รายงานผลการประดิษฐ์

ทุนอุดหนุนโครงการสิ่งประดิษฐ์

เรื่อง

โปรแกรมการแปลงโปรโตคอลจาก ISDN ไปเป็น X.25

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จท
วท 15
007978

โดย

วาทิต เบญจพลกุล
วัลยา วัชรบุศราคำ

2540

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โครงการสิ่งประดิษฐ์

รายงาน

โปรแกรมการแปลงโปรโตคอลจาก ISDN ไปเป็น X.25

โดย

อาจารย์ ดร. วาทิต เบญจพลกุล

น.ส. วัลยา วัชรบุศราคำ

มกราคม 2540

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

22 ก.ค. 2541

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ให้ทุนโครงการสิ่งประดิษฐ์ประเภทซอฟต์แวร์ ประจำปี 2538 จนโครงการสิ่งประดิษฐ์นี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบคุณ คุณวันชัย จีนสวัสดิ์ และคุณปริทัศน์ นราจันทร์ บริษัท บางกอกดาต้าคอม จำกัด ที่ให้ความช่วยเหลือและให้ความกระจ่างในการทำงานของโครงข่าย X.25 จากการใช้งานอุปกรณ์จริง ขอขอบคุณ Digital Signal Processing Research Laboratory ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่อนุเคราะห์โปรแกรมส่วนที่เป็นเมนูหลัก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชื่อโครงการ โปรแกรมการแปลงโปรโตคอลจาก ISDN ไปเป็น X.25
ชื่อผู้ดำเนินงาน อาจารย์ ดร. วาทิต เบญจพลกุล และ น.ส. วัลยา วัชรบุศราคำ
เดือนและปีที่ทำวิจัยสำเร็จ กันยายน 2539

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของโครงการสิ่งประดิษฐ์นี้คือการพัฒนาโปรแกรมจำลองระบบการเชื่อมโยงระหว่างผู้ใช้และเครือข่ายโดยไมโครคอมพิวเตอร์ 2 เครื่องต่อเชื่อมกันในโปรโตคอล ISDN และพัฒนาโปรแกรมการแปลงโปรโตคอลจาก ISDN ไปเป็น X.25 ในไมโครคอมพิวเตอร์ที่จำลองเป็นโครงข่าย ในขณะดำเนินการเชื่อมโยงระหว่างผู้ใช้และโครงข่ายโปรแกรมจะแสดงให้เห็นรายละเอียดในทุก ๆ เฟรมที่ส่งผ่านพอร์ทอนุกรม จากการทดสอบเชื่อมโยงระบบเป็นจำนวน 40 ครั้ง ซึ่งแต่ละครั้งมีข้อกำหนดเกี่ยวกับวิธีดำเนินการส่งและ/หรือจำนวนของกลุ่มข่าวสาร USER INFORMATION ที่แตกต่างกัน ปรากฏว่าความสามารถของการเชื่อมโยงประสบผลสำเร็จร้อยละ 100 ภายใต้เงื่อนไขที่ว่าไมโครคอมพิวเตอร์ 2 เครื่องสามารถส่งเฟรมระหว่างกันสำเร็จร้อยละ 98.2 สำหรับโปรแกรมในส่วนของการแปลงโปรโตคอลสามารถตรวจสอบฟิลด์พื้นฐานที่ต้องมีในแต่ละเฟรมของ ISDN (เฉพาะเฟรมที่มีความสัมพันธ์กับเฟรมในโปรโตคอล X.25) และปรับเปลี่ยนไปเป็นฟิลด์ในเฟรมของ X.25 ที่เหมาะสมได้อย่างถูกต้องตามมาตรฐาน ITU

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Project Title An ISDN-to-X.25 Protocol Conversion Program

Name of the Investigator Dr. WATIT BENJAPOLAKUL ,

Miss WANLAYA WATCHARABUDSARAKHAM

Year 1996

Abstract

The objective of this project is to develop a program that simulates interface system between user and network system by using two microcomputers connected in ISDN protocol and to develop an ISDN-to-X.25 protocol conversion program run on a simulated network microcomputer. During user-network interface procedure, the program shows each frame contents that are sent through serial port. From 40 connections test, with different sending procedures and/or the number of USER INFORMATION messages, we found that successful connection is 100% in condition that successful frame transmission is 98.2%. In addition, the ISDN-to-X.25 protocol conversion program can detect mandatory basic fields in each ISDN frame (only frames that related to X.25 frames) and map or change them to appropriate fields in ITU X.25 protocol.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ....ii
บทคัดย่อไทย....iii
บทคัดย่ออังกฤษ....iv
สารบัญ....v
รายการตารางประกอบ....vii
รายการภาพประกอบ....ix
คำศัพท์และคำย่อ....xiii
บทที่ 1 บทนำ
1. ความเบื้องต้น....1
2. วัตถุประสงค์การวิจัย....2
3. ขอบเขตการวิจัย....2
4. วิธีวิจัยโดยย่อ....3
5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ....4
บทที่ 2 โปรโตคอลชั้นดาตาลิงค์และชั้นเนตเวิร์กของ X.25
1. ส่วนประกอบของเฟรม....5
2. เฟรม Supervisory....10
3. เฟรม Unnumbered....11
4. เฟรม Information....14
5. การเข้ารหัสของกลุ่มข้อมูล....14
6. สรุป....27
บทที่ 3 ชั้นดาตาลิงค์และชั้นเนตเวิร์กของ ISDN
1. เฟรมของ LAPD....28
2. โปรโตคอลชั้นเนตเวิร์กของ ISDN....32
3. สรุป....48
บทที่ 4 การออกแบบและรายละเอียดส่วนซอฟต์แวร์
1. ซอฟต์แวร์เครือข่าย ISDN จำลองบนเครื่องคอมพิวเตอร์ PC1....52
2. ซอฟต์แวร์ผู้ใช้ ISDN จำลองบนเครื่องคอมพิวเตอร์ PC2....65
3. เทคนิคการแปลงโปรโตคอลจาก ISDN ไปเป็น X.25....69
4. สรุป....95

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 ผลการทดสอบ

1.ทดสอบการติดต่อระหว่างผู้ใช้และเครือข่าย 96

2.ทดสอบการแปลงโปรโตคอล 98

บทที่ 6 บทสรุป

1.สรุปผลการทดสอบ 99

2.วิจารณ์และข้อเสนอแนะ 100

รายการอ้างอิง 102

ภาคผนวก ก ข้อมูลเกี่ยวกับฟิลด์ตำแหน่งที่อยู่ของ DTE ผู้เรียกและผู้ถูกเรียก ของโปรโตคอล X.25 104

ภาคผนวก ข รหัสสาเหตุและรหัสการวิเคราะห์ของโปรโตคอล X.25 106

ภาคผนวก ค Mapping of Q.931 cause field to X.25 cause field 108

ภาคผนวก ง Numbering plan สำหรับ ISDN และ interworking 112

ภาคผนวก จ คู่มือการใช้โปรแกรม 115

ภาคผนวก ฉ การคำนวณประสิทธิภาพของระบบ 119

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เลขหมู่ จพ
ล.ศ 15
เลขทะเบียน 007978
วัน,เดือน,ปี 13 พ.ค.40

รายการตารางประกอบ

หน้า

ตารางที่ 2.1 แสดงการเข้ารหัสของฟิลด์ควบคุม คำสั่งและการตอบสนอง ในโหมดพื้นฐาน 8
ตารางที่ 2.2 แสดงการเข้ารหัสของฟิลด์ควบคุม คำสั่งและการตอบสนอง ในโหมดเพิ่มขยาย ...9
ตารางที่ 2.3 แสดงรูปแบบของฟิลด์ข้อมูลในเฟรม FRMR สำหรับโหมดพื้นฐาน 12
ตารางที่ 2.4 แสดงรูปแบบของฟิลด์ข้อมูลในเฟรม FRMR สำหรับโหมดเพิ่มขยาย 13
ตารางที่ 2.5 ตัวอย่างของการกำหนดค่า LCI 15
ตารางที่ 2.6 การเข้ารหัสฟิลด์ PTI (มอดดูโล 8) 16
ตารางที่ 3.1 แสดงการกำหนดค่าของ SAPI 30
ตารางที่ 3.2 แสดงการกำหนดค่า TEI 30
ตารางที่ 3.3 รูปแบบของฟิลด์ควบคุม 31
ตารางที่ 3.4 รหัสของฟิลด์ควบคุม 31
ตารางที่ 3.5 ประเภทของกลุ่มข่าวสาร.....35
ตารางที่ 3.6 รหัสของตัวระบุองค์ประกอบข่าว 37
ตารางที่ 3.7 องค์ประกอบข่าว Locking shift 40
ตารางที่ 3.8 องค์ประกอบข่าว Non-locking shift 41
ตารางที่ 3.9 ช่องสัญญาณที่ผู้ใช้ร้องขอและการตอบสนองของเครือข่ายเมื่อทำการเข้าถึง
แบบเรียกออกไปยัง AU 42
ตารางที่ 3.10 ช่องสัญญาณที่เครือข่ายร้องขอและการตอบสนองของผู้ใช้เมื่อทำการเข้าถึง
แบบเรียกเข้ามาจาก AU 44
ตารางที่ 3.11 ตัวจับเวลาในด้านเครือข่าย..... 49
ตารางที่ 3.12 ตัวจับเวลาในด้านผู้ใช้.....50
ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงเฟรมในโปรโตคอล ISDN สมมูลกับ
เฟรมในโปรโตคอล X.25 (มอดดูโล 128).....61
ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงกลุ่มข่าวสารสมมูลกับกลุ่มข้อมูล.....63
ตารางที่ 4.3 แสดงองค์ประกอบข่าว(ISDN) กับฟิลด์ในกลุ่มข้อมูล (X.25) ที่สมมูลกัน 64
ตารางที่ 5.1 ผลการทดสอบการติดต่อระหว่างผู้ใช้และเครือข่ายเฉลี่ย.....97
ตารางที่ ก.1 การเข้ารหัสของ The type of address subfield..... 104
ตารางที่ ก.2 การเข้ารหัสของ The numbering plan identification subfield..... 105

รายการตารางประกอบ (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ ข.1 รหัสของฟิลด์สาเหตุในกลุ่มข้อมูล CLEAR REQUEST , RESET REQUEST และ RESTART REQUEST 106
ตารางที่ ข.2 รหัสของฟิลด์สาเหตุในกลุ่มข้อมูล CLEAR INDICATION 106
ตารางที่ ข.3 รหัสของฟิลด์สาเหตุในกลุ่มข้อมูล RESET INDICATION 107
ตารางที่ ข.4 รหัสของฟิลด์สาเหตุในกลุ่มข้อมูล RESTART INDICATION 107
ตารางที่ ค ตารางแสดง Mapping cause field จากโปรโตคอล Q.931 ไป X.25 108
ตารางที่ ง.1 รหัส IA5 ของหมายเลข 0-9 114

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการภาพประกอบ

หน้า

รูปที่ 1.1 แสดงตำแหน่งของอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แปลงโปรโตคอล 1
รูปที่ 1.2 แสดงตำแหน่งการแปลงโปรโตคอลของงานวิจัย 3
รูปที่ 2.1 โครงสร้างของเฟรมในการดำเนินการโหมดพื้นฐาน (มอดดูโล 8) 5
รูปที่ 2.2 โครงสร้างของเฟรมในการดำเนินการโหมดเพิ่มขยาย (มอดดูโล 128) 6
รูปที่ 2.3 เทคนิค bit stuffing 6
รูปที่ 2.4 การเข้ารหัสฟิลด์ตำแหน่งที่อยู่ 7
รูปที่ 2.5 รูปแบบเฟรม FRMR 12
รูปที่ 2.6 วิธีดำเนินการชั้นเนตเวิร์กของ X.25 13
รูปที่ 2.7 ตัวระบุรูปแบบทั่วไป 14
รูปที่ 2.8 การเข้ารหัสของฟิลด์ตำแหน่งที่อยู่ 17
รูปที่ 2.9 การใช้ฟิลด์ตำแหน่งที่อยู่ในการก่อตั้งการเรียก 19
รูปที่ 2.10 กลุ่มข้อมูลก่อตั้งการเรียก 20
รูปที่ 2.11 กลุ่มข้อมูล Supervisory 22
รูปที่ 2.12 กลุ่มข้อมูล Confirmation 23
รูปที่ 2.13 กลุ่มข้อมูล DATA 25
รูปที่ 2.14 กลุ่มข้อมูลควบคุมการไหล 25
รูปที่ 2.15 กลุ่มข้อมูล DIAGNOSTIC 26
รูปที่ 2.16 กลุ่มข้อมูล INTERRUPT 27
รูปที่ 3.1 รูปแบบของเฟรม 29
รูปที่ 3.2 รูปแบบของฟิลด์ตำแหน่งที่อยู่ 29
รูปที่ 3.3 องค์ประกอบทั่วไปของกลุ่มข่าวสาร 33
รูปที่ 3.4 Protocol discriminator 33
รูปที่ 3.5 Call reference 34
รูปที่ 3.6 ตัวอย่างของการเข้ารหัสสำหรับ globol call reference 34
รูปที่ 3.7 ประเภทของกลุ่มข่าวสาร 35
รูปที่ 3.8 รูปแบบขององค์ประกอบข่าว 36
รูปที่ 3.9 องค์ประกอบข่าว Locking shift 40
รูปที่ 3.10 องค์ประกอบข่าว Non-locking shift 41

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.11 การสื่อสารกลุ่มข้อมูลโดยใช้ AU 42
รูปที่ 3.12 วิธีดำเนินการควบคุมแบบสวิตซ์วงจร 50
รูปที่ 4.1 ลักษณะของการจำลองการติดต่อของระบบ 51
รูปที่ 4.2 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของเครือข่าย 52
รูปที่ 4.3 เมนูหลักของการจำลองเครือข่าย 52
รูปที่ 4.4 เมนูย่อยใน File ของการจำลองเครือข่าย 53
รูปที่ 4.5 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของโปรแกรมตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของเฟรม 53
รูปที่ 4.6 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของโปรแกรมคำนวณหาค่า FCS 54
รูปที่ 4.7 วิธีดำเนินการติดต่อสื่อสารในชั้นเนตเวิร์ก 55
รูปที่ 4.8 ตัวอย่างโฟลว์ชาร์ตการทำงานในการรับ-ส่งข้อมูลด้านเครือข่าย 57
รูปที่ 4.9 เมนูย่อยใน Port 59
รูปที่ 4.10 เมนูย่อยใน Address 59
รูปที่ 4.11 เมนูย่อยใน Conversion 60
รูปที่ 4.12 การกำหนดให้เป็นเฟรมคำสั่งหรือเฟรมการตอบสนองของผู้ใช้และเครือข่าย 62
รูปที่ 4.13 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของผู้ใช้ 64
รูปที่ 4.14 เมนูหลักของการจำลองผู้ใช้ 65
รูปที่ 4.15 เมนูย่อยใน File ของการจำลองผู้ใช้ 65
รูปที่ 4.16 เมนูในสเตตรอรับการเรียก 65
รูปที่ 4.17 ตัวอย่างโฟลว์ชาร์ตการทำงานในการรับ-ส่งข้อมูลด้านผู้ใช้ 66
รูปที่ 4.18 เมนูย่อยใน Procedure 69
รูปที่ 4.19 โฟลว์ชาร์ตการแปลงโปรโตคอลจาก ISDN ไปเป็น X.25 69
รูปที่ 4.20 โฟลว์ชาร์ตการแปลงโปรโตคอลจาก ISDN ไปเป็น X.25 สำหรับเฟรม U 70
รูปที่ 4.21 โฟลว์ชาร์ตการแปลงโปรโตคอลจาก ISDN ไปเป็น X.25 สำหรับเฟรม S 72
รูปที่ 4.22 ไดอะแกรมของการแปลงเฟรม ISDN ไปเป็นเฟรม X.25 สำหรับเฟรม U และ S 73
รูปที่ 4.23 แสดงเฟรม SABME 73
รูปที่ 4.24 แสดงเฟรม DISC 74
รูปที่ 4.25 แสดงเฟรม UA 74
รูปที่ 4.26 แสดงเฟรม DM 74

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.27 แสดงเฟรม FRMR 75
รูปที่ 4.28 แสดงเฟรม RR 75
รูปที่ 4.29 แสดงเฟรม RNR 75
รูปที่ 4.30 แสดงเฟรม REJ 76
รูปที่ 4.31 โฟลว์ชาร์ตการแปลงโปรโตคอลจาก ISDN ไปเป็น X.25 สำหรับเฟรม I..... 76
รูปที่ 4.32 ไดอะแกรมของการแปลงเฟรม ISDN ไปเป็นเฟรม X.25 สำหรับเฟรม I 84
รูปที่ 4.33 แสดงเฟรม I (กลุ่มข่าวสาร CONNECT, กลุ่มข้อมูล CALL CONNECTED) 84
รูปที่ 4.34 ไดอะแกรมของการแปลงเฟรม ISDN ไปเป็นเฟรม X.25
สำหรับเฟรม I ที่บรรจุกลุ่มข่าวสาร SETUP 85
รูปที่ 4.35 แสดงเฟรม I (กลุ่มข่าวสาร SETUP, กลุ่มข้อมูล CALL REQUEST) 86
รูปที่ 4.36 ไดอะแกรมของการแปลงเฟรม ISDN ไปเป็นเฟรม X.25
สำหรับเฟรม I ที่บรรจุกลุ่มข่าวสาร USER INFORMATION 88
รูปที่ 4.37 แสดงเฟรม I (กลุ่มข่าวสาร USER INFORMATION, กลุ่มข้อมูล DCE DATA) 88
รูปที่ 4.38 ไดอะแกรมของการแปลงเฟรม ISDN ไปเป็นเฟรม X.25 สำหรับเฟรม I ที่บรรจุ
กลุ่มข่าวสาร DISCONNECT,กลุ่มข่าวสาร RELEASE
หรือกลุ่มข่าวสาร RELEASE COMPLETE 90
รูปที่ 4.39 แสดงเฟรม I (กลุ่มข่าวสาร DISCONNECT, กลุ่มข้อมูล CLEAR INDICATION) .. 90
รูปที่ 4.40 แสดงเฟรม I (กลุ่มข่าวสาร RELEASE, กลุ่มข้อมูล CLEAR INDICATION) 91
รูปที่ 4.41 แสดงเฟรม I (กลุ่มข่าวสาร RELEASE COMPLETE,
กลุ่มข้อมูล CLEAR INDICATION) 92
รูปที่ 4.42 แสดงเฟรม I (กลุ่มข่าวสาร CONGESTION CONTROL, กลุ่มข้อมูล DCE RR) 93
รูปที่ 4.43 แสดงเฟรม I (กลุ่มข่าวสาร CONGESTION CONTROL, กลุ่มข้อมูล DCE RNR) .. 93
รูปที่ 4.44 แสดงเฟรม I (กลุ่มข่าวสาร RESTART, กลุ่มข้อมูล CLEAR INDICATION) 94
รูปที่ 5.1 แสดงวิธีดำเนินการติดต่อของระบบที่ออกแบบ..... 96
รูปที่ ก.1 รูปแบบของตำแหน่งที่อยู่หลักเมื่อตั้งค่าบิต A เป็น 1..... 104
รูปที่ ง.1 โครงสร้างของหมายเลข ISDN..... 112
รูปที่ ง.2 Numbering plan interworking ระหว่าง ISDN กับ PSPDN สำหรับบริการกลุ่มข้อมูล.113

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ จ.1 แสดงภาพจากโปรแกรมในการเลือกเมนู Edit..... 115
รูปที่ จ.2 แสดงภาพจากโปรแกรมในการเลือกเมนู Conversion..... 117

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำศัพท์และคำย่อ

กลุ่มข้อมูล	Packet
กลุ่มข่าวสาร	Message
การเข้าถึงแบบเรียกเข้ามา	Incoming call access
การเข้าถึงแบบเรียกออกไป	Outgoing call access
การเชื่อมต่อทางตรรก	Logical connection
การเรียกเข้ามา	Incoming call
การเรียกออกไป	Outgoing call
ค่าโดยปริยาย	Default
ช่วงชีวิต	Lifetime
ซิงโครนัสดูเพลกซ์เต็ม	Full-duplex Synchronous
ด้านต้นทาง	Originating side
โดยชัดแจ้ง	Explicit
โดยนัย	Implicit
ตัวจับเวลา	Timer
บิตสำรอง	Spare bit
พอร์ทเข้าถึง	Access port
พื้นที่ของหมายเลข	Numbering area
แพร่สัญญาณ	Broadcast
ฟิลด์สาเหตุ	Cause field
ฟิลด์อธิบายการวิเคราะห์	Diagnostic Explanation Field
รหัสการวิเคราะห์	Diagnostic Code
รัน	Run
วิธีขั้นตอนเดียว	Single stage method
วิธีสองขั้นตอน	Two-stage method
สภาวะกู้ข้อมูลด้วยตัวจับเวลา	Timer recovery
สภาวะไม่ว่าง	Busy condition
สภาวะยกเว้น REJ	REJ exception condition
สวิตช์วงจร	Circuit Switched
โหมดได้ดุลอะซิงโครนัส	Asynchronous Balanced Mode

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โหมดพื้นฐาน	Basic mode
องค์ประกอบข่าว	Information element
อุปกรณ์เชื่อมเครือข่ายต่างระบบ	Gateway
เอ็นทิทีจัดการ	Management entity

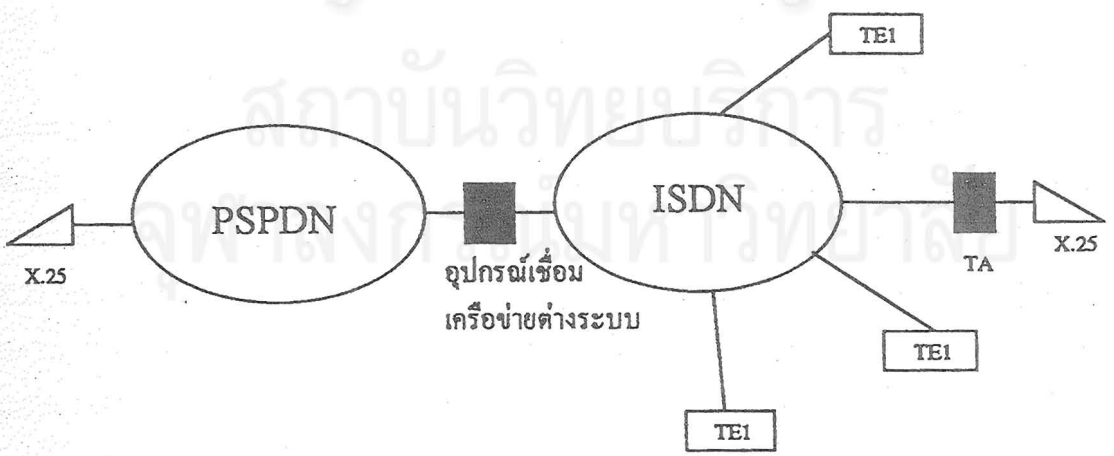
AU	Access Unit
CCITT	The Internation Telegraph and Telephone Consultative Committee
DCE	Data Circuit-terminating Equipment
DNIC	Data Network Identification Code
DTE	Data Terminal Equipment
GFI	General Format Identifier
IDN	International Data Number
ISDN	Integrated Services Digital Network
LAPB	Link Access Procedure Balanced
LAPD	Link Access Procedure on the D-channel
LCGN	Logical Channel Group Number
LCI	Logical Channel Identifier
LCN	Logical Channel Number
NTN	National Terminal Number
PAD	Packet Assembler/Disassembler
PSN	Packet Switching Network
PSPDN	Packet Switched Public Data Network
PTI	Packet Type Identifier
PVC	Permanent Virtual Circuit
SAPI	Service Access Point Identifier
SVC	Switched Virtual Circuit
TA	Terminal Adaptor
TE	Terminal Equipment
TEI	Terminal Endpoint Identifier

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1
บทนำ

1. ความเบื้องต้น

เครือข่าย PSPDN (Packet Switched Public Data Network) ที่ใช้มาตรฐาน CCITT (The International Telegraph and Telephone Consultative Committee) X.75 (International Telecommunication Union [ITU], 1989, chap. X.75) ซึ่งมีการใช้โปรโตคอล X.25 เป็นมาตรฐานที่จุดเชื่อมโยงผู้ใช้/เครือข่ายเป็นเครือข่ายที่ใช้มานานแล้วกับหลายๆประเทศในการให้บริการถ่ายโอนข้อมูล ทั้งนี้รวมถึงประเทศไทยซึ่งมีการสื่อสารแห่งประเทศไทยเป็นผู้ให้บริการถ่ายโอนข้อมูล แต่ในปัจจุบันองค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทยได้นำเอาเครือข่าย ISDN (Integrated Services Digital Network) ที่สามารถรวมบริการถ่ายโอนเสียง, ภาพ และข้อมูลไว้บนเครือข่ายเดียวกันเข้ามาให้บริการผู้ใช้ในบางเขตของการบริการ ผู้ที่เกี่ยวข้องควรมีความรู้ความเข้าใจในโปรโตคอลของแต่ละเครือข่ายและความสัมพันธ์กันของโปรโตคอล เนื่องจากว่าผู้ใช้บริการ ISDN มีความต้องการที่จะติดต่อกับ PSPDN (Tredinnick ,1995) ซึ่งเครือข่าย PSPDN ต้องติดต่อกับเครือข่าย ISDN โดยการเชื่อมต่อผ่านอุปกรณ์เชื่อมเครือข่ายต่างระบบ (Gateway) หรือกรณีที่ผู้ใช้ X.25 ควรสามารถขอใช้บริการเครือข่าย ISDN โดยการเชื่อมต่อผ่าน TA (Terminal Adaptor) ทั้งอุปกรณ์เชื่อมเครือข่ายต่างระบบ และ TA (ดูรูปที่ 1.1) จะต้องมีฟังก์ชันการแปลงโปรโตคอลรวมอยู่ซึ่งจะมีลักษณะเฉพาะขึ้นกับการทำให้เกิดผลของแต่ละผู้ผลิต



TE1 : Terminal Equipment 1

รูปที่ 1.1 แสดงตำแหน่งของอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แปลงโปรโตคอล

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1. เพื่อนำไปใช้ในการศึกษาถึงการทำงานบางส่วนของอุปกรณ์เชื่อมเครือข่ายต่างระบบ ซึ่งทำหน้าที่ในการแปลงโปรโตคอลที่ใช้ในเครือข่าย ISDN ไปเป็นโปรโตคอล X.25 ในชั้นดาตาลิงค์และชั้นเนตเวิร์กซึ่งงานวิจัยมีการศึกษาจัดทำเฉพาะในส่วนของซอฟต์แวร์

2.2. เพื่อนำไปใช้เป็นประโยชน์กับการพัฒนาระบบฮาร์ดแวร์ที่เกี่ยวข้อง

2.3. เพื่อนำไปใช้เป็นประโยชน์กับการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง

3. ขอบเขตการวิจัย

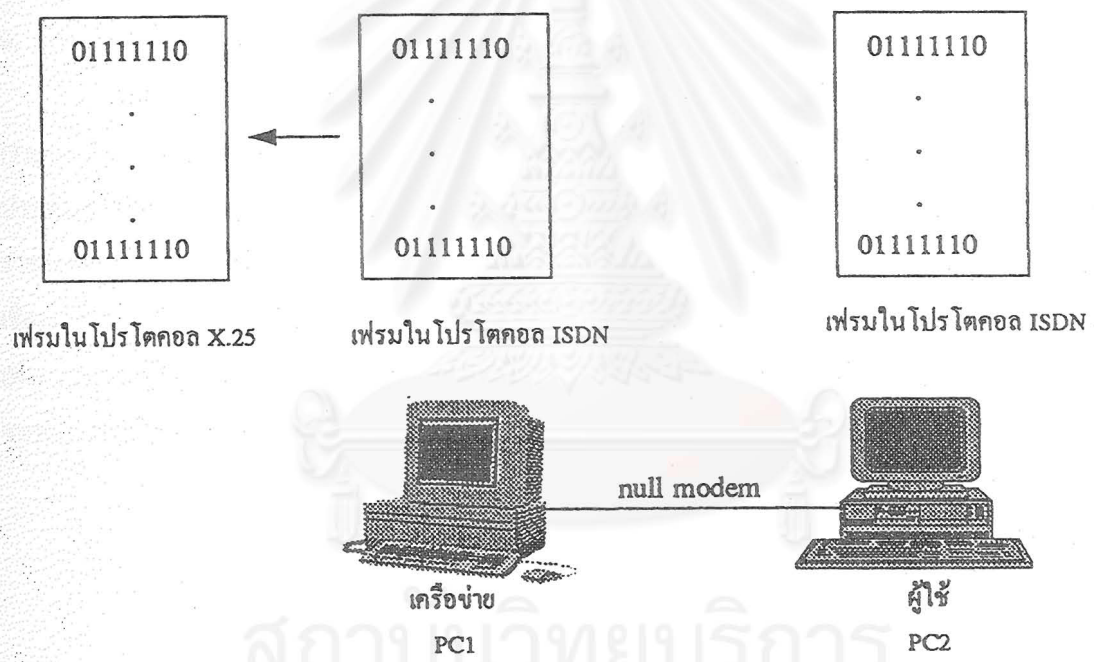
งานวิจัยโปรแกรมการแปลงโปรโตคอลนี้ เป็นโปรแกรมที่ประดิษฐ์ขึ้นมาเพื่อเสนอการแปลงโปรโตคอลจากเฟรมที่บรรจุข้อมูลของเครือข่าย ISDN ซึ่งใช้มาตรฐาน CCITT Q.921 และ Q.931 (Kessler, 1991) สำหรับชั้นดาตาลิงค์และชั้นเนตเวิร์กตามลำดับให้อยู่ในรูปแบบของเฟรมที่บรรจุข้อมูลที่ใช้ในโปรโตคอล X.25 ซึ่งใช้มาตรฐาน CCITT X.25 (Hewlett-Packard Co., 1985) สำหรับชั้นดาตาลิงค์และชั้นเนตเวิร์ก โดยจะแสดงรูปแบบของเฟรมในแต่ละโปรโตคอลให้ผู้ใช้โปรแกรมได้สังเกตเห็นความเหมือนและความแตกต่างของโปรโตคอลทั้งสอง

เมื่อเทียบลักษณะของโปรโตคอลในชั้นดาตาลิงค์แล้วพบความแตกต่างที่สำคัญคือโปรโตคอล X.25 มีการให้หมายเลขลำดับของเฟรม I แบบมอดดูโล 8 และมอดดูโล 128 (ITU, 1989 chap. X.25) และในขณะที่โปรโตคอล Q.921 มีแต่การให้หมายเลขลำดับของเฟรม I แบบมอดดูโล 128 เท่านั้น (ITU, 1989 chap. Q.921) จึงเป็นเหตุให้เลือกที่จะทำโปรแกรมเพื่อใช้กับมอดดูโล 128 เพียงอย่างเดียว ลักษณะอื่น ๆ ของทั้งสองโปรโตคอลส่วนใหญ่คล้ายคลึงกันดังที่จะกล่าวถึงในบทที่ 2 และ 3

ลักษณะโปรโตคอลชั้นเนตเวิร์กของ Q.931 และ X.25 มีการเข้ารหัสของกลุ่มข่าวสาร (message) และกลุ่มข้อมูล (packet) ที่แตกต่างกันมาก เริ่มตั้งแต่รูปแบบของกลุ่มข่าวสารและกลุ่มข้อมูล ตำแหน่งการบรรจุรหัสที่สัมพันธ์กันของโปรโตคอลทั้งสอง แม้กระทั่งรหัสที่สัมพันธ์กันก็แตกต่างกันอีกด้วย (ITU, 1989 chaps. Q.931 and X.25) ในการแปลงโปรโตคอลสำหรับชั้นนี้ของ X.25 จะเลือกใช้โหมดพื้นฐาน (basic mode) ซึ่งเป็นมอดดูโล 8 ในการลำดับหมายเลขของกลุ่มข้อมูล DATA ที่บรรจุข้อมูลของผู้ใช้ แต่ในโปรโตคอล ISDN ไม่มีการลำดับหมายเลขของกลุ่มข่าวสาร USER INFORMATION ที่บรรจุข้อมูลของผู้ใช้ นอกจากนี้ยังกำหนดให้ทั้งสองโปรโตคอลไม่มีการบรรจุข้อมูลของผู้ใช้ลงในกลุ่มข้อมูลหรือกลุ่มข่าวสารที่ใช้ในการก่อตั้งและยกเลิกการเรียก (บทที่ 2 หรือ 3 ตามลำดับ), ไม่บรรจุฟิลด์สิ่งอำนวยความสะดวกในกลุ่มข้อมูลก่อตั้งและยกเลิกการเรียก (บทที่ 2), เลือกการกำหนดฟิลด์ตำแหน่งที่อยู่แบบ TOA/NPI (ภาคผนวก ก) เพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการ

ติดต่อกับ ISDN ในกลุ่มข้อมูลก่อตั้งการเรียก (บทที่ 2) และเลือกบรรจุบางองค์ประกอบข่าว (information element) ในกลุ่มข่าวสารดังที่กล่าวไว้ในบทที่ 3 และ 4

การจำลองการติดต่อระหว่างผู้ใช้และเครือข่ายเลือกใช้การเชื่อมต่อแบบจุดต่อจุด, ข่ายเชื่อมโยงเดียว, วิธีดำเนินการสื่อสารกลุ่มข้อมูลแบบ Access Unit (บทที่ 3) และวิธีดำเนินการสัญญาณระหว่างผู้ใช้บริการที่ 3 (บทที่ 3) แล้วได้ออกแบบการจำลองโดยซอฟต์แวร์ในลักษณะที่มีการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ 2 เครื่องมาต่อเข้าหากันผ่านพอร์ทอนุกรมโดยใช้ null modem (Markley, 1990 and Stallings, 1991) และให้คอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งรันโปรแกรมจำลองเป็นเครือข่าย ISDN แล้วคอมพิวเตอร์อีกเครื่องหนึ่งรันโปรแกรมจำลองเป็นผู้ใช้ ISDN ผู้ใช้โปรแกรมจะเห็นการแปลงโปรโตคอลได้ที่ด้านเครือข่าย ISDN เท่านั้นดังในรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 แสดงตำแหน่งการแปลงโปรโตคอลของงานวิจัย

4. วิธีวิจัยโดยย่อ

4.1. ศึกษามาตรฐาน CCITT X.25, Q.921 และ Q.931

4.2. ศึกษามาตรฐาน CCITT X.121, E.164-166 และ T.50

4.3. ศึกษาการเขียนโปรแกรมภาษา C

4.4. ออกแบบโปรแกรมจำลองการติดต่อชั้นดาตาลิงค์ของโปรโตคอล ISDN, โปรแกรมรับ-ส่งข้อมูลระหว่าง PC และโปรแกรมเรียกใช้ Vector Interrupt การออกแบบในช่วงนี้จะเว้นการบรรจุข้อมูลในฟิลด์ข้อมูลของเฟรม I (บทที่ 3)

4.5. ออกแบบโปรแกรมการแปลงโปรโตคอลชั้นดาตาลิงค์จากโปรโตคอล ISDN ไปเป็นโปรโตคอล X.25 การออกแบบในช่วงนี้จะเว้นการบรรจุข้อมูลในฟิลด์ข้อมูลของเฟรม I (บทที่ 2 และ 3) เช่นเดียวกัน

4.6. ออกแบบโปรแกรมจำลองการเรียกชั้นเนตเวิร์กของโปรโตคอล ISDN

4.7. ออกแบบโปรแกรมการแปลงโปรโตคอลชั้นเนตเวิร์กจากโปรโตคอล ISDN ไปเป็น X.25

4.8. ทดสอบโปรแกรมการติดต่อระหว่างผู้ใช้และเครือข่าย

4.9. ตรวจสอบโปรแกรมการแปลงโปรโตคอลจากโปรโตคอล ISDN ไปเป็นโปรโตคอล X.25

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เนื่องจากแนวโน้มที่ผู้ใช้บริการ ISDN ต้องการติดต่อกับข้อมูลในเครือข่าย X.25 มากขึ้น (Tredinnick, 1995) การศึกษาถึงการแปลงโปรโตคอลจึงยังคงมีความจำเป็น งานวิจัยนี้จึงได้ประดิษฐ์โปรแกรมการแปลงโปรโตคอลเพื่อประโยชน์ในการนำไปใช้ในการศึกษาความสัมพันธ์ของรายละเอียดในแต่ละโปรโตคอล เพื่อส่งเสริมความเข้าใจในการทำการแปลงโปรโตคอลของอุปกรณ์เชื่อมเครือข่ายต่างระบบหรือ TA ในเฟรมต่าง ๆ รวมถึงเข้าใจในลำดับการโต้ตอบของการรับ-ส่งเฟรมระหว่างผู้ใช้และเครือข่าย ISDN และนำไปดัดแปลงเพื่อใช้ในการพัฒนาระบบฮาร์ดแวร์หรือซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2
โปรโตคอลชั้นดาตาลิงค์และชั้นเนตเวิร์กของ X.25

บทที่แล้วกล่าวถึงงานวิจัยว่าต้องการศึกษาการแปลงโปรโตคอลจาก ISDN ไปเป็น X.25 ในชั้นดาตาลิงค์และชั้นเนตเวิร์ก ดังนั้นเนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงโปรโตคอล X.25 ในชั้นดาตาลิงค์ หรือเรียกว่า LAPB (Link Access Procedure Balanced) และในชั้นเนตเวิร์ก สำหรับโปรโตคอล ISDN นั้นได้กล่าวไว้ในบทต่อไป

ชั้นดาตาลิงค์หรือชั้นเฟรมมีจุดประสงค์เพื่อส่งเฟรมโดยปราศจากข้อผิดพลาดจากด้านหนึ่งของจุดเชื่อมโยงผู้ใช้และเครือข่ายไปยังอีกด้านหนึ่ง เฟรมที่ทำการส่งนี้ประกอบด้วยรหัสควบคุมและรหัสข่าวสารที่ต้องการติดต่อกัน รหัสควบคุมบรรจุในเฟรมใช้ระบุสภาวะขั้นตอนของโปรโตคอลที่มีอยู่เพื่อให้สามารถดำเนินการเชื่อมโยงได้ดีและเป็นมาตรฐานเดียวกับสากล ซึ่งโปรโตคอลและเฟรมซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการกำหนดโปรโตคอลนี้ได้ระบุไว้ใน CCITT X.25 ตามรายการอ้างอิง (ITU, 1989 chap.X.25) ซึ่งจะขอกล่าวในบางส่วนเพื่อให้เห็นภาพชัดเจนขึ้น

1. ส่วนประกอบของเฟรม

ในการเชื่อมโยงระหว่างผู้ใช้ DTE (Data Terminal Equipment) และเครือข่าย DCE (Data Circuit-Terminating Equipment) ของโปรโตคอล X.25 เฟรมแต่ละเฟรมจะมีรูปแบบดังรูปที่ 2.1 และ 2.2 โดยมีองค์ประกอบดังนี้

ลำดับบิตในการส่ง

12345678	12345678	12345678	16 ถึง 1	12345678
แฟล็ก	ตำแหน่งที่อยู่	ควบคุม	FCS	แฟล็ก
F	A	C	FCS	F
01111110	8 บิต	8 บิต	16 บิต	01111110

(ก)

ลำดับบิตในการส่ง

12345678	12345678	12345678		16 ถึง 1	12345678
แฟล็ก	ตำแหน่งที่อยู่	ควบคุม	ข้อมูล	FCS	แฟล็ก
F	A	C	Info	FCS	F
01111110	8 บิต	8 บิต	*N บิต	16 บิต	01111110

*N - ขนาดของกลุ่มข้อมูล

(ข)

รูปที่ 2.1 โครงสร้างของเฟรมในการดำเนินการโหมดพื้นฐาน (มอดดูโล 8)

ลำดับบิตในการส่ง	12345678	12345678	1 ถึง *c	16 ถึง 1	12345678
	แฟล็ก	ตำแหน่งที่อยู่	ควบคุม	FCS	แฟล็ก
	F	A	C	FCS	F
	01111110	8 บิต	*c บิต	16 บิต	01111110

*c - มีค่าเป็น 16 สำหรับรูปแบบของเฟรมที่บรรจุหมายเลขลำดับ และมีค่าเป็น 8 สำหรับรูปแบบของเฟรมที่ไม่ได้บรรจุหมายเลขลำดับ

(ก)

ลำดับบิตในการส่ง	12345678	12345678	1 ถึง *c		16 ถึง 1	12345678
	แฟล็ก	ตำแหน่งที่อยู่	ควบคุม	ข้อมูล	FCS	แฟล็ก
	F	A	C	Info	FCS	F
	01111110	8 บิต	*c บิต	**N บิต	16 บิต	01111110

*c - มีค่าเป็น 16 สำหรับรูปแบบของเฟรมที่บรรจุหมายเลขลำดับ และมีค่าเป็น 8 สำหรับรูปแบบของเฟรมที่ไม่ได้บรรจุหมายเลขลำดับ

**N - ขนาดของกลุ่มข้อมูล

(ข)

รูปที่ 2.2 โครงสร้างของเฟรมในการดำเนินการโหมดเพิ่มขยาย (มอดดูโล 128)

1.1. แฟล็ก (Flag)

รูปแบบของแฟล็กคือ 01111110 ใช้กั้นเฟรมแต่ไม่มีความหมายใด ๆ โดยเฟรมจะต้องเริ่มต้นและสิ้นสุดด้วยแฟล็กเสมอ ข้อมูลในเฟรมทั้งหมดที่อยู่ระหว่างแฟล็กจะต้องไม่ซ้ำกับรูปแบบของแฟล็กเมื่อรับ-ส่งเฟรม ซึ่งสามารถเกิดขึ้นได้โดยการใช้เทคนิค bit stuffing คือการแทรกเลข 0 เข้าไปทุกครั้ง ที่มีเลข 1 ติดกัน 5 ตัว ซึ่งเลข 0 นี้จะถูกดึงออกทางด้านรับ แต่ถ้าบิตที่ 6 นี้เป็น 1 ก็จะตรวจสอบบิตที่ 7 ว่าเป็น 0 (ก็คือ แฟล็ก) หรือ 1 (แสดงว่าเกิดข้อผิดพลาดและไม่รับเฟรมนี้) ดูตัวอย่างในรูปที่ 2.3

```
0 0 1 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 1      (ก) ข้อมูลที่จะส่ง
0 0 1 0 1 1 1 1 0 1 1 1 1 1 0 1 1 1 1 1 0 1 0 0 1  (ข) รูปแบบที่ส่งออกไป
0 0 1 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 1      (ค) ที่ด้านรับภายหลังตัด 0 ออกไป
```

รูปที่ 2.3 เทคนิค bit stuffing

หมายเหตุ DTE หรือ DCE จะส่งข้อมูลที่มีรูปแบบ 01111110 เมื่อต้องการจะส่งแฟล็กเท่านั้น และเฟรมที่ติดกันอาจจะกั้นด้วยแฟล็กเพียงชุดเดียว

1.2. ฟิลด์ตำแหน่งที่อยู่

ฟิลด์แรกที่ถูกส่งไปในเฟรมคือฟิลด์ตำแหน่งที่อยู่ ซึ่งเป็นเลขฐานสอง 8 บิตใช้ในการระบุด้านที่รับเฟรมคำสั่งและด้านที่ส่งเฟรมการตอบสนอง หรือระบุว่าเฟรมนั้นเป็นคำสั่งหรือการตอบสนองที่แต่ละด้านของ DTE/DCE ฟิลด์ตำแหน่งที่อยู่สำหรับการดำเนินการข่ายเชื่อมโยงเดียวมี 2 รูปแบบคือ A หรือ B ดังแสดงในรูปที่ 2.4 แต่เนื่องจาก LAPB อนุญาตให้ทั้งสองด้านของข่ายเชื่อมโยงสามารถส่งเฟรมคำสั่งได้จึงมีข้อตกลงดังนี้คือ

- เฟรมคำสั่งที่ส่งโดย DTE จะมีตำแหน่งที่อยู่ B
- เฟรมการตอบสนองที่ส่งโดย DTE จะมีตำแหน่งที่อยู่ A
- เฟรมคำสั่งที่ส่งโดย DCE จะมีตำแหน่งที่อยู่ A
- เฟรมการตอบสนองที่ส่งโดย DCE จะมีตำแหน่งที่อยู่ B

ข้อสังเกต การดำเนินการข่ายเชื่อมโยงเดียวนั้น DTE หรือ DCE จะไม่รับเฟรมใด ๆ ที่ไม่มีตำแหน่งที่อยู่เป็นแบบ A หรือ B

	ตำแหน่งที่อยู่	1 2 3 4 5 6 7 8
การดำเนินการข่ายเชื่อมโยงเดียว	A	1 1 0 0 0 0 0 0
	B	1 0 0 0 0 0 0 0
การดำเนินการหลายข่ายเชื่อมโยง	C	1 1 1 1 0 0 0 0
	D	1 1 1 0 0 0 0 0

รูปที่ 2.4 การเข้ารหัสฟิลด์ตำแหน่งที่อยู่

1.3. ฟิลด์ควบคุม

ฟิลด์ควบคุมมีขนาด 1 ออกเตดสำหรับการดำเนินการโหมดพื้นฐาน และจะมีขนาด 2 ออกเตดสำหรับเฟรมที่บรรจุหมายเลขลำดับของการดำเนินการโหมดเพิ่มขยาย ใช้ในการแยกแยะรูปแบบและหน้าที่ของเฟรม, บรรจุเลขลำดับการส่ง-รับเฟรม นอกจากนั้นยังช่วยในการระบุว่าเป็นเฟรมคำสั่งหรือการตอบสนอง การเข้ารหัสฟิลด์ควบคุมโดยแบ่งตามหน้าที่ของเฟรมแสดงในตารางที่ 2.1 และ 2.2

พิจารณาตารางที่ 2.1 สังเกตว่าถ้าบิตที่ 1 ของฟิลด์ควบคุมเป็น 0 แสดงว่าเฟรมนั้นเป็นเฟรม I บิตที่ 1-2 ใช้สำหรับแยกเฟรม S และ U ซึ่งต้องใช้บิตที่เหลือช่วยในการระบุหน้าที่

การตั้งค่าหมายเลขลำดับส่ง-รับของเฟรม I เป็นหน้าที่ของฟิลด์ควบคุม ซึ่งเลขลำดับจะมีตั้งแต่ 0 ถึง 7 หมายเลขลำดับส่ง N(S) ที่ครอบครองบิตที่ 2, 3 และ 4 จะถูกเพิ่มค่าทีละ 1 แบบมอดดูโล 8 ทุกครั้งที่มีการส่งเฟรม I

ส่วนบิตที่ 6, 7, 8 ใช้ระบุค่าหมายเลขลำดับรับ N(R) ซึ่งจะถูกเพิ่มค่าขึ้น 1 จากหมายเลขลำดับรับของเฟรมล่าสุดที่ได้รับ เลข N(R) ใช้แสดงความหมายดังนี้ 1) เฟรมทุกเฟรมที่มีเลขลำดับถึง N(R)-1 ได้รับอย่างถูกต้อง 2) N(R) เป็นเลขลำดับของเฟรม I ที่คาดว่าจะได้รับ

ข้อสังเกต การที่ DTE และ DCE นับเฟรม I ที่ส่งและรับก็เพื่อรักษาลำดับที่ถูกต้องในการแลกเปลี่ยนเฟรม I

สิ่งที่ช่วยในการระบุว่าเป็นเฟรมแบบคำสั่งหรือการตอบสนองคือบิตที่ 5 ของฟิลด์-ควบคุมซึ่งเรียกว่าบิต P/F (poll/final) ซึ่งเป็นบิต P ในเฟรมคำสั่งและบิต F ในเฟรมการตอบสนอง บิต P/F จำเป็นสำหรับกลไกการเข้าจังหวะระหว่างด้าน DTE และ DCE ของข่ายเชื่อมโยง และใช้ร่วมกับตัวจับเวลา (timer) T1 ในกระบวนการแก้ไขข้อผิดพลาด

1.4. ฟิลด์ข้อมูล

เฟรม I จะจัดสรรเนื้อที่ไว้เป็นจำนวนเท่าของออกเตดอยู่ระหว่างฟิลด์ควบคุมและฟิลด์ FCS ที่เรียกว่าฟิลด์ข้อมูล ข่าวสารและขนาดของฟิลด์ข้อมูลจะขึ้นกับชั้นเนตเวิร์กคือขึ้นกับขนาดและชนิดของกลุ่มข้อมูลที่บรรจุ สังเกตว่าเฟรม I จะบรรจุเพียงทีละกลุ่มข้อมูลเดียวเท่านั้น ความยาวสูงสุดของฟิลด์ข้อมูล (พารามิเตอร์ N1 ในหน่วยออกเตด) อาจกำหนดโดยข้อตกลงระหว่างผู้บริหาร PSN (Packet Switching Network) และสมาชิกเมื่อเริ่มขอเช่าบริการ ซึ่งในการกำหนดค่าโดยปริยาย (default) ตามมาตรฐาน CCITT X.25 ด้าน DTE มีค่า N1=135 และด้าน DCE มีค่า N1=259

ตารางที่ 2.1 แสดงการเข้ารหัสของฟิลด์ควบคุม คำสั่งและการตอบสนอง ในโหมดพื้นฐาน

			1	2	3	4	5	6	7	8
รูปแบบ	คำสั่ง	การตอบสนอง	รหัส							
Information transfer	I		0	N(S)			P	N(R)		
Supervisory	RR	RR	1	0	0	0	P/F	N(R)		
	RNR	RNR	1	0	1	0	P/F	N(R)		
	REJ	REJ	1	0	0	1	P/F	N(R)		
Unnumbered	SABM		1	1	1	1	P	1	0	0
	DISC		1	1	0	0	P	0	1	0
		DM	1	1	1	1	F	0	0	0
		UA	1	1	0	0	F	1	1	0
		FRMR	1	1	1	0	F	0	0	1

X.25 ที่ชั้นดาตาลิงค์ไม่ทราบถึงความหมายของฟิลด์ข้อมูล จึงไม่มีบทบาทในการดูแลสิ่งที่อยู่ในฟิลด์นี้ อย่างไรก็ตาม FCS จะเฝ้าตรวจความถูกต้องของบิตในฟิลด์ เพื่อให้แน่ใจว่าบิตเหล่านี้ (และตลอดทั้งเฟรม) ได้รับอย่างถูกต้อง

ตารางที่ 2.2 แสดงการเข้ารหัสของฟิลด์ควบคุม คำสั่งและการตอบสนอง ในโหมดเพิ่มขยาย

			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 ถึง 16
รูปแบบ	คำสั่ง	การตอบสนอง	รหัส									
Information transfer	I		0	N(S)							P	N(R)
Supervisory	RR	RR	1	0	0	0	0	0	0	0	P/F	N(R)
	RNR	RNR	1	0	1	0	0	0	0	0	P/F	N(R)
	REJ	REJ	1	0	0	1	0	0	0	0	P/F	N(R)
Unnumbered	SABME		1	1	1	1	P	1	0	0		
	DISC		1	1	0	0	P	0	1	0		
		DM	1	1	1	1	F	0	0	0		
		UA	1	1	0	0	F	1	1	0		
		FRMR	1	1	1	0	F	0	0	1		

1.5. FCS

FCS มีขนาด 2 ออกเตดมีค่าเท่ากับ one complement ของผลรวมแบบมอดดูโล 2 (modulo 2) ของ :

- เศษของ $X^k (X^{15}+X^{14}+...+X^2+X+1)$ หารแบบมอดดูโล 2 ด้วย generator polynomial - $g(x) = x^{16}+x^{12}+x^5+1$ เมื่อ k คือ จำนวนของบิตในเฟรมที่อยู่ระหว่างบิตสุดท้ายของแฟล็กเปิดกับบิตแรกของ FCS ไม่รวมบิตที่แทรกสำหรับทรานส์พาเรนซี (transparency) และ

- เศษของการหาร ผลลัพธ์ของ X^{16} คูณเนื้อหาของเฟรมที่อยู่ระหว่างบิตสุดท้ายของแฟล็กเปิดกับบิตแรกของ FCS ไม่รวมบิตที่แทรกสำหรับทรานส์พาเรนซีด้วย generator polynomial - $g(x) = x^{16}+x^{12}+x^5+1$

