบรับเป็นตัวอักษรเช่นกัน โมเด็มที่เป็นแบบ Hayes Compatible จึงต้องแสดงผลลัพธ์ของคำสั่งต่างๆ ให้เหมือนกับที่บริษัท Hayes ใช้ทุกตัวอักษร มิฉะนั้นซอฟต์แวร์ควบคุมโมเด็มจะสั่งงานโมเด็มผิดพลาดหรือสั่งงานโมเด็มไม่ได้เลย เนื่องจากโมเด็มตอบรหัสกลับไปไม่ตรงตามที่บริษัท Hayes กำหนด

ATX เป็นคำสั่งให้โมเด็มแสดงผลลัพธ์ในการหมุนโทรศัพท์แบบต่างๆ เช่น ATX0 และ ATX1 จะเป็นคำสั่งให้โมเด็มไม่ต้องตรวจสอบ Dial Tone ก่อนหมุนโทรศัพท์ และไม่รับรู้สัญญาณที่ตอบกลับมาว่าปลายทางไม่ว่าง(Busy Signal), ATX2 จะให้โมเด็มตรวจสอบก่อนว่าสายโทรศัพท์มี Dial Tone ก่อนทำการหมุนโทรศัพท์ แต่ไม่รับสัญญาณปลายทางไม่ว่างเหมือนเดิม ถ้าหากโมเด็มไม่ได้รับ Dial Tone จากชุมสายใน 5 วินาที โมเด็มจะตอบกลับไปยังคอมพิวเตอร์ว่า "No Dialtone", ATX3 จะให้โมเด็มรับรู้สัญญาณปลายทางไม่ว่างได้ และ ATX4 ซึ่งเป็นคำสั่งที่เราใช้เป็นส่วนมาก จะให้โมเด็มตรวจสอบ Dial Tone ก่อนที่จะทำการหมุนโทรศัพท์ และรับรู้สัญญาณปลายทางไม่ว่างได้ด้วย คือเท่ากับ ATX2 รวมกับ ATX3 นั่นเอง

ATZ เป็นคำสั่งให้รีเซ็ท(Reset)โมเด็มกลับมาอยู่ในสภาวะที่ผู้ผลิตกำหนด (Default Configuration) เมื่อโมเด็มได้รับคำสั่งนี้มันจะยกเลิกคำสั่งเปลี่ยนแปลงค่าต่างๆ ที่ได้รับมาทั้งหมด และดึงค่าพารามิเตอร์ที่ผู้ผลิตกำหนดเอาไว้จากโรงงานซึ่งเก็บอยู่ใน ROM ของโมเด็มมาใช้ คำสั่งนี้มีประโยชน์มากในกรณีที่เราต้องการให้ค่าต่างๆ กลับคืนมาเหมือนเดิม โดยไม่ต้องคอยจำว่าเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ใดไปบ้าง และค่าเดิมของมันเป็นอะไร

AT&V เป็นคำสั่งสำหรับแสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของโมเด็มที่เก็บเอาไว้ในขณะนั้นออกมาทางจอภาพ ใช้สำหรับตรวจสอบดูว่าค่าของพารามิเตอร์ที่เรากำหนดลงไปใหม่นั้นเปลี่ยนแปลงไปถูกต้องหรือยัง

AT&W เป็นคำสั่งให้โมเด็มเก็บค่าพารามิเตอร์ที่เรากำหนดลงไปใหม่เอาไว้ในหน่วยความจำถาวรของโมเด็ม เพื่อที่จะได้ไม่ต้องกำหนดใหม่ทุกครั้งที่เราเปิดปิดโมเด็มเวลาใช้งาน

ทั้งหมดนี้เป็นตัวอย่างคำสั่งมาตรฐานของโมเด็มตามแบบ Hayes ซึ่งซอฟต์แวร์สื่อสารใช้ในการสั่งงานและควบคุมโมเด็ม ปัจจุบันโมเด็มบางแบบอาจมีคำสั่งเพิ่มเติมมากกว่านี้ เพื่อให้การใช้งานสะดวกขึ้นเราเรียกคำสั่งที่เพิ่มมานี้ว่า Extended Command Set แต่ซอฟต์แวร์สื่อสารทั่วๆ ไปยังคงใช้เพียงแค่คำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สั่งมาตรฐานนี้เท่านั้น เนื่องจากถ้าใช้คำสั่งที่เพิ่มขึ้นมา โมเด็มบางแบบจะรับคำสั่งไม่ได้ โดยเฉพาะโมเด็มราคาถูกทั่วไปจะรับแต่คำสั่งมาตรฐาน ดังนั้นคำสั่งที่เพิ่มขึ้นมาจึงยังไม่มีผู้นิยมใช้กันเท่าใดนัก

2.1.7.2มาตรฐานคำสั่งโมเด็ม V.25 bis

คำสั่งมาตรฐานของ CCITT หรือ ITU-T ที่ใช้สั่งงานโมเด็มนั้นเรียกว่า V.25 bis Command ซึ่งไม่เกี่ยวกับมาตรฐาน V-Series ของตัวโมเด็มแต่อย่างใด V.25 bis นี้เป็นคำสั่งที่ใช้สั่งให้โมเด็มทำงานต่างๆ เหมือนกับ Hayes Command นั่นเอง เพียงแต่ว่า V.25 bis นี้ใช้กันค่อนข้างน้อย ไม่เหมือนมาตรฐานแบบ Hayes Command ซึ่งคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลทั่วไปใช้สั่งงานโมเด็มแทบทั้งหมด โครงสร้างของคำสั่งแบบ V.25 bisจะเป็นคำสั่งตัวอักษรภาษาอังกฤษ ปิดท้ายด้วย CRLF (Carriage Return ตามด้วย Line Feed) เสมอ ถ้าคำสั่งนั้นถูกต้อง โมเด็มจะตอบคำว่า VAL (Valid) แสดงการรับคำสั่งนั้น และถ้าคำสั่งนั้นผิดพลาดหรือโมเด็มไม่รู้จัก ก็จะตอบกลับมาว่า INV (Invalid) แทน ตัวอย่างคำสั่ง V.25 bis เช่น

EON	เป็นคำสั่งEcho เหมือนกับคำสั่ง ATE1
EOF	เป็นคำสั่ง Echo off เหมือนกับคำสั่ง ATE0
CRN	(Call Request with Number Provided)ใช้สำหรับสั่งให้โมเด็มหมุนโทรศัพท์ไปยังเบอร์ที่กำหนด เหมือนกับคำสั่ง ATDT และ ATDP ตัวอย่างเช่น CRNT 023266232 หรือ CRNP 023266232 เมื่อโมเด็มได้รับคำสั่งก็จะตอบคำว่า VAL กลับมาและเริ่มเรียกไปยังเบอร์ที่กำหนด
<	ใช้สำหรับหยุดชั่วขณะเมื่อทำการหมุนโทรศัพท์ เช่น CRNT 9 < 2345678 เป็นต้น
DLN	(Last Number Redial)เป็นคำสั่งให้โมเด็มหมุนโทรศัพท์ตามเบอร์ที่เพิ่งหมุนไปโดยคำสั่ง CRN ที่สั่งหมุนโทรศัพท์ครั้งหลังสุด คำสั่ง DLN จะสั้นกว่าและสะดวกกว่าสั่ง CRN ใหม่อีกครั้งหนึ่ง
DIC	(Ignore Incoming Callเป็นคำสั่งให้โมเด็มไม่ตอบรับสัญญาณโทรศัพท์ที่เรียกเข้ามาเพื่อจะได้ทำการส่งข้อมูลต่อไป คำสั่งนี้จะเหมือนกับคำสั่ง ATA ของ Hayes
CSP	(Change Modem Signaling Rate) ใช้สำหรับปรับความเร็วของโมเด็ม เช่น CSP1200 เป็นคำสั่งให้โมเด็มทำงานที่ความเร็ว 1,200 บิตต่อวินาที

คำสั่งมาตรฐาน V.25 bis ของ CCITT ที่ใช้สั่งงานโมเด็ม เมื่อเปรียบเทียบกับคำสั่งตามมาตรฐานของ Hayes แล้ว จะเห็นว่ามาตรฐานของ Hayes ใช้ง่าย และเข้าใจคำสั่งง่ายกว่ามาก เนื่องจากใช้ตัวอักษรสื่อความหมายได้ดีกว่า ทำให้จำคำสั่งได้ง่าย นอกจากนี้ผลลัพธ์ที่โมเด็มตอบกลับยังคอมพิวเตอร์ตามแบบของ Hayes ยังเข้าใจง่ายกว่าอีกด้วย เพราะว่าใช้ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเต็ม ผู้ใช้อ่านแล้วเข้าใจทันที เช่น CONNECT, BUSY, NO DIALTONE ซึ่งถ้าเป็นตามแบบ V.25 bis จะเข้าใจยาก คือตอบกลับมาเป็น ONL, CFIET, CFIDTผู้ใช้ส่วนมากต้องเปิดดูคู่มือว่าตัวอักษรที่โมเด็มตอบกลับมาหมายถึงอะไร อย่างไรก็ตามสำหรับเราผู้ใช้ทั่วไป ก็คงจะใช้เฉพาะมาตรฐานตามคำสั่งของ Hayes แม้ว่าโมเด็มบางแบบจะรับคำสั่งได้ทั้ง Hayes และ V.25 bis ก็ตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสั่งของโมเด็มนี้จะไม่เกี่ยวกับการเชื่อมต่อระหว่างโมเด็มสองตัวแต่อย่างใด โมเด็มที่ใช้คำสั่งตามแบบ Hayes อาจจะติดต่อกับโมเด็มที่ใช้คำสั่งตาม CCITT V.25 bis ก็ได้หรือจะติดต่อเข้ากับโมเด็มแบบไม่มีคำสั่งอะไรเลยในตัว (Manual Modem) ก็ได้เช่นกัน ขอให้โมเด็มทั้งสองด้านใช้ความเร็วและการผสมสัญญาณตรงกันตามมาตรฐาน V-Series ที่กำหนดก็เป็นใช้ได้

2.2 โทรสาร (Facsimile (FAX))

โทรสารเป็นเครื่องมือสื่อสารที่มีความสามารถในการส่งภาพจากต้นทางไปยังปลายทาง ถูกคิดค้นเมื่อปี ค.ศ.1843 ก่อนที่จะมีการคิดค้นโทรพิมพ์ (Typewriter) 60 ปี โทรสารมีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่องแต่ก็มักจะประสบปัญหาด้านโครงสร้างภายในของระบบการสื่อสารสมัยก่อน ในช่วงปี ค.ศ. 1920 โทรสารมีความสำคัญอย่างยิ่งในด้านงานข่าว โดยสำนักข่าวส่วนใหญ่นำมาใช้ในการส่งภาพข่าว

การใช้งานโทรสารใช้ในการส่งเอกสารและรับเอกสาร ผ่านโครงข่ายการสื่อสาร โดยใช้เทคนิคของการส่งข้อมูลตัวอักษรในแบบเดียวกัน และมีความเหมาะสมกับการส่งเอกสารที่ประกอบด้วยตัวหนังสืออย่างเดียว ส่วนเทคนิคอื่น ๆ ก็คือ การส่งภาพนิ่งของต้นฉบับในแบบอิเล็กทรอนิกส์ โดยจะมีแผนผังบิตเป็นส่วนในการสร้างภาพนิ่งนี้เพื่อใช้ในการสื่อสารผ่านโครงข่าย การบริการของโทรสารนี้จะรวมไปถึงตัวอักษร ภาพกราฟิก(Graphic) หรือรูปภาพ

ระบบโทรสารจะมีข้อดีเหนือกว่าการส่งอื่นในรูปแบบของเอกสารหรือการส่งข้อความ การใช้งานของโทรสารจะช่วยประหยัดเวลาในการเตรียมเอกสารอีกด้วย เนื่องจากการส่งข่าวสารไม่จำเป็นต้องมาผ่านการส่งโดยกดจากแป้นพิมพ์ แต่จะใช้ตัวต้นฉบับของเอกสารนั้นส่งไปยังปลายทางได้เลย โดยต้นฉบับที่เป็นเอกสารนี้จะถูกสแกน(Scan)หาความสว่างและความมืดของเอกสาร แล้วจะแปลงเป็นสัญญาณอิเล็กทรอนิกส์เพื่อส่งไปยังปลายทางระบบโทรสารได้ถูกพัฒนาขึ้นในปี ค.ศ. 1843 แต่เพิ่งถูกนำมาใช้งานในตอนกลางปี ค.ศ. 1970 และได้มีการเจริญอย่างรวดเร็ว

ได้มีการพัฒนาและการยอมรับมาตรฐาน CCITT เกี่ยวกับโทรสาร ทำให้โทรสารสามารถทำงานร่วมกันระหว่างประเทศได้

เทคโนโลยีของโทรสารที่มีความก้าวหน้าขึ้น มีความเร็วสูงขึ้น คุณภาพดีกว่าเดิม ขนาดของเครื่องเล็กลง ค่าใช้จ่ายของเครื่องและการส่งโทรสารลดลง และมีการใช้เครื่องที่ง่ายขึ้น

การคิดค้นระบบโทรสารแบบดิจิทัล ทำให้แต่ละหน้าของข่าวสาร สามารถดำเนินการได้อย่างง่ายโดยใช้คอมพิวเตอร์ ทำให้สามารถเก็บข้อมูลข่าวสารลงในดิสก์(Disk)หรือเทปแม่เหล็ก

โทรสารยังคงมีการพัฒนาเรื่อยมาจนปัจจุบัน การพัฒนาของระบบโทรสารแบบดิจิทัล ทำให้บทบาทของโทรสารได้ขยายกว้างออกไปในรูปแบบของดิจิทัลในแง่ของข่าวสารที่สามารถส่งระหว่างเครื่องโทรสารด้วยกันได้โดยตรงโดยไม่ต้องผ่านขั้นตอนบนกระดาษก่อน เอกสารที่ต้องการส่งสามารถถูกเตรียมโดยการใช้โปรแกรมเขียนแบบเวิร์ดโปรเซสเซอร์(Word Processor) ความสามารถในการส่งตัวหนังสือและกราฟิกร่วมกันได้ ดังนั้นผู้ใช้สามารถแก้ไขตัวหนังสือได้ รวมทั้งรูปภาพกราฟิกต่างๆ ก่อนที่จะมีการส่งโทรสารออกไปยังปลายทาง และเนื่องจากโทรสารสามารถนำมาต่อเข้ากับเครือข่ายโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้ทันที มีการใช้งานได้สะดวกรวดเร็วทำให้ โทรสารเป็นอุปกรณ์สื่อสารที่มีการใช้กันอย่างแพร่หลายในสำนักงานและมีราคาที่ถูกลงอย่างมาก

2.2.1 หลักการทำงานของโทรสาร

โดยทั่วไปโทรสารจะมีการทำงานโดยใช้ CCD (Charge Coupled Device)ในการสแกนภาพโดยจะทำการเปลี่ยนภาพเป็นไฟฟ้าจากการตรวจความเข้มของพิกเซล(Pixel)แต่ละพิกเซลทีละพิกเซล โดยในการสแกนใน1 เส้นจะมีจำนวน 1728 พิกเซล (ตามมาตรฐานCCITT T.30)

หลังจากได้ข้อมูลจากการสแกนโดย CCD แล้วจะนำไปผ่านอุปกรณ์แปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัลเพื่อนำเอาสัญญาณดิจิทัลที่ได้มาเข้ารหัสซึ่งสามารถทำได้ 3 รูปแบบ คือ

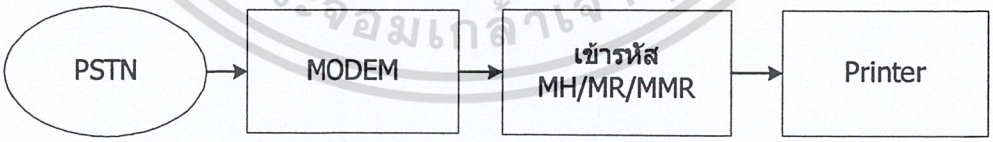
HM (Modified Huffman), MR (Modified Reading), MMR (Modified Modified Reading) ซึ่งจะช่วยในการลดขนาดของข้อมูลและช่วยให้สามารถส่งข้อมูลได้เร็วขึ้น

หลังจากนั้นจะส่งผ่านโมเด็มซึ่งจะแปลงสัญญาณกลับไปเป็นแอนะล็อกอีกครั้งเพื่อส่งไปปลายทางโดยผ่านเครือข่ายโทรศัพท์



รูปที่ 2.5 หลักการทำงานของโทรสารด้านส่ง

ทางด้านรับจะนำข้อมูลที่ได้มาผ่านโมเด็มเพื่อทำการแปลงสัญญาณกลับมาเป็นสัญญาณดิจิทัลเพื่อนำไปถอดรหัสให้อยู่ในรูปพิกเซลขาวและดำเพื่อให้อุปกรณ์การพิมพ์แสดงผลออกมา



รูปที่ 2.6 หลักการทำงานของโทรสารด้านรับ

2.2.2 การแบ่งกลุ่มของโทรสาร

CCITT ได้แบ่งอุปกรณ์โทรสารสำหรับใช้บนโครงข่ายสาธารณะออกเป็น 4 แบบ (หรือกลุ่ม)

2.2.2.1) กลุ่มที่ 1 (Group 1 Facsimile) จะเป็นโทรสารในแบบแอนะล็อก ที่มีความเร็วในการส่งต่ำ การส่งเป็นแบบ FM (Frequency Modulation) ในการแบ่งแยกระดับของสีเทาหลายๆ ระดับ ที่อยู่ระหว่างกลางของสีขาวกับสีดำซึ่งสามารถส่งเอกสารขนาด A4 ISO (210 x 297 มิลลิเมตร หรือ 8.25 x

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11.7 นิ้ว) ที่ประมาณ 4 เส้น ต่อ มิลลิเมตร (100 เส้นต่อนิ้ว) ในเวลา ประมาณ 6 นาที และมีข้อกำหนดต่างๆตาม ข้อกำหนด T.2 ของ CCITT

2.2.2.2) กลุ่มที่2 (Group 2 Facsimile) เป็นโทรสารแบบแอนะล็อกที่มีการปรับปรุงขึ้นมาโดยใช้เทคนิคในการลดแบนด์วิดท์ลงเพื่อให้ได้ความเร็วเพิ่มให้ได้ความเร็วเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าหรือมากกว่าที่รายละเอียดของภาพเท่ากันกับในกลุ่มที่ 1การส่งจะเป็นแบบ duo binary PM (Phase Modulation) และจะยังคงมีระดับของสีเทาระดับต่างๆในระหว่างสีขาวกับสีดำ ต้องสามารถทำการส่งเอกสาร A4 ได้ภายในเวลา 3 นาที และมีข้อกำหนดต่างๆตาม ข้อกำหนด T.3 ของ CCITT

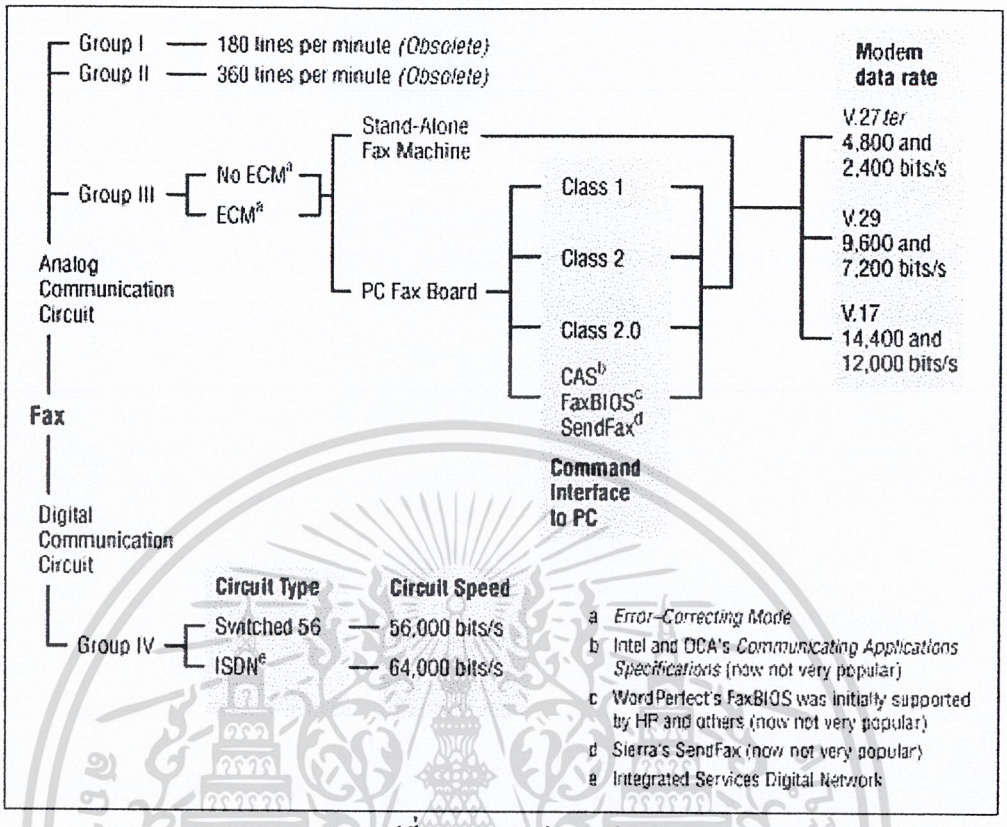
2.2.3.3) กลุ่มที่3 (Group 3 Facsimile) เป็นโทรสารระบบแรกที่ใช้ระบบดิจิทัล ระบบนี้จะจัดให้มีค่าเพียง ขาวกับดำเท่านั้น โดยจะมีการสุ่มสัญญาณที่ความหนาแน่น 200 พิกเซลต่อนิ้ว ทางแนวนอนขวางของกระดาษ โดยจะมีสแกน100 หรือ200 เส้นต่อหนึ่งนิ้วทางแนวตั้งของหน้ากระดาษ โทรสารกลุ่มที่3 จะใช้การเข้ารหัสดิจิทัลและมีการลดค่าเฉลี่ยของข่าวสารที่ซ้ำซ้อนในสัญญาณที่ได้จากการเข้ารหัสของข่าวสารบนเอกสารก่อนที่จะทำการมอดดูเลชั่น และถ้ามีการใช้โมเด็มในการส่งสัญญาณผ่านโครงข่ายโทรศัพท์แอนะล็อก เวลาในการส่งจะเร็วขึ้นเป็น 3 เท่า หรือมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับโทรสารในกลุ่มที่ 2 ต้องสามารถทำการส่งเอกสาร A4 ได้ภายในเวลา 1 นาที และข้อกำหนดต่างๆตาม ข้อกำหนด T.4 ของ CCITT

2.2.2.4) กลุ่มที่4 (Group 4 Facsimile) เป็นโทรสารระบบดิจิทัล ดำ /ขาว เช่นเดียวกับกลุ่มที่ 3 แต่จะถูกเน้นสำหรับใช้บนโครงข่ายดิจิทัลที่มีความเร็วสูงขึ้นไปถึง 64 Kbps. และมีการจัดการเกี่ยวกับตรวจสอบความผิดพลาดของข้อมูลที่ได้รับ ความละเอียดสามารถใช้ได้จาก 200 ถึง 400 พิกเซล ต่อนิ้ว การส่งในโทรสารกลุ่มที่4 จะใช้เวลาในการส่งลดลงเหลือเพียงไม่กี่วินาที มาตรฐานโทรสารกลุ่ม4 เป็นการทำงานแบบดิจิทัลซึ่งใช้งานร่วมกับระบบ ISDN

โทรสารในกลุ่มที่ 1 และ 2 ได้มีการกำหนดมาตรฐานในปี 1976 ส่วนกลุ่มที่3 ทำขึ้น ในปี 1980 ส่วนในกลุ่มที่ 4 ได้ตั้งขึ้นเมื่อปี 1984

ปัจจุบันมีการใช้งานโทรสารทั่วไปจะใช้ตามมาตรฐานโทรสารกลุ่ม3 โดยสามารถใช้การเข้ารหัสข้อมูลแบบดิจิทัล (มาตรฐานกลุ่ม1 และ2 มีระบบการทำงานแบบแอนะล็อก ส่วนมาตรฐานกลุ่ม3 และ4 มีระบบการทำงานแบบดิจิทัล) โดยตามมาตรฐานโทรสารกลุ่ม3 จะมีความละเอียดในแนวตั้ง 3.85 เส้นต่อมิลลิเมตร และในแนวนอนจะมีความละเอียดในแนวนอน 1728 พิกเซลต่อความยาว 215 มิลลิเมตร เท่ากับ 8 พิกเซลต่อมิลลิเมตร อย่างไรก็ดีในมาตรฐาน T.4 ให้เพิ่มความละเอียดได้สูงถึง 15.4 เส้นต่อมิลลิเมตรในแนวตั้งและ 16พิกเซลต่อมิลลิเมตรในแนวนอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่2.7 แสดงกลุ่มของโทรสาร

2.2.3 ลำดับขั้นตอนในการรับส่งข้อมูลของโทรสาร

ตามมาตรฐาน CCITT T.30 ได้จัดลำดับขั้นตอนการติดต่อในการรับส่งข้อมูลของโทรสารเป็น 5 เฟส (Phase) ประกอบด้วย

2.2.3.1 เฟส A: การเริ่มติดต่อ (Phase A: Call establish) การติดต่อถึงกันระหว่างกันของเครื่องโทรสารซึ่งจะเป็นแบบอัตโนมัติหรือไม่ก็ได้ และจะเสร็จสิ้นเมื่อโทรสารทั้ง 2 ฝ่ายสามารถติดต่อกันได้ เฟส A นี้อาจเรียกว่าช่วงเรียก หลังจากฝ่ายรับยกหูขึ้นฝ่ายเรียก จะส่งสัญญาณ CNG Beep (Calling Tone) ซึ่งมีความถี่ 1 kHz ส่วนฝ่ายรับจะตอบสนองโดยการส่งสัญญาณ CED (Called Station Identification) ซึ่งมีความถี่ 2100 Hz

2.2.3.2 เฟส B: ขั้นตอนก่อนส่งข้อมูล (Phase B: Pre-Message Procedure) หลังจากทำการติดต่อกันได้แล้วจะทำการตรวจสอบคุณสมบัติต่างๆในการรับและส่งข้อมูลให้ตรงกันโดยมี 2 ส่วน

<u>ส่วนการแสดงสถานะ</u> ทำการแจ้งสถานะและตรวจสอบสถานะต่างๆได้แก่

-มาตรฐานกลุ่มของโทรสาร

-สถานะความพร้อมในการรับข้อมูล

นอกจากนี้ยังมีสถานะอื่นๆที่อยู่นอกเหนือมาตรฐานซึ่งสามารถใช้งานได้เพิ่มเติม เช่น หมายเลขต้นทาง ชื่อเครื่องโทรสารต้นทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนการส่งคำสั่ง เพื่อทำการตรวจสอบระบบจะส่ง DIS (Digital Identification Signal) เพื่อแสดงคุณสมบัติที่จะใช้งาน เมื่อปลายทางได้รับสัญญาณจะส่งDCS(Digital Command Signal) กลับมาเพื่อแจ้งให้ทราบว่าจะสามารถใช้คุณสมบัติชนิดใดบ้าง เพื่อกำหนดในการรับส่งข้อมูลครั้งนี้ โทรสารด้านผู้ถูกเรียกจะส่งสัญญาณความเร็วสูงที่เรียกว่า เทรนนิ่ง(Training) เพื่อตรวจสอบระบบแล้วส่ง CFR(Confirmation to Request)กลับมาเพื่อยืนยันความพร้อมในการรับข้อมูล

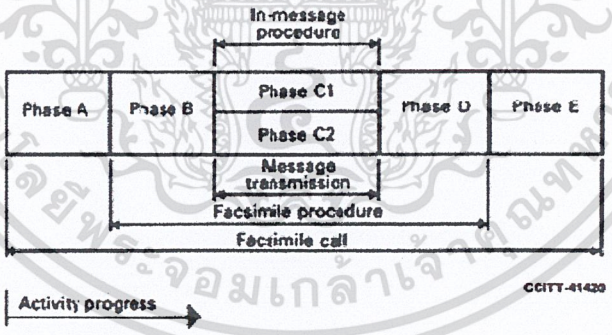
2.2.3.3 เฟส C: การส่งข้อมูล (Phase C: Message Transmission) แบ่งออกเป็น 2 ส่วน

2.2.3.3.1)เฟส C1 (Phase C1 : In-massage Procedure) เป็นการส่งสัญญาณควบคุมขณะที่ทำการส่งข้อมูล

2.2.3.3.2)เฟส C2 (Phase C2 :Message Transmission) ขั้นตอนในการส่งข้อมูลจริงโดยมีรูปแบบตามที่กำหนดในมาตรฐานที่ใช้แต่ละกลุ่ม

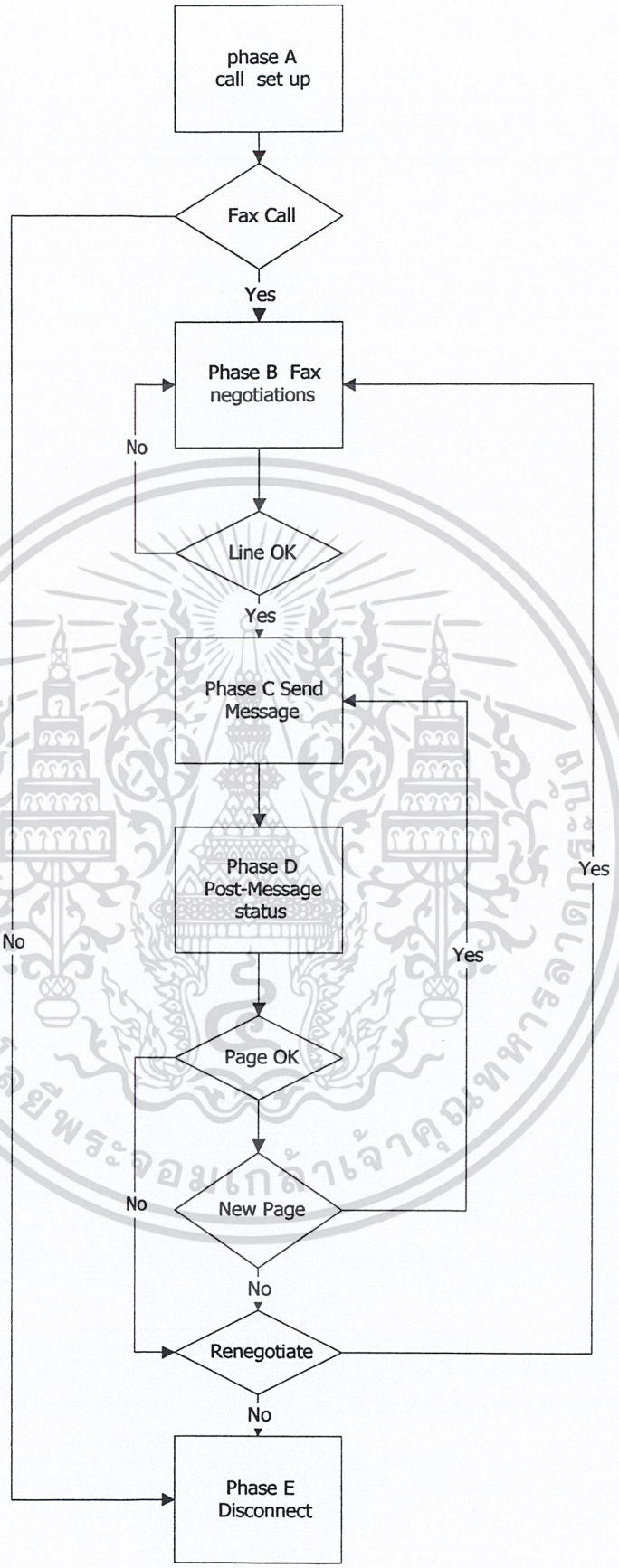
2.2.3.4 เฟส D: หลังการส่งข้อมูล(Phase D: Post-Message Procedure) หลังจากส่งข้อมูลเรียบร้อยด้านผู้เรียกจะทำการส่ง RTC (Return to Control) เพื่อส่ง EOP (End of Procedure) เพื่อแสดงว่าจบการทำงาน

2.2.3.5 เฟส E: การเลิกการติดต่อ (Phase E: Call Release) เป็นการยกเลิกการติดต่อระหว่างโทรสารซึ่งสามารถทำได้โดยวิธีอัตโนมัติหรือไม่ก็ได้ โดยจะมีการส่ง DCN (Disconnect) ไปยังปลายทางเพื่อยกเลิกการติดต่อ



รูปที่2.8 แสดงลำดับในการติดต่อของโทรสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 ขบวนการในการรับส่งข้อมูลของโทรสารกลุ่ม3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 การเข้ารหัสข้อมูล

ในเครื่องโทรสารกลุ่ม 3 กำหนดให้มีการเข้ารหัสเพื่อให้ข้อมูลที่ต้องการส่งผ่านระบบสื่อสัญญาณมีจำนวนน้อยลง ช่วยให้การส่งเร็วขึ้น การเข้ารหัสมีให้เลือก 2 แบบ คือ 1มิติ และ 2มิติ แต่จะแสดงรายละเอียด การเข้ารหัสแบบ 1 มิติ ซึ่งใช้หลักการเข้ารหัสแบบโมดิฟายด์ฮัฟฟ์แมน (Modified Huffman) ซึ่งข้อมูลที่มีค่าความน่าจะเป็นสูง(เกิดขึ้นบ่อย) จะถูกแทนด้วยรหัสที่ความยาวน้อย ส่วนข้อมูลที่มีความน่าจะเป็นต่ำ(เกิดขึ้นน้อย) จะถูกแทนด้วยรหัสที่มีความยาวมาก ซึ่งในมาตรฐาน CCITT T.4 ได้กำหนดรหัสที่ใช้ในการแทนมาอย่างแน่นอนแล้ว (ดู ภาคผนวก)

ข้อกำหนดในการเข้ารหัสมีดังต่อไปนี้

1. การเข้ารหัสจะเริ่มต้นด้วยพิกเซลขาวก่อนเสมอ กรณีที่พิกเซลแรกเป็นดำ รหัสของพิกเซลขาวที่มีความยาวเท่ากับ 0 จะถูกส่งออกไปก่อน แล้วจึงตามด้วยพิกเซลดำ

2. ข้อมูลพิกเซลขาวหรือพิกเซลดำสามารถมีความยาวได้ถึง 1728 พิกเซล ซึ่งเป็นความยาวสูงสุดสำหรับเส้นสแกนมาตรฐาน 1เส้น

3. รหัสที่ใช้แทนข้อมูลมี 2ชนิด คือ

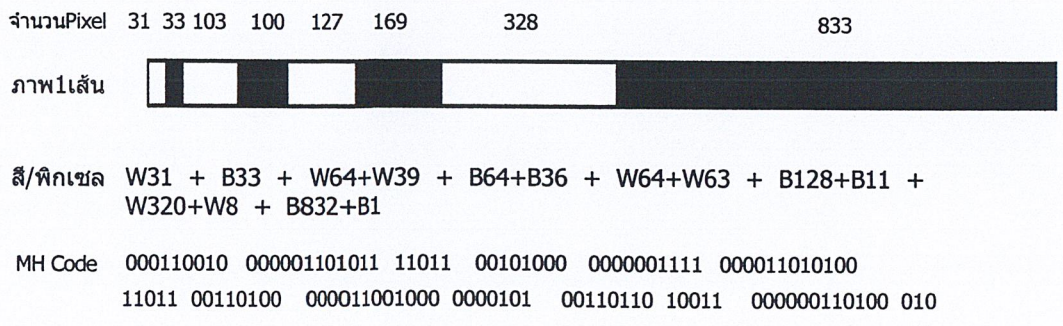
- Terminating Code ใช้แทนพิกเซลที่มีความยาวตั้งแต่ 0ถึง 63
- Make-up Code ใช้แทนค่าพิกเซลที่มีความยาวเป็นจำนวนเท่าของ 64 จนถึง 1728

4. กรณีของพิกเซลที่มีความยาวตั้งแต่ 64-1728 จะแทนด้วย Make-up Code ซึ่งมีค่าเท่ากับหรือน้อยกว่าความยาวของพิกเซลก่อน โดยความยาวของพิกเซลที่เหลือจากการแทนด้วย Make-up Code จะมีค่าไม่เกิน 63 พิกเซล ซึ่งสามารถแทนค่าที่เหลือด้วย Terminating Codeได้

5. จุดสิ้นสุดของเส้นสแกน(EOL: End-Of-Line)เมื่อสิ้นสุดการสแกนข้อมูลครบ 1 เส้นข้อมูลจะต้องตามด้วยรหัส EOLเพื่อแสดงจุดสิ้นสุดของเส้นสแกน นอกจากนี้รหัส EOL ยังใช้นำหน้าเส้นสแกนเส้นแรกของแต่ละหน้าด้วย

6. บิตเติม (Fill) เป็นบิตที่เติมขึ้นระหว่างบิตของข้อมูลกับบิตสิ้นสุด เพื่อให้เวลาในการส่งข้อมูลในเส้นสแกนนั้นไม่ต่ำกว่าเวลาต่ำสุดที่เครื่องพิมพ์ด้านรับสามารถทำงานได้ทัน

7. เมื่อจบการส่งข้อมูลแต่ละแผ่นจะต้องตามด้วยรหัส RTC (Return to Control) เพื่อเป็นการกลับเข้าสู่โหมดการควบคุมเครื่องโทรสาร



รูปที่2.10 แสดงตัวอย่างการเข้ารหัสข้อมูลโทรสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การเชื่อมต่อทางกายภาพ RS-232

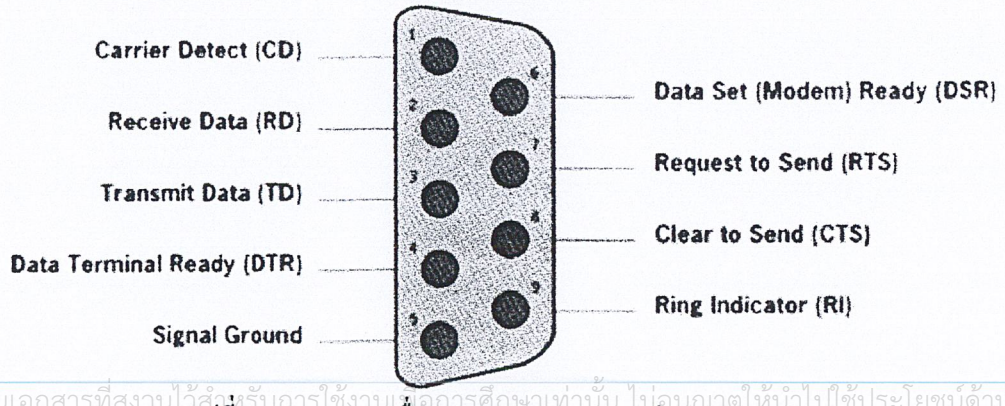
RS-232 เป็นหนึ่งในมาตรฐานที่ใช้สำหรับการเชื่อมต่อทางกายภาพ ใช้สำหรับ การส่งข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส 2 ทิศทาง โดยมาตรฐาน RS232 ในอดีตนั้นถูกออกแบบมาเพื่อการส่งผ่านข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยังโมเด็มเพียงอย่างเดียว เพื่อที่จะนำข้อมูลจากโมเด็มนี้สื่อสารผ่านสายโทรศัพท์ไปยังคอมพิวเตอร์อีกชุดซึ่งอยู่ห่างไกลกัน โดยคณะกรรมการที่เรียกว่า สมาคมอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Industries Association: EIA) เป็นข้อกำหนด การเชื่อมต่อทางไฟฟ้าระหว่างอุปกรณ์ DTE กับ DCE ซึ่ง อุปกรณ์ DTE จะต้องเป็นอุปกรณ์ที่มีการประมวลผลในตัว เช่น ไมโครคอนโทรลเลอร์(Micro controller) ซึ่งมีความสามารถในการสร้างบิตข้อมูลแบบอนุกรมได้ ส่วนอุปกรณ์ DCE จะทำหน้าที่เป็นเพียงตัวรับข้อมูลที่ส่งมาจาก DTE เท่านั้น โดยการรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ทั้งสองจะกระทำผ่านมาตรฐาน RS232

DTE (Data Terminal Equipment) หมายถึงอุปกรณ์ปลายทาง หรือพอร์ท(Port)สื่อสารของเครื่องคอมพิวเตอร์

DCE (Data Communication Equipment) หมายถึงโมเด็ม ข้อแตกต่างของอุปกรณ์ DTE และอุปกรณ์ DCE อย่างหนึ่งที่เห็นได้ชัดคือ คอนเน็กเตอร์(Connector)ของ DTE จะเป็นตัวผู้ ส่วนคอนเน็กเตอร์ของ DCE จะเป็นตัวเมีย ซึ่งพอร์ทอนุกรมของคอมพิวเตอร์ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปจะเป็นแบบ DTE ส่วนคอนเน็กเตอร์ที่อยู่ที่โมเด็มจะเป็นแบบ DCE

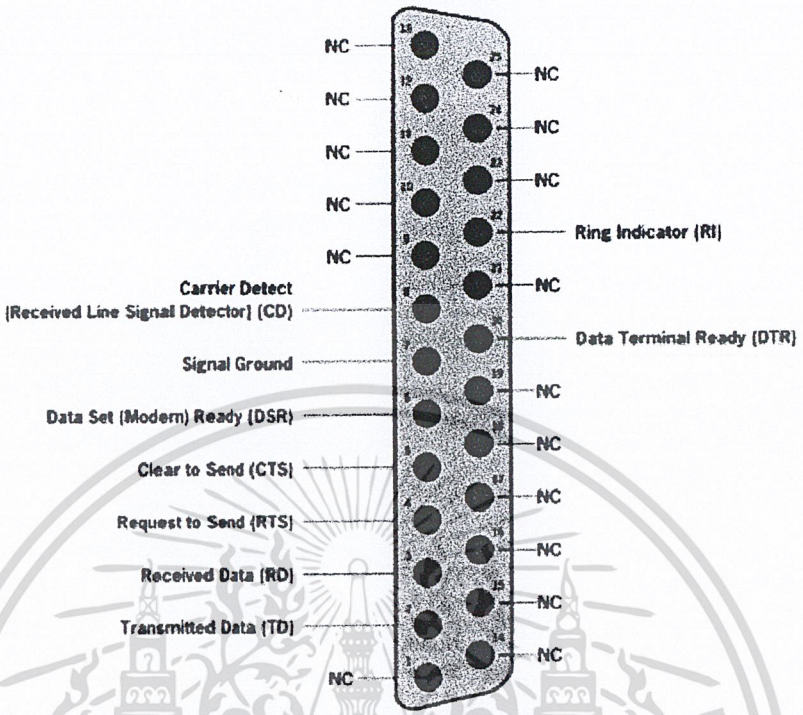
มาตรฐานนี้ในช่วงแรกกำหนดให้ใช้คอนเน็กเตอร์เป็นแบบ DB-25 ขนาด 25 ขา(Pin) ต่ออยู่ที่ปลายทั้งสองข้างของสายเคเบิล ภายในสายเคเบิลประกอบด้วยสายไฟจำนวน 25 เส้น สายไฟแต่ละเส้นเชื่อมติดกับขาเดียวกันที่ปลายทั้งสองด้านของสายเคเบิล โดยกำหนดความยาวสูงสุดของสายสัญญาณไว้ที่ 50 ฟุต โดยทั่วไปอุปกรณ์แต่ละชนิดจะใช้งาน RS-232 คอนเน็กเตอร์ไม่ครบทั้ง 25 ขา โดยจะมีขาต่อใช้งานเพียง 9 ขาเช่นเดียวกับคอนเน็กเตอร์แบบ DB-9 เนื่องจากขาอื่นๆ ที่เคยใช้งานในอดีต ปัจจุบันมีการใช้งานไม่มากนัก จึงถูกยกเลิกไปและหันมาใช้ DB-9 แทน

โดยรูปร่างและตำแหน่งขาของคอนเน็กเตอร์ตัวผู้สำหรับอุปกรณ์ DTE และคอนเน็กเตอร์ตัวเมียสำหรับอุปกรณ์ DCE

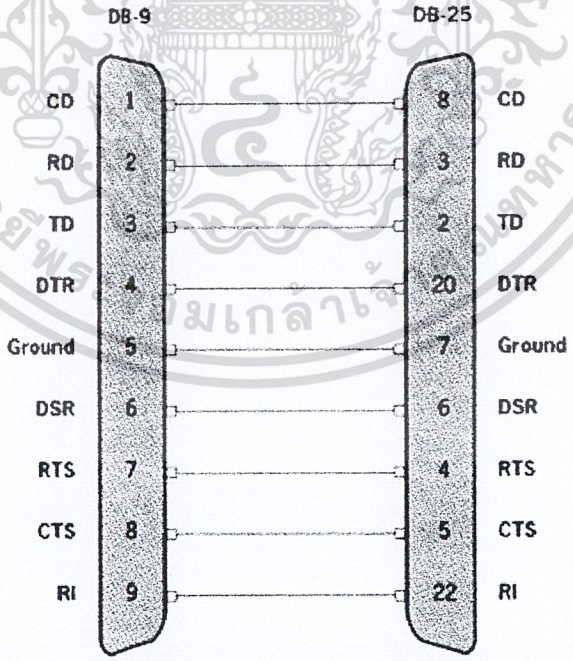


รูปที่ 2.11 ภาพแสดงชื่อและหมายเลขของขาต่างๆของ DB-9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

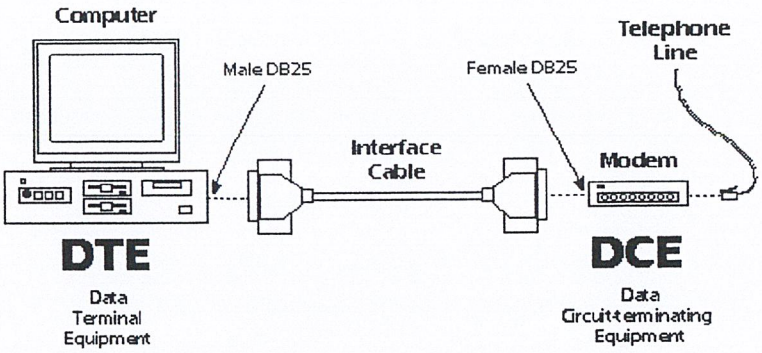


รูปที่ 2.12 ภาพแสดงชื่อและหมายเลขของขาต่างๆของ DB-25



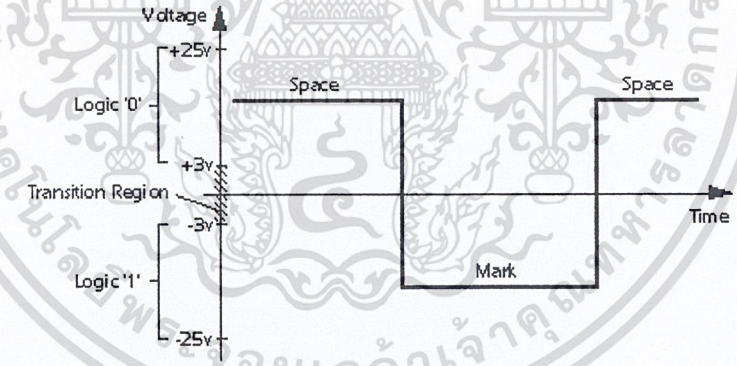
รูปที่ 2.13 ภาพแสดงการเชื่อมต่อของขาต่างๆระหว่าง DB-9 และ DB-25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 รูปแบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์ระหว่าง DTE-DCE

การแลกเปลี่ยนสัญญาณระหว่าง DTE กับ DCE โดยการยกระดับสัญญาณในสายไฟแต่ละเส้นขึ้นและลงแตกต่างกัน การยกระดับสัญญาณขึ้น ทำโดยให้แรงดันไฟฟ้าระหว่าง +3 ถึง +15 โวลท์ (Volt) หรือระหว่าง -3 ถึง -15 โวลท์บนสายไฟ ส่วนการลดระดับสัญญาณลง ทำโดยให้แรงดันไฟฟ้าเป็นศูนย์โวลท์



รูปที่ 2.15 ระดับของแรงดันตามมาตรฐาน RS232

2.3.1 หน้าที่การทำงานของขาต่างๆของ RS-232

ในมาตรฐานของ RS232 มีการกำหนดชื่อและหน้าที่ของขาแต่ละขาที่ใช้หัวต่อแบบ DB-25 ได้ดังนี้

Protective Ground (PG) - ขา 1

ทำหน้าที่เป็นสายดิน ใช้ป้องกันไฟฟ้ากระตุกอันเกิดจากการทำงานผิดพลาดของอุปกรณ์ เมื่ออุปกรณ์ DTE และ DCE ถูกเชื่อมต่อด้วยสายเคเบิล RS-232 มันจะกลายเป็นสายดินให้กันและกันสายดินนี้ยังช่วยป้องกันการรบกวนจากแม่เหล็กไฟฟ้าของอุปกรณ์ใกล้เคียงด้วย

Signal Ground (SG) - ขา 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงดันไฟฟ้าของวงจรนี้มีค่าศูนย์โวลท์ จึงใช้เป็นจุดอ้างอิงหรือเปรียบเทียบ สำหรับวงจรอื่น SG เป็นจุดร่วมที่สัญญาณไฟฟ้าของทุกวงจรเดินผ่าน

Request to Send (RTS) - ขา 4

Clear to Send (CTS) - ขา 5

เมื่อต้องการส่งข้อมูล DTE จะยกระดับสัญญาณ RTS ขึ้นและส่ง ไปยังโมเด็ม เมื่อโมเด็มได้รับสัญญาณ RTS ก็จะเริ่มส่งคลื่นพาหะที่ยังไม่ผ่านการมอดดูเลต เข้าสายส่ง ขณะเดียวกับยกระดับสัญญาณ CTS ผ่านสายเคเบิล RS-232 กลับไปที่ DTE เป็นการบอกให้ DTE เริ่มส่งข้อมูลได้

Carrier Detect (CD) - ขา 8

เมื่อโมเด็มฝ่ายรับได้รับคลื่นพาหะจากโมเด็มฝ่ายส่ง โมเด็มฝ่ายรับจะยกระดับสัญญาณ CD ขึ้น เราเรียกว่า Received Line Signal Detector เพื่อแจ้งให้ DTE รับรู้ว่าพบคลื่นพาหะบนสายสัญญาณแล้ว

Transmitted Data (TD) - ขา 2

Received Data (RD) - ขา 3

อุปกรณ์ DTE จะส่งข้อมูลไปยัง DCE หรือโมเด็มฝ่ายส่งผ่านวงจร TD และโมเด็มฝ่ายรับจะส่งข้อมูลที่ได้รับไปยัง DTE ผ่านวงจร RD

Data Terminal Ready (DTR) - ขา 20

สัญญาณ DTR และ Data Set Ready (DSR) ใช้สำหรับแจ้งสภาวะปิดเปิดสวิตช์ไฟฟ้า DTE ยกระดับสัญญาณ DTR เพื่อแจ้งให้โมเด็มรู้ว่า ขณะนี้สวิตช์ไฟเปิดแล้ว และพร้อมสำหรับการเรียก เมื่อโมเด็มได้รับ DTR จาก DTE จะจัดตั้งการเชื่อมต่อขึ้นและพร้อมสำหรับการเรียก โดยหมุนหมายเลขโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติ หรือ โดยการหมุนเองทันทีที่ DTE ลดระดับสัญญาณ DTR ลง (เป็นศูนย์โวลท์) การเชื่อมต่อจะถูกยกเลิก

Data Set Ready (DSR) - ขา 6

DCE จะยกระดับสัญญาณ DSR ขึ้นเพื่อแสดงสถานะสวิตช์ไฟฟ้าเปิด และแจ้งให้ DTE รู้ว่า วงจรเชื่อมต่อได้ถูกจัดตั้งเรียบร้อยแล้ว เมื่อยกเลิกการติดต่อ โมเด็มจะลดระดับสัญญาณ DSR ลง ในกรณีที่เชื่อมโยงผ่านสายตรง สัญญาณ DSR จะถูกยกขึ้นทันทีที่เปิดสวิตช์โมเด็ม

Ring Indicator (RI) - ขา 22

DCE ยกระดับสัญญาณ RI ขึ้น เพื่อแจ้งให้ DTE รู้ว่าได้รับ Ring Signal จากวงจรโทรศัพท์ Ring Signal คือชุดของพัลส์(Pulse)ไฟฟ้าที่ความถี่ประมาณ 20 KHz ในช่วง 1 วินาทีโดยมีช่องว่างระหว่างพัลส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กว้าง 3 วินาทีเมื่อ DTE ได้รับสัญญาณ RI จากโมเด็ม ถ้า DTE พร้อมจะรับการเรียก มันจะยกระดับ DTR ขึ้น เพื่อแจ้งให้โมเด็ม off hook และส่งชุดคำตอบพิเศษผ่านสายโทรศัพท์

Transmission Signal Element Timing (TC) – ขา 15 (จังหวะเวลาส่ง)

โมเด็มจะส่งชุดของพัลส์นาฬิกาผ่านเข้าวงจร TC ด้วยความถี่เดียวกับอัตราเร็ว (บิต/วินาที) ของโมเด็มไปยัง DTE เพื่อกำหนดอัตราเร็วของการส่งข้อมูลจาก DTE มายังโมเด็ม DTE จะส่งข้อมูลมายังโมเด็มผ่านวงจร TD ตามอัตราเร็วนี้

Receiver Signal Element Timing (RC) - ขา 17 (จังหวะเวลารับ)

หลังจากโมเด็มได้รับข้อมูลจากเครือข่าย โมเด็มจะส่งชุดของพัลส์นาฬิกาไปยัง DTE ผ่านวงจร RC เพื่อกำหนดอัตราเร็วของข้อมูลที่ DTE จะรับจากโมเด็ม ขณะเดียวกับข้อมูลผ่านวงจร RD (ขา 3) ไปยัง DTE

Transmit Signal Element Timing (TSE) - ขา 24

ตามปกติจังหวะเวลาถูกสร้างจากโมเด็ม แต่มีบางครั้งที่ต้องการให้ DTE เป็นตัวกำหนด จังหวะเวลาในการส่งข้อมูล ในกรณีนี้ DTE จะส่งพัลส์นาฬิกาไปยัง DCE ผ่านวงจร TSE (ขา 24)

Signal Quality Detector (SQD) - ขา 21

อัตราเร็วของการส่งเมื่อตรวจพบการลดระดับของคุณภาพสายส่ง กรณีที่สัญญาณที่โมเด็มได้รับอยู่ในช่วงของคุณภาพที่ยอมรับได้ ระดับสัญญาณ SQD (ขา 21) จะถูกยกขึ้น ในทางตรงข้าม ถ้าสัญญาณที่รับมีความบกพร่อง โมเด็มจะลดระดับสัญญาณขา 21 ลง

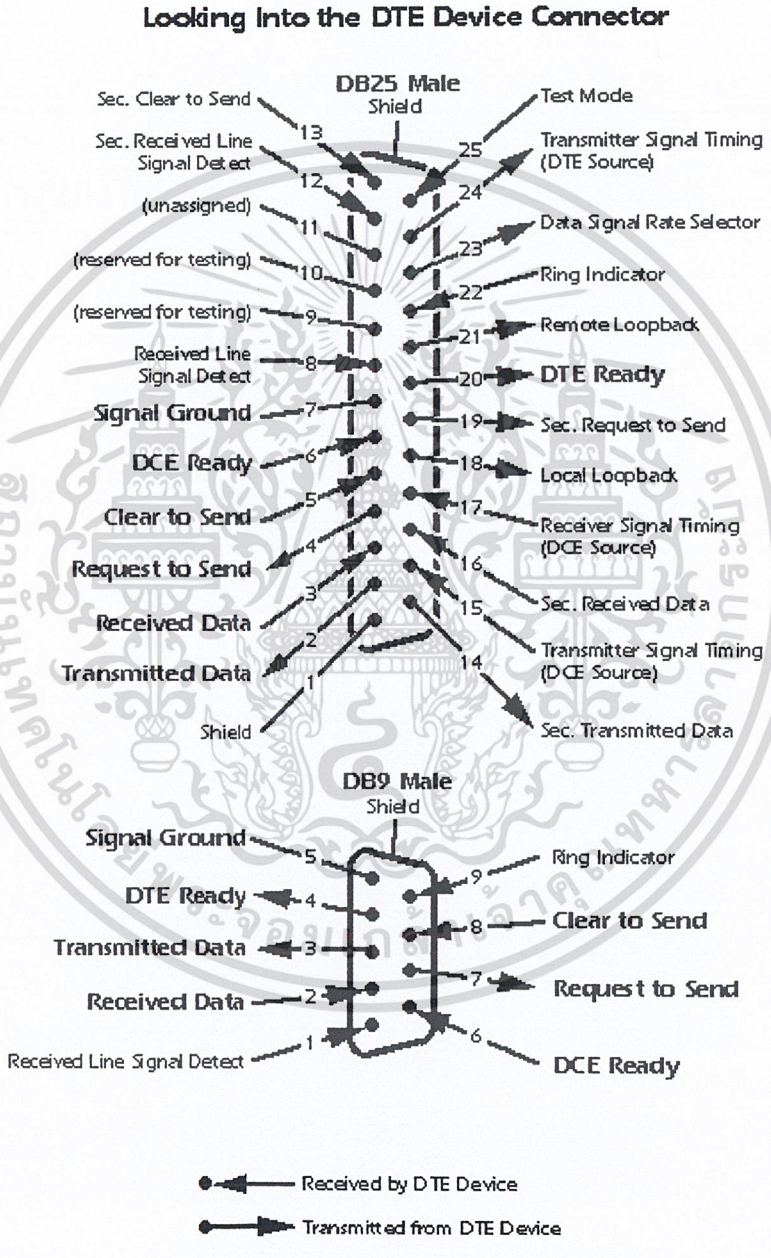
Data Rate Selector - ขา 23

กรณีที่โมเด็มทำงานที่อัตราเร็วปกติ ระดับสัญญาณ DRS จะลดต่ำลง การยกระดับสัญญาณ DRS ขึ้น ส่งผลให้โมเด็มทำงานที่อัตราเร็วสำรองตามที่กำหนดไว้ล่วงหน้า

Test circuits (ขา 18, 21, 25)

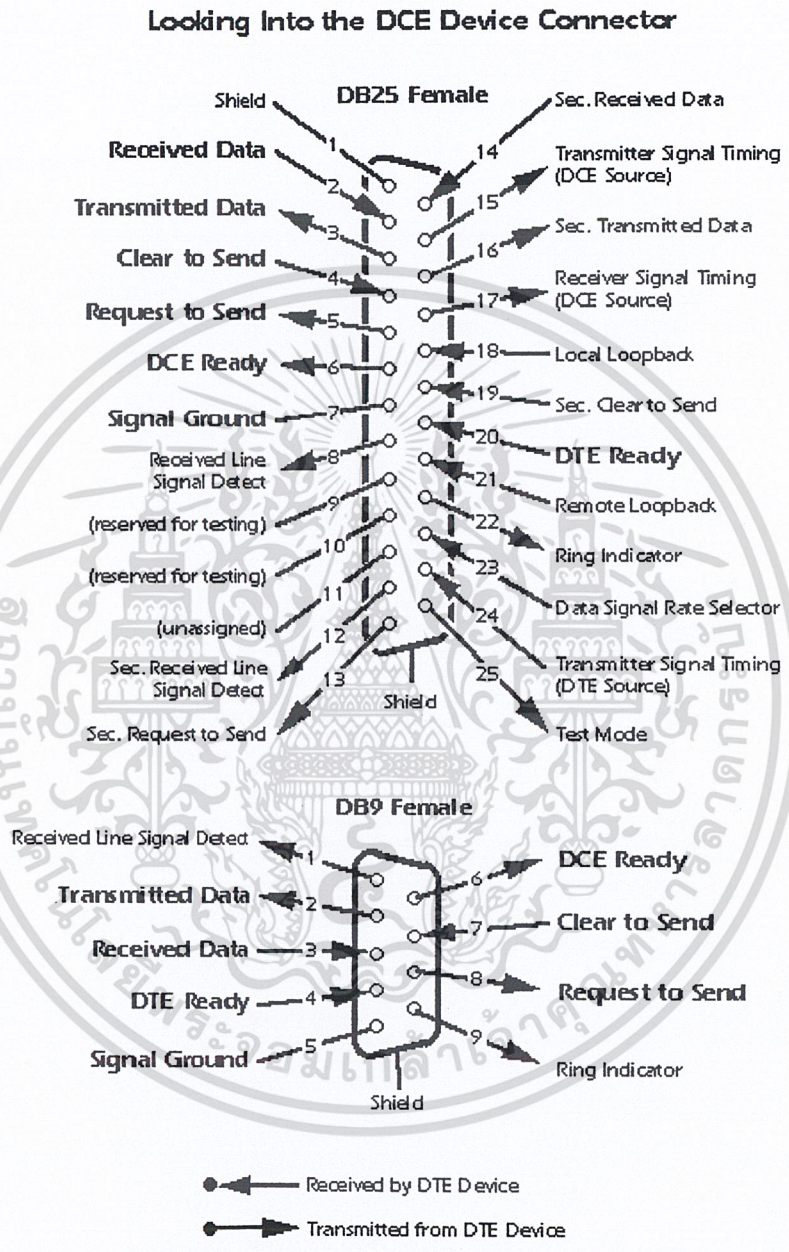
ขา 18	สำหรับทำ	local loopback testing
ขา 21	สำหรับทำ	remote loopback testing
ขา 25	สำหรับทำ	แสดงสถานะโมเด็มเมื่ออยู่ในโหมดทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.16 คอนเน็กเตอร์ตัวผู้สำหรับอุปกรณ์ DTE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.17 คอนเน็กเตอร์ตัวเมียสำหรับอุปกรณ์ DCE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail, Electronic Mail)

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ เป็นบริการหนึ่งบนระบบเครือข่ายสื่อสารคอมพิวเตอร์ โดยมีการใช้งานมาตั้งแต่ยุคของคอมพิวเตอร์แบบเมนเฟรม ซึ่งต่างก็ใช้เทคโนโลยีของตนเองและเป็นระบบปิด อาทิเช่น บริษัทIBM พัฒนาระบบที่เรียกกว่า PROFS (PRofessional OFfice System) และยังมีระบบจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ ที่ใช้อยู่บนUNIX และยังมีการพัฒนาระบบแอปพลิเคชั่น(Application)ที่ทำงานบนระบบเครือข่ายต่างๆกันเช่น Microsoft Mail ของ บริษัทไมโครซอฟต์(Microsoft) cc: Mail ของ บริษัทโลตัส (Lotus) ดังนั้นการส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ไปยังผู้ใช้อีกระบบจึงเป็นเรื่องที่ยุ่งยาก

ในยุคต่อมาระบบเครือข่ายต่างๆ มีมาตรฐานและพัฒนาเป็นระบบเปิด (Open System)มากขึ้น ก็มีการปรับเปลี่ยนการทำงานระบบจดหมายอิเล็กทรอนิกส์เป็นระบบไคลเอนต์-เซิร์ฟเวอร์(client-server) ที่เป็นพื้นฐานที่ใช้กันในระบบUnix และการพัฒนาอีเมล์เซิร์ฟเวอร์(E-mail server) ขึ้นมาโดยเฉพาะ ซึ่งทำให้การติดต่อเข้าสู่อีเมล์เซิร์ฟเวอร์สามารถทำได้โดยผ่านระบบ LAN(Local Area Network) หรือใช้โมเด็มหมุนเข้ามา ทำให้การใช้งานจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ ทำได้ง่ายขึ้น

2.4.1 ส่วนประกอบของระบบจดหมายอิเล็กทรอนิกส์

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์เป็นบริการที่ทำหน้ารับส่งข่าวสารบนระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีลักษณะการใช้งานคล้ายกับการรับส่งจดหมายในชีวิตประจำวัน ระบบจดหมายอิเล็กทรอนิกส์จะมีศูนย์ไปรษณีย์กลาง (Post office) เมล์บ็อกซ์ (Mailbox) แต่ต้องใช้งานบนระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ทำให้ผู้ใช้สามารถรับส่งข่าวสารบนระบบเครือข่ายทั่วโลก อย่างรวดเร็วและประหยัดค่าใช้จ่าย ระบบจดหมายอิเล็กทรอนิกส์สามารถจัดเก็บข่าวสารที่ได้รับให้เป็นหัวข้อ รวมทั้งมีการส่งข่าวสารต่อไปยังผู้รับรายอื่นได้ และสามารถส่งไฟล์(File)ข้อมูลอื่นๆ นอกเหนือจากข่าวสารที่ต้องการส่งไปได้ เช่น ไฟล์ข้อมูลภาพและเสียง ข้อดีต่างๆของจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ทำให้ปัจจุบันจดหมายอิเล็กทรอนิกส์จัดเป็นโปรแกรมที่มีการใช้งานมากที่สุดในระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

การทำงานของระบบอีเมล์ไคลเอนต์-เซิร์ฟเวอร์มีส่วนประกอบดังนี้

- Mail User Agent (MUA)เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางด้านผู้ใช้งานแบ่งแป้น/ส่วนคือส่วนของผู้ส่งและส่วนของผู้รับ โดย User Agent จะต่อเข้าสู่เซิร์ฟเวอร์ ของตนโดยผ่านระบบ LAN หรือใช้โมเด็มหมุนเข้ามา ซึ่งในส่วนนี้ผู้ใช้จะติดตั้งโปรแกรมไคลเอนต์ของจดหมายอิเล็กทรอนิกส์เพื่อเรียกใช้ บริการจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ เช่น Outlook Express หรือ Eudora
- Mail Transfer Agent (MTA)เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่จะทำหน้าที่ส่งจดหมายไปยังผู้รับปลายทาง ซึ่งโปรแกรมเหล่านี้จะทำหน้าที่ช่วยกันส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ ต่อกันไปเป็นทอดๆ จนไปถึงเครือข่ายที่มี Account หรือ เมล์บ็อกซ์ของผู้รับ และถ้าหากไม่สามารถส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ ถึงผู้รับได้ จะทำหน้าที่ส่งerror mail กลับมายังผู้ส่งได้อีกด้วย โดยทั่วไปเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มี MTA ทำงานอยู่มักจะมีเมล์บ็อกซ์ของผู้ใช้อยู่ด้วย ซึ่งเป็น primary mailbox และเรียกเครื่องคอมพิวเตอร์นั้น ว่า Mail Server

เอกสารนี้เป็นเอกสาร... ...ญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานทั่วไปของจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ โดยทั่วไปมี 2 ประเภท คือ การส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ และการรับจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ โดยการทำงานทั้ง2 ประเภทจะมีโพรโตคอล(Protocol) SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) จะใช้ในขณะส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ จาก User agent มายัง MTA และโพรโตคอลPOP3 (Post Office Protocol Version3) ใช้เมื่อ ทำการส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์จากเครื่องผู้ใช้ ไปยังเครื่องของผู้ใช้ยังเครื่องที่มีMTA อยู่

รูปแบบของข้อมูลที่ใช้ในโพรโตคอลต่างๆของจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ นี้ถูกกำหนดไว้ใน RFC822 ซึ่งแบ่งส่วนประกอบภายในจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ เป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่จ่าหน้าจดหมายอิเล็กทรอนิกส์และข้อมูลของจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ ในส่วนของการจ่าหน้าจดหมายอิเล็กทรอนิกส์มีไว้เพื่อเป็นข้อมูลเพื่อให้ส่งไปถึงผู้รับ รูปแบบข้อมูลจะเป็นข้อความ โดยข้อมูลจะนำหน้าด้วยคำสำคัญ (Keyword) เช่น From หมายถึงชื่อผู้ส่ง, To หมายถึงผู้รับ โดยในข้อมูลแต่ละบรรทัดจะปิดท้ายด้วย Carriage Return<CR> และ/หรือ Line Feed <LF> สำหรับส่วนที่เป็นข้อมูลของจดหมายอิเล็กทรอนิกส์จะแบ่งออกย่อยเป็น 2 ส่วน ส่วนหัว (Header) และส่วนเนื้อหาของจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ โดยส่วนหัวจะถูกสร้างขึ้นมาโดยอัตโนมัติ โดยUser Agent ของผู้ส่ง เพื่อให้ MTA ต่างๆระหว่างทางที่ส่งผ่านจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ ฉบับนั้นได้อ่านไปใช้งาน ซึ่งจะมีข้อมูลต่างๆหลายประเภท เช่น เลขทะเบียนของจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (Message Header), วันที่เวลาส่ง เป็นต้น เนื้อความของจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ นั้นจะอยู่แยกจากส่วนหัว โดยถูกขั้นด้วยบรรทัดว่างๆ(Null Line)และในแต่ละบรรทัดของข้อความจะสิ้นสุดบรรทัดด้วย Carriage Return<CR> และ Line Feed <LF>

2.4.2 POP3 (Post Office Protocol Vresion3)

POP3 เป็นโพรโตคอลที่ทำงานบนชั้นโปรแกรมประยุกต์ (Application Layer) ของการสื่อสารข้อมูลที่ใช้โพรโตคอลทีซีพี/ไอพี (TCP/IP) การเรียกค้นข้อมูลของจดหมายอิเล็กทรอนิกส์จากเซิร์ฟเวอร์ จะติดต่อผ่านทางพอร์ทหมายเลข110 เมื่อเชื่อมต่อเสร็จเรียบร้อยแล้วจะโต้ตอบกันด้วยคำสั่ง และการตอบรับ จน กระทั่งปิดการเชื่อมต่อ คำสั่งใน POP3 ประกอบด้วยคำสั่ง และ มักตามด้วย Argument หนึ่งตัวหรือมากกว่านั้น ทุกๆคำสั่งต้องลงท้ายด้วย CR (Carriage Return) และ LF (Line Feed)

Post Office Protocol เป็นโพรโตคอลที่ทำหน้าที่เรียกข้อมูลจดหมายอิเล็กทรอนิกส์จาก MTA ไปยัง MUA ซึ่งในปัจจุบันได้พัฒนามาถึงรุ่น(version) 3 หรือเรียกย่อว่า POP3 โพรโตคอลนี้เป็นโพรโตคอลตัวแรกที่ถูกออกแบบมาเพื่อใช้รับจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ โพรโตคอลของPOP3 นี้จะทำงานในแบบไคลเอนต์ เซิร์ฟเวอร์ คือมีโปรแกรมPOP Server ในเมล์เซิร์ฟเวอร์ และ POPไคลเอนต์ ในเครื่องผู้รับ ซึ่งปกติจะฝังอยู่ในโปรแกรมที่เป็น User Agent เลย โปรแกรมทั้งสองจะติดต่อกันโดยใช้ชุดคำสั่งที่เป็นรหัส ASCII คือเมื่อด้านที่รับคำสั่งจะทำงานตามคำสั่งนั้นแล้วตอบกลับมาโดยมีค่าเป็น +OK หมายถึงทำงานได้เรียบร้อย หรือ –ERR หมายถึงเกิดปัญหาขึ้นทำงานไม่ได้ ซึ่งในคำสั่งที่ต้องมีต้องมีการตอบกลับและส่งข้อมูลกลับมาโดยประกอบด้วยข้อมูลหลายๆบรรทัดนั้นPOP3 จะให้บรรทัดสุดท้ายเป็นเครื่องหมายจุด (.) ตามด้วย Carriage Return และ Line Feed หมายถึงการสิ้นสุดของข้อมูล แต่ในกรณีที่ข้อมูลบรรทัดสุดท้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีข้อมูลที่เป็นจุดด้วย จะใช้เทคนิคที่เรียกว่า Character Stuffing เพื่อแก้ปัญหา โดยเติมจุดลงไปอีกหนึ่งตัว เพื่อเป็นตัวที่ชี้บ่งว่าข้อมูลนั้นเป็นจุด ซึ่งแตกต่างจากสัญลักษณ์แสดงการสิ้นสุดของข้อมูล

การทำงานของPOP3 จะทำงานร่วมกับโพรโตคอล TCP โดยทั่วไปจะใช้พอร์ท 110 ในการติดต่อ ขั้นตอนการทำงานของPOP3 ประกอบด้วย 3 สถานะ (State)

1.สถานะให้สิทธิ์เข้าเชื่อมต่อ (Authorization State) สถานะนี้ไคลเอนต์จะใช้คำสั่ง USER และ PASS ในการขอเชื่อมต่อกับเมล์เซิร์ฟเวอร์ โดยคำสั่ง USER ต้องตามด้วยชื่อ login และคำสั่งPASS ต้องตามด้วย รหัสผ่าน

2. สถานะการถ่ายโอน (Transaction State) สถานะนี้จะใช้คำสั่ง STAT ในการตรวจจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ ฉบับใหม่ และ คำสั่ง RETR ในการโหลดข้อมูลจดหมายอิเล็กทรอนิกส์

3. สถานะปรับค่าใหม่ (Update State) เป็นสถานะที่ไคลเอนต์ใช้คำสั่งQUIT เพื่อปิดการเชื่อมต่อ ซึ่งเป็นผลให้เซิร์ฟเวอร์ทำการลบจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ ที่ถูกระบุไว้ในสภาวะถ่ายโอนออก

<u>ตัวอย่างของคำสั่งPOP3</u>

USER คำสั่งที่แจ้งให้เซิร์ฟเวอร์ทราบว่าผู้ใช้คนใดเข้ามาใช้งาน

PASS คำสั่งที่ใช้แจ้งรหัสผ่านให้เซิร์ฟเวอร์ เพื่อตรวจสอบ

STAT คำสั่งที่ใช้ในการตรวจสอบสภาพเซิร์ฟเวอร์ เช่น จำนวนจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ ขนาดข้อมูล

RETR คำสั่งเพื่อที่ใช้เรียกข้อมูลภายในจดหมายอิเล็กทรอนิกส์

QUIT คำสั่งเพื่อแจ้งให้เซิร์ฟเวอร์ทราบว่าสิ้นสุดการติดต่อ

```
telnet zeus.telecom.kmitl.ac.th 110
+OK POP3 zeus.telecom.kmitl.ac.th v7.64 server ready
USER s1014045
+OK User name accepted, password please
PASS ******
+OK Mailbox open, 101 messages
STAT
+OK 101 27915602
RETR 101
+OK Top of message follows
Return-Path: <nung@kibkae.com>
Received: from mail24.bigmailbox.com (mail24.bigmailbox.com [209.132.220.207])
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        by zeus.telecom.kmitl.ac.th (8.10.1/8.10.1) with ESMTP id g2JFOYY00760
        for <s1014045@telecom.kmitl.ac.th>; Tue, 19 Mar 2002 22:24:35 +0700
Received: (from www@localhost)
        by mail24.bigmailbox.com (8.11.6/8.10.0) id g2JF8pB18262;
        Tue, 19 Mar 2002 07:08:51 -0800
Date: Tue, 19 Mar 2002 07:08:51 -0800
Message-Id: <200203191508.g2JF8pB18262@mail24.bigmailbox.com>
Content-Type: text/plain
Content-Disposition: inline
Content-Transfer-Encoding: binary
X-Mailer: MIME-tools 4.104 (Entity 4.116)
Mime-Version: 1.0
X-Originating-Ip: [161.246.1.34]
From: "Kiat Inthuwannarat" <nung@kibkae.com>
To: s1014045t@telecom.kmitl.ac.th
Subject: FAX Project
Status: RO

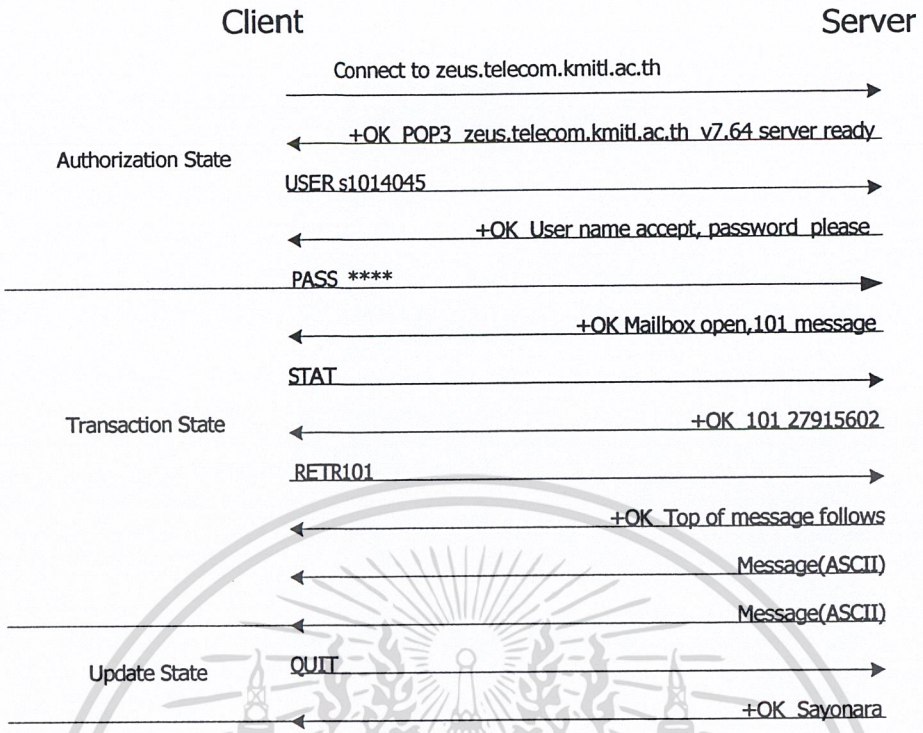
Hi
This is a test  massage
This is a test  massage
This is E-mail from nung@kibkae.com

Nung
- - - - - - - - - - - - -
www.KiBKAe.Com : Free Send Page , Icq , Email (UNLIMITED LETTERS!!!)
http://www.kibkae.com


.
QUIT
+OK Sayonara
```

รูปที่2.18 ตัวอย่างการใช้งานคำสั่งPOP3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



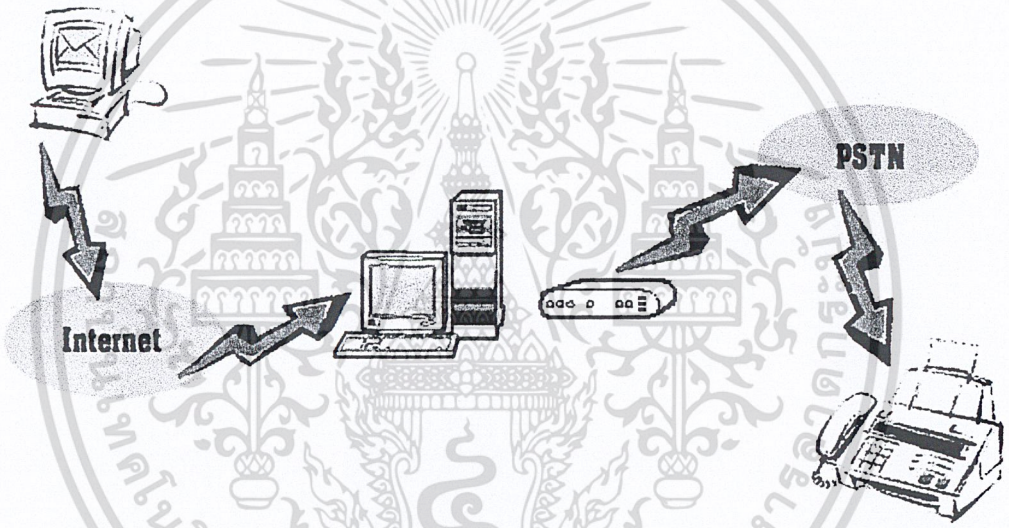
รูปที่2.19 สถานะต่างๆของการใช้งาน POP3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบและการสร้าง

โครงงานนี้พัฒนาขึ้นโดย โปรแกรมภาษาเดลไฟ 5 (Borland Delphi Version5)บนระบบปฏิบัติการไมโครซอฟต์ วินโดว์ 98 (Microsoft Windows 98)

โครงสร้างของโครงงานนี้จะเชื่อมต่อระหว่าง 2 เครือข่าย คือ เครือข่ายอินเทอร์เน็ต และ เครือข่ายโทรศัพท์(PSTN) ซึ่งผ่านคอมพิวเตอร์ที่มีโปรแกรมทำหน้าที่คอยตรวจสอบข้อมูลในจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ของแต่ละผู้ใช้งานที่มีรายชื่อบันทึกไว้ในข้อมูลรายชื่อผู้ใช้ ทำการแปลข้อมูลจากจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ แล้วสั่งโมเด็มให้ติดต่อไปยังเครื่องโทรสารปลายทาง เพื่อส่งข้อมูลไปยังโทรสารหมายเลขที่กำหนดไว้ของแต่ละผู้ใช้งาน