ส่วนด้านรับจะตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของเฟรมที่ได้รับเข้ามาด้วยการหาเศษของการคูณด้วย X^{16} แล้วหารแบบมอดดูโล 2 ด้วย generator polynomial - $g(x) = x^{16}+x^{12}+x^5+1$ ของลำดับของบิตที่ต้องการตรวจสอบความคลาดเคลื่อนและ FCS เป็นจำนวน 2 ครั้ง เศษที่ได้จะต้องเป็น 0001110100001111 (X^{15} ถึง X^0 ตามลำดับ) ในการรับ-ส่งที่ไม่มีความคลาดเคลื่อน

2. เฟรม Supervisory

เฟรม S เป็นเฟรมที่ใช้ในการควบคุมดูแลการรับ-ส่งเฟรม I ให้เป็นไปอย่างครบถ้วนแบ่งเป็น 3 ประเภทดังต่อไปนี้

2.1. Receive Ready (RR)

DTE หรือ DCE อาจส่งเฟรมคำสั่ง RR หรือเฟรมการตอบสนอง RR ก็ได้ขึ้นกับจุดประสงค์ในการใช้ และเฟรม RR สามารถใช้เพื่อ

- แสดงความพร้อมที่จะรับเฟรม I ด้วยหมายเลขลำดับเฟรม I ที่คาดว่าจะได้รับจะเข้ารหัสไว้ในตัวแปร N(R) ในกรณีนี้เฟรม RR จะเป็นคำสั่ง

- การตอบรับค่าเฟรม I ที่มีหมายเลขลำดับจนถึง N(R)-1 ว่าได้รับเรียบร้อยแล้ว ในกรณีนี้เฟรม RR เป็นการตอบสนอง

โดยทั่วไปเฟรม RR ใช้เป็นการตอบสนอง เพื่อแจ้งไปยัง DTE หรือ DCE ว่าได้รับเฟรมเรียบร้อยแล้ว สำหรับ X.25 หลังจากมีการส่งเฟรม I ไปจำนวนหนึ่ง (เท่ากับพารามิเตอร์ k ; k=3) แล้วจะต้องมีการตอบรับเพื่อให้สามารถส่งเฟรมต่อไปได้ ซึ่งการตอบรับนี้จะเป็นเฟรมข้อมูลที่ส่งจากด้านรับหรือเฟรม RR ก็ได้

เฟรม RR อาจใช้เป็นคำสั่งได้โดยจะมีการตั้งค่าบิต P ซึ่งใช้เพื่อขจัดสภาวะไม่ว่าง (busy condition) ที่เกิดจากการส่งเฟรม RNR จากอีกด้านหนึ่งของข่ายเชื่อมโยงและใช้เพื่อร้องขอสภาวะของ DTE หรือ DCE

2.2. Receive Not Ready (RNR)

เฟรม RNR อาจจะถูกส่งจาก DTE หรือ DCE และจะเป็นเฟรมคำสั่งหรือการตอบสนองก็ได้ เฟรมนี้ใช้แสดงสภาวะไม่ว่างซึ่งก็คือการที่ไม่สามารถรับเฟรม I ที่ส่งจากอีกด้านหนึ่งได้ชั่วขณะ จำนวนเฟรม I ที่ได้รับเรียบร้อยแล้วจะแสดงในตัวแปร N(R) เฟรม RNR อาจใช้เป็นคำสั่งได้โดยจะมีการตั้งค่าบิต P ซึ่งใช้เพื่อร้องขอสภาวะของ DTE หรือ DCE

2.3. Reject (REJ)

เฟรม REJ อาจถูกส่งจาก DTE หรือ DCE และอาจจะเป็นเฟรมคำสั่งหรือเฟรมการตอบสนองก็ได้ เมื่อเป็นเฟรมคำสั่งจะมีการตั้งค่าบิต P ใช้ในการร้องขอให้มีการส่งเฟรม I ซ้ำใหม่ตั้งแต่เฟรมที่มีหมายเลขลำดับ N(R)

เฟรม REJ อาจใช้เป็นเฟรมการตอบสนองซึ่งจะมีการตั้งค่าบิต F ยกตัวอย่างเช่น เมื่อ DTE ส่งเฟรมออกไปแต่ไม่ได้รับการตอบรับ DTE จะส่งเฟรมคำสั่ง RR เพื่อตรวจสอบสภาวะของ DCE และ DCE จะส่งเฟรมการตอบสนอง REJ ที่มีตัวแปร N(R) เท่ากับค่า N(S) ของเฟรม I ล่าสุดที่ได้รับบวกหนึ่ง

8. เฟรม Unnumbered

เฟรม U ประกอบด้วย 5 ประเภทของเฟรมอันได้แก่ SABM/SABME และ DISC เป็นเฟรมคำสั่ง UA, DM และ FRMR เป็นเฟรมการตอบสนอง ซึ่งส่วนใหญ่ใช้สำหรับก่อตั้งหรือยกเลิกข่ายเชื่อมโยง DTE/DCE ดังจะได้กล่าวถึงต่อไป

สังเกตว่าเฟรม FRMR มีฟิลด์ข้อมูลขนาด 3 ออกเตดเพื่อใช้ระบุเฟรมและเหตุผลที่เฟรมนี้ถูกตัดทิ้ง

3.1. Set Asynchronous Balanced Mode (SABM) / Set Asynchronous Balanced Mode Extended (SABME)

เฟรมคำสั่งนี้ใช้เพื่อทำให้ DTE หรือ DCE ที่ระบุอยู่ในสภาวะเตรียมพร้อมที่จะรับและสร้างเฟรม I ก่อนที่จะมีการแลกเปลี่ยนเฟรม I จะต้องส่งการตอบรับเฟรม SABM/SABME ก่อนด้วยเฟรม UA ซึ่งมีผลให้ทั้งสองด้านของข่ายเชื่อมโยงตั้งค่าตัวแปรสเตตส่งและตัวแปรสเตต-รับ (V(S) และV(R)) ให้เท่ากับ 0 เมื่อมีการส่งเฟรม I ค่า N(R) และ N(S) จะเพิ่มขึ้นจากค่านี้ เฟรม I ใด ๆ ที่ส่งไปแล้วแต่ยังไม่ได้รับการตอบรับก่อนที่จะทำการแลกเปลี่ยนเฟรม SABM/SABME และเฟรม UA จะยังคงไม่ได้รับการตอบรับ

3.2. Disconnect (DISC)

เฟรม DISC จะใช้ในการยุติโหมดการทำงานของข่ายเชื่อมโยง DTE/DCE โดย DTE หรือ DCE ใช้เฟรม DISC เพื่อแจ้งให้ด้านตรงข้ามทราบว่า DTE หรือ DCE ขอยุติโหมดการทำงาน

เมื่อด้านตรงข้ามตอบรับโดยการส่งเฟรม UA แล้วก็จะเข้าสู่ระยะยกเลิก และเมื่อ DTE หรือ DCE ได้รับเฟรม UA แล้วก็จะเข้าสู่ระยะยกเลิกเช่นกัน เฟรม I ใด ๆ ที่ยังไม่ได้รับการตอบรับขณะส่งเฟรม DISC จะยังคงไม่ได้รับการตอบรับ

3.3. Disconnected Mode (DM)

เฟรม DM ใช้เป็นการตอบสนองเพื่อแจ้งให้ DTE หรือ DCE ทราบว่าด้านตรงข้ามอยู่ในสภาวะยกเลิกการติดต่อเชิงตรรก ด้านตรงข้ามที่ตอบสนองด้วยเฟรม DM จะสามารถกลับเข้าสู่โหมดได้ดุลอะซิงโครนัส (asynchronous balanced mode) ได้โดยสัญญาณเฟรม SABM/SABME เท่านั้น และจะตอบสนองเฟรมอื่น ๆ โดยการส่งเฟรม DM

3.4. Unnumbered Acknowledgement (UA)

เฟรม UA ส่งจากด้าน DTE หรือ DCE เพื่อแสดงว่าได้รับและตอบรับเฟรมคำสั่งรูปแบบ U คำสั่งที่ได้รับมานั้นจะไม่ถูกปฏิบัติจนกว่าจะส่งเฟรมการตอบสนอง UA ออกไป

3.5. Frame Reject (FRMR)

เฟรม FRMR ส่งจากด้าน DTE หรือ DCE เพื่อรายงานสภาวะความผิดพลาดซึ่งเกิดจากคำสั่งที่ไม่สามารถปฏิบัติได้โดยบรรจุในฟิลด์ข้อมูลขนาด 3 หรือ 5 ออกเตด รูปแบบของเฟรม

FRMR และรูปแบบของฟิลด์ข้อมูลที่บรรจุในเฟรมนี้แสดงในรูปที่ 2.5 และตารางที่ 2.3 และ 2.4 ตามลำดับ สำหรับเฟรมที่ผิดพลาดจะไม่ต้องส่งซ้ำให้อีกซึ่งแตกต่างจากเฟรม REJ ที่ใช้ร้องขอให้มีการส่งซ้ำใหม่ สภาวะความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้คือ

- ได้รับเฟรมคำสั่งหรือเฟรมการตอบสนองที่มีรหัสฟิลด์ควบคุมไม่เป็นจริง
- ได้รับเฟรม I ที่มีฟิลด์ข้อมูลยาวเกินค่าสูงสุด N1
- ได้รับเฟรมที่ไม่ได้รับอนุญาตให้มีฟิลด์ข้อมูลแต่มีฟิลด์ข้อมูล หรือได้รับเฟรม S หรือ เฟรม U ที่มีความยาวผิดปกติ
- ได้รับเฟรมที่มี N(R) ผิด

8 บิต	8 บิต	8 บิต	24 บิต* / 40 บิต**	16 บิต	8 บิต
แฟล็ก	ตำแหน่งที่อยู่	ควบคุม	ข้อมูลของ FRMR	FCS	แฟล็ก

*โหมดพื้นฐาน **โหมดเพิ่มขยาย

รูปที่ 2.5 รูปแบบเฟรม FRMR

ตารางที่ 2.3 แสดงรูปแบบของฟิลด์ข้อมูลในเฟรม FRMR สำหรับโหมดพื้นฐาน

1 2 3 4 5 6 7 8	9	10 11 12	13	14 15 16	17	18	19	20	21 22 23 24
ฟิลด์ควบคุมของเฟรมที่ถูกตัดทิ้ง	0	V(S)	C/R	V(R)	W	X	Y	Z	0 0 0 0

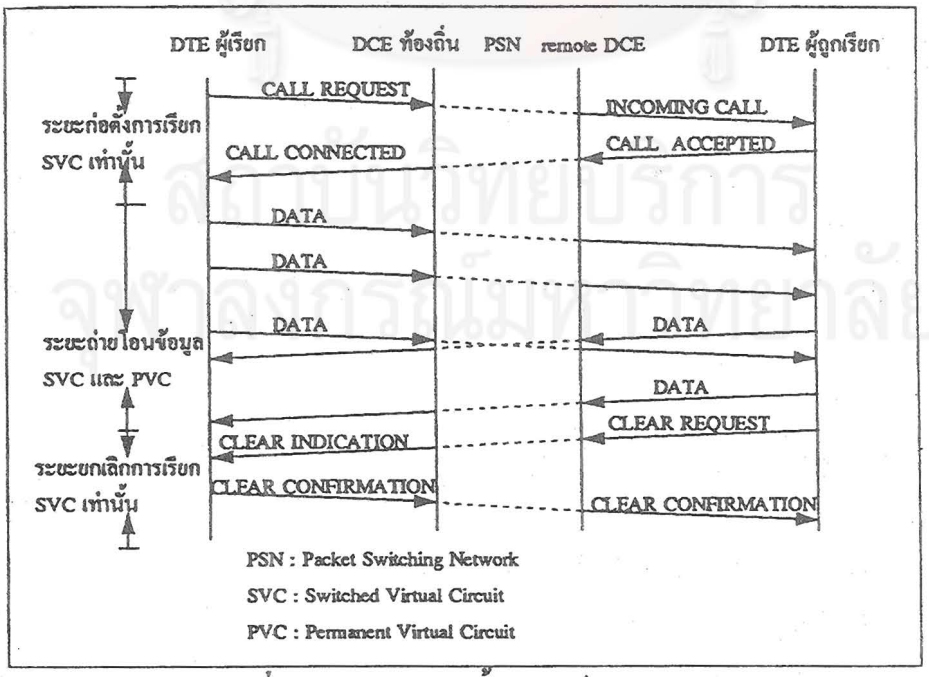
- บิตที่ 1 เป็นบิตที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุด - บิตที่ 1-8 เป็นฟิลด์ควบคุมของเฟรมที่ถูกตัดทิ้ง
- V(S) เป็นค่าตัวแปรสเตตส่งของด้านที่ได้รับเฟรมที่ถูกตัดทิ้ง
- V(R) เป็นค่าตัวแปรสเตตรับของด้านที่ได้รับเฟรมที่ถูกตัดทิ้ง
- W=1 แสดงว่าฟิลด์ควบคุมของเฟรมที่ถูกตัดทิ้งไม่เป็นจริง
- X=1 แสดงว่าเฟรมที่ถูกตัดทิ้งมีฟิลด์ข้อมูลซึ่งไม่ได้รับอนุญาตให้มีได้ หรือเป็นเฟรม U หรือเฟรม S ที่มีความยาวผิดปกติ ซึ่งบิต W จะต้องเท่ากับ 1 ด้วย
- Y=1 แสดงว่าฟิลด์ข้อมูลของเฟรมที่ถูกตัดทิ้งยาวเกินความจุสูงสุดของด้านที่ได้รับเฟรมที่ถูกตัดทิ้ง (DTE หรือ DCE)
- Z=1 แสดงว่าฟิลด์ควบคุมของเฟรมที่ถูกตัดทิ้งมีค่า N(R) ที่ไม่เป็นจริง

บิตที่ 9 และ 21-24 เป็น 0 เสมอ ส่วนบิตที่ 13 เป็น 1 ถ้าเฟรมที่ถูกตัดทิ้งเป็นการตอบสนองและจะเป็น 0 ถ้าเฟรมนั้นเป็นคำสั่ง

ตารางที่ 2.4 แสดงรูปแบบของฟิลด์ข้อมูลในเฟรม FRMR สำหรับโหมดเพิ่มขยาย

1 ถึง 16	17	18 ถึง 24	25	26 ถึง 32	33	34	35	36	37	38	39	40
ฟิลด์ควบคุมของเฟรมที่ถูกตัดทิ้ง	0	V(S)	C/R	V(R)	W	X	Y	Z	0	0	0	0

- ฟิลด์ควบคุมของเฟรมที่ถูกตัดทิ้งคือ ฟิลด์ควบคุมของเฟรมที่ได้รับซึ่งเป็นเฟรมที่ถูกตัดทิ้ง ถ้าเฟรมที่ตัดทิ้งนี้เป็นเฟรมที่ไม่มีหมายเลขลำดับ ฟิลด์ควบคุมของเฟรมที่ถูกตัดทิ้งจะไว้ที่บิต 1-8 และบิต 9-16 ตั้งค่าให้เป็น 0000 0000
- V(S) คือค่าตัวแปรสเตตส่งปัจจุบันในด้านผู้ใช้หรือด้านเครือข่ายที่กำลังรายงานสภาวะการตัดทิ้ง
- C/R จะตั้งค่าเป็น 1 ถ้าเฟรมที่ตัดทิ้งเป็นคำสั่งและตั้งค่าให้เป็น 0 ถ้าเฟรมที่ถูกตัดทิ้งเป็นการตอบสนอง
- V(R) คือค่าตัวแปรสเตตรับปัจจุบันในด้านผู้ใช้หรือด้านเครือข่ายที่กำลังรายงานสภาวะการตัดทิ้ง
- W ตั้งค่าให้เป็น 1 เพื่อระบุว่าฟิลด์ควบคุมที่ได้รับและส่งกลับไปในบิต 1-16 ไม่มีกำหนดไว้
- X ตั้งค่าให้เป็น 1 เพื่อระบุว่าฟิลด์ควบคุมที่ได้รับและส่งกลับไปในบิต 1-16 นั้นไม่ถูกต้องเนื่องมาจากเฟรมที่ไม่มีฟิลด์ข้อมูลแต่มีฟิลด์ข้อมูลอยู่ หรือเฟรม S หรือ U มีจำนวนออกเตดไม่ถูกต้อง .บิต W ต้องตั้งค่าให้เป็น 1 ด้วยเพื่อความสัมพันธ์กับบิตนี้
- Y ตั้งค่าให้เป็น 1 เพื่อระบุว่าฟิลด์ข้อมูลที่ได้รับมีขนาดเกินความยาวมากที่สุดของด้านผู้ใช้หรือด้านเครือข่ายที่ตั้งค่าไว้และกำลังรายงานสภาวะการตัดทิ้ง
- Z ตั้งค่าให้เป็น 1 เพื่อระบุว่าฟิลด์ควบคุมที่ได้รับและส่งกลับไปในบิต 1-16 บรรจุหมายเลข N(R) ไม่ถูกต้อง
- บิต 17 และ 37-40 ควรตั้งค่าให้เป็น 0



รูปที่ 2.6 วิธีดำเนินการชั้นเนตเวิร์กของ X.25

4. เฟรม Information

เป็นเฟรมที่บรรจุกลุ่มข้อมูลที่ใช้ในวิธีดำเนินการส่งข่าวสารในชั้นเนตเวิร์กดังรูปที่ 2.6 ซึ่งแต่ละประเภทของกลุ่มข้อมูลจะกล่าวถึงดังต่อไปนี้

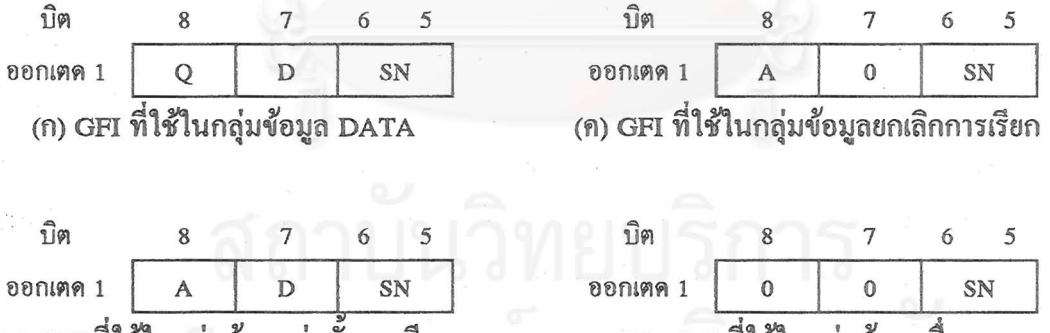
5. การเข้ารหัสของกลุ่มข้อมูล

ข้อตกลงที่ใช้ในการแสดงรูปแบบของกลุ่มข้อมูลก็คืออันดับของบิตแสดงในแนวนอนและอันดับของออกเตดแสดงในแนวตั้ง ในกลุ่มข้อมูลจะประกอบไปด้วยฟิลด์ต่าง ๆ ฟิลด์บางฟิลด์จะมีอยู่ในกลุ่มข้อมูลทุกประเภทแต่มีบางฟิลด์อาจจะอยู่ในเพียงบางประเภทของกลุ่มข้อมูลซึ่งจะได้กล่าวถึงต่อไป

5.1. ฟิลด์ตัวระบุรูปแบบทั่วไป (General Format Identifier (GFI) Field)

สี่บิตของออกเตดที่ 1 ของกลุ่มข้อมูลบรรจุฟิลด์ GFI ใช้แสดงรูปแบบทั่วไปของส่วนที่เหลือของกลุ่มข้อมูล รูปที่ 2.7 แสดงการเข้ารหัสที่ใช้

บิต Q (qualifier bit) ใช้แบ่งประเภทข้อมูลในกลุ่มข้อมูล DATA ถ้า DTE ตั้งค่าบิต Q แสดงว่าข้อมูลที่ส่งมีความสำคัญกับอุปกรณ์ที่ต่อกับ remote DTE บิตนี้มีประโยชน์มากเมื่อ remote DTE ต่อเข้ากับเครือข่ายโดยใช้ PAD (Packet Assembler/Disassembler) เพราะว่าสามารถแบ่งแยกกลุ่มข้อมูลควบคุมสำหรับ PAD ออกจากกลุ่มข้อมูลที่บรรจุข้อมูลของผู้ใช้ แต่โดยทั่วไปแล้วบิตนี้จะถูกตั้งค่าให้เป็น 0



รูปที่ 2.7 ตัวระบุรูปแบบทั่วไป

บิต A ใช้ในกลุ่มข้อมูลก่อตั้งการเรียกและกลุ่มข้อมูลยกเลิกการเรียก และได้อธิบายรายละเอียดในการให้ค่าบิต A ในหัวข้อ 5.4

บิต D (delivery bit) อนุญาตให้ DTE ใช้ระบุการตอบรับแบบปลายถึงปลายของกลุ่มข้อมูล DATA โดยทั่วไป DTE ได้รับการตอบรับจาก DCE ของตนเองว่ากลุ่มข้อมูลไปถึงเครือข่ายแล้ว ซึ่งเรียกว่าการตอบรับท้องถิ่น แต่ถ้าบิต D มีค่าเป็น 1 การตอบรับจะต้องมาจาก remote DTE

ซึ่งเรียกว่าการตอบรับแบบปลายถึงปลาย บิต D จะใช้ในกลุ่มข้อมูลก่อตั้งการเรียกและกลุ่มข้อมูล DATA เท่านั้น

บิต 5 และ 6 (คือฟิลด์ SN) ระบุการให้หมายเลขลำดับกลุ่มข้อมูล ถ้า SN เป็นรหัส 01 หมายถึงมอดดูโล 8 ในทางกลับกันถ้า SN เป็น 10 หมายถึงมอดดูโล 128 เครือข่าย PSN ส่วนใหญ่จะสนับสนุนมอดดูโล 8 เท่านั้น

5.2. ฟิลด์ตัวระบุช่องสัญญาณเชิงตรรก (Logical Channel Identifier (LCI) Field)

LCI เป็นรหัสที่บรรจุในแทบทุกชนิดของกลุ่มข้อมูล ยกเว้นกลุ่มข้อมูล restart และ DIAGNOSTIC ใช้แสดงวงจรเสมือนที่ใช้ระหว่าง DTE ทั้งสอง LCI มีขนาด 12 บิตโดยแบ่งเป็นหมายเลขกลุ่มของช่องสัญญาณเชิงตรรก LCGN (Logical Channel Group Number) 4 บิต และหมายเลขของช่องสัญญาณเชิงตรรก LCN (Logical Channel Number) 8 บิต ดังนั้น DTE ใด ๆ สามารถติดต่อกับ DTE อื่น ๆ ได้สูงถึง 4095 DTE ในเวลาเดียวกัน

ค่า LCI มีความสำคัญเฉพาะที่จุดเชื่อมโยง DTE/DCE แบ่งได้เป็น 4 กลุ่มดังตัวอย่างในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 ตัวอย่างของการกำหนดค่า LCI

วงจรเสมือน	LCI
PVC	1 - 255
One-way incoming SVC	1000 - 1255
Two-way SVC	2000 - 2255
One-way outgoing SVC	3000 - 3255

สังเกตว่าหมายเลขของช่องสัญญาณเชิงตรรก 0 ของหมายเลขกลุ่มข้อมูลของช่องสัญญาณเชิงตรรก 0 สงวนไว้ใช้สำหรับกลุ่มข้อมูล DIAGNOSTIC และ restart โดยผู้บริหาร PSN

5.3. ฟิลด์ตัวระบุประเภทของกลุ่มข้อมูล (Packet Type Identifier (PTI) Field)

ถ้าพิจารณาเฉพาะการให้หมายเลขลำดับกลุ่มข้อมูล DATA เป็นมอดดูโล 8 ออกเตดที่ 3 ของกลุ่มข้อมูลใช้ระบุชนิดของกลุ่มข้อมูลซึ่งเรียกว่าฟิลด์ PTI ทั้งนี้ยังใช้สำหรับบรรจุหมายเลขลำดับส่งและรับกลุ่มข้อมูล P(S) และ P(R) ตามลำดับในกลุ่มข้อมูล DATA ดังนั้นอาจสรุปได้ว่าฟิลด์ PTI ในชั้นเนตเวิร์กสมมูลกับฟิลด์ควบคุมของเฟรมในชั้นดาตาลิงค์

ตารางที่ 2.6 รหัส PTI สำหรับกลุ่มข้อมูล DATA จะตั้งค่าบิตที่ 1 เป็น 0 ส่วนกลุ่มข้อมูลชนิดอื่นจะเป็น 1 บิตที่แทนด้วย x จะเป็นได้ทั้ง 1 และ 0 ขึ้นกับหมายเลขลำดับส่ง P(S) หรือหมายเลขลำดับรับ P(R) ของกลุ่มข้อมูล DATA การให้หมายเลขลำดับกลุ่มข้อมูลของชั้นเนตเวิร์กช่วยให้มีลำดับการถ่ายโอนกลุ่มข้อมูล DATA ที่ถูกต้องสำหรับวงจรเสมือนที่ระบุโดย LCI

ลักษณะพิเศษอีกอย่างหนึ่งของฟิลด์ PTI ในกลุ่มข้อมูล DATA คือ บิตที่ 5 ใช้ระบุว่า "ยังมีข้อมูลต่ออีก" หรือเรียกว่าบิต M ซึ่งใช้ระบุข่าวสารที่ต้องใช้กลุ่มข้อมูล DATA จำนวนมากกว่าหนึ่งกลุ่มข้อมูล ถ้าบิต M เป็น 1 ในกลุ่มข้อมูล DATA แสดงว่ายังมีกลุ่มข้อมูล DATA ตามมาอีก และถ้าบิต M เป็น 0 แสดงว่าเป็นกลุ่มข้อมูล DATA สุดท้าย บิต M จะตั้งค่าเป็น 0 เสมอในกลุ่มข้อมูล DATA ที่มีข้อมูลสิ้นสุดในกลุ่มข้อมูลเดียว

สำหรับการให้หมายเลขลำดับกลุ่มข้อมูล DATA เป็นมอดดูโล 128 สามารถดูการเข้ารหัสฟิลด์ PTI ได้ในหัวข้อ 5.7.4

ตารางที่ 2.6 การเข้ารหัสฟิลด์ PTI (มอดดูโล 8)

ฟิลด์ PTI	ประเภทของกลุ่มข้อมูล	
8 7 6 5 4 3 2 1	จาก DTE ไป DCE	จาก DCE ไป DTE
0 0 0 0 1 0 1 1	CALL REQUEST	INCOMING CALL
0 0 0 0 1 1 1 1	CALL ACCEPTED	CALL CONNECTED
0 0 0 1 0 0 1 1	CLEAR REQUEST	CLEAR INDICATION
0 0 0 1 0 1 1 1	DTE CLEAR CONFIRMATION	DCE CLEAR CONFIRMATION
X X X M X X X 0	DTE DATA	DCE DATA
0 0 1 0 0 0 1 1	DTE INTERRUPT	DCE INTERRUPT
0 0 1 0 0 1 1 1	DTE INTERRUPT CONFIRMATION	DCE INTERRUPT CONFIRMATION
X X X 0 0 0 0 1	DTE RR	DCE RR
X X X 0 0 1 0 1	DTE RNR	DCE RNR
X X X 0 1 0 0 1	DTE REJ	
0 0 0 1 1 0 1 1	RESET REQUEST	RESET INDICATION
0 0 0 1 1 1 1 1	DTE RESET CONFIRMATION	DCE RESET CONFIRMATION
1 1 1 1 1 0 1 1	RESTART REQUEST	RESTART INDICATION
1 1 1 1 1 1 1 1	DTE RESTART CONFIRMATION	DCE RESTART CONFIRMATION
1 1 1 1 0 0 0 1		DIAGNOSTIC
1 1 1 1 0 0 1 1	REGISTRATION REQUEST	
1 1 1 1 0 1 1 1		REGISTRATION CONFIRMATION

หน้าที่ของฟิลด์ PTI สรุปไว้ดังนี้

- แบ่งแยกกลุ่มข้อมูล DATA จากกลุ่มข้อมูลชนิดอื่น
- ระบุกลุ่มข้อมูลแต่ละชนิด
- ตั้งค่าหมายเลขลำดับ P(S) และ P(R) ในกลุ่มข้อมูล DATA
- ตั้งค่าหมายเลขลำดับ P(R) ในกลุ่มข้อมูลควบคุมการไหล คือ กลุ่มข้อมูล RR RNR และ REJ
- ตั้งค่าบิต M ในกลุ่มข้อมูล DATA เพื่อจัดรูปแบบว่าเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่มข้อมูล DATA ที่ต่อเนื่องกัน

5.4. ฟิลด์การกำหนดตำแหน่งที่อยู่ (Addressing Field)

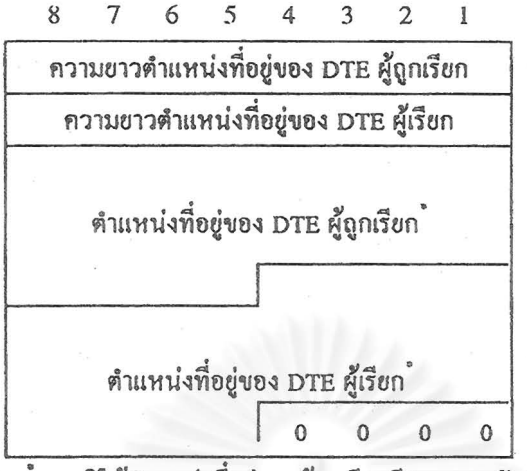
ฟิลด์การกำหนดตำแหน่งที่อยู่ใช้ในกลุ่มข้อมูล CALL REQUEST, INCOMING CALL, CALL ACCEPTED และ CALL CONNECTED เท่านั้น เราอาจประหลาดใจว่าทำไมต้องใช้ข้อมูลการกำหนดตำแหน่งที่อยู่ DTE อีกในขณะที่เครือข่ายใช้ LCI ในการสื่อสารกับ DTE ทั้งสองอยู่แล้ว ทั้งนี้เพราะว่าจะใช้ LCI เมื่อมีการแลกเปลี่ยนกลุ่มข้อมูล DATA บนวงจรเสมือนในระยะถ่ายโอนข้อมูลเท่านั้น ดังนั้นเมื่อ DTE ทั้งสองใช้ SVC ในการสื่อสารกันก็จะต้องใช้ฟิลด์นี้ในกลุ่มข้อมูลก่อตั้งการเรียก

เพื่อให้มีการเข้าใจกันได้ทั่วโลกในการเข้ารหัสฟิลด์การกำหนดตำแหน่งที่อยู่ (ITU, 1989, chap. X.121) จัดหาการกำหนดตำแหน่งที่อยู่ระหว่างประเทศของ DTE ซึ่งอาจใช้ในเครือข่ายสาธารณะ PSN ได้แนะนำไว้ว่า DTE ใด ๆ จะต้องมีหมายเลขข้อมูลระหว่างประเทศ IDN (International Data Number) เป็นเลขฐานสิบมีความยาวได้ถึง 14 หลักดังตัวอย่างในรูปที่ 2.8(ก) แต่ละ PSN อาจจะมีความยาวของ IDN ที่ต่างกันดังนั้นจะต้องมีการระบุความยาวตำแหน่งที่อยู่ของ DTE ทั้งสองก่อนซึ่งเรียกว่า ฟิลด์ความยาวตำแหน่งที่อยู่ ดังรูปที่ 2.8(ข)-(ค)

	DNIC	NTN ≤ 10 หลัก	
	8 9 7 9	7 2 1 5 4 3 2 1 3	= ตำแหน่งของ DTE ผู้ถูกเรียก (13 หลัก)
ออกเตด 4	- - - -	1 1 0 1	= ความยาวตำแหน่งที่อยู่ของ DTE ผู้ถูกเรียก (13)
ออกเตด 5	1 0 0 0	1 0 0 1	= 8,9 DINC 2 หลักแรก
ออกเตด 6	0 1 1 1	1 0 0 1	= 7,9 DINC 2 หลักถัดไป
ออกเตด 7	0 1 1 1	0 0 1 0	= 7,2 NTN 2 หลักแรก
⋮			
ออกเตด 11	0 0 1 1	0 0 0 0	= 3 NTN หลักสุดท้าย

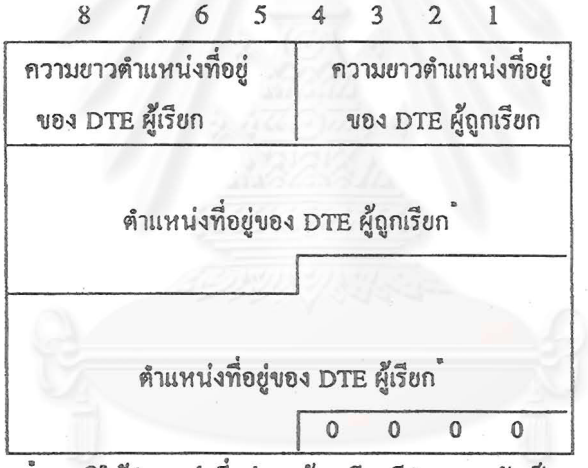
(ก) ตัวอย่างการเข้ารหัสของฟิลด์ตำแหน่งที่อยู่

รูปที่ 2.8 การเข้ารหัสของฟิลด์ตำแหน่งที่อยู่



*สมมุติให้ตำแหน่งที่อยู่ของผู้ถูกเรียกมีจำนวนหลักเป็นเลขคี่และตำแหน่งที่อยู่ของผู้เรียกมีจำนวนหลักเป็นเลขคู่

(ข) การเข้ารหัสของฟิลด์ตำแหน่งที่อยู่เมื่อตั้งค่าบิต A เป็น 1



*สมมุติให้ตำแหน่งที่อยู่ของผู้ถูกเรียกมีจำนวนหลักเป็นเลขคี่และตำแหน่งที่อยู่ของผู้เรียกมีจำนวนหลักเป็นเลขคู่

(ค) การเข้ารหัสของฟิลด์ตำแหน่งที่อยู่เมื่อตั้งค่าบิต A เป็น 0

รูปที่ 2.8 การเข้ารหัสของฟิลด์ตำแหน่งที่อยู่ (ต่อ)

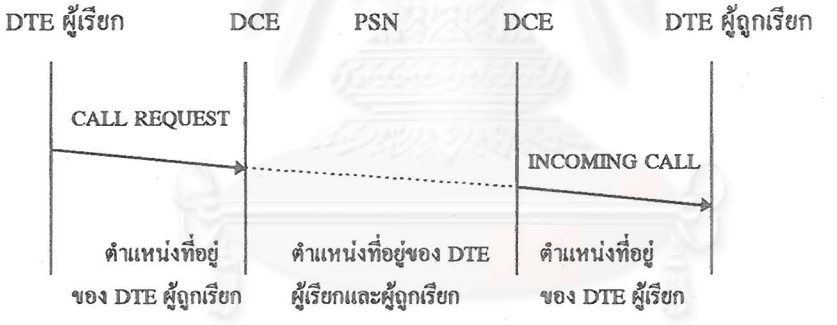
จากตัวอย่างในรูปที่ 2.8(ก) ได้มีการตั้งค่า A=0 หมายถึงการเข้ารหัสรูปแบบของฟิลด์ตำแหน่งที่อยู่แบบ non-TOA/NPI (ภาคผนวก ก) ดังแสดงในรูปที่ 2.8(ค) กลุ่มออกเดตที่ต่อจากฟิลด์ความยาวตำแหน่งที่อยู่คือ ตำแหน่งที่อยู่ผู้ถูกเรียก ในที่นี้จะใช้สำหรับเข้ารหัสค่าของ IDN โดยแบ่ง 4 หลักแรกของ IDN เป็น รหัสการระบุเครือข่ายข้อมูล DNIC (Data Network Identification Code) แล้วจึงแบ่ง 3 หลักแรกของ DNIC สำหรับแสดงรหัสประเทศอ้างอิงตาม (ITU, 1989 chap.

X.121) และหลักที่ 4 สำหรับแสดง PSN ตัวเลขที่ตามมาเรียกว่าหมายเลขปลายทางในประเทศ NTN (National Terminal Number) ใช้ในการระบุ DTE บน PSN นั้น จำนวนหลักที่มากที่สุดของ NTN คือ 10 รูปที่ 2.8(ก) แสดงตัวอย่างการให้ตำแหน่งที่อยู่ของ DTE ที่สอดคล้องกับ X.121 ซึ่งยาว 13 หลัก (8979 721 543 213) ซึ่งแสดงฟิลด์การให้ตำแหน่งที่ใช้ในกลุ่มข้อมูล CALL REQUEST ที่ส่งโดย DTE ผู้เรียก

สังเกตว่าในรูปที่ 2.8(ก) ออกเตดที่ 11 ถูกเติมด้วย 0 เพราะว่า IDN มีจำนวนหลักเป็นเลขคี่ (13) และฟิลด์การให้ตำแหน่งที่อยู่จะต้องเป็นออกเตดที่สมบูรณ์เสมอ

สังเกตด้วยว่าในกลุ่มข้อมูล CALL REQUEST จะมีตำแหน่งที่อยู่ของ DTE ผู้ถูกเรียกเข้ารหัสไว้เท่านั้นเพราะไม่มีความจำเป็นสำหรับ DTE ผู้เรียกที่จะระบุตนเองกับ DCE ของตน PSN จะใส่ตำแหน่งที่อยู่ของ DTE ผู้เรียกที่ DCE ท้องถิ่น และขจัดตำแหน่งที่อยู่ของ DTE ผู้ถูกเรียกออกที่ remote DCE ความสัมพันธ์นี้แสดงในรูปที่ 2.9

เมื่อการติดต่อได้ถูกก่อตั้งขึ้น PSN จะใช้ LCI ของกลุ่มข้อมูล DATA เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง DTE ทั้งสอง



รูปที่ 2.9 การใช้ฟิลด์ตำแหน่งที่อยู่ในการก่อตั้งการเรียก

นอกจากนี้ยังมีการกำหนดตำแหน่งที่อยู่ดังแสดงในรูปที่ 2.8(ข) โดยให้ค่าบิต A ในฟิลด์ GFI ของกลุ่มข้อมูลก่อตั้งการเรียกเท่ากับ 1 เพื่อแสดงว่ามีการเข้ารหัสรูปแบบของฟิลด์ตำแหน่งที่อยู่เป็นแบบ TOA/NPI (ภาคผนวก ก) ซึ่งมีความจุของการกำหนดตำแหน่งที่อยู่เพียงพอสำหรับการสื่อสารกับ ISDN

5.5. ฟิลด์ความยาวสิ่งอำนวยความสะดวกและฟิลด์สิ่งอำนวยความสะดวกของผู้ใช้ (Facility Length and User Facility Fields)

ฟิลด์ความยาวสิ่งอำนวยความสะดวกและฟิลด์สิ่งอำนวยความสะดวกของผู้ใช้ซึ่งตามหลังฟิลด์ตำแหน่งที่อยู่จะขึ้นกับรูปแบบการใช้บริการของผู้ใช้ ฟิลด์เหล่านี้แสดงบริการพิเศษที่ผู้

บริหาร PSN จัดหาให้กับผู้ใช้ X.25 กลุ่มข้อมูลก่อตั้งการเรียกอาจถูกพิจารณาว่าไม่ถูกต้องและถูกตัดทิ้ง ถ้ามีฟิลด์สิ่งอำนวยความสะดวกที่ไม่สอดคล้องกับรูปแบบการใช้บริการของผู้ใช้ที่จุดเชื่อมโยง DTE/DCE

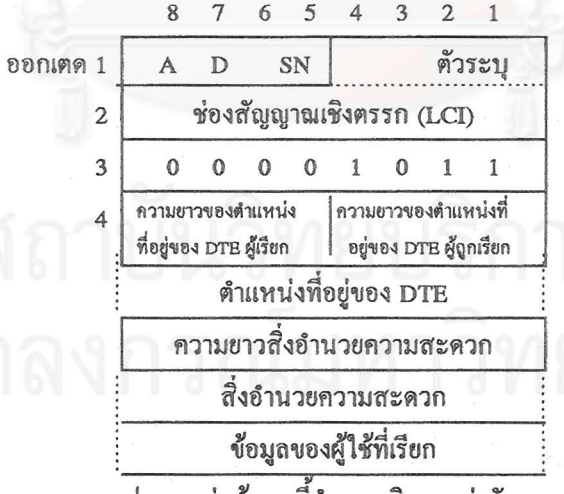
รูปแบบการเข้ารหัสของฟิลด์สิ่งอำนวยความสะดวกคล้ายคลึงกับฟิลด์ตำแหน่งที่อยู่ก็คือออกเตดแรกแสดงความยาวของฟิลด์สิ่งอำนวยความสะดวกของผู้ใช้ที่ตามมาและเรียกว่าฟิลด์ความยาวสิ่งอำนวยความสะดวกซึ่งรหัสสิ่งอำนวยความสะดวกมีความยาวได้ถึง 64 ออกเตด สิ่งที่ติดตามฟิลด์ความยาวสิ่งอำนวยความสะดวกมาคือรหัสสิ่งอำนวยความสะดวก และถ้าจำเป็นอาจจะต้องมีฟิลด์พารามิเตอร์สิ่งอำนวยความสะดวกที่ระบุค่าสำหรับสิ่งอำนวยความสะดวกนี้

DTE ผู้เรียกสามารถระบุสิ่งอำนวยความสะดวกที่ต้องการทุกครั้งที่ก่อตั้งการเรียก

สำหรับผู้อ่านที่สนใจสิ่งอำนวยความสะดวกของผู้ใช้และส่วนที่สัมพันธ์กันศึกษาได้จาก (ITU, 1989 chap. X.25)

5.6. ฟิลด์ข้อมูลของผู้ใช้ที่เรียก (Call User Data Field)

ฟิลด์นี้ปรากฏในกลุ่มข้อมูลก่อตั้งการเรียก CALL REQUEST และ INCOMING CALL เท่านั้นซึ่งแสดงในรูปที่ 2.10 ฟิลด์นี้มีความยาวสูงสุดเท่ากับ 16 ออกเตด ตัวอย่างของการนำไปใช้คือ เมื่อมีความจำเป็นต้องใช้ PAD ในการติดต่อกับ Host DTE จะแสดงตัวว่าเป็น PAD และต้องการโปรโตคอล X.29 โดยการใช้ฟิลด์ข้อมูลของผู้ใช้ที่เรียกในกลุ่มข้อมูล CALL REQUEST

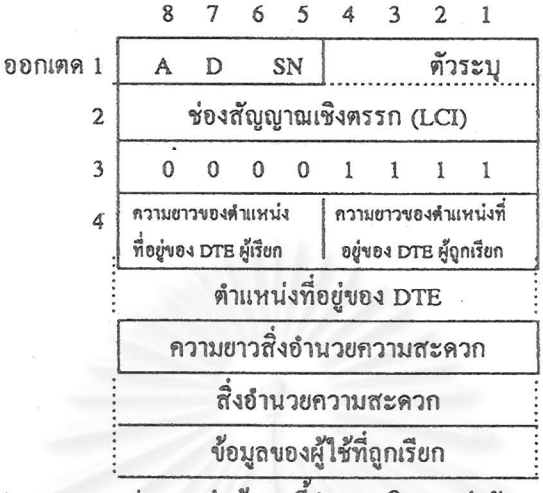


หมายเหตุ รูปแบบกลุ่มข้อมูลนี้กำหนดบิต A เท่ากับ 0

(ก) รูปแบบกลุ่มข้อมูล CALL REQUEST และ INCOMING CALL

รูปที่ 2.10 กลุ่มข้อมูลก่อตั้งการเรียก

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



หมายเหตุ - รูปแบบกลุ่มข้อมูลนี้กำหนดบิต A เท่ากับ 0

- ตั้งแต่ออกเตดที่ 4 ลงมาไม่จำเป็นต้องมีในรูปแบบพื้นฐาน

(ข) รูปแบบกลุ่มข้อมูล CALL ACCEPTED และ CALL CONNECTED

รูปที่ 2.10 กลุ่มข้อมูลก่อตั้งการเรียก (ต่อ)

ถ้าผู้ใช้ขอใช้บริการ Fast Select ด้วย จะสามารถปะติดข้อมูลของผู้ใช้ซึ่งมีความยาวสูงสุด 128 ออกเตดเข้ากับกลุ่มข้อมูลก่อตั้งการเรียก อย่างไรก็ตามอย่าสับสนระหว่างฟิลด์ข้อมูลของผู้ใช้ที่เรียกซึ่งปรากฏในกลุ่มข้อมูลก่อตั้งการเรียกเท่านั้นกับฟิลด์ข้อมูลของผู้ใช้ซึ่งปกติปรากฏในกลุ่มข้อมูล DATA

นอกจากนี้ยังมีฟิลด์ข้อมูลของผู้ใช้ที่ถูกเรียกในรูปที่ 2.10(ข) และฟิลด์ข้อมูลของผู้ใช้ที่ยกเลิกในรูปที่ 2.11(ก) ที่ใช้ประโยชน์ในทำนองเดียวกับฟิลด์ข้อมูลของผู้ใช้ที่เรียกแต่มีจุดประสงค์ในการส่งต่างกันอันเนื่องมาจากฟิลด์นั้นบรรจุอยู่ในกลุ่มข้อมูลต่างกัน

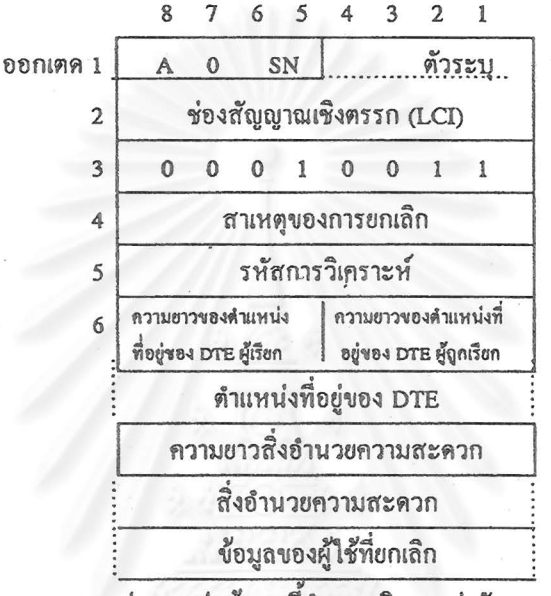
5.7. รูปแบบของกลุ่มข้อมูล

เราสามารถแบ่งชนิดของกลุ่มข้อมูลตามความคล้ายคลึงกันของรูปแบบที่มีใช้ในทุกเครือข่ายได้ 7 กลุ่ม คือ

5.7.1. กลุ่มข้อมูลก่อตั้งการเรียก ชนิดของกลุ่มข้อมูลที่มีรูปแบบนี้ (ดังแสดงในรูปที่ 2.10) คือ CALL REQUEST, INCOMING CALL, CALL ACCEPTED และ CALL CONNECTED ซึ่งจะใช้บน SVC ในระยะก่อตั้งการเรียกเท่านั้น

5.7.2. กลุ่มข้อมูล supervisory กลุ่มข้อมูลนี้มีรูปแบบดังแสดงในรูป 2.11 อันประกอบด้วยกลุ่มข้อมูล restart , clear และ reset ซึ่งจะส่งเป็น request จาก DTE ไปยัง DCE และส่งเป็น indication จาก DCE ไปยัง DTE

กลุ่มข้อมูล restart ใช้สำหรับยกเลิก SVC ทั้งหมดและ reset PVC ทั้งหมดของ DTE ที่ส่งกลุ่มข้อมูล RESTART REQUEST ค่าในตำแหน่งของ LCI ของกลุ่มข้อมูล RESTART REQUEST จะเป็น 0 เสมอเพราะว่ากลุ่มข้อมูลนี้มีผลกับวงจรเสมือนทั้งหมดของ DTE นั้น

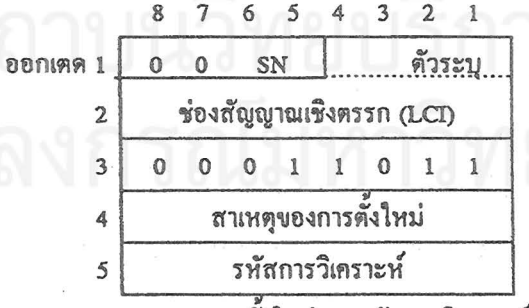


หมายเหตุ - รูปแบบกลุ่มข้อมูลนี้กำหนดบิต A เท่ากับ 0

- สาเหตุของการยกเลิกและรหัสการวิเคราะห์ระบุอยู่ในภาคผนวก ข ซึ่งใช้เฉพาะในกลุ่มข้อมูล CLEAR INDICATION

- ตั้งแต่ออกเตดที่ 6 ลงมาไม่จำเป็นต้องมีในรูปแบบพื้นฐาน

(ก) รูปแบบกลุ่มข้อมูล CLEAR REQUEST และ CLEAR INDICATION



หมายเหตุ - สาเหตุของการตั้งใหม่และรหัสการวิเคราะห์ระบุอยู่ในภาคผนวก ข ซึ่งใช้เฉพาะในกลุ่มข้อมูล RESET INDICATION

(ข) รูปแบบกลุ่มข้อมูล RESET REQUEST และ RESET INDICATION

รูปที่ 2.11 กลุ่มข้อมูล supervisory

	8	7	6	5	4	3	2	1
ออกเตด 1	0	0	SN		0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1	1	1	1	1	0	1	1
4	สาเหตุของการเริ่มต้นใหม่							
5	รหัสการวิเคราะห์							

หมายเหตุ - สาเหตุของการเริ่มต้นใหม่และรหัสการวิเคราะห์ระบุอยู่ในภาคผนวก ข ซึ่งใช้เฉพาะในกลุ่มข้อมูล RESTART INDICATION

(ค) รูปแบบกลุ่มข้อมูล RESTART REQUEST และ RESTART INDICATION

รูปที่ 2.11 กลุ่มข้อมูล supervisory (ต่อ)

กลุ่มข้อมูล clear ยกเลิก SVC ที่ระบุโดย LCI เท่านั้น

กลุ่มข้อมูล reset ใช้ได้กับ PVC และ SVC ในระยะถ่ายโอนข้อมูล เพื่อ reset ค่า P(S) และ P(R) ของวงจรเสมือนที่ระบุโดยฟิลด์ LCI ให้มีค่าเป็น 0

รูปที่ 2.11 แสดงฟิลด์สาเหตุ (Cause Field) ในออกเตดที่ 4 ซึ่งใช้โดย DCE เท่านั้นส่วนกลุ่มข้อมูลที่ส่งจาก DTE จะถูกเข้ารหัสเป็น 0 ตัวอย่างสาเหตุหมายเลข 25 ในฟิลด์-สาเหตุของกลุ่มข้อมูล CLEAR INDICATION หมายถึง DTE ผู้ถูกเรียกไม่ยอมรับการเก็บเงินปลายทาง (Reverse charging acceptance not subscribed) แสดงในภาคผนวก ข และแสดงฟิลด์รหัสการวิเคราะห์ (Diagnostic Code) ในออกเตดที่ 5 ที่สร้างโดยเครือข่าย เพื่อจัดหาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับความผิดพลาดให้กับ DTE

	8	7	6	5	4	3	2	1
ออกเตด 1	0	0	SN		ตัวระบุ			
2	ช่องสัญญาณเชิงตรรก (LCI)							
3	PTI							

หมายเหตุ - PTI ดูจากตารางที่ 2.6

(ก) รูปแบบกลุ่มข้อมูล DTE RESET CONFIRMATION, DCE RESET CONFIRMATION, กลุ่มข้อมูล DTE INTERRUPT CONFIRMATION, DCE INTERRUPT CONFIRMATION

รูปที่ 2.12 กลุ่มข้อมูล confirmation

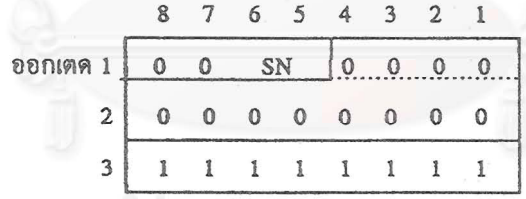
5.7.3. กลุ่มข้อมูล confirmation มีกลุ่มข้อมูล 4 ชนิด ที่อยู่ในกลุ่มนี้ดังแสดงในรูปที่ 2.12 ซึ่งใช้แสดงการตอบรับว่าการกระทำที่ร้องขอมาได้ปฏิบัติแล้ว ยกตัวอย่างเช่นในการยกเลิก

การเรียกของ SVC ที่ DTE จะส่งกลุ่มข้อมูล CLEAR REQUEST ไปยัง DCE ท้องถิ่น เมื่อ remote DTE ได้รับกลุ่มข้อมูล CLEAR INDICATION ก็จะส่งกลุ่มข้อมูล CLEAR CONFIRMATION ไปยัง DCE แล้ว DCE ท้องถิ่นก็จะถ่ายโอนกลุ่มข้อมูล CLEAR CONFIRMATION ให้กับ DTE เพื่อยืนยันว่ากลุ่มข้อมูล CLEAR REQUEST ได้รับการปฏิบัติแล้ว สามารถอธิบายได้ดังรูปที่ 2.6

หมายเหตุ - รูปแบบกลุ่มข้อมูลนี้กำหนดบิต A เท่ากับ 0

- ตั้งแต่ออกเตดที่ 4 ลงมาไม่จำเป็นต้องมีในรูปแบบพื้นฐาน

(ข) รูปแบบกลุ่มข้อมูล DTE CLEAR CONFIRMATION และ DCE CLEAR CONFIRMATION

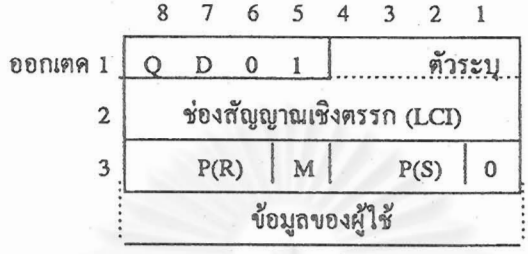


(ค) รูปแบบกลุ่มข้อมูล DTE RESTART CONFIRMATION และ DCE RESTART CONFIRMATION

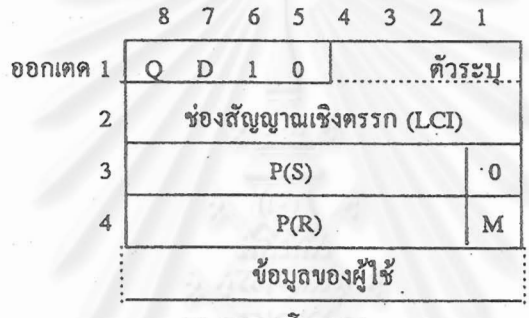
รูปที่ 2.12 กลุ่มข้อมูล confirmation (ต่อ)

5.7.4. กลุ่มข้อมูล DATA ใช้บรรจุข้อมูลของผู้ใช้แสดงดังรูปที่ 2.13 ฟิลด์ GFI ของกลุ่มข้อมูลประกอบด้วยบิต Q ซึ่งใช้แบ่งแยกจุดประสงค์ของกลุ่มข้อมูลของผู้ใช้ และบิต D สำหรับระบุการตอบรับแบบปลายถึงปลาย เครือข่ายจะใช้ LCI ในการจัดความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มข้อมูลกับวงจรเสมือนที่ใช้ ฟิลด์ PTI ในออกเตดที่ 3 มีบิตที่ 1 เป็น 0 เพื่อแบ่งแยกกลุ่มข้อมูล DATA จากกลุ่มข้อมูลชนิดอื่น บิต M แสดงว่าจะมีกลุ่มข้อมูล DATA ของข่าวสารอันเดียวกันตามมา P(S) และ P(R) แสดงหมายเลขลำดับส่งและรับกลุ่มข้อมูล กลุ่มข้อมูล DATA ส่วนใหญ่จะ

เป็นแบบมอดดูโล 8 ในรูปที่ 2.13 ยังได้แสดงรูปแบบมอดดูโล 128 ไว้ด้วย ผู้ใช้และเครือข่ายจะตกลงขนาดสูงสุดของฟิลด์ข้อมูลขณะขอใช้บริการ โดยทั่วไปมีค่าเท่ากับ 128 ออกเตด



(ก) มอดดูโล 8



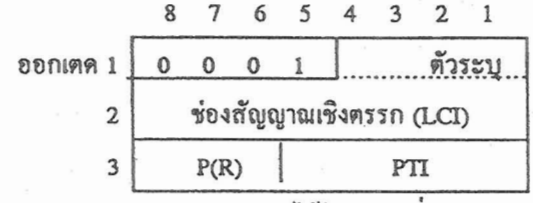
(ข) มอดดูโล 128

รูปที่ 2.13 กลุ่มข้อมูล DATA

5.7.5. กลุ่มข้อมูลควบคุมการไหล กลุ่มข้อมูลในกลุ่มนี้แสดงดังรูปที่ 2.14 มี 3 ประเภท ซึ่งจะใช้ระหว่างระยะถ่ายโอนข้อมูลเท่านั้น กลุ่มข้อมูลทั้ง 3 ชนิดมีฟิลด์ P(R) ซึ่งบรรจุหมายเลขลำดับของกลุ่มข้อมูล DATA ล่าสุดที่ได้รับบวกหนึ่ง ดังนั้นฟิลด์ P(R) แสดงถึงการตอบรับกลุ่มข้อมูล DATA ที่ได้รับแล้วด้วย

กลุ่มข้อมูล RR ใช้โดย DTE หรือ DCE เพื่อแสดงความพร้อมที่จะรับกลุ่มข้อมูล DATA

กลุ่มข้อมูล RNR ใช้โดย DTE หรือ DCE เพื่อแสดงความไม่สามารถที่จะรับกลุ่มข้อมูล DATA ชั่วขณะ



หมายเหตุ - PTI ดูได้ในตารางที่ 2.6

(ก) มอดดูโล 8

รูปที่ 2.14 กลุ่มข้อมูลควบคุมการไหล

	8	7	6	5	4	3	2	1
ออกเตด 1	0	0	1	0	ตัวระบุ			
2	ช่องสัญญาณเชิงตรรก (LCI)							
3	PTI							
4	P(R)							0

หมายเหตุ - PTI ดูได้ในตารางที่ 2.6

(ข) มอดดูโล 128

รูปที่ 2.14 กลุ่มข้อมูลควบคุมการไหล (ต่อ)

กลุ่มข้อมูล REJ ส่งโดย DTE เท่านั้น เพื่อร้องขอ DCE ให้ส่งกลุ่มข้อมูล DATA ที่มีหมายเลขลำดับเข้ารหัสไว้ในฟิลด์ P(R) ซ้ำใหม่ ซึ่งส่วนใหญ่แล้วเกิดจากกลุ่มข้อมูล DATA มาถึง DTE ผิดลำดับ สังเกตด้วยว่าบางเครือข่ายอาจจะไม่สนับสนุนการใช้กลุ่มข้อมูล REJ

5.7.6. กลุ่มข้อมูล DIAGNOSTIC กลุ่มข้อมูลพิเศษนี้จะทำการส่งโดย DCE สำหรับการวิเคราะห์ข้อผิดพลาดเมื่อ DCE ได้รับข้อมูลผิดพลาดมาจาก DTE โดย DCE ส่งกลุ่มข้อมูล DIAGNOSTIC ดังรูปที่ 2.15 ไปให้ DTE ซึ่งบรรจุเหตุผลที่กลุ่มข้อมูลถูกปฏิเสธไว้ในฟิลด์รหัสการวิเคราะห์ และบรรจุส่วนหัวของกลุ่มข้อมูลที่ถูกปฏิเสธไว้ในฟิลด์อธิบายการวิเคราะห์ (Diagnostic Explanation Field)

	8	7	6	5	4	3	2	1
ออกเตด 1	0	0	SN		0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1	1	1	1	0	0	0	1
4	รหัสการวิเคราะห์							
5	อธิบายการวิเคราะห์							

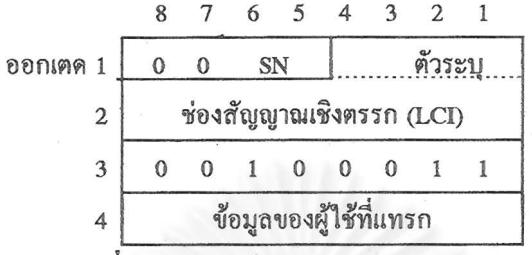
หมายเหตุ - รหัสอธิบายการวิเคราะห์ศึกษาได้จาก (ITU, 1989 chap. X.25)

- รหัสการวิเคราะห์ระบุอยู่ในภาคผนวก ข

รูปที่ 2.15 กลุ่มข้อมูล DIAGNOSTIC

5.7.7. กลุ่มข้อมูล INTERRUPT ถึงแม้ว่ากลุ่มข้อมูล INTERRUPT จะใช้ในระยะถ่ายโอนข้อมูล แต่กลุ่มข้อมูลนี้ไม่มีหมายเลขลำดับ (คือ ไม่มีค่า P(S) และ P(R)) ยกตัวอย่างเช่น จะใช้บนช่องสัญญาณเชิงตรรกใด ๆ เพื่อให้ได้รับการตอบรับแบบปลายถึงปลายในทันทีจาก remote DTE ซึ่งมีประโยชน์ในวิธีดำเนินการกู้ข้อมูลเพราะกลุ่มข้อมูล INTERRUPT ไม่ขึ้นกับการควบคุม

การไหลและหมายเลขลำดับของกลุ่มข้อมูล รูปแบบของกลุ่มข้อมูล INTERRUPT แสดงดังรูปที่ 2.16 จะเห็นว่าในฟิลด์ข้อมูลของผู้ใช้ที่แทรกอนุญาตให้ส่งข้อมูลของผู้ใช้ได้ 1 ออกเตด



รูปที่ 2.16 กลุ่มข้อมูล INTERRUPT

6. สรุป

- ที่โปรโตคอลชั้นดาตาลิงค์ต้องจัดหาข่ายเชื่อมโยงที่ปราศจากข้อผิดพลาดสำหรับการถ่ายโอนข้อมูลระหว่าง DTE (ผู้ใช้) และ DCE (เครือข่าย) ซึ่งจะต้องมีการควบคุมการไหลของข้อมูลได้

- โปรโตคอลที่ใช้แลกเปลี่ยนเฟรมคือ LAPB ซึ่งเฟรมอาจจะเป็นคำสั่งหรือการตอบสนองก็ได้

- ข้อมูลของผู้ใช้ (กลุ่มข้อมูล) จะใส่ไว้ในฟิลด์ข้อมูลของเฟรม I เฟรม S และเฟรม U ใช้สำหรับก่อตั้ง, ดูแล และยกเลิกข่ายเชื่อมโยงเชิงตรรก DTE/DCE

- มีกลุ่มข้อมูลเพียงอันเดียวเท่านั้นในเฟรม I หนึ่ง ๆ

- ชั้นเนตเวิร์กของ X.25 มีวิธีดำเนินการแลกเปลี่ยนกลุ่มข้อมูลระหว่าง DTE กับ DCE ของ PSN ซึ่งกลุ่มข้อมูลจะบรรจุข้อมูลสำหรับเครือข่ายเพื่อจัดเส้นทางกลุ่มข้อมูลไปยัง remote DTE

- เมื่อ 2 DTE แลกเปลี่ยนกลุ่มข้อมูล จะมีวงจรสมมุติเกิดขึ้นระหว่าง DTE ทั้งสองเป็นวงจรเชิงตรรกบนเครือข่ายและอ้างเป็นช่องสัญญาณเชิงตรรก

- เมื่อ DTE ต้องการก่อตั้งวงจรเสมือนจะก่อตั้งการเรียกไปยัง remote DTE แล้ววงจรเสมือนจะเกิดขึ้นเมื่อ DTE ผู้ถูกเรียกยอมรับการเรียก

- การระบุการเรียกด้วยหมายเลข (LCI) ที่มีในแต่ละกลุ่มข้อมูลช่วยให้ไม่เกิดการชนกันบนจุดเชื่อมโยง DTE/DCE

- การกำหนดค่า LCI เป็นไปตามที่ตกลงกันระหว่างผู้ใช้ (DTE) และผู้บริหารเครือข่ายเมื่อขอใช้บริการ ซึ่งจะมีความสำคัญกับจุดเชื่อมโยง DTE/DCE ท้องถิ่นเท่านั้น

- วงจรเสมือนเชิงตรรกระหว่าง 2 DTE ที่คงอยู่ระหว่างการเรียก คือ วงจรเสมือนสวิตซ์ SVC (Switched Virtual Circuit)

- วงจรเสมือนเชิงตรรกระหว่าง 2 DTE ที่คงอยู่ไม่ว่า DTE กำลังสื่อสารกันอยู่หรือไม่ คือ วงจรเสมือนถาวร PVC (Permanent Virtual Circuit)

- กลุ่มข้อมูล DATA บรรจุหมายเลขลำดับส่ง P(S) และหมายเลขลำดับรับ P(R)

บทที่ 3
ชั้นดาตาลิงค์และชั้นเนตเวิร์กของ ISDN

เนื้อหาสำคัญอีกส่วนสำหรับงานวิจัยที่จะกล่าวถึงในบทนี้คือโปรโตคอลของ ISDN ในชั้นดาตาลิงค์หรือเรียกว่า LAPD (Link Access Procedures on the D-channel) และชั้นเนตเวิร์ก ซึ่ง LAPD นี้จะมีความคล้ายคลึงกับ LAPB ที่กล่าวไว้ในบทที่ผ่านมาอยู่มากดังจะกล่าวต่อไปในบทนี้ รวมถึงรูปแบบของกลุ่มข่าวสารที่ใช้บรรจุข้อมูลของชั้นเนตเวิร์กอีกด้วย

LAPD จะกำหนดการเชื่อมต่อทางตรรก (logical connection) ระหว่างผู้ใช้และเครือข่ายผ่านจุดอ้างอิง S และ/หรือจุดอ้างอิง T บนช่องสัญญาณ D ที่ใช้การสื่อสารแบบซิงโครนัสดูเพลกซ์-เต็ม (Full-duplex Synchronous) สำหรับการเชื่อมต่อแบบจุดต่อจุดและจุดต่อหลาย ๆ จุด (point-to-multipoint) (ประสิทธิ์ ทีฆพุฒิ, 2535)

มาตรฐานที่กล่าวถึง LAPD คือมาตรฐาน CCITT Q.921 (Kessler, 1991) ซึ่งกล่าวถึงการเชื่อมโยงระหว่างผู้ใช้กับเครือข่ายในชั้นดาตาลิงค์และรูปแบบของเฟรมซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงเฟรมในลักษณะที่ปรับเปลี่ยนไปจาก LAPB

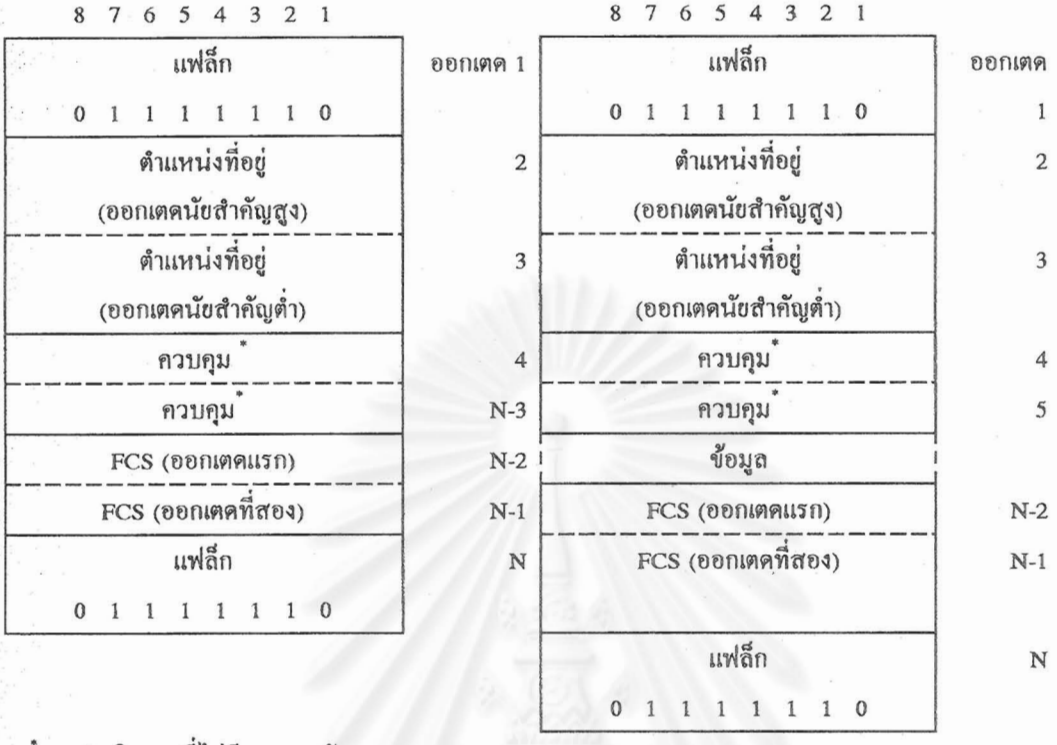
1. เฟรมของ LAPD

เฟรมมีรูปแบบเป็นหนึ่งในสองรูปแบบที่แสดงไว้ในรูปที่ 3.1 รูปแบบ A คือเฟรมที่ไม่มีฟิลด์ข้อมูลในขณะที่รูปแบบ B มีฟิลด์ข้อมูล รูปแบบเหล่านี้คล้ายคลึงกับเฟรมของ LAPB ซึ่งจะได้กล่าวถึงเฉพาะการเข้ารหัสที่แตกต่างจาก LAPB ดังต่อไปนี้

1.1. ฟิลด์ตำแหน่งที่อยู่

ในรูปที่ 3.2 ฟิลด์ตำแหน่งที่อยู่จะประกอบด้วยบิตขยาย EA (extension bit), บิตคำสั่ง/การตอบสนอง, ฟิลด์ย่อยของตัวระบุจุดเข้าถึงบริการ SAPI (Service Access Point Identifier) และฟิลด์ย่อยของตัวระบุจุดปลายทางของอุปกรณ์ปลายทาง TEI (Terminal Endpoint Identifier) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1.1. บิตขยาย (EA) ฟิลด์สามารถขยายให้มีขนาดใหญ่กว่า 1 ออกเตดได้ โดยการจองบิตหมายเลข 1 ของออกเตดแรกเพื่อระบุออกเตดสุดท้ายของฟิลด์ตำแหน่งที่อยู่ ดังนั้นถ้าบิตแรกของออกเตดในฟิลด์ตำแหน่งที่อยู่เป็น 1 แสดงว่าออกเตดนั้นเป็นออกเตดสุดท้ายของฟิลด์ แต่ฟิลด์-ตำแหน่งที่อยู่สำหรับการดำเนินการ LAPD ควรมีบิต 1 ของออกเตดแรกเป็น 0 และบิต 1 ของออก-เตดที่ 2 เป็น 1

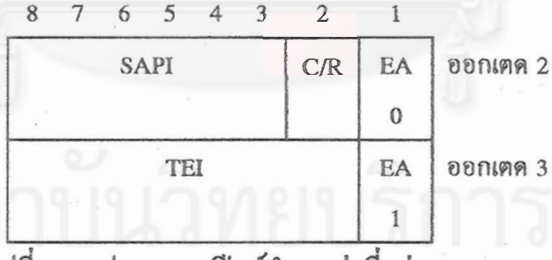


* การดำเนินการที่ไม่มีการตอบรับ - ขนาด 1 ออกเตด

การดำเนินการแบบหลายเฟรม - ขนาด 2 ออกเตดสำหรับเฟรมที่มีหมายเลขลำดับ

- ขนาด 1 ออกเตดสำหรับเฟรมที่ไม่มีหมายเลขลำดับ

รูปที่ 3.1 รูปแบบของเฟรม



รูปที่ 3.2 รูปแบบของฟิลด์ตำแหน่งที่อยู่

1.1.2. บิตคำสั่ง/การตอบสนอง (C/R) เป็นบิตที่ใช้ระบุว่าเป็นเฟรมคำสั่งหรือเฟรม-การตอบสนอง ถ้าด้านผู้ใช้จะตั้งให้เฟรมคำสั่งมีบิต C/R เป็น 0 และเฟรมการตอบสนองมีบิต C/R เป็น 1 แล้วด้านเครือข่ายจะตั้งเป็นค่ากลับกันคือให้เฟรมคำสั่งมีบิต C/R เป็น 1 และเฟรมการตอบสนองมีบิต C/R เป็น 0

1.1.3. ตัวระบุจุดเข้าถึงบริการ (SAPI) เป็นการระบุจุดที่ชั้นดาตาลิงค์ให้บริการกับชั้นเนตเวิร์กหรือให้กับเอ็นทิทีจัดการ (management entity) ดังนั้น SAPI จึงระบุชั้นดาตาลิงค์ของ

เฟรมที่ควรจะทำกระบวนการ และระบุชั้นเนตเวิร์กหรือเอ็นทิทีจัดการที่จะรับข้อมูลที่บรรจุอยู่ในเฟรมนั้น (ITU, 1989 chap. Q.920) กำหนดให้ SAPI มีได้ 64 จุดเข้าถึงบริการดังแสดงในตารางที่ 3.1

บิต 3 ของ SAPI จะเป็นบิตที่มีค่านัยสำคัญน้อยที่สุด ในขณะที่บิต 8 จะเป็นบิตที่มีค่านัยสำคัญมากที่สุด

ตารางที่ 3.1 แสดงการกำหนดค่าของ SAPI

ค่า SAPI	สัมพันธ์กับชั้นเนตเวิร์กหรือ management entity
0	วิธีดำเนินการควบคุมการเรียก
1	การสื่อสารแบบโหมดกลุ่มข้อมูลโดยใช้วิธีดำเนินการควบคุมการเรียก Q.931
16	การสื่อสารโหมดกลุ่มข้อมูลตามวิธีดำเนินการ X.25 ชั้นเนตเวิร์ก
63	วิธีดำเนินการจัดการชั้นดาตาลิงค์
อื่น ๆ	สำหรับมาตรฐานใหม่ ๆ

1.1.4. ค่าระบุจุดปลายทางของอุปกรณ์ปลายทาง (TEI) ค่า TEI ที่ใช้สำหรับการเชื่อมต่อในชั้นดาตาลิงค์แบบจุดต่อจุดจะตั้งค่าให้สำหรับอุปกรณ์ปลายทาง ซึ่งอุปกรณ์ปลายทาง TE (Terminal Equipment) เดียวสามารถที่จะมีค่า TEI ได้มากกว่าหนึ่งค่าที่ใช้สำหรับการถ่ายโอนข้อมูลแบบจุดต่อจุด ค่า TEI สำหรับการเชื่อมต่อชั้นดาตาลิงค์แบบแพร่สัญญาณ (broadcast) ประกอบด้วยชั้นดาตาลิงค์ของด้านผู้ใช้หลาย ๆ คนที่จะใช้ค่า SAPI เดียวกัน กำหนดให้ TEI มีได้ 128 ค่าซึ่งบิต 2 ของ TEI จะเป็นบิตที่มีค่านัยสำคัญน้อยที่สุด ในขณะที่บิต 8 จะเป็นบิตที่มีค่านัยสำคัญมากที่สุด และแนวปฏิบัติที่ใช้ในการกำหนดค่า TEI มีดังต่อไปนี้

1.1.4.1. TEI สำหรับการเชื่อมต่อชั้นดาตาลิงค์แบบแพร่สัญญาณ จะกำหนดให้มีค่า 1111111 (127) เป็นกลุ่มของ TEI ที่ใช้เพื่อการเชื่อมต่อชั้นดาตาลิงค์แบบแพร่สัญญาณซึ่งใช้ร่วมกับจุดเข้าถึงบริการ

ตารางที่ 3.2 แสดงการกำหนดค่า TEI

ค่า TEI	ประเภทของผู้ใช้
0-63	อุปกรณ์ของผู้ใช้ที่กำหนดค่า TEI แบบไม่อัตโนมัติ
64-126	อุปกรณ์ของผู้ใช้ที่กำหนดค่า TEI แบบอัตโนมัติ

1.1.4.2. TEI สำหรับการเชื่อมต่อในชั้นดาตาลิงค์แบบจุดต่อจุด ค่า TEI ที่เหลือจะใช้สำหรับการเชื่อมต่อในชั้นดาตาลิงค์แบบจุดต่อจุดซึ่งแสดงในตารางที่ 3.2 ซึ่งจะใช้ร่วมกับจุดเข้าถึงบริการ

ตารางที่ 3.3 รูปแบบของฟิลด์ควบคุม

บิตในฟิลด์ควบคุม (มอดดูโล 128)	8	7	6	5	4	3	2	1	
รูปแบบ I	N(S)							0	ออกเตด 4
	N(R)							P	5
รูปแบบ S	X	X	X	X	S	S	0	1	ออกเตด 4
	N(R)							P/F	5
รูปแบบ U	M	M	M	P/F	M	M	1	1	ออกเตด 4

ตารางที่ 3.4 รหัสของฟิลด์ควบคุม

การประยุกต์ใช้	รูปแบบ	คำสั่ง	การตอบสนอง	รหัส 8	7	6	5	4	3	2	1	ออกเตด
Unacknowledged and Multiple Frame Acknowledged Information Transfer	I	I		N(S)							0	4
				N(S)							P	5
	S	RR	RR	0	0	0	0	0	0	0	1	4
				N(R)							P/F	5
		RNR	RNR	0	0	0	0	0	1	0	1	4
				N(R)							P/F	5
		REJ	REJ	0	0	0	0	1	0	0	1	4
				N(R)							P/F	5
	U	SABME		0	1	1	P	1	1	1	1	4
			DM	0	0	0	F	1	1	1	1	4
		UI		0	0	0	P	0	0	1	1	4
		DISC		0	1	0	P	0	0	1	1	4
			UA	0	1	1	F	0	0	1	1	4
			FRMR	1	0	0	F	0	1	1	1	4
Connection Management		XID*	XID*	1	0	1	P/F	1	1	1	1	4

* ใช้ เฟรม XID สำหรับวิธีดำเนินการตกลงในค่าพารามิเตอร์ (parameter negotiation procedure)

1.2. ฟิลด์ควบคุม

LAPD ได้กำหนดฟิลด์ควบคุมดังในตารางที่ 3.3 ส่วนใหญ่มีการเข้ารหัสเช่นเดียวกับ LAPB แต่มีรหัสฟิลด์ควบคุมเพิ่มขึ้น 2 ประเภทดังต่อไปนี้

1.2.1. Unnumbered information (UI) command เป็นเฟรมคำสั่งที่ไม่มีหมายเลขลำดับ ดังนั้นอาจจะสูญหายได้โดยไม่มีการแจ้งใด ๆ เลย ใช้เพื่อส่งข้อมูลไปยังชั้นดาตาลิงค์ด้านตรงข้ามเมื่อชั้นเนตเวิร์กหรือเอ็นทิทีจัดการร้องขอการถ่ายโอนข้อมูลแบบไม่มีการตอบรับ (unacknowledged information transfer) ที่ไม่มีผลกระทบต่อตัวแปรสเตตในชั้นดาตาลิงค์

1.2.2. Exchange identification (XID) command/response เป็นเฟรมที่มีฟิลด์ข้อมูลและไม่มีหมายเลขลำดับในฟิลด์ควบคุม เอ็นทิทีจัดการจะทำการแลกเปลี่ยนเฟรม XID

เมื่อเอ็นทิทีจัดการด้านตรงข้ามได้รับเฟรมคำสั่ง XID ควรจะตอบสนองด้วยเฟรมการตอบสนอง XID อย่างเร็วที่สุดเท่าที่มีโอกาส

ในกรณีที่ได้รับเฟรมคำสั่ง XID แต่ไม่สามารถตีความฟิลด์ข้อมูลที่ส่งมาได้ หรือฟิลด์ข้อมูลที่ส่งมามีขนาดเป็นศูนย์ จะตอบรับด้วยเฟรมการตอบสนอง XID ที่มีขนาดฟิลด์ข้อมูลเป็นศูนย์ ความยาวที่มากที่สุดของฟิลด์ข้อมูลคือ N201 กำหนดค่าโดยปริยายเท่ากับ 260 ออกเตด

2. โปรโตคอลชั้นเนตเวิร์กของ ISDN

โปรโตคอลชั้นเนตเวิร์กของ ISDN นั้นเป็นไปตามมาตรฐาน CCITT Q.931 (Kessler, 1991) ซึ่งได้กล่าวถึงลักษณะที่จำเป็น, วิธีดำเนินการเรียก และกลุ่มข่าวสารที่ต้องการสำหรับการควบคุมการเรียกบนช่องสัญญาณ D ในที่นี้จะพิจารณาเฉพาะการเชื่อมต่อแบบสวิตซ์วงจร (Circuit Switched) และการสัญญาณระหว่างผู้ใช้แบบจุดต่อจุด

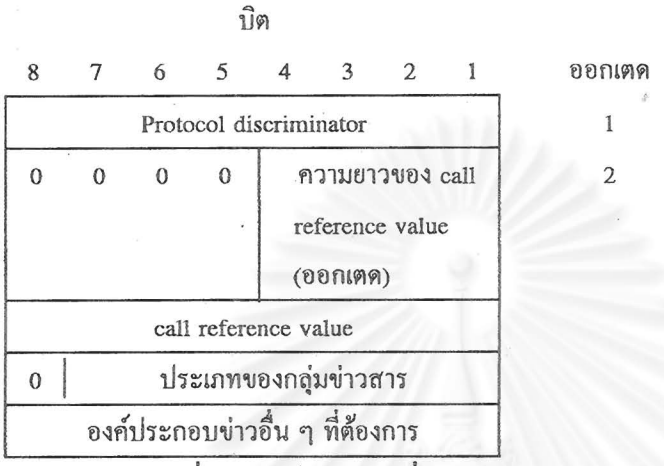
ที่จุดเชื่อมโยงผู้ใช้-เครือข่ายของ ISDN ถ้ามองจากผู้ใช้จะอธิบายถึงการเรียกได้ว่าถ้าเป็นการเรียกที่เรียกจากเครือข่ายมายังผู้ใช้จะเรียกว่า การเรียกเข้ามา (incoming call) ในทางกลับกันการเรียกที่เรียกจากผู้ใช้ไปยังเครือข่ายจะเรียกว่า การเรียกออกไป (outgoing call) ในการติดต่อระหว่างผู้ใช้และเครือข่ายจะกำหนดสเตตต่าง ๆ ตามขั้นตอนของการเรียก และกำหนดวิธีดำเนินการควบคุมการเรียกซึ่งศึกษาได้จาก (ITU, 1989 chap.Q.931)

แต่ในที่นี้เพื่อให้เกิดความชัดเจนในรูปแบบของกลุ่มข่าวสารและเกิดความเข้าใจเกี่ยวกับการเรียก จะขอกล่าวถึงลักษณะของกลุ่มข่าวสารและวิธีดำเนินการสื่อสารกลุ่มข้อมูลโดยลำดับ

2.1. รูปแบบกลุ่มข่าวสารทั่วไปและรหัสองค์ประกอบข่าว

ในหัวข้อนี้จะอธิบายถึงเนื้อหาของกลุ่มข่าวสารอันประกอบด้วยหลาย ๆ องค์ประกอบข่าวที่จัดเรียงตามลำดับการส่งโดยจะส่งบิต 1 ของแต่ละออกเตดออกไปก่อน ตามด้วยบิต 2, 3, 4,... ตามลำดับ ในทำนองเดียวกันออกเตดที่ 1 ก็จะถูกส่งออกไปก่อน

2.1.1. รายละเอียดทั่วไป กลุ่มข่าวสารในโปรโตคอลมาตรฐาน CCITT Q.931(ITU, 1989 chap.Q.931) ทั่วไปมีลักษณะดังรูปที่ 3.3

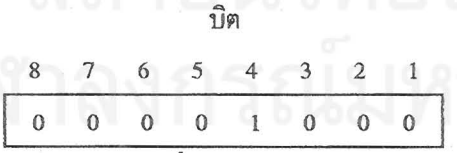


รูปที่ 3.3 องค์ประกอบทั่ว ๆ ไปของกลุ่มข่าวสาร

กลุ่มข่าวสารใด ๆ อาจบรรจุข้อมูลมากกว่าความต้องการของอุปกรณ์หรือมากกว่าที่ผู้ใช้หรือเครือข่ายสามารถเข้าใจได้ อุปกรณ์สามารถจะตัดทิ้งข้อมูลส่วนเกินที่อยู่ในกลุ่มข่าวสารเช่น ผู้ใช้อาจตัดทิ้งองค์ประกอบข่าว Calling party number ถ้าผู้ใช้ไม่สนใจเนื่องมาจากได้รับในกลุ่มข่าวสาร SETUP แล้ว

โดยทั่วไปองค์ประกอบข่าวหนึ่ง ๆ จะมีอยู่ในกลุ่มข่าวสารเพียงหนึ่งเดียวเท่านั้น ถ้าไม่ได้มีระบุไว้ว่าสามารถมีซ้ำได้

2.1.2. Protocol discriminator จุดประสงค์ของ Protocol discriminator ใช้เพื่อแยกกลุ่มข่าวสารสำหรับการควบคุมการเรียกผู้ใช้-เครือข่ายออกจากกลุ่มข่าวสารประเภทอื่น ๆ และบรรจุในองค์ประกอบข่าว User-user เพื่อระบุโปรโตคอลของข้อมูลของผู้ใช้ ซึ่งเข้ารหัสดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 Protocol discriminator

2.1.3. Call reference จุดประสงค์ของการใช้ Call reference เพื่อระบุการเรียกหรือการลงทะเบียน/เพิกถอนสิ่งอำนวยความสะดวกที่จุดเชื่อมต่อผู้ใช้-เครือข่ายท้องถิ่นมีการเข้ารหัสในรูปที่ 3.5 การร้องขอ Call reference ไม่มีนัยสำคัญแบบปลายถึงปลายข้ามเครือข่าย

บิต 8	7	6	5	4	3	2	1	ออกเตด
0	0	0	0	ความยาวของ call reference value (ออกเตด)				1
แฟล็ก	call reference value							2

call reference flag (ออกเตดที่ 2)

บิต 8 = 0 กลุ่มข่าวสารนี้ส่งจากด้านที่กำหนด Call reference

1 กลุ่มข่าวสารนี้ส่งไปยังด้านที่กำหนด Call reference

รูปที่ 3.5 Call reference

บิต 8	7	6	5	4	3	2	1	ออกเตด
0	0	0	0	0	0	0	1	1
0/1	0	0	0	0	0	0	0	2

ก) call reference value 1 ออกเตด

บิต 8	7	6	5	4	3	2	1	ออกเตด
0	0	0	0	0	0	1	0	1
0/1	0	0	0	0	0	0	0	2
0	0	0	0	0	0	0	0	3

ข) call reference value 2 ออกเตด

รูปที่ 3.6 ตัวอย่างของการเข้ารหัสสำหรับ globol call reference

ค่าโดยปริยายของความยาวมากที่สุดของ Call reference คือ 3 ออกเตด

ความยาวต่ำสุดของ call reference value สำหรับการเชื่อมโยงผู้ใช้-เครือข่าย basic rate คือ 1 ออกเตด และสำหรับการเชื่อมโยงผู้ใช้-เครือข่าย primary rate คือ 2 ออกเตดดังรูปที่ 3.6

Call reference ประกอบด้วย call reference value และ call reference flag

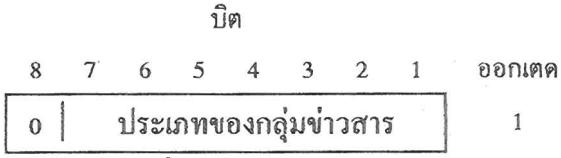
ด้านต้นทาง (originating side) ของจุดเชื่อมโยงกำหนด call reference value ของการเรียกซึ่งเป็นค่าเฉพาะสำหรับการเชื่อมต่อเชิงตรรกหนึ่ง ๆ ของชั้นดาตาลิงค์บนช่องสัญญาณ D เมื่อได้กำหนด call reference value ของการเรียกแล้วจะคงค่าไว้ตลอดช่วงชีวิต (lifetime) ของการเรียกหนึ่ง ๆ (ยกเว้นกรณีพักชั่วคราวการเรียก) ภายหลังสิ้นสุดการเรียกหรือสิ้นสุดการพักชั่วคราวการเรียกจะกำหนดค่า call reference value ใหม่ให้กับการเรียก call reference flag ใช้เพื่อระบุจุดปลายของข่ายเชื่อมโยงเชิงตรรกที่กำหนด Call reference โดยตั้งค่าดังอธิบายในรูปที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 ประเภทของกลุ่มข่าวสาร

บิต 8	7	6	5	4	3	2	1	
0	0	0	-	-	-	-	-	กลุ่มข่าวสารในระยะก่อตั้งการเรียก
0	0	0	0	0	0	0	1	- ALERTING
0	0	0	0	0	0	1	0	- CALL PROCEEDING
0	0	0	0	0	1	1	1	- CONNECT
0	0	0	0	1	1	1	1	- CONNECT ACKNOWLEDGE
0	0	0	0	0	0	1	1	- PROGRESS
0	0	0	0	0	1	0	1	- SETUP
0	0	0	0	1	1	0	1	- SETUP ACKNOWLEDGE
0	0	1	-	-	-	-	-	กลุ่มข่าวสารในระยะถ่ายโอนข้อมูล
0	0	1	0	0	1	1	0	- RESUME
0	0	1	0	1	1	1	0	- RESUME ACKNOWLEDGE
0	0	1	0	0	0	1	0	- RESUME REJECT
0	0	1	0	0	1	0	1	- SUSPEND
0	0	1	0	1	1	0	1	- SUSPEND ACKNOWLEDGE
0	0	1	0	0	0	0	1	- SUSPEND REJECT
0	0	1	0	0	0	0	0	- USER INFORMATION
0	1	0	-	-	-	-	-	กลุ่มข่าวสารในระยะยกเลิกการเรียก
0	1	0	0	0	1	0	1	- DISCONNECT
0	1	0	0	1	1	0	1	- RELEASE
0	1	0	1	1	0	1	0	- RELEASE COMPLETE
0	1	0	0	0	1	1	0	- RESTART
0	1	0	0	1	1	1	0	- RESTART ACKNOWLEDGE
0	1	1	-	-	-	-	-	กลุ่มข่าวสาร Miscellaneous
0	1	1	1	1	0	0	1	- CONGESTION CONTROL
0	1	1	1	1	0	1	1	- INFORMATION
0	1	1	0	0	0	1	0	- FACILITY
0	1	1	0	1	1	1	0	- NOTIFY
0	1	1	1	1	1	0	1	- STATUS
0	1	1	1	0	1	0	1	- STATUS ENQUIRY

I17628638

2.1.4. ประเภทของกลุ่มข่าวสาร จุดประสงค์เพื่อระบุหน้าที่ของกลุ่มข่าวสารที่กำลังส่ง ซึ่งได้มีการเข้ารหัสไว้ในรูปที่ 3.7 และตารางที่ 3.5



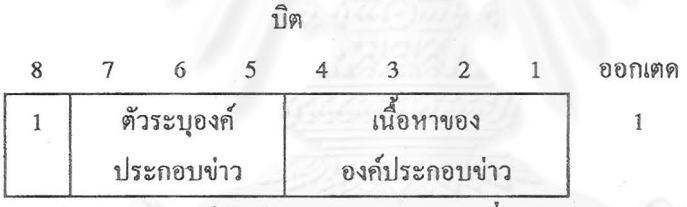
รูปที่ 3.7 ประเภทของกลุ่มข่าวสาร

2.1.5. องค์ประกอบข่าวอื่น ๆ

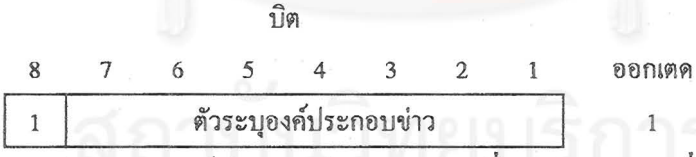
2.1.5.1. กฎของการเข้ารหัส สำหรับองค์ประกอบข่าวอื่น ๆ จะมีกฎการเข้ารหัสคือการจัดรูปแบบเพื่ออนุญาตให้แต่ละอุปกรณ์ทำกระบวนการต่าง ๆ กับกลุ่มข่าวสารเพื่อหาองค์ประกอบข่าวที่สำคัญสำหรับอุปกรณ์นั้นและตัดทิ้งส่วนที่ไม่สำคัญ โดยแบ่งองค์ประกอบข่าวออกเป็น 2 ประเภทคือ

ก) องค์ประกอบข่าวความยาวหนึ่งออกเตด (ดูรูปที่ 3.8 ก และ ข)

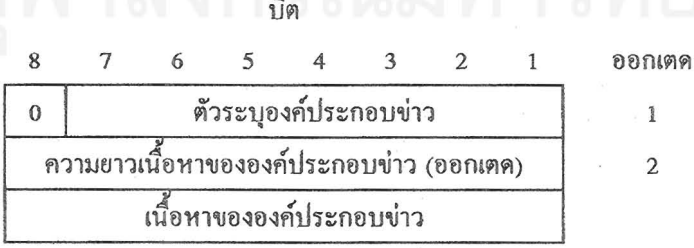
ข) องค์ประกอบข่าวความยาวแปรค่าได้ (ดูรูปที่ 3.8 ค)



ก) รูปแบบขององค์ประกอบข่าวความยาวหนึ่งออกเตด (แบบที่ 1)



ข) รูปแบบขององค์ประกอบข่าวความยาวหนึ่งออกเตด (แบบที่ 2)



ค) รูปแบบขององค์ประกอบข่าวความยาวแปรค่าได้

รูปที่ 3.8 รูปแบบขององค์ประกอบข่าว

ตารางที่ 3.6 รหัสของตัวระบุองค์ประกอบข่าว

บิต 8	7	6	5	4	3	2	1	
1	:	:	:	-	-	-	-	*องค์ประกอบข่าวความยาวหนึ่งออกเดด*
1	0	0	0	-	-	-	-	Reserved
1	0	0	1	-	-	-	-	Shift (หมายเหตุ)
1	0	1	0	0	0	0	0	More data
1	0	1	0	0	0	0	1	Sending complete
1	0	1	1	-	-	-	-	Congestion level
1	1	0	1	-	-	-	-	Repeat indicator
0	:	:	:	:	:	:	:	*องค์ประกอบข่าวความยาวแปรค่าได้*
0	0	0	0	0	0	0	0	Segmented message
0	0	0	0	0	1	0	0	Bearer capability (หมายเหตุ)
0	0	0	0	1	0	0	0	Cause (หมายเหตุ)
0	0	0	1	0	0	0	0	Call identity
0	0	0	1	0	1	0	0	Call state
0	0	0	1	1	0	0	0	Channel identification (หมายเหตุ)
0	0	0	1	1	1	0	0	Facility (หมายเหตุ)
0	0	0	1	1	1	1	0	Progress indicator (หมายเหตุ)
0	0	1	0	0	0	0	0	Network-specific facilities (หมายเหตุ)
0	0	1	0	0	1	1	1	Notification indicator (หมายเหตุ)
0	0	1	0	1	0	0	0	Display
0	0	1	0	1	0	0	1	Date/time
0	0	1	0	1	1	0	0	Keypad facility
0	0	1	1	0	1	0	0	Signal (หมายเหตุ)
0	0	1	1	0	1	1	0	Switchhook
0	0	1	1	1	0	0	0	Feature activation
0	0	1	1	1	0	0	1	Feature indication
0	1	0	0	0	0	0	0	Information rate
0	1	0	0	0	0	1	0	End-to-end transit delay
0	1	0	0	0	0	1	1	Transit delay selection and indication
0	1	0	0	0	1	0	0	Packet layer binary parameters

ตารางที่ 3.6 รหัสของตัวระบุองค์ประกอบข่าว (ต่อ)

บิต 8	7	6	5	4	3	2	1	
0	:	:	:	:	:	:	:	*องค์ประกอบข่าวความยาวแปรค่าได้*
0	1	0	0	0	1	0	1	Packet layer window size
0	1	0	0	0	1	1	0	Packet size
0	1	1	0	1	1	0	0	Calling party number
0	1	1	0	1	1	0	1	Calling party subaddress
0	1	1	1	0	0	0	0	Called party number
0	1	1	1	0	0	0	1	Called party subaddress
0	1	1	1	0	1	0	0	Redirecting number
0	1	1	1	1	0	0	0	Transit network selection (หมายเหตุ)
0	1	1	1	1	0	0	1	Restart indicator
0	1	1	1	1	1	0	0	Low layer compatibility (หมายเหตุ)
0	1	1	1	1	1	0	1	High layer compatibility (หมายเหตุ)
0	1	1	1	1	1	1	0	User-user
0	1	1	1	1	1	1	1	Escape for extension

หมายเหตุ องค์ประกอบข่าวนี้มีซ้ำได้

การเข้ารหัสของตัวระบุองค์ประกอบข่าวสรุปในตารางที่ 3.6 ค่าของรหัสตัวระบุองค์ประกอบข่าวสำหรับองค์ประกอบข่าวความยาวแปรค่าได้กำหนดเป็นลำดับตามค่าจำนวนเลขและตามลำดับจริง ๆ ขององค์ประกอบข่าวในกลุ่มข่าวสาร ซึ่งจะทำให้อุปกรณ์ผู้รับตรวจพบองค์ประกอบข่าวที่ต้องการได้โดยไม่ต้องตรวจดูทั้งกลุ่มข่าวสาร

ถ้าในรายละเอียดขององค์ประกอบข่าวมีบิตสำรอง (spare bit) จะตั้งค่าให้เป็น 0 และไม่ควรจะตัดทิ้งกลุ่มข่าวสารด้วยเหตุผลที่ว่าบิตสำรองเป็น 1

ออกเตดที่ 2 ขององค์ประกอบข่าวความยาวแปรค่าได้ ระบุความยาวทั้งหมดของเนื้อความขององค์ประกอบข่าว (จะนับเริ่มต้นที่ออกเตดที่ 3)

กฎที่ใช้สำหรับการเข้ารหัสขององค์ประกอบข่าวความยาวแปรค่าได้ คือ

ก) บิต 8 ของออกเตดแรกจะระบุว่าเป็นองค์ประกอบข่าวความยาวออกเตดเดียวหรือองค์ประกอบข่าวแบบกลุ่มออกเตดดังรูปที่ 3.8

ข) การจัดกลไกขยายขนาดกลุ่มออกเตดจากออกเตดที่ N เป็นออกเตดที่ Na, Nb เป็นต้น โดยการใช้บิต 8 ในแต่ละออกเตดเป็นบิตขยาย ถ้าบิตนี้มีค่าเป็น 0 หมายถึง

มีความต่อเนื่องกับบิตถัดไปแต่ถ้าบิตนี้มีค่าเป็น 1 หมายถึงเป็นออกเตดสุดท้ายของกลุ่ม ดังนั้นจึงอาจทำการเพิ่มออกเตดได้โดยเปลี่ยนบิต 8 (บิตขยาย) จาก 1 เป็น 0

ค) นอกจากนี้ยังมีกลไกการขยายจากออกเตดที่ N ไป ออกเตดที่ N1 , N2 เป็นต้น โดยการระบุในบิต 1-7 ของออกเตดที่ N

ง) กลไก ข และ ค อาจใช้ร่วมกัน

จ) ออกเตดเสริมจะให้เครื่องหมาย * ไว้

ถ้าต้องการศึกษาถึงองค์ประกอบข่าวที่อยู่ในกลุ่มข่าวสารประเภทต่างๆ ศึกษาได้จาก CCITT Q.931 (ITU, 1989 chap.Q.931)

2.1.5.2. การขยายจำนวนของตัวระบุองค์ประกอบข่าวด้วย codeset จำนวนของตัวระบุองค์ประกอบข่าวในแต่ละ codeset สามารถมีได้ 128 จากองค์ประกอบข่าวความยาวแปรค่าได้และ 8 จากองค์ประกอบข่าวความยาวหนึ่งออกเตด (128+8=136 ค่า)

รหัสหนึ่งในรูปแบบออกเตดเดียวใช้ระบุการดำเนินการ shift และอีกสองรหัสทั้งในรูปแบบออกเตดเดียวและรูปแบบแปรขนาดออกเตดได้สงวนไว้ ทำให้สามารถกำหนดค่าตัวระบุองค์ประกอบข่าวได้ 133 ค่าเท่านั้น

โปรโตคอลได้กำหนดให้สามารถขยายโครงสร้างนี้ออกเป็น 8 codeset เนื้อหาขององค์ประกอบข่าว Shift จะระบุถึง codeset ที่ใช้สำหรับองค์ประกอบข่าวถัด ๆ ไป codeset ที่ใช้ในเวลาใด ๆ เรียกว่าเป็น active codeset และ codeset 0 เป็น active codeset เริ่มต้น

วิธีดำเนินการ codeset shift มี 2 วิธีดังต่อไปนี้

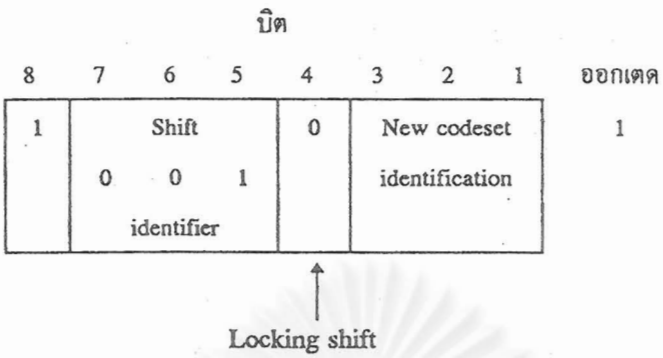
- locking shift
- non-locking shift

ตามกฎการเข้ารหัสที่ระบุในหัวข้อที่แล้วจะนำไปใช้สำหรับองค์ประกอบข่าวใดที่เป็นของ active codeset

การเปลี่ยนจาก active codeset หนึ่งไปเป็นอีก codeset หนึ่ง โดยวิธีดำเนินการ locking shift (ดูหัวข้อ 2.1.5.3) ต้องเปลี่ยนไปเป็น codeset ที่มีค่ามากกว่าเดิม

องค์ประกอบข่าวที่เป็นของ codeset 5 , 6 และ 7 อาจจะปรากฏพร้อมกับองค์ประกอบข่าวที่เป็นของ codeset 0 (ซึ่งเป็น active codeset) โดยการใช้วิธีดำเนินการ non-locking shift (ดูหัวข้อ 2.1.5.4)

อุปกรณ์ผู้ใช้ของเครือข่ายควรมีหน่วยความจำเพื่อเก็บองค์ประกอบข่าว Shift สำหรับหาความยาวขององค์ประกอบข่าวที่ตามมา ทำให้อุปกรณ์สามารถหาจุดเริ่มต้นขององค์ประกอบข่าวที่ตามมาได้



รูปที่ 3.9 องค์ประกอบข่าว Locking shift

ตารางที่ 3.7 องค์ประกอบข่าว Locking shift

Codeset identification

บิต 3	2	1	
0	0	0	not applicable
0 0 1 ถึง 1	0	0	Reserved
1	0	1	codeset 5
1	1	0	codeset 6
1	1	1	codeset 7

codeset 5 สำหรับองค์ประกอบข่าวที่ใช้ในประเทศ

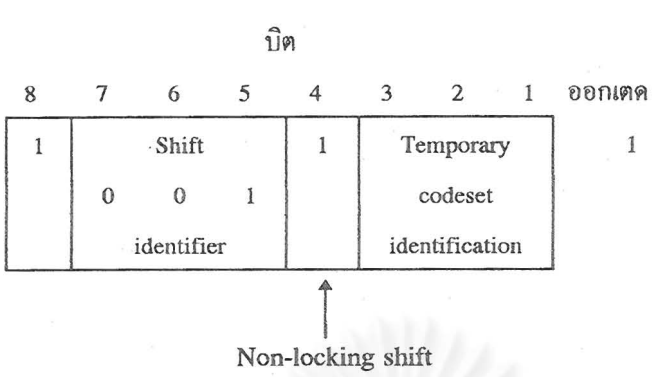
codeset 6 สำหรับองค์ประกอบข่าวที่ใช้ระบุกับเครือข่ายท้องถิ่น

codeset 7 สำหรับองค์ประกอบข่าวที่ระบุโดยผู้ใช้

2.1.5.3. วิธีดำเนินการ Locking shift ใช้องค์ประกอบข่าว Locking shift ระบุ active codeset ใหม่และจะยังคง codeset นั้นจนกระทั่งมีองค์ประกอบข่าว Locking shift อีกทีระบุถึงการใช้อีก codeset หนึ่ง