รูปที่ 3.1 โครงสร้างของระบบโดยรวม

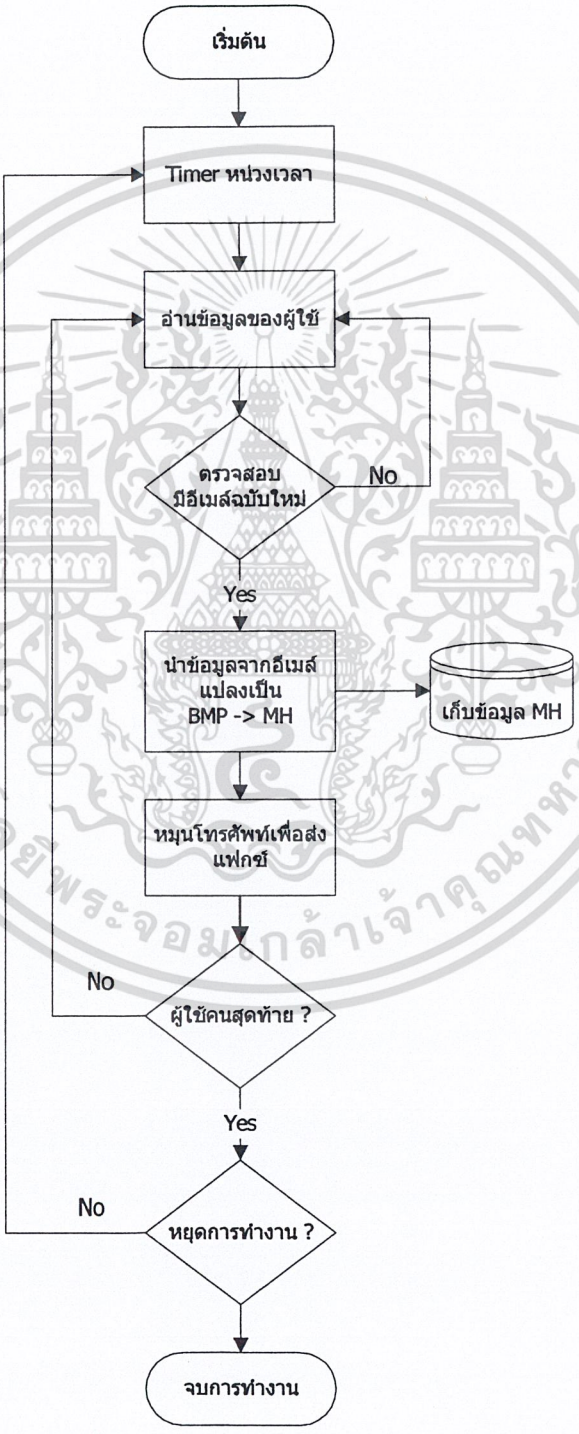
โครงงานนี้ประกอบด้วยโปรแกรมส่วนย่อยต่างๆประกอบกันดังนี้

1. ส่วนจัดการระบบรวม
2. ส่วนจัดการผู้ใช้งาน
3. ส่วนการติดต่อกับเมล์เซิร์ฟเวอร์
4. ส่วนการเข้ารหัสข้อมูล
5. ส่วนติดต่อโมเด็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 ส่วนควบคุมหลัก

การทำงานในส่วนการจัดการรวมจะทำหน้าที่คอยควบคุมการทำงานทั้งหมด ของโปรแกรมโดยจะทำการเรียกส่วนอื่นๆของโปรแกรมขึ้นมาทำงานเป็นลำดับขั้นตอน โดยเริ่มทำงานหลังจากสิ้นสุดการทำงานของการทำงานครั้งก่อนตามเวลาที่กำหนดไว้



รูปที่ 3.2 ผังการทำงานของส่วนการจัดการรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานเริ่มจากการจับเวลาของตัวจับเวลา(Timer) เมื่อตัวจับเวลานับเวลาครบตามที่ตั้งค่าไว้ (ซึ่งสามารถทำการกำหนดเวลาได้ตามต้องการ) โปรแกรมจะเริ่มทำการตรวจสอบข้อมูลของผู้ใช้งานที่ได้มีการบันทึกเอาไว้ขึ้นมาครั้งละ 1 รายชื่อ แล้วทำการติดต่อไปยังเมล์เซิร์ฟเวอร์ เพื่อทำการตรวจสอบจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ เมื่อพบจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ฉบับใหม่ จะทำการเรียกข้อมูลของจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ นำมาเข้ารหัสข้อมูลและสั่งให้ส่วนการติดต่อโมเด็มทำการส่งข้อมูลไปยังเครื่องโทรสารหมายเลขปลายทางของผู้ใช้งานนั้นๆ หลังจากนั้นก็จะเรียกข้อมูลของผู้ใช้งานคนต่อไปขึ้นมาทำงานจนกว่าจะครบทุกๆผู้ใช้งานทุกๆรายชื่อ อย่างไรก็ดีถ้าตรวจสอบแล้วไม่พบจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ฉบับใหม่ก็จะทำการข้ามไปทำงานยังผู้ใช้งานคนถัดไป โดยในการทำงานขั้นตอนต่างๆจะมีการบันทึกการทำงานและข้อผิดพลาดไว้ในแฟ้มข้อมูลบันทึกการใช้งาน(Log File) เพื่อใช้ตรวจสอบการทำงานและข้อผิดพลาดได้

3.2 ส่วนการจัดการผู้ใช้งาน

การทำงานของส่วนการจัดการผู้ใช้งานจะทำหน้าที่อำนวยความสะดวกในการเรียกดูข้อมูลต่างๆของผู้ใช้งาน ซึ่งประกอบด้วย

- ชื่อผู้ใช้งาน (Username)
- รหัสผู้ใช้งาน (Password)
- ชื่อเมล์เซิร์ฟเวอร์ (Mail Server)
- หมายเลขโทรสาร (Fax Number)

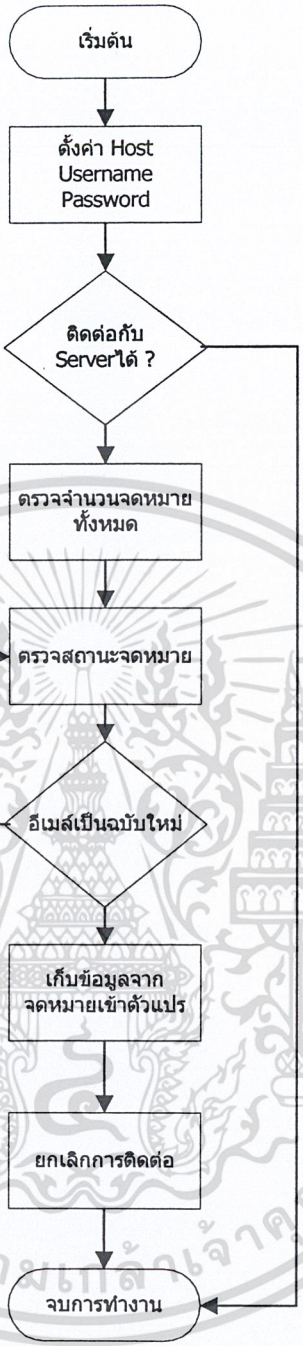
โดยสามารถทำการเพิ่มผู้ใช้งาน แก้ไขข้อมูลของผู้ใช้งาน ลบผู้ใช้งาน ซึ่งข้อมูลทั้งหมดของผู้ใช้งานจะถูกบันทึกอยู่ในแฟ้มข้อมูลชื่อ USER.DAT โดยข้อมูลจะถูกเก็บในรูปแบบของ แฟ้มข้อความ(text file) นอกจากนี้ส่วนการจัดการผู้ใช้งานจะทำการเรียกข้อมูลของผู้ใช้ เพื่อให้ส่วนการจัดการรวมนำไปใช้งานอีกด้วย

3.3 ส่วนการติดต่อเมล์เซิร์ฟเวอร์

ส่วนการติดต่อเมล์เซิร์ฟเวอร์ มีหน้าที่ทำการติดต่อเมล์เซิร์ฟเวอร์เพื่อตรวจสอบจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ของผู้ใช้งาน โดยจะใช้โพรโตคอล POP3 ในการติดต่อกับเมล์เซิร์ฟเวอร์

การทำงานเริ่มจากทำการเรียกข้อมูลผู้ใช้งาน ซึ่งประกอบด้วย ชื่อผู้ใช้งาน รหัสผ่าน และ ชื่อเมล์เซิร์ฟเวอร์แล้วจึงติดต่อไปยังเซิร์ฟเวอร์ของผู้ใช้งานนั้นๆ เมื่อสามารถติดต่อเซิร์ฟเวอร์ได้แล้ว จึงทำการตรวจสอบในส่วนหัวของจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ ว่าเป็นจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ฉบับใหม่หรือไม่ โดยสามารถตรวจสอบได้จากส่วน สถานะ(Status): ซึ่งข้อมูลหลังสถานะจะต้องไม่ใช่ RO (Status: RO) ซึ่งแสดงว่าจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ฉบับนี้ได้อ่านไปแล้ว โดยเมื่อได้ข้อมูลจากจดหมายอิเล็กทรอนิกส์มาแล้วจึงส่งข้อมูลไปให้ส่วนการเข้ารหัสทำการเข้ารหัสต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 ผังการทำงานส่วนติดต่อเมล์เซิร์ฟเวอร์

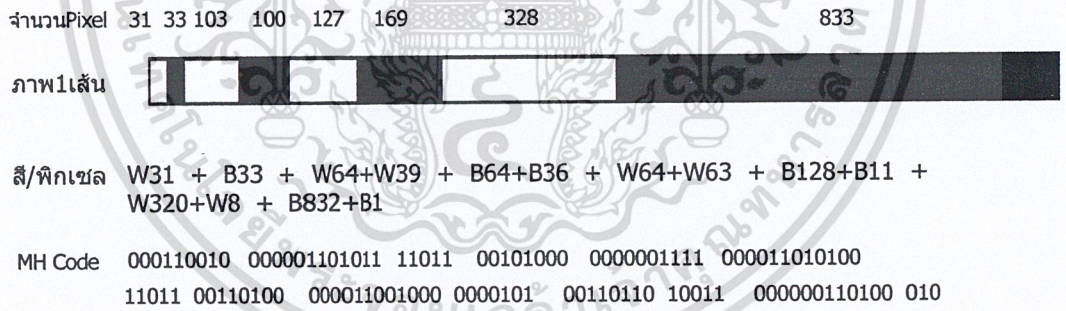
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ส่วนการเข้ารหัสข้อมูล

ในการติดต่อสื่อสารด้วยโทรสารรูปแบบของข้อมูลจะต้องใช้ตามมาตรฐาน ITU-T (T.4) เพราะฉะนั้นเราจึงต้องทำการเปลี่ยนข้อมูลต่างๆที่ได้มาจากจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ให้อยู่ในรูปแบบของข้อมูลที่ตรงตามมาตรฐานก่อนที่จะทำการส่งข้อมูลผ่านโมเด็ม

มาตรฐาน T.4 มีลักษณะการเข้ารหัส แบบ 1มิติ (Modified Huffman) และ 2มิติ(Modified Read) ซึ่งในโครงงานนี้ใช้การเข้ารหัสแบบ 1มิติ หลักการเข้ารหัสจะทำได้โดยใช้หลักการของRun Length Code ซึ่งสามารถเทียบการเข้ารหัสจากตารางมาตรฐานที่กำหนดโดย ITU-T (ดู ภาคผนวก) ซึ่งมีการแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ Make-up code และ Terminating code โดย Make-up code จะมีจำนวนพิกเซลของข้อมูลมากกว่า 63 พิกเซลขึ้นไป และ Terminating code จะมีจำนวนพิกเซลของข้อมูล 0-63 พิกเซล โดยถ้ามีจำนวนพิกเซลมากกว่า64 จะต้องส่งข้อมูล ของMake-up code ก่อนแล้วจึ่งส่งข้อมูลจำนวนพิกเซลของข้อมูล Terminating codeตามไปจนครบตามจำนวนพิกเซล

ตัวอย่างของการเข้ารหัส สามารถอธิบายได้ดังนี้ สมมติมีข้อมูลภาพ 1 เส้น ยาว 1728 พิกเซล ซึ่งประกอบด้วยพิกเซลต่างๆเรียงตามภาพ จะสามารถแบ่งได้ตามมาตรฐานเป็น Make-up code และ Terminating codeและเมื่อเทียบกับตารางรหัสแล้วเป็นแบบไบนารี่ (Binary)ได้ดังรูป แล้วตามด้วยรหัส EOL จะได้ข้อมูลครบ 1 เส้น

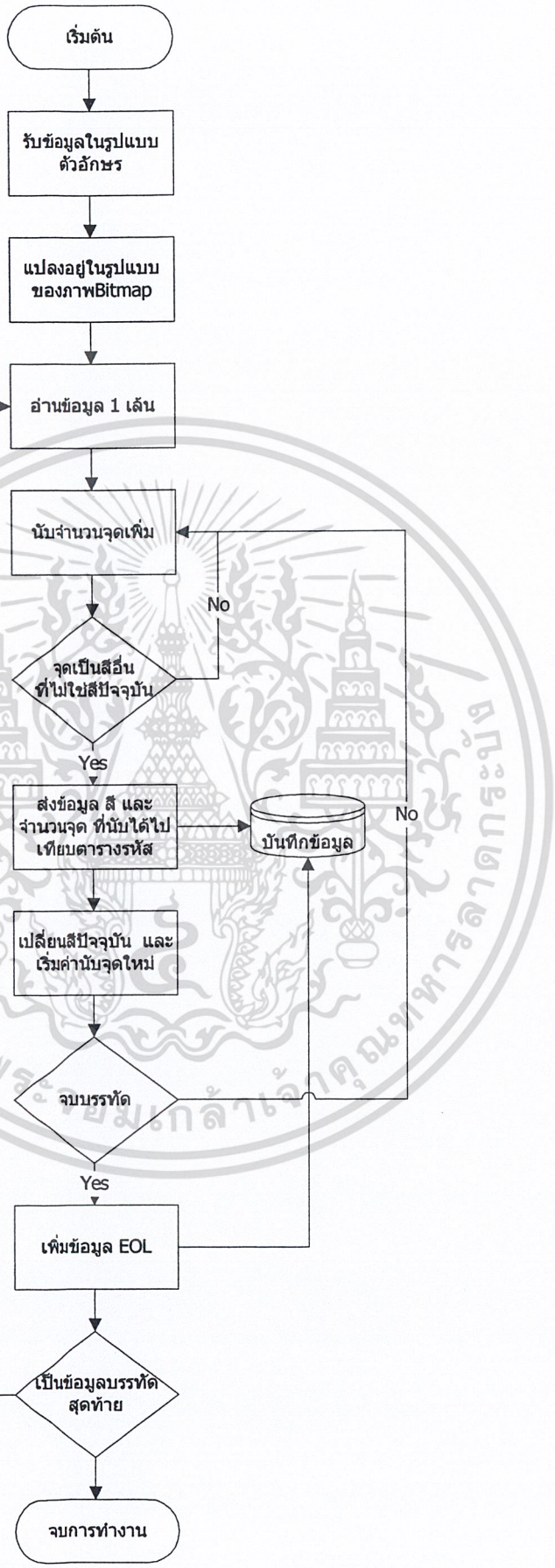


รูปที่ 3.4 การเข้ารหัส Modified Huffman

การทำงานของการเข้ารหัส เริ่มจากการแปลงตัวหนังสือ ให้อยู่ในรูปแบบของภาพ ซึ่งประกอบด้วยพิกเซลขนาด 1728*2296 แล้วทำการอ่านข้อมูลทีละบรรทัด เพื่อแปลงข้อมูลภาพ 1เส้นบรรทัดให้อยู่ในรูปแบบของความยาวของเม็ดสี และ สีของเม็ดสี ซึ่งเรียงต่อกัน แล้วนำมาเทียบกับตารางมาตรฐาน เรียงต่อกันแล้วแปลงให้อยู่ในรูปของข้อมูลไบนารี่แล้วบันทึกไว้ในแฟ้มข้อมูล

แต่เนื่องจากการส่งข้อมูลของโมเด็มจะส่งข้อมูลจากMSB ก่อน เมื่อทำการแปลงข้อมูลแล้วจึงต้องทำการสลับบิตจาก MSB เป็น LSB ของทุกๆไบต์(Byte)ข้อมูล แล้วจึงบันทึกข้อมูลเก็บไว้เป็นแฟ้มข้อมูลเพื่อส่งไปยังโทรสารปลายทางต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 ผังการทำงานของส่วนการเข้ารหัสข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 ส่วนติดต่อโมเด็ม

ส่วนการติดต่อโมเด็ม จะทำหน้าที่ติดต่อและสั่งงานโมเด็มให้ทำการหมุนโทรศัพท์ไปยังเครื่องโทรสารปลายทางและส่งข้อมูลที่เตรียมเอาไว้แล้ว ไปยังเครื่องโทรสารปลายทาง โดยใช้คำสั่งAT ในการส่งให้โมเด็มทำงาน

หลักการทำงาน จะใช้มาตรฐานคำสั่งAT FAX Class 2 ในการสั่งงานโมเด็มทำงาน ซึ่งคำสั่งAT ที่ใช้งานด้านโทรสารจะประกอบด้วยATตามด้วย +F แล้วตามด้วยคำสั่ง และเงื่อนไขของคำสั่ง เช่น AT+FCLASS =2, AT+FLID "4A FAX Projec ซึ่งในการทำงานของแต่ละคำสั่งจะมีเงื่อนไขต่างๆต่างกัน (ดู ภาคผนวก)

การทำงานของโมเด็มจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ ITU-T T.30 ซึ่งมีการแบ่งการติดต่อกันของโทรสารกลุ่ม3 ออกเป็นขั้นตอนต่างๆ 5 เฟส เฟส A-เฟส E (Phase A- Phase E)โดยเมื่อสั่งให้โมเด็มทำงาน โมเด็มจะทำการส่งสัญญาณตามมาตรฐานT.30 ออกไปติดต่อกับเครื่องโทรสารปลายทาง และเมื่อโทรสารปลายทางส่งสัญญาณตอบรับกลับมายังโมเด็ม โมเด็มก็จะส่งข้อมูลตอบรับมาหาคอมพิวเตอร์ในรูปแบบของ คำสั่งAT ตอบรับมายังเครื่องคอมพิวเตอร์

เฟส A: การเริ่มติดต่อ จะเป็นการสั่งโมเด็มให้หมุนหมายเลขโทรศัพท์ไปยัง โทรสารปลายทางด้วยคำสั่ง ATDT แล้วตามด้วยหมายเลขโทรศัพท์ปลายทาง (เช่น ATDT 023266232) เมื่อปลายทางรับสายจะส่งสัญญาณ CNG Beep ไปยังปลายทาง ปลายทางจะตอบรับพร้อมส่งสัญญาณ CED (Called Station Identification) กลับมา โมเด็มจะตอบรับพร้อมส่งข้อมูล +FCON มายังคอมพิวเตอร์

เฟส B: ขั้นตอนก่อนส่งข้อมูล หลังจากทำการติดต่อกันได้แล้วจะทำการตรวจสอบคุณสมบัติต่างๆในการรับและส่งข้อมูลให้ตรงกัน โทรสารจะทำการแจ้งสถานะและตรวจสอบสถานะต่างๆ โดยโมเด็มจะส่งชื่อเครื่องโทรสารต้นทาง ด้วยคำสั่ง AT+FLID= "4A FAX Project" และส่งสัญญาณ DIS (Digital Identification Signal) ด้วยคำสั่ง AT+FDIS = 0,5,0,2,0,0,0,4 เมื่อปลายทางได้รับสัญญาณจะส่ง DCS (Digital Command Signal) กลับมาเพื่อแจ้งว่าจะสามารถใช้คุณสมบัติชนิดใดบ้าง โมเด็มก็จะทำการตอบกลับ +FDCS: โทรสารด้านผู้ถูกเรียกจะส่งสัญญาณความเร็วสูงที่เรียกว่า เทรนนิ่ง(Training) เพื่อตรวจสอบระบบแล้วส่ง CFR(Confirmation to Request) กลับมาเพื่อยืนยันความพร้อมในการรับข้อมูล เมื่อพร้อมรับข้อมูลแล้ว โมเด็มจะส่งข้อมูล CONNECT มายังคอมพิวเตอร์

เฟส C: การส่งข้อมูล ทำการส่งข้อมูลออกไปหลังจากได้รับสัญญาณ CONNECT จากโมเด็มแล้ว โปรแกรมจะทำการส่งข้อมูล ที่ได้เตรียมไว้แล้วไปยังเครื่องโทรสารปลายทาง และหลังจากข้อมูลถูกส่งไปครบทั้งหมดแล้ว จะตามด้วย <DCE> <ETX> เพื่อแจ้งให้ปลายทางทราบว่าจบข้อมูลที่ต้องการส่งแล้ว

เฟส D: หลังการส่งข้อมูล หลังจากส่งข้อมูลเรียบร้อยด้านผู้เรียกจะทำการส่ง RTC (Return to Control) และส่ง EOP (End of Procedure) เพื่อแสดงว่าจบการทำงาน ด้วยคำสั่ง AT+FET=2 และรอรับสัญญาณMCF (Message Confirmation) ซึ่งโมเด็มจะส่งข้อมูลกลับมา +FPTS: 1

เฟส E: การเลิกการติดต่อ การยกเลิกการติดต่อระหว่างโทรสาร โดยส่งสัญญาณ DCN (Disconnect) เพื่อทำการวางสาย และรอสัญญาณตอบกลับจากโมเด็ม +FHNG: 0 เป็นการสิ้นสุดการทำงานส่งโทรสารของส่วนติดต่อกับโมเด็ม

เอกสารนี้มีไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 หน้าที่ของไฟล์ข้อมูลต่างๆ

โครงงานนี้ประกอบด้วยไฟล์ข้อมูลต่างๆ ซึ่งทำหน้าที่ต่างๆกันดังนี้

-FAXProject.dpr เป็นไฟล์หลักในการทำงานซึ่งเก็บข้อมูลรายละเอียดต่างๆ ภายในโปรเจค (Project) ว่าภายในโปรเจคประกอบด้วยยูนิต(Unit) และฟอร์ม(Form)ใดบ้าง

-main.pas ยูนิตไฟล์ที่เก็บรายละเอียดเกี่ยวกับการทำงานในส่วนควบคุมหลัก

-user.pas ยูนิตไฟล์ที่เก็บรายละเอียดเกี่ยวกับการทำงานในส่วนการจัดการผู้ใช้งาน

-huff.pas ยูนิตไฟล์ที่เก็บรายละเอียดเกี่ยวกับการทำงานในส่วนการเข้ารหัส

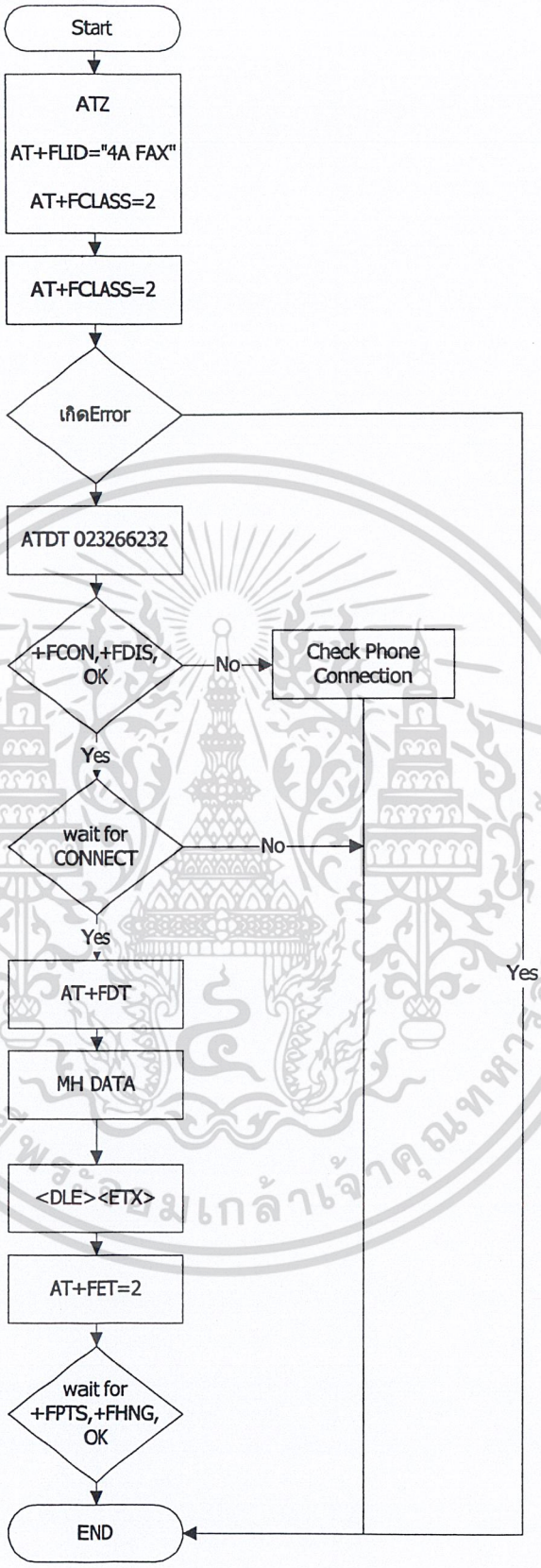
-main.dfm ฟอร์มไฟล์(Form File)เก็บรายละเอียดของอ็อบเจกต์(Object)ต่างๆที่อยู่บนฟอร์ม

-faxproject.res เป็นResource file เก็บข้อมูลที่ใช้สำหรับวินโดว์ ปรกติใช้เก็บส่วนต่างๆที่เป็นข้อมูลไบนารี่

และเมื่อทำการคอมไพล์(Compile)โปรแกรมทั้งหมดแล้วจะประกอบด้วยไฟล์ข้อมูลที่สามารถทำงานได้ด้วยตัวเองคือ

-FAXProject.EXE เป็นโปรแกรมไฟล์ที่ใช้ในการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



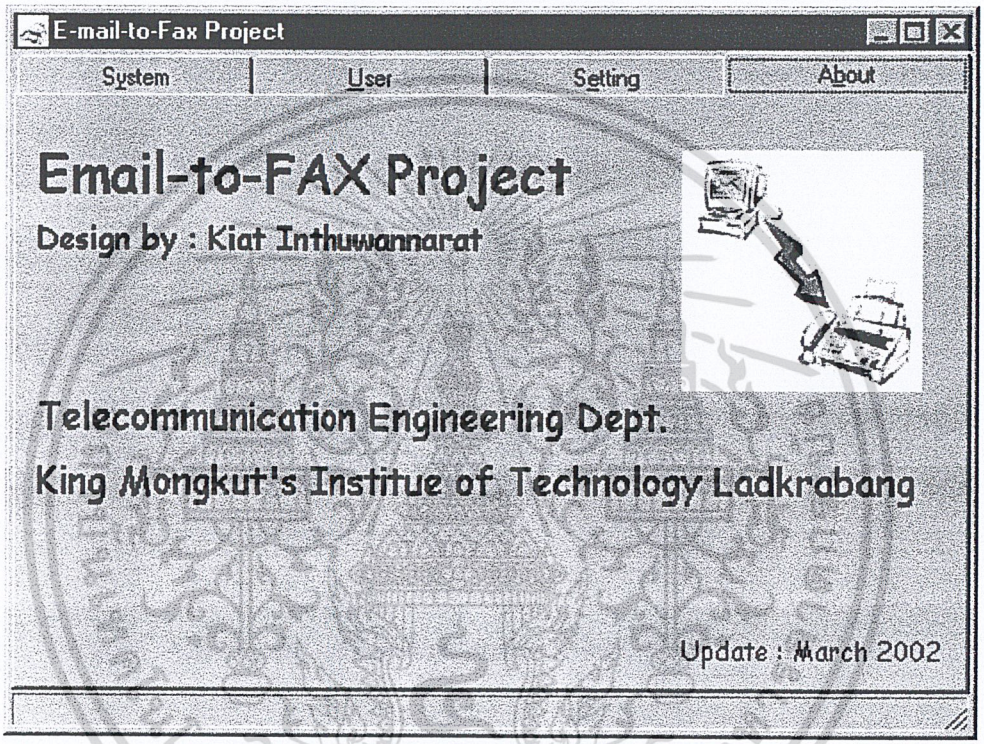
รูปที่3.6 ผังการทำงานของส่วนการติดต่อโมเด็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1 การตั้งค่าเริ่มต้น

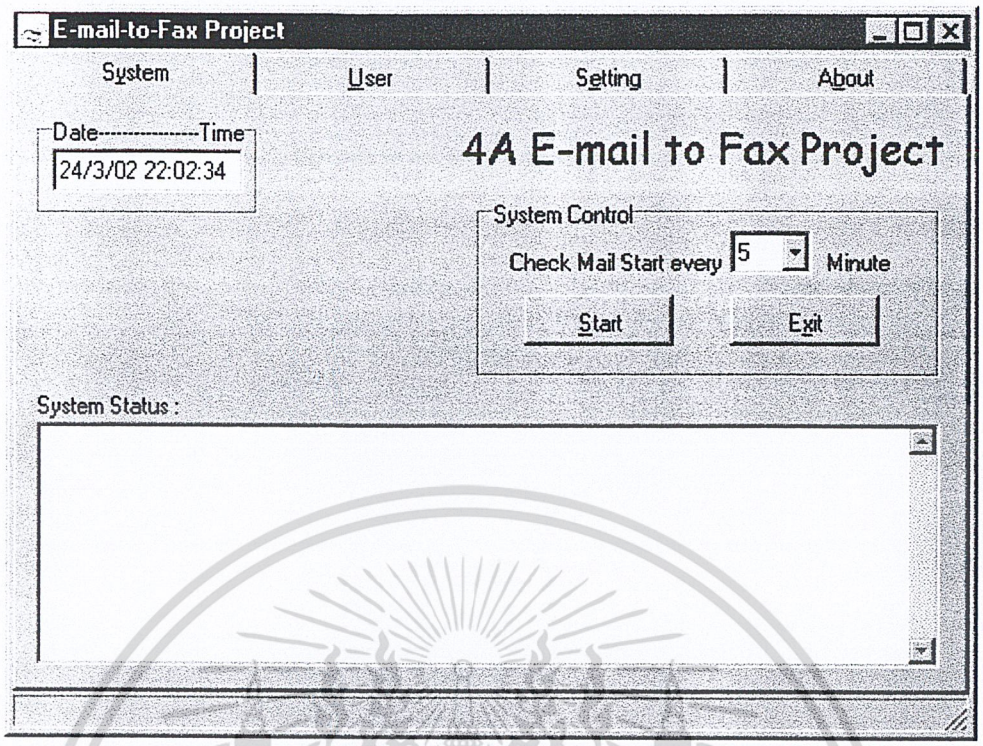
การใช้งานของโปรแกรมสามารถเรียกใช้ไฟล์ข้อมูลชื่อ FAXPROJECT.EXE ซึ่ง เป็นไฟล์ข้อมูลหลักในการทำงาน สามารถเริ่มต้นทำงานโดยดับเบิ้ลคลิก(Double Click)ที่ไฟล์ข้อมูลดังกล่าว จะปรากฏผลดังรูปที่ 4.1



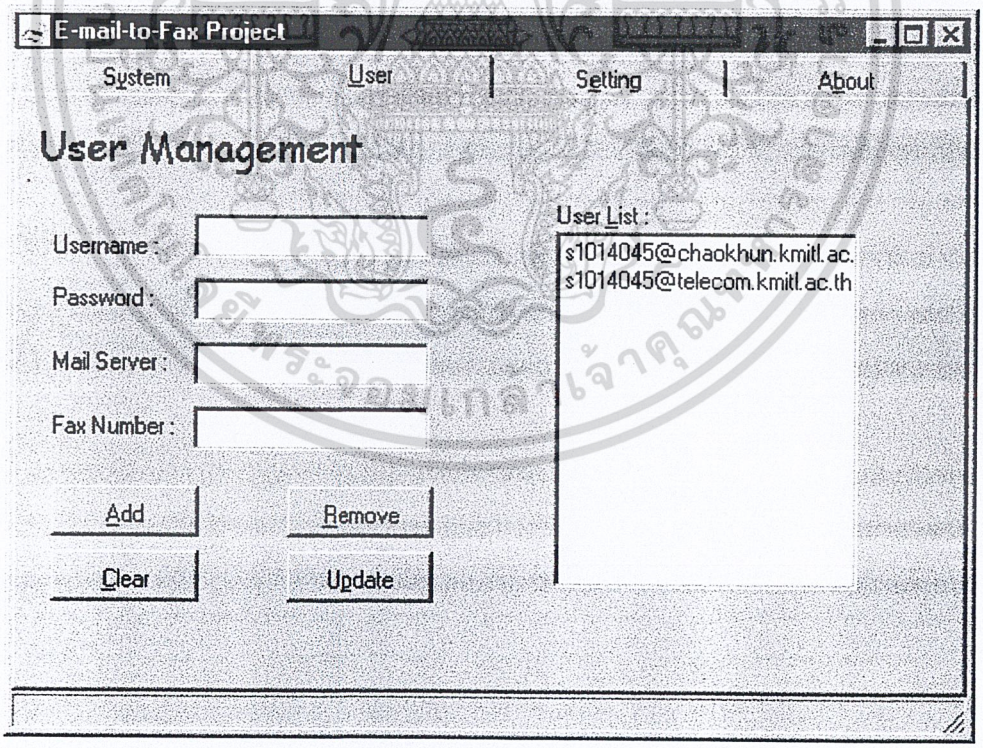
รูปที่ 4.1 แสดงหน้าจอเริ่มต้นการทำงานของโปรแกรม

โปรแกรมจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ ส่วนควบคุมหลัก(System) ส่วนการกำหนดรายละเอียดผู้ใช้งาน(User) และส่วนการกำหนดค่าเงื่อนไข(Setting) โดยส่วนควบคุมหลักจะมีหน้าจอการทำงานเป็นดังรูปที่ 4.2 สำหรับส่วนการกำหนดรายละเอียดผู้ใช้งานจะมีหน้าจอการทำงานดังรูปที่ 4.3 และส่วนการกำหนดค่าเงื่อนไข จะแสดงดังรูปที่ 4.4 โดยสามารถเลือกเข้าไปในส่วนต่างๆได้โดยการคลิกเลือกที่แถบชื่อด้านบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

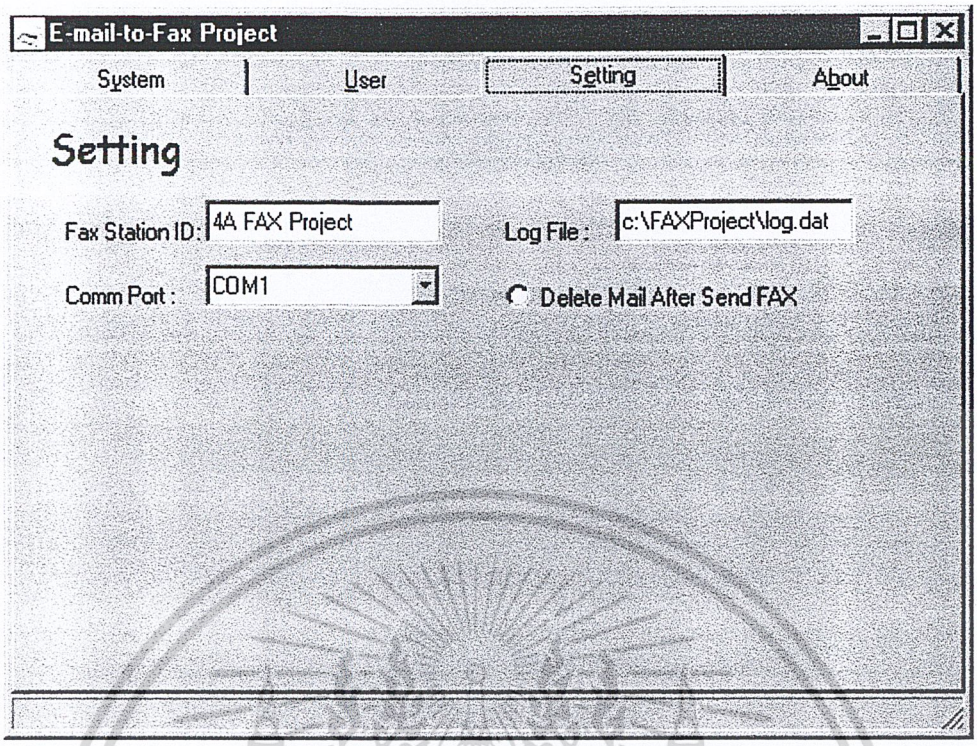


รูปที่4.2 แสดงหน้าจอส่วนควบคุมหลัก



รูปที่ 4.3 แสดงหน้าจอส่วนการกำหนดรายละเอียดผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 แสดงหน้าจอส่วนการกำหนดค่าเงื่อนไข

การเริ่มต้นการทำงานผู้ใช้งานจะต้องกำหนดรายละเอียดผู้ใช้งาน เมื่อกรอกข้อมูลต่างๆ ครบถ้วน ได้แก่ ชื่อผู้ใช้งาน(Username) รหัสผ่าน(Password) เมล์เซิร์ฟเวอร์ (Mail Server) และเบอร์โทรสารที่ต้องการให้ส่งข้อมูล(Fax Number) แล้วให้กดปุ่ม Add เพื่อเพิ่มชื่อในบัญชีผู้ใช้งาน

เมื่อกำหนดรายละเอียดผู้ใช้งานเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อมาคือการตั้งค่าเงื่อนไขให้กับอุปกรณ์ที่จะใช้ในการติดต่อ ซึ่งแสดงดังรูปที่ 4.4 โดยการกำหนดค่านี้จะต้องกำหนดค่าคอมพอร์ทที่โมเด็มที่ใช้ในการเชื่อมต่ออยู่กับเครื่องคอมพิวเตอร์ กำหนดชื่อเครื่องโทรสาร กำหนดชื่อไฟล์ข้อมูลสำหรับบันทึกข้อมูลการทำงานของโปรแกรม และกำหนดว่าจะลบจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ภายหลังจากจัดส่งไปยังเครื่องโทรสารหรือไม่

เมื่อกำหนดค่าต่างๆ เรียบร้อยแล้ว การเริ่มต้นการใช้งานโดยเรียกใช้งานจากส่วนควบคุมโดยจะต้องกำหนดระยะห่างของเวลาการทำงานให้โปรแกรมตรวจสอบจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ จากนั้นกดปุ่ม Start เพื่อเริ่มการทำงาน โปรแกรมจะเริ่มนับเวลาถอยหลังตามเวลาที่ได้กำหนดไว้จนครบ แล้วจึงเริ่มการทำงาน

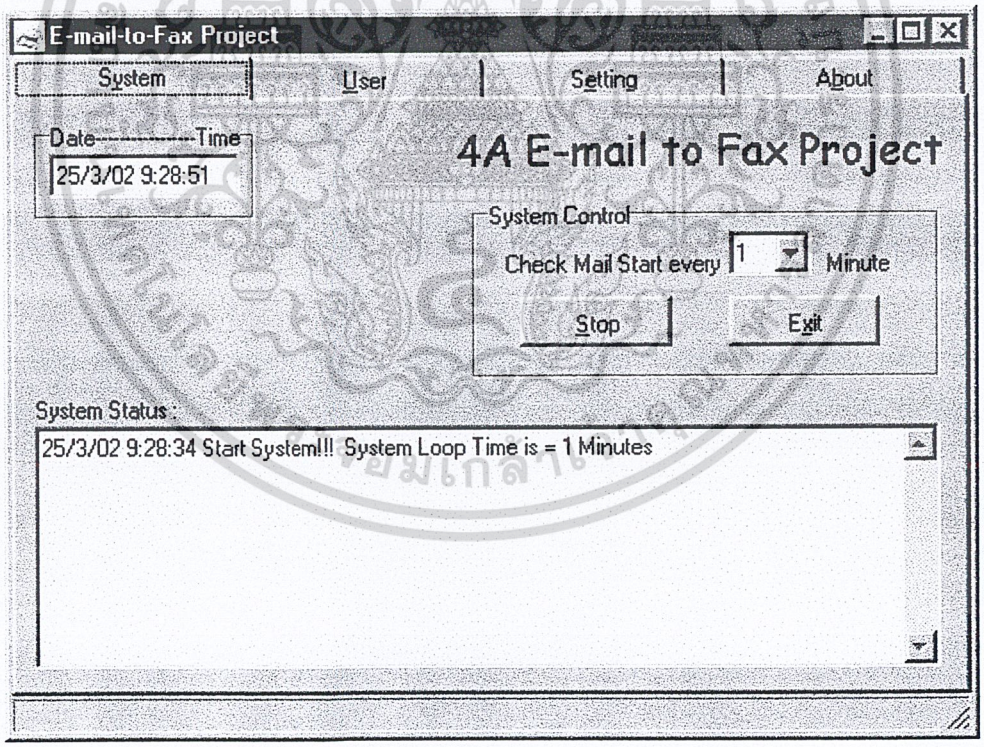
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ขั้นตอนการทำงาน