องค์ประกอบข่าว Locking shift จะใช้รูปแบบออกเตดเดียวที่แสดงรหัสดังในรูปที่ 3.9 และตารางที่ 3.7

2.1.5.4. วิธีดำเนินการ Non-locking shift จัดหา shift ชั่วคราวเพื่อไปยัง codeset ที่ต่ำกว่าหรือสูงกว่า มีรูปแบบออกเตดเดียวแสดงรหัสในรูปที่ 3.10 และตารางที่ 3.8 เพื่อระบุ codeset ที่ใช้ตีความองค์ประกอบข่าวถัดไป ภายหลังการตีความองค์ประกอบข่าวนี้แล้วจะกลับไปใช้ codeset เดิมอีกครั้งสำหรับการตีความองค์ประกอบข่าวต่อ ๆ ไป



รูปที่ 3.10 องค์ประกอบข่าว Non-locking shift

ตารางที่ 3.8 องค์ประกอบข่าว Non-locking shift

Codeset identification

บิต 3	2	1	
0	0	0	codeset 0 (initially active) องค์ประกอบข่าว Q.931
0	0	1 ถึง 1	0 0 Reserved
1	0	1	codeset 5
1	1	0	codeset 6
1	1	1	codeset 7

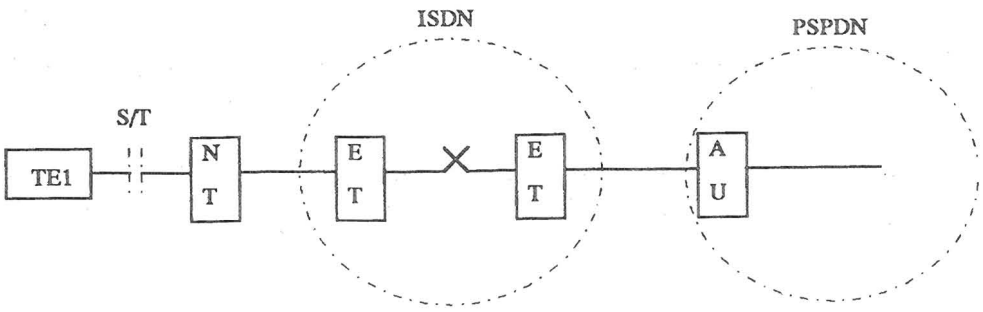
2.2. วิธีดำเนินการสื่อสารกลุ่มข้อมูล

วิธีดำเนินการสัญญาณบนช่องสัญญาณ D มีบทบาทอย่างไรในการสนับสนุนการสื่อสารข้อมูลในเครือข่าย ISDN เป็นสิ่งที่จะได้กล่าวถึงต่อไป เมื่อผู้ใช้เลือกการเข้าถึงสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับกลุ่มข้อมูลด้วยการเข้าถึงบริการ PSPDN แบบสวิตซ์วงจรผู้ใช้จะสร้างการเชื่อมต่อผ่านเครือข่าย ISDN ไปยังพอร์ทเข้าถึง (access port) ของเครือข่ายสาธารณะ PSPDN เรียกว่า "access unit-AU" ดังรูปที่ 3.11 การเชื่อมต่อนี้อาจเริ่มต้นโดยผู้ใช้หรือ AU ซึ่งถ้ามองจาก ISDN ใช้วิธีดำเนินการควบคุมการเรียกแบบสวิตซ์วงจรและช่องสัญญาณ B เท่านั้น

2.2.1. การเข้าถึงแบบเรียกออกไป (Outgoing call access) ในที่นี้เครือข่ายต้องเลือกใช้การเข้าถึงแบบสวิตซ์วงจร

การเข้าถึงแบบเข้าไปยังบริการ PSPDN แบบสวิตซ์วงจร (case A)

การเชื่อมต่อช่องสัญญาณ B ระหว่างผู้ใช้และ AU ควรควบคุมโดยใช้วิธีดำเนินการสัญญาณช่องสัญญาณ D สำหรับก่อตั้งการเรียก ช่องสัญญาณ B ที่ใช้ในการเชื่อมต่อสวิตซ์ถูกเลือกมาจากช่องสัญญาณ B ที่มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้ ซึ่งสรุปได้ในตารางที่ 3.9



——— ช่องสัญญาณ B ที่ใช้

⋮⋮ จุดอ้างอิง

AU ISDN access unit ports

NT Network termination

ET Exchange termination

TE1 Terminal equipment 1

รูปที่ 3.11 การสื่อสารกลุ่มข้อมูลโดยใช้ AU

ก) ช่องสัญญาณ B ที่ระบุและไม่มีทางเลือกที่ยอมรับได้ หรือ

ข) ช่องสัญญาณ B ที่ระบุและทางเลือกใด ๆ ที่ยอมรับได้ หรือ

ค) ช่องสัญญาณ B ใด ๆ ที่ยอมรับได้

ตารางที่ 3.9 ช่องสัญญาณที่ผู้ใช้ร้องขอและการตอบสนองของเครือข่าย เมื่อทำการเข้าถึงแบบเรียกออกไปยัง AU

ช่องสัญญาณที่ระบุในกลุ่มข่าวสาร SETUP (u→n)			การตอบสนองของเครือข่ายที่อนุญาต (n→u)
Channel indication	Preferred or exclusive	D-channel indication	
Bi	Exclusive	No	Bi
	Preferred	No	Bi,Bi′
Any	(Ignore)	No	Bi′
(Absent)			Bi′

Bi ช่องสัญญาณ B ที่ระบุ

Bi′ ช่องสัญญาณ B อื่น ๆ ใด ๆ

u→n จากผู้ใช้ไปเครือข่าย

n→u จากเครือข่ายไปผู้ใช้

จากมูลฐานของข้อมูลก่อตั้งการเรียก (เช่น หมายเลขผู้ถูกเรียกที่ระบุถึง AU, การเลือกเครือข่ายส่งผ่าน) และ/หรือการตกลงใด ๆ ในเวลาที่ใช้บริการ เครือข่ายจะจัดหา AU

ที่เหมาะสมให้ ซึ่งองค์ประกอบข่าว Bearer capability ในกลุ่มข่าวสาร SETUP ควรมีการเข้ารหัสดังนี้ คือ

- information transfer capability ตั้งให้เป็นข้อใดข้อหนึ่งต่อไปนี้

ก) unrestricted digital information

ข) restricted digital information

- transfer mode ตั้งให้เป็น circuit mode

- information rate ตั้งให้เป็น 64 kbit/s

หมายเหตุ องค์ประกอบข่าว Bearer capability ออกเตด 4a และ 4b (ITU, 1989 chap.Q.931) ไม่ควรนำมารวมด้วย

ผู้ใช้อาจระบุโปรโตคอลถ่ายโอนข้อมูล layer 1 (เช่น rate adaption) layer 2 (คือ LAPB) และ layer 3 (คือ X.25) สำหรับองค์ประกอบข่าว Low layer compatibility ในกลุ่มข่าวสาร SETUP (ITU, 1989 chap.Q.931)

หมายเหตุ เครือข่ายจะลบล้างบริการที่ไม่ได้สนับสนุนโดยการส่งกลุ่มข่าวสาร RELEASE COMPLETE สาเหตุหมายเลข 65 bearer capability not implemented

2.2.2. การเข้าถึงแบบเรียกเข้ามา (Incoming call access)

การเข้าถึงแบบออกจากบริการ PSPDN (case A)

ISDN ให้สัญญาณก่อตั้งการเชื่อมต่อ circuit mode โดยกำหนดให้ใช้ช่องสัญญาณ B ได้ดังนี้

ก) ช่องสัญญาณ B ที่ระบุและไม่มีทางเลือกที่ยอมรับได้ หรือ

ข) ช่องสัญญาณ B ที่ระบุและทางเลือกใด ๆ ที่ยอมรับได้ หรือ

ค) ช่องสัญญาณ B ใด ๆ ที่ยอมรับได้ หรือ

ง) ไม่สามารถหาช่องสัญญาณ B ได้ (จะมีในเฉพาะบางเครือข่าย)

การเลือกช่องสัญญาณ

ถ้าวงจรที่ต้องการไม่มีอยู่ระหว่างอุปกรณ์ปลายทางกับ AU วิธีดำเนินการสำหรับการก่อตั้งช่องสัญญาณชั้นฟิสิกส์คอลอธิบายในหัวข้อต่อไปนี้

- information transfer capability ตั้งให้เป็นข้อใดข้อหนึ่งต่อไปนี้

ก) unrestricted digital information

ข) restricted digital information

- transfer mode ตั้งให้เป็น circuit mode

- information rate ตั้งให้เป็น 64 kbit/s

หมายเหตุ องค์ประกอบข่าว Bearer capability ออกเดต 4a และ 4b (ITU, 1989 chap.Q.931) ไม่ควรนำมารวมด้วย

องค์ประกอบข่าว Channel identification มีการเข้ารหัสตามตารางที่ 3.10

ตารางที่ 3.10 ช่องสัญญาณที่เครือข่ายร้องขอและการตอบสนองของผู้ใช้ เมื่อทำการเข้าถึงแบบเรียกเข้ามาจาก AU

ช่องสัญญาณที่ระบุในกลุ่มข่าวสาร SETUP (n→u)			การตอบสนองของผู้ใช้ที่อนุญาต (u→n)
Channel indication	Preferred or exclusive	D-channel indication	
Bi	Exclusive	No	Bi
	Preferred	No	Bi,Bi′

หมายเหตุ

Bi ช่องสัญญาณ B ที่ระบุ

Bi′ ช่องสัญญาณ B อื่น ๆ ใด ๆ

u→n จากผู้ใช้ไปเครือข่าย

n→u จากเครือข่ายไปผู้ใช้

หมายเหตุ รหัสนี้ไม่ใช้สำหรับการเรียกแบบแพร่สัญญาณ

การเชื่อมต่อช่องสัญญาณ B ไปยังผู้ถูกเรียก เครือข่ายควรก่อตั้งการเรียกโดยการส่งกลุ่มข่าวสาร SETUP บนข่ายเชื่อมโยงแบบจุดต่อจุดหรือข่ายเชื่อมโยงแบบแพร่สัญญาณ

ผู้ใช้ตอบสนองกลุ่มข่าวสาร SETUP ตามที่ระบุใน (ITU, 1989 chap. Q.931)

2.2.3. การลบล้างการเรียก

2.2.3.1. ลบล้างช่องสัญญาณ B ใช้วิธีดำเนินการสัญญาณบนช่องสัญญาณ D สำหรับลบล้างการเรียก จะมีผลกระทบกับการลบล้างการเชื่อมต่อสวิตช์ทั้งนี้รวมทั้งการเข้าถึงแบบเข้าไปยังบริการ PSPDN

ช่องสัญญาณ B อาจถูกลบล้างที่เวลาใด ๆ ตลอดการใช้ แต่โดยทั่วไปจะลบล้างเมื่อได้ทำการลบล้างการเรียกเสมือนสุดท้ายบนช่องสัญญาณ B แล้ว

2.2.3.2. ลบล้างช่องสัญญาณ D ใช้วิธีดำเนินการยกเลิกการติดต่อตาม (ITU, 1989 chap.Q.921)

2.2.3.3. ข้อมูลคลาดเคลื่อนเพิ่มเติม เมื่อเกิดความล้มเหลวหรือทำการลบล้างการเรียกเสมือนก่อนที่ควรจะเป็นควรใช้กฎใน (ITU,1989 chap.Q.931) นอกจากนี้แล้วยังต้องใช้กฎที่จะกล่าวถึงต่อไปหาสาเหตุที่เหมาะสมซึ่งเรียงไว้ตามลำดับความสำคัญดังนี้

ก) ถ้าผู้ใช้ปลายทางร้องขอการเรียกโดยใช้กลุ่มข่าวสาร Q.931 การเรียกเสมือน X.25 ควรลบล้างโดยการใช้กลุ่มข้อมูล clear indication และมีสาเหตุที่เหมาะสมจากตารางที่ ค

ข) ถ้ายังคงในสภาวะที่ไม่สามารถรับกลุ่มข่าวสาร SETUP Q.931 บนจุดเชื่อมโยงผู้ใช้-เครือข่าย การเรียกเสมือน X.25 ควรลบล้างโดยการใช้กลุ่มข้อมูล clear indication และควรเลือกสาเหตุให้เหมาะสมกับสภาวะตามตารางที่ ค ซึ่งคือการจับคู่กันของสาเหตุใน X.25 กับสาเหตุใน Q.931 (X.25 mapping of Q.931 cause) สำหรับอธิบายสภาวะของจุดเชื่อมโยงในสาเหตุนั้น ๆ

ค) ถ้าส่งกลุ่มข่าวสาร SETUP Q.931 ข้ามจุดเชื่อมโยงผู้ใช้-เครือข่าย แต่ไม่ได้รับการตอบสนองก่อนหมดเวลา T303 ครั้งที่สองให้ใช้กฎในข้อ ข

ง) ถ้าส่งกลุ่มข่าวสาร SETUP Q.931 ข้ามจุดเชื่อมโยงผู้ใช้-เครือข่ายและได้รับการตอบสนองจากผู้ใช้ ซึ่งเป็นการลบล้างการเรียกที่จุดเชื่อมโยง การเรียกเสมือน X.25 ควรลบล้างโดยการใช้กลุ่มข้อมูล clear indicaiton บรรจุสาเหตุที่เหมาะสมในตารางที่ ค ซึ่งสัมพันธ์กับสาเหตุในกลุ่มข่าวสารลบล้าง Q.931

2.2.3.4. Cause mapping AU จะเลือกใช้การจับคู่ในตารางที่ ค ซึ่งเป็นการจับคู่ระหว่างสาเหตุที่ส่งโดย ISDN และ PSPDN

2.3. วิธีดำเนินการสัญญาณระหว่างผู้ใช้

2.3.1. รายละเอียดทั่วไป

การสัญญาณระหว่างผู้ใช้เป็นการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันของผู้ใช้ ซึ่งไม่ใช่บริการตอบรับของชั้นเนตเวิร์กแต่เป็นส่วนที่ควบคุมโดยชั้นที่สูงกว่าระหว่างผู้ใช้

บริการการสัญญาณระหว่างผู้ใช้ทั้งสามแบบประกอบกับการเรียกแบบที่เครือข่ายจัดหาให้กับผู้ใช้มีดังนี้

ก) บริการที่ 1 การสัญญาณระหว่างผู้ใช้ทำการแลกเปลี่ยนในระยะก่อตั้งการเรียกและระยะยกเลิกการเรียกบรรจุอยู่ภายในกลุ่มข่าวสารควบคุมการเรียก Q.931

ข) บริการที่ 2 การสัญญาณระหว่างผู้ใช้ทำการแลกเปลี่ยนในระยะก่อตั้งการเรียกระหว่างกลุ่มข่าวสาร ALERTING และกลุ่มข่าวสาร CONNECT บรรจุอยู่ภายในกลุ่มข่าวสาร USER INFORMATION

ค) บริการที่ 3 การสัญญาณระหว่างผู้ใช้ทำการแลกเปลี่ยนในสเตด active บรรจุอยู่ภายในกลุ่มข่าวสาร USER INFORMATION

เมื่อก่อตั้งการเรียกผู้ใช้สามารถระบุขอบริการการสัญญาณระหว่างผู้ใช้มากกว่าหนึ่งบริการ

2.3.2. วิธีดำเนินการร้องขอบริการที่ 3

บริการที่ 3 จัดหาสำหรับการเรียกเมื่อได้รับการร้องขอที่ยอมรับได้จากผู้ใช้ วิธีดำเนินการร้องขอมาตรฐานใช้องค์ประกอบข่าว Facility

แต่ก็มีทางเลือกสำหรับบางเครือข่ายที่สนับสนุนวิธีดำเนินการร้องขอโดยใช้

- องค์ประกอบข่าว Keypad facility หรือ
- องค์ประกอบข่าว Feature activation

เมื่อเครือข่ายสนับสนุนมากกว่าหนึ่งวิธีดำเนินการร้องขอควรปฏิบัติตามหลักต่อไปนี้

- สำหรับการร้องขอที่ใช้องค์ประกอบข่าว Keypad facility เครือข่ายจะตอบสนอง remote user ด้วยองค์ประกอบข่าว Signal, องค์ประกอบข่าว Display หรือองค์ประกอบข่าว Feature indication
- สำหรับการร้องขอที่ใช้องค์ประกอบข่าว Feature activation เครือข่ายจะตอบสนอง remote user ด้วยองค์ประกอบข่าว Feature indication
- สำหรับการร้องขอที่ใช้องค์ประกอบข่าว Facility เครือข่ายจะตอบสนอง remote user ด้วยองค์ประกอบข่าว Facility

ในการร้องขอบริการที่ 3 จากเครือข่ายไปยังผู้ใช้อาจระบุโดยใช้ :

- องค์ประกอบข่าว Signal (ดูหมายเหตุ)
- องค์ประกอบข่าว Display (ดูหมายเหตุ)
- องค์ประกอบข่าว Feature indication (ดูหมายเหตุ)
- องค์ประกอบข่าว Facility

สำหรับการระบุโดยการใช้องค์ประกอบข่าว Facility ผู้ใช้จะตอบสนองด้วยองค์ประกอบข่าว Facility แต่จะไม่มีการตอบสนองเมื่อใช้หนึ่งในองค์ประกอบข่าว 3 ข้อแรก

หมายเหตุ องค์ประกอบข่าวเหล่านี้อาจจะใช้เมื่อเครือข่ายรู้ข้อตกลงของผู้ใช้เมื่อสมัครขอใช้บริการ ซึ่งเครือข่ายจะยืนยันในบริการกับผู้เรียกในนามของผู้ถูกเรียก

2.3.3. การสัญญาณระหว่างผู้ใช้บริการที่ 3

2.3.3.1. รายละเอียดทั่วไป บริการที่ 3 อนุญาตให้ผู้ใช้สื่อสารข้อมูลโดยการส่งกลุ่มข่าวสาร USER INFORMATION ในสเตด active ของการเรียก บริการนี้อนุญาตให้มีการตัดทิ้งทั้งโดยนัย (implicit) และโดยชัดแจ้ง (explicit) ผู้ใช้อาจร้องขอบริการนี้ระหว่างก่อตั้งการเรียกหรือในสเตด active

2.3.3.2. การร้องขอบริการระหว่างก่อตั้งการเรียก เป็นวิธีดำเนินการที่ปรับจากวิธีดำเนินการก่อตั้งการเรียกดังต่อไปนี้

ก) เมื่อร้องขอการเรียกกลุ่มข่าวสาร SETUP ที่ส่งโดยผู้เรียกจะบรรจุการร้องขอบริการที่ 3 และกลุ่มข่าวสาร SETUP ที่ส่งโดยเครือข่ายไปยังผู้ถูกเรียกก็จะบรรจุการร้องขอบริการที่ 3 ด้วย

ข) ถ้าผู้ถูกเรียกสามารถสนับสนุนกลุ่มข่าวสาร USER INFORMATION ที่ส่งในสเตต active การยอมรับในบริการที่ 3 ควรรวมอยู่ในกลุ่มข่าวสาร CONNECT

2.3.3.3. การตัดทิ้งบริการที่ร้องขอระหว่างก่อตั้งการเรียก ถ้าผู้ถูกเรียกหรือเครือข่ายไม่เข้าใจการร้องขอบริการที่ 3 และกลุ่มข่าวสาร CONNECT ที่ตอบกลับมาที่ผู้เรียกไม่รวมการยอมรับหรือการตัดทิ้งบริการที่ 3 การตอบสนองแบบนี้เป็นการตัดทิ้งบริการที่ 3 โดยนัย อีกทางหนึ่งถ้าเครือข่ายหรือผู้ถูกเรียกไม่สามารถสนับสนุนกลุ่มข่าวสาร USER INFORMATION ในสเตต active และการร้องขอระบุว่า "preferred" การตัดทิ้งบริการที่ 3 จะรวมอยู่ในกลุ่มข่าวสาร CONNECT และถ้าการร้องขอบริการที่ 3 ระบุว่า "required" และผู้เรียกหรือเครือข่ายไม่สามารถสนับสนุนหรือจัดหาบริการได้จะส่งกลุ่มข่าวสาร RELEASE COMPLETE สาเหตุหมายเลข 50 requested facility not subscribed หรือสาเหตุหมายเลข 69 requested facility not implemented เพื่อตัดทิ้งบริการที่ 3

ถ้าผู้ถูกเรียกไม่รวมการยอมรับหรือการตัดทิ้งบริการที่ 3 ในกลุ่มข่าวสาร CONNECT เครือข่ายจะตัดทิ้งบริการที่ 3 ในกลุ่มข่าวสาร CONNECT ที่ส่งไปยังผู้เรียก

เมื่อมี interworking กับเครือข่าย non-ISDN เครือข่าย ISDN จะส่งกลุ่มข่าวสาร PROGRESS หรือกลุ่มข่าวสาร ALERTING ที่มีองค์ประกอบข่าว Progress indication ระบุหมายเลข 1 call is not end-to-end ISDN ; further call progress information may available in-band ไปยังผู้เรียกเพื่อระบุว่าบริการไม่สามารถรับรองได้

2.3.3.4 การส่งกลุ่มข่าวสาร USER INFORMATION ขณะที่ก่อตั้งการเรียกผู้ใช้ทั้งสองสามารถส่งข้อมูลระหว่างกันโดยการส่งกลุ่มข่าวสาร USER INFORMATION บนจุดเชื่อมโยงผู้ใช้-เครือข่าย เครือข่ายจะจัดหาการส่งข้อมูลจากผู้ถูกเรียกไปยังผู้เรียกและจากผู้เรียกไปยังผู้ถูกเรียก

กลุ่มข่าวสาร USER INFORMATION ประกอบด้วย Protocol discriminator, Call reference, ประเภทของกลุ่มข่าวสาร, องค์ประกอบข่าว More data และองค์ประกอบข่าว User-user ซึ่งองค์ประกอบข่าว More data อาจถูกส่งโดยผู้ใช้เพื่อระบุกับ remote user ว่าจะมีกลุ่มข่าวสาร USER INFORMATION อีกกลุ่มข่าวสารตามมาและเป็นข้อมูลที่บรรจุในบล็อกเดียวกัน เครือข่ายควรดูแลการใช้องค์ประกอบข่าว More data

2.3.3.5. การควบคุมความแออัดของกลุ่มข่าวสาร USER INFORMATION เครือข่ายหรือผู้ใช้จะควบคุมการไหลของการส่งกลุ่มข่าวสาร USER INFORMATION จากผู้ใช้หรือ

เครือข่ายโดยกลุ่มข่าวสาร CONGESTION CONTROL ซึ่งบรรจุองค์ประกอบข่าว Congestion level ที่ระบุ receive not ready และ receive ready

ถ้าได้รับการระบุอย่างแรกผู้ใช้หรือเครือข่ายควรหยุดการส่งกลุ่มข่าวสาร USER INFORMATION ไว้ชั่วคราว แต่ถ้าได้รับการระบุอย่างหลังหมายถึงกลุ่มข่าวสาร USER INFORMATION ที่ส่งออกไปได้รับแล้ว

เมื่อมีกลุ่มข่าวสาร USER INFORMATION ถูกตัดทิ้งที่ท้องถิ่น เครือข่ายหรือผู้ใช้จะส่งกลุ่มข่าวสาร CONGESTION CONTROL ที่มี receive not ready indication ระบุสาเหตุหมายเลข 43 access information discarded และตัดทิ้งกลุ่มข่าวสาร USER INFORMATION ที่ได้รับมาภายหลัง

เมื่อได้รับการระบุว่า receive ready ควรตีความว่าเป็น "การระบุว่าได้รับกลุ่มข่าวสาร USER INFORMATION น้อยกว่าหรือเท่ากับ n กลุ่มข่าวสารก่อนที่จะได้รับการระบุ receive ready ตัวนี้" ซึ่งยังคงมีการศึกษาถึงความเป็นไปได้ในการกำหนดค่า n

วิธีดำเนินการควบคุมความแออัดพิจารณาเป็นวิธีดำเนินการของท้องถิ่น

2.3.4. กลุ่มข่าวสาร USER INFORMATION ที่ไม่คาดหวัง

2.3.4.1. การได้รับกลุ่มข่าวสาร USER INFORMATION ในสเตตการเรียกที่ไม่สอดคล้อง เมื่อเครือข่ายได้รับกลุ่มข่าวสาร USER INFORMATION จากผู้ใช้ในสเตตที่ไม่ได้รับอนุญาตบริการร้องขอ (เช่นในสเตตอื่น ๆ นอกจากสเตต active ในการร้องขอบริการที่ 3 เท่านั้น) ควรตัดทิ้งกลุ่มข่าวสาร USER INFORMATION ที่ได้รับและตอบสนองด้วยกลุ่มข่าวสาร STATUS สาเหตุหมายเลข 43 access information discarded

2.3.4.2. การได้รับกลุ่มข่าวสาร USER INFORMATION ที่ไม่คาดหวัง เมื่อได้รับกลุ่มข่าวสาร USER INFORMATION จากผู้เรียกหรือผู้ถูกเรียกภายหลังเครือข่ายระบุว่าไม่สามารถสนับสนุนการร้องขอควรตัดทิ้งกลุ่มข่าวสาร USER INFORMATION

2.4. พารามิเตอร์ของระบบ

รายละเอียดโดยย่อของตัวจับเวลาอยู่ในตารางที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้

- ตัวจับเวลาในด้านเครือข่าย ระบุในตารางที่ 3.11

- ตัวจับเวลาในด้านผู้ใช้ ระบุในตารางที่ 3.12 ตัวจับเวลา T305, T308 และ T313 จำเป็นสำหรับทำให้เกิดผลด้านผู้ใช้

3. สรุป

- LAPD เป็นโปรโตคอลชั้นดาตาลิงค์ของเครือข่าย ISDN และมีลักษณะโดยทั่วไปคล้ายคลึงกับโปรโตคอล X.25

ตารางที่ 3.11 ตัวจับเวลาในด้านเครือข่าย

หมายเลขของตัวจับเวลา	ค่าหมดเวลาโดยปริยาย	สเตตของการเรียก
T301	น้อยที่สุด 3 นาที	Call receive
T302	10-15 วินาที	Overlap sending
T303	4 วินาที	Call present
T304	20 วินาที	Overlap receiving
T305	30 วินาที	Disconnect indication
T306	30 วินาที	Disconnect indication
T307	3 นาที	Null
T308	4 วินาที	Release request
T309	90 วินาที	สเตตใด ๆ
T310	10 วินาที	Incoming call proceeding
T316	2 นาที	Restart request
T317	น้อยกว่า T316	Restart
T322	4 s	สเตตใด ๆ

- เฟรมที่อนุญาตให้มีฟิลด์ข้อมูลได้แก่เฟรม I , UI , FRMR และ XID

- มาตรฐาน CCITT Q.931 ใช้เป็นโปรโตคอลชั้นเนตเวิร์กของเครือข่าย ISDN

- แต่ละกลุ่มข่าวสารใด ๆ บรรจุอยู่ในฟิลด์ข้อมูลของ LAPD

- วิธีดำเนินการควบคุมแบบสวิตซ์วงจรแสดงไว้ในรูปที่ 3.12

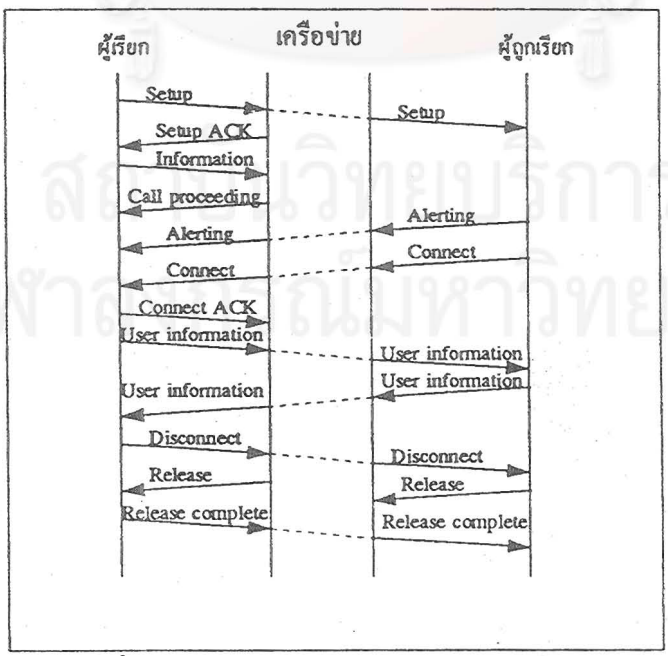
- การสื่อสารระหว่างผู้ใช้มาตรฐานผู้เรียกจะระบุองค์ประกอบข่าว Facility เพื่อขอใช้บริการที่ 1 , 2 หรือ 3 จากเครือข่ายอย่างอิสระต่อกัน

- เมื่อ interworking กับเครือข่าย non-ISDN กลุ่มข่าวสาร SETUP หรือกลุ่มข่าวสารที่ตอบสนองควรบรรจุองค์ประกอบข่าว Progress indication เพื่อทำให้เป็นการเรียกแบบ ISDN ปลายถึงปลายและแจ้งถึงการไม่รับรองบริการข้อมูลระหว่างผู้ใช้

- ในการเรียกเสมือน X.25 กลุ่มข่าวสารลบล้าง Q.931 ซึ่งมี cause value ที่บรรจุอยู่ในองค์ประกอบข่าว Cause จะใช้ตารางที่ ค เพื่อจับคู่สาเหตุนี้ (สาเหตุของความคลาดเคลื่อนเมื่อได้รับกลุ่มข่าวสารเข้ามา) กับสาเหตุที่เหมาะสมในกลุ่มข้อมูล clear indication (เพื่อให้เป็นรหัสที่มีความหมายใช้แทนกันได้)

ตารางที่ 3.12 ตัวจับเวลาในด้านผู้ใช้

หมายเลขของตัวจับเวลา	ค่าหมดเวลาโดยปริยาย	สเตตของการเรียก
T301	น้อยที่สุด 3 นาที	Call delivered
T302	15 วินาที	Overlap receiving
T303	4 วินาที	Call initiated
T304	15 วินาที	Overlap sending
T305	30 วินาที	Disconnect request
T308	4 วินาที	Release request
T309	90 วินาที	สเตตใด ๆ
T310	10 วินาที	Outgoing call proceeding
T313	4 วินาที	Connect request
T314	4 วินาที	Receiving segmented message
T316	2 นาที	Restart request
T317	น้อยกว่า T316	Restart
T318	4 วินาที	Resume request
T319	4 วินาที	Suspend request
T322	4 วินาที	สเตตใด ๆ



รูปที่ 3.12 วิธีดำเนินการควบคุมแบบสวิตช์วงจร

บทที่ 4

การออกแบบและรายละเอียดซอฟต์แวร์

เนื้อหาของบทที่ผ่านมาได้อธิบายถึงโปรโตคอล ISDN และ X.25 ในชั้นดาตาลิงค์และชั้นเนตเวิร์ก จะนำความรู้เหล่านี้มาประดิษฐ์เป็นซอฟต์แวร์แปลงโปรโตคอลจาก ISDN ไปเป็น X.25 รวมทั้งจำลองระบบการเชื่อมโยงของผู้ใช้และเครือข่ายด้วยวิธีการดังจะกล่าวถึงต่อไป

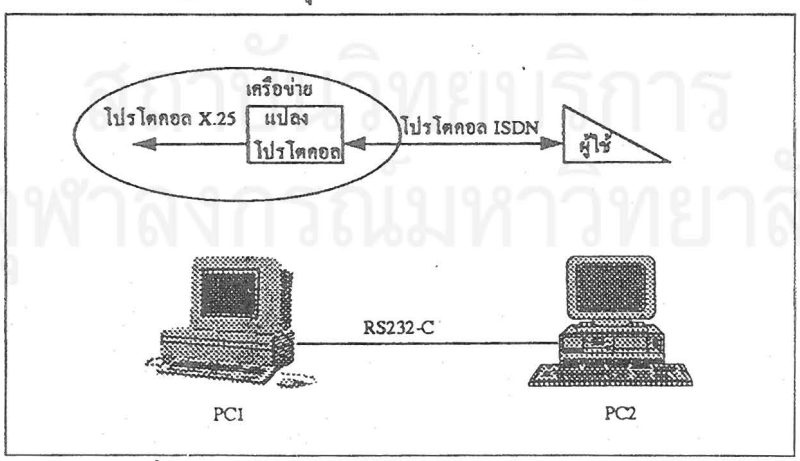
ระบบการเชื่อมโยงของผู้ใช้และเครือข่ายที่ออกแบบเป็นการเชื่อมโยงระหว่าง PC1 (เครือข่าย) และ PC2 (ผู้ใช้) โดยผ่านพอร์ทอนุกรมได้แบ่งการออกแบบซอฟต์แวร์เป็น 2 ส่วน คือ

ก) ซอฟต์แวร์เครือข่าย ISDN จำลองบนเครื่องคอมพิวเตอร์ PC1

ข) ซอฟต์แวร์ผู้ใช้ ISDN จำลองบนเครื่องคอมพิวเตอร์ PC2

ในการทำซอฟต์แวร์ทั้ง 2 ส่วนได้เลือกใช้โปรแกรมภาษา C นั่นเป็นเพราะว่าโปรแกรมภาษา C เป็นภาษาชั้นสูงจึงง่ายต่อการศึกษาและใช้งาน นอกจากนี้โปรแกรมภาษา C ยังมีกราฟิกไลบรารี, ฟังก์ชันตั้ง timer interrupt และฟังก์ชันเรียก interrupt ของ DOS ให้ใช้ (โดยผู้เขียนโปรแกรมไม่ต้องเรียกใช้โปรแกรมภาษาแอสเซมบลีโดยตรง) คุณประโยชน์ที่กล่าวถึงเป็นปัจจัยที่ใช้ในซอฟต์แวร์เหล่านี้

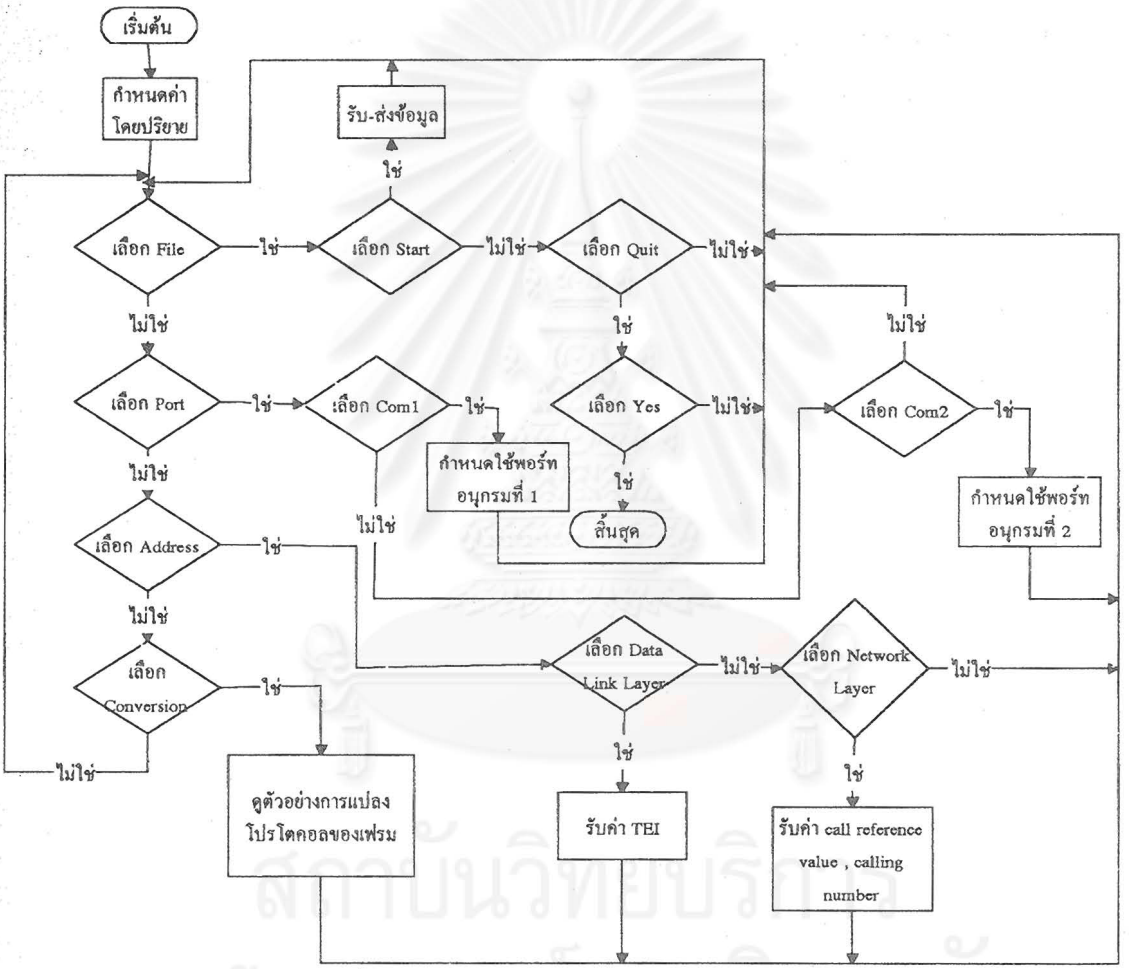
ระบบในงานวิจัยประกอบไปด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ 2 เครื่องที่กำหนดให้เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ PC1 และ PC2 ซึ่งแต่ละเครื่องจะนำมาใช้รันซอฟต์แวร์ดังกล่าว เพื่อที่จะจำลองให้เป็นการติดต่อระหว่างผู้ใช้และเครือข่ายดังรูปที่ 4.1 สำหรับสายเชื่อมโยงเพื่อใช้ส่งข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ PC1 และ PC2 ผ่านพอร์ทอนุกรมสื่อสาร RS232-C คือสาย null modem



รูปที่ 4.1 ลักษณะของการจำลองการติดต่อของระบบ

ในซอฟต์แวร์รับและส่งข้อมูลผ่าน RS232-C มีการเรียกใช้ interrupt ของ DOS หมายเลข 14 (Duncan,1986 and Godfrey,1990) ที่อนุญาตให้ส่งข้อมูลได้ทีละไบต์ซึ่งซอฟต์แวร์ต้องควบคุมให้

การส่งและรับในแต่ละไบต์เป็นค่าเดียวกัน เนื่องจากว่าการเรียก interrupt เพื่อส่งข้อมูลออกไปที่พอร์ทมีสัญญาณเป็นพัลซ์ (pulse) :ทำให้ด้านรับจะต้องมีการเรียก interrupt รับให้ตรงเวลากับด้านส่ง ดังนั้นซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการรับ-ส่งที่ได้ออกแบบไว้จึงมีลักษณะดังนี้ คือเมื่อ PC1 (หรือ PC2) ส่งข้อมูล 1 ไบต์ออกไปจะตรวจสอบข้อมูลที่ PC2 (หรือ PC1) ส่งกลับมา (ข้อมูลที่ส่งกลับมา คือข้อมูลที่ด้านรับได้รับ) ถ้าข้อมูลตรงกันจะถือว่าข้อมูลที่ PC1 (หรือ PC2) ส่งออกไปนั้น PC2 (หรือ PC1) ได้รับแล้ว



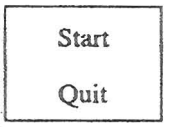
รูปที่ 4.2 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของเครือข่าย

1. ซอฟต์แวร์เครือข่าย ISDN จำลองบนเครื่องคอมพิวเตอร์ PC1

ออกแบบซอฟต์แวร์ตามการทำงานของเครือข่ายในรูปที่ 4.2 ซึ่งจะประกอบด้วยโปรแกรมย่อย ๆ ที่เกิดขึ้นตามเมนูหลักดังในรูปที่ 4.3 และวิธีดำเนินการของโปรโตคอลซึ่งจะได้กล่าวถึงต่อไป

File	Port	Address	Conversion

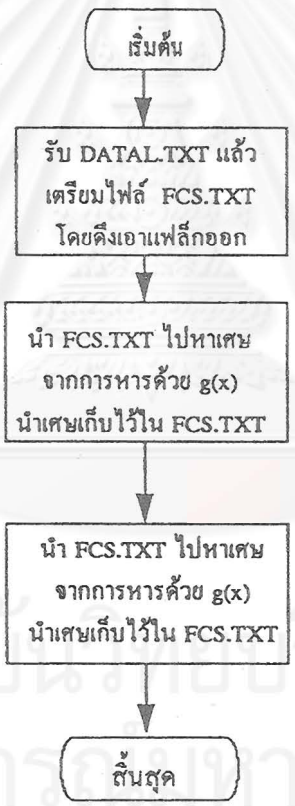
รูปที่ 4.3 เมนูหลักของการจำลองเครือข่าย



รูปที่ 4.4 เมนูย่อยใน File ของการจำลองเครือข่าย

1.1. File ประกอบด้วยเมนูดังในรูปที่ 4.4

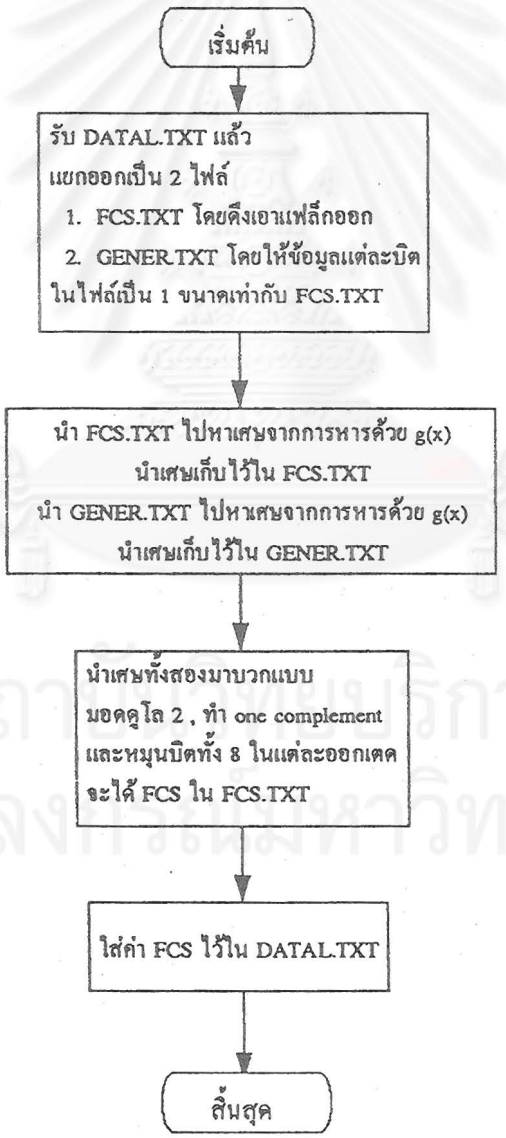
1.1.1. Start เป็นการเลือกที่จะรอการติดต่อกับเครื่อง PC2 ที่จำลองเป็นผู้เรียกเพื่อรับข้อมูลที่ผู้เรียกต้องการที่จะส่ง สมมุติว่าจะส่งไปยังผู้ถูกเรียกโดยจะดำเนินการเชื่อมต่อแบบจุดต่อจุด, ใช้วิธีดำเนินการควบคุมการเรียกแบบสวิตซ์วงจร (circuit-mode) และใช้โปรโตคอล ISDN (CCITT Q.921 และ Q.931 สำหรับชั้นดาตาลิงค์และชั้นเนตเวิร์กตามลำดับ)



รูปที่ 4.5 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของโปรแกรมตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของเฟรม

เมื่อเลือก Start เครือข่ายจะอยู่ในสภาวะรอคอยการก่อตั้งเข้ามาโดยจะทำการตรวจสอบพอร์ทตลอดเวลาว่ามีเฟรมส่งเข้ามาหรือไม่ (ในกรณีที่มีข้อมูลเข้ามา PC จะรับเฟรมที่เข้ามาทีละไบต์แล้วเขียนใส่ไฟล์ DATAL2.TXT ไว้) ถ้ามีเฟรมเข้ามาจะแสดงเฟรมที่ได้รับทันที (ขณะที่ยังมีบิต stuff แทรกอยู่ด้วย) จากนั้นดึงเอาบิต stuff ออก (จะทำการย้ายข้อมูลที่ได้ไปบรรจุใน

DATAL.TXT) แล้วจึงตรวจสอบว่าเฟรมที่ได้รับมีความคลาดเคลื่อนอันเกิดจากการส่งและรับหรือไม่ (ตรวจสอบโดยคำนวณจากข้อมูลที่อยู่ในเฟรมและค่า FCS ที่ได้รับเข้ามาตามโฟลว์ชาร์ตในรูปที่ 4.5) เป็นการตรวจสอบว่าได้รับเฟรมที่มีบิตแต่ละบิตตรงกับบิตที่ส่งออกมาหรือไม่ ซึ่งถ้าเฟรมที่ได้รับไม่มีความคลาดเคลื่อนจากการหาเศษสุดท้ายที่ได้จากโฟลว์ชาร์ตในรูปที่ 4.5 เท่ากับ 0001110100001111 ก็จะแสดงเฟรมนี้ออกมาให้ผู้ใช้โปรแกรมเห็นถึงข้อมูลในเลขฐานสองและเลขฐานสิบหกของออกเตดต่างๆที่ประกอบอยู่ในเฟรมพร้อมทั้งระบุองค์ประกอบข่าว จัดแสดงข้อมูลในเฟรมทีละ 10 ออกเตดและสามารถกดปุ่มลูกศรขึ้นลง , Page Up หรือ Page Down เพื่อเลื่อนดูข้อมูลในออกเตดที่ตกจอได้ ในทางกลับกันถ้าเฟรมมีความคลาดเคลื่อนเครือข่ายจะแจ้งว่า "FRAME ERROR" และไม่กระทำการใด ๆ กับเฟรมนั้นอีก



รูปที่ 4.6 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของโปรแกรมคำนวณหาค่า FCS

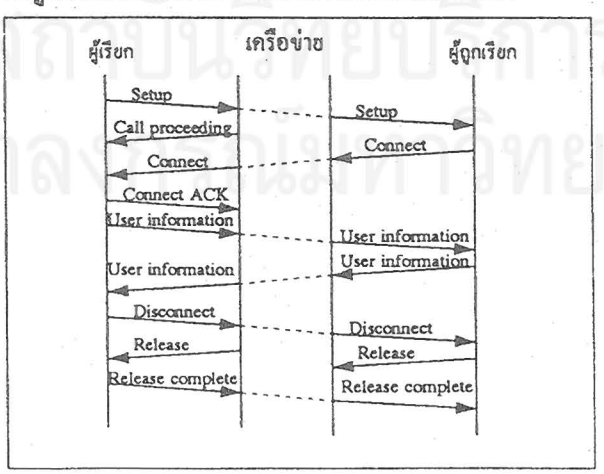
เมื่อพบว่าได้รับเฟรมที่ไม่คลาดเคลื่อนแล้วก็จะนำเฟรมนี้ไปตรวจความถูกต้องของเฟรมอันประกอบด้วย

ก) ขนาดของเฟรมทั้งเฟรมที่มีหมายเลขและเฟรมที่ไม่มีหมายเลขมีความถูกต้องหรือไม่ ถ้าถูกต้องจะดำเนินการต่อไป แต่ถ้ามีเฟรมขนาดไม่ถูกต้องจะตอบสนองด้วยเฟรมการตอบสนอง FRMR เพื่อระบุสาเหตุว่าขนาดของเฟรมที่ได้รับไม่ถูกต้อง

ข) เป็นประเภทของเฟรมที่นิยามไว้หรือไม่ ถ้าเป็นเฟรมที่มีนิยามอยู่ก็จะดำเนินการต่อไป แต่ถ้าเป็นเฟรมที่ไม่มีนิยามจะตอบสนองด้วยเฟรมการตอบสนอง FRMR เพื่อระบุสาเหตุว่าเฟรมที่ได้รับไม่มีนิยามไว้

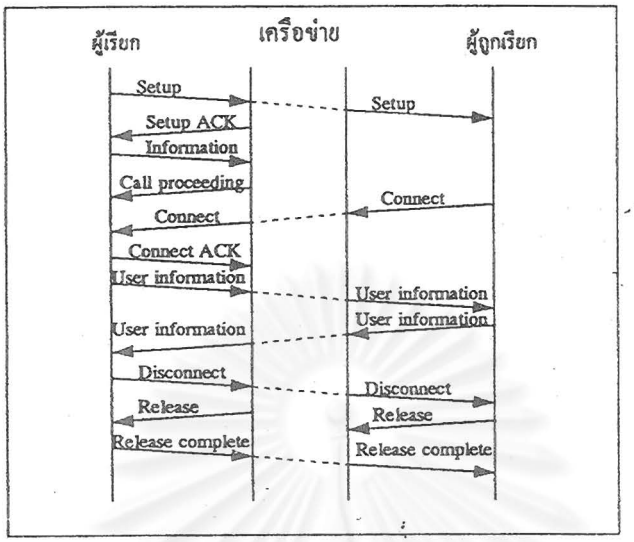
ค) ตรวจสอบค่า N(R) ถ้า $V(A) \le N(R) \le V(S)$ จะดำเนินการต่อไป เมื่อ V(A) และ V(S) คือตัวแปรสเตตตอบรับและตัวแปรสเตตส่งตามลำดับ แต่ถ้าเฟรมที่ได้รับมีค่า N(R) ไม่เป็นไปตามนี้แล้วจะตอบสนองด้วยเฟรมตอบสนอง FRMR เพื่อระบุสาเหตุว่าเฟรมที่ได้รับมีค่า N(R) ไม่ถูกต้อง

เมื่อพบว่าเฟรมมีความถูกต้องก็จะตรวจสอบประเภทของเฟรมแล้ว จะแปลงไปเป็นเฟรมที่สมมูลกันในโปรโตคอล X.25 ดังจะกล่าวถึงต่อไป และแสดงลักษณะต่าง ๆ ของเฟรมเช่นเดียวกับที่แสดงเฟรมของโปรโตคอล ISDN เมื่อพบว่าเฟรมที่ได้รับเข้ามาจะเป็นเฟรม SABME (P=1) แล้วเครือข่ายจะตอบด้วยเฟรมการตอบสนอง UA (F=1) (คำนวณค่า FCS แล้วบรรจุลงในฟิลด์ FCS โดยโฟลว์ชาร์ตในรูปที่ 4.6) แสดงแต่ละออกเตตของเฟรม UA (โปรโตคอล ISDN) แทรกบิต stuff ไปในเฟรม แสดงเฟรมที่ได้ (เฟรมที่พร้อมที่จะส่งตอบกลับไป) แล้วส่งเฟรมนี้ออกไป พร้อมทั้งเริ่มต้นตัวจับเวลา T203, ให้ V(S)=0, V(A)=0 และ V(R)=0 (V(R) คือตัวแปรสเตตรับ) และเมื่อผู้ใช้ได้รับเฟรม UA นี้ก็เป็นการเสร็จสมบูรณ์ของการเชื่อมต่อข่ายเชื่อมโยงข้อมูลในชั้นดาตา-ลิงค์จากนั้นเครือข่ายจะรอผู้ใช้ให้เริ่มก่อตั้งการเรียกสำหรับชั้นเนตเวิร์ก



ก) การส่งแบบ Enbloc

รูปที่ 4.7 วิธีดำเนินการติดต่อสื่อสารในชั้นเนตเวิร์ก

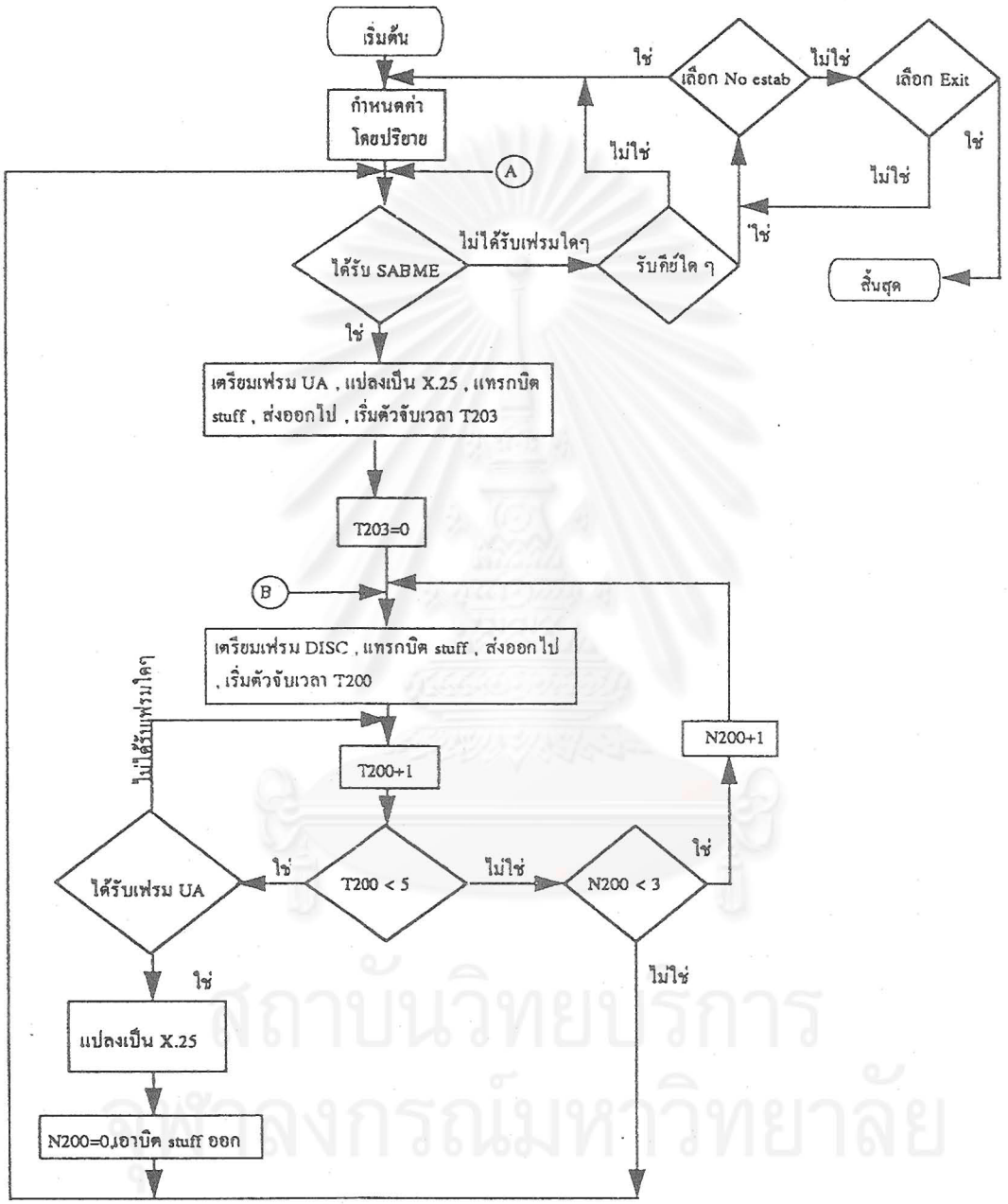


ข) การส่งแบบ Overlap

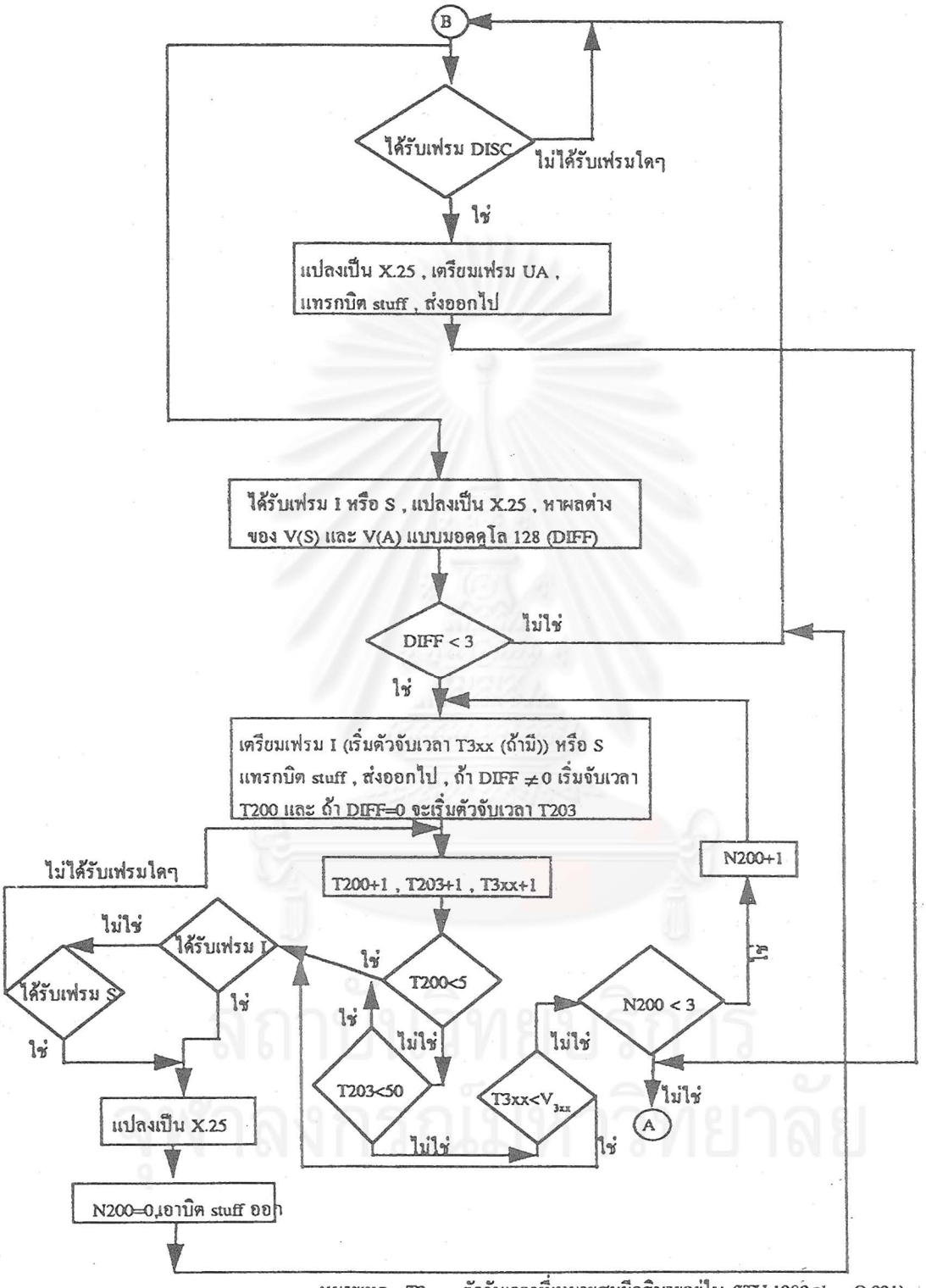
รูปที่ 4.7 วิธีดำเนินการติดต่อสื่อสารในชั้นเนตเวิร์ก (ต่อ)

ในการก่อตั้งการเรียกชั้นเนตเวิร์กเครือข่ายจะรอรับเฟรม I ที่บรรจุกลุ่มข่าวสาร SETUP ในขณะนี้เครือข่ายจะตรวจดูพอร์ทว่ามีข้อมูลเข้ามาหรือไม่และนับเวลา T203 ไปพร้อม ๆ กัน โดยจะตรวจสอบว่านับไปถึงเวลาที่กำหนดโดยปริยายมากที่สุดไว้แล้วหรือยัง ถ้าถึงเวลานั้นแล้วเครือข่ายจะดำเนินการสอบถามสภาวะของผู้ใช้โดยส่งเฟรม RR (P=1) เริ่มต้นตัวจับเวลา T200 และตั้งค่า N200=1 แล้วรอการตอบรับจากผู้ใช้ด้วยเฟรมที่เหมาะสม (RR หรือ REJ) ที่มีค่า F=1 (ในที่นี้ตอบรับด้วยเฟรม RR (F=1)) ตามวิธีดำเนินการใน (ITU, 1989 chap. Q.921) เมื่อเครือข่ายได้รับเฟรมที่รอ (F=1) แล้วจะเริ่มต้นตัวจับเวลา T203 อีกทีแล้วตรวจดูพอร์ทว่ามีข้อมูลเข้ามาหรือไม่และนับเวลา T203 ไปพร้อม ๆ กัน แต่เมื่อเครือข่ายได้รับกลุ่มข่าวสาร SETUP ซึ่งบรรจุองค์ประกอบข่าวตาม (ITU, 1989, chap.Q.931) ที่ควรจะมี คือ องค์ประกอบข่าว Bearer capability, องค์ประกอบข่าว Sending complete, องค์ประกอบข่าว Channel identification, องค์ประกอบข่าว Progress indicator, องค์ประกอบข่าว Calling party number และองค์ประกอบข่าว Called party number สำหรับองค์ประกอบข่าว Sending complete และองค์ประกอบข่าว Called party number จะมีอยู่เมื่อผู้เรียกใช้การส่งแบบ Enbloc และอาจจะไม่มีถ้าผู้เรียกใช้การส่ง overlap เครือข่ายจะดำเนินการตามการส่งแบบนั้น ๆ ตามวิธีดำเนินการในรูปที่ 4.7 ก และ ข ตามลำดับ โดยแต่ละกลุ่มข่าวสารมีวิธีการรับและส่งคล้ายคลึงกับที่กล่าวมาแล้วแต่บรรจุพารามิเตอร์ (N(S), N(R), FCS, P/F) แตกต่างไปตามขั้นตอน

หมายเหตุ นอกจากนี้ยังได้นำเอกสารบันทึกการติดต่อของผู้ใช้กับเครือข่าย ISDN จริงๆ (Paper printed from protocol analizer, 1994) มาศึกษาเพิ่มเติมเพื่อความถูกต้องอีกด้วย



รูปที่ 4.8 ตัวอย่างโฟลว์ชาร์ตการทำงานในการรับ-ส่งข้อมูลด้านเครือข่าย



หมายเหตุ : T3xx - ตัวจับเวลาที่เหมาะสมมือธิบายอยู่ใน (ITU,1989 chap.Q.931)

V_{3xx} - ค่าโดยปริยายของตัวจับเวลา T3xx

รูปที่ 4.8 ตัวอย่างโฟลว์ชาร์ตการทำงานในการรับ-ส่งข้อมูลด้านเครือข่าย (ต่อ)

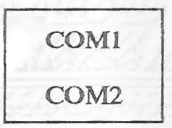
เมื่อเสร็จสิ้นการยกเลิกการเรียกแล้ว เครือข่ายอาจยกเลิกการติดต่อโดยส่งเฟรม DISC แล้วรอการตอบสนองด้วยเฟรม UA จึงเสร็จสิ้นการส่งหนึ่งข้อมูล (ข้อมูลอาจยาวกว่า 1 กลุ่ม-ข่าวสาร) หรืออาจได้รับเฟรม DISC จากผู้ใช้เพื่อยกเลิกการติดต่อ เครือข่ายก็จะตอบสนองด้วยเฟรม UA จึงเสร็จสิ้นการเชื่อมต่อเพื่อทำการส่งข่าวสาร

โปรแกรมได้ถูกออกแบบให้ทำงานตามวิธีดำเนินการติดต่อสื่อสารเพียงบางส่วน แต่กระนั้นเฟรมที่ได้รับเข้ามาแตกต่างกันก็ยังมีทางเลือกในการปฏิบัติแตกต่างกัน ในที่นี้จึงขอแสดงเฉพาะการทำงานในการรับ-ส่งข้อมูลที่มีความซับซ้อนในการติดต่อค่อนข้างน้อยดังรูปที่ 4.8

1.1.2. Quit ใช้เลือกเพื่อสิ้นสุดโปรแกรมและปิดการใช้โหมดกราฟิกแล้วกลับสู่ text mode ซึ่งมีการถามเพื่อยืนยันการออกจากโปรแกรมจริง ๆ อีกด้วย

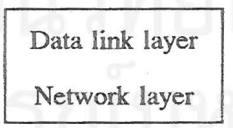
1.2. Port ใช้เลือกว่าจะรับ-ส่งข้อมูลผ่านทางพอร์ทอนุกรม 1 หรือพอร์ทอนุกรม 2 แล้วผ่านหมายเลขพอร์ทที่เลือกไปที่โปรแกรมรับ-ส่งข้อมูลเพื่อให้โปรแกรมใช้พอร์ทนั้นในการส่งหรือรับข้อมูลขณะติดต่อกับผู้ใช้ (PC2)

เมนูย่อยแสดงดังรูปที่ 4.9 และยังได้แสดงสถานะของพอร์ทอนุกรมที่เลือกใช้ไว้ด้วย



รูปที่ 4.9 เมนูย่อยใน Port

1.3. Address มีเมนูย่อยแสดงในรูปที่ 4.10 ให้เลือกว่าจะตั้งค่าพารามิเตอร์ในฟิลด์-ตำแหน่งที่อยู่ของชั้นดาตาลิงค์ (TEI) หรือตั้งค่าพารามิเตอร์ในการเรียกของในชั้นเนตเวิร์ก (call reference value และ calling party number) แล้วผ่านค่าที่ผู้ใช้กำหนดหรือค่าโดยปริยายไปใส่ในเฟรมตามรูปแบบของแต่ละเฟรม



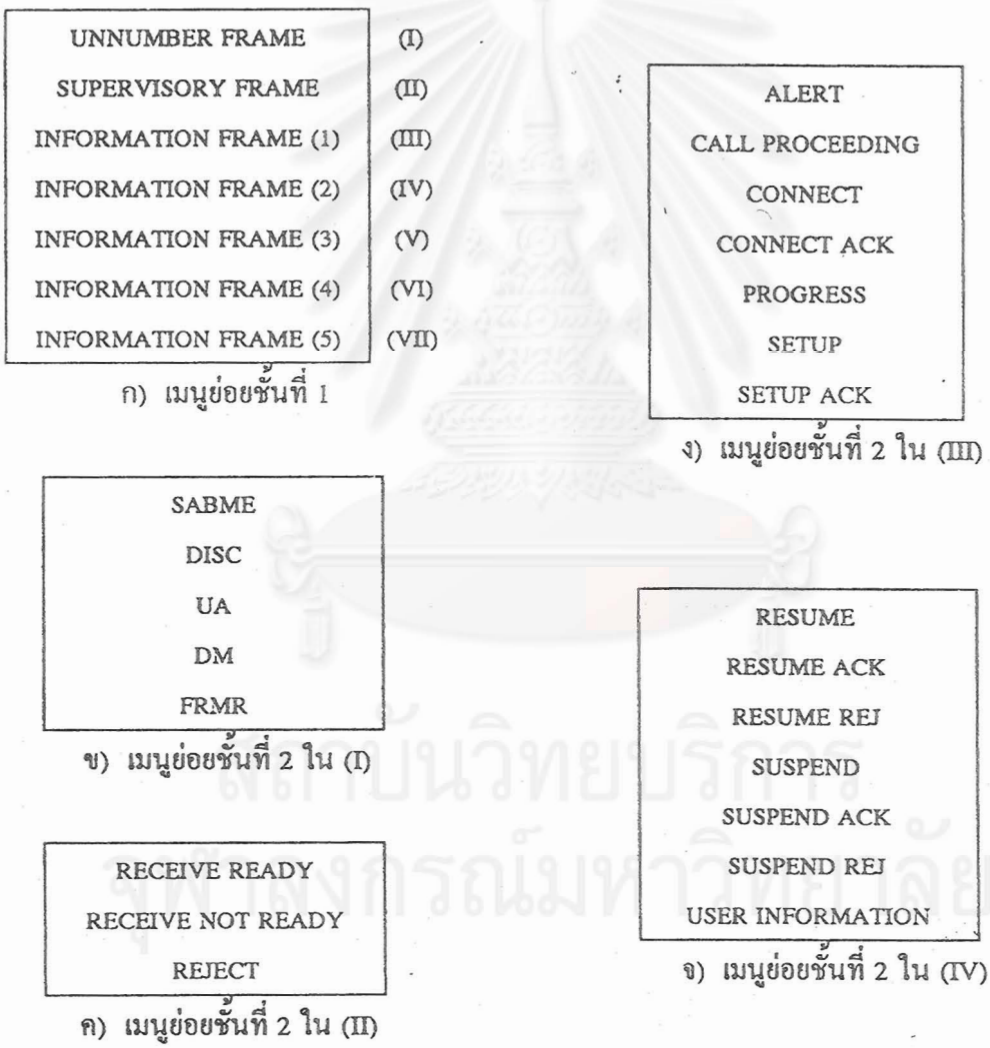
รูปที่ 4.10 เมนูย่อยใน Address

หมายเหตุ ในที่นี้เราคำนึงช่วงค่า TEI ทั้งหมด (0-126) แต่โปรแกรมจะละเว้นขั้นตอนในการกำหนดค่า TEI นี้

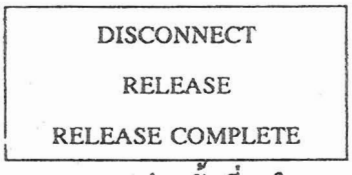
หมายเลขผู้เรียกและผู้ถูกเรียกที่ใช้ในโปรแกรมกำหนดไว้เป็นเลขฐานสิบเพียง 5 หลักเท่านั้นโดยบังคับหมายเลขรหัสเครือข่ายและรหัสประเทศไว้ การเข้ารหัสหมายเลขผู้ใช้

นี้มีแสดงไว้ในภาคผนวก ง (สำหรับเฉพาะโปรโตคอล ISDN ส่วนหมายเลขผู้ใช้ในโปรโตคอล X.25 ศึกษาได้จากบทที่ 2)

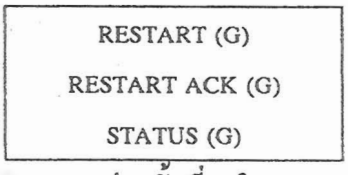
1.4. Conversion มีเมนูย่อยแสดงในรูปที่ 4.11 ให้ผู้ใช้เลือกดูเฟรมของโปรโตคอล ISDN ซึ่งในที่นี้ได้กำหนดพารามิเตอร์ในเฟรมเป็นค่าคงที่ค่าหนึ่ง แล้วโปรแกรมจะแปลงเฟรมที่เลือกนั้นให้เป็นโปรโตคอล X.25 (ถ้ามีเฟรมในโปรโตคอล X.25 ที่สมมูล) และแสดงเฟรมของโปรโตคอลทั้งสอง



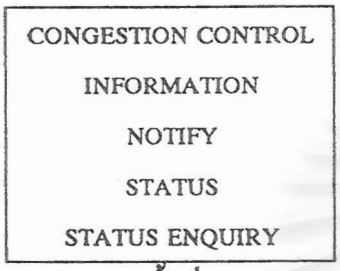
รูปที่ 4.11 เมนูย่อยใน Conversion



ฉ) เมนูย่อยชั้นที่ 2 ใน (V)



ซ) เมนูย่อยชั้นที่ 2 ใน (VII)



ช) เมนูย่อยชั้นที่ 2 ใน (VI)

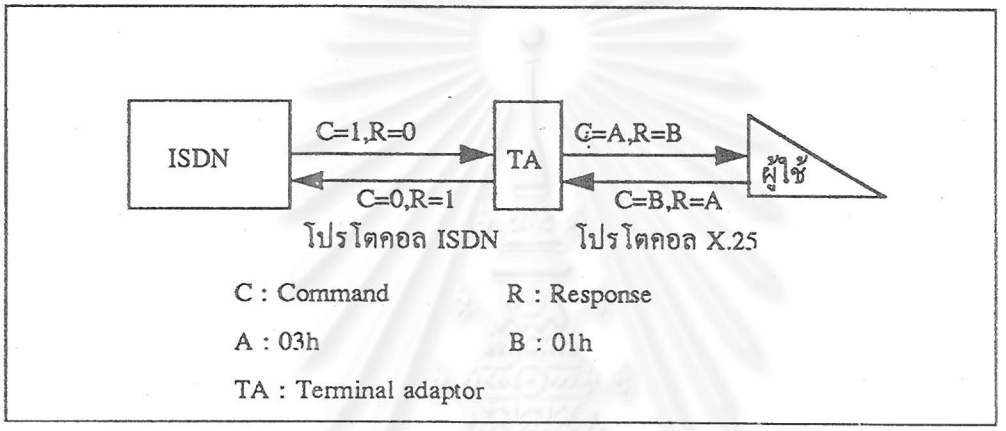
รูปที่ 4.11 เมนูย่อยใน Conversion (ต่อ)

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงเฟรมในโปรโตคอล ISDN สมมูลกับ
เฟรมในโปรโตคอล X.25 (มอดดูโล 128)

ลำดับ	เฟรมในโปรโตคอล ISDN	เฟรมในโปรโตคอล X.25
1	I	I
2	RR	RR
3	RNR	RNR
4	REJ	REJ
5	SABME	SABME
6	DM	DM
7	UI	-
8	DISC	DISC
9	UA	UA
10	FRMR	FRMR
11	XID	-

ในการแปลงโปรโตคอล จะทำการพิจารณาประเภทของเฟรมที่ใช้ในโปรโตคอล ISDN แล้วพิจารณาว่าสมมูลกับเฟรมใดในโปรโตคอล X.25 ดังในตารางที่ 4.1

โดยทั่วไปแล้วรูปแบบของเฟรมในทั้งสองโปรโตคอลจะมีโครงสร้างคล้ายคลึงกัน ดังนั้นข้อมูลที่อ่านจากฟิลด์หนึ่งในเฟรมของโปรโตคอล ISDN สามารถบรรจุในโปรโตคอล X.25 ได้ ยกเว้นฟิลด์ตำแหน่งที่อยู่, ฟิลด์ข้อมูล และฟิลด์ FCS



รูปที่ 4.12 การกำหนดให้เป็นเฟรมคำสั่งหรือเฟรมการตอบสนองของผู้ใช้และเครือข่าย

ฟิลด์ตำแหน่งที่อยู่สำหรับโปรโตคอล ISDN จะประกอบด้วย SAPI, TEI และ C/R ซึ่งโปรแกรมการแปลงโปรโตคอลจะต้องพิจารณาบิต C/R แล้วแปลงให้สอดคล้องกันดังรูปที่ 4.12

ฟิลด์ข้อมูลสำหรับเฟรม I ของโปรโตคอล ISDN บรรจุกลุ่มข่าวสาร ในทำนองเดียวกันโปรโตคอล X.25 บรรจุกลุ่มข้อมูล (มอดดูโล 8) ซึ่งโปรแกรมจะต้องทำการหากลุ่มข่าวสารและกลุ่มข้อมูลที่สมมูลกันดังจะกล่าวถึงต่อไป แต่ฟิลด์ข้อมูลสำหรับเฟรม FRMR ของโปรโตคอลทั้งสองเหมือนกัน

ฟิลด์ FCS สำหรับแต่ละโปรโตคอล โดยพื้นฐานแล้วทุกเฟรมจะประกอบด้วยฟิลด์ตำแหน่งที่อยู่ต่างกันดังนั้นจึงต้องคำนวณหาค่า FCS สำหรับเฟรมที่แปลงไปแล้วใหม่อีกที (วิธีการคำนวณหาค่า FCS ของโปรโตคอลทั้งสองไม่แตกต่างกัน)

ความสมมูลของกลุ่มข่าวสารประเภทต่าง ๆ กับกลุ่มข้อมูลแสดงได้ดังตารางที่ 4.2

กลุ่มข่าวสารมีโครงสร้างดังรูปที่ 3.3 นอกจากฟิลด์หลักๆที่มีอยู่ในทุกกลุ่มข่าวสารแล้ว กลุ่มข่าวสารยังประกอบด้วยองค์ประกอบข่าวต่างประเภทกันขึ้นกับประเภทของกลุ่มข่าวสาร ในขณะที่โครงสร้างของกลุ่มข้อมูลจะมีลักษณะเฉพาะตามประเภทของกลุ่มข้อมูล ดังนั้นการแปลง

โปรโตคอลในชั้นเนตเวิร์กจะได้กล่าวถึงความสมมูลกันขององค์ประกอบข่าวหนึ่งกับฟิลด์หนึ่งในโปรโตคอล X.25 ดังตารางที่ 4.3

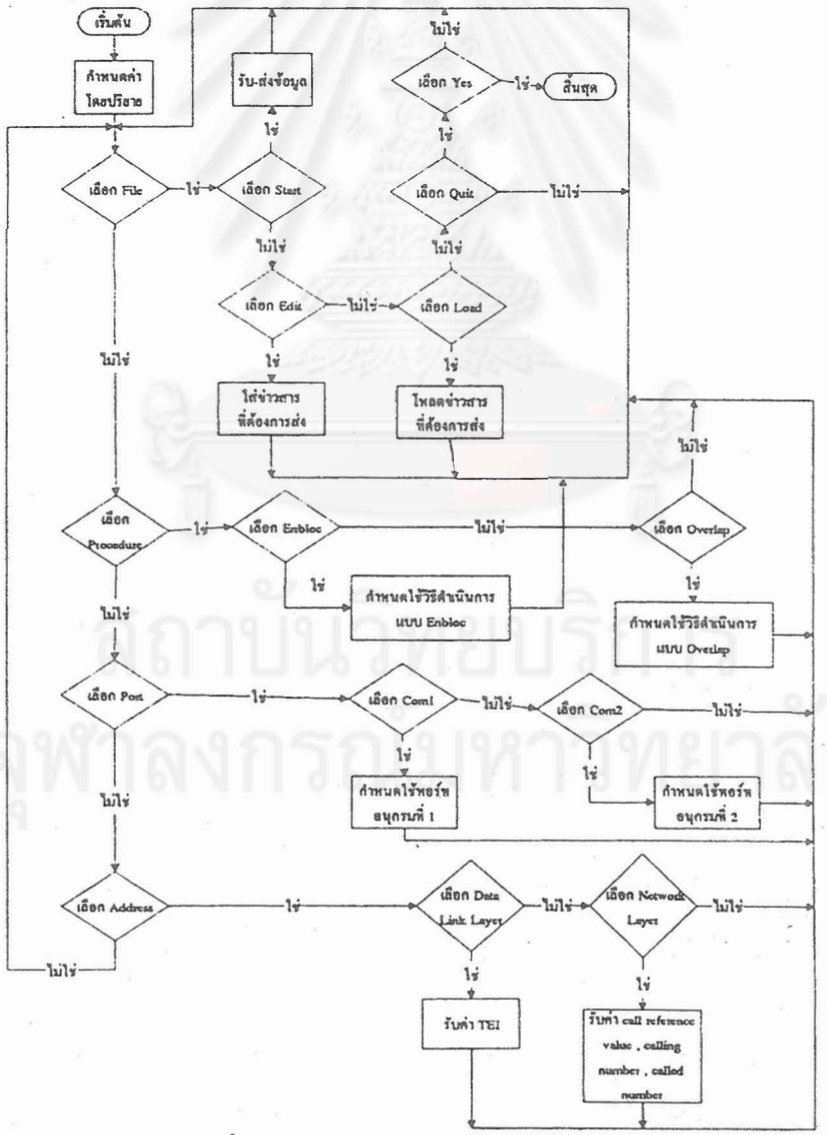
ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงกลุ่มข่าวสารสมมูลกับกลุ่มข้อมูล

ลำดับ	message ในโปรโตคอล ISDN	กลุ่มข้อมูลในโปรโตคอล X.25
1	ALERT	-
2	CALL PROCEEDING	-
3	CONNECT	CALL ACCEPTED,CALL CONNECTED
4	CONNECT ACK	-
5	PROGRESS	-
6	SETUP	- , CALL REQUEST , INCOMING CALL
7	SETUP ACK	-
8	RESUME	-
9	RESUME ACK	-
10	RESUME REJ	-
11	SUSPEND	-
12	SUSPEND ACK	-
13	SUSPEND REJ	-
14	USER INFORMATION	DTE DATA , DCE DATA
15	DISCONNECT	CLEAR REQUEST , CLEAR INDICATION
16	RELEASE	- , CLEAR REQUEST , CLEAR INDICATION
17	RELEASE COMPLETE	- , CLEAR REQUEST , CLEAR INDICATION
18	CONGESTION CONTROL	RR , RNR
19	INFORMATION	-
20	NOTIFY	-
21	STATUS	-
22	STATUS ENQUIRY (G)	-
23	RESTART (G)	CLEAR REQUEST , CLEAR INDICATION
24	RESTART ACK (G)	-
25	STATUS (G)	-

ตารางที่ 4.3 แสดงองค์ประกอบข่าว (ISDN) กับฟิลด์ในกลุ่มข้อมูล (X.25) ที่สมมูลกัน

องค์ประกอบข่าว	ฟิลด์ในกลุ่มข้อมูล
1. Call reference	1. ตัวระบุช่องสัญญาณเชิงตรรก (LCI)
2. ประเภทของกลุ่มข่าวสาร	2. ตัวระบุประเภทของกลุ่มข้อมูล (PTI)
3. Calling party number	3. ตำแหน่งที่อยู่ของ DTE ผู้เรียก
4. Called party number	4. ตำแหน่งที่อยู่ของ DTE ผู้ถูกเรียก
5. User-user	5. ข้อมูลของผู้ใช้
6. More data	6. บิต M
7. Cause (อาจจะมี diagnostic รวมอยู่ด้วย)	7. สาเหตุของการยกเลิกและรหัสการวิเคราะห์

หมายเหตุ สามารถศึกษาการเข้ารหัสของแต่ละฟิลด์ได้ในหัวข้อ 3



รูปที่ 4.13 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของผู้ใช้

2. ซอฟต์แวร์ผู้ใช้ ISDN จำลองบนเครื่องคอมพิวเตอร์ PC2

ออกแบบซอฟต์แวร์ตามการทำงานของผู้ใช้ในรูปที่ 4.13 ซึ่งจะประกอบด้วยโปรแกรมย่อย ๆ ที่เกิดขึ้นตามเมนูหลักดังในรูปที่ 4.14 ซึ่งมีบางเมนูย่อยที่มีฟังก์ชันเช่นเดียวกับเครือข่ายก็จะไม่กล่าวถึงในรายละเอียด สำหรับวิธีดำเนินการของโปรโตคอลจะได้กล่าวถึงต่อไป

รูปที่ 4.14 เมนูหลักของการจำลองผู้ใช้

2.1. File ประกอบด้วยเมนูดังในรูปที่ 4.15

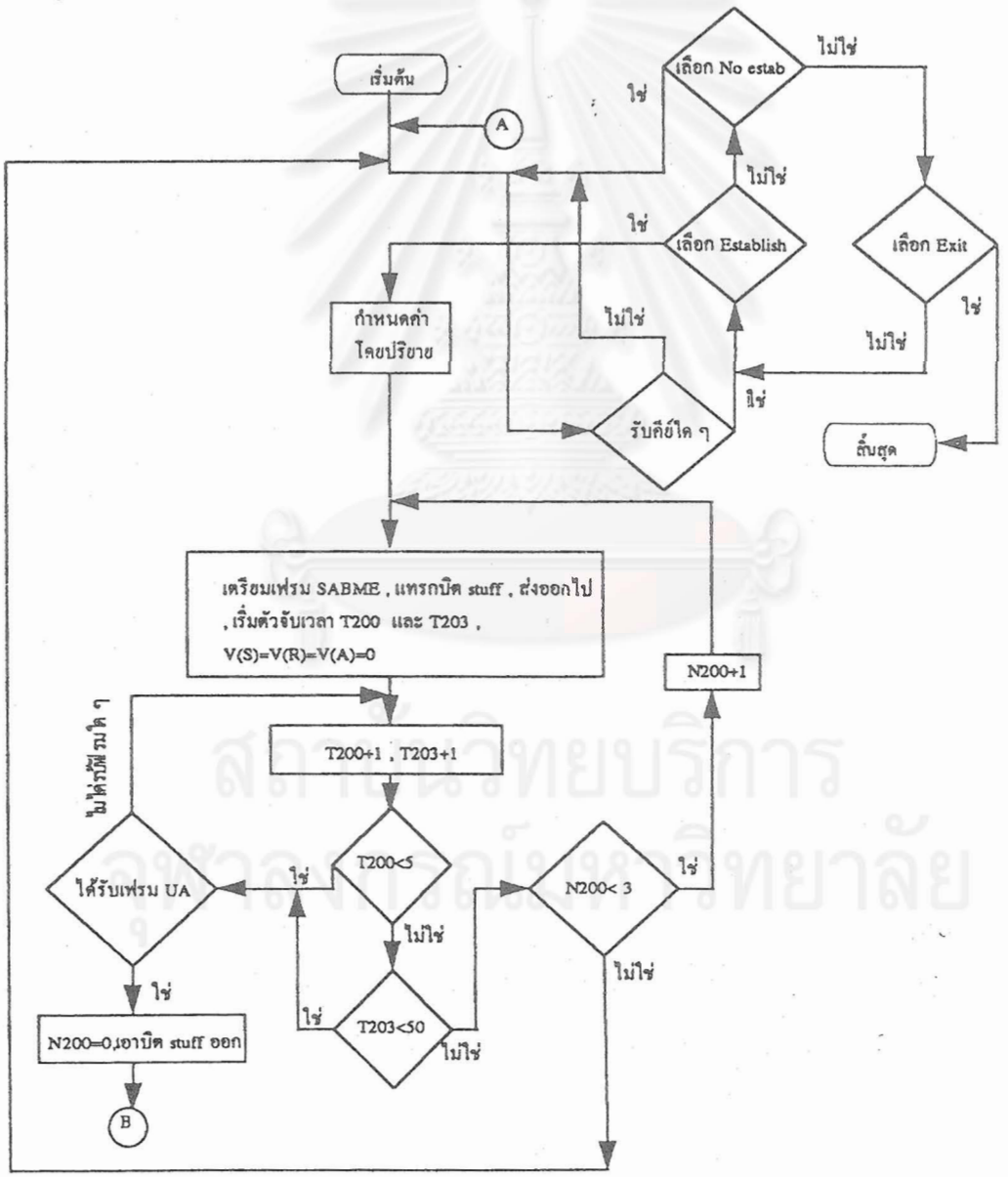
รูปที่ 4.15 เมนูย่อยใน File ของการจำลองผู้ใช้

2.1.1. Start เลือกเมื่อมีข้อมูลพร้อมที่จะส่ง แต่ในตอนแรกผู้ใช้จะอยู่ในสเตตรอรับการเรียกเช่นเดียวกับเครือข่ายก่อน แต่ผู้ใช้สามารถเลือกก่อตั้งการเรียกโดยกดปุ่มใด ๆ โปรแกรมจะขึ้นเมนูดังรูปที่ 4.16

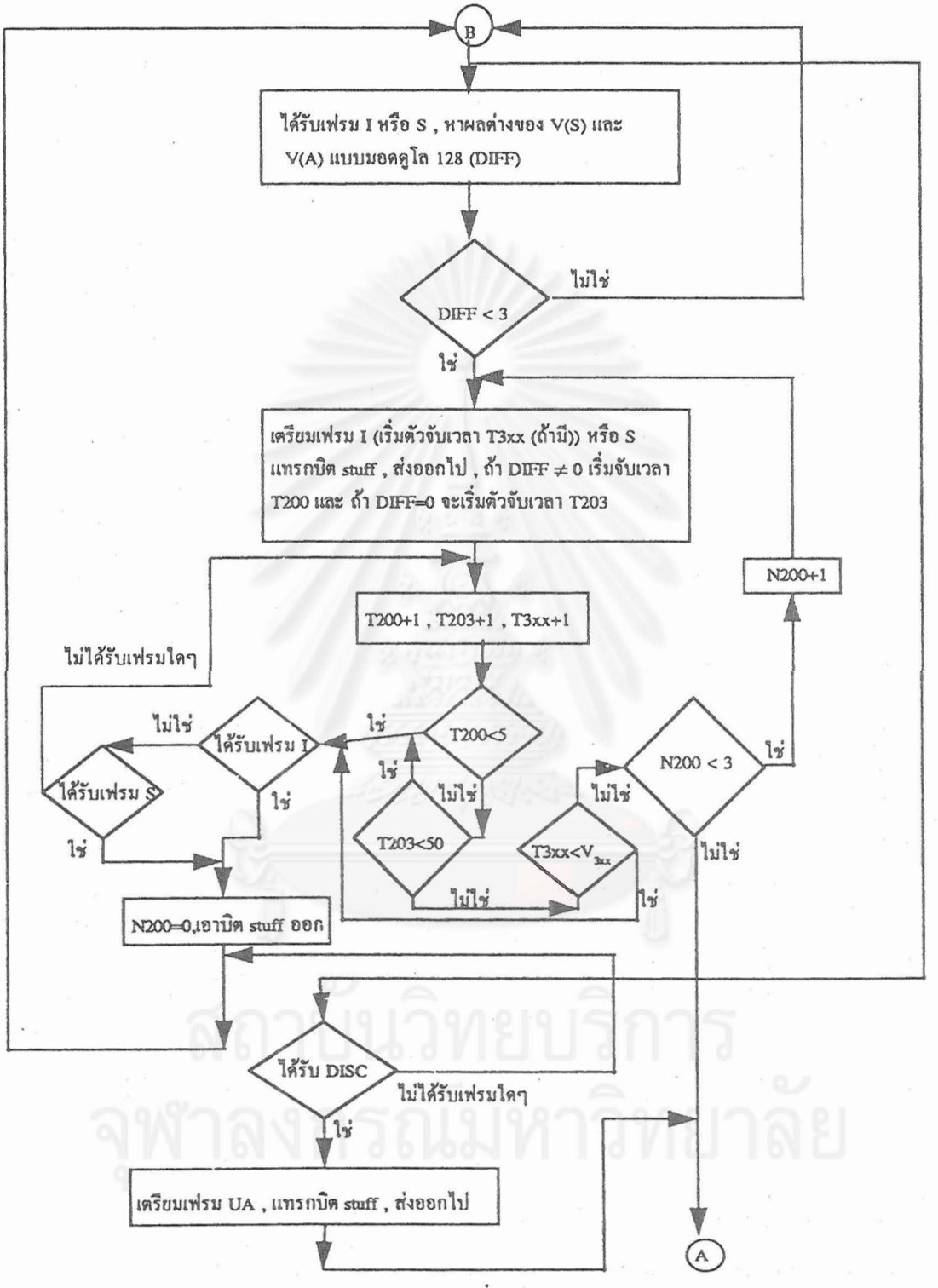
รูปที่ 4.16 เมนูในสเตตรอรับการเรียก

จากรูปที่ 4.16 เมื่อเลือก Establish หมายถึงได้เริ่มต้นก่อตั้งการติดต่อโดยสร้างเฟรม SABME แล้วดำเนินกระบวนการเตรียมพร้อมที่จะส่งตามที่กล่าวไว้ในหัวข้อ 1.1.1 และทำการส่งเฟรม SABME นี้ไปยังเครือข่าย แล้วโปรแกรมจะรอการตอบรับ (โดยการตรวจตราที่พอร์ทอนุกรมว่ามีข้อมูลเข้ามาหรือไม่) ด้วยเฟรมตอบสนอง UA ขณะเดียวกันก็จะทำการนับตัวจับเวลา T200 และ T203 ไปด้วย ซึ่งโปรแกรมจะพิจารณาค่าที่นับนี้ว่านับไปถึงค่าโดยปริยายหรือยัง ถ้านับไปถึงค่าโดยปริยายแล้วโปรแกรมจะทำการส่งซ้ำใหม่เฟรมคำสั่ง SABME (สามารถทำเช่นนี้ได้ N200 ครั้ง)

แต่ถ้าผู้ใช้ได้รับเฟรมตอบสนอง UA โปรแกรมจะหยุดนับ T200 แล้วเริ่มก่อตั้งการเรียกชั้นเนตเวิร์ก โดยทำการส่งเฟรม I ที่บรรจุกลุ่มข่าวสาร SETUP เหมือนดังที่กล่าวไว้ในหัวข้อ 1.1.1 และดำเนินวิธีดำเนินการตามรูปที่ 4.7 โดยผู้ใช้จะทำการส่งแบบ Enblock หรือแบบ Overlab ตามที่ได้เลือกไว้ในเมนูย่อย Procedure และเครือข่ายสามารถตรวจสอบได้เองว่าจะใช้การส่งแบบใด จากการพิจารณาว่ามีองค์ประกอบข่าว Sending complete รวมอยู่ในกลุ่มข่าวสาร SETUP หรือไม่ เมื่อผู้ใช้ทำการส่งข้อมูลระหว่างผู้ใช้เสร็จแล้วจะทำการยกเลิกการเรียกแล้วจึงยกเลิกการติดต่อชั้นดาตาลิงค์โดยการได้รับหรือส่งเฟรมคำสั่ง DISC เช่นที่กล่าวไว้ในหัวข้อ 1.1.1 ในการออกแบบเพื่อทำวิธีดำเนินการเหล่านี้เป็นดังรูปที่ 4.17



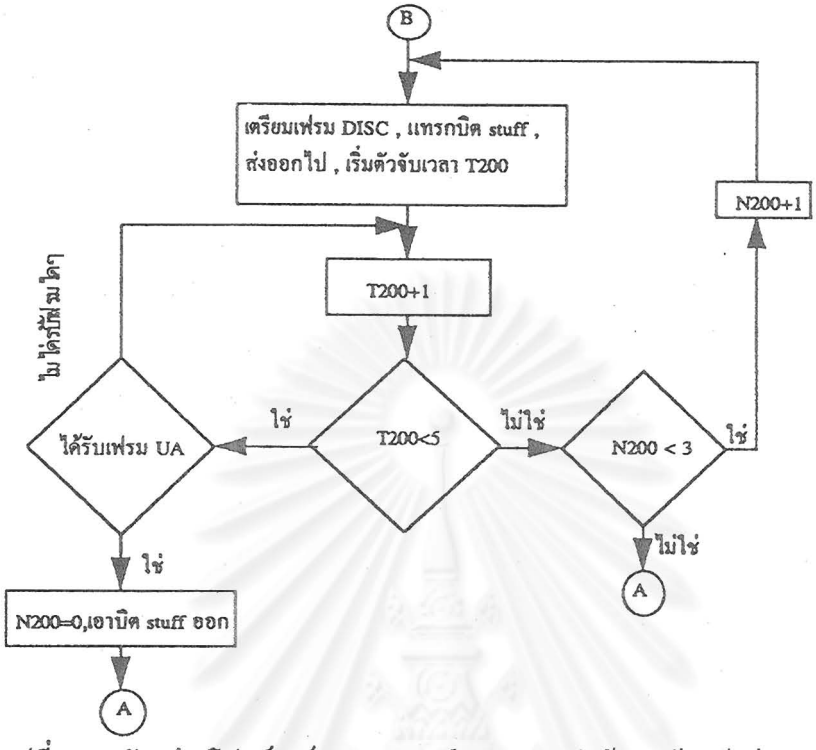
รูปที่ 4.17 ตัวอย่างโฟลว์ชาร์ตการทำงานในการรับ-ส่งข้อมูลด้านผู้ใช้



หมายเหตุ : T3xx - ตัวจับเวลาที่เหมาะสมมีอธิบายอยู่ใน (ITU,1989 chap.Q.931)

V_{3xx} - ค่าโดยปริยายของตัวจับเวลา T3xx

รูปที่ 4.17 ตัวอย่างโฟลว์ชาร์ตการทำงานในการรับ-ส่งข้อมูลด้านผู้ใช้ (ต่อ)



รูปที่ 4.17 ตัวอย่างโฟลว์ชาร์ตการทำงานในการรับ-ส่งข้อมูลด้านผู้ใช้ (ต่อ)

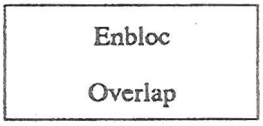
2.1.2. Edit เป็นเมนูที่เลือกเพื่อเข้าไปในฟังก์ชัน edit( ) ซึ่งได้ออกแบบให้โปรแกรมรับข้อมูลที่พิมพ์เก็บไว้ใน array[128] ของ character เมื่อพิมพ์ข้อมูลมากกว่า 128 อักขระให้เก็บข้อมูลใน array[128] ลงไฟล์ .TXT แล้วนำ array[128] มาใช้ต่อไป และเมื่อลบอักขระด้วยปุ่ม backspace ก็จะลบจาก array[128] แต่ถ้าลบข้อมูลจนหมด array[128] แล้วจะอ่านข้อมูลจากไฟล์ที่ใส่ไปล่าสุดออกมาลบหรือพิมพ์ต่อไป

เมื่อเตรียมข้อมูลเสร็จโปรแกรมจะแสดงข้อมูลอีกครั้งเพื่อให้ผู้ใช้ตรวจสอบความถูกต้องและเป็นข้อมูลที่สามารถส่งไปที่เครือข่าย (PC1)ได้

2.1.3. Load เป็นเมนูที่เลือกเพื่อโหลดข้อมูลจากไฟล์ .TXT ที่ผู้ใช้ได้เตรียมไว้แล้วออกมาแสดงและเป็นข้อมูลที่สามารถส่งไปที่ PC1 ได้

2.1.4. Quit เป็นฟังก์ชันเช่นเดียวกับหัวข้อ 1.1.2

2.2. Procedure มีเมนูย่อยดังรูปที่ 4.18 เพื่อให้ผู้ใช้โปรแกรมเลือกให้โปรแกรมติดต่อตามวิธีดำเนินการแบบ Enbloc ซึ่งมีองค์ประกอบข่าว Called party number (เป็นฟิลด์ที่จำเป็นในการติดต่อชั้นเนตเวิร์ก) บรรจุอยู่ในกลุ่มข่าวสาร SETUP หรือเลือกวิธีดำเนินการแบบ Overlap ที่บรรจุองค์ประกอบข่าว Called party number ไว้ในกลุ่มข่าวสาร INFORMATION ซึ่งโปรแกรมผู้ใช้จะจัดส่งในภายหลัง



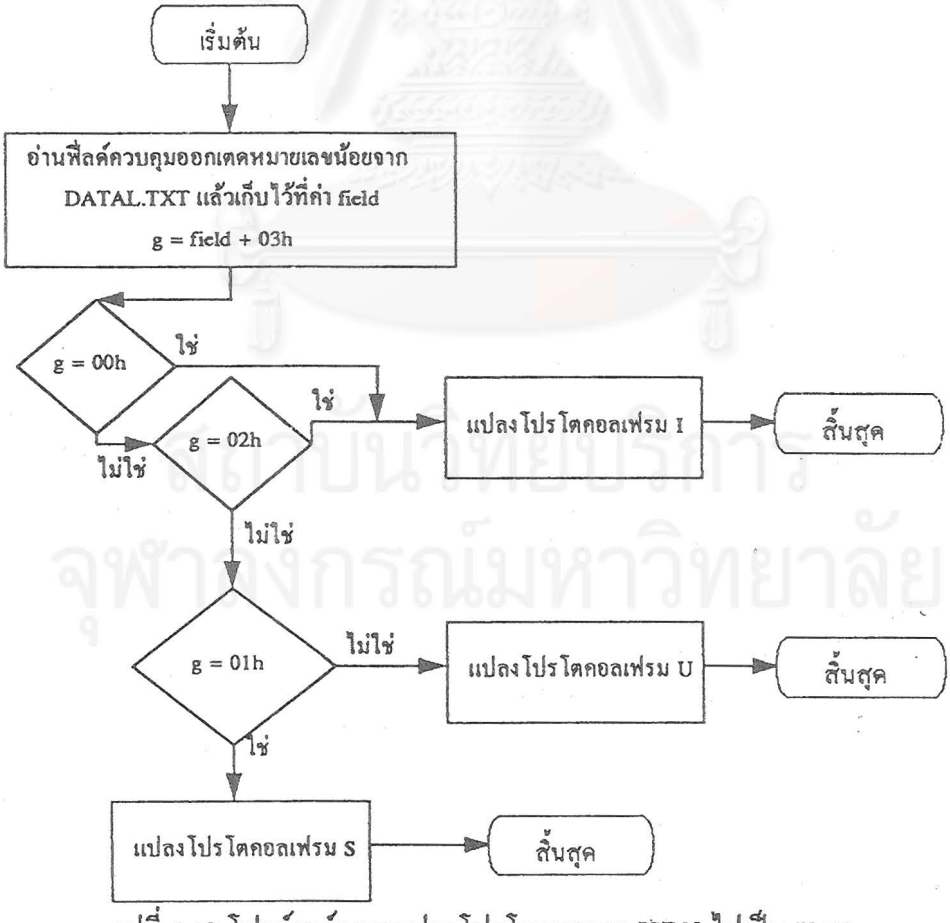
รูปที่ 4.18 เมนูย่อยใน Procedure

2.3. Port ใช้เรียกฟังก์ชันเช่นเดียวกับหัวข้อ 1.2

2.4. Address เป็นเมนูให้เลือกเพื่อกำหนดค่า TEI, call reference value, calling party number และ Called party number ในการตั้งค่า TEI, call reference value, calling party number ของ PC1 และ PC2 ต้องให้ตรงกันจึงสามารถติดต่อระหว่างกันได้

3. เทคนิคการแปลงโปรโตคอลจาก ISDN ไปเป็น X.25

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงโฟลว์ชาร์ตของวิธีแปลงโปรโตคอลจาก ISDN ไปเป็น X.25 ที่ประดิษฐ์ขึ้นใช้ในงานวิจัยนี้ จากที่ได้กล่าวไปแล้วโปรโตคอล ISDN และโปรโตคอล X.25 ในแต่ละประเภทแบ่งเฟรม U, เฟรม S, และเฟรม I ดังนั้นในทำนองเดียวกันโปรแกรมจึงแยกการแปลงเป็นการแปลงโปรโตคอลสำหรับเฟรมใน 3 ประเภทดังรูปที่ 4.19



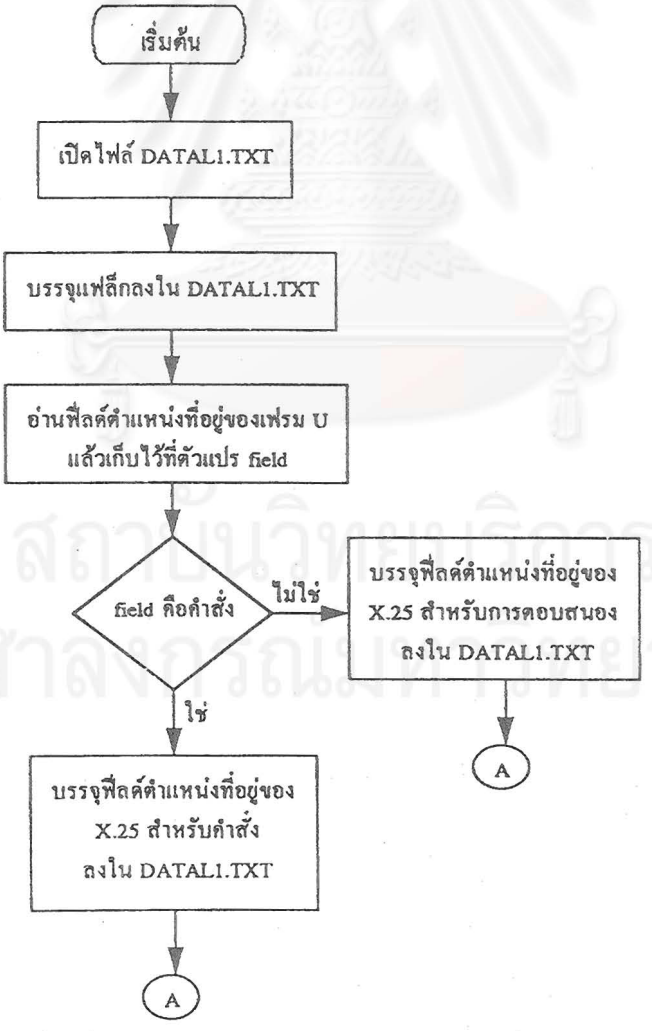
รูปที่ 4.19 โฟลว์ชาร์ตการแปลงโปรโตคอลจาก ISDN ไปเป็น X.25

หมายเหตุ โปรโตคอล ISDN บรรจุอยู่ใน DATAL.TXT และเมื่อเป็นโปรโตคอล X.25 แล้วจะอยู่ใน DATAL1.TXT (สำหรับเฟรมที่พร้อมในการส่งและซึ่งมีบิต stuff อยู่และเฟรมที่ได้รับเข้ามาขณะที่ยังมีบิต stuff อยู่คือ DATAL2.TXT)