ก่อนสั่งโปรแกรมเริ่มทำงาน ควรตรวจสอบว่าการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตและการต่ออุปกรณ์โมเด็มได้ทำอย่างถูกต้องแล้ว เมื่อสั่งให้โปรแกรมเริ่มทำงาน โปรแกรมจะทำการนับเวลาถอยหลังตามที่กำหนดไว้ หลังจากครบเวลาที่กำหนดจะทำการเรียกข้อมูลผู้ใช้ขึ้นมา เพื่อทำการตรวจสอบจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ใน เมล์เซิร์ฟเวอร์

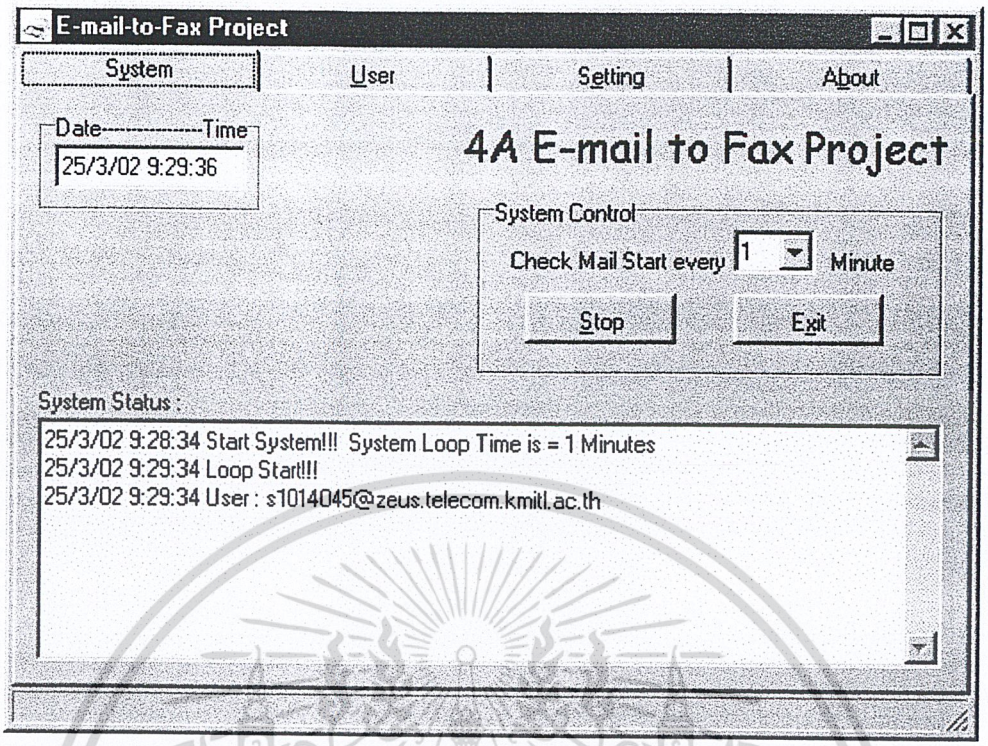
เมื่อตรวจสอบพบจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ฉบับใหม่ที่ยังไม่ได้เปิดอ่าน โปรแกรมจะทำการเรียกข้อความในจดหมายอิเล็กทรอนิกส์มาแปลงข้อมูลแล้วทำการส่งไปยังเครื่องโทรสารที่ได้กำหนดเลขหมายปลายทางไว้ เมื่อจัดส่งเรียบร้อยแล้วก็จะเรียกข้อมูลผู้ใช้คนถัดไปและทำตามขั้นตอนการตรวจสอบดังที่ได้กล่าวไปแล้วซ้ำไปจนครบทุกผู้ใช้ หลังจากนั้นจะทำการหยุดรอและเริ่มนับเวลาถอยหลังตามที่ได้กำหนดไว้แล้วจึงเริ่มการทำงานในรอบต่อไป

เมื่อต้องการให้หยุดการทำงานสามารถกดปุ่ม Stop โปรแกรมจะหยุดการทำงาน หลังจากตรวจสอบจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ในรอบนั้นๆจบแล้ว และถ้าต้องการออกจากโปรแกรมก็สามารถทำได้โดยกดปุ่ม Exit

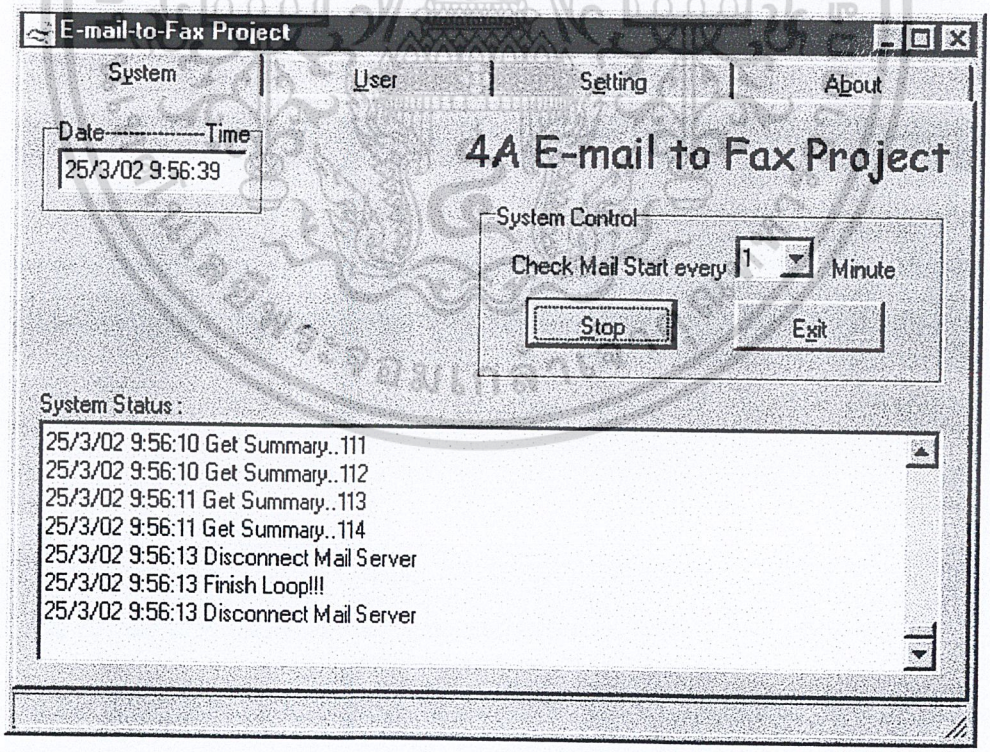


รูปที่ 4.5 แสดงหน้าจอเมื่อสั่งโปรแกรมเริ่มทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

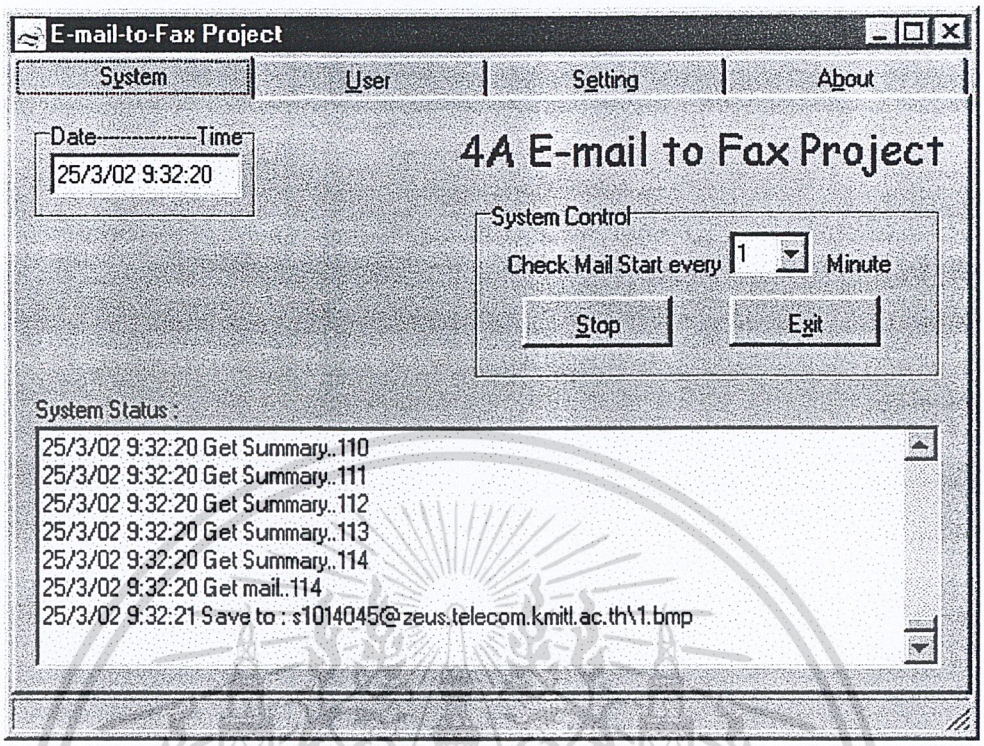


รูปที่ 4.6 แสดงหน้าจอเมื่อสั่งครบเวลาการทำงานเริ่มทำการตรวจสอบจดหมายอิเล็กทรอนิกส์

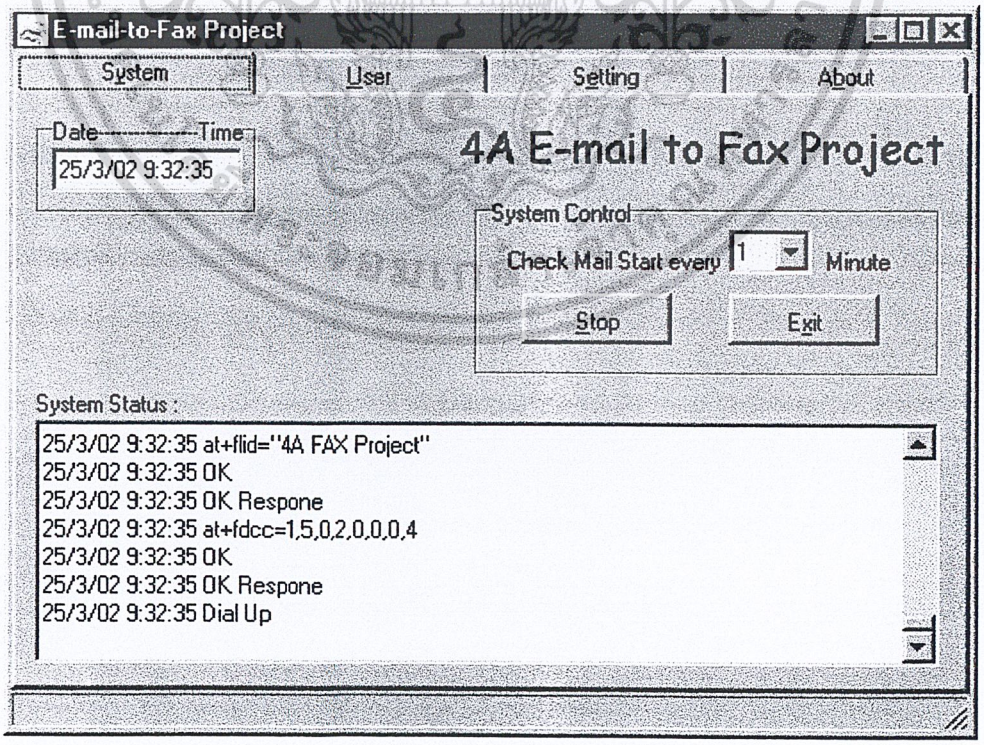


รูปที่ 4.7 แสดงหน้าจอขณะทำงานหลังจากตรวจจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ครบแล้วไม่พบจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ฉบับใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

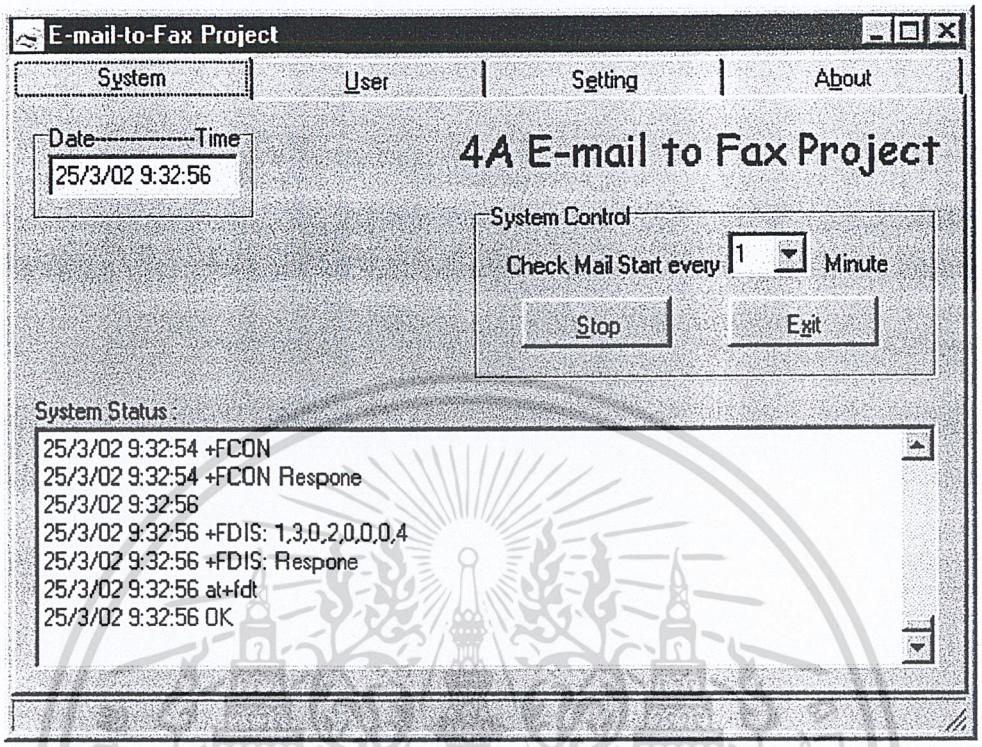


รูปที่ 4.8 แสดงหน้าจอขณะทำงานหลังจากตรวจจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ครบแล้วพบจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ฉบับใหม่

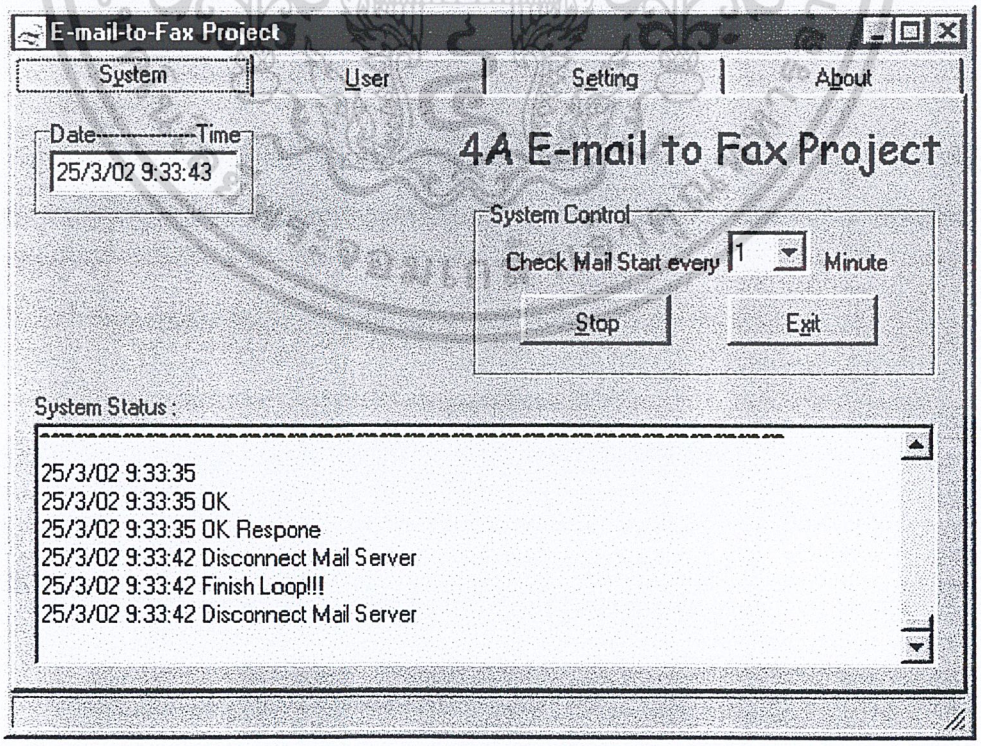


รูปที่ 4.9 แสดงหน้าจอขณะหมุนโทรศัพท์เพื่อส่งโทรสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 แสดงหน้าจอขณะหมุนโทรศัพท์เพื่อส่งโทรสาร



รูปที่ 4.11 แสดงหน้าจอเมื่อทำการส่งโทรสารเรียบร้อยแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในขณะทำงานขั้นตอนการทำงานทุกอย่างรวมทั้งข้อผิดพลาดจะแสดงบนหน้าจอส่วนสถานะของระบบ (System Status) และบันทึกลงในไฟล์ข้อมูลบันทึกการทำงานที่กำหนดไว้

และถ้ามีความผิดพลาดเกิดขึ้นโปรแกรมจะทำการข้ามขั้นตอนนั้นๆไปเพื่อทำงานในขั้นตอนต่อไป โดยมีการแจ้งความผิดพลาดไว้ในส่วนสถานะของระบบ และบันทึกลงในไฟล์ข้อมูลบันทึกการทำงานที่กำหนดไว้ด้วย

4. 3 การเปรียบเทียบสมรรถภาพของการเข้ารหัส Modified Huffman

การเข้ารหัส Modified Huffman จะต้องทำการอ่านค่าข้อมูลจากไฟล์ข้อมูลประเภทรูปบิตแมป ((Bitmap)ไฟล์ข้อมูลชนิดที่มีนามสกุล BMP) ซึ่งเป็นการเข้ารหัสแบบความยาวไม่เท่ากัน (Runlength Encoder) จะมีอัตราการบีบอัดข้อมูลไม่เท่ากันซึ่งจะขึ้นอยู่กับข้อมูลของแต่ละข้อมูลเอง ถ้าข้อมูลที่มีความน่าจะเป็นสูง จะสามารถเข้ารหัสด้วยอัตราบีบอัดมากแต่ถ้าข้อมูลที่มีความน่าจะเป็นน้อยเมื่อเข้ารหัสแล้วจะมีอัตราการบีบอัดน้อยตามไปด้วย เนื่องจากเมื่อทำการเข้ารหัสแล้วโปรแกรมจะทำการจัดเก็บไฟล์ข้อมูลที่ได้ทำการเข้ารหัสแล้วเก็บไว้ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลต้นฉบับที่เป็นภาพบิตแมป จะสามารถนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลที่เข้ารหัสแล้วได้ผลเป็นดังนี้

From : Member Services <bbench1.817.3050615@ewrma.com>
Subject : Special Time-Sensitive Offer From Brainbench
Message :
Dear Brainbench Member:

By now, you've heard plenty of reasons why Brainbench subscriptions are such a great value. Now let me give you one more.

>From now through March 31, 2002 at 11:59 p.m. EST (GMT-5), all new 6-month or annual subscription orders for Brainbench Cer

To order a subscription now, go to:
http://ewrma.com/cd?cd=817&rd=3050615&ud=919

Brainbench Cert Preps are an excellent learning tool to help you prepare and gain confidence for a Brainbench Certification test

In addition to an overall score, you also receive feedback for each question, letting you know not only what the correct answers

Consider how much you'll save through this special offer (prices in U.S. $):
~
Annual subscription: Regularly $249, now $189 (save $60)~ ~ ~
6-month subscription: Regularly $149, now $99 (save $50)~

To take advantage of the FREE upgrade offer, go to: http://ewrma.com/cd?cd=817&rd=3050615&ud=919~

Make the most of your Brainbench subscription. Order now!

รูปที่4. 12ก ภาพตัวอย่างการเปรียบเทียบสมรรถภาพของการเข้ารหัส

ขนาดไฟล์ข้อมูลภาพแบบบิตแมป 242 Kb

ขนาดไฟล์ข้อมูลที่เข้ารหัส Modified Huffman 26.2 Kb

อัตราการบีบอัดข้อมูล 9 : 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

From : s1014045@telecom.kmitl.ac.th
Subject : ทดสอบการส่ง
Message :
123456 465487
465465
545648 68
5465468 6 4684 68 46 46 68 97 51 3
54 87 8/ 75 48 4687 613 8787
84 6 876 54
87 6

---

http://www.telecom.kmitl.ac.th/

รูปที่4. 12ข ภาพตัวอย่างการเปรียบเทียบสมรรถภาพของการเข้ารหัส

ขนาดไฟล์ข้อมูลภาพแบบบิตแมป 242 Kb

ขนาดไฟล์ข้อมูลที่เข้ารหัส Modified Huffman 8.89 Kb

อัตราการบีบอัดข้อมูล 27 : 1

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการเข้ารหัสข้อมูล นั้นจะขึ้นอยู่กับภาพบิตแมปข้อมูล ข้อมูลรูปที่4.12ก ซึ่งมีข้อมูลสีขาวมาก(ความน่าจะเป็นของสีขาวเกิดมากกว่า) จะมีอัตราการบีบอัดข้อมูลมากกว่าข้อมูลรูปที่4.12ข ซึ่งมีสีขาวน้อยกว่าทำให้มีอัตราการบีบอัดข้อมูลน้อยกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลการทดลอง

การทดลองได้ทดลองโปรแกรมที่เขียนขึ้นมาทำการเรียกข้อมูลจดหมายอิเล็กทรอนิกส์จากเมล์เซิร์ฟเวอร์ของเครื่องเจ้าคุณ(chaokhun.kmitl.ac.th) ซึ่งเป็นเมล์เซิร์ฟเวอร์หลักของสถาบันฯ และเมล์เซิร์ฟเวอร์ของเครื่องเซอุส (zeus.telecom.kmitl.ac.th) ซึ่งเป็นเมล์เซิร์ฟเวอร์ของภาควิชาฯ สามารถทำงานได้อย่างถูกต้องและให้ผลดังต่อไปนี้

From:4A FAX Project To : 023266232 For : s1014045@chaokhun.kmitl.ac.th Date-Time : 24/3/02 14:52:06

From : s1014045@telecom.kmitl.ac.th

Subject : ทดลองการส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์

Message :
นี่คือการทดลองส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ ไปแสดงยังเครื่องโทรสาร
โดยโปรแกรม 4A E-mail to FAX Project
This is Testing E-mail test for a 4A E-mail to FAX Project

1234567890
๑๒๓๔๕๖๗๘๙๐

ขอบคุณครับ
Thanks
You

---

http://www.telecom.kmitl.ac.th/

รูปที่ 4.13ก ตัวอย่างเอกสารที่ได้จากเครื่องโทรสารปลายทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

From:4A FAX Project To : 023266232 For : s1014045@zeus.telecom.kmitl.ac.th Date-Time : 24/3/02 7:06:5

From : Kiat Intiruwatmarat <s1014045@kmitl.ac.th>

Subject : -?ISO-8859-1?B?UmU6ILe0xc2nodLDyuinqLTLwdLCzdTgxeeht0PHudShyuw=?-

Message :
ได้รับ FAX แล้วครับ ขัดเจนดี
ยินดีด้วยน่ะ

Bye
เกียรติ

On Sun, 24 Mar 2002 s1014045@telecom.kmitl.ac.th wrote:

> นี่ คือการทดลองส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ ไปยังเครื่องโทรสาร
> โดยโปรแกรม 4A E-mail to FAX Project
> This is Testing E-mail test for a 4A E-mail to FAX Project
>
> 1234567890
> ๑๒๓๔๕๖๗๘๙๐
>
> ขอบคุณครับ
> Thanks
> You
> ———————————
> http://www.telecom.kmitl.ac.th/
>
>
>

รูปที่ 4.13ข ตัวอย่างเอกสารที่ได้จากเครื่องโทรสารปลายทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

โครงงานนี้เป็นการพัฒนาโปรแกรมเพื่อใช้งานเป็นตัวกลางเชื่อมต่อเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการตรวจสอบจดหมายอิเล็กทรอนิกส์แล้วนำข้อมูลไปเข้ารหัสและส่งข้อมูลไปแสดงยังโทรสารปลายทางซึ่งอยู่บนเครือข่ายโทรศัพท์

จากการทดลองการส่งข้อมูลจากจดหมายอิเล็กทรอนิกส์มายังเครื่องโทรสาร โดยโปรแกรมที่สร้างขึ้นเพื่อทำหน้าที่ตรวจสอบจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ ทำการเข้ารหัสข้อมูล และส่งข้อมูลที่เข้ารหัสแล้วไปยังโทรสารปลายทางตามที่กำหนดไว้ สามารถทำงานได้อย่างถูกต้องและให้ผลเป็นที่น่าพอใจคือสามารถนำข้อมูลชนิดที่เป็นตัวอักษรมาแปลงให้อยู่ในรูปแบบของข้อมูลที่ส่งผ่านโทรสารไปยังปลายทางได้ โดยผลที่ได้ออกมามีความผิดเพี้ยนเล็กน้อย

โครงงานนี้ยังสามารถส่งข้อมูลประเภทตัวอักษรได้เพียงชนิดเดียว แนวทางการพัฒนาต่อไป ควรทำการจะศึกษาการนำข้อมูลที่ติดมากับจดหมายอิเล็กทรอนิกส์(Attach File) ที่พบบ่อย เช่น เอกสารไมโครซอฟต์เวิร์ด เอกสารเอชทีเอ็มแอล(HTML) หรือรูปภาพ มาแปลงและส่งไปยังปลายทางผ่านโทรสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

มาตรฐานCCITT(ITU-T) T.4และ T.30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STANDARDIZATION OF GROUP 3 FACSIMILE APPARATUS FOR DOCUMENT TRANSMISSION

(Geneva, 1980, amended at Malaga-Torremolinos, 1984)

The CCITT,

considering

(a) that Recommendation T.2 refers to Group 1 type apparatus for ISO A4 document transmission over a telephone-type circuit in approximately six minutes;

(b) that Recommendation T.3 refers to Group 2 type apparatus for ISO A4 document transmission over a telephone-type circuit in approximately three minutes;

(c) that there is a demand for Group 3 apparatus which enables an ISO A4 document to be transmitted over a telephone-type circuit in approximately one minute;

(d) that for a large number of applications black and white reproduction is sufficient;

(e) that such a service may be requested either alternatively with telephone conversation, or when either or both stations are not attended; in both cases, the facsimile operation will follow Recommendation T.30;

unanimously declares the view

that Group 3 facsimile apparatus for use on the general switched telephone network and international leased circuits should be designed and operated according to the following standards:

1 Scanning track

The message area should be scanned in the same direction in the transmitter and receiver. Viewing the message area in a vertical plane, the picture elements should be processed as if the scanning direction were from left to right with subsequent scans adjacent and below the previous scan.

2 Dimensions of apparatus

Note – The tolerances on the factors of cooperation are subject to further study.

2.1 The following dimensions should be used:

a) A standard resolution and an optional higher resolution of 3.85 line/mm ± 1% and 7.7 line/mm ± 1% respectively in vertical direction.

b) 1728 black and white picture elements along the standard scan line length of 215 mm ± 1%.

c) Optionally, 2048 black and white picture elements along a scan line length of 255 mm ± 1%.

d) Optionally, 2432 black and white picture elements along a scan line length of 303 mm ± 1%.

2.2 Input documents up to a minimum of ISO A4 size should be accepted.

Note – The size of the guaranteed reproducible area is shown in Appendix I.

3 Transmission time per total coded scan line

The total coded scan line is defined as the sum of DATA bits plus any required FILL bits plus the EOL bits.

For the optional two-dimensional coding scheme as described in § 4.2, the total coded scan line is defined as the sum of DATA bits plus any required FILL bits plus the EOL bits plus a tag bit.

To handle various printing methods, several optional minimum total coded scan line times are possible in addition to the 20 milliseconds standard.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 The minimum transmission times of the total coded scan line should conform to the following:

1) Alternative 1, where the minimum transmission time of the total coded scan line is the same both for the standard resolution and for the optional higher resolution:

   a) 20 milliseconds recommended standard,

   b) 10 milliseconds recognized option with a mandatory fall-back to the 20 milliseconds standard,

   c) 5 milliseconds recognized option with a mandatory fall-back to the 10 milliseconds option and the 20 milliseconds standard,

   d) 0 millisecond recognized option with a mandatory fall-back to the 5 milliseconds option, the 10 milliseconds option and the 20 milliseconds standard, and an optional fall-back to the 40 milliseconds option,

   e) 40 milliseconds recognized option.

2) Alternative 2, where the minimum transmission time of the total coded scan line for the optional higher resolution is half of that for the standard resolution (see Note). These figures refer to the standard resolution:

   a) 10 milliseconds recognized option with a mandatory fall-back to the 20 milliseconds standard,

   b) 20 milliseconds recommended standard,

   c) 40 milliseconds recognized option.

The identification and choice of this minimum transmission time is to be made in the pre-message (phase B) portion of Recommendation T.30 control procedure.

Note – Alternative 2 applies to equipment with printing mechanisms which achieve the standard vertical resolution by printing two consecutive, identical higher resolution lines. In this case, the minimum transmission time of the total coded scan line for the standard resolution is double the minimum transmission time of the total coded scan line for the higher resolution.

3.2 The maximum transmission time of any total coded scan line should be less than 5 seconds. When this transmission time exceeds 5 seconds, the receiver must proceed to disconnect the line.

4 Coding scheme

4.1 *One-dimensional coding scheme*

The one-dimensional run length coding scheme recommended for Group 3 apparatus is as follows:

4.1.1 *Data*

A line of Data is composed of a series of variable length code words. Each code word represents a run length of either all white or all black. White runs and black runs alternate. A total of 1728 picture elements represent one horizontal scan line of 215 mm length.

In order to ensure that the receiver maintains colour synchronization, all Data lines will begin with a white run length code word. If the actual scan line begins with a black run, a white run length of zero will be sent. Black or white run lengths, up to a maximum length of one scan line (1728 picture elements or pels) are defined by the code words in Tables 1/T.4 and 2/T.4. The code words are of two types: Terminating code words and Make-up code words. Each run length is represented by either one Terminating code word or one Make-up code word followed by a Terminating code word.

Run lengths in the range of 0 to 63 pels are encoded with their appropriate Terminating code word. Note that there is a different list of code words for black and white run lengths.

Run lengths in the range of 64 to 1728 pels are encoded first by the Make-up code word representing the run length which is equal to or shorter than that required. This is then followed by the Terminating code word representing the difference between the required run length and the run length represented by the Make-up code.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TABLE 1/T.4

Terminating codes

White run length	Code word	Black run length	Code word
0	00110101	0	0000110111
1	000111	1	010
2	0111	2	11
3	1000	3	10
4	1011	4	011
5	1100	5	0011
6	1110	6	0010
7	1111	7	00011
8	10011	8	000101
9	10100	9	000100
10	00111	10	0000100
11	01000	11	0000101
12	001000	12	0000111
13	000011	13	00000100
14	110100	14	00000111
15	110101	15	000011000
16	101010	16	0000010111
17	101011	17	0000011000
18	0100111	18	0000001000
19	0001100	19	00001100111
20	0001000	20	00001101000
21	0010111	21	00001101100
22	0000011	22	00000110111
23	0000100	23	00000101000
24	0101000	24	00000010111
25	0101011	25	00000011000
26	0010011	26	000011001010
27	0100100	27	000011001011
28	0011000	28	000011001100
29	00000010	29	000011001101
30	00000011	30	000001101000
31	00011010	31	000001101001
32	00011011	32	000001101010
33	00010010	33	000001101011
34	00010011	34	000011010010
35	00010100	35	000011010011
36	00010101	36	000011010100
37	00010110	37	000011010101
38	00010111	38	000011010110
39	00101000	39	000011010111
40	00101001	40	000001101100
41	00101010	41	000001101101
42	00101011	42	000011011010
43	00101100	43	000011011011
44	00101101	44	000001010100
45	00000100	45	000001010101
46	00000101	46	000001010110
47	00001010	47	000001010111
48	00001011	48	000001100100
49	01010010	49	000001100101
50	01010011	50	000001010010
51	01010100	51	000001010011
52	01010101	52	000000100100
53	00100100	53	000000110111
54	00100101	54	000000111000
55	01011000	55	000000100111
56	01011001	56	000000101000
57	01011010	57	000001011000
58	01011011	58	000001011001
59	01001010	59	000000101011
60	01001011	60	000000101100
61	00110010	61	000001011010
62	00110011	62	000001100110
63	00110100	63	000001100111

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TABLE 2/T.4

Make-up codes

White run lengths	Code word	Black run lengths	Code word
64	11011	64	0000001111
128	10010	128	000011001000
192	010111	192	000011001001
256	0110111	256	000001011011
320	00110110	320	000000110011
384	00110111	384	000000110100
448	01100100	448	000000110101
512	01100101	512	0000001101100
576	01101000	576	0000001101101
640	01100111	640	0000001001010
704	011001100	704	0000001001011
768	011001101	768	0000001001100
832	011010010	832	0000001001101
896	011010011	896	0000001110010
960	011010100	960	0000001110011
1024	011010101	1024	0000001110100
1088	011010110	1088	0000001110101
1152	011010111	1152	0000001110110
1216	011011000	1216	0000001110111
1280	011011001	1280	0000001010010
1344	011011010	1344	0000001010011
1408	011011011	1408	0000001010100
1472	010011000	1472	0000001010101
1536	010011001	1536	0000001011010
1600	010011010	1600	0000001011011
1664	011000	1664	0000001100100
1728	010011011	1728	0000001100101
EOL	000000000001	EOL	000000000001

Note — It is recognized that machines exist which accommodate larger paper widths whilst maintaining the standard horizontal resolution. This option has been provided for by the addition of the Make-up code set defined as follows:

Run length (black and white)	Make-up codes
1792	00000001000
1856	00000001100
1920	00000001101
1984	000000010010
2048	000000010011
2112	000000010100
2176	000000010101
2240	000000010110
2304	000000010111
2368	000000011100
2432	000000011101
2496	000000011110
2560	000000011111

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 *End-of-line (EOL)*

This code word follows each line of Data. It is a unique code word that can never be found within a valid line of Data; therefore, resynchronization after an error burst is possible.

In addition, this signal will occur prior to the first Data line of a page.

Format: 000000000001

4.1.3 *Fill*

A pause may be placed in the message flow by transmitting Fill. Fill may be inserted between a line of Data and an EOL, but never within a line of Data. Fill must be added to ensure that the transmission time of Data, Fill and EOL is not less than the minimum transmission time of the total coded scan line established in the pre-message control procedure.

Format: variable length string of 0s.

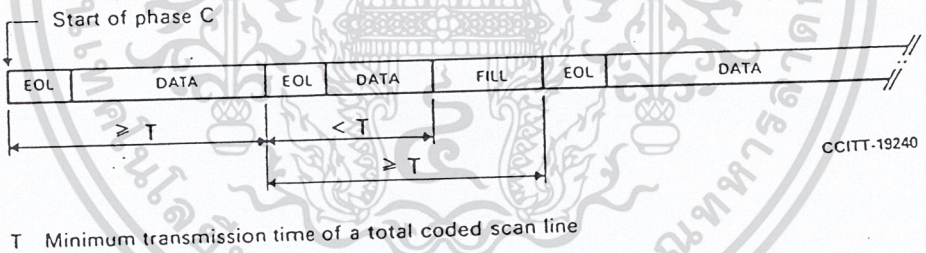
4.1.4 *Return to control (RTC)*

The end of a document transmission is indicated by sending six consecutive EOLs. Following the RTC signal, the transmitter will send the post message commands in the framed format and the data signalling rate of the control signals defined in Recommendation T.30.

Format: 000000000001 000000000001
(total of 6 times)

Figures 1/T.4 and 2/T.4 clarify the relationship of the signals defined herein. Figure 1/T.4 shows several scan lines of data starting at the beginning of a transmitted page. Figure 2/T.4 shows the last coded scan line of a page.

The identification and choice of either the standard code table or the extended code table is to be made in the pre-message (phase B) portion of Recommendation T.30 control procedures.



T Minimum transmission time of a total coded scan line

FIGURE 1/T.4

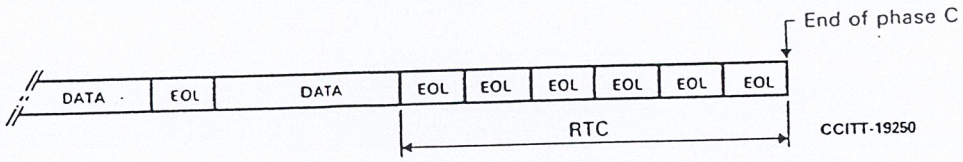


FIGURE 2/T.4

4.2 *Two-dimensional coding scheme*

The two-dimensional coding scheme is an optional extension of the one-dimensional coding scheme specified in § 4.1 and is as follows:

เอกสารนี้จัดทำขึ้นเพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1 *Data*

4.2.1.1 *Parameter K*

In order to limit the disturbed area in the event of transmission errors, after each line coded one-dimensionally, at most K-1 successive lines shall be coded two-dimensionally. A one-dimensionally coded line may be transmitted more frequently than every K lines. After a one-dimensional line is transmitted, the next series of K-1 two-dimensional lines is initiated. The maximum value of K shall be set as follows:

Standard vertical resolution: $K = 2$

Optional higher vertical resolution: $K = 4$.

Note 1 – Some Administrations pointed out that for the optional higher vertical resolution K may optionally be set to a lower value.

Note 2 – Some Administrations reserve the right to approve only such apparatus for use in the facsimile service in their respective countries which will be able to produce a visible sign on its received facsimile message indicating that two-dimensional coding has been used in the transmission process.

4.2.1.2 *One-dimensional coding*

This conforms with the description of Data in § 4.1.1.

4.2.1.3 *Two-dimensional coding*

This is a line-by-line coding method in which the position of each changing picture element on the current or coding line is coded with respect to the position of a corresponding reference element situated on either the coding line or the reference line which lies immediately above the coding line. After the coding line has been coded it becomes the reference line for the next coding line.

4.2.1.3.1 *Definition of changing picture elements (see Figure 3/T.4)*

A changing element is defined as an element whose "colour" (i.e. black or white) is different from that of the previous element along the same scan line.

a_0 The reference or starting changing element on the coding line. At the start of the coding line a_0 is set on an imaginary white changing element situated just before the first element on the line. During the coding of the coding line, the position of a_0 is defined by the previous coding mode. (See § 4.2.1.3.2.)

a_1 The next changing element to the right of a_0 on the coding line.

a_2 The next changing element to the right of a_1 on the coding line.

b_1 The first changing element on the reference line to the right of a_0 and of opposite colour to a_0.

b_2 The next changing element to the right of b_1 on the reference line.

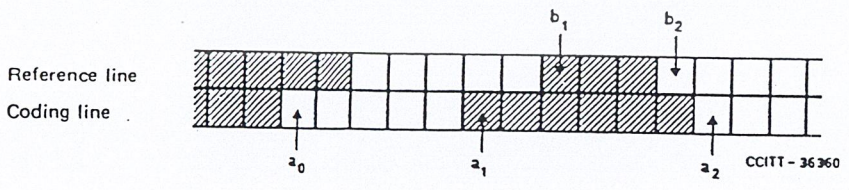


FIGURE 3/T.4

Changing picture elements

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1.3.2 *Coding modes*

One of the three coding modes are chosen according to the coding procedure described in § 4.2.1.3.3 to code the position of each changing element along the coding line. Examples of the three coding modes are given in Figures 4/T.4, 5/T.4 and 6/T.4.

a) *Pass mode*

This mode is identified when the position of b_2 lies to the left of a_1. When this mode has been coded, a_0 is set on the element of the coding line below b_2 in preparation for the next coding (i.e. on a'_0).