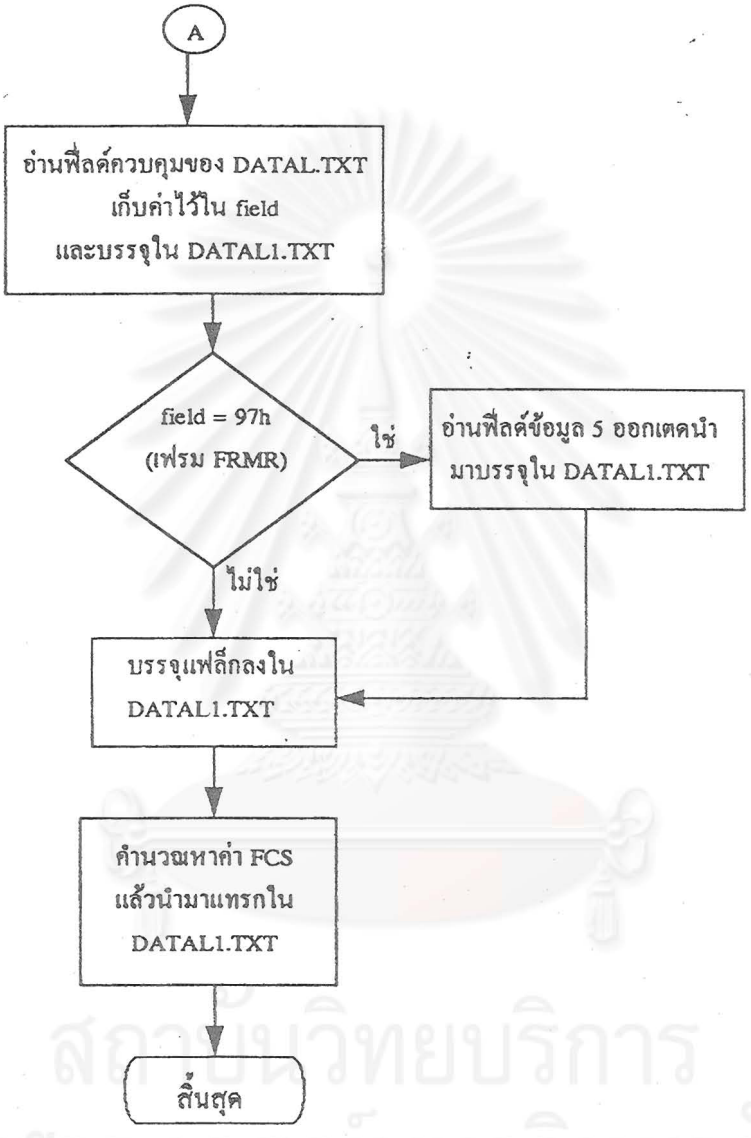
3.1. การแปลงโปรโตคอลจาก ISDN ไปเป็น X.25 สำหรับเฟรม U และ S

โฟลว์ชาร์ตการแปลงโปรโตคอลสำหรับเฟรม U และ S แสดงดังรูปที่ 4.20 และ 4.21 ตามลำดับ ซึ่งสามารถอธิบายด้วยไดอะแกรมของการแปลงเฟรม ISDN ไปเป็นเฟรม X.25 ได้ดังรูปที่ 4.22 และแสดงตัวอย่างของเฟรมที่ได้ทำการแปลงโปรโตคอลแล้วในรูปที่ 4.23-4.30

ตัวอย่างของเฟรมที่แสดงทุกรูปในบทนี้ได้กำหนดค่าพารามิเตอร์ N(S) = 2, N(R)=3, P(S) = 0, P(R) = 0, SAPI = 0, TEI = 64, call reference value = 7, calling number = 52100154321 และ called number = 52002054321 นอกจากนี้แล้วยังได้กำหนดให้ใช้วิธีดำเนินการแบบ enbloc โดยแสดงเฟรมในโปรโตคอล ISDN ทางด้านซ้ายและเฟรมในโปรโตคอล X.25 ทางด้านขวา

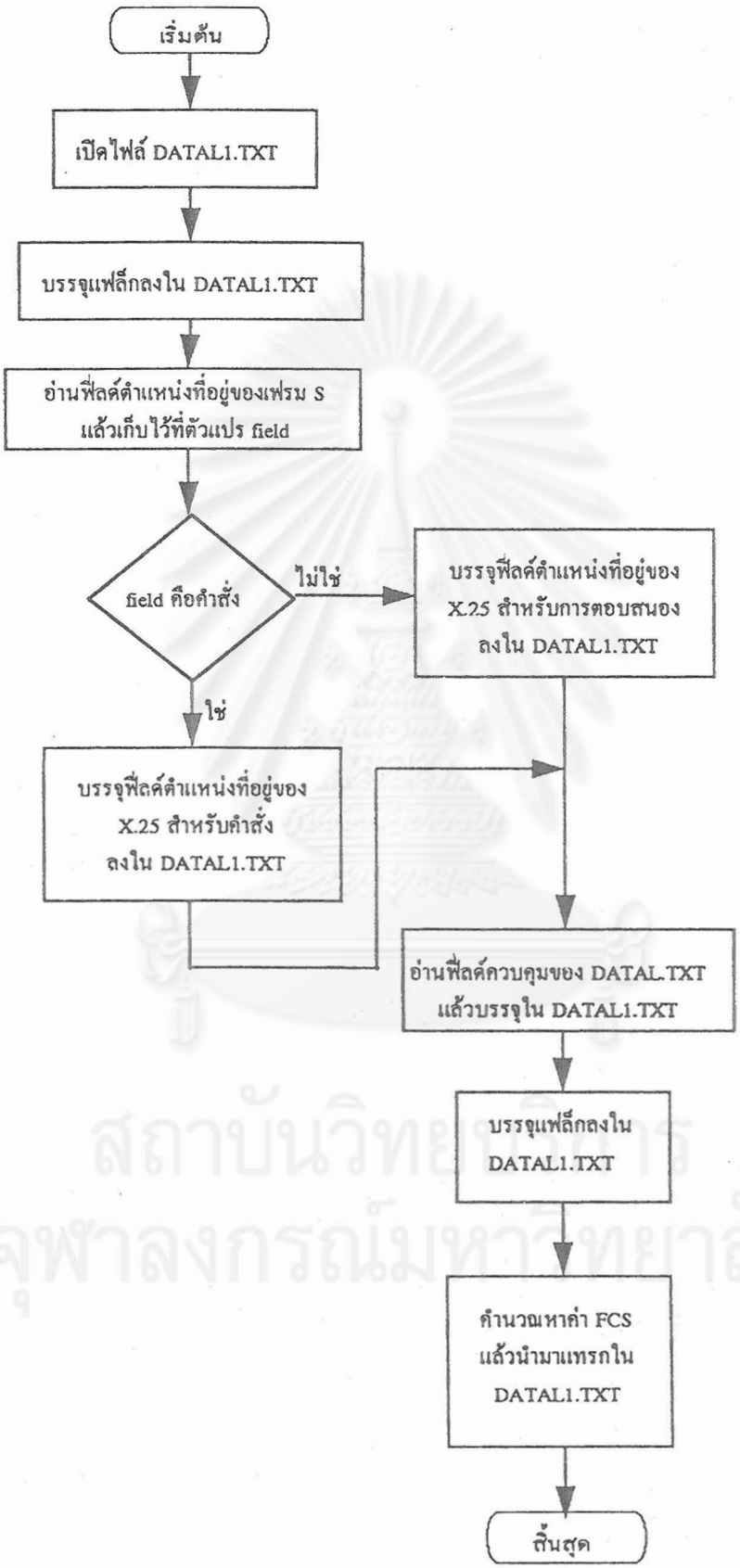


รูปที่ 4.20 โฟลว์ชาร์ตการแปลงโปรโตคอลจาก ISDN ไปเป็น X.25 สำหรับเฟรม U

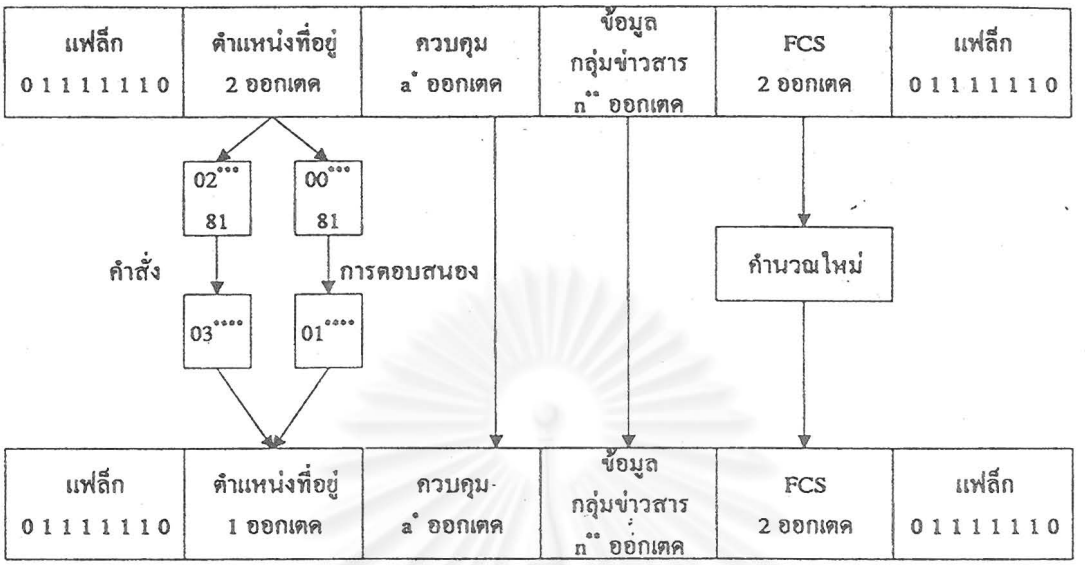


รูปที่ 4.20 โฟลว์ชาร์ตการแปลงโปรโตคอลจาก ISDN ไปเป็น X.25 สำหรับเฟรม U (ต่อ)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.21 โฟลว์ชาร์ตการแปลงโปรโตคอลจาก ISDN ไปเป็น X.25 สำหรับเฟรม S



หมายเหตุ

* สำหรับเฟรม U ฟิลด์ควบคุมมีขนาด 1 ออกเตดและสำหรับเฟรม S ฟิลด์ควบคุมมีขนาด 2 ออกเตด

** ฟิลด์นี้บรรจุอยู่ในเฟรม FRMR มีขนาด 5 ออกเตด

,* สำหรับเครือข่าย (PC1) กำหนดรหัสดังแสดงในรูป ในทางกลับกันถ้าเป็นผู้ใช้ (PC2) จะสลับรหัสที่เป็นคำสั่งและการตอบสนองกับเครือข่าย

รูปที่ 4.22 ไดอะแกรมของการแปลงเฟรม ISDN ไปเป็นเฟรม X.25 สำหรับเฟรม U และ S

Frame

Field	Type of Frame: SABME_I				No.	Octet
FLAG	0 1 1 1	1 1 1 0	7e	1		
ADD_C	0 0 0 0	0 0 1 0	02	2		
	1 0 0 0	0 0 0 1	81	3		
SABME	0 1 1 1	1 1 1 1	7f	4		
FCS	0 1 1 0	1 0 0 0	68	5		
	0 1 1 0	0 0 1 0	62	6		
FLAG	0 1 1 1	1 1 1 0	7e	7		

Frame

Field	Type of Frame:				No.	Octet
FLAG	0 1 1 1	1 1 1 0	7e	1		
ADD_C	0 0 0 0	0 0 1 1	03	2		
SABME	0 1 1 1	1 1 1 1	7f	3		
FCS	0 1 0 1	1 1 1 1	5f	4		
	1 0 1 0	1 1 1 0	ae	5		
FLAG	0 1 1 1	1 1 1 0	7e	6		

รูปที่ 4.23 แสดงเฟรม SABME

Frame

Field	Type of Frame:	DISC_I	No.Octet
FLAG	0 1 1 1	1 1 1 0 7e	1
ADD_C	0 0 0 0	0 0 1 0 02	2
	1 0 0 0	0 0 0 1 81	3
DISC	0 1 0 1	0 0 1 1 53	4
FCS	0 0 0 0	0 1 1 0 06	5
	1 0 0 0	1 0 0 1 89	6
FLAG	0 1 1 1	1 1 1 0 7e	7

Frame

Field	Type of Frame:		No.Octet
FLAG	0 1 1 1	1 1 1 0 7e	1
ADD_C	0 0 0 0	0 0 1 1 03	2
DISC	0 1 0 1	0 0 1 1 53	3
FCS	0 0 1 1	0 0 0 1 31	4
	0 1 0 0	0 1 0 1 45	5
FLAG	0 1 1 1	1 1 1 0 7e	6

รูปที่ 4.24 แสดงเฟรม DISC

Frame

Field	Type of Frame:	UA_I	No.Octet
FLAG	0 1 1 1	1 1 1 0 7e	1
ADD_R	0 0 0 0	0 0 0 0 00	2
	1 0 0 0	0 0 0 1 81	3
UA	0 1 1 1	0 0 1 1 73	4
FCS	1 0 1 1	1 1 0 0 bc	5
	0 0 0 1	1 1 0 1 1d	6
FLAG	0 1 1 1	1 1 1 0 7e	7

Frame

Field	Type of Frame:		No.Octet
FLAG	0 1 1 1	1 1 1 0 7e	1
ADD_R	0 0 0 0	0 0 0 1 01	2
UA	0 1 1 1	0 0 1 1 73	3
FCS	1 0 0 0	0 0 1 1 83	4
	0 1 0 1	0 1 1 1 57	5
FLAG	0 1 1 1	1 1 1 0 7e	6

รูปที่ 4.25 แสดงเฟรม UA

Frame

Field	Type of Frame:	DM_I	No.Octet
FLAG	0 1 1 1	1 1 1 0 7e	1
ADD_R	0 0 0 0	0 0 0 0 00	2
	1 0 0 0	0 0 0 1 81	3
DM	0 0 0 1	1 1 1 1 1f	4
FCS	1 1 0 1	0 1 1 0 d6	5
	1 0 1 1	0 1 0 0 b4	6
FLAG	0 1 1 1	1 1 1 0 7e	7

Frame

Field	Type of Frame:		No.Octet
FLAG	0 1 1 1	1 1 1 0 7e	1
ADD_R	0 0 0 0	0 0 0 1 01	2
DM	0 0 0 1	1 1 1 1 1f	3
FCS	1 1 1 0	1 0 0 1 e9	4
	1 1 1 1	1 1 1 0 fe	5
FLAG	0 1 1 1	1 1 1 0 7e	6

รูปที่ 4.26 แสดงเฟรม DM

Frame

Field	Type of Frame: FRMR_I					No.Octet
FLAG	0	1	1	1	1 1 1 0 7e	1
ADD_R	0	0	0	0	0 0 0 0 00	2
	1	0	0	0	0 0 0 1 81	3
FRMR	1	0	0	1	0 1 1 1 97	4
REJ F	0	0	0	1	1 1 1 1 1f	5
CONTR	0	0	0	0	0 0 0 0 00	6
V(S)	0	0	0	0	1 0 1 0 0a	7
V(R)	0	0	0	0	0 1 1 1 07	8
CODE	0	0	0	0	0 0 0 1 01	9
FCS	1	1	0	1	0 1 1 0 d6	10

Frame

Field	Type of Frame:					No.Octet
FLAG	0	1	1	1	1 1 1 0 7e	1
ADD_R	0	0	0	0	0 0 0 1 01	2
FRMR	1	0	0	1	0 1 1 1 97	3
REJ F	0	0	0	1	1 1 1 1 1f	4
CONTR	0	0	0	0	0 0 0 0 00	5
V(S)	0	0	0	0	1 0 1 0 0a	6
V(R)	0	0	0	0	0 1 1 1 07	7
CODE	0	0	0	0	0 0 0 1 01	8
FCS	1	1	1	0	0 0 1 0 e2	9
	1	0	1	1	1 1 1 1 bf	10

รูปที่ 4.27 แสดงเฟรม FRMR

Frame

Field	Type of Frame: RR_I					No.Octet
FLAG	0	1	1	1	1 1 1 0 7e	1
ADD_C	0	0	0	0	0 0 1 0 02	2
	1	0	0	0	0 0 0 1 81	3
RR	0	0	0	0	0 0 0 1 01	4
	0	0	0	0	0 1 1 1 07	5
FCS	0	1	0	0	0 1 1 1 47	6
	0	0	0	0	1 1 1 0 0e	7
FLAG	0	1	1	1	1 1 1 0 7e	8

Frame

Field	Type of Frame:					No.Octet
FLAG	0	1	1	1	1 1 1 0 7e	1
ADD_C	0	0	0	0	0 0 1 1 03	2
RR	0	0	0	0	0 0 0 1 01	3
	0	0	0	0	0 1 1 1 07	4
FCS	1	0	1	1	0 1 1 1 b7	5
	0	1	0	0	1 0 1 1 4b	6
FLAG	0	1	1	1	1 1 1 0 7e	7

รูปที่ 4.28 แสดงเฟรม RR

Frame

Field	Type of Frame: RNR_I					No.Octet
FLAG	0	1	1	1	1 1 1 0 7e	1
ADD_C	0	0	0	0	0 0 1 0 02	2
	1	0	0	0	0 0 0 1 81	3
RNR	0	0	0	0	0 1 0 1 05	4
	0	0	0	0	0 1 1 1 07	5
FCS	0	0	1	0	0 1 1 1 27	6
	0	1	1	0	1 0 0 1 69	7
FLAG	0	1	1	1	1 1 1 0 7e	8

Frame

Field	Type of Frame:					No.Octet
FLAG	0	1	1	1	1 1 1 0 7e	1
ADD_C	0	0	0	0	0 0 1 1 03	2
RNR	0	0	0	0	0 1 0 1 05	3
	0	0	0	0	0 1 1 1 07	4
FCS	1	1	0	1	0 1 1 1 d7	5
	0	0	1	0	1 1 0 0 2c	6
FLAG	0	1	1	1	1 1 1 0 7e	7

รูปที่ 4.29 แสดงเฟรม RNR

Frame

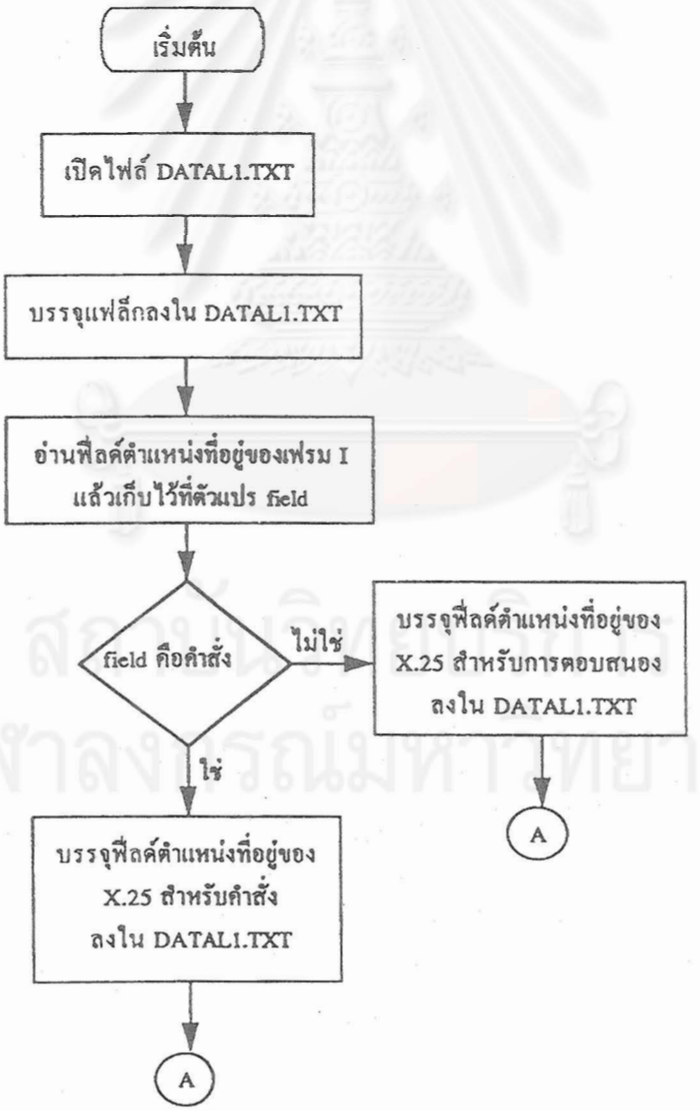
Field	Type of Frame: REJ_I					No.Octet
FLAG	0	1	1	1	1 1 1 0 7e	1
ADD_C	0	0	0	0	0 0 1 0 02	2
	1	0	0	0	0 0 0 1 81	3
REJ	0	0	0	0	1 0 0 1 09	4
	0	0	0	0	0 1 1 1 07	5
FCS	1	0	0	0	0 1 1 1 87	6
	1	1	0	0	0 0 0 0 c0	7
FLAG	0	1	1	1	1 1 1 0 7e	8

Frame

Field	Type of Frame:					No.Octet
FLAG	0	1	1	1	1 1 1 0 7e	1
ADD_C	0	0	0	0	0 0 1 1 03	2
REJ	0	0	0	0	1 0 0 1 09	3
	0	0	0	0	0 1 1 1 07	4
FCS	0	1	1	1	0 1 1 1 77	5
	1	0	0	0	0 1 0 1 85	6
FLAG	0	1	1	1	1 1 1 0 7e	7

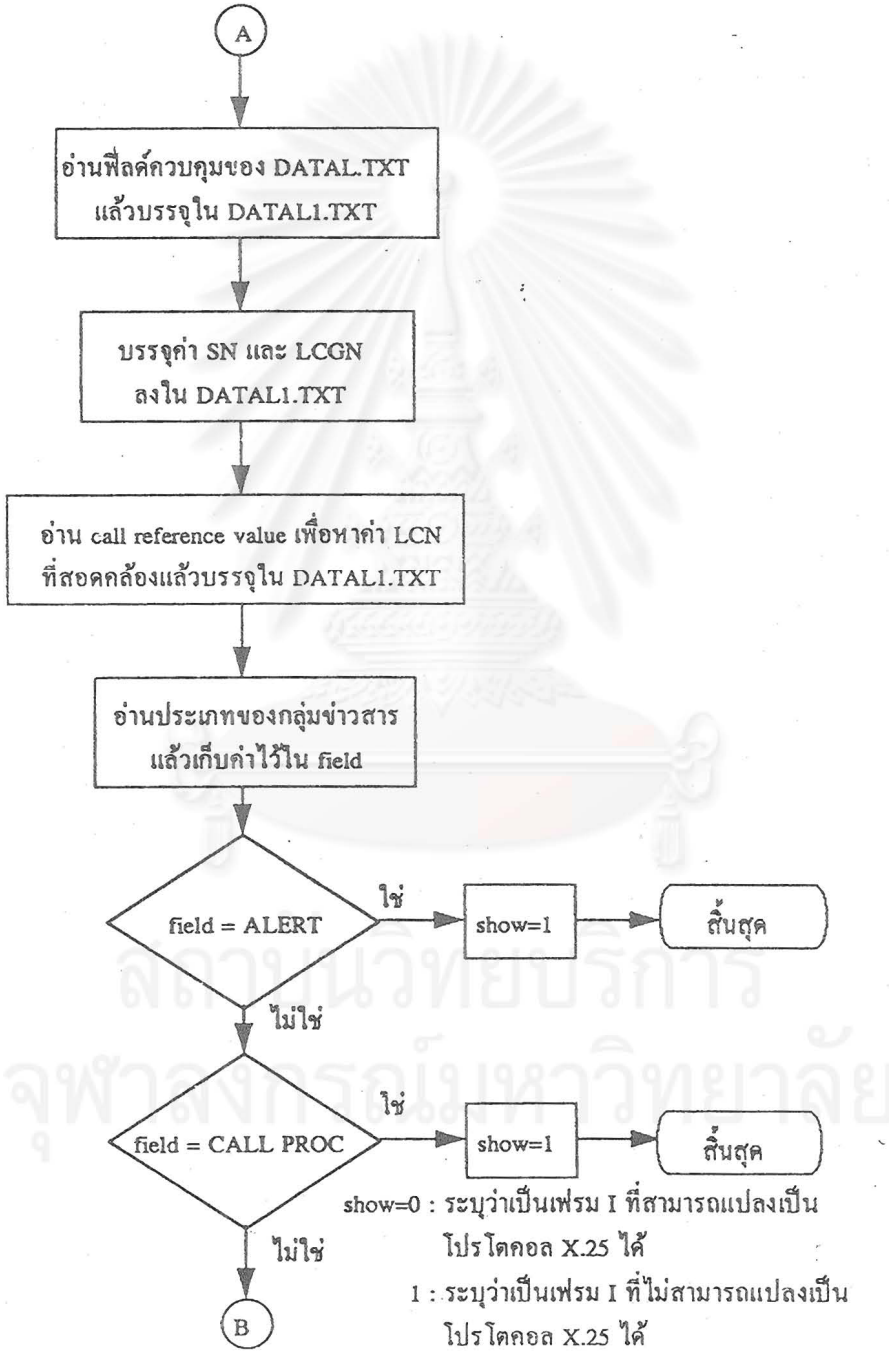
รูปที่ 4.30 แสดงเฟรม REJ

3.2. การแปลงโปรโตคอลจาก ISDN ไปเป็น X.25 สำหรับเฟรม I

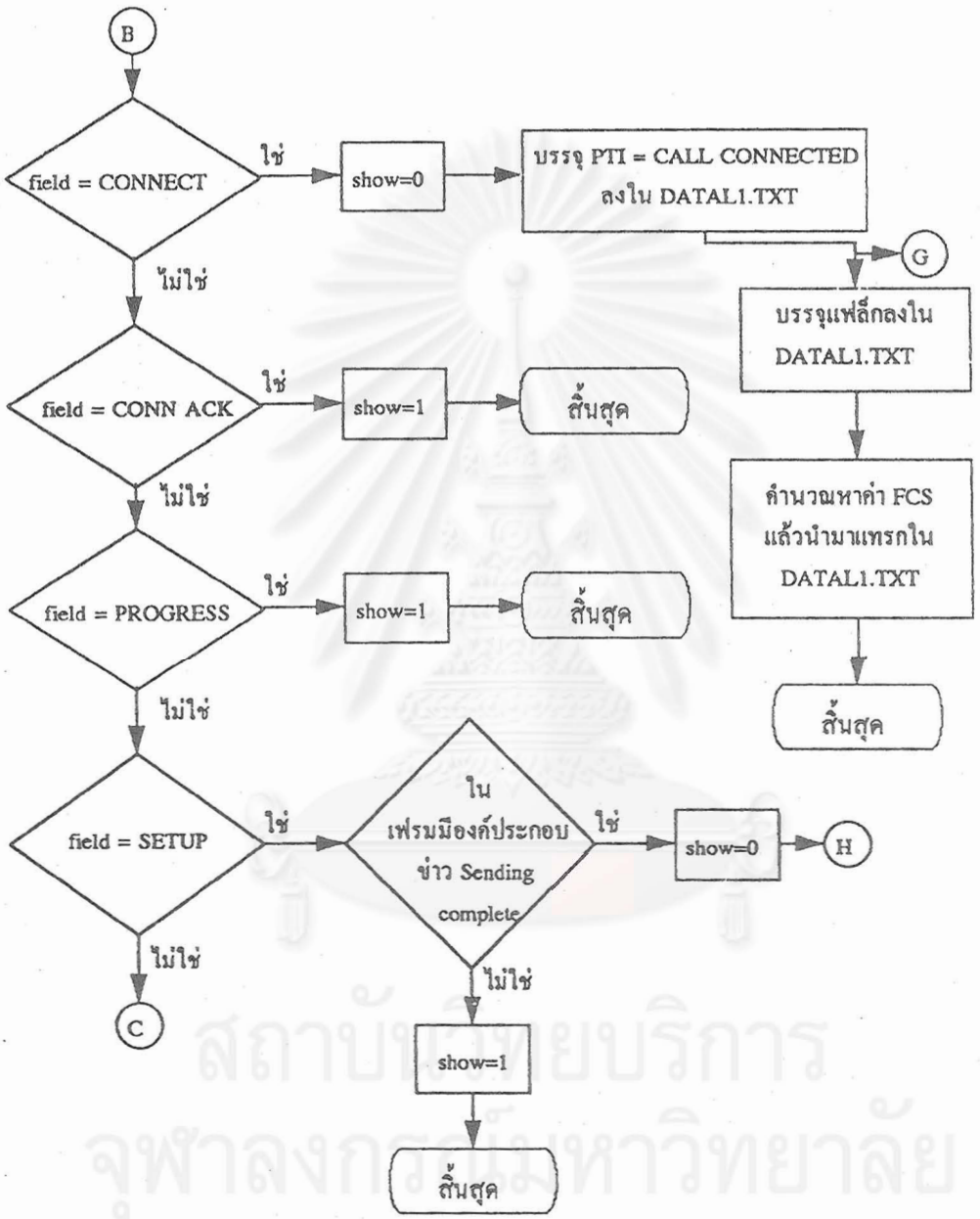


รูปที่ 4.31 โฟลว์ชาร์ตการแปลงโปรโตคอลจาก ISDN ไปเป็น X.25 สำหรับเฟรม I

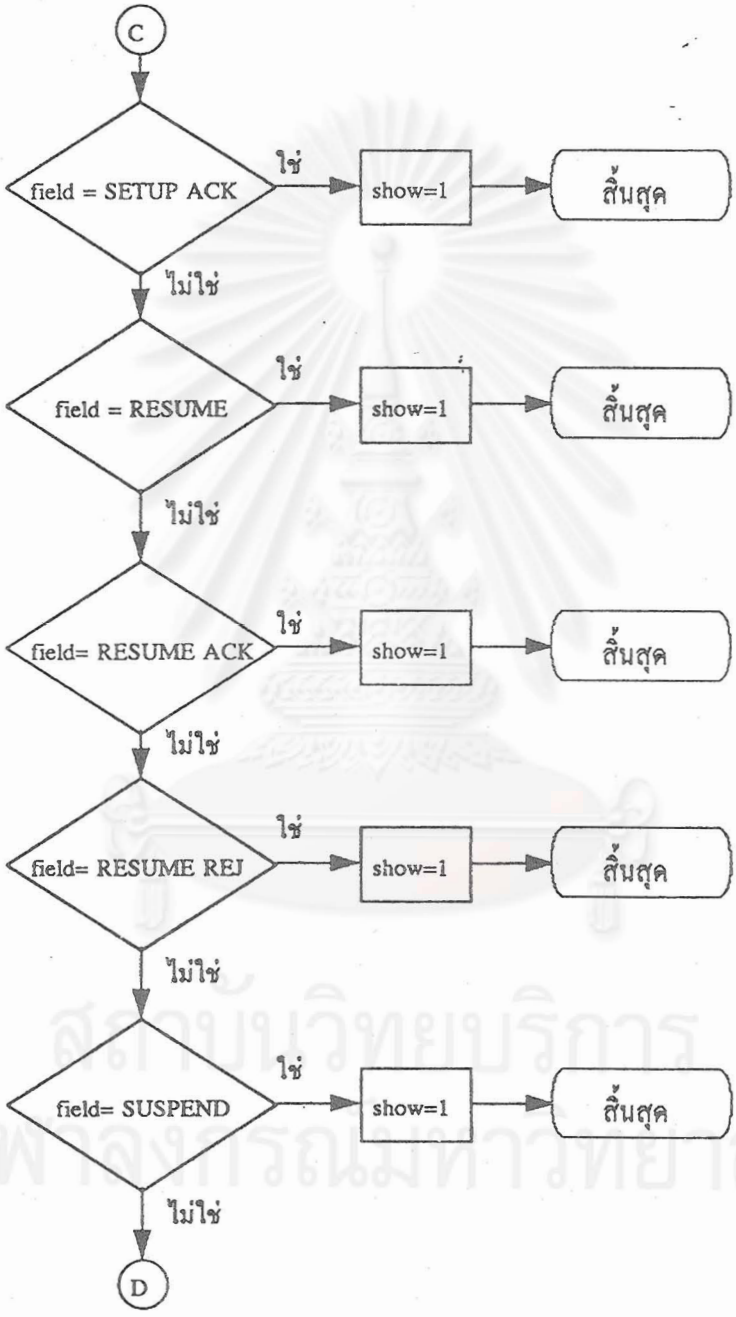
เนื่องจากเฟรม I ใช้บรรจุกลุ่มข่าวสารต่าง ๆ เพื่อดำเนินการเชื่อมต่อการเรียกดังรูปที่ 4.7 ซึ่งในแต่ละเฟรม I อาจมีกลุ่มข่าวสารบรรจุอยู่แตกต่างกัน ดังนั้นการแปลงโปรโตคอลของเฟรม I จึงเป็นดังรูปที่ 4.31-4.32 และสามารถอธิบายวิธีการแปลงโดยแยกแยะตามประเภทของกลุ่มข่าวสารดังต่อไปนี้



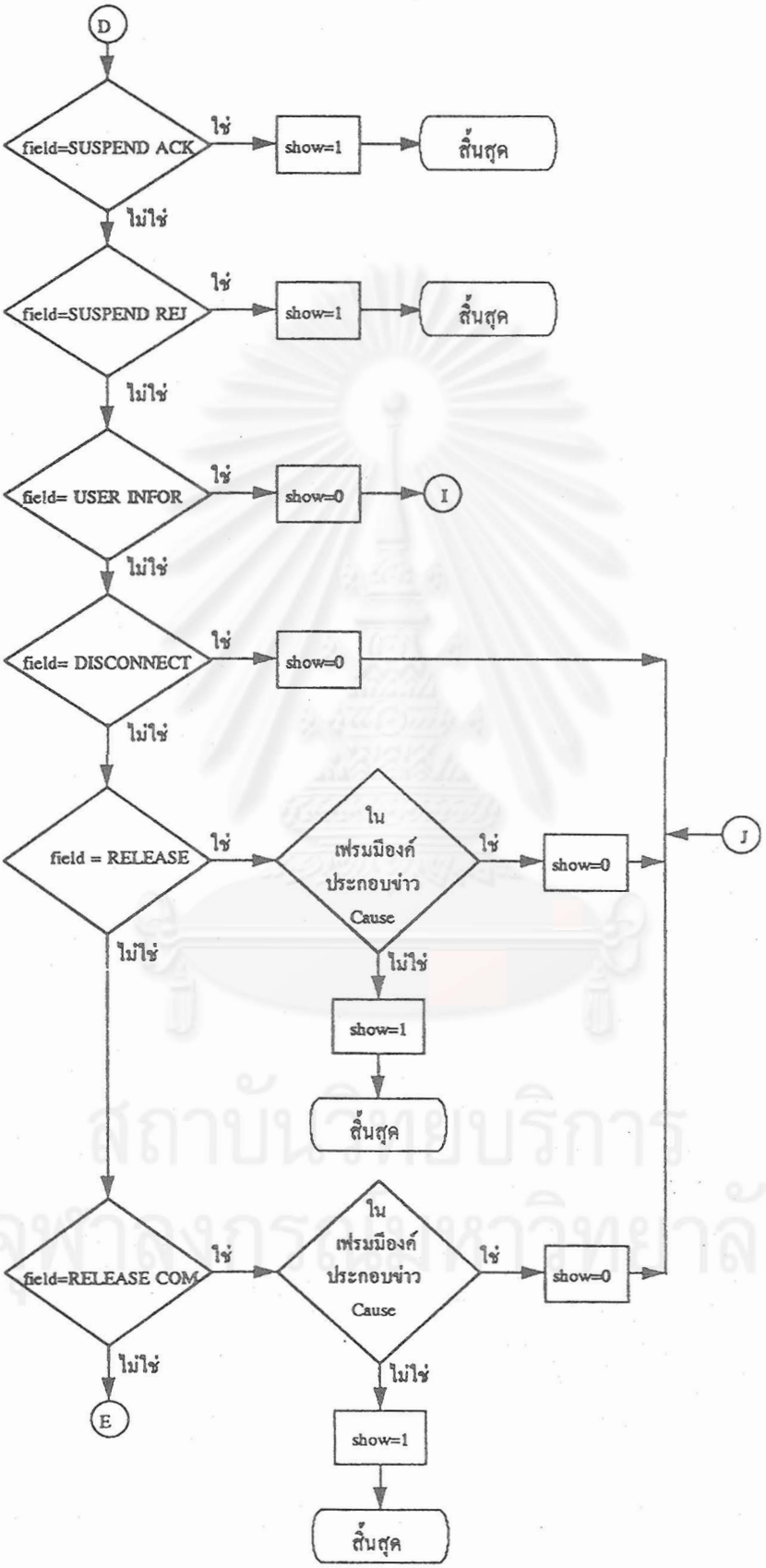
รูปที่ 4.31 โฟลว์ชาร์ตการแปลงโปรโตคอลจาก ISDN ไปเป็น X.25 สำหรับเฟรม I (ต่อ)



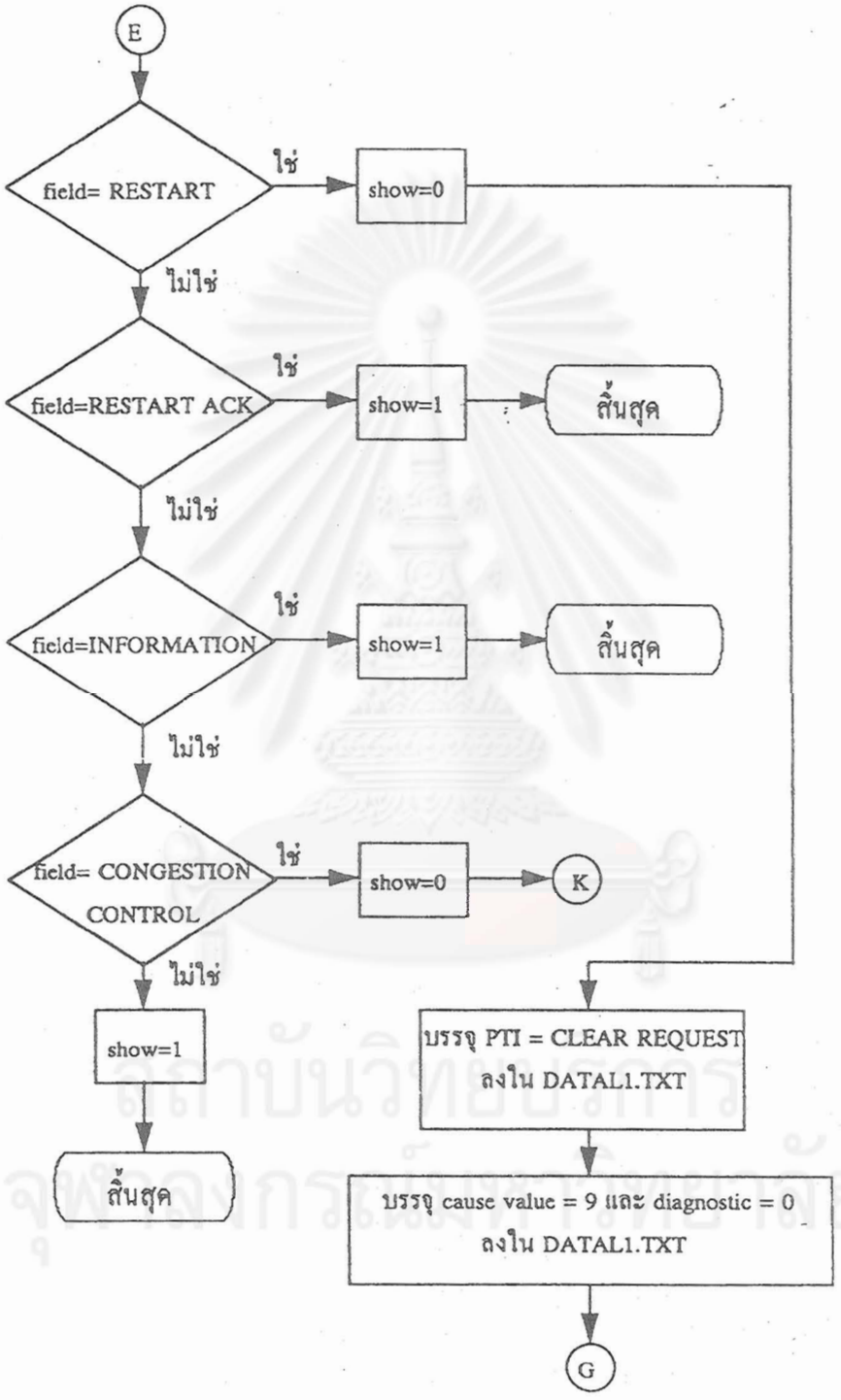
รูปที่ 4.31 โฟลว์ชาร์ตการแปลงโปรโตคอลจาก ISDN ไปเป็น X.25 สำหรับเฟรม I (ต่อ)



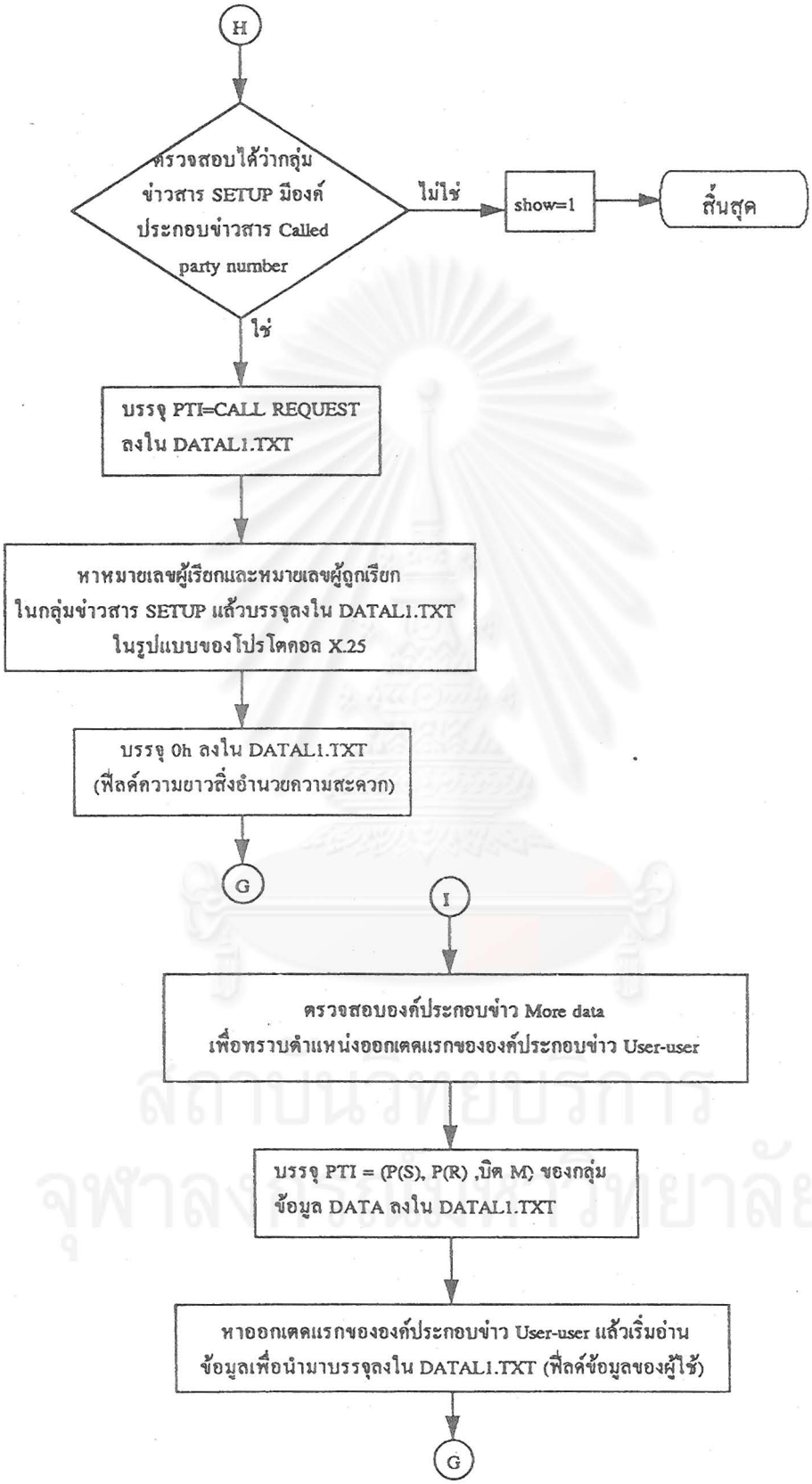
รูปที่ 4.31 โฟลว์ชาร์ตการแปลงโปรโตคอลจาก ISDN ไปเป็น X.25 สำหรับเฟรม I (ต่อ)



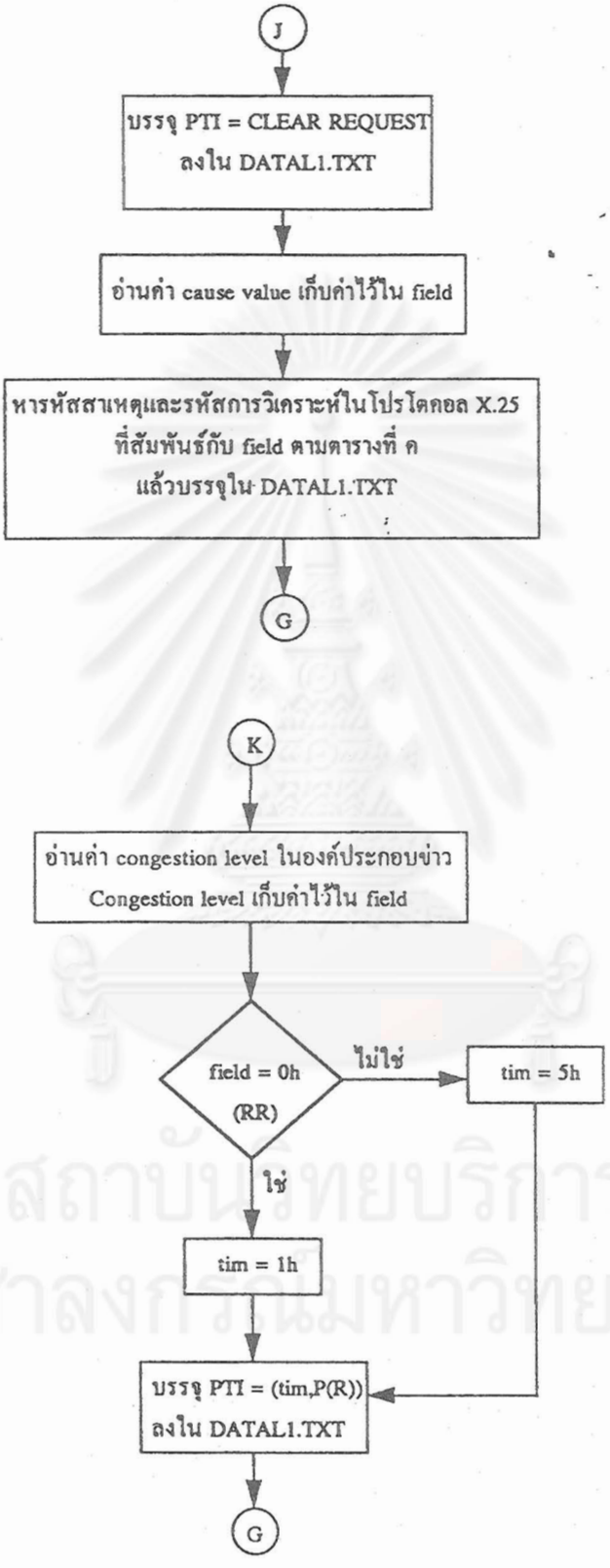
รูปที่ 4.31 โฟลว์ชาร์ตการแปลงโปรโตคอลจาก ISDN ไปเป็น X.25 สำหรับเฟรม I (ต่อ)



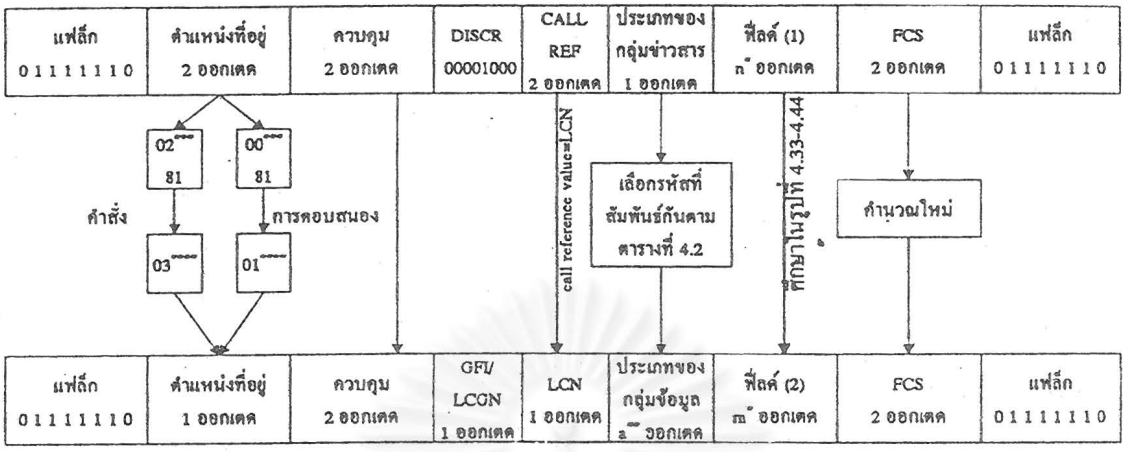
รูปที่ 4.31 โฟลว์ชาร์ตการแปลงโปรโตคอลจาก ISDN ไปเป็น X.25 สำหรับเฟรม I (ต่อ)



รูปที่ 4.31 โฟลว์ชาร์ตการแปลงโปรโตคอลจาก ISDN ไปเป็น X.25 สำหรับเฟรม I (ต่อ)



รูปที่ 4.31 โฟลว์ชาร์ตการแปลงโปรโตคอลจาก ISDN ไปเป็น X.25 สำหรับเฟรม I (ต่อ)



หมายเหตุ

* ขนาดของออกเตด n , m ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่บรรจุอยู่

** ฟิลด์นี้โดยทั่วไปมีขนาด 1 ออกเตด ยกเว้นชั้นเนตเวิร์กใช้โหมดเพิ่มขยายมอดดูโล 128 กลุ่มข้อมูล DATA , กลุ่มข้อมูล RR และกลุ่มข้อมูล RNR มีขนาด 2 ออกเตด

,* สำหรับเครือข่าย (PC1) กำหนดรหัสดังแสดงในรูป ในทางกลับกันถ้าปีนผู้ใช้ (PC2) จะสลับรหัสที่เป็นคำสั่งและการตอบสนองกับเครือข่าย

รูปที่ 4.32 ไดอะแกรมของการแปลงเฟรม ISDN ไปเป็นเฟรม X.25 สำหรับเฟรม I

3.2.1. การแปลงกลุ่มข่าวสาร CONNECT ไปเป็นกลุ่มข้อมูล CALL CONNECTED

เมื่อโปรแกรมตรวจสอบพบว่ากลุ่มข่าวสารที่เข้ามาแปลงโปรโตคอลคือกลุ่มข่าวสาร CONNECT จะเลือกรหัสประเภทของกลุ่มข้อมูล CALL CONNECTED แทนลงไป และฟิลด์ (2) ในรูปที่ 4.32 สำหรับกลุ่มข้อมูล CALL CONNECTED อาจไม่มีการบรรจุข้อมูลใดๆ

ในรูปที่ 4.33 แสดงตัวอย่างการแปลงเฟรม I ที่บรรจุกลุ่มข่าวสาร CONNECT

Frame										Frame									
Field	Type of Frame:				INFOR_I			No.Octet		Field	Type of Frame:								No.Octet
FLAG	0	1	1	1	1	1	1	0	7e 1	FLAG	0	1	1	1	1	1	1	0	7e 1
ADD_C	0	0	0	0	0	0	1	0	02 2	ADD_C	0	0	0	0	0	0	1	1	03 2
	1	0	0	0	0	0	0	1	81 3	N(S)	0	0	0	0	0	1	0	0	04 3
N(S)	0	0	0	0	0	1	0	0	04 4	N(R)!P	0	0	0	0	0	1	1	0	06 4
N(R)!P	0	0	0	0	0	1	1	0	06 5	GFI/LCG	0	0	0	1	0	0	1	1	13 5
DISCR	0	0	0	0	1	0	0	0	08 6	LCN	0	0	0	0	0	1	1	1	07 6
CAL R	0	0	0	0	0	0	0	1	01 7	CAL C	0	0	0	0	1	1	1	1	0f 7
	1	0	0	0	0	1	1	1	87 8	FCS	1	1	1	0	1	1	1	1	ef 8
CONN	0	0	0	0	0	1	1	1	07 9		1	0	1	1	0	0	0	1	b1 9
FACI	0	0	0	1	1	1	0	0	1c 10	FLAG	0	1	1	1	1	1	1	0	7e 10

รูปที่ 4.33 แสดงเฟรม I (กลุ่มข่าวสาร CONNECT , กลุ่มข้อมูล CALL CONNECTED)

Field	Type of Frame:	INFOR_I	No.Octet
L FAC	0 0 0 0	0 1 1 0 06	11
	1 0 0 1	0 0 0 1 91	12
	1 0 1 0	0 0 1 0 a2	13
	0 0 0 0	0 0 1 1 03	14
	0 0 0 0	0 0 1 0 02	15
	0 0 0 0	0 0 0 1 01	16
	0 0 0 0	0 0 0 0 00	17
FCS	0 1 0 1	0 1 0 1 55	18
	0 0 1 0	1 1 1 0 2e	19
FLAG	0 1 1 1	1 1 1 0 7e	20

Frame

Field	Type of Frame:	No.Octet

Frame

รูปที่ 4.33 แสดงเฟรม I (กลุ่มข่าวสาร CONNECT , กลุ่มข้อมูล CALL CONNECTED) (ต่อ)

3.2.2. การแปลงกลุ่มข่าวสาร SETUP ไปเป็นกลุ่มข้อมูล CALL REQUEST

เมื่อโปรแกรมตรวจสอบพบว่ากลุ่มข่าวสารที่เข้ามาแปลงโปรโตคอลคือกลุ่มข่าวสาร SETUP จะเลือกรหัสประเภทของกลุ่มข้อมูล CALL REQUEST แทนลงไป และฟิลด์ (2) ในรูปที่ 4.32 บรรจุข้อมูลในรูปที่ 4.34

ในรูปที่ 4.35 แสดงตัวอย่างการแปลงเฟรม I ที่บรรจุกลุ่มข่าวสาร SETUP

Sending complete* 1 ออกเตต	Bearer capability	Channel identification	Facility	Progress indicator	Calling party number	Called party number

รหัสในฟิลด์ (1)

รับหมายเลขผู้ใช้เข้ามา

ความยาวของตำแหน่งที่อยู่ผู้ถูกเรียก 1 ออกเตต	ความยาวของตำแหน่งที่อยู่ผู้เรียก 1 ออกเตต	ตำแหน่งที่อยู่ผู้ถูกเรียก เริ่มด้วย TOA/NPI 1 ออกเตต ระบุว่าใช้มาตรฐาน X.121	ตำแหน่งที่อยู่ผู้เรียก เริ่มด้วย TOA/NPI 1 ออกเตต ระบุว่าใช้มาตรฐาน E.164	ความยาวของสิ่งอำนวยความสะดวก 1 ออกเตต

รหัสในฟิลด์ (2)

หมายเหตุ

* สำหรับเฟรมที่ไม่มีองค์ประกอบข่าว Sending complete หมายถึงไม่ได้บรรจุองค์ประกอบข่าว Called party number ซึ่งไม่สามารถทำการแปลงโปรโตคอลได้

สำหรับฟิลด์ที่ไม่ได้ระบุขนาดจะเปลี่ยนแปลงขนาดได้เมื่อนำไปใช้ ซึ่งสามารถศึกษาได้ใน (ITU, 1989 chaps X.25,X.121,Q.931,E.164)

รูปที่ 4.34 ไดอะแกรมของการแปลงเฟรม ISDN ไปเป็นเฟรม X.25 สำหรับเฟรม I ที่บรรจุกลุ่มข่าวสาร SETUP

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Frame

Field	Type of Frame: INFOR_I			No.Octet
FLAG	0 1 1 1	1 1 1 0	7e	1
ADD_C	0 0 0 0	0 0 1 0	02	2
	1 0 0 0	0 0 0 1	81	3
N(S)	0 0 0 0	0 1 0 0	04	4
N(R)!P	0 0 0 0	0 1 1 0	06	5
DISCR	0 0 0 0	1 0 0 0	08	6
CAL R	0 0 0 0	0 0 0 1	01	7
	0 0 0 0	0 1 1 1	07	8
SETU	0 0 0 0	0 1 0 1	05	9
SEN C	1 0 1 0	0 0 0 1	a1	10

Frame

Field	Type of Frame:			No.Octet
FLAG	0 1 1 1	1 1 1 0	7e	1
ADD_C	0 0 0 0	0 0 1 1	03	2
N(S)	0 0 0 0	0 1 0 0	04	3
N(R)!P	0 0 0 0	0 1 1 0	06	4
GFILCG	1 0 0 1	0 0 1 1	93	5
LCN	0 0 0 0	0 1 1 1	07	6
CAL R	0 0 0 0	1 0 1 1	0b	7
LCD	0 0 0 0	1 1 1 0	0e	8
LCG	0 0 0 0	1 1 1 1	0f	9
TOA	0 0 0 1	0 0 1 1	13	10

Frame

Field	Type of Frame: INFOR_I			No.Octet
BEAR	0 0 0 0	0 1 0 0	04	11
L BEA	0 0 0 0	0 0 1 0	02	12
	1 0 0 0	1 0 0 1	89	13
	1 0 0 1	0 0 0 0	90	14
CHANN	0 0 0 1	1 0 0 0	18	15
L CHA	0 0 0 0	0 0 0 1	01	16
	1 0 0 0	1 0 0 1	89	17
FACI	0 0 0 1	1 1 0 0	1c	18
L FAC	0 0 0 1	0 0 0 1	11	19
	1 0 0 1	0 0 0 1	91	20

Frame

Field	Type of Frame:			No.Octet
3!5	0 0 1 1	0 1 0 1	35	11
2!0	0 0 1 0	0 0 0 0	20	12
0!2	0 0 0 0	0 0 1 0	02	13
0!5	0 0 0 0	0 1 0 1	05	14
4!3	0 1 0 0	0 0 1 1	43	15
2!1	0 0 1 0	0 0 0 1	21	16
TOA	0 0 0 1	0 0 0 1	11	17
3!0	0 0 1 1	0 0 0 0	30	18
5!2	0 1 0 1	0 0 1 0	52	19
1!0	0 0 0 1	0 0 0 0	10	20

Frame

Field	Type of Frame: INFOR_I			No.Octet
	1 0 1 0	0 0 0 1	a1	21
	0 0 0 0	1 1 1 0	0e	22
	0 0 0 0	0 0 1 0	02	23
	0 0 0 0	0 0 0 1	01	24
	0 0 0 0	0 0 0 0	00	25
	0 0 0 0	0 0 1 0	02	26
	0 0 0 0	0 0 0 1	01	27
	0 0 0 0	0 0 0 1	01	28
	0 0 1 1	0 0 0 0	30	29
	0 0 0 0	0 1 1 0	06	30

Frame

Field	Type of Frame:			No.Octet
5!2	0 1 0 1	0 0 1 0	52	19
1!0	0 0 0 1	0 0 0 0	10	20
0!1	0 0 0 0	0 0 0 1	01	21
5!4	0 1 0 1	0 1 0 0	54	22
3!2	0 0 1 1	0 0 1 0	32	23
1!0	0 0 0 1	0 0 0 0	10	24
L FAC	0 0 0 0	0 0 0 0	00	25
FCS	0 0 1 1	0 0 1 0	32	26
	1 1 0 1	1 0 0 1	d9	27
FLAG	0 1 1 1	1 1 1 0	7e	28

Frame

Field	Type of Frame: INFOR_I			No.Octet
	1 0 0 0	0 0 0 1	81	31
	0 0 0 0	0 0 0 1	01	32
	0 0 0 0	0 0 1 1	03	33
	1 0 0 0	0 0 1 0	82	34
	0 0 0 0	0 0 0 1	01	35
	0 0 0 0	0 0 0 0	00	36
PROG	0 0 0 1	1 1 1 0	1e	37
L PRO	0 0 0 0	0 0 1 0	02	38
	1 0 0 0	0 0 0 0	80	39
	1 0 0 0	0 0 0 1	81	40

Frame

Field	Type of Frame:	No.Octet

รูปที่ 4.35 แสดงเฟรม I (กลุ่มข่าวสาร SETUP, กลุ่มข้อมูล CALL REQUEST)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Frame

Field	Type of Frame:	INFOR_I	No.Octet
CGN	0 1 1 0	1 1 0 0 6c	41
L CGN	0 0 0 0	1 1 0 0 0c	42
	1 0 0 1	0 0 0 1 91	43
5	0 0 1 1	0 1 0 1 35	44
2	0 0 1 1	0 0 1 0 32	45
1	0 0 1 1	0 0 0 1 31	46
0	0 0 1 1	0 0 0 0 30	47
0	0 0 1 1	0 0 0 0 30	48
1	0 0 1 1	0 0 0 1 31	49
5	0 0 1 1	0 1 0 1 35	50

Frame

Field	Type of Frame:	No.Octet

Frame

Field	Type of Frame:	INFOR_I	No.Octet
4	0 0 1 1	0 1 0 0 34	51
3	0 0 1 1	0 0 1 1 33	52
2	0 0 1 1	0 0 1 0 32	53
1	0 0 1 1	0 0 0 1 31	54
CDN	0 1 1 1	0 0 0 0 70	55
L CDN	0 0 0 0	1 1 0 0 0c	56
	1 0 0 1	0 0 1 1 93	57
5	0 0 1 1	0 1 0 1 35	58
2	0 0 1 1	0 0 1 0 32	59
0	0 0 1 1	0 0 0 0 30	60

Frame

Field	Type of Frame:	No.Octet

Frame

Field	Type of Frame:	INFOR_I	No.Octet
0	0 0 1 1	0 0 0 0 30	61
2	0 0 1 1	0 0 1 0 32	62
0	0 0 1 1	0 0 0 0 30	63
5	0 0 1 1	0 1 0 1 35	64
4	0 0 1 1	0 1 0 0 34	65
3	0 0 1 1	0 0 1 1 33	66
2	0 0 1 1	0 0 1 0 32	67
1	0 0 1 1	0 0 0 1 31	68
FCS	1 1 0 0	1 1 0 0 cc	69
	1 1 1 1	0 1 0 0 f4	70

Frame

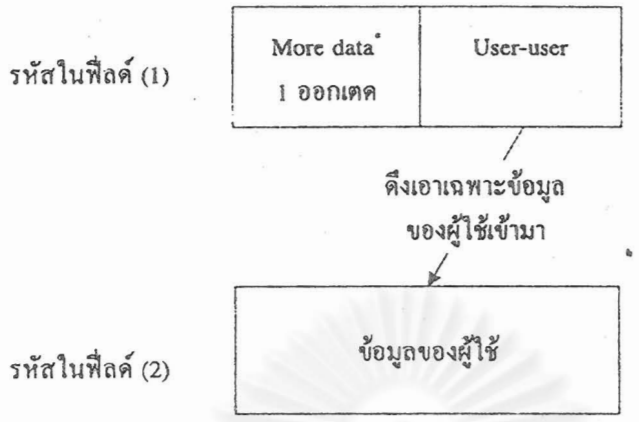
Field	Type of Frame:	No.Octet

รูปที่ 4.35 แสดงเฟรม I (กลุ่มข่าวสาร SETUP, กลุ่มข้อมูล CALL REQUEST) (ต่อ)

3.2.3. การแปลงกลุ่มข่าวสาร USER INFORMATION ไปเป็นกลุ่มข้อมูล DATA

เมื่อโปรแกรมตรวจสอบพบว่ากลุ่มข่าวสารที่เข้ามาแปลงโปรโตคอลคือกลุ่มข่าวสาร USER INFORMATION จะเลือกรหัสประเภทของกลุ่มข้อมูล DATA แทนลงไป สำหรับการให้ค่าบิต M และข้อมูลในฟิลด์ (2) ตามรูปที่ 4.32 แสดงในรูปที่ 4.36

ในรูปที่ 4.37 แสดงตัวอย่างการแปลงเฟรม I ที่บรรจุกลุ่มข่าวสาร USER INFORMATION



หมายเหตุ

* สำหรับข้อมูลของผู้ใช้ที่ไม่จบในกลุ่มข่าวสารเดียวสามารถระบุว่าเป็นกลุ่มข่าวสารต่อกันได้ด้วยฟิลด์นี้ ซึ่งถ้ามีองค์ประกอบข่าว More data ในกลุ่มข่าวสาร USER INFORMATION ให้ตั้งค่าบิต M เป็น 1 ในทางกลับกันหากไม่มีองค์ประกอบข่าว More data ในกลุ่มข่าวสาร USER INFORMATION ให้ตั้งค่าบิต M เป็น 0 ; บิต M บรรจุอยู่ในฟิลด์ประเภทของกลุ่มข้อมูล

สำหรับฟิลด์ที่ไม่ได้ระบุขนาดจะเปลี่ยนแปลงขนาดได้เมื่อนำไปใช้ ซึ่งสามารถศึกษาได้ใน (ITU, 1989 chaps X.25,X.121,Q.931,E.164)

รูปที่ 4.36 ไดอะแกรมของการแปลงเฟรม ISDN ไปเป็นเฟรม X.25 สำหรับเฟรม I ที่บรรจุกลุ่มข่าวสาร USER INFORMATION

Frame								Frame						
Field	Type of Frame:				INFOR_I		No.Octet	Field	Type of Frame:					No.Octet
FLAG	0	1	1	1	1 1 1 0 7e		1	FLAG	0	1	1	1	1 1 1 0 7e	1
ADD_C	0	0	0	0	0 0 1 0 02		2	ADD_C	0	0	0	0	0 0 1 1 03	2
	1	0	0	0	0 0 0 1 81		3	N(S)	0	0	0	0	0 1 0 0 04	3
N(S)	0	0	0	0	0 1 0 0 04		4	N(R):P	0	0	0	0	0 1 1 0 06	4
N(R):P	0	0	0	0	0 1 1 0 06		5	GF:LCG	0	0	0	1	0 0 1 1 13	5
DISCR	0	0	0	0	1 0 0 0 08		6	LCN	0	0	0	0	0 1 1 1 07	6
CAL R	0	0	0	0	0 0 0 1 01		7	PR&S:M	1	1	1	0	0 0 0 0 e0	7
	0	0	0	0	0 1 1 1 07		8	⅋	0	1	0	1	0 1 1 1 57	8
USERI	0	0	1	0	0 0 0 0 20		9	⅋	0	1	0	0	0 0 0 1 41	9
U-U	0	1	1	1	1 1 1 0 7e		10	⅋	0	1	0	0	1 1 1 0 4e	10

รูปที่ 4.37 แสดงเฟรม I (กลุ่มข่าวสาร USER INFORMATION , กลุ่มข้อมูล DCE DATA)

Frame											
Field	Type of Frame:				INFOR_I						No.Octet
L U-U	0	0	0	1	1	0	1	1	1b	11	
DISCR	0	0	0	0	1	0	0	0	08	12	
[illegible]	0	1	0	1	0	1	[illegible]	1	57	13	
[illegible]	0	1	0	0	0	0	0	1	41	14	
[illegible]	0	1	0	0	1	1	1	0	4e	15	
[illegible]	0	1	0	0	1	1	0	0	4c	16	
[illegible]	0	1	0	0	0	0	0	1	41	17	
[illegible]	0	1	0	1	1	0	0	1	59	18	
[illegible]	0	1	0	0	0	0	0	1	41	19	
	0	0	1	0	0	0	0	0	20	20	

Frame											
Field	Type of Frame:										No.Octet
[illegible]	0	1	0	0	1	1	0	0	4c	11	
[illegible]	0	1	0	0	0	0	0	1	41	12	
[illegible]	0	1	0	1	1	0	0	1	59	13	
[illegible]	0	1	0	0	0	0	0	1	41	14	
	0	0	1	0	0	0	0	0	20	15	
[illegible]	0	1	0	1	0	1	1	1	57	16	
[illegible]	0	1	0	0	0	0	0	1	41	17	
[illegible]	0	1	0	1	0	1	0	0	54	18	
[illegible]	0	1	0	0	0	0	1	1	43	19	
[illegible]	0	1	0	0	1	0	0	0	48	20	

Frame											
Field	Type of Frame:				INFOR_I						No.Octet
[illegible]	0	1	0	1	0	1	1	1	57	21	
[illegible]	0	1	0	0	0	0	0	1	41	22	
[illegible]	0	1	0	1	0	1	0	0	54	23	
[illegible]	0	1	0	0	0	0	1	1	43	24	
[illegible]	0	1	0	0	1	0	0	0	48	25	
[illegible]	0	1	0	0	0	0	0	1	41	26	
[illegible]	0	1	0	1	0	0	1	0	52	27	
[illegible]	0	1	0	0	0	0	0	1	41	28	
[illegible]	0	1	0	0	0	0	1	0	42	29	
[illegible]	0	1	0	1	0	1	0	1	55	30	

Frame											
Field	Type of Frame:										No.Octet
[illegible]	0	1	0	0	0	0	0	1	41	21	
[illegible]	0	1	0	1	0	0	1	0	52	22	
[illegible]	0	1	0	0	0	0	0	1	41	23	
[illegible]	0	1	0	0	0	0	1	0	42	24	
[illegible]	0	1	0	1	0	1	0	1	55	25	
[illegible]	0	1	0	0	0	1	0	0	44	26	
[illegible]	0	1	0	1	0	0	1	1	53	27	
[illegible]	0	1	0	0	0	0	0	1	41	28	
[illegible]	0	1	0	1	0	0	1	0	52	29	
[illegible]	0	1	0	0	0	0	0	1	41	30	

Frame											
Field	Type of Frame:										No.Octet
[illegible]	0	1	0	0	0	1	0	0	44	31	
[illegible]	0	1	0	1	0	0	1	1	53	32	
[illegible]	0	1	0	0	0	0	0	1	41	33	
[illegible]	0	1	0	1	0	0	1	0	52	34	
[illegible]	0	1	0	0	0	0	0	1	41	35	
[illegible]	0	1	0	0	1	0	1	1	4b	36	
[illegible]	0	1	0	0	1	0	0	0	48	37	
[illegible]	0	1	0	0	0	0	0	1	41	38	
[illegible]	0	1	0	0	1	1	0	1	4d	39	
FCS	0	1	1	1	0	0	1	1	73	40	

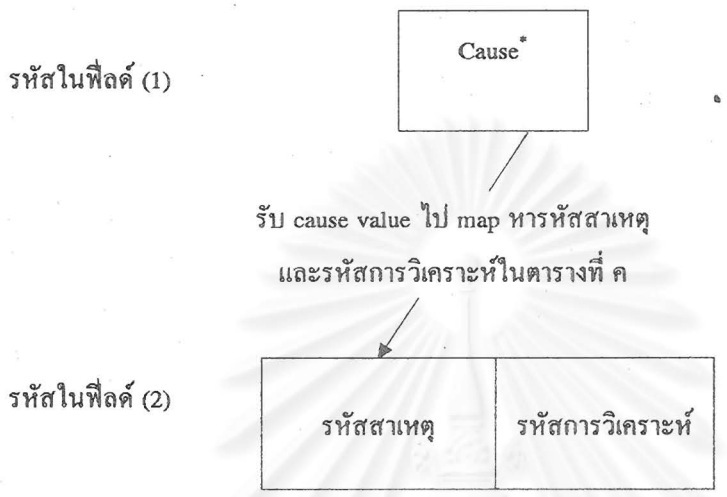
Frame											
Field	Type of Frame:				INFOR_P						No.Octet
[illegible]	0	1	0	0	0	0	0	1	41	28	
[illegible]	0	1	0	1	0	0	1	0	52	29	
[illegible]	0	1	0	0	0	0	0	1	41	30	
[illegible]	0	1	0	0	1	0	1	1	4b	31	
[illegible]	0	1	0	0	1	0	0	0	48	32	
[illegible]	0	1	0	0	0	0	0	1	41	33	
[illegible]	0	1	0	0	1	1	0	1	4d	34	
FCS	1	1	1	0	1	1	1	1	ef	35	
	1	1	1	0	1	0	0	1	e9	36	
FLAG	0	1	1	1	1	1	1	0	7e	37	

รูปที่ 4.37 แสดงเฟรม I (กลุ่มข่าวสาร USER INFORMATION , กลุ่มข้อมูล DCE DATA) (ต่อ)

3.2.4. การแปลงกลุ่มข่าวสาร DISCONNECT, กลุ่มข่าวสาร .RELEASE หรือกลุ่มข่าวสาร RELEASE COMPLETE ไปเป็นกลุ่มข้อมูล CLEAR INDICATION

เมื่อโปรแกรมตรวจสอบพบว่ากลุ่มข่าวสารที่เข้ามาแปลงโปรโตคอลคือกลุ่มข่าวสาร DISCONNECT, กลุ่มข่าวสาร RELEASE หรือกลุ่มข่าวสาร RELEASE COMPLETE จะเลือกรหัสประเภทของกลุ่มข้อมูล CLEAR INDICATION แทนลงไป และฟิลด์ (2) ในรูปที่ 4.32 บรรจุข้อมูลในรูปที่ 4.38

ในรูปที่ 4.39-4.41 แสดงตัวอย่างการแปลงเฟรม I ที่บรรจุกลุ่มข่าวสาร DISCONNECT, กลุ่มข่าวสาร RELEASE และกลุ่มข่าวสาร RELEASE COMPLETE ตามลำดับ



หมายเหตุ

* องค์ประกอบข่าว Cause บรรจุ cause value ขนาด 1 ออกเตด ซึ่งใช้เพื่อระบุสภาวะของเครือข่ายหรือผู้ใช้

สำหรับฟิลด์ที่ไม่ได้ระบุขนาดจะเปลี่ยนแปลงขนาดได้เมื่อนำไปใช้ ซึ่งสามารถศึกษาได้ใน (ITU, 1989, chaps X.25,X.121,Q.931,E.164)

รูปที่ 4.38 ไดอะแกรมของการแปลงเฟรม ISDN ไปเป็นเฟรม X.25 สำหรับเฟรม I ที่บรรจุกลุ่มข่าวสาร DISCONNECT, กลุ่มข่าวสาร RELEASE หรือกลุ่มข่าวสาร RELEASE COMPLETE

Field	Type of Frame:				INFOR_I				No.Octet
FLAG	0	1	1	1	1	1	1	0	7e 1
ADD_C	0	0	0	0	0	0	1	0	02 2
	1	0	0	0	0	0	0	1	81 3
N(S)	0	0	0	0	0	1	0	0	04 4
N(R)!P	0	0	0	0	0	1	1	0	06 5
DISCR	0	0	0	0	1	0	0	0	08 6
CAL R	0	0	0	0	0	0	0	1	01 7
	0	0	0	0	0	1	1	1	07 8
DISCO	0	1	0	0	0	1	0	1	45 9
CAUSE	0	0	0	0	1	0	0	0	08 10

Field	Type of Frame:								No.Octet
FLAG	0	1	1	1	1	1	1	0	7e 1
ADD_C	0	0	0	0	0	0	1	1	03 2
N(S)	0	0	0	0	0	1	0	0	04 3
N(R)!P	0	0	0	0	0	1	1	0	06 4
GF!LCG	0	0	0	1	0	0	1	1	13 5
LCN	0	0	0	0	0	1	1	1	07 6
CLE I	0	0	0	1	0	0	1	1	13 7
CAUSE	0	0	0	0	0	0	0	0	00 8
DIA	0	0	0	0	0	0	0	0	00 9
FCS	1	0	0	1	1	0	1	0	9a 10

รูปที่ 4.39 แสดงเฟรม I (กลุ่มข่าวสาร DISCONNECT, กลุ่มข้อมูล CLEAR INDICATION)

Frame																			
Field	Type of Frame:				INFOR_I							No.Octet	Field	Type of Frame:						No.Octet
CAL R	0	0	0	0	0	0	0	1	01	7	N(S)	0	0	0	0	0	1	0	0	04	3
	0	0	0	0	0	1	1	1	07	8	N(R)!P	0	0	0	0	0	1	1	0	06	4
DISCO	0	1	0	0	0	1	0	1	45	9	GF!LCG	0	0	0	1	0	0	1	1	13	5
CAUSE	0	0	0	0	1	0	0	0	08	10	LCN	0	0	0	0	0	1	1	1	07	6
L CAU	0	0	0	0	0	0	1	0	02	11	CLE I	0	0	0	1	0	0	1	1	13	7
	1	0	0	0	0	0	0	1	81	12	CAUSE	0	0	0	0	0	0	0	0	00	8
CAU V	1	0	0	1	0	0	0	0	90	13	DIA	0	0	0	0	0	0	0	0	00	9
FCS	1	0	1	1	1	1	0	1	bd	14	FCS	1	0	0	1	1	0	1	0	9a	10
	1	0	1	1	0	0	1	0	b2	15		0	0	0	1	0	0	0	1	11	11
FLAG	0	1	1	1	1	1	1	0	7e	16	FLAG	0	1	1	1	1	1	1	0	7e	12

หมายเหตุ - ในเฟรมโปรโตคอล ISDN มี cause value เท่ากับ 16 Normal call clearing ซึ่ง map ได้กับสาเหตุหมายเลข 0 DTE originated, รหัสการวิเคราะห์หมายเลข 0-No additional information ในเฟรมโปรโตคอล X.25

รูปที่ 4.39 แสดงเฟรม I (กลุ่มข่าวสาร DISCONNECT, กลุ่มข้อมูล CLEAR INDICATION) (ต่อ)

Frame																			
Field	Type of Frame:				INFOR_I							No.Octet	Field	Type of Frame:						No.Octet
FLAG	0	1	1	1	1	1	1	0	7e	1	FLAG	0	1	1	1	1	1	1	0	7e	1
ADD_C	0	0	0	0	0	0	1	0	02	2	ADD_C	0	0	0	0	0	0	1	1	03	2
	1	0	0	0	0	0	0	1	81	3	N(S)	0	0	0	0	0	1	0	0	04	3
N(S)	0	0	0	0	0	1	0	0	04	4	N(R)!P	0	0	0	0	0	1	1	0	06	4
N(R)!P	0	0	0	0	0	1	1	0	06	5	GF!LCG	0	0	0	1	0	0	1	1	13	5
DISCR	0	0	0	0	1	0	0	0	08	6	LCN	0	0	0	0	0	1	1	1	07	6
CAL R	0	0	0	0	0	0	0	1	01	7	CLE I	0	0	0	1	0	0	1	1	13	7
	0	0	0	0	0	1	1	1	07	8	CAUSE	0	0	0	1	0	0	0	1	11	8
RELE	0	1	0	0	1	1	0	1	4d	9	DIA	0	1	0	0	0	0	0	0	40	9
CAUSE	0	0	0	0	1	0	0	0	08	10	FCS	1	1	0	1	0	1	1	1	d7	10

Frame																			
Field	Type of Frame:				INFOR_I							No.Octet	Field	Type of Frame:						No.Octet
CAL R	0	0	0	0	0	0	0	1	01	7	N(S)	0	0	0	0	0	1	0	0	04	3
	0	0	0	0	0	1	1	1	07	8	N(R)!P	0	0	0	0	0	1	1	0	06	4
RELE	0	1	0	0	1	1	0	1	4d	9	GF!LCG	0	0	0	1	0	0	1	1	13	5
CAUSE	0	0	0	0	1	0	0	0	08	10	LCN	0	0	0	0	0	1	1	1	07	6
L CAU	0	0	0	0	0	0	1	0	02	11	CLE I	0	0	0	1	0	0	1	1	13	7
	1	0	0	0	0	0	0	1	81	12	CAUSE	0	0	0	1	0	0	0	1	11	8
CAU V	1	1	1	0	0	0	1	1	e3	13	DIA	0	1	0	0	0	0	0	0	40	9
FCS	1	0	0	0	0	0	0	1	81	14	FCS	1	1	0	1	0	1	1	1	d7	10
	1	0	1	0	1	0	0	1	a9	15		1	1	0	1	1	1	1	1	df	11
FLAG	0	1	1	1	1	1	1	0	7e	16	FLAG	0	1	1	1	1	1	1	0	7e	12

หมายเหตุ - ในเฟรมโปรโตคอล ISDN มี cause value เท่ากับ 99 Information element non-existent or not implemented ซึ่ง map ได้กับสาเหตุหมายเลข 17 Remote procedure error, รหัสการวิเคราะห์หมายเลข 64 - Call setup, call clearing or registration problem ในเฟรมโปรโตคอล X.25

รูปที่ 4.40 แสดงเฟรม I (กลุ่มข่าวสาร RELEASE , กลุ่มข้อมูล CLEAR INDICATION)

Frame					Frame					
Field	Type of Frame:			INFOR_I	No.Octet	Field	Type of Frame:			No.Octet
FLAG	0 1 1 1			1 1 1 0 7e	1	FLAG	0 1 1 1	1 1 1 0 7e		1
ADD_C	0 0 0 0			0 0 1 0 02	2	ADD_C	0 0 0 0	0 0 1 1 03		2
	1 0 0 0			0 0 0 1 81	3	N(S)	0 0 0 0	0 1 0 0 04		3
N(S)	0 0 0 0			0 1 0 0 04	4	N(R):P	0 0 0 0	0 1 1 0 06		4
N(R):P	0 0 0 0			0 1 1 0 06	5	GF:LCG	0 0 0 1	0 0 1 1 13		5
DISCR	0 0 0 0			1 0 0 0 08	6	LCN	0 0 0 0	0 1 1 1 07		6
CAL R	0 0 0 0			0 0 0 1 01	7	CLE I	0 0 0 1	0 0 1 1 13		7
	0 0 0 0			0 1 1 1 07	8	CAUSE	0 0 0 1	0 0 0 1 11		8
RELEC	0 1 0 1			1 0 1 0 5a	9	DIA	0 1 0 0	0 0 0 0 40		9
CAUSE	0 0 0 0			1 0 0 0 08	10	FCS	1 1 0 1	0 1 1 1 d7		10

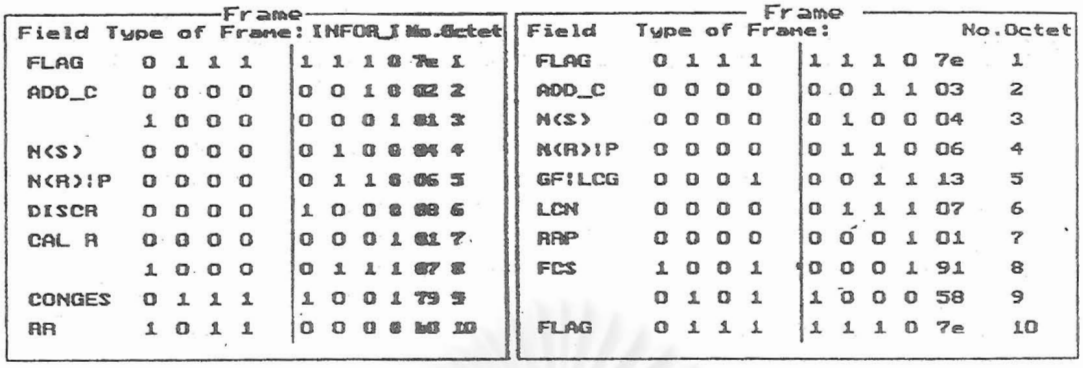
Frame					Frame					
Field	Type of Frame:			INFOR_I	No.Octet	Field	Type of Frame:			No.Octet
CAL R	0 0 0 0			0 0 0 1 01	7	N(S)	0 0 0 0	0 1 0 0 04		3
	0 0 0 0			0 1 1 1 07	8	N(R):P	0 0 0 0	0 1 1 0 06		4
RELEC	0 1 0 1			1 0 1 0 5a	9	GF:LCG	0 0 0 1	0 0 1 1 13		5
CAUSE	0 0 0 0			1 0 0 0 08	10	LCN	0 0 0 0	0 1 1 1 07		6
L CAU	0 0 0 0			0 0 1 0 02	11	CLE I	0 0 0 1	0 0 1 1 13		7
	1 0 0 0			0 0 0 1 81	12	CAUSE	0 0 0 1	0 0 0 1 11		8
CAU V	1 1 1 0			0 0 0 0 e0	13	DIA	0 1 0 0	0 0 0 0 40		9
FCS	1 0 0 0			0 1 1 0 86	14	FCS	1 1 0 1	0 1 1 1 d7		10
	0 0 0 1			1 1 1 1 1f	15		1 1 0 1	1 1 1 1 df		11
FLAG	0 1 1 1			1 1 1 0 7e	16	FLAG	0 1 1 1	1 1 1 0 7e		12

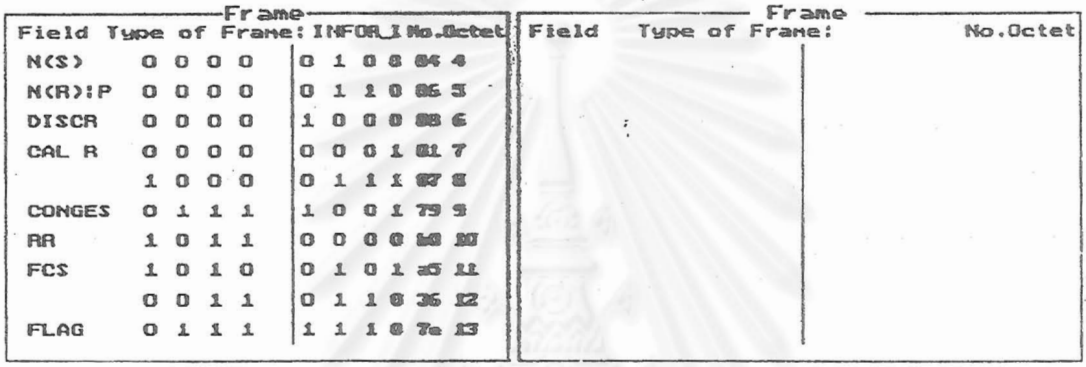
หมายเหตุ - ในเฟรมโปรโตคอล ISDN มี cause value เท่ากับ 96 Mandatory Information element is missing ซึ่ง map ได้กับสาเหตุหมายเลข 17 Remote procedure error, รหัสการวิเคราะห์หมายเลข 64 - Call setup, call clearing or registration problem ในเฟรมโปรโตคอล X.25

รูปที่ 4.41 แสดงเฟรม I (กลุ่มข่าวสาร RELEASE COMPLETE,กลุ่มข้อมูล CLEAR INDICATION)

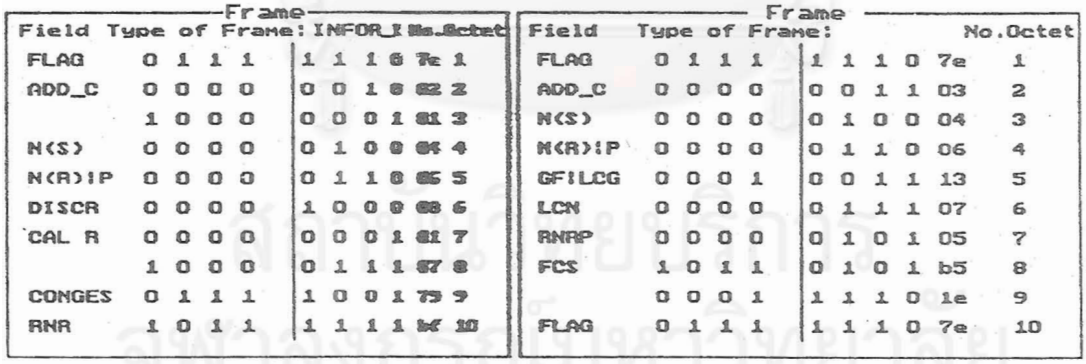
3.2.5. การแปลงกลุ่มข่าวสาร CONGESTION CONTROL ไปเป็นกลุ่มข้อมูล RR หรือ RNR เมื่อโปรแกรมตรวจสอบพบว่ากลุ่มข่าวสารที่เข้ามาแปลงโปรโตคอลคือกลุ่มข่าวสาร CONGESTION CONTROL จะตรวจสอบองค์ประกอบข่าว Congestion level ว่าเป็นรหัส RR หรือ RNR ถ้ารหัสนี้เป็นรหัส RR จะเลือกรหัสประเภทของกลุ่มข้อมูล RR แทนลงไป แต่ถ้ารหัสนี้เป็นรหัส RNR จะเลือกรหัสประเภทของกลุ่มข้อมูล RNR แทนลงไป และฟิลด์ (2) ไม่มีข้อมูลใด ๆ บรรจุเลย

ในรูปที่ 4.42-4.43 แสดงตัวอย่างการแปลงเฟรม I ที่บรรจุกลุ่มข่าวสาร CONGESTION CONTROL ไปเป็นกลุ่มข้อมูล RR และ RNR ตามลำดับ





รูปที่ 4.42 แสดงเฟรม I (กลุ่มข่าวสาร CONGESTION CONTROL , กลุ่มข้อมูล DCE RR)



รูปที่ 4.43 แสดงเฟรม I (กลุ่มข่าวสาร CONGESTION CONTROL , กลุ่มข้อมูล DCE RNR)

Frame

Field	Type of Frame:	INFOR_I	No.Octet
N(S)	0 0 0 0	0 1 0 0 04	4
N(R):P	0 0 0 0	0 1 1 0 06	5
DISCR	0 0 0 0	1 0 0 0 08	6
CAL R	0 0 0 0	0 0 0 1 01	7
	1 0 0 0	0 1 1 1 87	8
CONGES	0 1 1 1	1 0 0 1 79	9
RNR	1 0 1 1	1 1 1 1 bf	10
FCS	0 1 0 1	0 0 1 0 52	11
	1 1 0 0	1 1 1 0 ce	12
FLAG	0 1 1 1	1 1 1 0 7e	13

Frame

Field	Type of Frame:	No.Octet

รูปที่ 4.43 แสดงเฟรม I (กลุ่มข่าวสาร CONGESTION CONTROL , กลุ่มข้อมูล DCE RNR) (ต่อ)

3.2.6. การแปลงกลุ่มข่าวสาร RESTART ไปเป็นกลุ่มข้อมูล CLEAR INDICATION เมื่อโปรแกรมตรวจสอบพบว่ากลุ่มข่าวสารที่เข้ามาแปลงโปรโตคอลคือกลุ่มข่าวสาร RESTART จะเลือกรหัสประเภทของกลุ่มข้อมูล CLEAR INDICATION แทนลงไป และฟิลด์ (2) ในรูปที่ 4.32 บรรจุรหัสสาเหตุหมายเลข 9 และรหัสการวิเคราะห์หมายเลข 0 ดังรูปที่ 4.44

Frame

Field	Type of Frame:	INFOR_I	No.Octet
FLAG	0 1 1 1	1 1 1 0 7e	1
ADD_C	0 0 0 0	0 0 1 0 02	2
	1 0 0 0	0 0 0 1 81	3
N(S)	0 0 0 0	0 1 0 0 04	4
N(R):P	0 0 0 0	0 1 1 0 06	5
DISCR	0 0 0 0	1 0 0 0 08	6
CAL R	0 0 0 0	0 0 0 1 01	7
	1 0 0 0	0 0 0 0 80	8
REST	0 1 0 0	0 1 1 0 46	9
CHANN	0 0 0 1	1 0 0 0 18	10

Frame

Field	Type of Frame:	No.Octet
FLAG	0 1 1 1	1 1 1 0 7e 1
ADD_C	0 0 0 0	0 0 1 1 03 2
N(S)	0 0 0 0	0 1 0 0 04 3
N(R):P	0 0 0 0	0 1 1 0 06 4
GF:LCG	0 0 0 1	0 0 1 1 13 5
LCN	0 0 0 0	0 1 1 1 07 6
CLE I	0 0 0 1	0 0 1 1 13 7
CAUSE	0 0 0 0	1 0 0 1 09 8
DIA	0 0 0 0	0 0 0 0 00 9
FCS	1 0 0 0	0 0 1 0 82 10

Frame

Field	Type of Frame:	INFOR_I	No.Octet
REST	0 1 0 0	0 1 1 0 46	9
CHANN	0 0 0 1	1 0 0 0 18	10
L CHA	0 0 0 0	0 0 0 1 01	11
	1 0 0 0	1 0 0 1 89	12
REST	0 1 1 1	1 0 0 1 79	13
L RES	0 0 0 0	0 0 0 1 01	14
	1 0 0 0	0 0 0 0 80	15
FCS	0 0 1 1	1 0 0 1 39	16
	1 0 1 0	1 1 1 0 ae	17
FLAG	0 1 1 1	1 1 1 0 7e	18

Frame

Field	Type of Frame:	No.Octet
N(S)	0 0 0 0	0 1 0 0 04 3
N(R):P	0 0 0 0	0 1 1 0 06 4
GF:LCG	0 0 0 1	0 0 1 1 13 5
LCN	0 0 0 0	0 1 1 1 07 6
CLE I	0 0 0 1	0 0 1 1 13 7
CAUSE	0 0 0 0	1 0 0 1 09 8
DIA	0 0 0 0	0 0 0 0 00 9
FCS	1 0 0 0	0 0 1 0 82 10
	1 1 0 0	0 1 1 0 c6 11
FLAG	0 1 1 1	1 1 1 0 7e 12

หมายเหตุ - เฟรม I ที่บรรจุกลุ่มข่าวสาร RESTART ในโปรโตคอล ISDN จะ map ได้กับสาเหตุหมายเลข 9 Out of order, รหัสการวิเคราะห์หมายเลข 0 - No additional information ในเฟรมโปรโตคอล X.25

รูปที่ 4.44 แสดงเฟรม I (กลุ่มข่าวสาร RESTART , กลุ่มข้อมูล CLEAR INDICATION)

4. สรุป

- ซอฟต์แวร์เครือข่าย ISDN ประกอบไปด้วยโปรแกรมเมนูหลัก, โปรแกรมจัดการเกี่ยวกับวิธีดำเนินการ, โปรแกรมสร้างเฟรมแบบต่าง ๆ, โปรแกรมแทรกบิต stuff, โปรแกรมเอาบิต stuff ออก, โปรแกรมคำนวณค่า FCS และแทรกค่า FCS ลงในเฟรม, โปรแกรมตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของเฟรมที่ได้รับ, โปรแกรมแปลงโปรโตคอลจาก ISDN ไปเป็น X.25, โปรแกรมส่งและรับข้อมูลผ่านพอร์ทอนุกรม, โปรแกรมแสดงข้อมูลในเฟรม และโปรแกรมย่อยอื่นๆ

- ซอฟต์แวร์ผู้ใช้ ISDN ส่วนใหญ่ประกอบด้วยโปรแกรมเช่นเดียวกับซอฟต์แวร์เครือข่าย แต่ซอฟต์แวร์ผู้ใช้ไม่มีโปรแกรมการแปลงโปรโตคอล และมีโปรแกรมเมนูหลักที่แตกต่างกัน

- ประสิทธิภาพและขอบเขตความสามารถของซอฟต์แวร์ทั้งสองส่วนศึกษาได้ในบทถัดไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

ผลการทดสอบ

ระบบที่ทดสอบใช้ PC รุ่น 80486DX2-66 เป็น PC1 และใช้ PC รุ่น 80286 เป็น PC2 รับ-ส่งข้อมูลด้วยความเร็ว 2400 baud rate เนื่องจาก I/O card ที่ใช้เป็นตัวเชื่อมต่อกับสาย null modem ส่วนใหญ่สามารถรับ-ส่งได้ถึงความเร็ว 2400 baud rate

1. ทดสอบการติดต่อระหว่างผู้ใช้และเครือข่าย

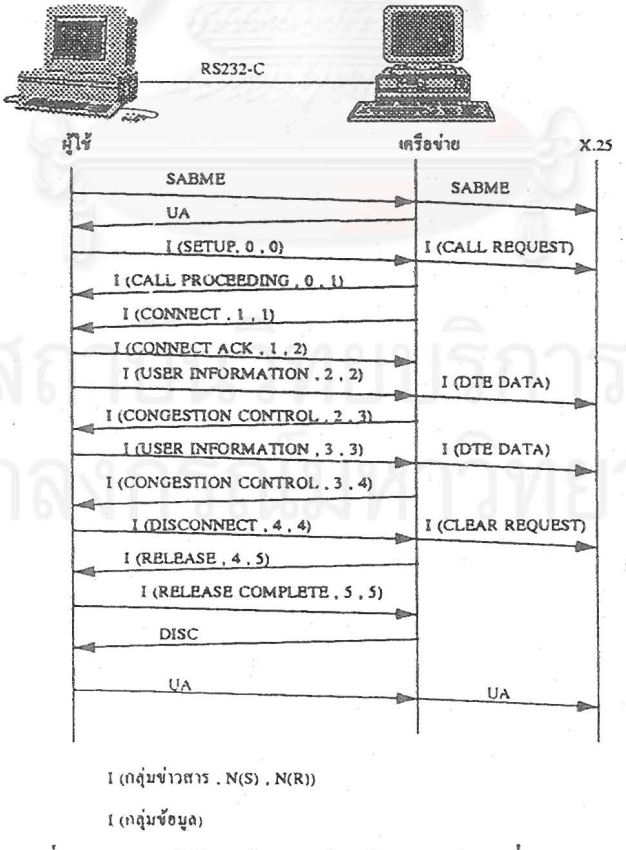
ตัวอย่างของการทดสอบ

ก. กำหนดสภาวะของการติดต่อ

ผู้ใช้ต้องการติดต่อกับเครือข่าย โดยต้องการส่งข้อมูลมีความยาว 2 กลุ่มข่าวสาร USER INFORMATION ใช้วิธีดำเนินการส่งแบบ Enbloc

ข. ผลการทดลอง

ผู้ใช้สามารถติดต่อกับเครือข่ายได้โดยมีวิธีดำเนินการดังรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 แสดงวิธีดำเนินการติดต่อของระบบที่ออกแบบ

ตารางที่ 5.1 ผลการทดสอบการติดต่อระหว่างผู้ใช้และเครือข่าย

ครั้งที่	จำนวนของกลุ่มข่าวสาร USER INFOR/ วิธีดำเนินการส่ง	ไม่ชนและส่งสำเร็จ (เฟรม)	ไม่ชนแต่ส่งไม่สำเร็จ (เฟรม)	ชนและส่งสำเร็จ (เฟรม)	ชนและส่งไม่สำเร็จ (เฟรม)	RR (เฟรม)	REJ (เฟรม)	SABME (เฟรม)	DISC (เฟรม)	UA (เฟรม)	I										
											SETUP (เฟรม)	SETUP ACK (เฟรม)	INFOR (เฟรม)	CALL PRO (เฟรม)	CONN (เฟรม)	CONN ACK (เฟรม)	USER (เฟรม)	CONG (เฟรม)	DISC (เฟรม)	REL (เฟรม)	REL COM (เฟรม)
1-4	1/E	10.50	0.25	3.75	0.50	1.00	0.00	1.25	1.00	2.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5-8	1/O	12.50	0.00	2.75	0.00	0.00	0.00	1.00	1.25	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
9-12	2/E	13.00	0.25	5.00	0.25	2.75	0.25	1.00	1.00	2.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00
13-16	2/O	14.50	0.00	5.00	0.50	1.75	0.25	1.00	1.00	2.00	1.25	1.25	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00
17-20	3/E	15.50	0.00	7.00	0.00	5.00	0.50	1.00	1.00	2.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	3.00	3.00	1.00	1.00	1.00
21-24	3/O	17.75	0.00	6.75	0.25	5.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	2.50	1.00	1.00	1.00
25-28	4/E	18.00	0.00	9.00	0.25	7.25	0.75	1.00	1.00	2.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	4.50	3.50	1.00	1.00	1.00
29-32	4/O	19.50	0.50	9.75	0.25	7.75	1.25	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	4.25	3.00	1.00	1.00	1.00
33-36	5/E	21.25	0.25	9.00	0.00	7.00	1.50	1.00	1.00	2.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.25	1.00	6.00	4.50	1.00	1.00	1.00
37-40	5/O	22.50	0.25	8.25	0.75	6.75	1.25	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	6.25	3.50	1.00	1.00	1.00

E : Enbloc

O : Overlap

หมายเหตุ จำนวนเฟรมในแต่ละช่องเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดสอบ 4 ครั้ง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ในการทดสอบ 40 ครั้งแบ่งเป็นการใช้วิธีดำเนินการส่งแบบ enbloc และ overlap อย่างละเท่าๆกัน ในแต่ละแบบของการส่งได้แบ่งการทดสอบตามจำนวนของการส่งกลุ่มข่าวสาร USER INFORMATION เป็น 1-5 กลุ่มข่าวสารจำนวนกลุ่มข่าวสารละ 4 ครั้ง ตารางที่ ๖.1 แสดงจำนวนเฟรมเฉลี่ยในแต่ละประเภทของเฟรมสำหรับแต่ละจำนวนของกลุ่มข่าวสาร USER INFORMATION

ได้ผลการทดสอบดังต่อไปนี้

- คำนวณประสิทธิภาพของการเชื่อมโยงในภาคผนวก ฉ และสรุปไว้ในบทที่ 6

- เครือข่ายสามารถตรวจสอบและกำหนดค่า TEI, Call reference, หมายเลขผู้เรียก, หมายเลขผู้ถูกเรียก และกำหนดวิธีดำเนินการส่ง (Enbloc หรือ Overlap) ได้

- จำนวนของเฟรมและกลุ่มข่าวสารในแต่ละประเภทถูกต้องตามที่กำหนดในมาตรฐาน CCITT Q.921 และ Q.931

- สังเกตที่เฟรม DISC ในครั้งที่ 5-8 ที่มีจำนวนของเฟรมมากกว่า 1 เนื่องมาจากในครั้งที่ 7 ของการทดสอบมีการส่งซ้ำเฟรมนี้เพราะการส่งครั้งแรกไม่ได้รับการตอบรับ และในกรณีที่เฟรม I ซึ่งบรรจุกลุ่มข่าวสารที่ใช้ในการก่อตั้งและยกเลิกการเรียกมีจำนวนของเฟรมมากกว่า 1 ก็เนื่องมาจากเฟรม I ที่ส่งออกไปแล้วไม่ได้รับการตอบรับจึงต้องมีการส่งซ้ำเช่นกัน

- สำหรับเฟรม I ที่บรรจุกลุ่มข่าวสาร USER INFORMATION และกลุ่มข่าวสาร CONGESTION CONTROL มีจำนวนเฟรมในการส่งไม่เท่ากับจำนวนของเฟรมที่กำหนดไว้เนื่องมาจากเกิดการชนกันบ่อยครั้ง หรือเกิดจากการเกิดสภาวะความคลาดเคลื่อนของหมายเลขส่ง

- เมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนในการส่งเฟรม หรือเกิดสภาวะความคลาดเคลื่อนของหมายเลขส่ง ผู้ใช้หรือเครือข่ายสามารถกู้ข้อมูลได้ (วิธีกู้ข้อมูลจากสภาวะกู้ข้อมูลด้วยตัวจับเวลา (timer recovery) หรือ สภาวะยกเว้น REJ (REJ exception condition) (ITU, 1989 chap. Q.921))

หมายเหตุ สังเกตว่าการรับ-ส่งข้อมูลระหว่าง PC1 และ PC2 สำเร็จมีความเป็นไปได้สูงจึงสามารถประสบความสำเร็จในการเชื่อมโยงได้ทุกครั้งที่ทดลอง

2. ทดสอบการแปลงโปรโตคอล

ในการทดสอบการแปลงโปรโตคอลเป็นการตรวจดูเฟรมที่ได้รับจากการแปลงให้ตรงกับโปรโตคอลที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน CCITT X.25 ซึ่งในที่นี้สามารถตรวจดูตัวอย่างเฟรมของโปรโตคอล X.25 ที่ได้รับจากการแปลงได้ในบทที่ 4