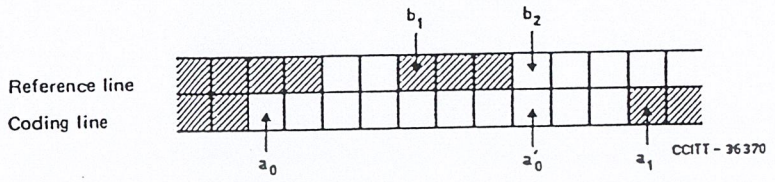


FIGURE 4/T.4

Pass mode

However, the state where b_2 occurs just above a_1, as shown in Figure 5/T.4 is not considered as a pass mode.

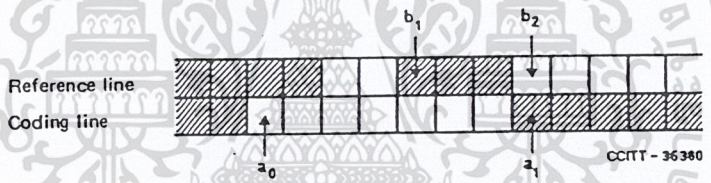


FIGURE 5/T.4

An example not corresponding to a Pass mode

b) *Vertical mode*

When this mode is identified, the position of a_1 is coded relative to the position of b_1. The relative distance a_1b_1 can take on one of seven values V(0), $V_R(1)$, $V_R(2)$, $V_R(3)$, $V_L(1)$, $V_L(2)$ and $V_L(3)$, each of which is represented by a separate code word. The subscripts R and L indicate that a_1 is to the right or left respectively of b_1, and the number in brackets indicates the value of the distance a_1b_1. After vertical mode coding has occurred, the position of a_0 is set on a_1, (see Figure 6/T.4).

c) *Horizontal mode*

When this mode is identified, both the run-lengths a_0a_1 and a_1a_2 are coded using the code words H + $M(a_0a_1)$ + $M(a_1a_2)$. H is the flag code word 001 taken from the two-dimensional code table (Table 3/T.4). $M(a_0a_1)$ and $M(a_1a_2)$ are code words which represent the length and "colour" of the runs a_0a_1 and a_1a_2 respectively and are taken from the appropriate white or black one-dimensional code tables (Tables 1/T.4 and 2/T.4). After a horizontal mode coding, the position of a_0 is set on a_2 (see Figure 6/T.4).

4.2.1.3.3 *Coding procedure*

The coding procedure identifies the coding mode that is to be used to code each changing element along the coding line. When one of the three coding modes has been identified according to Step 1 or Step 2 mentioned below, an appropriate code word is selected from the code table given in Table 3/T.4. The coding procedure is as shown in the flow diagram of Figure 7/T.4.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น และไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

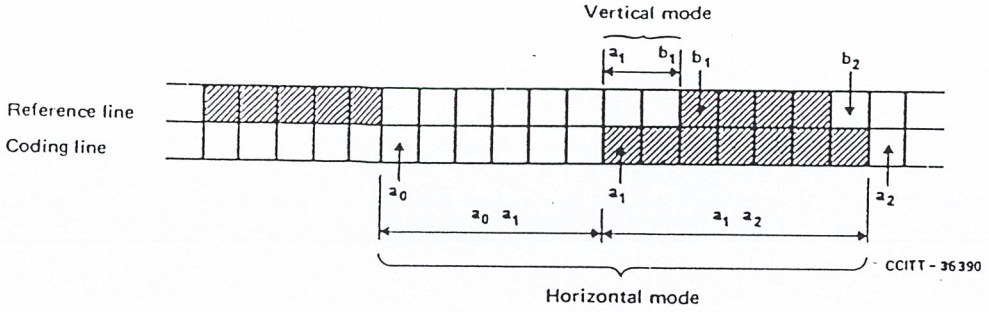


FIGURE 6/T.4

Vertical mode and Horizontal mode

Note – It does not affect compatibility to restrict the use of pass mode in the encoder to a single pass mode. Variations of the algorithm which do not affect compatibility should be the subject of further study.

Step 1

i) If a pass mode is identified, this is coded using the word 0001 (Table 3/T.4). After this processing, picture element a'_0 just under b_2 is regarded as the new starting picture element a_0 for the next coding. (See Figure 4/T.4.)

ii) If a pass mode is not detected then proceed to Step 2.

Step 2

i) Determine the absolute value of the relative distance a_1b_1.

ii) If $|a_1b_1| \leq 3$, as shown in Table 3/T.4, a_1b_1 is coded by the vertical mode, after which position a_1 is regarded as the new starting picture element a_0 for the next coding.

iii) If $|a_1b_1| > 3$, as shown in Table 3/T.4, following horizontal mode code 001, a_0a_1 and a_1a_2 are respectively coded by one-dimensional coding. After this processing position a_2 is regarded as the new starting picture element a_0 for the next coding.

4.2.1.3.4 *Processing the first and last picture elements in a line*

a) *Processing the first picture element*

The first starting picture element a_0 on each coding line is imaginarily set at a position just before the first picture element, and is regarded as a white picture element (see § 4.2.1.3.1).

The first run length on a line a_0a_1 is replaced by $a_0a_1 - 1$. Therefore, if the first run is black and is deemed to be coded by horizontal mode coding, then the first code word $M(a_0a_1)$ corresponds to a white run of zero length (see Figure 10/T.4, Example 5).

b) *Processing the last picture element*

The coding of the coding line continues until the position of the imaginary changing element situated just after the last actual element has been coded. This may be coded as a_1 or a_2. Also, if b_1 and/or b_2 are not detected at any time during the coding of the line, they are positioned on the imaginary changing element situated just after the last actual picture element on the reference line.

4.2.2 *Line synchronization code word*

To the end of every coded line is added the end-of-line (EOL) code word 000000000001. The EOL code word is followed by a single tag bit which indicates whether one- or two-dimensional coding is used for the next line.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TABLE 3/T.4

Two-dimensional code table

Mode	Elements to be coded		Notation	Code word
Pass	b_1, b_2		P	0001
Horizontal	a_0a_1, a_1a_2		H	001 + M(a_0a_1) + M (a_1a_2) (see Note)
Vertical	a_1 just under b_1	$a_1b_1 = 0$	V(0)	1
	a_1 to the right of b_1	$a_1b_1 = 1$	$V_R(1)$	011
		$a_1b_1 = 2$	$V_R(2)$	000011
		$a_1b_1 = 3$	$V_R(3)$	0000011
	a_1 to the left of b_1	$a_1b_1 = 1$	$V_L(1)$	010
		$a_1b_1 = 2$	$V_L(2)$	000010
		$a_1b_1 = 3$	$V_L(3)$	0000010
Extension	2-D (extensions) 1-D (extensions)			0000001xxx 000000001xxx (see Note 2)

Note 1 — Code M( ) of the horizontal mode represents the code words in Tables 1/T.4 and 2/T.4.

Note 2 — It is suggested the uncompressed mode is recognized as an optional extension of the two-dimensional coding scheme for Group 3 apparatus. The bit assignment for the xxx bits is 111 for the uncompressed mode of operation whose code table is given in Table 4/T.4.

Note 3 — Further study is needed to define other unspecified xxx bit assignments and their use for any further extensions.

Note 4 — If the suggested uncompressed mode is used on a line designated to be one-dimensionally coded, the coder must not switch into the uncompressed mode following any code word ending in the sequence 000. This is because any code word ending in 000 followed by a switching code 000000001 will be mistaken for an end-of-line code.

TABLE 4/T.4

Uncompressed mode code words

Entrance code to uncompressed mode	On one-dimensionally coded line: 000000001111 On two-dimensionally coded line: 0000001111	
Uncompressed mode code	*Image pattern* 1 01 001 0001 00001 00000	*Code word* 1 01 001 0001 00001 000001
Exist from uncompressed mode code	0 00 000 0000	0000001T 00000001T 000000001T 0000000001T 00000000001T

T denotes a tag bit which tells the colour of the next run (black = 1, white = 0).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

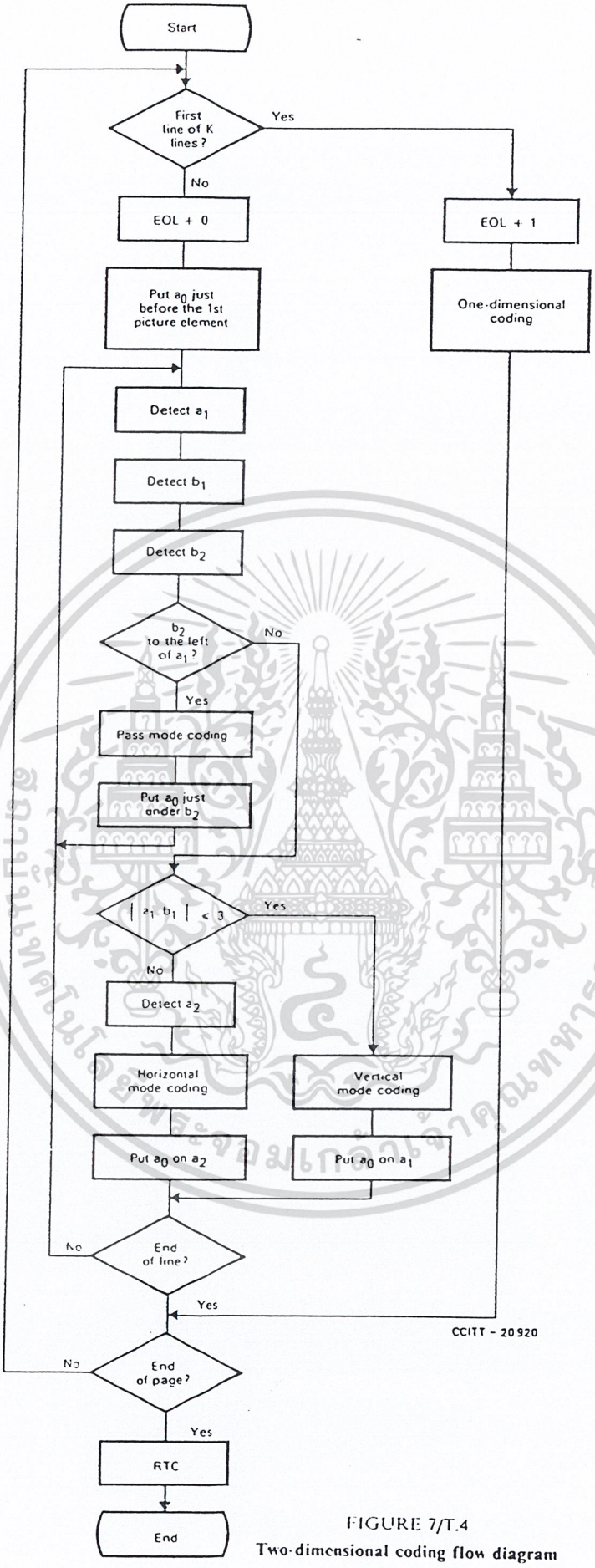


FIGURE 7/T.4

Two-dimensional coding flow diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

In addition, EOL plus the tag bit 1 signal will occur prior to the first Data line of a page.

Format:

EOL + 1: one-dimensional coding of next line

EOL + 0: two-dimensional coding of next line

4.2.3 *Fill*

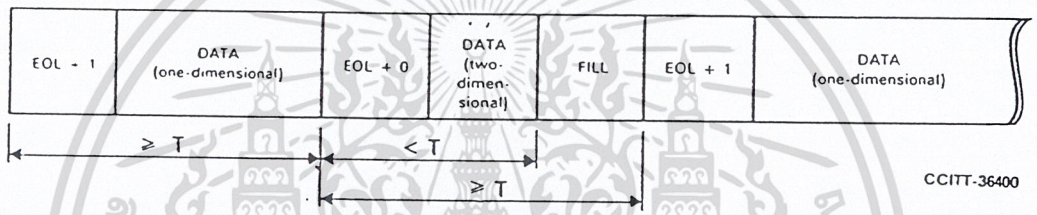
Fill is inserted between a line of Data and the line synchronization signal, EOL + tag bit, but is not inserted in Data. Fill must be added to ensure that the transmission time of Data, Fill and EOL plus tag bit is not less than the minimum transmission time of the total coded scan line.

Format: variable length string of 0 s.

4.2.4 *Return to control (RTC)*

The format used is six consecutive line synchronization code words, i.e., 6 × (EOL + 1).

To further clarify the relationship of the signals defined herein, Figures 8/T.4 and 9/T.4 are offered in the case of K = 2. Figure 8/T.4 shows several scan lines of data starting at the beginning of a transmitted page. Figure 9/T.4 shows the last several lines of a page.



T Minimum transmit time of a total coded scan line

FIGURE 8/T.4

Message transmission (first part of page)

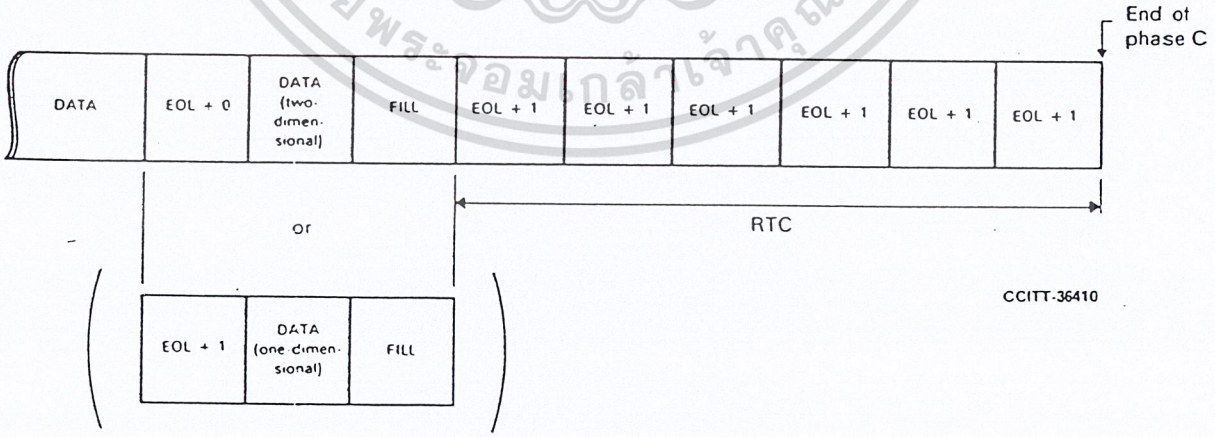


FIGURE 9/T.4

Message transmission (last part of page)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.5 *Coding examples*

Figure 10/T.4 shows coding examples of the first part of scan lines and Figure 11/T.4 coding examples of the last part, while Figure 12/T.4 shows other coding examples. The notations P, H and V in the figures are, as shown in Table 3/T.4, the symbols for pass mode, horizontal mode and vertical mode respectively. The picture elements marked with black spots indicate the changing picture elements to be coded.

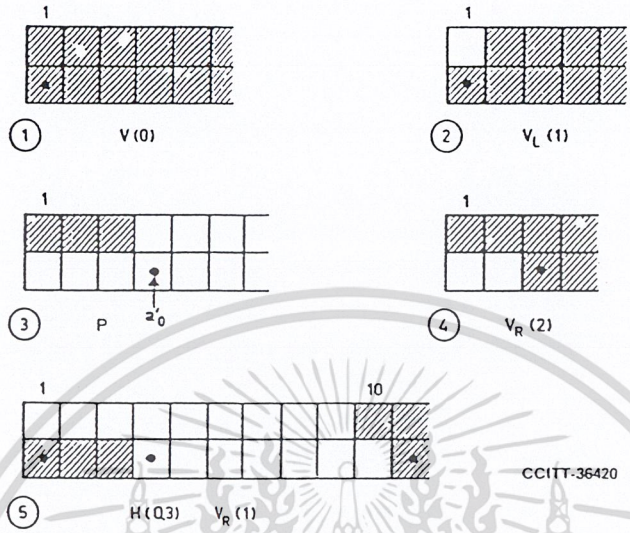


FIGURE 10/T.4

Coding examples: first part of scan line

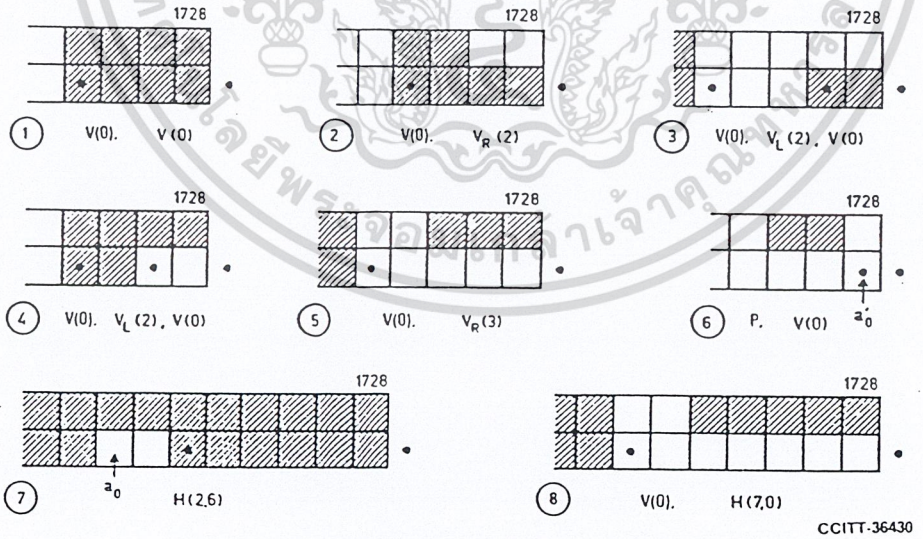


FIGURE 11/T.4

Coding examples: last part of scan line

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

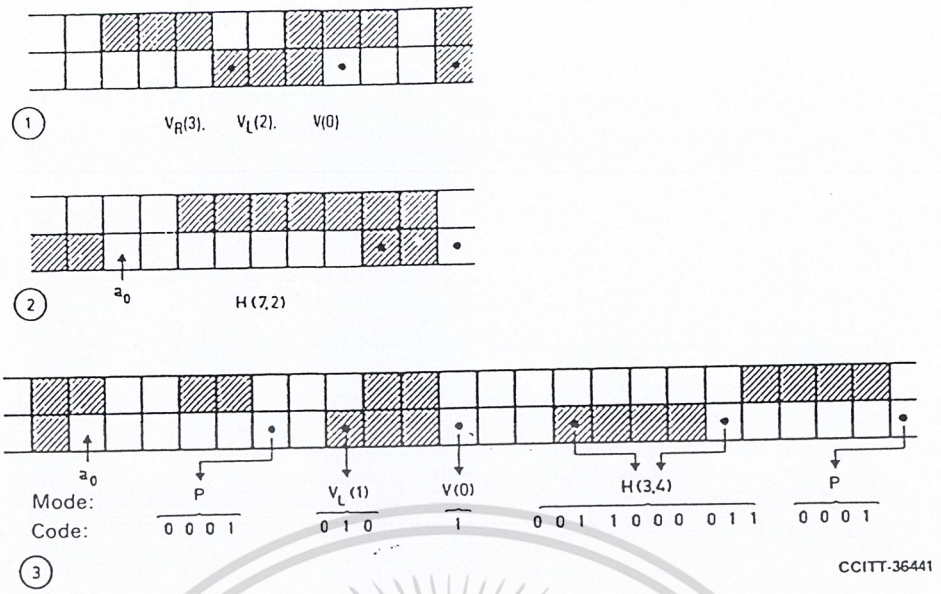


FIGURE 12/T.4
Coding examples

5 Modulation and demodulation

Group 3 apparatus operating on the general switched telephone network shall utilize the modulation, scrambler, equalization and timing signals defined in Recommendation V.27 *ter*, specifically §§ 2, 3, 7, 8, 9, 11 and the Appendix.

5.1 The training signal to be used shall be the long training sequence with protection against talker echo. (See Recommendation V.27 *ter*, §2.5.1, Table 3/V.27 *ter*).

5.2 The data signalling rates to be used are 4800 bit/s and 2400 bit/s as defined in Recommendation V.27 *ter*.

Note 1 – Some Administrations pointed out that it would not be possible to guarantee the service at a data signalling rate higher than 2400 bit/s.

Note 2 – It should be noted that there are equipments in service using, inter alia, other modulation methods.

Note 3 – Where quality of communication service can successfully support higher speed operation, such as may be possible on leased circuits or high-quality switched circuits, Group 3 apparatus may optionally utilize the modulation, scrambler, equalization and timing signals defined in Recommendation V.29, specifically §§ 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10 and 11. Under this option the data should be non-multiplexed and limited to the data signalling rates of 9600 bit/s and 7200 bit/s.

6 Power at the transmitter output

The average power should be adjustable from −15 dBm to 0 dBm but the equipment should be so designed that there is no possibility of this adjustment being tampered with by an operator.

Note – The power levels over the international circuits will conform to Recommendation V.2.

7 Power at the receiver input

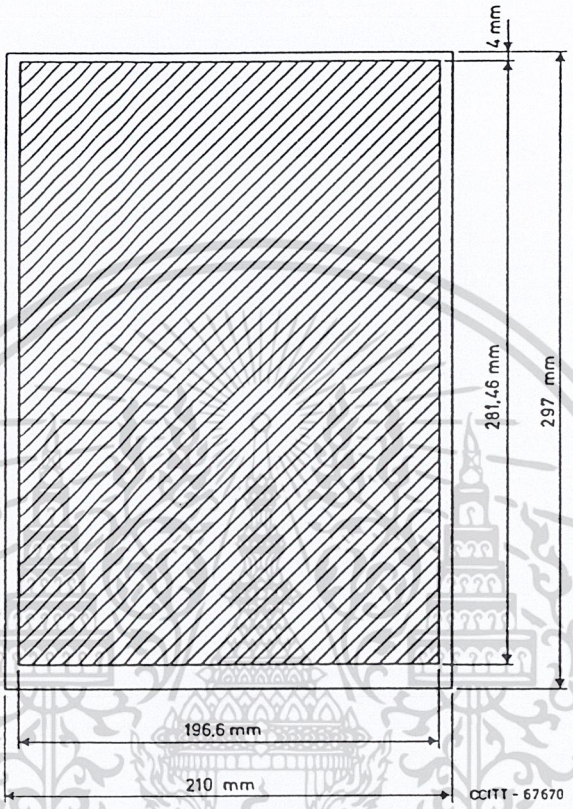
The receiving apparatus should be capable of functioning correctly when the received signal level is within the range of 0 dBm to −43 dBm. No control of receiver sensitivity should be provided for operator use.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPENDIX I

(to Recommendation T.4)

Guaranteed reproducible area for Group 3 apparatus conforming to Recommendation T.4



Note 1 – Paper characteristics (i.e. weight) are important parameters. Lightweight paper may cause additional paper handling errors and may result in a reduced guaranteed reproducible area.

Note 2 – Sheet feed mechanisms may reduce the guaranteed reproducible area.

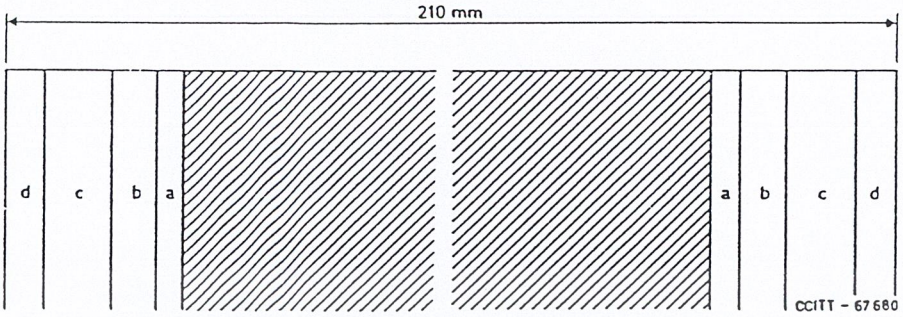
Note 3 – All calculations were done using worst case values. Using nominal values increases the reproducible area.

Note 4 – The exact horizontal position of this area within the ISO A4 paper size as well as sizes larger than the above are subject to national recommendations and/or definitions.

FIGURE I-1/T.4

Guaranteed reproducible area for Group 3 machines for use on facsimile services referring to ISO A4 paper size

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงต้นฉบับทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



a : Printer/scanner tolerances
b : Loss caused by the enlarging effect due to TLL tolerance
c : Loss caused by skew
d : Record medium positioning errors

FIGURE I-2/T.4

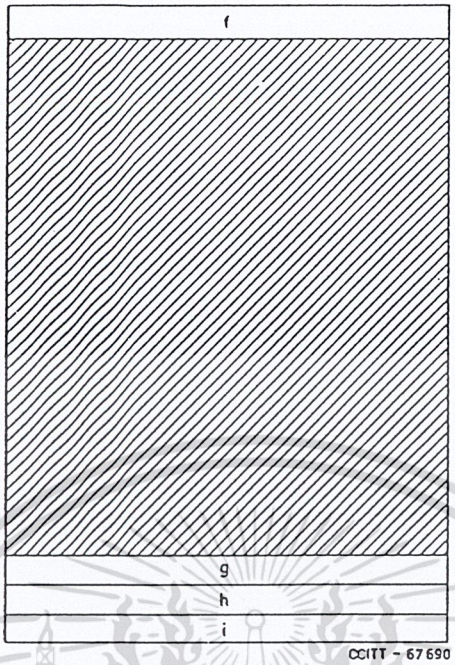
Horizontal loss

TABLE I-1/T.4

Horizontal losses

Printer/scanner	a	± 0.5 mm
Enlarging	b	± 2.1 mm
Skew	c	± 2.6 mm
Positioning errors	d	± 1.5 mm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



f : Paper insertion loss
g : Loss caused by skew
h : Scanning density tolerance
i : Gripping loss

FIGURE I-3/T.4

TABLE I-2/T.4

Vertical losses

Paper insertion	f	4.0 mm
Skew	g	± 1.8 mm
Scan line tolerance	h	± 2.97 mm
Gripping loss	i	2.0 mm

Note – Scanning density tolerance will reduce to 0 mm on roll-fed machines.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PROCEDURES FOR DOCUMENT FACSIMILE TRANSMISSION IN THE GENERAL SWITCHED TELEPHONE NETWORK[1]

(former Recommendation T.4, Mar del Plata, 1968; amended and renumbered at Geneva, 1976 and 1980 and Malaga-Torremolinos, 1984)

Introduction

i) This Recommendation is intended to apply to document facsimile apparatus covered by CCITT Recommendations T.2, T.3 and T.4. It describes the procedures and signals to be used where facsimile equipments are operated over the general switched telephone network. When existing equipments are operating in a non-CCITT manner, they shall not interfere with equipments operating in accordance with the Series T Recommendations.

ii) Arrangements for automatic calling/answering on the general switched telephone network have been aligned as closely as possible with those described in the Series V Recommendations for data terminal equipment.

iii) While there are eight possible operating methods (see Table 1/T.30) each may be described by five separate and consecutive phases:

Phase A Call set up

Phase B Pre-message procedure for identifying and selecting the required facilities

Phase C Message transmission (includes phasing and synchronization where appropriate)

Phase D Post-message procedure including end-of-message and confirmation and multi-document procedures

Phase E Call release

iv) Two separate signalling systems are described: first a simple system using single frequency tones and second a binary coded system which offers a wide range of signals for more complex operational procedures. Thus tonal signalling is restricted to manual operation at both stations or where a manually operated station intends to transmit to a called station equipped as an automatic answering receiver. Facsimile machines conforming to Recommendations T.2 and T.3 will normally use the tonal signalling system although the binary coded system may be provided in addition where complex procedures are required, e.g. comprehensive automatic functions.

v) For digital document facsimile apparatus conforming to Recommendation T.4 it is intended that the binary coded system shall be the standard signalling arrangement, but additionally a tonal signalling capability may be provided when the digital facsimile apparatus has a fallback capability to apparatus conforming to Recommendations T.2 and T.3. The binary coded signalling has priority and should be tried first; if this fails to elicit a response, tonal signalling should be attempted.

vi) The binary coded signalling system is based on a high level data link control (HDLC) format developed for data transmission procedures. The basic HDLC structure consists of a number of frames each of which is subdivided into a number of fields. It provides for frame labelling, error checking and confirmation of correctly received information and the frames can be easily extended if this should be required in the future.

vii) The transmission of the facsimile message itself (phase C) will be according to the modulation system described in the appropriate Recommendation for the facsimile apparatus.

---

[1] Facsimile apparatus referred to as Groups 1, 2 or 3 in this Recommendation are those conforming to Recommendations T.2, T.3 or T.4 respectively.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CONTENTS

1 Scope

2 Explanation of terms used

3 Description of a facsimile call

4 Tonal signalling for facsimile procedure

5 Binary coded signalling for facsimile procedure

Appendix I – Example of non-standard manual-to-manual basic facsimile operation

Appendix II – Index of abbreviations used in Recommendation T.30

Appendix III – List of commands and appropriate responses

Appendix IV – Interworking between the standard mode and the recognized optional mode for the binary coded handshaking procedure

Appendix V – Signal sequence examples

The CCITT,

considering

(a) that facilities exist for facsimile transmission over the general switched telephone network;

(b) that such facsimile transmission may be requested either alternatively with telephone conversation or when either or both stations are not attended;

(c) that for this reason the operations involved in establishing and/or releasing a facsimile call should be capable of automatic operation;

unanimously declares the view

that the facsimile apparatus should be designed and operated according to the following standards:

1 Scope

1.1 *General*

1.1.1 This Recommendation is concerned with the procedures which are necessary for document transmission between two facsimile stations in the general switched telephone network.

These procedures essentially comprise the following:

- call establishment and call release,
- compatibility checking, status and control command,
- checking and supervision of line conditions,
- control functions and facsimile operator recall.

1.1.2 Only the procedures with their corresponding signals are specified in this Recommendation.

1.2 *Classification of operating methods*

1.2.1 This Recommendation regulates the operational sequence of manually operated facsimile stations as well as of automatic stations.

The automatic facsimile station is understood to be a station which is capable of performing all procedures (listed in § 1.1 above) automatically. In this case, an operator is not necessary.

If, however, an operator is required for any of these procedures, the station must be regarded as a manually operated station.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.2 Based upon all combinations which may result from the fact that there are manually operated stations and automatic facsimile stations, the operating methods shown in Table 1/T.30 are possible.

TABLE 1/T.30

Method No.	Description of operating method	Direction of facsimile transmission	Overall designation
1	*Manual* operation at calling station and *Manual* operation at called station	Calling station *transmits to* called station	1-T
		Calling station *receives from* called station	1-R
2	*Manual* operation at calling station and *Automatic* operation at called station	Calling station *transmits to* called station	2-T
		Calling station *receives from* called station	2-R
3	*Automatic* operation at calling station and *Manual* operation at called station	Calling station *transmits to* called station	3-T
		Calling station *receives from* called station	3-R
4	*Automatic* operation at calling station and *Automatic* operation at called station	Calling station *transmits to* called station	4-T
		Calling station *receives from* called station	4-R

Note – There may also be operating methods which will allow messages to be received by more than one station (multipoint connection).

1.3 *Station identification*

1.3.1 For the purpose of classifying an automatic facsimile station as a non-speech terminal, a tone must be transmitted to line. As both automatic calling and called facsimile stations transmit tones to line during call establishment, a normal telephone user who becomes inadvertently connected to one will receive tone signals for a period of sufficient duration to indicate clearly to him that he is incorrectly connected.

1.3.2 Additionally an automatic verbal announcement may be used which can provide station identification.

1.4 *General provisions*

1.4.1 The control signals specified in this Recommendation have been chosen in such a way that the telephone service is not affected.

1.4.2 If any malfunction of the facsimile procedures described in this Recommendation is detected, the call should be released.

1.4.3 Where the called station has automatic facsimile apparatus which is not ready or not able to operate, the call should not be answered automatically.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.4 This Recommendation includes procedures for switching from facsimile to speech. However, speech facilities may be omitted if this is permitted by the regulations of the Administrations.

1.5 *Optional provisions*

1.5.1 The operator at each station may have the possibility of calling the other station at any time during the progress of the facsimile procedure (see § 2.2 below).

1.5.2 The procedures in this Recommendation allow a facsimile station to transmit and/or receive several documents successively without the aid of an operator.

1.5.3 This Recommendation includes procedures for incorporating a unique station identification command if required to prevent unauthorized stations from demanding a message.

If enhanced security is required, this may be provided by the use of the non-standard facilities frame.

2 Explanation of terms used

2.1 *Facsimile station main functions*

One or more equipments at the end of the line providing three main functions.

2.1.1 *Call establishment and call release*

The establishment and release of a connection according to the normal rules of using the general switched telephone network.

2.1.2 *Procedure*

To identify, to supervise and to control the facsimile transmission according to a protocol.

2.1.3 *Message transmission*

To transmit and/or receive the facsimile message.

2.2 *Time sequence of a facsimile call* (see Figure 1/T.30)

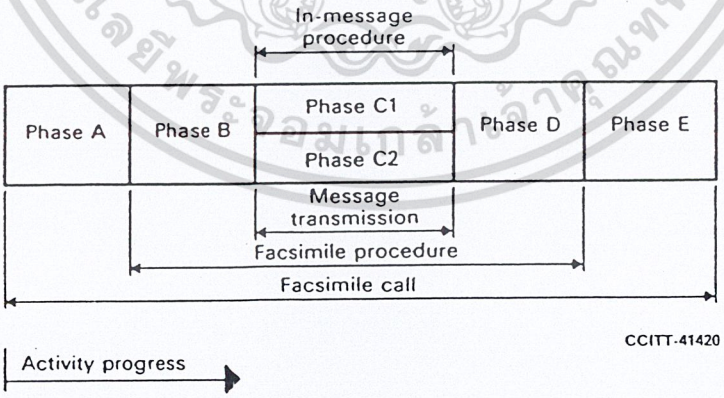


FIGURE 1/T.30

2.3 *Description of phases*

2.3.1 *Phase A – Call establishment*

Call establishment can be realized manually and/or automatically.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น มีทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 *Phase B – Pre-message procedure*

The pre-message procedure consists of the identification of capabilities and the commanding of the chosen conditions as well as the confirmation of acceptable conditions.

When connection is established between apparatus operating in accordance with this Recommendation and apparatus operating in a non-CCITT manner, the equipments should disconnect before the in-message procedure unless both equipments include optional, compatible, procedures.

2.3.2.1 *Identification section*

- group identification,
- confirmation for reception,
- subscriber identification (option),
- non-standard facilities identification (option).

2.3.2.2 *Command section*

- group command,
- phasing/training,
- synchronization,
- as well as the following optional commands:
  - non-standard facilities command,
  - subscriber identification command,
  - polling (send) command,
  - line conditioning,
  - echo suppressor disabling.

2.3.3 *Phase C1 – In-message procedure*

The in-message procedure takes place at the same time as message transmission and controls the complete signalling for in-message procedure, e.g., in-message synchronization, error detection and correction and line supervision.

2.3.4 *Phase C2 – Message transmission*

Message transmission procedure is covered by the appropriate Recommendation for the equipment.

2.3.5 *Phase D – Post-message procedure*

The post-message procedure includes information regarding:

- end-of-message signalling,
- confirmation signalling,
- multipage signalling,
- end-of-facsimile procedure signalling.

2.3.6 *Phase E – Call release*

Call release shall be realized manually and/or automatically.

3 Description of a facsimile call

3.1 *Phase A – Call establishment* [2]

The establishment of a facsimile call may be realized either manually, if an operator is in attendance, or automatically. To accomplish this, four operating methods have been defined.

---

[2] See Appendix II for abbreviations used in this Recommendation.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1 *Operating method 1*

Manual operation at both the calling and called station. Figure 2/T.30 indicates the operators' actions required to establish a call.

Call event No.	Calling station	Called station
1	Operator hears dial tone and dials desired number	
2	Operator hears ringing tone	Call rings and operator answers the call
3	Verbal identification	Verbal identification
4	Facsimile machine is switched to line	Facsimiie machine is switched to line
5	Begin facsimile procedure (see §§ 4 and/or 5 of this Recommendation)	Begin facsimile procedure (see §§ 4 and/or 5 of this Recommendation)

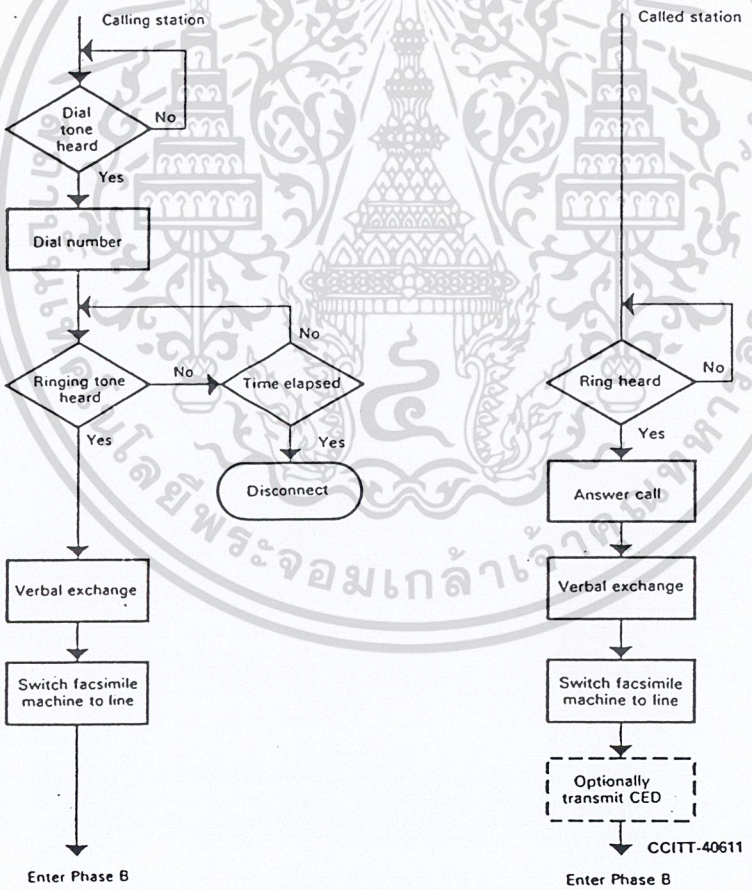


FIGURE 2/T.30
Call establishment, operating method 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 *Operating method 2*

Manual operation at the calling station and automatic operation at the called station. Figure 3/T.30 indicates the operator's and apparatus actions required to establish a call.

Call event No.	Calling station	Called station
1	Operator hears dial tone and dials desired number	
2	Operator hears ringing tone	
3		Equipment detects ring and answers the call Optionally, a recorded verbal announcement may be transmitted
4	Operator hears CED and facsimile machine is switched to line	Transmit CED
5	Begin facsimile procedure (see §§ 4 and/or 5 of this Recommendation)	Begin facsimile procedure (see §§ 4 and/or 5 of this Recommendation)

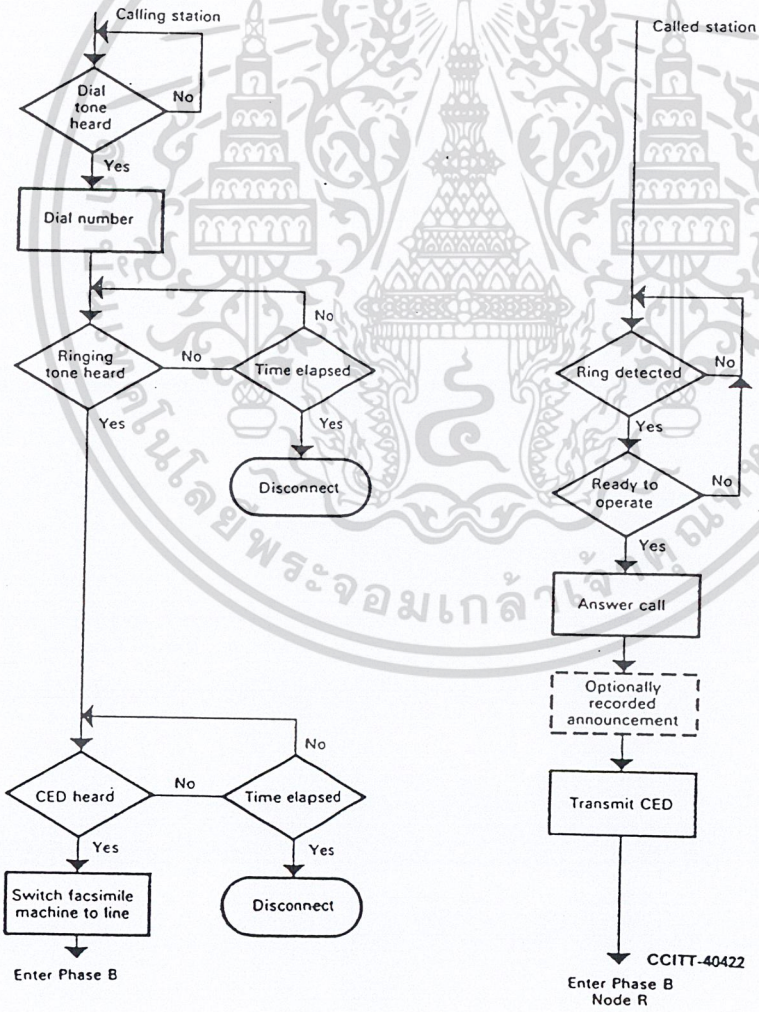


FIGURE 3/T.30
Call establishment, operating method 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 *Operating method 3*

Automatic operation at the calling station and manual operation at the called station. Figure 4/T.30 indicates the operator's and apparatus actions required to establish a call.

Call event No.	Calling station	Called station
1	Equipment detects dial tone and dials desired number (see Note). To clearly indicate to a called operator that he is connected to a facsimile machine or to a normal telephone user that he is inadvertently connected, CNG will be transmitted to line during the time that signals are attempted to be detected *Note* — An alternative procedure may be specified by Administrations	
2		Call rings and operator answers the call
3		Operator detects CNG and switches facsimile machine to line (optionally CED may be generated)
4	Begin facsimile procedure (see § 5 of this Recommendation)	Begin facsimile procedure (see § 5 of this Recommendation)

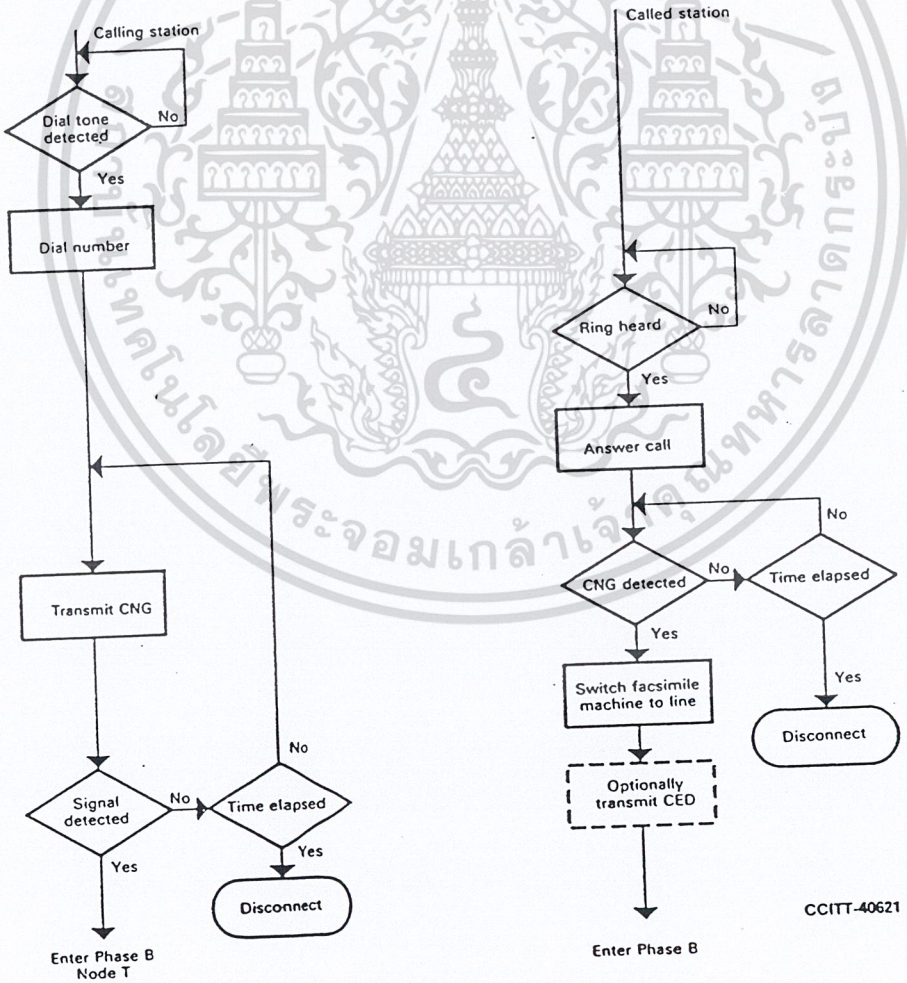


FIGURE 4/T.30

Call establishment, operating method 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4 *Operating method 4*

Automatic operation at both the calling and called stations. Figure 5/T.30 indicates the actions required by the apparatus to establish a call.

Call event No.	Calling station	Called station
1	Equipment detects dial tone and dials desired number (see Note). To clearly indicate to a normal telephone user that he is inadvertently connected, CNG will be transmitted to line during the time that signals are attempted to be detected. *Note* – An alternative procedure may be specified by Administrations	
2		Equipment detects ring and answers the call
3		Optionally, a recorded verbal announcement may be transmitted
4		Transmit CED
5	Begin facsimile procedure (see § 5 of this Recommendation)	Begin facsimile procedure (see § 5 of this Recommendation)

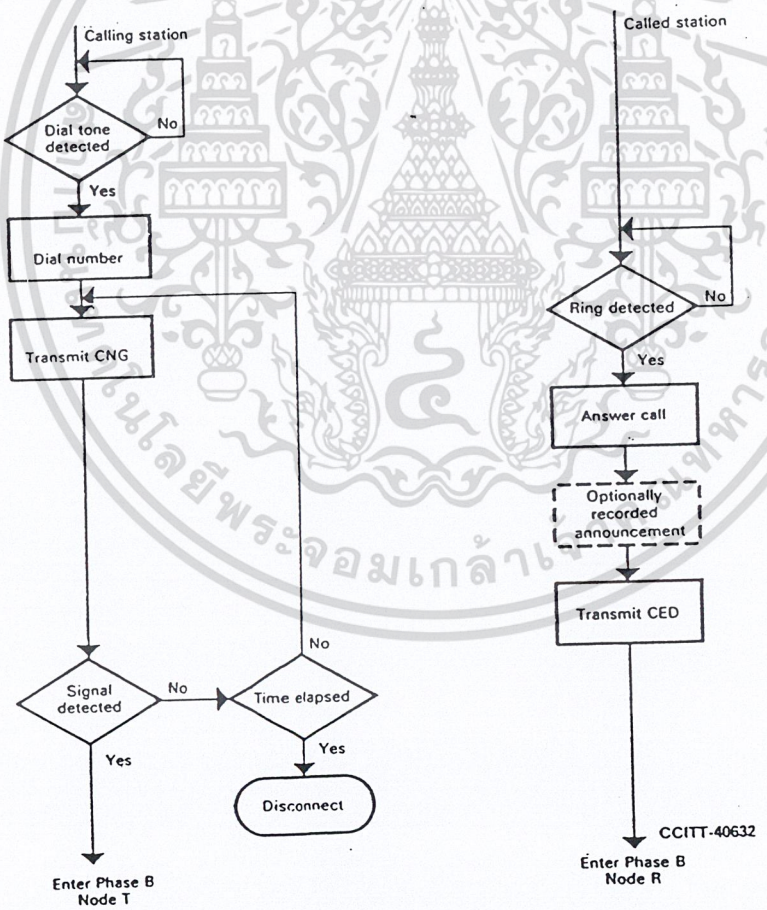


FIGURE 5/T.30

Call establishment, operating method 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 *Phases B, C and D — Facsimile procedure*

When entering phase B, the following rules should be adhered to:

All manual receivers and all auto-answering units must enter phase B by identifying their capabilities (i.e. Node R of the flow diagram in § 4.2 or 5.2). All manual transmitters and all auto-calling units must enter phase B prepared to detect the capabilities and issue the appropriate mode setting command (i.e. Node T of the flow diagram in § 5.2). To allow for operating method 2-R, the delay between the transmission of the digital identification signals shall be 4.5 seconds ± 15% when sent from a manual facsimile receiver.

The detailed information pertaining to the tonal and binary coded facsimile procedures is contained in §§ 4 and 5 below. The relationship between these two procedures and an overview regarding the total system operation is given in the following:

3.2.1 *The interaction between tonal and binary coded procedures*

Facsimile procedures, as described in this Recommendation, may be realized in two different ways:

- tonally, with a limited number of tones for simple procedures (see § 4 below) and
- binary coded, for more comprehensive procedures (see § 5 below).

Binary coded signalling is especially desirable for machines which use:

- comprehensive automatic functions;
- digital concepts internally (e.g. redundancy reduction techniques);
- fast transmission rates (in order to keep pre- and post-message time short compared to total transmission time);
- special security features.

Recommendations concerning the interaction between tonal and binary coded signalling recognize the principle of the priority of coded procedures such that, when available, binary coded signalling shall be tried first. The interaction steps are as follows:

- The unattended called station shall answer a call with the CED signal.
- The unattended calling station shall indicate a call with the CNG signal.
- Whenever it is capable of binary coded signalling, the called station will start with binary coded signalling.
- Facsimile stations being capable of tonal signalling only will start tonally.
- Facsimile stations being capable of both binary coded and tonal signalling will send a sequence of signals, the first being a binary coded signal and the second and all following signals being a composite of tonal and binary coded information.
- If the calling station reacts binary coded then the binary coded signalling goes on through all control procedures.
- If the calling station reacts tonally, then the tonal signalling goes on through all procedures.

An example of a station having both binary-coded and tonal capabilities is shown in Figure 6/T.30 for further clarification.

3.2.2 *Signal sequences*

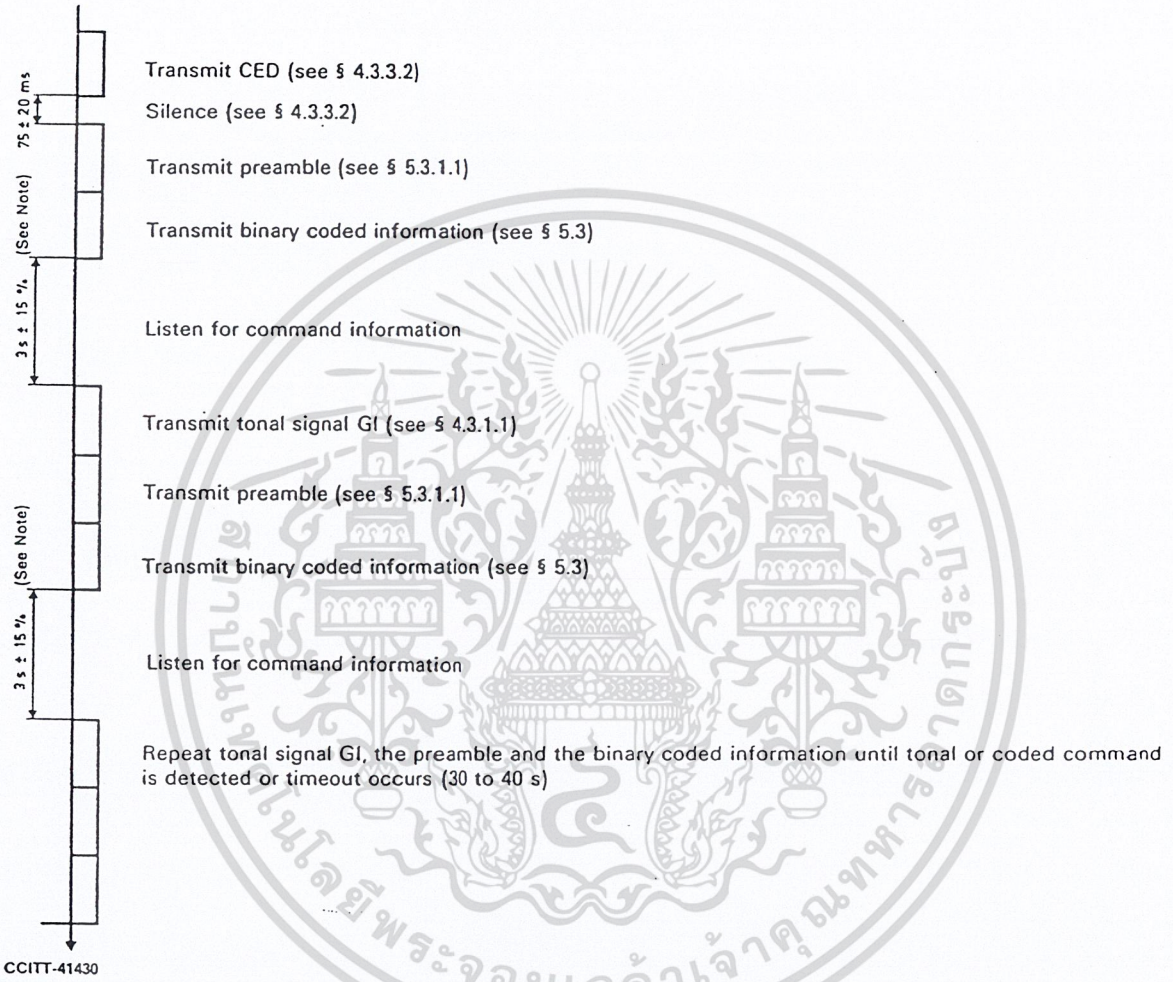
The recommended system utilizes the interchange of signals between the two equipments to verify compatibility and assure operation. To do this, the called station identifies its capabilities tonally (in the simplest configuration) and/or binary coded. The calling station responds to this accordingly with a command tonally or binary coded. Now the transmitter continues phase B.

Following the transmission of the message, the transmitter sends an end-of-message signal and the receiver confirms reception. Multiple documents can then be transmitted by the repetition of this procedure.

The flow of signals is shown in Figure 7/T.30 for the configuration where the calling station is transmitting. These signals may be tonal or binary coded, subject to the conditions of § 3.2.1 above.

เอกสารนี้ สงวนลิขสิทธิ์ ... ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Called station procedure



Note – For manual receivers using the binary coded procedure, this delay should be 4.5 s ± 15 %.

FIGURE 6/T.30
Binary-tonal identification signal

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

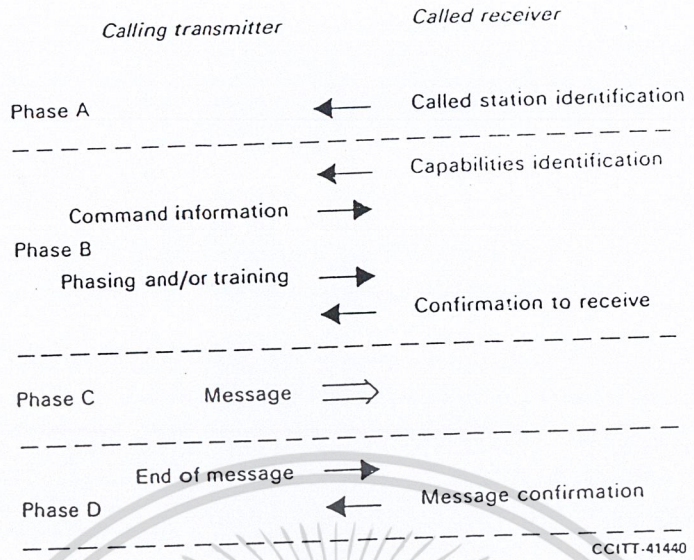


FIGURE 7/T.30
Calling station is transmitting

The condition where the calling station is to receive documents is shown in Figure 8/T.30. The simple tonal systems do not provide this capability.

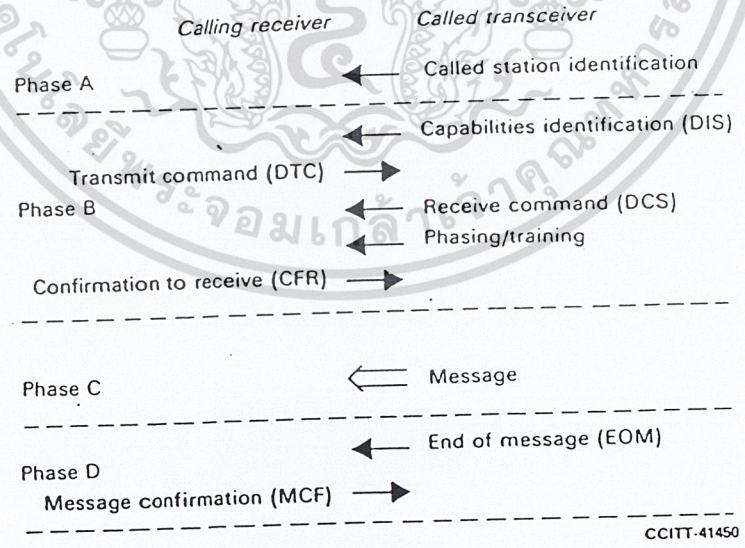


FIGURE 8/T.30
Calling station is receiving

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 *Phase E – Call release*

Call release occurs after the last post-message signal of the procedure or under certain conditions, e.g.:

3.3.1 *Time out*

When a signal as specified by the facsimile procedure is not received within the specified time-out period, the apparatus may signal to the operator (if one is in attendance) or disconnect the telephone connection. The appropriate time-out periods are specified in §§ 4 and 5 below.

3.3.2 *Procedural interrupt*

The facsimile procedure may be interrupted by sending a procedural interrupt signal, by notifying the attending operator or by disconnecting the connection. The signal is defined in §§ 4 and 5 below.

3.3.3 *Command*

In the case where binary coded procedures are utilized, the call may be immediately terminated by the binary coded system commands, as specified in § 5 below.

4 Tonal signalling for facsimile procedure

This signalling system covers operating methods 1-T and 2-T and has to be implemented for apparatus operating according to Recommendations T.2 and T.3.

4.1 *Description*

Phases B and C

Transmitter	Receiver
	1. Transmit GI
2. GI detected	
3. Select appropriate group	
4. Transmit GC	
5. Transmit phasing	
	6. Detect GC and phasing Select group and phase
	7. Transmit CFR
8. Detect CFR	
9. Transmit message	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Single-document transmitter	Multi-document receiver
1. Transmit EOM	
	2. Detect EOM
	3. Transmit MCF
	4. Prepare for next document
5. Detect MCF Switch back to telephone Operator loads document	
	6. When ready to receive transmit GI
7. Operator hears GI and switches machine to line	
8. Detect GI	
9. Transmit GC	
Continue phases B and C	

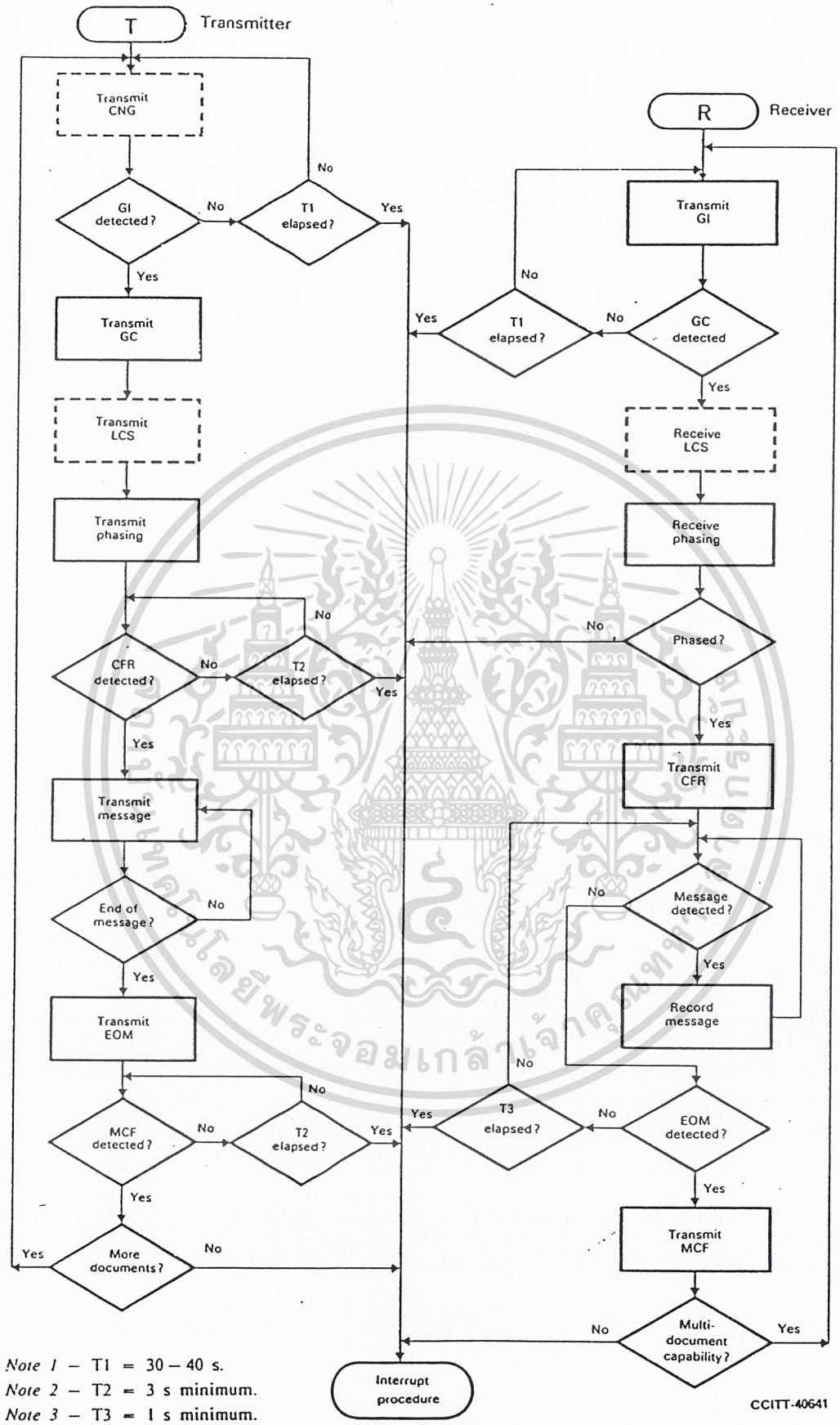
Multi-document transmitter	Single-document receiver
1. Transmit EOM	
	2. Detect EOM
	3. Transmit MCF
	4. Switch back to telephone Operator loads paper
5. Detect MCF and prepare for next document	
6. When ready to transmit, transmit CNG (optional)	
	7. Operator hears CNG and switches machine to line
	8. Transmit GI
9. Detect GI	
10. Transmit GC	
Continue phases B and C	

Multi-document transmitter to multi-document receiver and single document facsimile apparatus operate accordingly.

Note – It is acknowledged that there are existing equipments in the field that may not conform in all aspects to this Recommendation. Therefore, the decision may be made to go to a mode of operation other than specified herein. The diagram of Appendix I describes, as an example, one of these conditions. Other methods may be possible as long as they do not interfere with the recommended operation.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 *Flow diagram* (Figure 9/T.30)



Note 1 – T1 = 30 – 40 s.
Note 2 – T2 = 3 s minimum.
Note 3 – T3 = 1 s minimum.
Note 4 – Broken boxes indicate signals not used in all methods.

FIGURE 9/T.30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 *Tonal signal functions and formats*

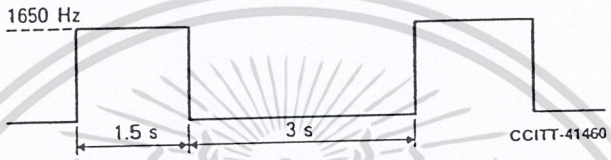
The signals used are single frequencies to line. The equipment used to detect the signal should be capable of functioning correctly with the frequency tolerances quoted plus an additional tolerance of ± 6 Hz due to the line.

4.3.1 *Facsimile receiver signals (signals transmitted by the receiver)*

4.3.1.1 *Group identification (GI) signals*

4.3.1.1.1 *GI 1 (Group 1)*

Format (Figure 10/T.30)



Note – Tolerances: timing ± 15%; frequency ± 6 Hz.

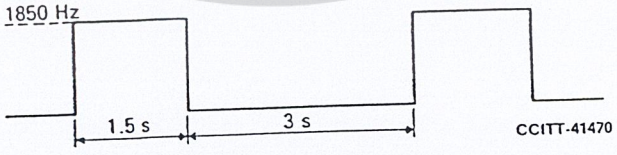
FIGURE 10/T.30

Function

1) To indicate the apparatus is in the receive mode and capable of receiving at least one page in the Group 1 mode.
2) The signal is repeated until detection of GC or time T1 elapses.

4.3.1.1.2 *GI 2 (Group 2)*

Format (Figure 11/T.30)



Note – Tolerances: timing ± 15%; frequency ± 6 Hz.

FIGURE 11/T.30

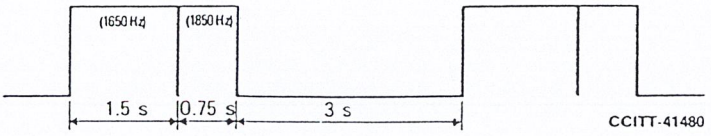
Function

1) To indicate the apparatus is in the receive mode and is capable of receiving at least one page in the Group 2 mode.
2) The signal is repeated until detection of GC or time T1 elapses.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1.1.3 *GI 1/2 (Group 1/2)*

Format (Figure 12/T.30)



Note – Tolerances: timing ± 15%; frequency ± 6 Hz.

FIGURE 12/T.30

Function

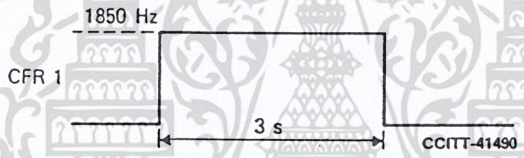
1) To indicate the apparatus is in the receive mode and is capable of receiving at least one page in the Group 1 or Group 2 mode. The apparatus is capable of adjusting automatically to the speed of the transmitting.
2) The signal is repeated until detection of GC or time T1 elapses.

Note – To prevent confusing the repeating GI signal with the busy tone, it may be required by certain Administrations that a delay be incorporated prior to answering the call.

4.3.1.2 *Confirmation to receive (CFR) signals*

4.3.1.2.1 *CFR 1 (Group 1)*

Format (Figure 13/T.30)



Note – Tolerances: timing ± 15%; frequency ± 6 Hz.

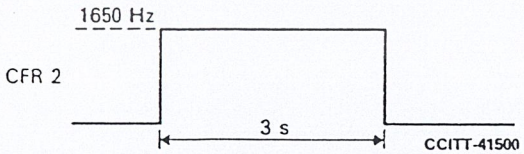
FIGURE 13/T.30

Function

To indicate that the receiver has phased and is ready to receive at least one page in the Group 1 mode. The signal must start after the completion of the phasing signal at the receiver with a maximum delay of one second.

4.3.1.2.2 *CFR 2 (Group 2)*

Format (Figure 14/T.30)



Note – Tolerances: timing ± 15%; frequency ± 6 Hz.

FIGURE 14/T.30

Function

To indicate that the receiver has phased and is ready to receive at least one page in the Group 2 mode. The signal must start after the completion of the phasing signal at the receiver with a maximum delay of one second.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1.3 *Message confirmation (MCF) signal*

4.3.1.3.1 *MCF 1 (Group 1)*

Format

The same frequency and duration as for CFR 1.

Tolerances: timing ± 15%; frequency ± 6 Hz.

Function

To indicate that the receiver has received one page in Group 1 mode.

4.3.1.3.2 *MCF 2 (Group 2)*

Format

The same frequency and duration as for CFR 2.

Tolerances: timing ± 15%; frequency ± 6 Hz.

Function

To indicate that the receiver has received one page in the Group 2 mode.

Note – The MCF signal must start a maximum of 0.5 second after the completion of the EOM signal (see § 4.3.2.4) at the receiver.

4.3.2 *Facsimile transmitter signals (signals transmitted by the transmitter)*

4.3.2.1 *Group command (GC) signal*

Format

GC1 = 1300 Hz ± 32 Hz for a duration of more than 1.5 seconds and less than 10 seconds.

GC2 = 2100 Hz ± 10 Hz for a duration of more than 1.5 seconds and less than 10 seconds.

Function

To indicate to the receiver the Group that the transmitter has chosen. The GC signal starts at the end of the capabilities identification signal with a maximum delay of 1 second as measured on the line at the transmitter.

Note – It should be noted that the capabilities identification of a combined Group 1 or 2 and Group 3 machine may consist of the tonal GI signal concatenated with the binary coded identification signal. Some equipment exists which sends the GC signal at the end of the GI signal and not at the end of the capabilities identification signal. This should be avoided in new designs. However, manufacturers of combined group equipments should take account of this anomaly.

4.3.2.2 *Line conditioning signals (LCS)*

Format

As in Recommendation T.3.

Function

1) To enable a receiver to equalize the line.
2) This is an optional signal and non-transmission should not affect compatibility.

4.3.2.3 *Phasing*

Format and function

As defined by Recommendations T.2 and T.3.

4.3.2.4 *End-of-message (EOM) signal*

Format

1100 Hz ± 38 Hz. Timing: 3 seconds ± 15% immediately following the message.

Function

To indicate phase C has been completed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 *Common signals*

4.3.3.1 *Procedure interrupt signal (PIS) (applicable in both directions)*

Format

462 Hz ± 1.5 Hz for 3 seconds minimum.

Function

1) To stop a distant machine.
2) May be used as operator recall.

Note 1 – This is an optional signal.

Note 2 – Some Administrations have in use national telephone signalling systems which may interpret this signal as a clearing signal. This may cause clear down of the connection.

Note 3 – Some machines use this signal as a disconnect signal only when the receiver detects this signal immediately after transmitting MCF or transmitting MCF/GI and, in either case, before a subsequent GI.

Note 4 – The satisfactory operation of the PIS signal cannot be guaranteed in the presence of, for example, echo suppressors.

4.3.3.2 *Called station identification (CED)*

At 1.8 to 2.5 seconds after the called station is connected to the line, it sends a continuous 2100 Hz ± 15 Hz tone for a duration of not less than 2.6 seconds and not more than 4.0 seconds.

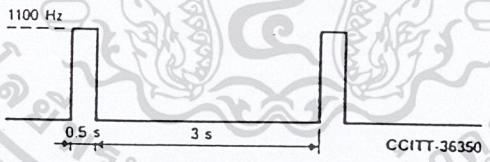
The called station delays for a period of 75 ± 20 milliseconds after terminating the CED tone before transmitting further signals.

Function

To indicate a called non-speech terminal.

4.3.3.3 *Calling tone (CNG)*

Format (Figure 15/T.30)



1100 Hz, ON for 0.5 second, OFF for 3 seconds.

Note – Tolerances: timing ± 15%; frequency 1100 Hz ± 38 Hz.

FIGURE 15/T.30

Function

1) To indicate a calling non-speech terminal. This signal is mandatory for automatic calling units and optional for manual units.
2) To indicate that the apparatus is in the transmit mode and is ready to transmit on receipt of the appropriate GI.
3) Where an apparatus is capable of sending more than one document without the necessity of operator assistance, this signal may be transmitted between documents whilst the transmitter is waiting for the appropriate GI. It would indicate to an operator that the transmitter was still connected to line.

Note – It should generally be assumed that for Group 1 and Group 2 transmissions, echo suppressors may be in the circuit.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5 Binary coded signalling for facsimile procedure

For Group 1 and Group 2 machines that require additional facilities to those provided by the procedures described in § 4 above, the binary coded control procedures should be transmitted in a synchronous mode at 300 bits per second.

For Group 3 machines, 300 bits per second is the standard data signalling rate for the transmission of binary coded procedural data. Additionally, signalling of the binary coded procedural data at 2400 bits per second is allowed as a recognized option.

Except as otherwise noted, the binary coded control procedures should be transmitted in a synchronous mode on the general switched telephone network at 300 bits per second ± 0.01% utilizing the characteristics of the Recommendation V.21 channel No. 2 modulation system. (For the tolerances, see § 3 of Recommendation V.21.) Signal generators should have a distortion not exceeding 1% and the control signal receivers should accept signals with a distortion not exceeding 40%.

Note 1 – For Group 3 machines, the transmission of training, TCF, and all in-message signals, shall be at the data rate of the high-speed message channel.

Note 2 – It is acknowledged that existing equipments may not conform in all aspects to this Recommendation. Other methods may be possible as long as they do not interfere with the recommended operation.

Note 3 – Transmission of signals utilizing the modulation system of Recommendation V.21 channel No. 2 should be followed by a delay of 75 ± 20 milliseconds before the signalling, utilizing a different modulation system commences, (e.g. the delay between DCS and the Recommendation V.27 *ter* or V.29 training sequence).

Note 4 – The transmission of signalling utilizing the modulation systems of Recommendation V.27 *ter* or Recommendation V.29 should be followed by a delay of 75 ± 20 milliseconds before the signalling, utilizing a different modulation system, commences (e.g. the delay between RTC and MPS).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1 *Description*

Phases B, C and D

Case 1: Calling station wishes to transmit (see Figure 7/T.30).

Calling station	Called station
	1. Transmit DIS
2. DIS detected	
3. Transmit DCS	
	4. DCS detected
	5. Select mode
6. Transmit phasing/training	
	7. Phasing/training
	8. Transmit CFR
9. Detect CFR	
10. Transmit message	
	11. Receive message
12. At end of message send either: a) EOM or b) EOP or c) MPS or d) PRI-Q	
	13. Detect EOM, EOP, MPS or PRI-Q
	14. Transmit one of the confirmation signals of post-message responses (see § 5.3.6.1.7)

Note – Binary coded signals must be preceded by a preamble (see § 5.3.1 below).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Case 2: Calling station wishes to receive (see Figure 8/T.30).

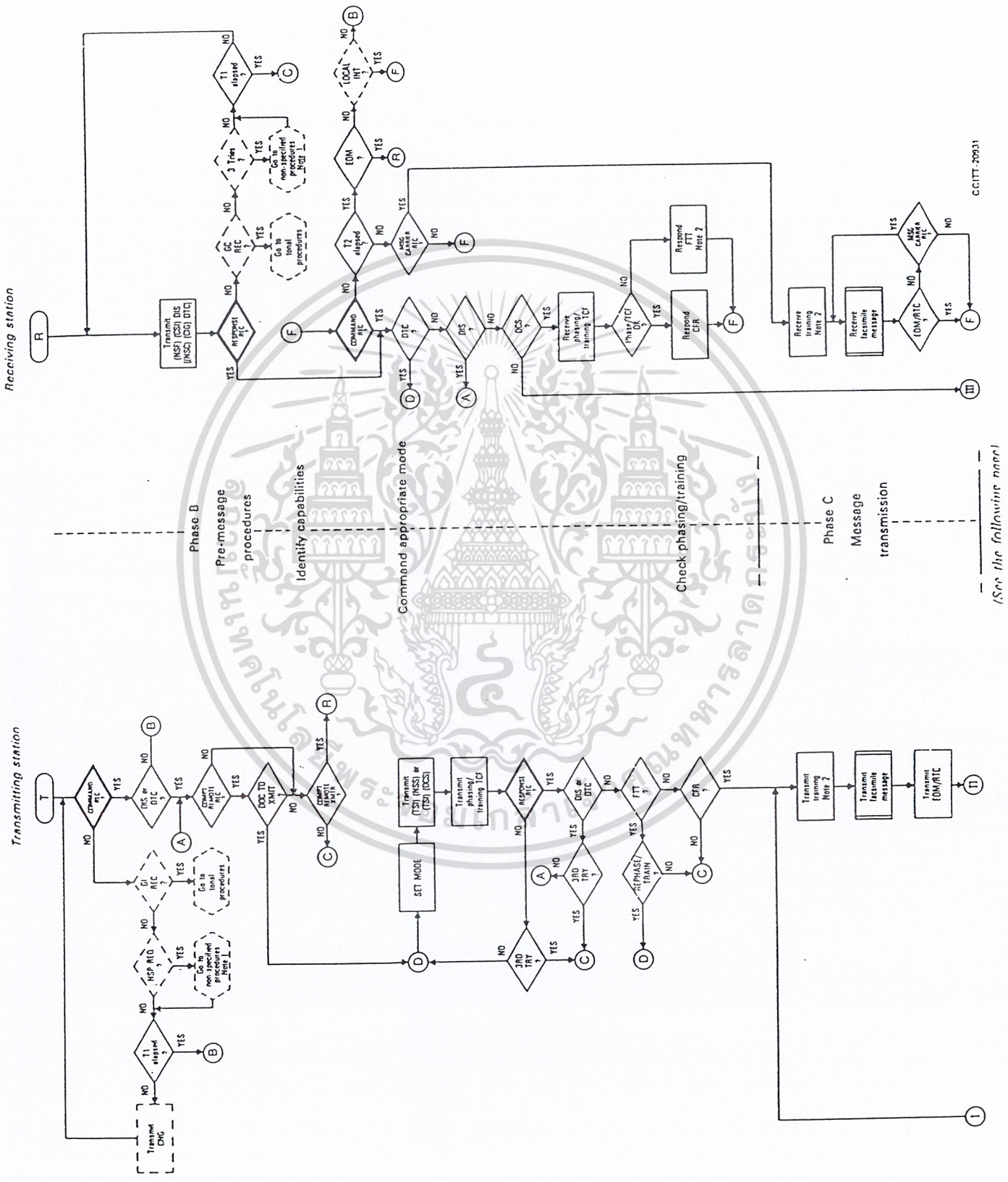
Calling station	Called station
	1. Transmit DIS
2. DIS detected	
3. Transmit DTC	
	4. DTC detected
	5. Transmit DCS
6. DCS detected	
7. Select mode	
	8. Transmit Training/Phasing
9. Training/Phasing	
10. Transmit CFR	
	11. Detect CFR
	12. Transmit message
13. Receive message	
	14. At end of message send either: a) EOM or b) EOP or c) MPS or d) PRI-Q
15. Detect EOM, EOP, MPS or PRI-Q	
16. Transmit one of the confirmation signals of post-message responses (see § 5.3.6.1.7)	

Note – Binary coded signals must be preceded by a preamble (see § 5.3.1 below).

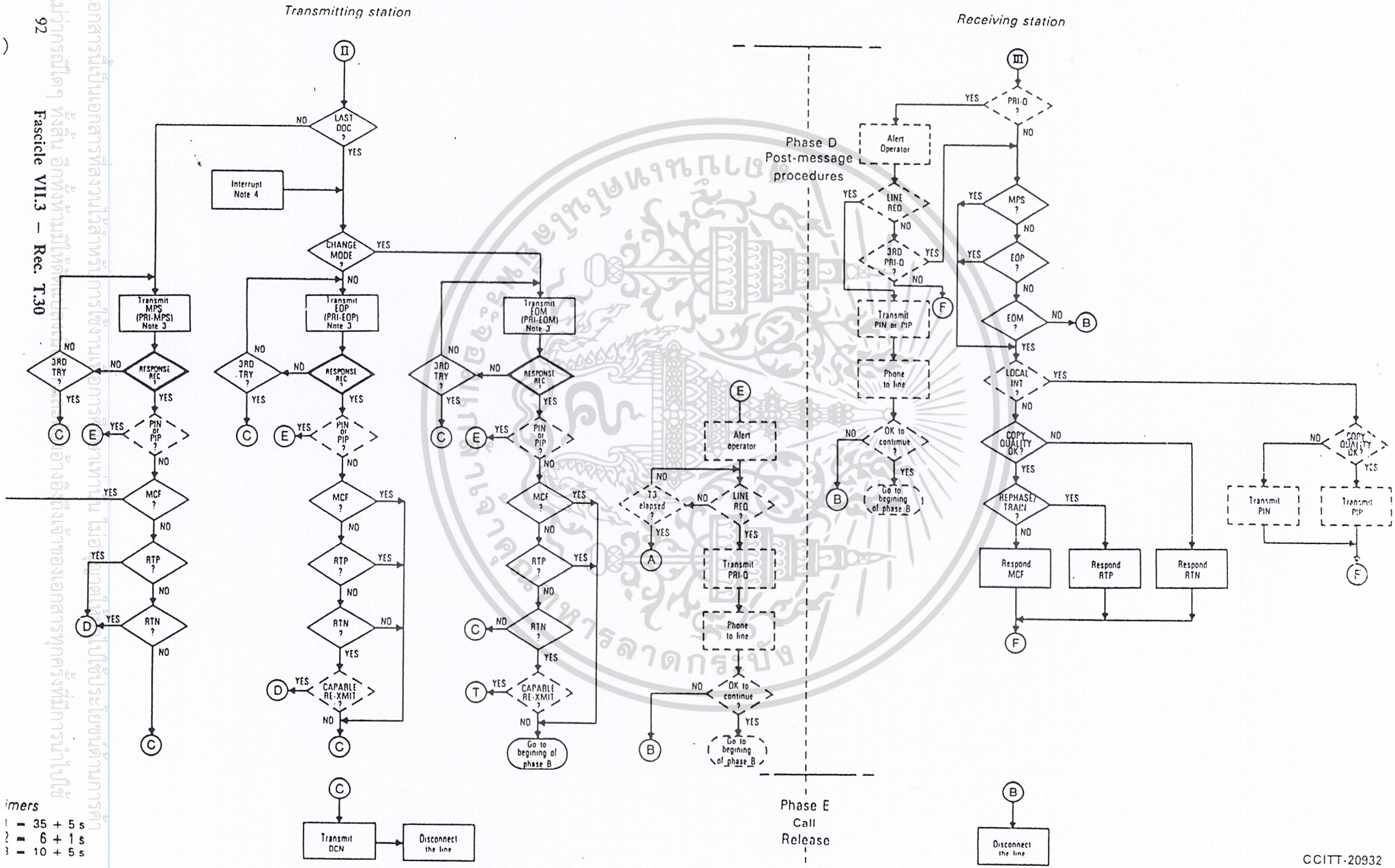
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

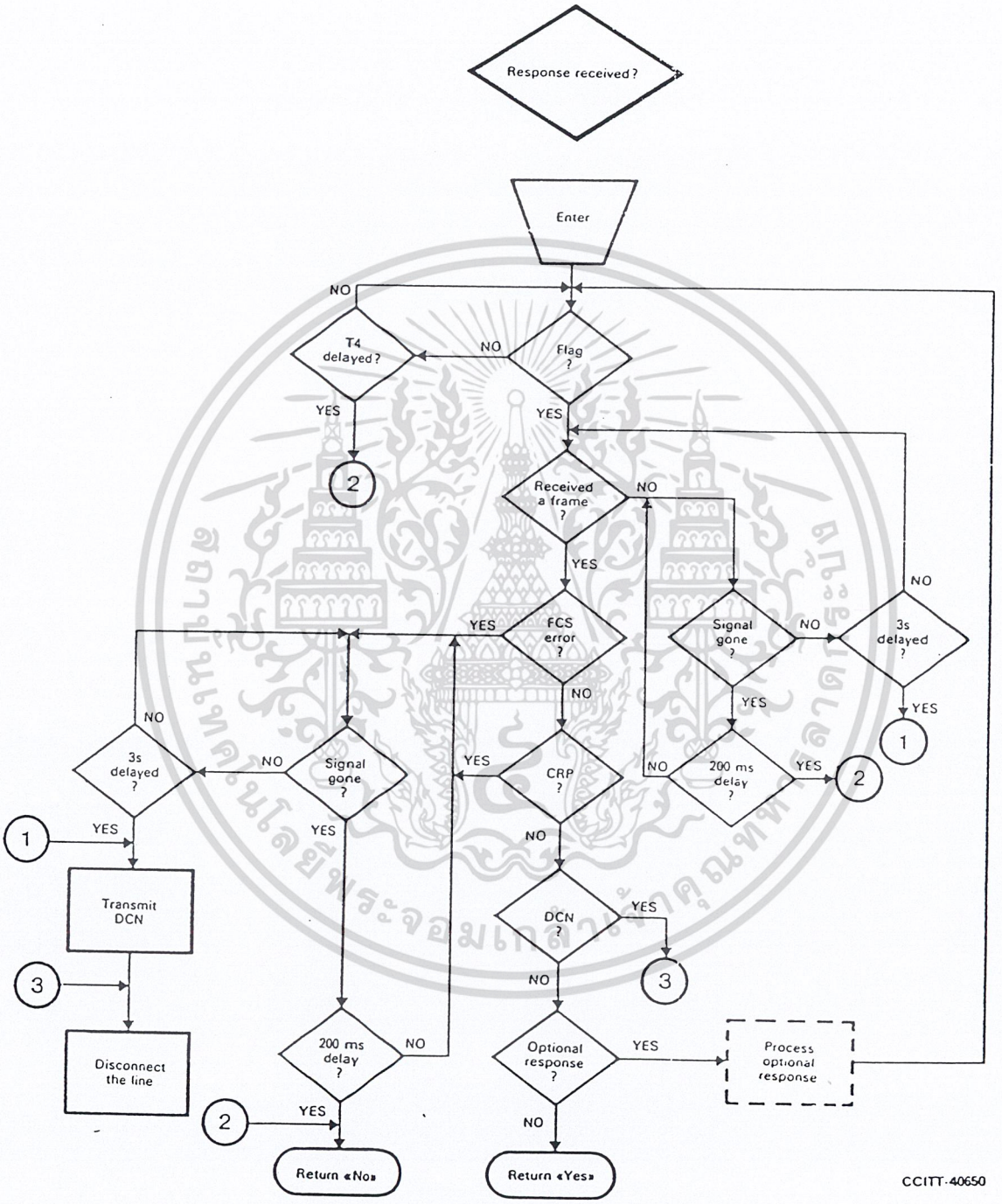
5.2 *Flow diagrams* (see also Appendix IV)

For the Notes and an explanation of terms to the flow diagrams, see § 5.2.1.



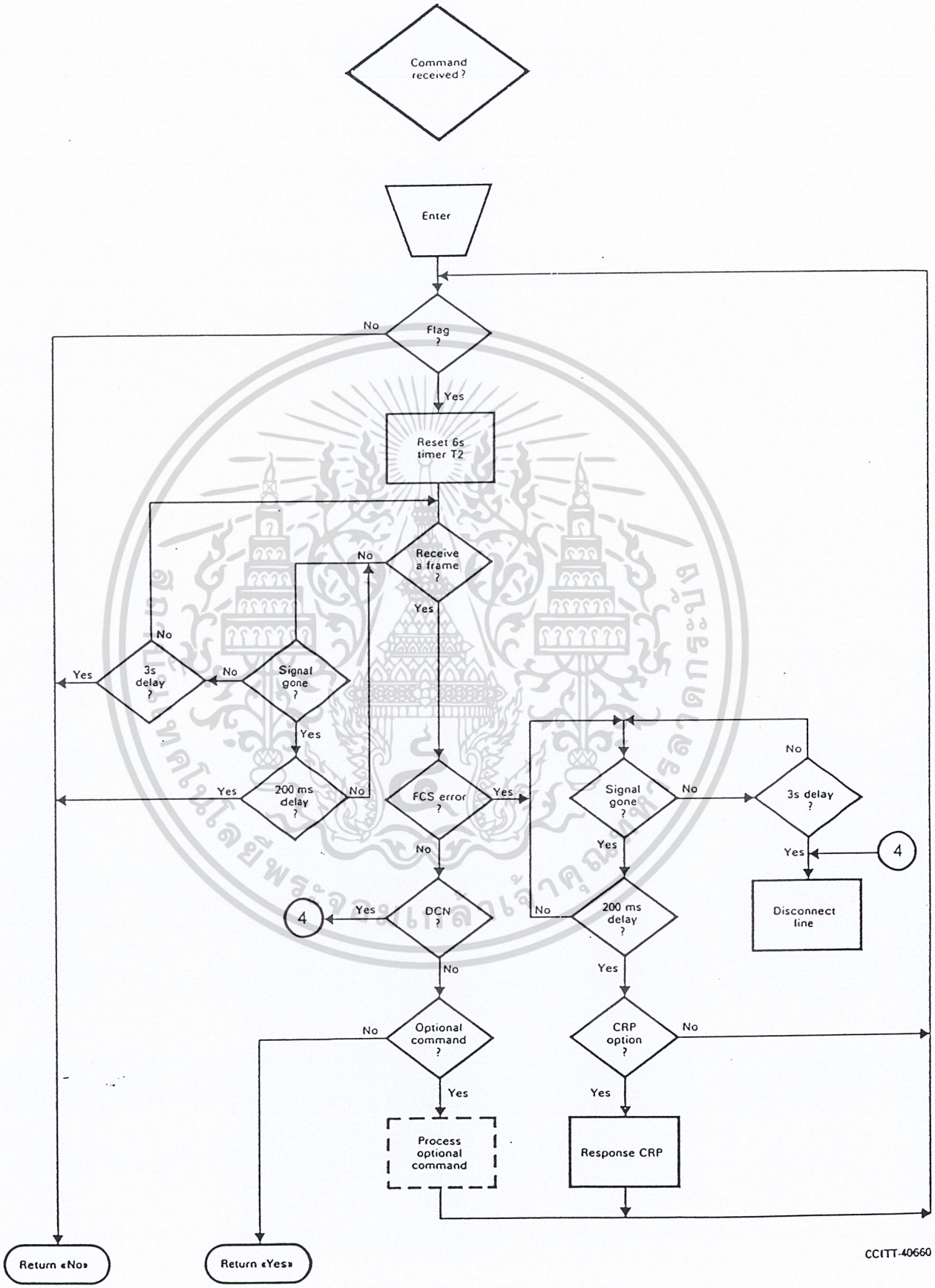
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


Transmitting station
Receiving station
Phase D
Post-message
procedures
Phase E
Call
Release
Interrupt
Note 4
LAST DOC ?
CHANGE MODE ?
Transmit MPS (PRI-MPS) Note 3
Transmit EOP (PRI-EOP) Note 3
Transmit EOM (PRI-EOM) Note 3
3RD TRY ?
RESPONSE REC ?
PIN or PIP ?
MCF ?
RTP ?
RTN ?
CAPABLE RE-XMIT ?
Go to begining of phase B
Transmit DCN
Disconnect the line
Alert operator
T3 elapsed ?
LINE REQ ?
Transmit PRI-Q
Phone to line
OK to continue ?
PRI-Q ?
Alert Operator
LINE REQ
3RD PRI-Q ?
Transmit PIN or PIP
MPS ?
EOP ?
EOM ?
LOCAL INT ?
COPY QUALITY OK ?
REPHASE/ TRAIN ?
Respond MCF
Respond RTP
Respond RTN
Transmit PIN
Transmit PIP
Disconnect the line
Timers
1 = 35 + 5 s
2 = 6 + 1 s
3 = 10 + 5 s
CCITT-20932



T4 = 4.5s ± 15%, for manual units
T4 = 3.0s ± 15%, for automatic units

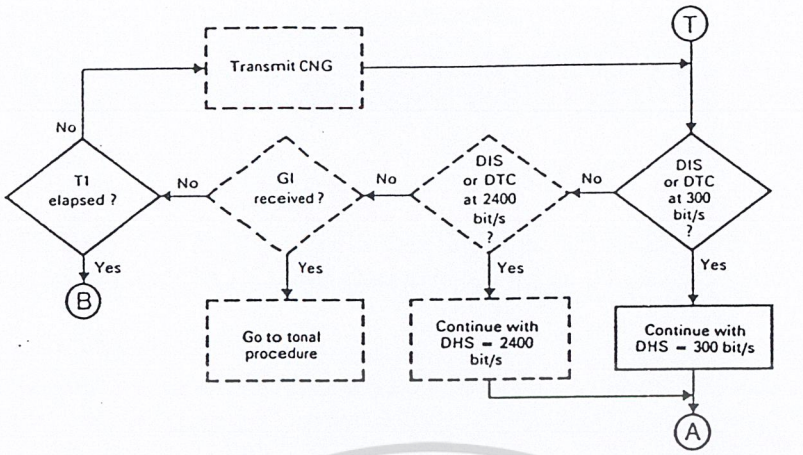
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

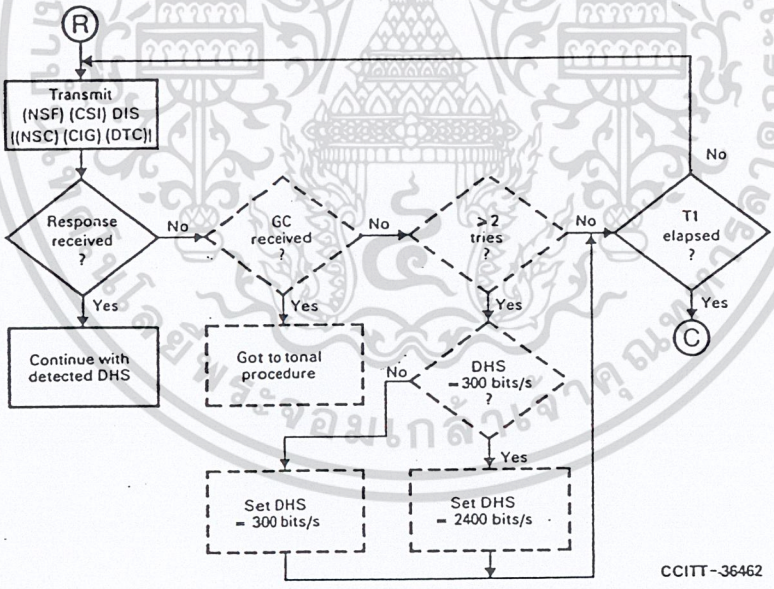
Interworking between the standard mode (300 bit/s) and the recognized optional mode (2400 bit/s) for the binary coded handshaking procedure is provided by an alternating method.

Left-hand side of beginning of phase B of the flow diagram



Note – DHS = Digital handshaking speed Dotted lines = optional

Right-hand side of beginning of phase B of the flow diagram



Note – The station listens to a response at 300 bits/s (2400 bit/s) after transmitting a command at 300 bit/s (2400 bit/s) and continues with the detected DHS.

5.2.1 *Flow diagram key*

COMMAND REC — The "command received" subroutine searches for an error-free standard command. The decision diamonds in the flow diagram refer to the most recent standard command received (e.g., EOM, MPS, etc.).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COMPT REMOTE REC	The FIF associated with the DIS has indicated a "compatible remote receiver".
DOC TO XMIT	The station has "at least one document to be transmitted".
COMPT REMOTE XMTR	The FIF associated with the DIS has indicated a "compatible remote transmitter" which has documents to send.
RESPONSE REC	The "response received" subroutine which searches for an error-free standard response.
LAST DOC	The "last document", for the given operating mode, has been transmitted.
SET MODE	The system controller will "set the appropriate mode" of operation.
3RD TRY	The command has been repeated three times without an appropriate response.
CAPABLE RE-XMIT	The transmitting station is "capable of retransmitting" a document which was not received with acceptable quality.
MSG CARRIER REC	The "message channel carrier has been received". This carrier is 1800 Hz for the Group 3 modulation scheme, and 1700 Hz for the Group 3 optional modulation scheme, 2100 Hz for the Group 2 modulations, and 1300-2100 Hz for the Group 1 modulation scheme.
PHASE/TRAIN OK	The phasing/training-TCF signal has been analyzed and the results of "phasing/training were OK".
CHANGE MODE	The transmitting unit desires to exit from the transmitting mode of operation and reestablish the capabilities.
NSP REQ	A "non-specified procedure" has been "recognized" by a unit compatible with the station initiating that procedure.
COPY QUALITY OK	By some algorithm, the "copy quality was deemed OK".
REPHASE/ TRAIN	By some algorithm, it is deemed desirable to transmit a new phasing/training signal.
FLAG	There has been the detection of a "flag".
RECEIVE A FRAME	The unit has "received one complete HDLC frame".
FCS ERROR	The HDLC frame received contained an "FCS error".
OPTIONAL RESPNS	The HDLC frame received contained one of the listed "optional responses".
OPTIONAL COMMAND	The HDLC frame received contained one of the listed "optional commands".
CRP OPTION	The facsimile unit has the "CRP option" and can, therefore, request an immediate retransmission of the most recent command.
LOCAL INT	Either the "local" machine or the "local" operator wishes to generate an interrupt of the standard facsimile procedures. An operator would use this as a means to request the establishment of voice contact.
LINE REQ	This means that the local operator has "requested" that the telephone line be connected to the handset for voice contact with the remote end.
PRI-Q	A general term referring to either PRI-EOM, a PRI-MPS, or a PRI-EOP post-message command, i.e., the fifth bit of the standard post-message command is set to 1.

Note 1 – The non-specified procedure, NSP, refers to a procedure which takes 6 seconds or less to complete. It may not necessarily be a definable signal sequence.

Note 2 – This signal pertains to Group 3 apparatus only.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Note 3 – The PRI-EOM, PRI-EOP, PRI-MPS post-message commands are sent when a local interrupt request is pending.

Note 4 – At any time during the operation an interrupt may be generated which would result in a procedural interrupt. It is understood that if this interrupt happens during the transmission of the document, the EOM/RTC signal will be transmitted prior to invoking the procedural interrupt.

Note 5 – Where the symbol / is used, the term to the left of the symbol refers to Groups 1 and 2 equipment, and the term to the right of the symbol refers to Group 3 equipment.

Note 6 – Where the symbols { } are used, the signals within these symbols are a response to DIS from the calling unit wishing to receive.

Note 7 – Where the symbols ( ) are used, the signals within these symbols are optional.

5.3 *Binary coded signal functions and formats*

An HDLC frame structure is utilized for all binary coded facsimile control procedures. The basic HDLC structure consists of a number of frames, each of which is subdivided into a number of fields. It provides for frame labelling, error checking and confirmation of correctly received information.

More specifically, the example in Figure 16/T.30 of a format is used for binary coded signalling. This example shows an initial identification sequence (see § 5.3.6.1.1 below).

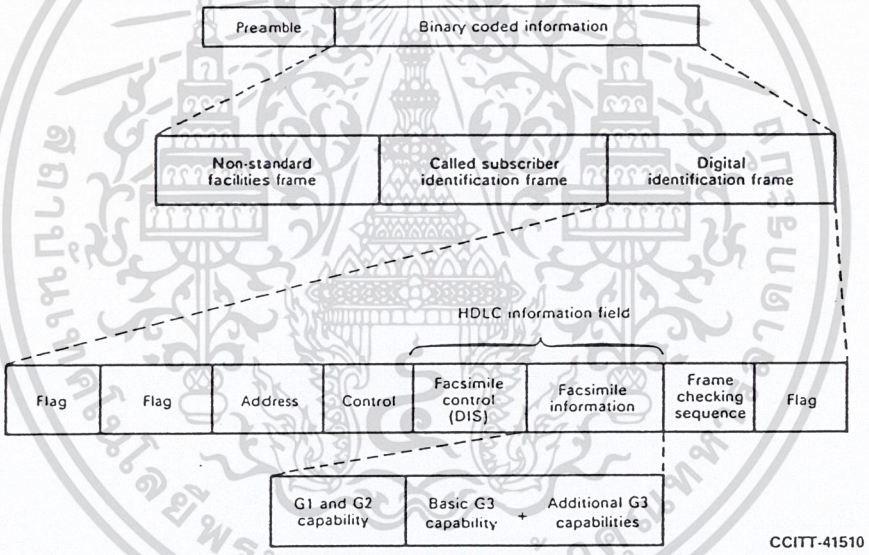


FIGURE 16/T.30

In the following descriptions of the fields, the order in which the bits are transmitted is from the most to the least significant bit, i.e. from left to right as printed. The exception to this is the CSI format – see § 5.3.6.2.4.

The equivalent between binary notation symbols and the significant conditions of the signalling code should be in accordance with Recommendation V.1.

Note 1 – Any initial (capabilities identification) non-standard frame which is transmitted shall be accompanied by a mandatory frame. The mandatory frame shall always be the last one transmitted (see Figure 16/T.30).

Note 2 – A machine which receives optional frame(s) which it does not recognize shall discard the frame(s) and use the mandatory frames in continuing the procedure.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.1 *Preamble*

The preamble shall precede all binary coded signalling whenever a new transmission of information begins in any direction (i.e. for each line turnaround). This preamble assures that all elements of the communication channel (e.g. echo suppressors) are properly conditioned so that the subsequent data may be passed unimpaired. This preamble may take the following forms:

5.3.1.1 The preamble for binary coded signalling at 300 bit/s shall be a series of flag sequences for 1s ± 15%.

5.3.1.2 For the optional binary coded procedure at 2400 bit/s, the preamble shall be the long training modem sequence defined in Recommendation T.4.

5.3.2 *Message/signalling delineation*

5.3.2.1 Where Group 1 or Group 2 modulation techniques are employed, the delineation is obtained by the transmission of the tonal EOM signal as defined in § 4.3.2.4. This signals the T.2 or T.3 modulation system to drop off the line and be replaced by the T.30 binary coded modulation system.

5.3.2.2 When Group 3 modulation technique is employed, the delineation is obtained by the transmission of the RTC signal as defined in § 4.1.4 of Recommendation T.4. This signals the T.4 modulation system to drop off the line and be replaced by the T.30 binary coded modulation system.

5.3.2.3 The transmission of the delineation signal, either the tonal EOM signal or the RTC signal, shall be followed by a delay of 75 ± 20 ms before the T.30 binary coded modulation system commences to transmit.

5.3.3 *Flag sequence*

The eight bit HDLC flag sequence is used to denote the beginning and end of the frame. For facsimile procedure, the flag sequence is used to establish bit and frame synchronization. To facilitate this, the preamble defined in § 5.3.1 should be used prior to the first frame. Subsequent frames need only one flag sequence.

Continued transmission of the flag sequence may be used to signal to the distant station that the machine remains on line but is not presently prepared to proceed with the facsimile procedure.

Format: 0111 1110

5.3.4 *Address field*

The eight bit HDLC address field is intended to provide identification of specific station(s) in a multi-point arrangement. In the case of transmission on the general switched telephone network, this field is limited to a single format.

Format: 1111 1111

5.3.5 *Control field*

The eight bit HDLC control field provides the capability of encoding the commands and responses unique to the facsimile control procedures.

Format: 1100 X000

X = 0 for non-final frames within the procedure, X = 1 for final frames within the procedure. A final frame is defined as the last frame transmitted prior to an expected response from the distant station.

5.3.6 *Information field*

The HDLC information field is of variable length and contains the specific information for the control and message interchange between two facsimile stations. In this Recommendation it is divided into two parts, the facsimile control field (FCF) and the facsimile information field (FIF).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.6.1 *Facsimile control field (FCF)*

The facsimile control field is defined to be the first eights bits of the HDLC information field. This field contains the complete information regarding the type of information being exchanged and the position in the overall sequence. The bit assignments within the FCF are as follows:

Where X appears as the first bit of FCF, X will be defined as follows:

X is set to 1 by the station which receives a valid DIS signal;

X is set to 0 by the station which receives a valid and appropriate response to a DIS signal;

X will remain unchanged until the station again enters the beginning of phase B.

5.3.6.1.1 *Initial identification*

From the called to the calling station.

Format: 0000 XXXX

1) *Digital identification signal (DIS)* – Characterizes the standard CCITT capabilities of the called apparatus.

Format: 0000 0001

2) *Called subscriber identification (CSI)* – This optional signal may be used to provide the specific identity of the called subscriber by its international telephone number (see § 5.3.6.2.4, CSI coding format).

Format: 0000 0010

3) *Non-standard facilities (NSF)* – This optional signal may be used to identify specific user requirements which are not covered by the Series T Recommendations.

Format: 0000 0100

5.3.6.1.2 *Command to send*

From a calling station wishing to be a receiver to a called station which is capable of transmitting.

Format: 1000 XXXX

1) *Digital transmit command (DTC)* – The digital command response to the standard capabilities identified by the DIS signal.

Format: 1000 0001

2) *Calling subscriber identification (CIG)* – This optional signal indicates that the following FIF information is an identification of that calling station. It may be used to provide additional security to the facsimile procedure (see § 5.3.6.2.5, CIG coding format).

Format: 1000 0010

3) *Non-standard facilities command (NSC)* – This optional signal is the digital command response to the information contained in the NSF signal.

Format: 1000 0100

5.3.6.1.3 *Command to receive*

From the transmitter to the receiver..

Format: X100 XXXX

1) *Digital command signal (DCS)* – The digital set-up command responding to the standard capabilities identified by the DIS signal.

Format: X100 0001

2) *Transmitting subscriber identification (TSI)* – This optional signal indicates that the following FIF information is the identification of the transmitting station. It may be used to provide additional security to the facsimile procedures. (See § 5.3.6.2.6, TSI coding format).

Format: X100 0010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) *Non-standard facilities set-up (NSS)* – This optional signal is the digital command response to the information contained in the NSC or NSF signal.

Format: X100 0100

4) *Training check (TCF)* – This digital command is sent through the T.4 modulation system to verify training and to give a first indication of the acceptability of the channel for this data rate.

Format: A series of 0s for 1.5 s ± 10%.

Note – No HDLC frame is required for this command.

5.3.6.1.4 *Pre-message response signals*

From the receiver to the transmitter.

Format: X010 XXXX

1) *Confirmation to receive (CFR)* – A digital response confirming that the entire pre-message procedure has been completed and the message transmissions may commence.

Format: X010 0001

2) *Failure to train (FTT)* – A digital response rejecting the Group 3 training signal and requesting a retraining.

Format: X010 0010

5.3.6.1.5 *In-message procedure*

From the transmitter to the receiver. In case of Group 3 machines the in-message procedure formats and specific signals shall be consistent with Recommendation T.4. In-message procedures for Group 1 and Group 2 are defined in Recommendations T.2 and T.3 respectively.

5.3.6.1.6 *Post message commands*

From the transmitter to the receiver.

Format: X111 XXXX

1) *End-of-message (EOM)* – To indicate the end of a page of facsimile information and to return to the beginning of phase B.

Format: X111 0001

2) *Multipage signal (MPS)* – To indicate the end of a page of facsimile information and to return to the beginning of phase C upon receipt of a confirmation.

Format: X111 0010

3) *End-of-procedures (EOP)* – To indicate the end of a page of facsimile information and to further indicate that no further documents are forthcoming and to proceed to phase E, upon receipt of a confirmation.

Format: X111 0100

4) *Procedure interrupt – End-of-message (PRI-EOM)* – To indicate the same as an EOM command with the additional optional capability of requesting operator intervention. If operator intervention is accomplished, further facsimile procedures shall commence at the beginning of phase B.

Format: X111 1001

5) *Procedure interrupt – Multipage signal (PRI-MPS)* – To indicate the same as an MPS command with the additional optional capability of requesting operator intervention. If operator intervention is accomplished, further facsimile procedures shall commence at the beginning of phase B.

Format: X111 1010

6) *Procedure interrupt – End-of-procedure (PRI-EOP)* – To indicate the same as an EOP command with the additional optional capability of requesting operator intervention. If operator intervention is accomplished, further facsimile procedures shall commence at the beginning of phase B.

Format: X111 1100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 6.1.7 *Post-message responses*

From the receiver to the transmitter.

Format: X011 XXXX

1) *Message confirmation (MCF)* — To indicate that a complete message has been received and that additional messages may follow. (This is a positive response to MPS or EOM.)

Format: X011 0001

2) *Retrain positive (RTP)* — To indicate that a complete message has been received and that additional messages may follow after retransmission of training and/or phasing and CFR.

Format: X011 0011

3) *Retrain negative (RTN)* — To indicate that the previous message has not been satisfactorily received. However, further receptions may be possible, provided training and/or phasing are retransmitted.

Format: X011 0010

4) *Procedural interrupt positive (PIP)* — To indicate that a message has been received but that further transmissions are not possible without operator intervention. Failing operator intervention and if further documents are to follow, the facsimile procedure shall begin at the beginning of phase B.

Format: X011 0101

5) *Procedure interrupt negative (PIN)* — To indicate that the previous (or in-process) message has not been satisfactorily received and that further transmissions are not possible without operator intervention. Failing operator intervention and if further documents are to follow, the facsimile procedure shall begin at the beginning of phase B.

Format: X011 0100

Note — All machines shall be able to recognize the PIN and PIP signals. The ability to transmit these signals is optional.

5.3.6.1.8 *Other line control signals*

For the purpose of handling errors and controlling the state of the line.

Format: X101 XXXX

1) *Disconnect (DCN)* — This command indicates the initiation of phase E (call release). This command requires no response.

Format: X101 1111

2) *Command repeat (CRP)* — This optional response indicates that the previous command was received in error and should be repeated in its entirety (i.e., optional frames included).

Format: X101 1000

5.3.6.2 *Facsimile information field (FIF)*

In many cases the FCF will be followed by the transmission of additional 8-bit octets to further clarify the facsimile procedure. This information for the basic binary coded system would consist of the definition of the information in the DIS, DCS, DTC, CSI, CIG, TSI, NSC, NSF and NSS signals.

5.3.6.2.1 *DIS standard capabilities*

Additional information fields will be transmitted immediately following the DIS facsimile control field. The first 8 bits of this information relate to Group 1 and Group 2 apparatus and subsequent bits relate to Group 3 apparatus. The bit assignment for this information is given in Table 2/T.30 where a 1 indicates the condition is valid, except where specifically noted otherwise (e.g. bits 11, 12 and 21, 22, 23).

5.3.6.2.2 *DCS standard commands*

When issuing the command, bits 1, 4 and 9 shall be set to 0. The DCS standard commands are formatted as shown in Table 2/T.30.

5.3.6.2.3 *DTC standard command*

The DTC standard capabilities are formatted as shown in Table 2/T.30.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.6.2.4 *CSI coding format*

The facsimile information field of the CSI signal shall be the international telephone number including the telephone country code, area code, and subscriber number. This field shall consist of 20 numeric digits coded as shown in Table 3/T.30. The least significant bit of the least significant digit shall be the first bit transmitted.

TABLE 2/T.30

Bit No.	DIS/DTC	DCS
1	Transmitter - T.2 operation	
2	Receiver - T.2 operation	Receiver - T.2 operation
3	T.2 IOC = 176	T.2 IOC = 176
4	Transmitter - T.3 operation	
5	Receiver - T.3 operation	Receiver - T.3 operation
6	Reserved for future T.3 operation features	
7	Reserved for future T.3 operation features	
8	Reserved for future T.3 operation features	
9	Transmitter - T.4 operation	
10	Receiver - T.4 operation	Receiver - T.4 operation
11,12 (0,0) (0,1) (1,0) (1,1)	Data signalling rate V.27 *ter* fallback mode V.27 *ter* V.29 V.27 *ter* and V.29	Data signalling rate 2400 bit/s V.27 *ter* 4800 bit/s V.27 *ter* 9600 bit/s V.29 7200 bit/s V.29
13	Reserved for new modulation system	
14	Reserved for new modulation system	
15	Vertical resolution = 7.7 line/mm	Vertical resolution = 7.7 line/mm
16	Two-dimensional coding capability	Two-dimensional coding
17,18 (0,0) (0,1) (1,0) (1,1)	Recording width capabilities 1728 picture elements along scan line length of 215 mm ± 1% 1728 picture elements along scan line length of 215 mm ± 1% and 2048 picture elements along scan line length of 255 mm ± 1% and 2432 picture elements along scan line length of 303 mm ± 1% 1728 picture elements along scan line length of 215 mm ± 1% and 2048 picture elements along scan line length of 255 mm ± 1% Invalid (see Note 7)	Recording width 1728 picture elements along scan line length of 215 mm ± 1% 2432 picture elements along scan line length of 303 mm ± 1% 2048 picture elements along scan line length of 255 mm ± 1% Invalid
19,20 (0,0) (0,1) (1,0) (1,1)	Maximum recording length capability A4 (297 mm) Unlimited A4 (297 mm) and B4 (364 mm) Invalid	Maximum recording length A4 (297 mm) Unlimited B4 (364 mm) Invalid

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TABLE 2/T.30 *(continued)*

Bit No.	DIS/DTC	DCS
21,22,23	Minimum scan line time capability at the receiver	Minimum scan line time
(0,0,0)	20 ms at 3.85 l/mm; $T_{7.7} = T_{3.85}$	20 ms
(0,0,1)	40 ms at 3.85 l/mm; $T_{7.7} = T_{3.85}$	40 ms
(0,1,0)	10 ms at 3.85 l/mm; $T_{7.7} = T_{3.85}$	10 ms
(1,0,0)	5 ms at 3.85 l/mm; $T_{7.7} = T_{3.85}$	5 ms
(0,1,1)	10 ms at 3.85 l/mm; $T_{7.7} = ½ T_{3.85}$	
(1,1,0)	20 ms at 3.85 l/mm; $T_{7.7} = ½ T_{3.85}$	
(1,0,1)	40 ms at 3.85 l/mm; $T_{7.7} = ½ T_{3.85}$	
(1,1,1)	0 ms at 3.85 l/mm; $T_{7.7} = T_{3.85}$	0 ms
24	Extend field	Extend field
25	2400 bit/s handshaking	2400 bit/s handshaking
26	Uncompressed mode	Uncompressed mode
27	Unassigned	
28	Unassigned	
29	Unassigned	
30	Unassigned	
31	Unassigned	
32	Extend field	Extend field

Note 1 – Standard facsimile units conforming to T.2 must have the following capability: Index of cooperation (IOC) = 264.

Note 2 – Standard facsimile units conforming to T.3 must have the following capability: Index of cooperation (IOC) = 264.

Note 3 – Standard facsimile units conforming to T.4 must have the following capability: Paper length = 297 mm.

Note 4 – Where the DIS or DTC frame defines V.27 *ter* capabilities, the equipment may be assumed to be operable at either 4800 or 2400 bit/s.

Where the DIS or DTC frame defines V.29 capabilities, the equipment may be assumed to be operable at either 9600 or 7200 bit/s per V.29.

Note 5 – $T_{7.7}$ and $T_{3.85}$ refer to the scan line times to be utilized when the vertical resolution is 7.7 lines/mm or 3.85 lines/mm, respectively (see bit 15 above). $T_{7.7} = ½ T_{3.85}$, indicates that in the high resolution mode, the scan line time can be decreased by half.

Note 6 – The standard FIF field for the DIS, DTC and DCS signals is 24 bits long. If the "extended field" bit(s) is a 1, the FIF field shall be extended by an additional eight bits.

Note 7 – Existing equipment may send the invalid (1,1) condition for bits 17 and 18 of their DIS signal. If such a signal is received, it should be interpreted as (0,1).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TABLE 3/T.30

Digit	MSB (FB)	Bits	LSB
0	0	011000	0
1	0	011000	1
2	0	011001	0
3	0	011001	1
4	0	011010	0
5	0	011010	1
6	0	011011	0
7	0	011011	1
8	0	011100	0
9	0	011100	1
Space	0	010000	0

MSB Most significant bit
LSB Least significant bit
FB Fill bit

5.3.6.2.5 *CIG coding format*

The facsimile information field of the CIG signal shall be the international telephone number including the telephone country code, area code and subscriber number. This field shall consist of 20 numeric digits coded as shown in Table 3/T.30. The least significant bit of the least significant digit shall be the first bit transmitted.

5.3.6.2.6 *TSI coding format*

The facsimile information field of the TSI signal shall be the international telephone number including the telephone country code, area code and subscriber number. This field shall consist of 20 numeric digits coded as shown in Table 3/T.30. The least significant bit of the least significant digit shall be the first bit transmitted.

5.3.6.2.7 *Non-standard capabilities (NSF, NSC, NSS)*

When a non-standard capabilities FCF is utilized, it must be immediately followed by a FIF. This information field will consist of at least two octets. The first octet will contain a CCITT country code (see Note below). Additional information could then be transmitted within the FIF field. This information is not specified and can be used to describe non-standard features, etc.

Note – The procedure for obtaining a registered CCITT code is given in Recommendation T.35.

5.3.7 *Frame checking sequences (FCS)*

The FCS shall be a 16 bit sequence. It shall be the 1s complement of the sum (modulo 2) of:

1) the remainder of $x^k (x^{15} + x^{14} + x^{13} + \ldots + x^2 + x + 1)$ divided (modulo 2) by the generator polynominal $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$, where k is the number of bits in the frame existing between, but not including, the final bit of the opening flag and the first bit of the FCS, excluding bits inserted for transparency, and

2) the remainder after multiplication by x^{16} and then division (modulo 2) by the generator polynominal $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$ of the content of the frame, existing between, but not including, the final bit of the opening flag and the first bit of the FCS, excluding bits inserted for transparency.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

As a typical implementation, at the transmitter, the initial remainder of the division is preset to all 1s and is then modified by division by the generator polynominal (as described above) on the address, control and information fields; the 1s complement of the resulting remainder is transmitted as the 16-bit FCS sequence.

At the receiver, the initial remainder is preset to all 1s and the serial incoming protected bits and the FCS when divided by the generator polynominal will result in a remainder of 0001110100001111 (x^{15} through x^0, respectively) in the absence of transmission errors.

The FCS shall be transmitted to the line commencing with the coefficient of the highest term.

5.4 *Binary coded signalling implementation requirements*

5.4.1 *Commands and responses*

Whereas § 5.2 defines a flow diagram to give an accurate example of the typical use of the binary coded procedures, these procedures are defined specifically in terms of the actions that occur on receipt of commands by the receiving station (see § 5.3).

A response must be sent, and only sent, upon detecting a valid command. Upon receiving a valid response, a new command must be issued within 3 seconds.

5.4.1.1 *Optional command and response frames*

If optional frames (e.g., NSF or NSF, CSI) are sent they must directly precede any mandatory command/response frame which is sent. In this case, bit 5 of the control field is 0 for the optional frames and is 1 only for the final frame (refer to § 5.3.5).

5.4.1.2 *Options within standard frames*

Certain optional portions of standard signals (e.g. the fifth bit of the PRI-Q signal) need not be utilized at either the transmitting unit or the receiving unit. However, the use of these optional portions of standard signals shall not cause erroneous operation.

5.4.2 *Line control procedures and error recovery*

Once the transmitting and receiving stations have been identified, all commands are initiated by the transmitting station and solicit an appropriate response from the receiving station (see Appendix III). Furthermore, the transmission of a response is permitted only when solicited by a valid command. If the transmitting station does not receive an appropriate valid response within 3 s ± 15%, it will repeat the command. After three unsuccessful attempts, the transmitting station will send the disconnect (DCN) command and terminate the call. A command or a response is not valid and should be discarded if:

i) any of the frames, optional or mandatory, have an FCS error;

ii) any single frame exceeds 3 s ± 15% (see Note below);

iii) the final frame does not have the control bit 5 set to a binary 1;

iv) the final frame is not a recognized standard command/response frame (see Appendix III).

The delay of 3 s before retransmission of the command can be shortened by the use of the optional command repeat (CRP) response. If the transmitting station receives a CRP response, it may immediately retransmit the most recent command.

During the initial pre-message procedure, neither station has a defined role (i.e., transmitter or receiver). Therefore, the station transmitting the DIS command will continue to retransmit it until, according to the procedures, each station has identified itself and the normal line control procedures may be followed.

Note 1 – The implications of a maximum frame length of 3 s ± 15% are:

a) no transmitted frame should exceed 2.55 s (i.e., 3 s – 15%);

b) any frame which is received and is detected as greater than 3.45 s shall be discarded (i.e., 3 s + 15%);

c) a frame received which is between 2.55 and 3.45 s duration may be discarded.

Note 2 – A terminal may discard a received DIS signal with the identical bit allocation as that terminal has issued.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4.3 *Timing considerations*

5.4.3.1 *Time Outs*

Time-out T1 defines the amount of time two stations will continue to attempt to identify each other. T1 is 35 ± 5 seconds, begins upon entering phase B, and is reset upon detecting a valid signal or when T1 times out.

Time-out T2 makes use of the tight control between commands and responses to detect the loss of command/response synchronization. T2 is 6 ± 1 seconds and begins when initiating a command search, (e.g. the 1st entrance into the "command received" subroutine, reference flow diagram in § 5.2). T2 is reset when an HDLC flag is received or when T2 times out.

Time-out T3 defines the amount of time a station will attempt to alert the local operator in response to a procedural interrupt. Failing to achieve operator intervention, the station will discontinue this attempt and shall issue other commands or responses. T3 is 10 ± 5 seconds, begins on the first detection of a procedural interrupt command/response signal (i.e., PIN/PIP or PRI-Q), and is reset when T3 times out or when the operator initiates a line request.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

คำสั่ง AT ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานโทรสาร (AT Command FAX section)

AT+FCLASS=n — การเลือก FAX CLASS ของโมเด็มที่ใช้ในการทำงาน

n=2 กำหนดเป็น FAX CLASS 2

+FCON — เป็นผลตอบสนองของโมเด็มแจ้งกลับมายังคอมพิวเตอร์ ว่าได้ทำการทำงานได้ทำการเชื่อมต่อ กับโทรสารแล้ว

AT+FDCC =vr,br,wd,ln,df,ec,bf,st — พารามิเตอร์ที่กำหนดให้กับโมเด็มเพื่อ แสดงความสามารถของโมเด็ม ที่จะสามารติดต่อกับปลายทางได้

vr=1 resolution ในแนวตั้ง 196 lpi

br=4bit rate 12000 bit/s V.17

br=5bit rate 144000 bit/s V.17

wd=0 ความกว้างของหน้ากระดาษ 1728 pixel ใน 215 มม.

ln=0 ความยาวของหน้ากระดาษ 297 มม หรือ A 4

ln=1ความยาวของหน้ากระดาษ 364 มม. หรือ B 4

ln=2 ความยาวของหน้ากระดาษไม่จำกัด

df=0 การบีบอัดข้อมูล ใช้รูปแบบ 1-D modified Huffman

df=1 การบีบอัดข้อมูล ใช้รูปแบบ 2-D modified Read

bf=0 ไม่ใช้ การส่งผ่านข้อมูลแบบ binary

st=4 20 ms สำหรับปกติ(normal) , 10 ms ความละเอียดสูง (fine)

st=5 เวลาต่ำสุดในการสแกนต่อเส้น 20 ms

st=6 40 ms สำหรับปกติ(normal) , 20 ms ความละเอียดสูง (fine)

st=7 เวลาต่ำสุดในการสแกนต่อเส้น 40 ms

+FDCS= vr,br,wd,ln,df,ec,bf,st — พารามิเตอร์ในการติดต่อที่ใช้ปัจจุบันโดยอ้างอิง กับ+FDCC

+FDIS= vr,br,wd,ln,df,ec,bf,st — พารามิเตอร์การติดต่อที่ใช้ปัจจุบันของโทรสารปลายทางที่ติดต่ออยู่ โดยอ้างอิง กับ+FDCC

+FDT — คำสั่งแจ้งโมเด็มว่าจะเริ่มส่งข้อมูลใน เฟส C

+FET=n — คำสั่งบอกการสิ้นสุดของหน้ากระดาษ หรือ เอกสาร

n=0 มีอีกหน้าแต่เอกสารเดียวกัน

n=1 สิ้นสุดเอกสาร แต่จะมี เอกสารตามมา

n=2 ไม่หน้ากระดาษหรือเอกสารเพิ่มเติม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

+FHNG:nnn	แสดงผลตอบสนองการเรียก nnn=00 สิ้นสุดการเรียกซึ่งเป็นปกติ nnn=10 การส่งข้อมูลเกิดข้อผิดพลาด ในเฟส A nnn=20การเชื่อมต่อเกิดข้อผิดพลาด ในเฟส B nnn=40การส่งข้อมูลเกิดข้อผิดพลาด ในเฟส C nnn=50 การส่งข้อมูลเกิดข้อผิดพลาด ในเฟส D
+FLID= 'string'	กำหนดชื่อของของโมเด็ม Local ID
+FPTS=n	แสดงสถานะการถ่ายโอนข้อมูล n=1 เอกสารที่ได้ปรกติ n=2 เอกสารที่ได้รับผิดพลาด ยังคงมีการเรียก n=3 เอกสารที่ได้ปรกติ ยังคงมีการเรียก n=4 เอกสารที่ได้รับผิดพลาด มีการ interrupt n=5 เอกสารที่ได้รับดี มีการ interrupt

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ค

รหัสโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
unit main;

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms,
Dialogs,ComCtrls, StdCtrls, Buttons ,user, huffcode, at, ExtCtrls,
Psock, NMpop3,jpeg, CPort;

type
  TForm1 = class(TForm)
    StatusBar1: TStatusBar;
    PageControl1: TPageControl;
    tab_system: TTabSheet;
    tab_user: TTabSheet;
    tab_setting: TTabSheet;
    tab_about: TTabSheet;
    about_titile: TLabel;
    about_telecom: TLabel;
    about_design: TLabel;
    about_kmitl: TLabel;
    about_thanks: TLabel;
    about_update: TLabel;
    about_logo: TImage;
    Edit_uname: TEdit;
    Edit_passwd: TEdit;
    Edit_mserver: TEdit;
    Edit_fnumber: TEdit;
    user_title: TLabel;
    user_listbox: TListBox;
    user_but_add: TBitBtn;
    user_but_edit: TBitBtn;
    user_but_remove: TBitBtn;
    user_but_clear: TBitBtn;
    Label_Userlist: TLabel;
    Label_user: TLabel;
    Label_password: TLabel;
    Label_mailserver: TLabel;
    Label_fax: TLabel;
    Label_stationID: TLabel;
    Label_port: TLabel;
    Label_log: TLabel;
    setting_edit_id: TEdit;
    combo_port: TComboBox;
    edit_logfile: TEdit;
    deletemail_but: TRadioButton;
    GroupBox1: TGroupBox;
    GroupBox2: TGroupBox;
    Label_start: TLabel;
    Label_min: TLabel;
    Edit_clock: TEdit;
    system_combo_timer: TComboBox;
    system_but_start: TBitBtn;
    system_but_exit: TBitBtn;
    system_status: TLabel;
    system_title: TLabel;
    system_Timer: TTimer;
    system_Memo_log: TMemo;
    clock_timer: TTimer;
    NMPOP31: TNMPOP3;
    ComPort1: TComPort;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    setting_title: TLabel;
    procedure FormCreate(Sender: TObject);
    procedure user_but_addClick(Sender: TObject);
    procedure user_but_editClick(Sender: TObject);
    procedure user_but_removeClick(Sender: TObject);
    procedure user_listboxClick(Sender: TObject);
    procedure user_but_clearClick(Sender: TObject);
    procedure system_but_startClick(Sender: TObject);
    procedure system_clock(Sender: TObject);
    procedure systemut_exitClick(Sender: TObject);
    procedure system_TimerTimer(Sender: TObject);
    procedure NMPOP31Connect(Sender: TObject);
    procedure NMPOP31RetrieveEnd(Sender: TObject);
    procedure NMPOP31ConnectionFailed(Sender: TObject);
    procedure NMPOP31Failure(Sender: TObject);
    procedure NMPOP31InvalidHost(var Handled: Boolean);
    procedure NMPOP31Disconnect(Sender: TObject);
    procedure NMPOP31ConnectionRequired(var Handled: Boolean);
    procedure NMPOP31AuthenticationFailed(var Handled: Boolean);

  private
    { Private declarations }
  public
    { Public declarations }

    {-- AT --}
    modem_error,faxset_error,faxdial_error,hvres: boolean;
    faxno,stationID,Buf,strres: String;

    {-- system --}
    system_is_start:boolean;
    system_looptime:integer;
    system_logfile:string;

    {-- mail --}
    mail_isconnected:boolean;
    mail_buffer:tstringlist;
    mail_RetrieveFinish:boolean;
    mail_error:boolean;

    {-- user --}
    procedure user_updatelist;

    {-- mail --}
    procedure mail_start(uu:user_rec);

    {-- huff --}
    procedure huff_chtobmp(uu:user_rec);

    {-- system --}
    procedure system_log(ss:string);

    {-- AT --}
    procedure sendAT(Str:String);
    procedure sendT4(Str:char);
    procedure faxset;
    procedure MHSender(filename:string);
    procedure recvAT(Res:String;time:Longint);
    procedure faxdial;
  end;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
var
  Form1: TForm1;

implementation

{$R *.DFM}


{-- start form --}
procedure TForm1.FormCreate(Sender: TObject);
begin
   {-- system --}
   system_is_start:=false;
   system_looptime:=5*60*1000;
   system_timer.Interval:=system_looptime;
   system_logfile:=edit_logfile.text;
   edit_clock.text:=DateTimeToStr(Now);
   {-- user --}
   user_load;
   user_updatelist;

   {-- mail --}
   mail_buffer:=tstringlist.create;

   {-- AT --}
   modem_error:=false;
   faxset_error:=false;
   faxdial_error:=false;


end;

procedure TForm1.system_TimerTimer(Sender: TObject);
var i:integer;
begin
   system_log ('Loop Start!!!');
   system_logfile:=edit_logfile.text;
   system_Timer.Enabled:=false;
   for i:=1 to usercount do
     begin
        usernow:=i;
        mail_start(userdata[usernow]);
     end;
   system_log ('Finish Loop!!!');
   if system_is_start then system_Timer.Enabled:=true;
end;

{----------------------  AT function  ------------------------}

procedure TForm1.sendAT(Str:String);
begin
  Str := Str+#13;
  ComPort1.WriteStr(Str);
end;

procedure TForm1.sendT4(Str:char);
begin
  ComPort1.Write(Str,1);
end;

procedure TForm1.faxset;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
begin
  stationID:=setting_edit_id.text;
  Comport1.port:=combo_port.text;
  faxno:=userdata[usernow].faxnumber;
  system_log('SetUp Modem');
  ComPort1.open;

  sendAT('atz');
  recvAT('OK',5000);
  sendAT('at+fclass=2');
  recvAT('OK',1000);
  if modem_error then
    begin
      faxset_error:=true;
      system_log('Error on Fax Class2');
      exit;
    end
  else
      faxset_error:=false;
  sendAT('at+flid="'+stationID+'"');
  recvAT('OK',2000);
  sendAT('at+fdcc=1,5,0,2,0,0,0,4');
  recvAT('OK',2000);
end;

procedure TForm1.faxdial;
begin
  system_log('Dial Up');
  sendAT('atdt '+FAXno);
  recvAT('+FCON',25000);
  if modem_error then
    begin
      faxdial_error:=true;
      system_log('Error on Dial to FAX');
      exit;
    end
  else
      faxdial_error:=false;
  recvAT('+FDIS:',5000);
  sendAT('at+fdt');
  recvAT('CONNECT',10000);
end;

procedure TForm1.MHSender(filename:string);
var
  StrRes: String;
  count,k:integer;
  sendfile:file;
  data:char;
begin
  AssignFile(sendfile,filename);
  reset(sendfile,1);
  for k:=1 to filesize(sendfile) do
    begin
      blockread(sendfile,data,1);
      sendT4(data);
      count:=256;
      ComPort1.ReadStr(StrRes, Count);
      buf:=buf+StrRes;
    end;
  system_log(buf);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  closefile(sendfile);
  sendT4(#16);
  sendT4(#3);
  recvAT('OK',5000);

  recvAT('+FHNG :',5000);
  ComPort1.close;
end;

procedure TForm1.recvAT(Res:String;time:Longint);
var
  StrRes,ss: String;
  start:longint;
  Count,i:integer;
begin
  buf:='';
  StrRes:='';
  start:=GetTickCount;
  while (GetTickCount-start)<time do
    BEGIN
      count:=256;
      ComPort1.ReadStr(StrRes, Count);
      Buf:=Buf+StrRes;
      i := pos( #13#10, Buf );
      while i <> 0 do
        begin
          delete(Buf, i, 1 );
          ss := copy( Buf, 1, i-1 );
          delete( Buf, 1, i );
          i := pos( #13#10, Buf );
          system_log(ss);
        end;
     if pos(Res,ss)<>0 then
      begin
        system_log(res +' Respone');
        exit;
      end;
    END;
   if (GetTickCount-start)>time then
   begin
     modem_error:=true;
     exit;
   end;
end;


{------------------------ Mail function ------------------------}
procedure TForm1.mail_start(uu:user_rec);
var user_mail_count,i,j:integer;
    mailheader:string;
begin
  with NMPOP31 do
    begin
     if Connected then Disconnect ;
     mail_error:=false;
     Host := uu.server;
     UserID := uu.username;
     Password := uu.password;
     mail_isconnected:=false;
     system_log('User : '+uu.username+'@'+uu.server);
     try
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    {$i-}
     Connect;
    {$i+}
    except
      on EsockError do
       begin
        system_log('Check Internet Connection');
        exit;
       end;
     end;//try
    end;//with
    system_log('Connecting...');
    while     (not     mail_isconnected)and(not     mail_error)     do
application.ProcessMessages;
    if (mail_error) then
    begin
      system_log('Mail error');
      exit;
    end;
    system_log('Connected...');
    NMPOP31.List;
    if NMPOP31.MailCount = 0 then
      begin
        system_log(uu.username+' No E-mail in Mailbox' );
        NMPOP31.Disconnect;
        mail_error:=false;
        exit;
      end
    else
      begin
        user_mail_count:=NMPOP31.MailCount;
        system_log('Mailcount='+inttostr(user_mail_count));
        for i:= 1 to user_mail_count do
          begin
            mail_RetrieveFinish:=false;
            NMPOP31.GetSummary(i);
            system_log('Get Summary..'+inttostr(i));
            while  (not  mail_RetrieveFinish)and(not  mail_error)  do
 Application.ProcessMessages;
            if (mail_error) then
              begin
                system_log('Error When GetSummary');
                exit;
              end;
            mailheader:=NMPOP31.Summary.Header.Text;

            if  (pos('Status:  RO',mailheader)=0)  and  ((pos('Content-
 Type:  text',mailheader)<>0)or(pos('Content-Type:  TEXT',mailheader)<>
 0)) then
              begin
                mail_RetrieveFinish:=false;
                NMPOP31.GetMailMessage(i);
                system_log('Get mail..'+inttostr(i));
                while       not       mail_RetrieveFinish       do
 Application.ProcessMessages;
                mail_buffer.Clear;
                mail_buffer.Add('  ');
                mail_buffer.Add('From : '+NMPOP31.MailMessage.From);
                mail_buffer.Add('  ');
                mail_buffer.Add('Subject                                :
 '+NMPOP31.MailMessage.Subject);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                mail_buffer.Add('  ');
                mail_buffer.Add('Message : ');
                for j:=0 to NMPOP31.MailMessage.Body.Count-1 do
                 begin
                  mail_buffer.Add(NMPOP31.MailMessage.Body.strings
[j]);
                 end;
                huff_chtobmp(userdata[usernow]);
                modem_error:=false;
                if            deletemail_but.Checked            then
NMPOP31.DeleteMailMessage(i);

                faxset;
                if not faxset_error then
                  begin
                    faxdial;
                  end
                else
                  faxdial_error:=true;

                if not faxdial_error then
                  begin
                    MHSender(userdata[usernow].dirname+'\'+inttostr
(user_getlist(userdata[usernow]))+'.huf');
                  end;

              end;
            end;//for
            NMPOP31.Disconnect;
          end;//else

end;


procedure TForm1.NMPOP31Connect(Sender: TObject);
begin
   mail_isconnected:=true;
end;

procedure TForm1.NMPOP31RetrieveEnd(Sender: TObject);
begin

   mail_RetrieveFinish:=true;
end;

procedure TForm1.NMPOP31InvalidHost(var Handled: Boolean);
begin
  system_log('Invalid Host');
  mail_error:=true;
  handled:=false;
end;

procedure TForm1.NMPOP31Disconnect(Sender: TObject);
begin
   system_log('Disconnect Mail Server');
   mail_isconnected:=false;
end;

procedure TForm1.NMPOP31ConnectionFailed(Sender: TObject);
begin
  system_log('Connection Failed');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
   mail_error:=true;
end;

procedure TForm1.NMPOP31Failure(Sender: TObject);
begin
   system_log('Failed');
   mail_error:=true;
end;

procedure TForm1.NMPOP31ConnectionRequired(var Handled: Boolean);
begin
   mail_error:=true;
   handled:=false;
   system_log('Connecttion failed');
end;

procedure TForm1.NMPOP31AuthenticationFailed(var Handled: Boolean);
begin
  mail_error:=true;
  system_log('Password failed');
end;



{------------------------  huff function  ------------------------}

procedure TForm1.huff_chtobmp(uu:user_rec);
var
  h,i,re:Integer;
  pic : TBitmap;
  x,y,codelength,thenext,count:integer;
  filetime,bmpname:string;
  maxline:integer;
begin
   pic:= TBitmap.Create;
   pic.Width:= 1728;
   pic.Height:= 1148*2;
   pic.PixelFormat:= pf1bit;
   pic.canvas.font.Size:=20;
   h:=-(pic.canvas.Font.Height-10);

   pic.canvas.textout(200,15,'From:'+setting_edit_id.text  +'    To  :
'+userdata[usernow].faxnumber+'                              For         :
'+userdata[usernow].username+'@'+userdata[usernow].server+'  Date-Time
: '+ DateTimeToStr(now));

   maxline:=mail_buffer.count;
   if maxline>50 then maxline:=50;

   for i:=0 to maxline-1 do
     begin
        pic.canvas.textout(100,60+(i*h),mail_buffer.Strings[i]);
     end;

   filetime:= inttostr(user_getlist(uu)+1);
   bmpname:= uu.dirname+'\'+filetime+'.bmp';
   pic.SaveToFile(bmpname);
   system_log('Save to : '+uu.dirname+'\'+filetime+'.bmp');

   huff_filename:=uu.dirname+'\'+filetime+'.huf';
   AssignFile(Huff_file,huff_filename);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  rewrite(Huff_file,1);
  fillchar(huff_writebf,sizeof(huff_writebf),#0);
  huff_writebufpos:=0;
  huff_writebufbit:=0;

  for y:=1 to 1143*2 do //row scan VVVV
    begin
       thenext:= clBlack;
       count:= 0;
       for x:= 1 to 1728 do //column scan  >>>
         begin
          //if color change get a length
          if pic.Canvas.Pixels[x,y]=thenext then
            begin
               codelength:=count;
               //reset counter
               count:=1;
               //get a runlengthcode after have length&thenext
               Huff_encode(codelength,thenext);
               //change thenext inverse for check next
               case thenext of
                 clBlack:thenext:=clWhite;
                 clWhite:thenext:=clBlack;
               end;
            end
          else
            count:=count+1;
         end;
       //when end of line close runlength reset new for next line
       codelength:=count;
       //get a runlengthcode after have length&thenext
       Huff_encode(codelength,thenext);

       //add FillBit
       if huff_bfcount<28 then
       begin
         while huff_bfcount<>30 do huff_write(huff_Zerotable[0]);
       end;

       //write EOL to file
       huff_write(huff_EOLtable[0]);
    end;

    //RTC
    for i:=1 to 6 do
      huff_write(huff_EOLtable[0]);

    if huff_writebufpos < huff_bfsize then
       blockwrite (huff_file,huff_writebf,huff_writebufpos,re);

    closefile(Huff_file);
end;


{----------------------  User function  ------------------------}

procedure TForm1.user_but_addClick(Sender: TObject);
begin

if(edit_uname.text='')or(edit_passwd.text='')or(edit_mserver.text='')
or(edit_fnumber.text='') then exit;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
user_add(edit_uname.text,edit_passwd.text,edit_mserver.text,edit_fnum
ber.text);
   user_save;
   user_updatelist;
   edit_uname.Clear;
   edit_passwd.Clear;
   edit_mserver.Clear;
   edit_fnumber.Clear;
end;

procedure TForm1.user_updatelist;
var i:integer;
begin
   user_listbox.items.clear;
   for i:=1 to usercount do
     user_listbox.items.add(userdata[i].username+'@'+userdata
[i].server);
   edit_uname.Clear;
   edit_passwd.Clear;
   edit_mserver.Clear;
   edit_fnumber.Clear;
end;

procedure TForm1.user_but_editClick(Sender: TObject);
begin
   usernow:=user_listbox.itemindex+1;
   if (usernow<1)or(usernow>usercount)then exit;
   with userdata[usernow] do
     begin
        username:=edit_uname.text;
        password:=edit_passwd.text;
        server:=edit_mserver.text;
        faxnumber:=edit_fnumber.text;
     end;
   user_save;
   user_updatelist;
   edit_uname.Clear;
   edit_passwd.Clear;
   edit_mserver.Clear;
   edit_fnumber.Clear;
end;

procedure TForm1.user_but_removeClick(Sender: TObject);
begin
   usernow:=user_listbox.itemindex+1;
   if (usernow<1)or(usernow>usercount)then exit;

   user_remove(usernow);
   user_save;
   user_updatelist;
   edit_uname.Clear;
   edit_passwd.Clear;
   edit_mserver.Clear;
   edit_fnumber.Clear;
end;

procedure TForm1.user_listboxClick(Sender: TObject);
begin
   usernow:=user_listbox.itemindex+1;
   with userdata[usernow] do
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
     begin
        edit_uname.text:=username;
        edit_passwd.text:=password;
        edit_mserver.text:=server;
        edit_fnumber.text:=faxnumber;
     end;
end;

procedure TForm1.user_but_clearClick(Sender: TObject);
begin
   edit_uname.Clear;
   edit_passwd.Clear;
   edit_mserver.Clear;
   edit_fnumber.Clear;
end;
{------------------------  System function  ------------------------}

procedure TForm1.system_log(ss:string);
var
  log:string;
  logfile:textfile;
begin
   log:=DateTimeToStr(Now)+' '+ss;
   with system_memo_log do
     begin
        if Lines.Count>200 then lines.Delete(0);
        lines.add(DateTimeToStr(Now)+' '+ss);
        system_memo_log.Lines.EndUpdate;
     end;
   if not FileExists(system_logfile) then
     begin
       assignfile(logfile,system_logfile);
       rewrite(logfile);
       closefile(logfile);
     end;
   assignfile(logfile,system_logfile);
   append(logfile);
   writeln(logfile,log);
   closefile(logfile);
end;


procedure TForm1.system_but_startClick(Sender: TObject);
begin
   system_is_start:=not system_is_start;
   system_looptime:=strtoint(system_combo_timer.text)*60*1000;
   system_timer.Interval:=system_looptime;

   if system_is_start then
      begin
         system_but_start.caption:='&Stop';
         system_log('Start  System!!!     System  Loop  Time  is  =
'+system_combo_timer.text+' Minutes');
         tab_user.enabled:=false;
         tab_setting.enabled:=false;
      end
   else
      begin
         system_but_start.caption:='&Start';
         system_log('Stop System!!!');
         tab_user.enabled:=true;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        tab_setting.enabled:=true;
      end;

   system_timer.Enabled:=system_is_start;
end;

procedure TForm1.system_clock(Sender: TObject);
begin
  edit_clock.text:=DateTimeToStr(Now);
end;

procedure TForm1.systemut_exitClick(Sender: TObject);
begin
   system_log('Exit Program');
   close;
end;


end.
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
unit huffcode;

interface

type huff_codetable=record
        bit:byte;
        code:word;
     end;

const
       huff_terminate:array[0..63,0..1] of huff_codetable =(
((bit: 8;code:$3500), (bit:10;code:$0DC0)),
((bit: 6;code:$1C00), (bit:3;code:$4000)),
((bit: 4;code:$7000), (bit:2;code:$C000)),
((bit: 4;code:$8000), (bit:2;code:$8000)),
((bit: 4;code:$B000), (bit:3;code:$6000)),
((bit: 4;code:$C000), (bit:4;code:$3000)),
((bit: 4;code:$E000), (bit:4;code:$2000)),
((bit: 4;code:$F000), (bit:5;code:$1800)),
((bit: 5;code:$9800), (bit:6;code:$1400)),
((bit: 5;code:$A000), (bit:6;code:$1000)),
((bit: 5;code:$3800), (bit:7;code:$0800)),
((bit: 5;code:$4000), (bit:7;code:$0A00)),
((bit: 6;code:$2000), (bit:7;code:$0E00)),
((bit: 6;code:$0C00), (bit:8;code:$0400)),
((bit: 6;code:$D000), (bit:8;code:$0700)),
((bit: 6;code:$D400), (bit:9;code:$0C00)),
((bit: 6;code:$A800), (bit:10;code:$05C0)),
((bit: 6;code:$AC00), (bit:10;code:$0600)),
((bit: 7;code:$4E00), (bit:10;code:$0200)),
((bit: 7;code:$1800), (bit:11;code:$0CE0)),
((bit: 7;code:$1000), (bit:11;code:$0D00)),
((bit: 7;code:$2E00), (bit:11;code:$0D80)),
((bit: 7;code:$0600), (bit:11;code:$06E0)),
((bit: 7;code:$0800), (bit:11;code:$0500)),
((bit: 7;code:$5000), (bit:11;code:$02E0)),
((bit: 7;code:$5600), (bit:11;code:$0300)),
((bit: 7;code:$2600), (bit:12;code:$0CA0)),
((bit: 7;code:$4800), (bit:12;code:$0CB0)),
((bit: 7;code:$3000), (bit:12;code:$0CC0)),
((bit: 8;code:$0200), (bit:12;code:$0CD0)),
((bit: 8;code:$0300), (bit:12;code:$0680)),
((bit: 8;code:$1A00), (bit:12;code:$0690)),
((bit: 8;code:$1B00), (bit:12;code:$06A0)),
((bit: 8;code:$1200), (bit:12;code:$06B0)),
((bit: 8;code:$1300), (bit:12;code:$0D20)),
((bit: 8;code:$1400), (bit:12;code:$0D30)),
((bit: 8;code:$1500), (bit:12;code:$0D40)),
((bit: 8;code:$1600), (bit:12;code:$0D50)),
((bit: 8;code:$1700), (bit:12;code:$0D60)),
((bit: 8;code:$2800), (bit:12;code:$0D70)),
((bit: 8;code:$2900), (bit:12;code:$06C0)),
((bit: 8;code:$2A00), (bit:12;code:$06D0)),
((bit: 8;code:$2B00), (bit:12;code:$0DA0)),
((bit: 8;code:$2C00), (bit:12;code:$0DB0)),
((bit: 8;code:$2D00), (bit:12;code:$0540)),
((bit: 8;code:$0400), (bit:12;code:$0550)),
((bit: 8;code:$0500), (bit:12;code:$0560)),
((bit: 8;code:$0A00), (bit:12;code:$0570)),
((bit: 8;code:$0B00), (bit:12;code:$0640)),
((bit: 8;code:$5200), (bit:12;code:$0650)),
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
((bit: 8;code:$5300), (bit:12;code:$0520)),
((bit: 8;code:$5400), (bit:12;code:$0530)),
((bit: 8;code:$5500), (bit:12;code:$0240)),
((bit: 8;code:$2400), (bit:12;code:$0370)),
((bit: 8;code:$2500), (bit:12;code:$0380)),
((bit: 8;code:$5800), (bit:12;code:$0270)),
((bit: 8;code:$5900), (bit:12;code:$0280)),
((bit: 8;code:$5A00), (bit:12;code:$0580)),
((bit: 8;code:$5B00), (bit:12;code:$0590)),
((bit: 8;code:$4A00), (bit:12;code:$02B0)),
((bit: 8;code:$4B00), (bit:12;code:$02C0)),
((bit: 8;code:$3200), (bit:12;code:$05A0)),
((bit: 8;code:$3300), (bit:12;code:$0660)),
((bit: 8;code:$3400), (bit:12;code:$0670)));

      huff_makeup : array[0..26,0..1] of huff_codetable =(
((bit: 5;code:$D800), (bit:10;code:$03C0)),
((bit: 5;code:$9000), (bit:12;code:$0C80)),
((bit: 6;code:$5C00), (bit:12;code:$0C90)),
((bit: 7;code:$6E00), (bit:12;code:$05B0)),
((bit: 8;code:$3600), (bit:12;code:$0330)),
((bit: 8;code:$3700), (bit:12;code:$0340)),
((bit: 8;code:$6400), (bit:12;code:$0350)),
((bit: 8;code:$6500), (bit:13;code:$0360)),
((bit: 8;code:$6800), (bit:13;code:$0368)),
((bit: 8;code:$6700), (bit:13;code:$0250)),
((bit: 9;code:$6600), (bit:13;code:$0258)),
((bit: 9;code:$6680), (bit:13;code:$0260)),
((bit: 9;code:$6900), (bit:13;code:$0268)),
((bit: 9;code:$6980), (bit:13;code:$0390)),
((bit: 9;code:$6A00), (bit:13;code:$0398)),
((bit: 9;code:$6A80), (bit:13;code:$03A0)),
((bit: 9;code:$6B00), (bit:13;code:$03A8)),
((bit: 9;code:$6B80), (bit:13;code:$03B0)),
((bit: 9;code:$6C00), (bit:13;code:$03B8)),
((bit: 9;code:$6C80), (bit:13;code:$0290)),
((bit: 9;code:$6D00), (bit:13;code:$0298)),
((bit: 9;code:$6D80), (bit:13;code:$02A0)),
((bit: 9;code:$4C00), (bit:13;code:$02A8)),
((bit: 9;code:$4C80), (bit:13;code:$02D0)),
((bit: 9;code:$4D00), (bit:13;code:$02D8)),
((bit: 6;code:$6000), (bit:13;code:$0320)),
((bit: 9;code:$4D80), (bit:13;code:$0328)));

huff_EOLtable :array[0..1] of huff_codetable =((bit:12;code:$0010),
(bit:12;code:$0010));
huff_Zerotable :array[0..1] of huff_codetable =((bit:1;code:$0),
(bit:1;code:$0));
huff_tocompare:array[0..15]of word
=($8000,$4000,$2000,$1000,$800,$400,$200,$100,$80,$40,$20,$10,8,4,2,1
);
huff_bits :array[0..7]of byte = ($80,$40,$20,$10,8,4,2,1);
huff_inverse: array[0..255] of byte =
($00,$80,$40,$C0,$20,$A0,$60,$E0,$10,$90,$50,$D0,$30,$B0,$70,$F0,
$08,$88,$48,$C8,$28,$A8,$68,$E8,$18,$98,$58,$D8,$38,$B8,$78,$F8,
$04,$84,$44,$C4,$24,$A4,$64,$E4,$14,$94,$54,$D4,$34,$B4,$74,$F4,
$0C,$8C,$4C,$CC,$2C,$AC,$6C,$EC,$1C,$9C,$5C,$DC,$3C,$BC,$7C,$FC,
$02,$82,$42,$C2,$22,$A2,$62,$E2,$12,$92,$52,$D2,$32,$B2,$72,$F2,
$0A,$8A,$4A,$CA,$2A,$AA,$6A,$EA,$1A,$9A,$5A,$DA,$3A,$BA,$7A,$FA,
$06,$86,$46,$C6,$26,$A6,$66,$E6,$16,$96,$56,$D6,$36,$B6,$76,$F6,
$0E,$8E,$4E,$CE,$2E,$AE,$6E,$EE,$1E,$9E,$5E,$DE,$3E,$BE,$7E,$FE,
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
$01,$81,$41,$C1,$21,$A1,$61,$E1,$11,$91,$51,$D1,$31,$B1,$71,$F1,
$09,$89,$49,$C9,$29,$A9,$69,$E9,$19,$99,$59,$D9,$39,$B9,$79,$F9,
$05,$85,$45,$C5,$25,$A5,$65,$E5,$15,$95,$55,$D5,$35,$B5,$75,$F5,
$0D,$8D,$4D,$CD,$2D,$AD,$6D,$ED,$1D,$9D,$5D,$DD,$3D,$BD,$7D,$FD,
$03,$83,$43,$C3,$23,$A3,$63,$E3,$13,$93,$53,$D3,$33,$B3,$73,$F3,
$0B,$8B,$4B,$CB,$2B,$AB,$6B,$EB,$1B,$9B,$5B,$DB,$3B,$BB,$7B,$FB,
$07,$87,$47,$C7,$27,$A7,$67,$E7,$17,$97,$57,$D7,$37,$B7,$77,$F7,
$0F,$8F,$4F,$CF,$2F,$AF,$6F,$EF,$1F,$9F,$5F,$DF,$3F,$BF,$7F,$FF);

var
    huff_file:file;
    huff_filename:string;
    huff_bfcount,
    huff_writebufbit,
    huff_writebufpos,
    huff_tochr,
    huff_bfsize:byte;
    huff_writebf:array[0..1]of char;

    procedure huff_encode(codelength,bw:integer);
    procedure huff_write(var anycode :huff_codetable );

implementation


procedure huff_encode(codelength,bw:integer);
var tmp,term,m: integer ;
begin
   case bw of
        $000000:bw:=0;
        $ffffff:bw:=1;
   end;

   if codelength <= 63 then
      begin
        huff_write(huff_terminate[codelength,bw]);
      end
   else
      begin
         m:=0;
         repeat
            tmp:=codelength div ((m+1)*64);
            term:=codelength mod ((m+1)*64);
            inc(m);
         until not ((tmp<>1)or(term>63));
         huff_write(huff_makeup[m-1,bw]);
         huff_write(huff_terminate[term,bw]);
      end;
end;


procedure huff_write(var anycode :huff_codetable );
var
    re,codebit,i:integer;
    cond:word;
begin
   for codebit:= 0 to anycode.bit-1 do
     begin
        cond:=anycode.code and huff_tocompare[codebit];
        if cond<>0 then
          begin
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            huff_tochr:=ord(huff_writebf[huff_writebufpos])or
huff_bits[huff_writebufbit];
            huff_writebf[huff_writebufpos]:=chr(huff_tochr);
         end;
      inc(huff_writebufbit);
      if huff_writebufbit = 8 then
         begin
            huff_writebf[huff_writebufpos]:=chr(huff_inverse[ord
(huff_writebf[huff_writebufpos])]);
            huff_writebufbit:=0;
            inc(huff_writebufpos);
            inc(huff_bfcount);
            huff_bfsize:=1;
            if huff_writebufpos=huff_bfsize then
               begin
                 blockwrite(huff_file,huff_writebf,huff_bfsize,re);
                  for i:=0 to huff_bfsize-1 do
                    begin
                       huff_writebf[i]:=#0;
                    end;
                  huff_writebufpos:=0;
               end;
         end;
   end;
end;


end.
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
unit user;

interface
uses SysUtils,windows;

const max_user=1000;
      user_file='user.dat';
      user_file_index='user.lst';

type user_rec=record
       username:string;
       password:string;
       server:string;
       faxnumber:string;
       dirname:string;
     end;

    procedure user_load;
    procedure user_save;
    procedure user_add(uname,passwd,mserver,fnumber:string);
    procedure user_remove(number:integer);
    function user_getlist(uu:user_rec):integer;
    procedure user_addlist(uu:user_rec);
    function user_find(uname,mserver:string):integer;

var
    usercount:integer;
    usernow:integer;
    userdata:array[1..max_user] of user_rec;

implementation

{------------------------ User function ------------------------}

procedure user_load;
var t:textfile; i,ck:integer; tmp:string;
begin
   usercount:=0;
   assignfile(t,user_file);
   {$i-}reset(t);{$i+}
   if ioresult=0 then
      begin
         readln(t,tmp);
         val(tmp,usercount,ck);
         for i:=1 to usercount do
          with userdata[i] do
           begin
              readln(t,username);
              readln(t,password);
              readln(t,server);
              readln(t,faxnumber);
              readln(t,dirname);
           end;
         closefile(t);
      end;
end;

procedure user_save;
var t:textfile; i:integer;
begin
   assignfile(t,user_file);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
   rewrite(t);
   writeln(t,usercount);
   for i:=1 to usercount do
     with userdata[i] do
       begin
          writeln(t,username);
          writeln(t,password);
          writeln(t,server);
          writeln(t,faxnumber);
          writeln(t,dirname);
       end;
   closefile(t);
end;

function user_getlist(uu:user_rec):integer;
var t:textfile;
    newtmp,tmp:string;

begin
   with uu do
     begin
        assignfile(t,dirname+'\'+user_file_index);
        reset(t);
        readln(t,tmp);
        closefile(t);
        result:=strtoint(tmp);

        newtmp:=inttostr(strtoint(tmp)+1);
        rewrite(t);
        writeln(t,newtmp);
        closefile(t);
     end;
end;

procedure user_addlist(uu:user_rec);
var t:textfile;
    now:integer;
begin
   now:=user_getlist(uu)+1;
   with uu do
     begin
        assignfile(t,dirname+'\'+user_file_index);
        rewrite(t);
        writeln(t,now);
        closefile(t);
     end;
end;

function user_find(uname,mserver:string):integer;
var i:integer;
begin

   for i:=1 to usercount do
     with userdata[i] do
       if (username=uname)and(server=mserver) then
          begin
             result:=i;
             exit;
          end;
   result:=-1;
end;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
procedure user_add(uname,passwd,mserver,fnumber:string);
var t:textfile;
begin
   if user_find(uname,mserver)<>-1 then exit;

   inc(usercount);
   with userdata[usercount] do
     begin
        username:=uname;
        password:=passwd;
        server:=mserver;
        faxnumber:=fnumber;

        dirname:=uname+'@'+mserver;
        mkdir(dirname);

        assignfile(t,dirname+'\'+user_file_index);
        rewrite(t);
        writeln(t,0);
        closefile(t);
     end;
end;

procedure user_remove(number:integer);
var i:integer;
    dir:string;
    pp:pchar;
begin

  dir:='C:\windows\command.com/c deltree/y'+userdata[number].dirname;
   getmem(pp,255);
   StrPCopy(pp,dir);
   winexec(pchar(dir),0);

   for i:=number to usercount-1 do
     begin
        userdata[i]:=userdata[i+1];
     end;
   dec(usercount);

end;


{-------------------------------------------------------------------}


end.
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.สุวิพล สิทธิชีวภาค และ ผศ.เกรียงไกร วงศ์โรจนภรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ช่วยชี้แนะให้คำปรึกษาด้วยดีตลอดมา ขอขอบพระคุณ อ.นภัทร สระเอี่ยม สำหรับคำแนะนำต่างๆ ขอบคุณนายณัฐจิระ ฮอนดา ช่วยให้คำแนะนำและตรวจทานโปรแกรมและ นายวรุธ เลิศไพชัยยนต์ และ น.ส.กนิษฐ์ อินทุวรรณรัตน์ ช่วยตรวจทานรูปเล่มรายงาน ขอขอบคุณครอบครัว “อินทุวรรณรัตน์” และครอบครัว “พัฒนไพจิตต์กุล” ที่ได้อบรมเลี้ยงดู ขอขอบคุณ ครู-อาจารย์ทุกๆท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้ ขอขอบคุณเพื่อนๆ ในห้อง T-114, T-312 และเพื่อนๆทุกคนที่ช่วยเหลือให้กำลังใจแนะนำตลอดมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กนก กุสุมาลย์นุกูล ไกรวุฒิ มั่นเสถียรสิน, คู่มือการเขียนโปรแกรม Delphi4, กรุงเทพฯ: ซัคเซสมีเดีย, 2541

กลมาศ กำจรกิจการ, คู่มือพัฒนาโปรแกรมด้วย Delphi4, กรุงเทพฯ:โปรวิชั่น, 2542

ประสิทธ์ วิทยธีราภรณ์, เทคนิคการสื่อสารด้วยโมเด็ม,กรุงเทพฯ: ฟิสิกส์เซ็นเตอร์, 25-

ประพนธ์ อัศวภาณุวัฒน์, Delphi Episode II เทคนิคและการพัฒนาโปรแกรมด้วยเดลไฟ, กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชัน, 2543

อนิรุทธิ์ รัชตะวราห์ วศิน เพิ่มทรัพย์ , ผ่าคอมพิวเตอร์,กรุงเทพฯ:Provision,2543

ศ.มนูญ สุขเกษม รศ.ดร.ถวิล พึ่งมา , ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโครงข่ายให้บริการแบบดิจิตอล, กรุงเทพฯ : คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2542

ประกิจ ตังติสานนท์, วิศวการสื่อสารไฟฟ้า อิเลกทรอนิกส์, กรุงเทพฯ:คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2539

ดร.วาทิต เบญจพลกุล, การสื่อสารข้อมูล, กรุงเทพฯ:Sophia, 2541

สุพจน์ ปุณณชัยยะ, รอบรู้Modem, กรุงเทพ:Provision, 2540

สัลยุทธ์ สว่างวรรณ, การสื่อสารข้อมูลระดับพื้นฐาน, กรุงเทพ :Universal Graphic&Trading, 2544

Andrew Margolis, The fax modem sourcebook : John Wiley & Sons, 1995

Robert L. Hummel, Programmer'sTechnical Reference:Data and FAX Communication, California, Ziff-Davis Press, 1993

CCITT, Recommendations of T series Red Book Volume VII –Fascicle VII.3., 1985

Richard W. Wiggins, The Internet for Everyone. กรุงเทพ:McGraw –Hill, 1996

RFC 1939 Post Office Protocol - Version3

http://dslab.csie.ncu.edu.tw/~lyf/tech-10.html

http://www.awod.com/staff/kpeters/kit/professional/bcm-modem/BCM_Modem6.html

http://www.torry.net

http://www.multitech.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้