บทที่ 6
บทสรุป

ในงานวิจัยเพื่อแปลงโปรโตคอลจาก ISDN ไปเป็น X.25 ได้รับการออกแบบและพัฒนาเกี่ยวกับการจำลองการติดต่อระหว่างผู้ใช้ (PC2) และเครือข่าย (PC1) ในชั้นดาตาลิงค์และชั้นเนตเวิร์กด้วยโปรโตคอล ISDN รวมไปถึงการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างฟิลด์ต่างๆในแต่ละโปรโตคอลแล้วนำมาทำให้เกิดผลสามารถแปลงโปรโตคอลจาก ISDN ไปเป็น X.25 เป็นสำคัญ

การออกแบบซอฟต์แวร์จำลองการติดต่อระหว่างผู้ใช้และเครือข่ายได้ละเว้นบางวิธีดำเนินการที่ได้บัญญัติใน CCITT อันได้แก่ การจัดการเกี่ยวกับค่า TEI, การเกิดสภาวะไม่ว่างและวิธีดำเนินการเมื่อได้รับหรือส่งเฟรม RNR, การตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของกลุ่มข่าวสารสำหรับกลุ่มข่าวสารควบคุมการเรียกผู้ใช้-เครือข่าย Q.931, การแจ้ง diagnostic ในองค์ประกอบข่าว Cause และ การสัญญาณระหว่างผู้ใช้ในบริการที่ 1 และ 2 สำหรับวิธีดำเนินการที่ได้ออกแบบไว้มีการตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของเฟรม, การตรวจสอบความถูกต้องของเฟรม, การกู้ข้อมูลโดยตัวจับเวลาและการตรวจสอบหมายเลขลำดับส่งของเฟรม I, การบรรจุองค์ประกอบข่าวที่จำเป็นในแต่ละกลุ่มข่าวสาร (ดังบทที่ 4), การสัญญาณระหว่างผู้ใช้ในบริการที่ 3, การแบ่งข้อมูลของผู้ใช้เป็นกลุ่มข่าวสารและการรวมข้อมูลของผู้ใช้ที่ได้รับจากกลุ่มข่าวสาร

การออกแบบซอฟต์แวร์แปลงโปรโตคอลจาก ISDN ไปเป็น X.25 ได้ครอบคลุมการแปลงระหว่างฟิลด์ต่าง ๆ ในตารางที่ 4.1-4.3 และได้แสดงตัวอย่างการแปลงโปรโตคอลในบทที่ 4

1. สรุปผลการทดสอบ

1.1. การติดต่อระหว่าง PC1 และ PC2 เริ่มต้นที่ก่อตั้งการติดต่อจวบจนยกเลิกการติดต่อชั้นดาตาลิงค์ประสบความสำเร็จคิดเป็น 100 % ของการทดสอบ 40 ครั้ง

1.2. เกิดความคลาดเคลื่อนในการส่งเฟรมที่ไม่มีการชนกัน 0.64%ของการส่งเฟรมทั้งหมด

1.3. เกิดความคลาดเคลื่อนในการส่งเฟรมที่มีการชนกัน 1.17% ของการส่งเฟรมทั้งหมด

1.4. ประสบความสำเร็จในการส่งเฟรม 98.20% ของการส่งเฟรมทั้งหมด

1.5. เกิดการชนกันของเฟรม 29.30% ของการส่งเฟรมทั้งหมด

1.6. เกิดความคลาดเคลื่อนในการส่งเฟรมที่มีการชนกัน 3.99% ของการส่งเฟรมที่มีการชน

หมายเหตุ สังเกตว่าการรับ-ส่ งข้อมูลระหว่าง PC1 และ PC2 ประสบผลสำเร็จอย่างสูงจึงสามารถทำการเชื่อมโยงสำเร็จ 100% ได้

2. วิจารณ์และข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาโปรแกรมการแปลงโปรโตคอลจาก ISDN ไปเป็น X.25 ตามมาตรฐาน CCITT (Q.921, Q.931, X.25, E.164, E.166, X.121 และ T.50) ซึ่งนิยามวิธีดำเนินการและพารา-มิเตอร์ต่าง ๆ ในรายละเอียดระดับหนึ่ง แต่ไม่ระบุถึงบางอย่างที่ใช้ในการทำให้เกิดผลเป็นผู้ใช้หรือเครือข่าย ดังเช่น รูปแบบของฟิลด์ diagnostic ในองค์ประกอบข่าว Cause, บางฟิลด์ในองค์ประกอบ-ข่าว Facility, Prefix ใน numbering plan interworking เป็นต้น ซึ่งจะละเว้นหรือสมมุติค่าขึ้นใช้ในงานวิจัยนี้ ลักษณะที่อ้างอิงตามมาตรฐาน เช่น ลักษณะของเฟรม, รหัสต่าง ๆ ในเฟรมและวิธีดำเนินการหลัก ๆ ที่มาตรฐานได้กำหนดไว้เพื่อให้ใช้ร่วมกับเครือข่ายอื่นได้ ผลงานวิจัยจึงมีการทำงานไม่ครบถ้วนเสียทีเดียวคือขาดบางวิธีดำเนินการหรือบางรหัส เช่น ขาดวิธีดำเนินการที่เกี่ยวกับสภาวะไม่ว่างเนื่องมาจากระบบที่จำลองเอง แต่โดยรวมแล้วการจำลองการติดต่อระหว่างผู้ใช้และเครือข่ายก็ให้ผลในความสามารถการเชื่อมโยงสำเร็จได้เป็นที่น่าพอใจในเงื่อนไขที่ว่าการรับ-ส่งข้อมูลผ่าน PC มีความสำเร็จอย่างสูง แต่ถ้าหากการรับ-ส่งเฟรมระหว่าง PC มีความเป็นไปได้ต่ำลง ผลการรันวิธีดำเนินการติดต่อสำเร็จก็จะเป็นไปได้ยากขึ้น

ในการแปลงโปรโตคอลฟิลด์บางฟิลด์ของเฟรมในโปรโตคอล ISDN สามารถ map อย่างสมบูรณ์ (ลอกมาได้) กับฟิลด์ในเฟรมโปรโตคอล X.25 ได้เช่น ฟิลด์ควบคุม , ฟิลด์ข้อมูลในเฟรม FRMR บางฟิลด์จะต้องมาปรุงแต่งให้เป็นรหัสของโปรโตคอล X.25 เช่น ฟิลด์ตำแหน่งที่อยู่, ฟิลด์หมายเลขผู้เรียกและผู้ถูกเรียก, Call reference, องค์ประกอบข่าว More data และในบางกรณีจะต้องทำการเพิ่มเติมรหัสลงในเฟรมให้ตรงตามมาตรฐานของโปรโตคอล X.25 เช่น ฟิลด์สิ่งอำนวยความ-สะดวก ทั้งนี้ได้แสดงเฟรมที่สามารถแปลงโปรโตคอลได้ทั้งหมดไว้ในบทที่ 4

นอกจากนี้งานวิจัยได้แสดงการเชื่อมโยงระหว่างผู้ใช้และเครือข่ายในแต่ละขั้นตอนของการส่งหรือรับเฟรมแต่ละเฟรมตามมาตรฐานโปรโตคอล ISDN รวมทั้งแสดงหน้าที่ของบางออกเตดหลักๆในเฟรม

ปัญหาและข้อเสนอแนะของงานวิจัยนี้

1. ในการรับ-ส่งเฟรมข้าม PC ได้เกิดปัญหาขึ้นมาก คือ เกิดการรับเฟรมไม่ได้ทุกออกเตดที่ด้านตรงข้ามส่งออกมา เนื่องมาจากการเรียก interrupt ของ DOS เพื่อรับ-ส่งข้อมูล PC จะมีช่วงเวลาที่รับข้อมูลแต่ละออกเตดได้เฉพาะช่วงที่มีพัลซ์ส่งเข้ามาเท่านั้น ซึ่งถ้าหากด้านรับรับไม่ทันก็จะได้ข้อมูลผิด ๆ เข้ามา แม้จะเขียนซอฟต์แวร์ป้องกันการรับข้อมูลผิดดังที่กล่าวไว้ในบทที่ 4 แล้วก็ตามแต่ยังคงเกิดปัญหานี้ขึ้นอีก ปัญหาเช่นนี้อาจเกิดขึ้นจากการเขียนโปรแกรมในโหมดกราฟิกส์ทำให้ไม่สามารถควบคุมเวลาที่มาอ่านค่าจากพอร์ทได้ จึงอาจจะต้องปรับปรุงโปรแกรมส่วนนี้ต่อไป

2. ในการทำระบบของการแปลงโปรโตคอลระหว่าง ISDN กับ X.25 ให้สมบูรณ์ควรจะทำวิธีการแปลงโปรโตคอลจาก X.25 ไปเป็น ISDN ขึ้นด้วย ซึ่งอาจจะออกแบบระบบเป็นการติดต่อระหว่างผู้ใช้ PC2 และ PC3 โดยผ่านเครือข่าย PC1

3. ในการจำลองการติดต่อระหว่างผู้ใช้และเครือข่าย แต่ละด้านจะมีซอฟต์แวร์ตรวจสอบความถูกต้องของเฟรมซึ่งเป็นสิ่งที่เพียงพอสำหรับการจำลองนี้ แต่ในระบบจริง ๆ นั้นผู้ใช้และเครือข่ายต้องสามารถตรวจสอบความถูกต้องของกลุ่มข่าวสารได้ด้วย จึงจะต้องปรับปรุงซอฟต์แวร์ต่อไปอีกเพื่อให้สามารถใช้ตรวจสอบความถูกต้องของเฟรมในโปรโตคอล ISDN ได้อย่างแท้จริง

4. สำหรับจุดประสงค์ของการทำงานวิจัยในข้อที่ว่าเพื่อให้ผู้ที่สนใจใช้ในการศึกษาถึงรหัสในฟิลด์ต่าง ๆ ของเฟรมแต่ละประเภท, ลำดับขั้นตอนของวิธีดำเนินการ และการดำเนินไปของพารามิเตอร์ที่ใช้ในระบบ โปรแกรมได้ให้รายละเอียดไว้ระดับหนึ่งหากต้องการทำเพิ่มเติมเพื่อให้ความรู้ความเข้าใจมากขึ้นก็สามารถทำต่อไปได้

5. ในการทำการทดสอบกับระบบที่ให้บริการอยู่จริง เนื่องจากองค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทยที่ให้บริการ ISDN ยังไม่มีบริการกลุ่มข้อมูล ดังนั้นจึงไม่มีความพร้อมในการต่อกับระบบจริง และไม่มีสถานที่ที่สามารถใช้ในการทดสอบการแปลงโปรโตคอลระหว่าง ISDN กับ X.25 ด้วยระบบจริง ๆ ได้

6. ในการเริ่มต้นหรือพัฒนาฮาร์ดแวร์หรือซอฟต์แวร์ของอุปกรณ์เชื่อมเครือข่ายต่างระบบหรือ TA อาจนำโปรแกรมนี้ไปประยุกต์หรือพัฒนาเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ได้

7. ในปัจจุบันมีผู้ใช้ ISDN ต้องการติดต่อกับเครือข่าย X.25 (PSPDN) มากขึ้นเนื่องจากเครือข่าย X.25 ได้ให้บริการมานานกว่าจึงมีผู้ใช้บริการอยู่มากทำให้มีแหล่งข้อมูลข่าวสารมากด้วย การแปลงโปรโตคอลสามารถสนับสนุนการเชื่อมโยงนี้ได้ ซึ่งการเข้าถึงเครือข่าย X.25 โดยผู้ใช้ ISDN นี้ใช้เวลาน้อยกว่าการเรียกผ่านโมเด็ม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ประสิทธิ์ ทีฆพุฒิ , โครงข่ายบริการสื่อสารร่วมระบบดิจิตอล. วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ , 2535.

ภาษาอังกฤษ

Duncan R. Advanced MSDOS. America:Ray Duncan , 1986. pp. 427-431.

Godfrey, J. , T. Applied C The IBM microcomputer. America:Prentice-Hall , 1990.

Hewlett-Packard Co. X.25:The PSN connection an explanation of recommendation X.25. France:Hewlett-Packard, 1985.

International Telecommunication Union. Telephone network and ISDN - Operation, numbering , routing and mobile service. CCITT Blue book vol. II-fascicle II.2. Geneva:n.p. ,1989. chaps. Recommendation E.164 and Recommendation E.166.

_____. Digital subscriber signalling system No.1 (DSS1), data link layer. CCITT Blue book vol. VI - fascicle VI.10. Geneva:n.p. ,1989. chaps. Recommendation Q.920 - Q.921 .

_____. Digital subscriber signalling system No.1 (DSS1), network layer, user-network management. CCITT Blue book vol. VI - fascicle VI.11. Geneva:n.p. ,1989. chap. Recommendation Q.931.

_____. Terminal equipment and protocols for telematic services. CCITT Blue book vol. VII - fascicle VII.3. Geneva:n.p. ,1989. chap. Recommendation T.50.

_____. Data communication networks: services and facilities, interfaces. CCITT Blue book vol. VIII - fascicle VIII.2. Geneva:n.p. ,1989. chaps. Recommendation X.25

_____. Data communication networks: transmission, signalling and switching, network aspects, maintenance and administrative arrangements. CCITT Blue book vol. VIII - fascicle VIII.3. Geneva:n.p. ,1989. chaps. Recommendation X.75 and Recommendation X.121.

Kessler, G. , C. ISDN. Singapore:McGRAW-HILL , 1991.

Kokusai Denshin Denwa Co., Ltd. Overview of ISDN. Japan:Kokusai Denshin Denwa , 1987.

Markley, R. , W. Data Communications And Interoperability. America:Prentice-Hall , 1990.

Paper printed from protocol analizer. Example of connected ISDN protocol.

Bangkok:The Telephone Organization of Thailand ,1994. (Mimeographed)

Stallings, W. Data and computer communications. Singapore:Macmillan , 1991.

Tredinnick, I. X.25:A new lease of life with ISDN. Telecommunications. n.d.(March 1995) :74,77.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

ข้อมูลเกี่ยวกับฟิลด์ตำแหน่งที่อยู่ของ DTE ผู้เรียกและผู้ถูกเรียกของโปรโตคอล X.25

ฟิลด์ตำแหน่งที่อยู่ของ DTE ผู้เรียกและผู้ถูกเรียกอาจประกอบด้วยตำแหน่งที่อยู่หลักและตำแหน่งที่อยู่ประกอบ แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะตำแหน่งที่อยู่หลัก

เมื่อบิต A=0 ตำแหน่งที่อยู่หลักจะมีรูปแบบดังอธิบายใน (ITU, 1989 chap.X.121) (รวม prefix และ/หรือ escape code)

เมื่อบิต A=1 ตำแหน่งที่อยู่หลักอธิบายในรูปที่ ก.1

type of address subfield (TOA) (ตารางที่ ก.1)	numbering plan identification subfield (NPI) (ตารางที่ ก.2)	address digit subfield
1 semi-octet	1 semi-octet	

รูปที่ ก.1 รูปแบบของตำแหน่งที่อยู่หลักเมื่อตั้งค่าบิต A เป็น 1

ตารางที่ ก.1 การเข้ารหัสของ The type of address subfield

8 7 6 5 หรือ 4 3 2 1 (หมายเหตุ 1)	type of address
0 0 0 0	Network-dependent number
0 0 0 1	International number (หมายเหตุ 2)
0 0 1 0	National number
to be defined	Complementary address alone
other value	Reserved

หมายเหตุ 1 - สำหรับ type of address subfield ของ DTE ผู้ถูกเรียกใช้บิต 8-5 และ type of address subfield ของ DTE ผู้เรียกจะใช้บิต 4-1 ถ้าฟิลด์ตำแหน่งที่อยู่ของ DTE ผู้ถูกเรียกไม่ครบออกเตค ในกรณีอื่นๆ type of address subfield ของ DTE ผู้เรียกใช้บิต 8-5

หมายเหตุ 2 - สำหรับ Q.931 prefix หรือ escape code ไม่ควรรวมอยู่ใน address digit subfield

ตารางที่ ก.2 การเข้ารหัสของ The numbering plan identification subfield

8 7 6 5 หรือ 4 3 2 1 (หมายเหตุ 1)	numbering plan identification
0 0 0 1	ISDN numbering plan (หมายเหตุ 2)
0 0 1 1	X.121
to be defined	Network-dependent
other value	Reserved (หมายเหตุ 2)

หมายเหตุ 1 - สำหรับ numbering plan identification subfield ของ DTE ผู้ถูกเรียกใช้บิต 4-1 และ numbering plan identification subfield ของ DTE ผู้เรียกจะใช้บิต 8-5 ถ้าฟิลด์ตำแหน่งที่อยู่ของ DTE ผู้ถูกเรียกไม่ครบออกเตด ในกรณีอื่นๆ numbering plan identification subfield ของ DTE ผู้เรียกใช้บิต 4-1

หมายเหตุ 2 - สมนัยกับ numbering plan ที่ระบุใน (ITU, 1989 chap.Q.931)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

รหัสสาเหตุและรหัสการวิเคราะห์ของโปรโตคอล X.25

ตารางที่ ข.1 รหัสของฟิลด์สาเหตุในกลุ่มข้อมูล CLEAR REQUEST, RESET REQUEST และ RESTART REQUEST

	8	7	6	5	4	3	2	1
Local DTE originated	0	0	0	0	0	0	0	0
Remote DTE originated	1	X	X	X	X	X	X	X

หมายเหตุ X หมายถึงการให้ค่าเป็น 0 หรือ 1

ตารางที่ ข.2 รหัสของฟิลด์สาเหตุในกลุ่มข้อมูล CLEAR INDICATION

	8	7	6	5	4	3	2	1
Local DTE originated	0	0	0	0	0	0	0	0
Remote DTE originated	1	X	X	X	X	X	X	X
Number busy	0	0	0	0	0	0	0	1
Out of order	0	0	0	0	1	0	0	1
Remote procedure error	0	0	0	1	0	0	0	1
Reverse charging acceptance not subscribed	0	0	0	1	1	0	0	1
Incompatible destination	0	0	1	0	0	0	0	1
Fast select acceptance not subscribed	0	0	1	0	1	0	0	1
Ship absent	0	0	1	1	1	0	0	1
Invalid facility request	0	0	0	0	0	0	1	1
Access barred	0	0	0	0	1	0	1	1
Local procedure error	0	0	0	1	0	0	1	1
Network congestion	0	0	0	0	0	1	0	1
Not obtainable	0	0	0	0	1	1	0	1
RPOA out of order	0	0	0	1	0	1	0	1

หมายเหตุ X หมายถึงการให้ค่าเป็น 0 หรือ 1

ตารางที่ ข.3 รหัสของฟิลด์สาเหตุในกลุ่มข้อมูล RESET INDICATION

	8	7	6	5	4	3	2	1
Local DTE originated	0	0	0	0	0	0	0	0
Remote DTE originated	1	X	X	X	X	X	X	X
Out of order	0	0	0	0	0	0	0	1
Remote procedure error	0	0	0	0	0	0	1	1
Local procedure error	0	0	0	0	0	1	0	1
Network congestion	0	0	0	0	0	1	1	1
Remote DTE operational	0	0	0	0	1	0	0	1
Network operational	0	0	0	0	1	1	1	1
Incompatible destination	0	0	0	1	0	0	0	1
Network out of order	0	0	0	1	1	1	0	1

หมายเหตุ X หมายถึงการให้ค่าเป็น 0 หรือ 1

ตารางที่ ข.4 รหัสของฟิลด์สาเหตุในกลุ่มข้อมูล RESTART INDICATION

	8	7	6	5	4	3	2	1
Local procedure error	0	0	0	0	0	0	0	1
Network congestion	0	0	0	0	0	0	1	1
Network operational	0	0	0	0	0	1	1	1
Registration/cancellation confirmed	0	1	1	1	1	1	1	1

รหัสการวิเคราะห์ที่บรรจุในกลุ่มข้อมูล CLEAR INDICATION, RESET INDICATION, RESTART INDICATION, REGISTRATION CONFIRMATION และ DIAGNOSTIC ศึกษาได้จาก (ITU, 1989 chap.X.25)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

Mapping of Q.931 cause field to X.25 cause field

ตารางที่ ค ตารางแสดง Mapping cause field จากโปรโตคอล Q.931 ไป X.25

Cause value 7 6 5 4 3 2 1	No. Cause	Q.931 Cause	Q.931 Diagnostic	No. X.25 Cause	No. X.25 diagnostic
0 0 0 0 0 0 1	1	Unallocated (unassigned) number	หมายเหตุ 1	13	67
0 0 0 0 0 1 0	2	No route to specified transit network	หมายเหตุ 1	-	-
0 0 0 0 0 1 1	3	No route to destination	หมายเหตุ 1	13	67
0 0 0 0 1 1 0	6	Channel unacceptable	-	17	64
0 0 0 0 1 1 1	7	Call awarded and being delivered in an established channel	-	-	-
0 0 1 0 0 0 0	16	Normal call clearing	หมายเหตุ 1	0	0
0 0 1 0 0 0 1	17	User busy	-	1	71
0 0 1 0 0 1 0	18	No user responding	-	17	64
0 0 1 0 0 1 1	19	No answer from user (user alerted)	-	17	64
0 0 1 0 1 0 1	21	Call rejected	หมายเหตุ 1	0	0
0 0 1 0 1 1 0	22	Number changed	หมายเหตุ 1	13	67
0 0 1 1 0 1 0	26	Non-selected user clearing	-	-	-
0 0 1 1 0 1 1	27	Destination out of order	-	9	0
0 0 1 1 1 0 0	28	Invalid number format	-	19	67
0 0 1 1 1 0 1	29	Facility rejected	หมายเหตุ 1	-	-
0 0 1 1 1 1 0	30	Response to STATUS ENQUIRY	-	-	-
0 0 1 1 1 1 1	31	Normal , unspecified	-	0	0

ตารางที่ ค ตารางแสดง Mapping cause field จากโปรโตคอล Q.931 ไป X.25 (ต่อ)

Cause value 7 6 5 4 3 2 1	No. Cause	Q.931 Cause	Q.931 Diagnostic	No. X.25 Cause	No. X.25 diagnostic
0 1 0 0 0 1 0	34	No circuit/channel available	-	1	71
0 1 0 0 1 1 0	38	Network out of order	-	9	0
0 1 0 1 0 0 1	41	Temporary failure	-	9	0
0 1 0 1 0 1 0	42	Switching equipment congestion	-	5	0
0 1 0 1 0 1 1	43	Access information discarded	หมายเหตุ 1	-	-
0 1 0 1 1 0 0	44	Requested circuit/channel not available	-	1	71
0 1 0 1 1 1 1	47	Resources unavailable , unspecified	-	5	0
0 1 1 0 0 0 1	49	Quality of service unavailable	หมายเหตุ 1	5	0
0 1 1 0 0 1 0	50	Requested facility not subscribed	หมายเหตุ 1	-	-
0 1 1 1 0 0 1	57	Bearer capability not authorized	หมายเหตุ 1	33	0
0 1 1 1 0 1 0	58	Bearer capability not presently available	หมายเหตุ 1	17	64
0 1 1 1 1 1 1	63	Service or option not available , unspecified	-	17	64

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค ตารางแสดง Mapping cause field จากโปรโตคอล Q.931 ไป X.25 (ต่อ)

Cause value 7 6 5 4 3 2 1	No. Cause	Q.931 Cause	Q.931 Diagnostic	No. X.25 Cause	No. X.25 diagnostic
1 0 0 0 0 0 1	65	Bearer capability not implemented	หมายเหตุ 1	33	0
1 0 0 0 0 1 0	66	Channel type not implemented	หมายเหตุ 1	17	64
1 0 0 0 1 0 1	69	Requested facility not implemented	หมายเหตุ 1	-	-
1 0 0 0 1 1 0	70	Only restricted digital information bearer capability is available	-	-	-
1 0 0 1 1 1 1	79	Service or option not implemented , unspecified	-	17	64
1 0 1 0 0 0 1	81	Invalid call reference value	-	17	64
1 0 1 0 0 1 0	82	Identified channel does not exist	หมายเหตุ 1	17	64
1 0 1 0 0 1 1	83	A suspended call exists , but this call identity does not	-	-	-
1 0 1 0 1 0 0	84	Call identity in use	-	-	-
1 0 1 0 1 0 1	85	No call suspended	-	-	-
1 0 1 0 1 1 0	86	Call having the requested call identity has been cleared	หมายเหตุ 1	-	-
1 0 1 1 0 0 0	88	Incompatible destination	หมายเหตุ 1	33	0
1 0 1 1 0 1 1	91	Invalid transit network selection	-	-	-
1 0 1 1 1 1 1	95	Invalid message , unspecified	-	17	64

ตารางที่ ค ตารางแสดง Mapping cause field จากโปรโตคอล Q.931 ไป X.25 (ต่อ)

Cause value 7 6 5 4 3 2 1	No. Cause	Q.931 Cause	Q.931 Diagnostic	No. X.25 Cause	No. X.25 diagnostic
1 1 0 0 0 0 0	96	Mandatory information element is missing	หมายเหตุ 1	17	64
1 1 0 0 0 0 1	97	Message type non-existent or not implemented	หมายเหตุ 1	17	64
1 1 0 0 0 1 0	98	Message not compatible with call state or message type non-existent or not implemented	หมายเหตุ 1	17	64
1 1 0 0 0 1 1	99	Information element non-existent or not implemented	หมายเหตุ 1	17	64
1 1 0 0 1 0 0	100	Invalid information element contents	หมายเหตุ 1	17	64
1 1 0 0 1 0 1	101	Message not compatible with call state	หมายเหตุ 1	17	64
1 1 0 0 1 1 0	102	Recovery on timer expiry	หมายเหตุ 1	17	64
1 1 0 1 1 1 1	111	Protocol error , unspecified	-	17	64
1 1 1 1 1 1 1	127	Interworking , unspecified	-	17	64

หมายเหตุ 1 - ศึกษารายละเอียดได้ในมาตรฐาน CCITT Q.931 (ITU, 1989 chap.Q.931)

หมายเหตุ 2 - เมื่อได้รับกลุ่มข่าวสาร RESTART ของ Q.931 ขณะอยู่ในระยะถ่ายโอนข้อมูล สำหรับวงจรเสมือน SVC ควรลบล้างด้วยกลุ่มข้อมูล CLEAR INDICATION สาเหตุหมายเลข 9 Out of order และรหัสการวิเคราะห์หมายเลข 0 - No additional information

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

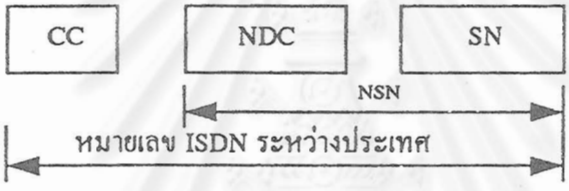
ภาคผนวก ง

Numbering plan สำหรับ ISDN และ interworking

การกำหนดหมายเลขผู้เรียกและผู้ถูกเรียกสำหรับเครือข่าย ISDN เป็นไปตามมาตรฐาน CCITT E.164 (ITU, 1989 chap. E164) ซึ่งจะได้กล่าวถึงต่อไป

ง.1 โครงสร้างของหมายเลข ISDN ระหว่างประเทศ

หมายเลข ISDN ระหว่างประเทศประกอบด้วยหมายเลขฐานสิบมากที่สุด 15 หลักมีความหมายในฟิลด์ที่ระบุคือ รหัสประเทศ (Country Code - CC) และหมายเลขในประเทศ (National (Significant) Number - N(S)N) ดังรูปที่ ง.1



CC : Country Code นิยามใน CCITT E.163

NDC : National Destination Code

SN : Subscriber Number

NSN : National Significant Number

หมายเหตุ national/international number prefix ไม่พิจารณารวมเข้าเป็นส่วนเดียวกับหมายเลข ISDN ระหว่างประเทศ

รูปที่ ง.1 โครงสร้างของหมายเลข ISDN

CC ใช้เพื่อระบุประเทศของผู้เรียกหรือผู้ถูกเรียก

N(S)N ใช้เพื่อระบุผู้เรียกหรือผู้ถูกเรียก ซึ่งอาจจำเป็นต้องระบุเครือข่ายของต้นทางหรือปลายทางด้วย ดังนั้น N(S)N จึงประกอบด้วยรหัสปลายทางประเทศ (National Destination Code - NDC) และหมายเลขผู้ใช้ (Subscriber Number - SN)

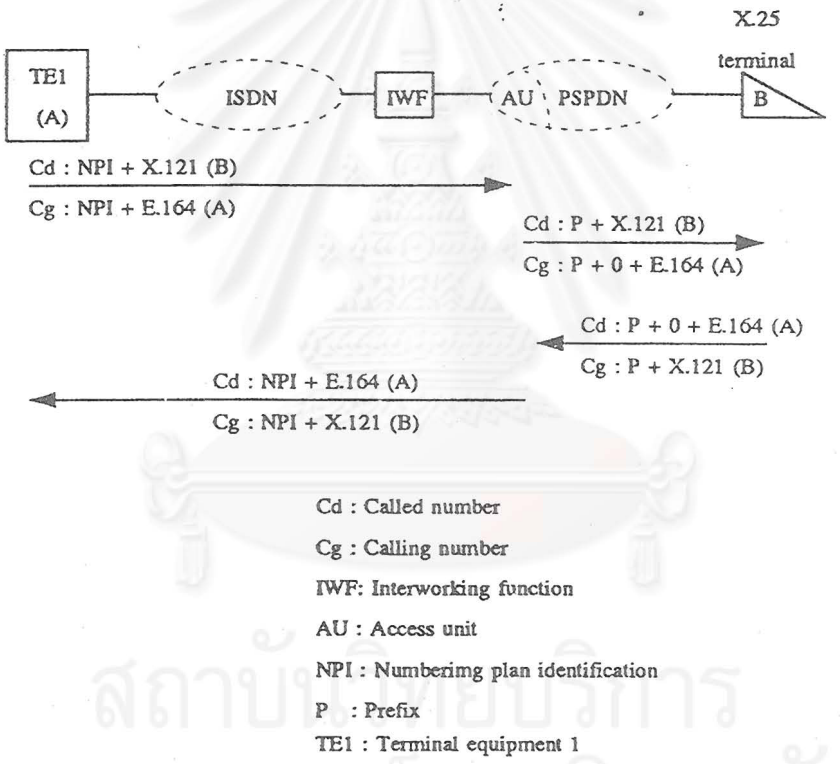
สำหรับการเรียกในพื้นที่ของหมายเลข (numbering area) เดียวกันหรือในเครือข่ายท้องถิ่นจะหมุนเพียงหมายเลขผู้ใช้อย่างเดียว

สำหรับการเรียกในประเทศระหว่างพื้นที่ของหมายเลขหรือระหว่างเครือข่ายท้องถิ่นหมายเลขผู้ใช้อาจนำหน้าด้วย national prefix และ NDC

ง.2 interworking

ใน (ITU, 1989 chap. E166) ได้อนุญาตให้ผู้ใช้ ISDN ก่อตั้งการเรียกกับเครือข่ายอื่นๆ ได้ 2 วิธีคือวิธีขั้นตอนเดียว (Single stage method) และวิธีสองขั้นตอน (Two-stage method) ในที่นี้จะขอกล่าวถึงเฉพาะวิธีขั้นตอนเดียวดังนี้

ผู้เรียกเข้าถึงเครือข่ายอื่น ๆ โดยการเลือก numbering plan indicator ที่อาจจะเป็น Numbering plan identification - NPI (ฟิลด์หนึ่งในองค์ประกอบข่าว Calling/Called party number) หรือ escape code ตามด้วยตำแหน่งที่อยู่ของผู้ถูกเรียกดังรูปที่ ง.2 แล้วเครือข่ายต้นทางจะจัดเส้นทางไปยัง Interworking function - IWF ที่เหมาะสม



รูปที่ ง.2 Numbering plan interworking ระหว่าง ISDN กับ PSPDN สำหรับบริการกลุ่มข้อมูล

ง.3 International Alphabet No.5 (IA5)

รหัส numbering plan ที่บรรจุในฟิลด์ number digits ขององค์ประกอบข่าว Calling/Called party number เป็นรหัสตามมาตรฐาน IA5 (ITU, 1989 chaps. Q.931 and T.50) ซึ่งมีการให้รหัสสำหรับหมายเลข 0-9 ดังตารางที่ ง.1

ตารางที่ ง.1 รหัส IA5 ของหมายเลข 0-9

หมายเลข	รหัส						
	7	6	5	4	3	2	1
0	0	1	1	0	0	0	0
1	0	1	1	0	0	0	1
2	0	1	1	0	0	1	0
3	0	1	1	0	0	1	1
4	0	1	1	0	1	0	0
5	0	1	1	0	1	0	1
6	0	1	1	0	1	1	0
7	0	1	1	0	1	1	1
8	0	1	1	1	0	0	0
9	0	1	1	1	0	0	1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

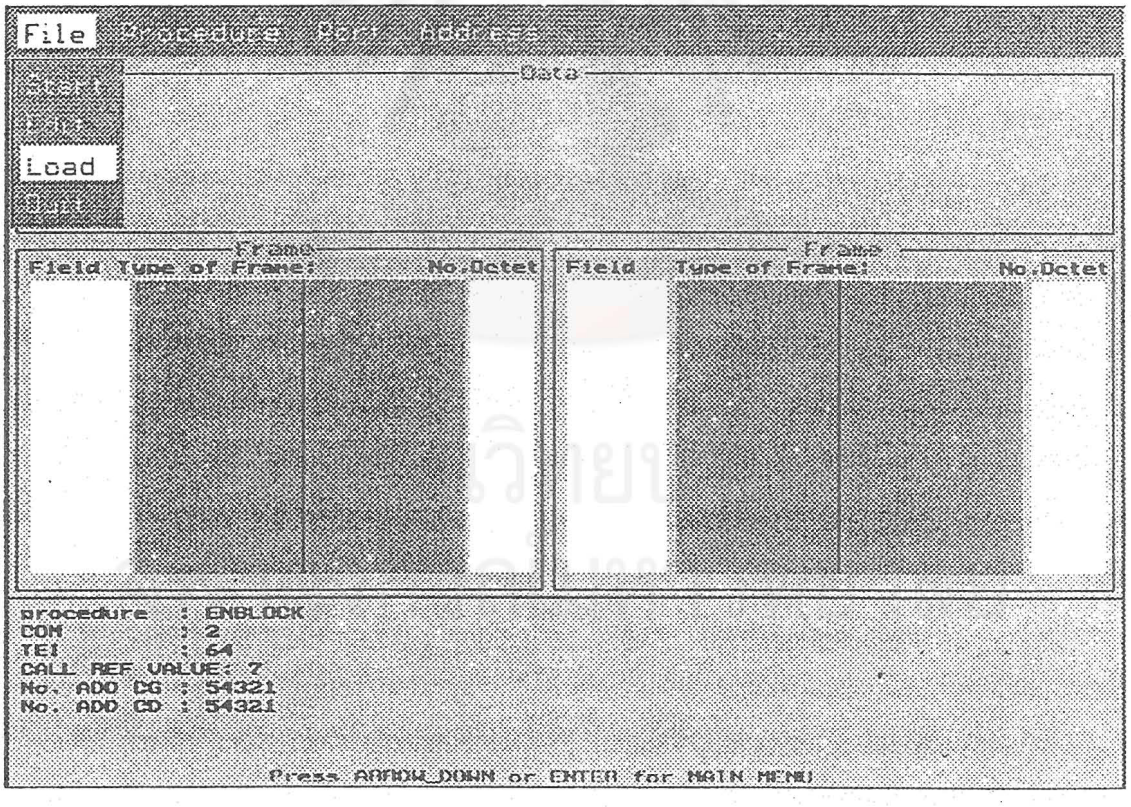
ภาคผนวก จ

คู่มือการใช้โปรแกรม

ในการใช้โปรแกรมผู้ใช้ต้องการไฟล์ 2 ชุด ชุดแรกคือ NETWORK.EXE, LITT.CHR, FITT.CHR และ EGAVGA.BGI ซึ่งจะใช้รันบน PC1 โดยเรียกไฟล์ NETWORK บน DOS ชุดที่สองคือ USER.EXE, LITT.CHR, FITT.CHR และ EGAVGA.BGI ซึ่งจะใช้รันบน PC2 โดยเรียกไฟล์ USER บน DOS ระหว่าง PC1 และ PC2 เชื่อมต่อด้วยสาย null modem ที่พอร์ทอนุกรม

จ.1. การพิมพ์ข้อมูลที่ต้องการส่ง

ผู้ใช้โปรแกรมสามารถพิมพ์ข้อความที่ต้องการส่งได้ที่โปรแกรม USER โดยที่เมนูหลักผู้ใช้เลือกเมนูย่อย Edit ดังรูปที่ จ.1



รูปที่ จ.1 แสดงภาพจากโปรแกรมในการเลือกเมนู Edit

โปรแกรมจะขึ้นช่องสี่เหลี่ยมให้พิมพ์ชื่อไฟล์ (ไม่มีนามสกุล) ที่ใช้เพื่อเก็บข้อมูลลงไปแล้วกด Enter ต่อจากนี้ผู้ใช้สามารถพิมพ์ข้อมูลที่ต้องการเฉพาะภาษาอังกฤษ, ตัวเลข และเครื่องหมายต่าง ๆ เมื่อผู้ใช้เสร็จสิ้นการพิมพ์แล้วให้กดปุ่ม Esc โปรแกรมจะลบข้อความที่แสดงไว้ในขณะพิมพ์ออกแล้วแสดงข้อความจากไฟล์ที่เกิดจากการพิมพ์อีกทีละบรรทัดให้ผู้ใช้ตรวจสอบข้อความได้แต่ไม่สามารถแก้ไขได้ เมื่อแสดงข้อความจนจบจะมีเครื่องหมาย .@ ต่อท้ายเพื่อแจ้งให้ผู้ใช้โปรแกรมทราบว่าจบข้อความแล้ว โปรแกรมจะกลับมาที่เมนูหลัก

จ.2. การโหลดข้อมูลที่ต้องการส่ง

ผู้ใช้โปรแกรมสามารถโหลดข้อมูลได้เฉพาะโปรแกรม USER โดยผู้ใช้เลือกเมนูย่อย Load ดังรูปที่ จ.1 โปรแกรมจะขึ้นช่องสี่เหลี่ยมให้พิมพ์ชื่อไฟล์ (ไม่มีนามสกุล) ลงไป ถ้ามีไฟล์ <FILE.TXT> นี้อยู่ใน directory ขณะที่รันนั้น โปรแกรมจะโหลดไฟล์นั้นขึ้นมาแสดงทีละบรรทัดเช่นเดียวกับการแสดงข้อความหลังการพิมพ์ แต่ถ้าไฟล์ที่เรียกขึ้นมาไม่มีใน directory ขณะที่ run โปรแกรมจะแจ้งว่า "๑Error File๑" แล้วกลับสู่เมนูหลัก

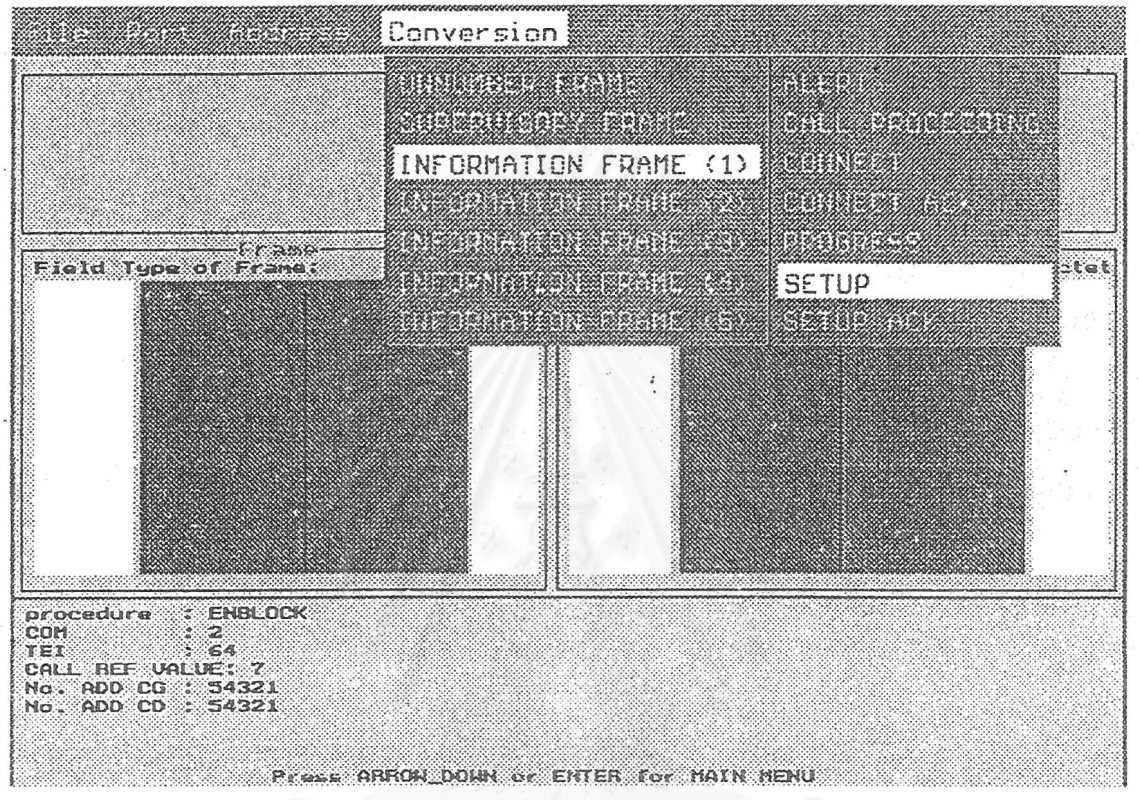
จ.3. การเปลี่ยนแปลงค่า TEI , call reference value และหมายเลขผู้ใช้

ผู้ใช้โปรแกรมสามารถเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์เหล่านี้ได้ทั้งในโปรแกรม USER และโปรแกรม NETWORK เมื่อผู้ใช้โปรแกรมต้องการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ทั้งหมดที่กล่าวมาสามารถทำได้โดยการเลือกเมนูหลัก Address (ดังรูปที่ จ.1 และ 4.10) แล้วเลือกเมนูย่อย Data Link Layer สำหรับการกำหนดค่า TEI หรือเมนูย่อย Network Layer สำหรับการกำหนดค่า call reference value และหมายเลขผู้ใช้ ซึ่งในการกำหนดค่าหมายเลขผู้ถูกเรียกสามารถกำหนดได้เฉพาะโปรแกรม USER เพื่อแจ้งให้เครือข่ายทราบถึงหมายเลขของผู้ใช้ปลายทาง และสำหรับค่า TEI, call reference value และหมายเลขผู้เรียกของ PC1 และ PC2 ต้องตั้งค่าให้ตรงกันโปรแกรมจึงยอมให้มีการติดต่อกันได้ แต่ถ้าผู้ใช้โปรแกรมไม่ต้องการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ใดเมื่อเลือกเมนูย่อยแล้วสามารถกดปุ่ม Esc เพื่อคงค่าเดิมของพารามิเตอร์นั้นไว้แล้วโปรแกรมจะไปจัดการกับการกำหนดค่าพารามิเตอร์อื่นต่อไป

จ.4. การเลือกดูการแปลงโปรโตคอลของเฟรม

ผู้ใช้โปรแกรมสามารถจะดูการแปลงโปรโตคอลของเฟรมได้เฉพาะโปรแกรม NETWORK เพื่อดูความเหมือนและความแตกต่างของโปรโตคอล ISDN และโปรโตคอล X.25 โดยเลือกเมนูย่อยต่าง ๆ ดังรูปที่ 4.11 และ จ.2 เพื่อให้ผู้ใช้ศึกษาประเภทของเฟรมในโปรโตคอล ISDN ที่ต้องการโดยได้แสดงเฟรมในโปรโตคอล ISDN และเฟรมในโปรโตคอล X.25 บนจอฉากเดียวกัน (เฉพาะในบางประเภทของเฟรมที่ทำการแปลงเป็นโปรโตคอล X.25 ได้) สามารถกดปุ่ม F1 และ F2 เพื่อ active การแสดงเฟรมในโปรโตคอล ISDN และเฟรมในโปรโตคอล X.25 ตามลำดับ

ซึ่งขณะที่ active เฟรมใดสามารถจะดูออกเดตของเฟรมที่ตกจอได้โดยกดปุ่ม Page Up, Page Down, ↑ และ ↓ และเมื่อผู้ใช้ต้องการกลับสู่เมนูหลักให้กดปุ่ม Esc



รูปที่ จ.2 แสดงภาพจากโปรแกรมในการเลือกเมนู Conversion

ในกรณีที่เลือกประเภทของเฟรมที่ไม่สามารถแปลงเป็นโปรโตคอล X.25 ได้โปรแกรมจะ active เฉพาะการแสดงเฟรมในโปรโตคอล ISDN เท่านั้น และก่อนที่ผู้ใช้จะกลับสู่เมนูหลักโดยกดปุ่ม Esc โปรแกรมจะแจ้งให้ทราบว่าไม่มีเฟรมในโปรโตคอล X.25 ที่ match กับเฟรมนี้

จ.5. การติดต่อสื่อสารระหว่างผู้ใช้ (PC2) และเครือข่าย (PC1)

ผู้ใช้โปรแกรมสามารถเริ่มต้นสื่อสารระหว่างผู้ใช้และเครือข่ายได้ภายหลังการเตรียมหรือโหลดข้อมูลที่จะส่งแล้วโดยเลือกเมนูย่อย Start ดังในรูป จ.1 แล้วกดปุ่มใด ๆ สำหรับโปรแกรม USER จะมีเมนูให้เลือกเพื่อเริ่มต้นการติดต่อดังรูปที่ 4.16 ที่มุมขวาล่าง เมื่อเลือกที่ Establish ผู้ใช้จะเริ่มก่อตั้งการติดต่อโดยสร้างและแสดงเฟรม SABME_I (เฟรม SABME ในโปรโตคอล ISDN) แล้วโปรแกรมจะแทรกบิต stuff ลงในเฟรมที่สร้างขึ้นนี้และแสดงเฟรม ins stf (เฟรมในโปรโตคอล ISDN ที่มีบิต stuff) อีกทีเมื่อกดปุ่ม Esc ต่อมาให้กดปุ่ม Esc อีกทีโปรแกรม USER จะเริ่มส่งเฟรม ins stf ออกไปให้เครือข่ายเพื่อเริ่มก่อตั้งการติดต่อ เมื่อเครือข่ายได้รับเฟรมที่เข้ามาแล้วจะแสดงเฟรม

ins stf แล้วหลังจากกดปุ่ม Esc เครือข่ายจะแสดงเฟรม SABME_I ที่ได้รับเมื่อตรวจสอบได้ว่าเป็นเฟรมที่ถูกต้องสำหรับโปรโตคอลชั้นดาตาลิงค์ และเมื่อกดปุ่ม Esc อีกครั้งโปรแกรมจะแปลงเฟรม SABME_I ไปเป็นโปรโตคอล X.25 แล้วแสดงเฟรม SABME_P (เฟรม SABME ในโปรโตคอล X.25) โปรแกรม NETWORK จะทำวิธีดำเนินการส่งเฟรมตอบสนองและแสดงเฟรมที่ตอบสนองนี้ดังเช่นโปรแกรม USER โปรแกรมจะตอบโต้กันด้วยเฟรมต่าง ๆ ดังกล่าวไว้ในบทที่ 4 จนยกเลิกการติดต่อเสร็จสิ้น สังเกตได้จากแต่ละโปรแกรมจะขึ้นข้อความว่า "Press any bottom for menu (Establishment or exit)" จากนั้นถ้ากดปุ่มใด ๆ จะขึ้นเมนูย่อยดังรูปที่ 4.16 แล้วเลือกไปที่ Exit โปรแกรมสามารถกลับสู่เมนูหลักได้

หมายเหตุ การแสดงแต่ละเฟรมสามารถกดปุ่ม Page Up, Page Down, ↑ และ ↓ เพื่อดูออกเตดที่ตกจอได้

เมื่อเกิดการสร้างเฟรมพร้อมกันของโปรแกรม USER และโปรแกรม NETWORK ผู้ใช้โปรแกรมควรเลือกที่จะส่งเฟรมใดเฟรมหนึ่งก่อนหลังจากนั้น 3 วินาทีถึงสามารถส่งอีกเฟรมหนึ่งได้ (จะต้องส่งเฟรมนี้ด้วย)

ข้อแนะนำ ในกรณีที่เกิดการชนกันของเฟรมผู้ใช้โปรแกรมควรให้ลำดับความสำคัญกับเฟรม I ก่อนเฟรม S จึงทำให้ดำเนินการติดต่อได้เร็วขึ้น

จ.6. ฟังก์ชันอื่น ๆ

จ.6.1. การเลือกเปลี่ยนพอร์ทอนุกรม ทั้งโปรแกรม NETWORK และโปรแกรม USER สามารถทำการเปลี่ยนพอร์ทอนุกรมได้ โดยที่เมนูหลักเลือกไปที่ Port จะขึ้นเมนูย่อยดังในรูปที่ 4.9 ซึ่งผู้ใช้สามารถจะเลือกพอร์ทอนุกรมที่ต้องการได้

จ.6.2. การเลือกวิธีดำเนินการส่ง โปรแกรม USER สามารถเลือกวิธีดำเนินการส่งได้ โดยที่เมนูหลักเลือกไปที่ Procedure จะขึ้นเมนูย่อยดังในรูปที่ 4.18 ซึ่งผู้ใช้สามารถจะเลือกวิธีดำเนินการส่งที่ต้องการศึกษาได้

จ.6.3. การเลือกออกจากโปรแกรม ทั้งโปรแกรม NETWORK และโปรแกรม USER สามารถออกจากโปรแกรมได้ โดยที่เมนูหลักเลือกไปที่ File ดังในรูปที่ จ.1 และเลือกไปที่ Quit

ภาคผนวก ฉ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ฉ

การคำนวณประสิทธิภาพของระบบ

จำนวนรวมของเฟรมที่ไม่ชนและส่งสำเร็จเฉลี่ย T_A

$T_A = 10.5+12.5+13+14.5+15.5+17.75+18+19.5+21.25+22.5 = 165$ เฟรม

ในทำนองเดียวกัน

จำนวนรวมของเฟรมที่ไม่ชนแต่ส่งไม่สำเร็จเฉลี่ย $T_B = 1.50$ เฟรม

จำนวนรวมของเฟรมที่ชนและส่งสำเร็จเฉลี่ย $T_C = 66.25$ เฟรม

จำนวนรวมของเฟรมที่ชนและส่งไม่สำเร็จเฉลี่ย $T_D = 2.75$ เฟรม

จะได้จำนวนรวมของเฟรมที่ส่งทั้งหมดเฉลี่ย $T_O = 165+1.5+66.25+2.75 = 235.5$ เฟรม

ดังนั้น

เปอร์เซ็นต์ของการเกิดความคลาดเคลื่อนในการส่งเฟรมที่ไม่มีการชนกันเท่ากับ

$$\frac{T_B}{T_O} \times 100 = \frac{1.5}{235.5} \times 100 = 0.64 \text{ ของการส่งเฟรมทั้งหมด}$$

เปอร์เซ็นต์ของการเกิดความคลาดเคลื่อนในการส่งเฟรมที่มีการชนกันเท่ากับ

$$\frac{T_D}{T_O} \times 100 = \frac{2.75}{235.5} \times 100 = 1.17 \text{ ของการส่งเฟรมทั้งหมด}$$

เปอร์เซ็นต์ของการส่งเฟรมสำเร็จเท่ากับ

$$\frac{(T_A + T_C)}{T_O} \times 100 = \frac{(165 + 66.25)}{235.5} \times 100 = 98.20 \text{ ของการส่งเฟรมทั้งหมด}$$

เปอร์เซ็นต์ของการชนกันของเฟรมเท่ากับ

$$\frac{(T_C + T_D)}{T_O} \times 100 = \frac{(66.25 + 2.75)}{235.5} \times 100 = 29.30 \text{ ของการส่งเฟรมทั้งหมด}$$

เปอร์เซ็นต์ของการเกิดความคลาดเคลื่อนในการส่งเฟรมที่มีการชนกันเท่ากับ

$$\frac{T_D}{(T_C + T_D)} \times 100 = \frac{2.75}{(66.25 + 2.75)} \times 100 = 3.99 \text{ ของการส่งเฟรมที่มีการชน}$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย