เอกสารกรม สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

โปรโตคอล LAPD

(LAPD:Link Access Procedure D-channel)

การติดต่อสื่อสารระหว่างเทอร์มินัลกับข่าย ISDN ที่จุดเชื่อมโยงระหว่างผู้เช่ากับข่ายนั้น นอกจากจะต้องอาศัยวงจรเชื่อมโยงทางกายภาพแล้วก็จำเป็นต้องมีขั้นตอนหรือวิธีการในการสื่อความหมายของข่าวสารที่รับส่งผ่านวงจรเชื่อมโยงนี้ ซึ่งทั้งเทอร์มินัลและอุปกรณ์ที่จุดเชื่อมโยงของข่ายสามารถเข้าใจกันได้ และสิ่งนี้ก็คือโปรโตคอลนั่นเอง และจากการที่โปรโตคอลที่จุดเชื่อมโยงนี้แบ่งออกเป็น 3 ชั้นคือชั้น Physical, Data link และ Network สำหรับชั้นที่ 1 นั้นได้กล่าวถึงไปแล้วในบทที่ 3 ดังนั้นในที่นี้จะกล่าวถึงรายละเอียดของโปรโตคอลในระดับชั้นที่ 2 คือโปรโตคอลล LAPD ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมการรับส่งข่าวสารในรูปของเฟรม โดยอาศัยวงจรทางกายภาพโดยตรง รายละเอียดในส่วนนี้จะประกอบไปด้วย หน้าที่และความหมายของเฟรมชนิดต่าง ๆ ขบวนการและตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการรับส่งข่าวสาร

4.1 ลักษณะโดยทั่วไปของโปรโตคอล LAPD

โปรโตคอล LAPD (Link Access Procedure D-channel) เป็นโปรโตคอลในระดับชั้นที่ 2 (Data Link) ของโครงสร้างการเชื่อมโยงที่จุดเชื่อมโยงระหว่างเทอร์มินัลของผู้เช่ากับข่าย ISDN ซึ่งได้มีการกำหนดไว้ใน Recs.I.440 และ I.441 ของ CCITT[2] โดยได้อธิบายถึงขบวนการ ขั้นตอนต่าง ๆ ในการเชื่อมต่อข้อมูลที่กระทำภายในช่องสัญญาณ D LAPD เป็นโปรโตคอลแบบ Message-oriented มีพื้นฐานมาจากโปรโตคอล HDLC ที่กำหนดโดย ISO ใน OSI Reference Model เช่นเดียวกับโปรโตคอล LAPB ในชั้นที่ 2 ของ X.25 [3][5] โดยมีจุดประสงค์[2]คือเพื่อทำการรับส่งข่าวสารระหว่าง Entities ในชั้นที่ 3(Layer 3 entities) ผ่านจุดเชื่อมโยงระหว่างผู้เช่ากับข่าย ISDN(ISDN User-Network Interface) โดยอาศัยช่องสัญญาณ D และคุณสมบัติที่สำคัญของโปรโตคอล LAPD [3] คือ

- โปรโตคอล LAPD จะเป็นอิสระจากอัตราเร็วที่ใช้ส่ง
- การรับส่งข้อมูลภายในช่องสัญญาณ D เป็นแบบฟูลดูเพลกซ์(Full-duplex)และ
- ลักษณะข้อมูลภายในเป็นแบบ Bit-transparent

ส่วนที่โปรโตคอล LAPD แตกต่างจากโปรโตคอล LAPB คือ

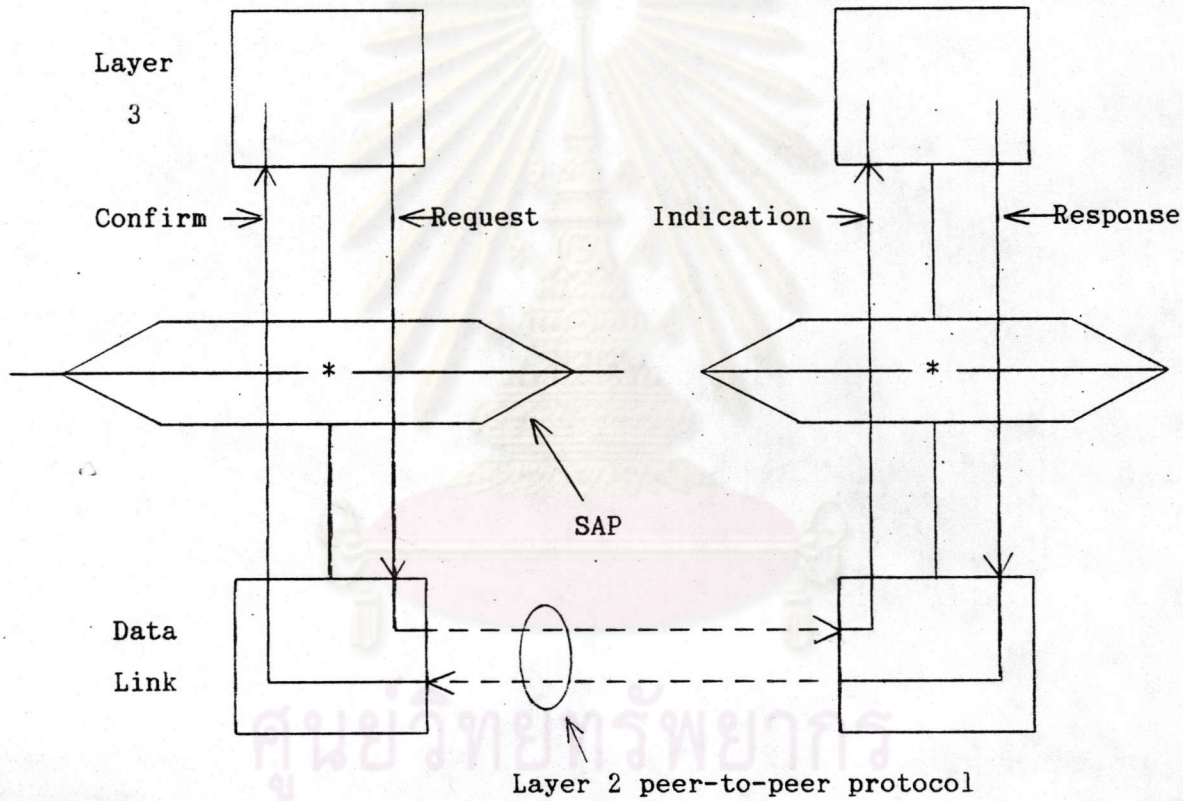
ก. ข้อมูลส่วนแอดเดรสจะเพิ่มเป็น 2 ไบต์เพื่อให้สามารถเชื่อมต่อวงจรข้อมูลได้มากกว่า 1 วงจร

ข. ข้อมูลส่วนควบคุมจะเพิ่มเป็น 2 ไบต์ในกรณีที่ใช้วงจรสำหรับการส่งข่าวสาร

แบบ Multiple-frame แบบ Modulo 128

ค. ค่าโดยบริยาย(Default)ของจำนวนข้อมูลมากที่สุดในฟิลด์ข่าวสารของเฟรม I จะเป็น 260 Octets

ในการส่งข่าวสารไปในช่องสัญญาณ D นั้น ชั้นที่ 3(Layer 3) จะเป็นผู้ส่งคำขอไปยังชั้นที่ 2(Layer 2) โดยอาศัย Service Primitive ซึ่งจะทำหน้าที่ในการแลกเปลี่ยนข่าวสารและควบคุมการติดต่อสื่อสารระหว่างชั้นที่ 2 และชั้นข้างเคียง(ชั้นที่ 1 และ 3)โดย Primitive ที่ใช้จะแบ่งออกเป็น 4 ชนิดดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.1



SAP : Service Access Point

รูปที่ 4.1 ชนิดของ Primitives

- Request เป็น Primitive ที่ส่งจากชั้นที่สูงกว่าเมื่อต้องการใช้บริการของชั้นที่ต่ำกว่า

- Indication เป็น Primitive ที่ส่งจากชั้นที่ทำหน้าที่ให้บริการแจ้งไปยังชั้นที่ขอใช้บริการ เพื่อรายงานการได้รับคำขอ (Request)

- Response ใช้สำหรับการตอบรับการได้รับ Indication จากชั้นที่ต่ำกว่า

- Confirm ใช้โดยชั้นที่ให้บริการ ในการแจ้งให้ผู้ขอใช้บริการทราบว่าได้ทำงานตามคำขอเรียบร้อยแล้ว

4.1.1 หน้าที่ของโปรโตคอล LAPD

การใช้งานโปรโตคอล LAPD ทำให้ผู้เช่าสามารถเชื่อมโยงอุปกรณ์เทอร์มินัลที่จุดเชื่อมโยงระหว่างผู้เช่ากับข่ายเพื่อการรับส่งข่าวสารได้หลายตัว ซึ่งจะทำให้มี Entity ในชั้นที่ 3 ซึ่งเป็นผู้ใช้บริการของชั้นที่ 2 ได้หลาย Entity โดยข่าวสารที่ส่งไปในชั้นที่ 2 จะกระทำในรูปของเฟรมที่อยู่ภายในขอบเขตของแฟล็กซึ่งได้กำหนดไว้ใน CCITT Rec. I.441 [2]

นอกจากนั้นโปรโตคอล LAPD ยังมีหน้าที่ต่อไปนี้คือ

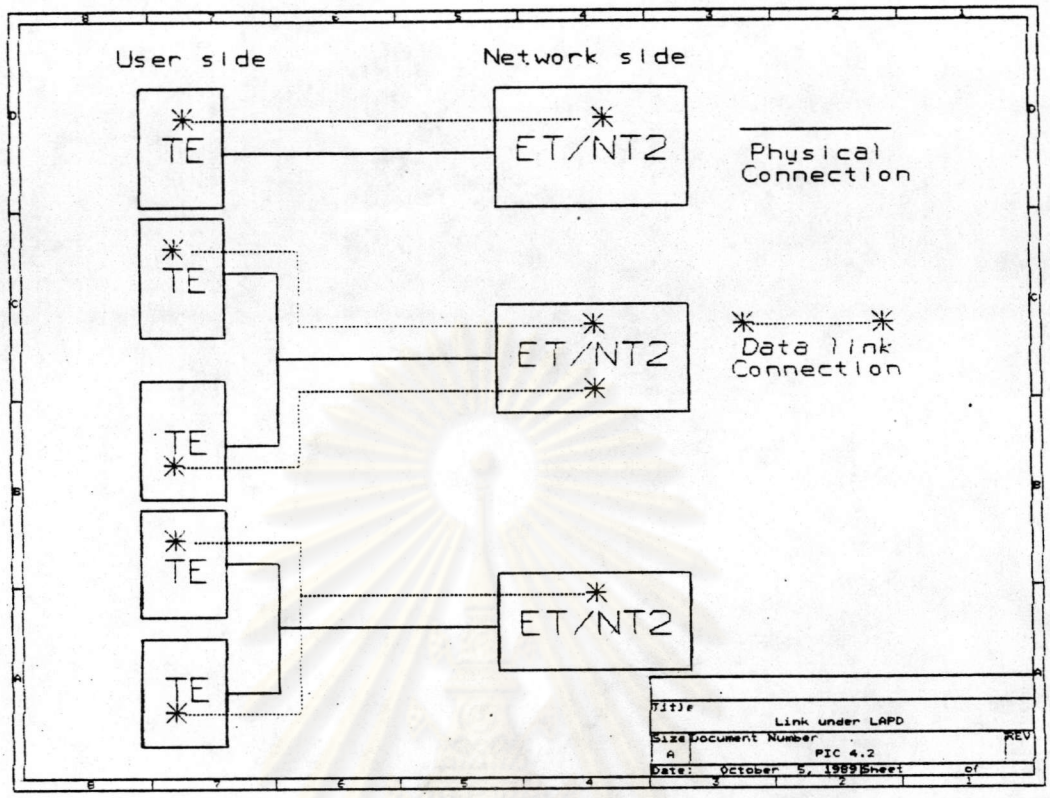
- สามารถทำการเชื่อมต่อวงจรข้อมูลในระดับชั้นที่ 2 ได้มากกว่า 1 วงจร โดยอาศัยข้อมูลที่มีอยู่ในเฟรม LAPD คือ Data Link Connection Identifier(DLCI)เป็นตัวแยกความแตกต่างระหว่างวงจรเชื่อมต่อข้อมูลแต่ละวงจร
- กำหนดขอบเขต จัดรูปแบบของเฟรม ทำให้สามารถส่งกระแสข้อมูลซึ่งประกอบด้วยบิตข้อมูลที่เรียงลำดับกันไปในช่องสัญญาณ D ได้
- ควบคุมลำดับการรับส่งเฟรมข้อมูลในวงจรเชื่อมต่อข้อมูล เพื่อให้เป็นไปตามลำดับที่ถูกต้อง
- ตรวจสอบการเกิดข้อผิดพลาดต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในวงจรเชื่อมต่อข้อมูล
- แก้ไขความผิดพลาดที่ตรวจพบในวงจรเชื่อมต่อข้อมูลและในกรณีที่แก้ไขไม่ได้ก็จะแจ้งให้ชั้นที่สูงขึ้นไปทราบ
- ควบคุมการไหลของเฟรม (Flow control)

ภายใต้โปรโตคอล LAPD การเชื่อมโยงหรือแลกเปลี่ยนข่าวสารระหว่างเทอร์มินัลกับข่าย ISDN จะสามารถทำได้ทั้งแบบจุดต่อจุด(Point-to-point)และแบบกระจายข่าว(Broadcast) ดังแสดงในรูปที่ 4.2

4.1.2 การรับส่งข่าวสาร (Information transfer)

การรับส่งข่าวสารจากชั้นที่ 3 ไปในช่องสัญญาณ D จะแยกได้เป็น 2 วิธีคือ

4.1.2.1 การรับส่งแบบ Unacknowledged โดยวิธีนี้ข่าวสารที่ส่งมาจากชั้นที่ 3(Layer 3)จะถูกส่งออกไปโดยเฟรมชนิด U ซึ่งเมื่อทำการส่งแล้วผู้ส่งจะไม่รอคำตอบจากผู้รับในการที่จะส่งเฟรมต่อไป ทำให้ผู้ส่งไม่สามารถตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ส่งออกไปได้ รวมทั้งเฟรมที่ได้ส่งไปแล้วอาจเกิดการสูญหายได้ นอกจากนั้นการส่งข่าวสารแบบนี้จะไม่สามารถควบคุมการไหลของข่าวสารได้ การรับส่งแบบนี้สามารถทำได้ทั้งกับวงจรเชื่อมต่อข้อมูลแบบจุดต่อจุดและแบบกระจายข่าว



รูปที่ 4.2 การเชื่อมต่อข้อมูลภายใต้โปรโตคอล LAPD

4.1.2.2 <u>การรับส่งแบบ Acknowledged</u> โดยวิธีนี้ข่าวสารจากชั้นที่ 3 จะถูกนำไปจัดอยู่ในรูปของเฟรม LAPD ในชั้นที่ 2 เพื่อทำการส่งออกไปยังปลายทาง ในการส่งผู้ส่งจะสามารถส่งเฟรมต่อไปออกไปได้ก็ต่อเมื่อได้รับคำตอบรับจากผู้รับว่า เฟรมที่ได้ส่งออกไปแล้วนั้นผู้รับที่ปลายทางได้รับเรียบร้อยแล้ว นอกจากนั้นยังสามารถควบคุมการไหลของข่าวสารและแก้ไขความผิดพลาดของเฟรมที่ได้ส่งออกไปแล้วได้ด้วย และในกรณีที่ไม่สามารถแก้ไขได้ในระดับชั้นที่ 2 ก็จะแจ้งให้ชั้นที่สูงขึ้นไปทราบเพื่อทำการแก้ไขต่อไป การรับส่งแบบนี้ทำได้เฉพาะกับวงจรเชื่อมต่อข้อมูลแบบจุดต่อจุดเท่านั้น โดยจะแยกได้เป็น 2 แบบคือ

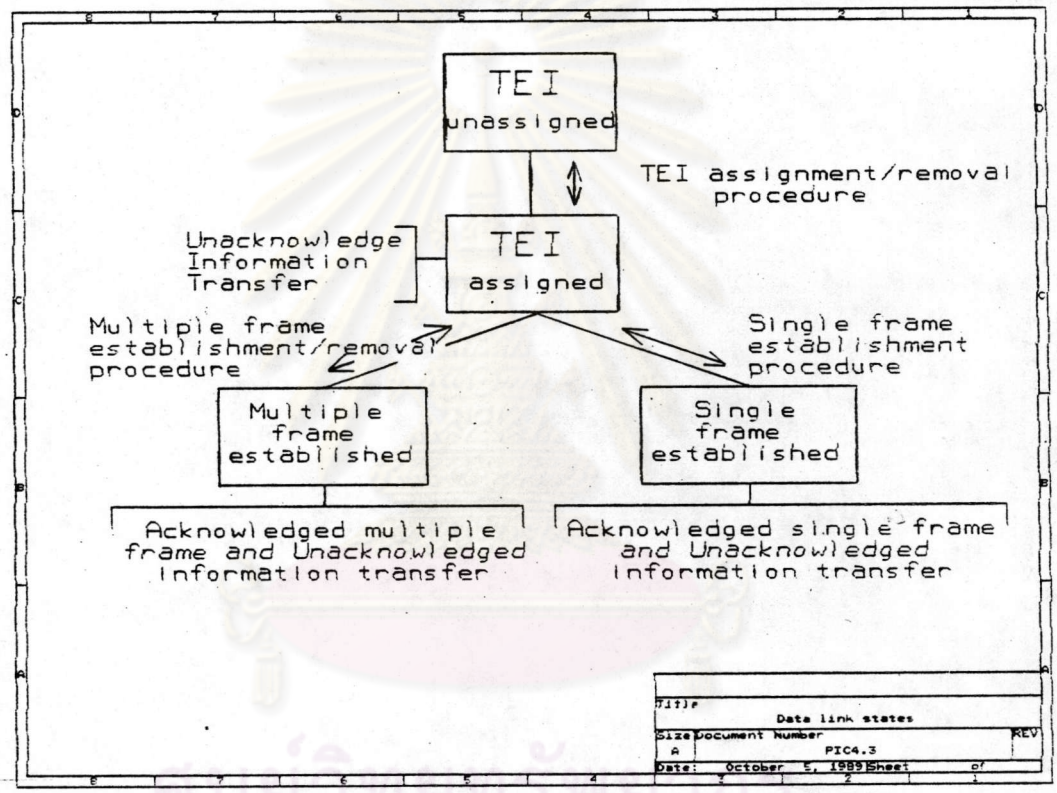
4.1.2.2.1 การส่งแบบ Single-frame ข้อมูลที่ส่งออกไปจะถูกจัดส่งไปในฟิลด์ข่าวสาร(I-field) ของเฟรม SIO/SI1 การส่งแบบนี้เฟรมต่อไปที่จะส่งจะต้องรอคำตอบสำหรับเฟรมที่ได้ส่งไปก่อนหน้านี้ก่อน นั่นคือการส่งแบบนี้ในขณะใดขณะหนึ่งจะมีเฟรมข่าวสารเพียง 1 เฟรมเท่านั้นที่ยังค้างรอการตอบรับ อย่างไรก็ตามการรับส่งข่าวสารโดยวิธีนี้ได้มีการยกเลิกในภายหลัง[9] ดังนั้นจึงจะไม่มีการกล่าวถึงรายละเอียดของการรับส่งโดยวิธีนี้ในที่นี้

4.1.2.2.2 การส่งแบบ Multiple-frame ข้อมูลที่จะส่งออกไปจะถูกจัดส่งไปในฟิลด์ข่าวสารของเฟรม I และจะสามารถส่งเฟรมต่อไปได้โดยไม่ต้องรอคำตอบสำหรับ

เฟรมก่อนหน้านี้ถ้าหากจำนวนเฟรมที่ยังไม่ได้รับคำตอบ(Outstanding frame) ยังมีจำนวนน้อยกว่าค่ามากที่สุดที่จะยอมให้ได้ของโปรโตคอล LAPD คือ 7 เฟรมสำหรับการส่งแบบ Modulo 8 และ 127 เฟรมสำหรับการส่งแบบ Modulo 128

4.1.3 สถานะของวงจรเชื่อมต่อข้อมูล (Data Link states)

วงจรเชื่อมต่อข้อมูลแบบจุดต่อจุดขณะใดขณะหนึ่งจะต้องอยู่ในสถานะใดสถานะหนึ่งใน 4 สถานะต่อไปนี้ โดยขั้นตอนการเปลี่ยนสถานะของวงจรข้อมูลแสดงไว้ในรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 สถานะของวงจรเชื่อมต่อข้อมูล

4.1.3.1 สถานะ TEI-unassigned สถานะนี้เป็นการแสดงว่า เทอร์มินัลที่ต่อกับข่ายที่จุดเชื่อมโยง S/T ยังไม่ได้รับการกำหนดค่า TEI หรือค่า TEI ที่มีอยู่ยังไม่ได้รับการตรวจสอบ ในสถานะนี้เทอร์มินัลจะไม่สามารถทำการรับส่งข่าวสารใด ๆ ได้

4.1.3.2 สถานะ TEI-assigned เทอร์มินัลใดๆ ขณะที่อยู่ในสถานะ TEI unassigned เมื่อได้รับการกำหนดค่า TEI หรือค่า TEI ที่มีอยู่ได้รับการตรวจสอบก็จะเข้าสู่สถานะ TEI-assigned และจะสามารถรับส่งข่าวสารแบบ Unacknowledged ได้

4.1.3.3 สถานะ Single-frame-established เมื่ออยู่ในสถานะ TEI assigned และได้ทำขบวนการ Single-frame establishment เป็นผลสำเร็จก็จะเข้าสู่สถานะ Single-frame established และจะสามารถทำการรับส่งข่าวสารแบบ Unacknowledged และแบบ Single-frame Acknowledged ได้

4.1.3.4 สถานะ Multiple-frame-established เทอร์มินัลจะสามารถเข้าสู่สถานะนี้ได้จะต้องผ่านขบวนการสร้างวงจร (Multiple-frame Establishment)ซึ่งในสถานะนี้เทอร์มินัลจะสามารถทำการรับส่งข่าวสารแบบ Unacknowledged และแบบ Multiple-frame Acknowledged ได้

ส่วนวงจรเชื่อมต่อข้อมูลแบบกระจายข่าวนั้นจะสามารถส่งข่าวสารได้เฉพาะแบบ Unacknowledged เท่านั้น คือเมื่อวงจรเชื่อมต่อข้อมูลอยู่ในสถานะ TEI-assigned

4.2 เฟรมข้อมูลของโปรโตคอล LAPD (LAPD Frame)

ในการติดต่อรับส่งข่าวสารต่าง ๆ ภายในช่องสัญญาณ D นั้น ข้อมูลหรือข่าวสารที่ส่งจะต้องอยู่ในรูปของเฟรมที่มีความยาวเป็นจำนวนเท่าของ 8 บิต(การกล่าวถึงครั้งต่อไปจะเรียกว่าเฟรม LAPD) ซึ่งการจัดเฟรมในโปรโตคอล LAPD จะแยกได้เป็น 2 ประเภทคือ

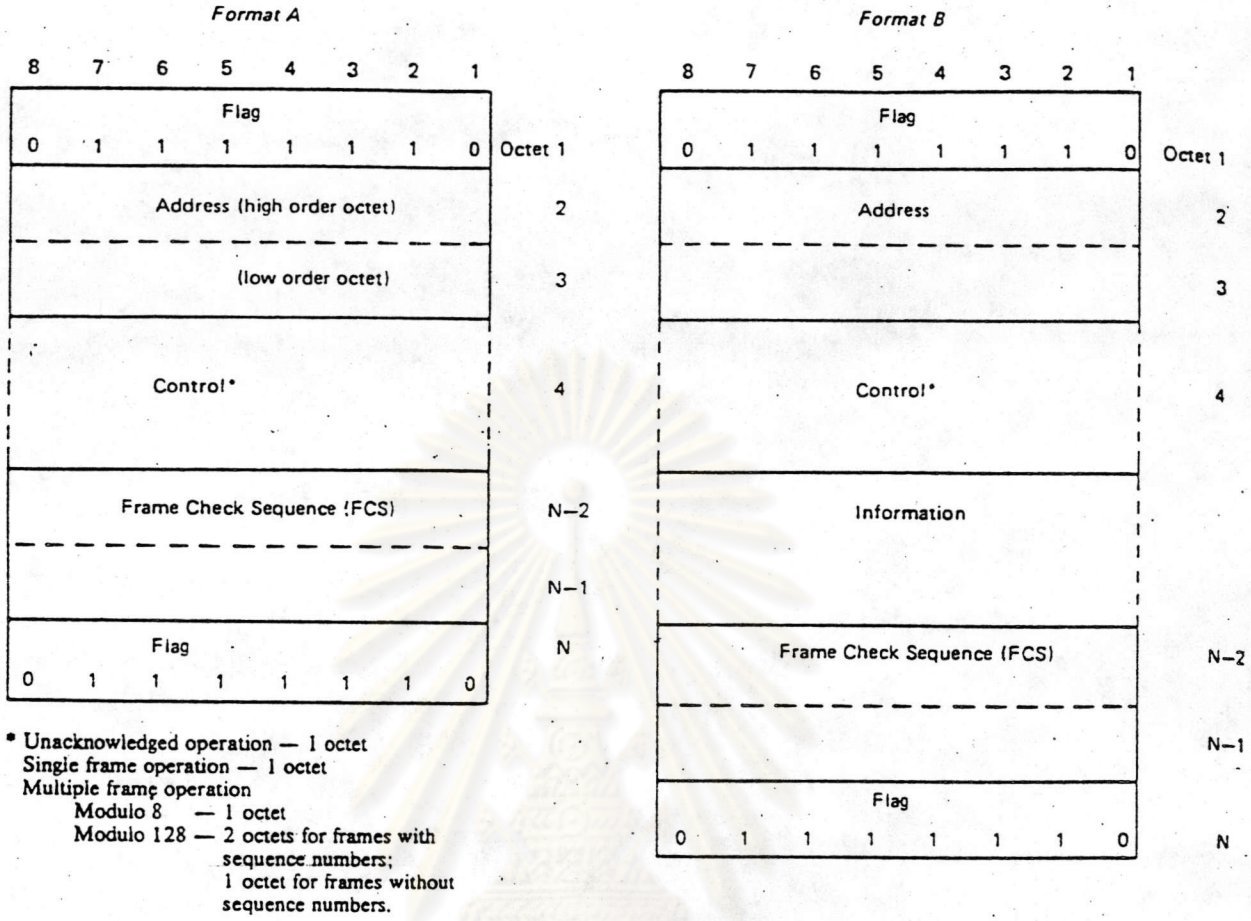
- แบบ A (Format A) เป็นเฟรมที่ไม่มีฟิลด์ข่าวสาร (Information field)
- แบบ B (Format B) เป็นเฟรมที่รวมฟิลด์ข่าวสารด้วย

ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.4

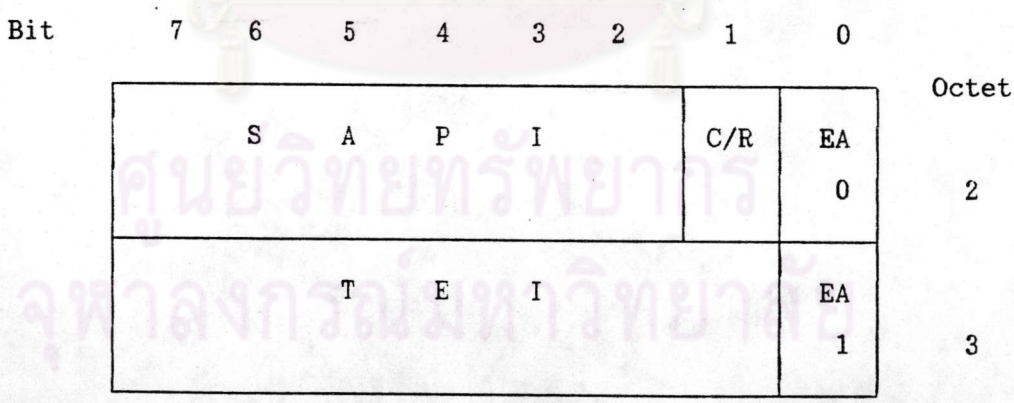
4.2.1 ส่วนประกอบของเฟรม

4.2.1.1 แฟล็ก (Flag) เฟรมข้อมูลทุก ๆ เฟรมจะเริ่มต้นและสิ้นสุดด้วยแฟล็กที่มีรูปแบบเป็น '01111110' ซึ่งเป็นอักขระที่ใช้คั่นแยกเฟรมที่ส่งออกจากกันโดยจะแยกเป็นแฟล็กเปิด (Open flag) และแฟล็กปิด (End flag)

4.2.1.2 ส่วนแอดเดรส(Address field) ส่วนแอดเดรสจะแทนแอดเดรสของผู้รับถ้าเป็นเฟรมคำสั่ง(Command frame) และแทนแอดเดรสของผู้ส่งถ้าเป็นเฟรมตอบสนอง (Response frame) แอดเดรสจะประกอบด้วยข้อมูล 2 ไบต์ดังแสดงในรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.4 รูปแบบของเฟรม LAPD



รูปที่ 4.5 ส่วนแอดเดรสของเฟรม LAPD

โดยความหมายของแต่ละส่วนภายในส่วนแอดเดรสจะมีความหมายดังนี้

EA, Address field extension bit, จะแสดงการสิ้นสุดของข้อมูลส่วนแอดเดรสสำหรับเฟรมนั้น ๆ

C/R,Command/Response field bit, เป็นข้อมูลส่วนที่ระบุว่าเฟรมนั้นเป็นเฟรมคำสั่งหรือเฟรมตอบสนอง โดยทางด้านของ TE จะส่งเฟรมคำสั่งโดยมีค่า C/R เป็น '0' และเฟรมตอบสนองจะมีค่า C/R เป็น '1' ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 การแปลความหมายของบิต C/R

	Network side C/R value	User side C/R value
Commands from	1	0
Responses to	1	0
Commands to	0	1
Responses from	0	1

SAPI,Service access point identifier, ใช้ในการแยกประเภทของข่าวสารที่ทำการรับส่งภายในวงจรเชื่อมต่อข้อมูลระหว่าง TE กับข่าย ISDN โดยแยกได้ดังนี้

ค่า SAPI	ฟังก์ชัน
0	Call control procedure
16	Packet communication procedure
63	Management procedure

TEI,Terminal endpoint identifier, ในการเชื่อมต่อข้อมูลแบบจุดต่อจุด (Point-to-Point) ค่า TEI จะเป็นแอดเดรสของ TE ที่ทำการรับส่งข่าวสารซึ่งสามารถกำหนดได้ตั้งแต่ 0-126 และในกรณีของการส่งข่าวสารแบบกระจายข่าว(Broadcast) ค่า TEI จะเป็น '111 1111' (=127)

4.2.1.3 ส่วนควบคุม (Control field) จะประกอบด้วยข้อมูลจำนวน 1 หรือ 2 ไบต์ทำหน้าที่แยกชนิดของเฟรมที่ทำการรับส่ง โดยการจัดรูปแบบของข้อมูลในส่วนนี้จะทำให้สามารถแยกเฟรม LAPD ได้เป็น 3 ประเภทดังแสดงในตารางที่ 4.2 และรายละเอียดของข้อมูลส่วนควบคุมทั้งหมดแสดงได้ในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.2 รูปแบบของข้อมูลส่วนควบคุม

Control field bits (modulo 8	8	7	6	5	4	3	2	1	
I format	N(R)			P	N(S)			0	Octet4
S format	N(R)			P/F	S	S	0	1	Octet4
U format	M	M	M	P/F	S	M	1	1	Octet4

4.2.1.3.1 Information transfer format (I-format) เฟรมชนิดนี้ใช้สำหรับการรับส่งข่าวสารระหว่างอุปกรณ์ที่ติดต่อกันอยู่

4.2.1.3.2 Supervisory format (S-format) เฟรมชนิดนี้จะทำหน้าที่ควบคุมและดูแลการติดต่อสื่อสาร ที่กระทำภายในช่องสัญญาณ D ให้เป็นไปตามกฎเกณฑ์ของโปรโตคอล LAPD

4.2.1.3.3 Unnumbered format (U-format) เฟรมชนิดนี้จะทำหน้าที่ควบคุมการเริ่มต้นและสิ้นสุดการใช้วงจรเชื่อมต่อข้อมูล รวมทั้งรายงานความผิดพลาดที่เกิดขึ้นเนื่องจากเฟรมที่รับส่งภายในช่องสัญญาณ D ด้วย

4.2.1.3.4 บิต Poll/Final (P/F bit) เฟรมทุกเฟรมจะมีข้อมูลบิต P/F (Poll/Final bit) โดยข้อมูลบิตนี้จะมีอยู่ทั้งในเฟรมคำสั่งและเฟรมตอบสนอง โดยในเฟรมคำสั่งนั้น บิต P/F จะมีความหมายเป็นบิต P ในเฟรมตอบสนองเป็นบิต F บิต P จะได้รับการกำหนดค่าให้เป็น '1' สำหรับการส่งเฟรมคำสั่งที่ต้องการคำตอบ และบิต F จะได้รับการกำหนดค่าเป็น '1' ในเฟรมตอบสนองที่ส่งออกไปเพื่อเป็นตอบรับเฟรมคำสั่งที่มีค่า P เป็น '1'

4.2.1.4 <u>ฟิลด์ข่าวสาร (Information field)</u> ประกอบด้วยข้อมูลที่ผู้ใช้ทำการรับส่ง โดยจะมีขนาดเป็นจำนวนเท่าของ 8 บิต ซึ่งจะขึ้นอยู่กับการใช้งานวงจรเชื่อมต่อข้อมูลในการรับส่งข่าวสาร โดยกรณีที่ใช้สำหรับการส่งข่าวสารซิกแนลลิง ค่ามากที่สุดจะเป็น 128 ไบต์ และถ้าใช้สำหรับส่งข้อมูลแบบแพ็กเก็ตจะเป็น 260 ไบต์

ตารางที่ 4.3 รายละเอียดข้อมูลส่วนควบคุม

Format	Commands	Responses	Encoding 8	7	6	5	4	3	2	1	Octet
Information transfer	I (information)		N(R)			P	N(S)			0	4
Supervisory	RR (receive ready)	RR (receive ready)	N(R)			P/F	0	0	0	1	4
	RNR (receive not ready)	RNR (receive not ready)	N(R)			P/F	0	1	0	1	4
	REJ (reject)	REJ (reject)	N(R)			P/F	1	0	0	1	4
Unnumbered	SABM (set asynchronous balance mode)		0	0	1	P	1	1	1	1	4
		DM (disconnect mode)	0	0	0	F	1	1	1	1	4
	SI0 (sequenced information 0)	SI0 (sequenced information 0)	(0)*	1	1	P/F	0	1	1	1	4
	SI1 (sequenced information 1)	SI1 (sequenced information 1)	(1)*	1	1	P/F	0	1	1	1	4
	UI (unnumbered information)		0	0	0	P	0	0	1	1	4
	DISC (disconnect)		0	1	0	P	0	0	1	1	4
		UA (unnumbered acknowledge)	0	1	1	F	0	0	1	1	4
		FRMR (frame reject)	1	0	0	F	0	1	1	1	4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2.1.5 ทรานส์พาเรนซี (Transparency) Entity ที่เป็นผู้ส่งข้อมูลไปในวงจรเชื่อมต่อจะทำการแทรกบิตศูนย์ (Zero bit Insertion) ซึ่งจะทำตั้งแต่ข้อมูลส่วนแอดเดรส ควบคุม ข่าวสาร และส่วนตรวจสอบความผิดพลาด เพื่อป้องกันการส่งข้อมูลที่มีรูปแบบเดียวกับแฟล็กและข้อมูลแสดงการยกเลิก (Abort sequence) ไปในเฟรม LAPD และ Entity ที่เป็นผู้รับจะทำงานกลับกันโดยจะทำการดึงบิต '0' ที่ตามหลังข้อมูลที่เป็น '1' ติดกัน 5 บิต ออกจากข้อมูลที่ได้รับ

4.2.1.6 ส่วนตรวจสอบความผิดพลาด (Frame check sequence) เป็นข้อมูลที่ได้จากการคำนวณจากข้อมูลภายในเฟรม ตั้งแต่ข้อมูลไบต์แรกถัดจากแฟล็กเปิดจนถึงข้อมูลไบต์สุดท้ายก่อนถึงข้อมูลส่วนนี้ ใช้ในการตรวจสอบความผิดพลาดของข้อมูลภายในเฟรมที่รับส่ง มีขนาดความยาว 2 ไบต์

โดยค่าทั้ง 16 บิตในส่วนนี้จะได้มาจากการทำ Ones Complement ของผลบวกแบบ Modulo 2 ของ

ก. เศษเหลือของ $(x^k)(x^{15}+x^{14}+x^{13}+x^{12}+x^{11}+x^{10}+x^9+x^8+x^7+x^6+x^5+x^4+x^3+x^2+x+1)$ หารแบบ Modulo 2 ด้วย Generator polynomial $x^{16}+x^{12}+x^5+1$ โดย k คือจำนวนของบิตข้อมูลที่อยู่ระหว่างแฟล็กเปิดและแฟล็กปิด โดยไม่รวมบิตที่ได้จากการทำการแทรกบิตศูนย์ และ

ข. เศษเหลือที่ได้จากการหารแบบ Modulo 2 ของผลคูณของ x^{16} กับข้อมูลที่อยู่ระหว่างแฟล็กเปิดกับแฟล็กปิดของเฟรม LAPD โดยไม่รวมบิตที่ได้จากการแทรกบิตศูนย์ด้วย Generator ploynomial $x^{16}+x^{12}+x^5+x+1$

4.2.2 เฟรมที่ไม่ถูกต้อง (Invalid frame)

เฟรมที่ส่งในช่องสัญญาณ D นั้นจะถือเป็นเฟรมที่ไม่ถูกต้อง ถ้ามีลักษณะดังนี้

ก. เป็นเฟรมที่ขาดแฟล็กส่วนใดส่วนหนึ่ง

ข. ในกรณีของการส่งข่าวสารแบบ Unacknowledge, Single-frame หรือ Multiple-frame acknowledge แบบ Modulo 8 แล้วมีข้อมูลที่อยู่ระหว่างแฟล็กน้อยกว่า 5 ไบต์

ค. ในกรณีของการส่งข่าวสารแบบ Multiple-frame acknowledge แบบ Modulo 128 แล้วมีข้อมูลที่อยู่ระหว่างแฟล็กน้อยกว่า 6 ไบต์สำหรับเฟรมที่มีค่าหมายเลขบอกลำดับ(Sequence number) และน้อยกว่า 5 ไบต์สำหรับเฟรมที่ไม่มีค่าหมายเลขบอกลำดับ

ง. จำนวนข้อมูลเป็นไบต์ก่อนทำการแทรกบิตศูนย์ไม่ลงตัวเป็นเลขจำนวนเต็ม

จ. เป็นเฟรมที่มีค่าข้อมูลในส่วนตรวจสอบความผิดพลาดไม่ถูกต้อง

และผู้รับจะไม่ทำการโต้ตอบใดๆ ทั้งสิ้นต่อการได้รับเฟรมที่มีคุณสมบัติเหล่านี้

4.2.3 เฟรมที่ถูกสั่งยกเลิก (Frame abort)

เมื่อผู้รับได้รับเฟรมข้อมูลที่มีค่า '1' ติดกันตั้งแต่ 7 บิตขึ้นไป จะถือว่าเฟรมที่ได้รับนั้นผู้ส่งสั่งยกเลิก ผู้รับจะละเลยเฟรมที่ได้รับนั้น

4.3 การติดต่อสื่อสารภายในข่าย ISDN

การติดต่อสื่อสารในข่าย ISDN นั้นจะมีการติดต่อสื่อสารกัน 2 แบบคือ

ก. การติดต่อสื่อสารระหว่างชั้นที่เท่ากัน (Peer-to-Peer communication)

ข. การติดต่อสื่อสารระหว่างชั้น (Layer-to-Layer communication)

4.3.1 การติดต่อสื่อสารระหว่างชั้นที่เท่ากัน (Peer-to-Peer communication)

การติดต่อสื่อสารในข่าย ISDN ระหว่างชั้นที่เท่ากันในระดับชั้นที่ 2 นั้น จะทำโดยอาศัยเฟรม LAPD ซึ่งมีรูปแบบดังแสดงในรูปที่ 4.4 โดยจะสามารถแยกเฟรมที่ใช้ออกได้เป็น 2 ประเภทที่มีความหมายต่างกันคือเฟรมคำสั่ง (Command)และเฟรมตอบสนอง (Response) และในการรับส่งข่าวสารแต่ละแบบนั้นจะมีเฟรมคำสั่งและเฟรมตอบสนองที่ต่างชุดกัน

4.3.1.1 เฟรมคำสั่ง (Commands) เป็นเฟรมที่ส่งออกไปเพื่อทำหน้าที่เริ่มต้นการทำงานอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือส่งออกไปเพื่อสอบถามสถานะของอีกฝ่ายหนึ่ง หรือส่งออกไปเพื่อต้องการคำตอบจากอีกฝ่ายหนึ่ง

4.3.1.2 เฟรมตอบสนอง (Responses) เป็นเฟรมที่ส่งออกไปเมื่อได้รับเฟรมคำสั่งเฟรมใดเฟรมหนึ่งหรือเป็นเฟรมที่ส่งออกไปเมื่อเกิดเหตุการณ์ผิดปกติอย่างใดอย่างหนึ่งกับวงจรเชื่อมต่อข้อมูลที่ทำการรับส่งข่าวสารอยู่ขณะนั้นเช่น เนื่องจากเหตุการณ์ผิดปกติที่ชั้น Data Link(ชั้นที่ 2) ไม่สามารถแก้ไขได้ เป็นต้น

4.3.2 ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการส่งข่าวสาร

V(S) - Send state variable บอกลำดับ(Sequence number) ของเฟรมต่อไปที่จะต้องส่งออกไป โดยค่า V(S) จะต้องอยู่ในช่วง $V(S) - V(A) \leq k$ ค่า k คือจำนวนเฟรมที่สามารถส่งออกไปได้โดยไม่ต้องรอคำตอบ(Max. number of outstanding I frame) และสำหรับวงจรเชื่อมต่อข้อมูลแบบ Modulo 8 ค่า k จะอยู่ในช่วง $0 \leq k \leq 7$

V(A) - Acknowledge state variable บอกหมายเลขลำดับของเฟรมสุดท้ายที่ได้รับคำตอบจากปลายทาง โดยที่ V(A) - 1 จะเท่ากับ N(S) ของเฟรม I เฟรมสุดท้ายที่ได้รับคำตอบและค่า V(A) จะได้รับการแก้ไขโดยค่า N(R) ที่ผู้ส่งได้รับกลับมาและจะต้องเป็นไปตามเงื่อนไขต่อไปนี้คือ $V(A) \leq N(R) \leq V(S)$.

N(S) - Send sequence number เมื่อจะทำการส่งเฟรม I ที่เป็นลำดับต่อเนื่องกับเฟรมที่ส่งไปก่อนหน้านี้ ค่า N(S) จะได้รับการกำหนดให้เท่ากับค่า V(S) ดังนั้นเฟรม I ที่ส่งออกไปจะมีค่า N(S) เท่ากับ V(S)

V(R) - Receive state variable เป็นการบอกว่าเฟรมต่อไปที่จะต้องได้รับคือเฟรมที่มีค่า N(S)เท่ากับ V(R) ซึ่งค่านี้จะเพิ่มขึ้นครั้งละ 1 เมื่อได้รับเฟรมที่มีค่า N(S) เท่ากับ V(R)

N(R) - Receive sequence numberเป็นการบอกผู้ส่งว่าผู้รับรอรับเฟรมที่มีค่าเลขลำดับการส่ง N(S) เป็น N(R) ซึ่งทุกครั้งที่ผู้รับจะส่งเฟรมตอบสนองกลับไปผู้รับจะกำหนดให้ค่า N(R) เท่ากับค่า V(R) ซึ่งเป็นการบอกผู้ส่งว่าผู้รับได้รับเฟรม I แล้วจนถึงเฟรมที่มีค่า N(S) เท่ากับ N(R) - 1

4.3.3 คำสั่งงานและการตอบสนอง (Commands and Responses)

4.3.3.1 I Command เป็นเฟรมคำสั่งที่ใช้สำหรับการส่งข่าวสารที่ได้รับจากชั้นที่ 3 โดยข่าวสารจากชั้นที่ 3 จะถูกส่งออกไปในฟิลด์ข่าวสารของเฟรม LAPD

4.3.3.2 SABM/SABME Command เป็นเฟรมคำสั่งซึ่งจัดอยู่ในเฟรมชนิด U ที่จะใช้เมื่อมีอุปกรณ์รับส่งข้อมูลตัวใดตัวหนึ่งต้องการทำการรับส่งข่าวสารในลักษณะการรับส่งแบบ Multiple-frame โดยเฟรมคำสั่งนี้จะถูกส่งออกไปเป็นเฟรมแรก เพื่อทำการเชื่อมต่อวงจรในชั้นที่ 2 ก่อนที่จะเริ่มทำการรับส่งข่าวสาร ภายในเฟรมชนิดนี้ไม่อนุญาตให้มีการส่งข่าวสารใด ๆ ของชั้นที่สูงขึ้นไป

และเมื่อ Entity ในชั้นที่ 2 ใดที่ได้รับคำสั่งนี้จะตอบด้วยเฟรมตอบสนอง UA ทันทีที่ Entity นั้นพร้อมที่จะรับส่งข่าวสาร โดย Entity ที่ได้รับคำสั่งนี้จะทำการกำหนดค่า V(S) V(A) V(R) และตัวแปรนับจำนวนครั้งการส่งใหม่(Retransmission Counter) เป็น '0' นอกจากนั้น การส่งเฟรมคำสั่งนี้ออกไปยังเป็นการแจ้งการลบล้างจากสภาวะไม่ว่าง (Busy Condition) ที่ได้มีการแจ้งให้อีกฝ่ายหนึ่งทราบโดยการส่งเฟรม RNR ไปก่อนหน้านี้ด้วย

และในกรณีที่ขณะที่ส่งคำสั่ง SABM/SABME ออกไปนั้น ถ้ามีเฟรม I ที่ยังไม่ได้รับคำตอบค้างอยู่ เฟรม I นั้น ๆ ก็จะยังคงค้างไม่ได้รับคำตอบเช่นเดิม และจะเป็นหน้าที่ของโปรโตคอลชั้นที่สูงขึ้นไปหรือ Management Entity ในการจัดการแก้ไขเกี่ยวกับเฟรม I นั้นซึ่งอาจจะสูญหายได้

4.3.3.3 DISC Command เป็นเฟรมคำสั่งที่ส่งออกไปเพื่อแจ้งการขอหยุดการรับส่งข่าวสารแบบ Multiple-frame ที่กระทำในชั้นที่ 2 เฟรมชนิดนี้จะไม่อนุญาตให้มีส่วนข่าวสารเช่นเดียวกับเฟรม SABM/SABME และก่อนที่วงจรเชื่อมต่อข้อมูลจะหยุดการรับส่งจริง Entity ด้านรับจะต้องตอบยอมรับด้วยเฟรมตอบสนอง UA ก่อน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

และ Entity ที่ส่งคำสั่ง DISC จะหยุดการใช้งานวงจรในการรับส่งข่าวสารแบบ Multiple-frame เมื่อได้รับคำตอบด้วยเฟรม UA หรือเฟรม DM และเช่นเดียวกัน เฟรม I ที่ส่งออกไปแล้วแต่ยังไม่ได้รับคำตอบก็จะยังคงเป็นอยู่อย่างนั้น ซึ่งเป็นหน้าที่ของชั้นที่สูงขึ้นไป หรือ Management entity ที่จะต้องรับผิดชอบข้อมูลในเฟรมนั้น

4.3.3.4 UI Command เป็นเฟรมคำสั่งที่ใช้สำหรับส่งข่าวสารของชั้นที่ 3 หรือชั้นที่สูงขึ้นไปเมื่อต้องการส่งแบบ Unacknowledged ข่าวสารที่ส่งในเฟรมนี้จะไม่ต้องการคำตอบจากผู้รับ ดังนั้นอาจจะเกิดการสูญหายได้

4.3.3.5 SI0 และ SI1 Command หน้าที่ของเฟรมคำสั่งนี้คือรับส่งข่าวสารของชั้นที่สูงขึ้นไป โดยวงจรเชื่อมต่อข้อมูลที่รับส่งแบบ Single-frame acknowledged โดยการส่งจะส่งสลับกันระหว่าง SI0 และ SI1 โดยภายในเฟรมคำสั่งจะกำหนดให้ค่า P = 1

4.3.3.6 RR Command/Response เฟรมนี้จะเป็นเฟรมที่ทำหน้าที่ควบคุมการติดต่อสื่อสาร โดยจัดอยู่ในเฟรมชนิด S ใช้ในการสั่งงานหรือตอบสนองเหตุการณ์ต่อไปนี้คือ

ก. เป็นการบอกคู่สนทนาในระดับชั้นเดียวกัน(Peer entity) ว่าผู้ที่ส่งเฟรมนี้ออกไปพร้อมที่จะรับข่าวสารแล้ว

ข. เป็นการตอบรับการได้รับข่าวสารที่ส่งมาโดยเฟรม I

ค. เป็นการแจ้งคู่สนทนาว่าสภาวะไม่ว่างที่เป็นอยู่ก่อนหน้านี้ ได้รับการจัดการแก้ไขเรียบร้อยแล้วและผู้ที่ส่งเฟรมนี้ออกไปพร้อมที่จะทำการรับส่งข่าวสารต่อไป

และนอกจากนั้นเฟรม RR ที่เป็นเฟรมคำสั่งยังสามารถใช้ในการสอบถามสถานะของคู่สนทนาได้ด้วย

4.3.3.7 REJ Command/Response จัดเป็นเฟรมชนิด S เช่นเดียวกับเฟรม RR เฟรม REJ นี้ใช้ในการส่งคำขอเพื่อขอให้ผู้ส่ง ส่งข่าวสารที่ได้ส่งมาด้วยเฟรม I ก่อนหน้านี้ใหม่ โดยระบุเฟรมที่ต้องการให้ส่งใหม่มาในเฟรม REJ ด้วย มีผลทำให้ข่าวสารในเฟรม I ที่รอส่งจะต้องรอจนกว่าเฟรมที่ได้รับการขอให้ส่งใหม่ได้ทำการส่งเรียบร้อยแล้ว

การเกิดภาวะที่ทำให้มีการส่งเฟรมคำสั่ง REJ จะเกิดขึ้นได้โดยสามารถส่งเฟรม REJ ได้เพียง 1 เฟรมเท่านั้น และภาวะนี้จะถูกลบล้าง(Cleared)เมื่อได้รับเฟรม I ที่มีค่า N(S) เท่ากับ N(R) ที่ส่งไปในเฟรม REJ และการส่งเฟรม REJ ยังเป็นการบอกคู่สนทนาว่าสภาวะไม่ว่างของผู้ส่งขณะนี้ได้มีการลบล้างเรียบร้อยแล้ว และสำหรับเฟรม REJ ที่มี P = 1 อาจใช้สอบถามสถานะของ entity คู่สนทนาได้ด้วย

4.3.3.8 RNR Command/Response จัดเป็นเฟรมชนิด S ที่ทำหน้าที่ในการแจ้งให้คู่สนทนาทราบว่า ขณะนี้ผู้ที่ส่งเฟรมนี้ออกไปอยู่ในสภาวะไม่พร้อมที่จะรับข่าวสารชั่วคราว ค่า N(R) ในเฟรม RNR นี้จะเป็นการบอกคู่สนทนาว่าผู้ส่งเฟรม RNR นี้ได้รับเฟรม I แล้วตั้งแต่เฟรมลำดับที่ 0 ถึง N(R) - 1 และสำหรับเฟรม RNR ที่มีค่า P=1 จะสามารถใช้ในการสอบถามสถานะของคู่สนทนาได้ด้วย

4.3.3.9 UA Response เป็นเฟรมตอบสนองที่ใช้ในการตอบรับการขอเชื่อมต่อวงจรโดยเฟรมคำสั่ง SABM/SABME หรือขอปลดวงจรเชื่อมต่อโดยเฟรมคำสั่ง DISCจากสถานีใด ๆ เพื่อทำการรับส่งข่าวสาร หรือเพื่อหยุดรับส่งข่าวสารตามลำดับ ซึ่ง Entity ที่ได้รับคำสั่ง SABM/SABME หรือ DISC จะยังไม่มีการปฏิบัติตามคำสั่งนั้น จนกว่าจะได้ส่งเฟรมตอบสนอง UA ออกไปก่อนและการส่งเฟรมตอบสนอง UA ออกไปก็ยังเป็นการลบล้างสภาวะไม่ว่างของผู้ส่งด้วย

4.3.3.10 DM Response เป็นเฟรมตอบสนองที่ใช้ในการตอบปฏิเสธการได้รับเฟรมคำสั่ง SABM/SABME ที่มีผู้ส่งมาเพื่อขอเชื่อมต่อวงจร และนอกจากนั้นเฟรมนี้ยังใช้ในการตอบกลับไปยังผู้ส่งในกรณีที่ผู้ที่ได้รับเฟรมคำสั่งไม่สามารถปฏิบัติงานตามคำสั่งนั้นได้

4.3.3.11 SI0 และ SI1 Response การรับส่งข่าวสารภายในวงจรเชื่อมต่อข้อมูลแบบ Single-frame เฟรมทั้ง 2 ตัวนี้จะใช้เป็นเฟรมสำหรับการตอบรับข่าวสารที่ได้รับจากเฟรมคำสั่ง SI1 และ SI0 ตามลำดับ ในเฟรมตอบสนองชนิดนี้จะไม่อนุญาตให้มีฟิลด์ข่าวสาร

4.3.3.12 FRMR Response เป็นเฟรมตอบสนองที่จัดเป็นในเฟรมชนิด U เฟรมนี้จะถูกใช้งานโดยชั้นที่ 2 ในอุปกรณ์รับส่งข้อมูลเพื่อรายงานความผิดพลาดหรือเหตุการณ์ผิดปกติที่เกิดขึ้นในชั้นที่ 2 ที่ไม่สามารถแก้ไขได้ โดยข้อมูลส่วนควบคุมของเฟรมที่ทำให้เกิดเหตุการณ์ผิดปกตินี้จะถูกส่งกลับไปในฟิลด์ข่าวสารของเฟรมนี้ด้วย

เฟรมที่เป็นสาเหตุที่ทำให้มีการส่งคำตอบด้วยเฟรม FRMR จะเป็นเฟรมที่จัดอยู่ในประเภทต่อไปนี้คือ

ก. เป็นเฟรมที่ไม่จัดอยู่ในกลุ่มของเฟรม LAPD ทั้ง 11 เฟรม

ข. เป็นเฟรมที่มีข่าวสารอยู่ในฟิลด์ข่าวสารโดยที่เฟรมนั้นไม่อนุญาตให้มีข่าวสารส่วนนี้ หรือได้รับเฟรมชนิด S หรือ U ที่มีความยาวไม่ถูกต้อง

ค. เป็นเฟรมที่ไม่อยู่ในลำดับ N(R) ที่ถูกต้อง

ง. เป็นเฟรมที่มีความยาวของฟิลด์ข่าวสารมากกว่าที่กำหนดไว้เมื่อมีการติดต่อขอสร้างวงจรเชื่อมต่อข้อมูลเพื่อรับส่งข่าวสาร

และค่า N(R) ที่ถูกต้องจะต้องมีค่าอยู่ในช่วง V(A) ≤ N(R) ≤ V(S) และสำหรับเฟรม FRMR นั้นในฟิลด์ข่าวสารที่ตามหลังส่วนควบคุมมาซึ่งอาจจะมี 3 หรือ 5 Octets จะบอกสาเหตุที่ทำให้มีการส่งเฟรมตอบสนอง FRMR ดังแสดงได้ในรูปที่ 4.6

Rejected frame control field								Octet 5
V(R)			C/R	V(S)			0	6
0	0	0	0	Z	Y	X	W	7

โดย Rejected frame control field คือข้อมูลส่วนควบคุมของเฟรมที่ได้รับที่ทำให้เกิดการส่งเฟรมตอบสนองด้วยเฟรม FRMR นี้

V(R) - คือค่า V(R) ปัจจุบันของผู้ส่งเฟรม FRMR ออกไป

V(S) - คือค่า V(S) ปัจจุบันของผู้ส่งเฟรม FRMR ออกไป

C/R - จะกำหนดเป็น '1' ถ้าเฟรมที่ทำให้เกิดการส่งเฟรม FRMR ออกไปคือเฟรมตอบสนองและเป็น '0' ถ้าเป็นเฟรมคำสั่ง

Y - จะกำหนดเป็น '1' เพื่อแสดงว่าฟิลด์ข่าวสารที่ได้รับมีความยาวเกินกว่าค่ามากที่สุดของวงจรเชื่อมต่อที่ผู้ส่งเฟรม FRMR ออกไปใช้งานอยู่

X - จะกำหนดเป็น '1' เพื่อแสดงว่าข้อมูลส่วนควบคุมที่ได้รับและส่งออกไปใน Octet ที่ 5 ผู้รับถือว่าเป็นเฟรมที่ไม่ถูกต้องเพราะเป็นเฟรมที่มีฟิลด์ข่าวสารซึ่งภายในเฟรมชนิดนี้ไม่อนุญาตให้มี หรือเป็นเฟรมชนิด U หรือ S ที่มีความยาวไม่ถูกต้องและถ้าบิต X นี้เป็น '1' บิต W ต้องเป็น '1' ด้วย

W - จะกำหนดเป็น '1' เพื่อเป็นการแสดงว่าข้อมูลส่วนควบคุมที่ได้รับและส่งออกไปใน Octet ที่ 5 ผู้รับไม่รู้จักหรือไม่ได้มีการกำหนดวิธีการทำงานไว้

Z - จะกำหนดเป็น '1' เพื่อแสดงว่าส่วนควบคุมที่ได้รับและส่งออกไปใน Octet ที่ 5 นี้มีค่า N(R) ผิด

รูปที่ 4.6 ฟิลด์ข่าวสารของเฟรม FRMR

เฟรม LAPD ทั้ง 12 แบบที่ได้กล่าวมาแล้วจัดเป็นเฟรมที่ทำหน้าที่ในการควบคุมการติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์รับส่งข่าวสารในชั้นที่ 2 ให้เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และเฟรมทุกเฟรมยกเว้นเฟรม SIO และ SI1 จะเป็นเฟรมที่ได้มีการกำหนดไว้ในโปรโตคอลชั้นที่ 2 ที่ชื่อ HDLC ของ OSI Reference model[3]

4.3.4 <u>การติดต่อสื่อสารระหว่างชั้น (Layer to Layer communication)</u>

การติดต่อสื่อสารระหว่างชั้นและระหว่างชั้นที่ 2 กับ Management entity จะทำโดยอาศัย primitives ซึ่ง primitives จะอธิบายวิธีการแลกเปลี่ยนข่าวสารและการควบคุมที่กระทำระหว่างชั้นที่ 2 กับชั้นข้างเคียง

Syntax ของ primitive จะเป็นดังนี้

XX - Generic name - Type : Parameters

ในเมื่อ

XX : ระบุชั้นที่เป็นผู้ให้บริการเช่น DL PH และ MDL ซึ่งใช้สำหรับชั้น Data link,Physical และ Management entity ในการติดต่อกับชั้น Data link

Generic name : ระบุการกระทำ(Activity) ที่ชั้นที่กำหนดจะต้องปฏิบัติ

ในการกล่าวถึงชื่อของ primitive จะแทนชนิดของ primitive REQUEST ,INDICATION,RESPONSE,CONFIRM ด้วย REQ,IND,RES และ CON ตามลำดับ

4.3.5 <u>Primitives ที่ใช้ในการติดต่อระหว่างชั้น</u>

4.3.5.1 <u>DL-ESTABLISH</u> ใช้สำหรับการร้องขอและการรายงานผลการปฏิบัติของขบวนการสร้างวงจรเชื่อมต่อข้อมูล

4.3.5.2 <u>DL-RELEASE</u> ใช้สำหรับการร้องขอและการรายงานผลการปฏิบัติงานของขบวนการปลดวงจร(Terminate)ที่ทำการรับส่งข่าวสารแบบ Singleหรือ Multiple-frame ที่ได้สร้างขึ้นมา และในกรณีที่ชั้นที่ 2 เกิดทำงานผิดพลาด ชั้นที่ 2 จะใช้ Primitive นี้รายงานให้ชั้นที่ 3 ทราบต่อไป

4.3.5.3 <u>DL-DATA</u> ใช้สำหรับการส่งข่าวสารของชั้นที่ 3 โดยผ่านชั้นที่ 2 ซึ่งข่าวสารของชั้นที่ 3 จะถูกส่งออกไปหรือได้รับเข้ามาโดยมีการทำงานแบบ Acknowledged.

4.3.5.4 <u>DL-UNIT-DATA</u> ใช้สำหรับรับส่งข่าวสารของชั้นที่ 3 ที่จะส่งออกไปหรือรับเข้ามาโดยมีการทำงานแบบ Unacknowledged.

4.3.5.5 MDL-ASSIGN ใช้โดย Management entity ในการร้องขอให้ชั้นที่ 2 ที่มีค่า TEI ตรงกับค่าที่ระบุมาในส่วนข้อมูลของ Primitive นี้กำหนดค่า TEI นี้ให้เป็น Connection endpoint สำหรับการติดต่อสื่อสารที่จะเกิดขึ้น และยังถูกใช้โดยชั้นที่ 2 เพื่อบอกให้ Management entity ทราบว่าตัวมันเองต้องการค่า TEI เพื่อทำการติดต่อสื่อสาร

4.3.5.6 MDL-REMOVE ใช้โดย Management entity ในการร้องขอชั้นที่ 2 ให้ยกเลิกการใช้ค่า TEI ที่ระบุมาในส่วนข้อมูลของ Primitive นี้เป็น Connection endpoint สำหรับการติดต่อสื่อสาร

4.3.5.7 MDL-ERROR ชั้นที่ 2 ใช้ในการรายงาน Management entity เพื่อให้ทราบว่ามีความผิดพลาดเกิดขึ้นเนื่องมาจากการร้องขอของ Management entity หรือตรวจพบว่าเป็นผลมาจากการติดต่อสื่อสารกับชั้นที่ 2 ของอีกระบบหนึ่งที่เป็นคู่สนทนา ซึ่งเป็นความผิดพลาดที่ชั้นที่ 2 ไม่สามารถแก้ไขได้และ Management entity อาจจะตอบกลับการขอใช้ค่า TEI ของชั้นที่ 2 ด้วย Primitive นี้ถ้าไม่สามารถกำหนดค่า TEI ให้ได้

4.3.5.8 MDL-UNIT-DATA ใช้ในการรับส่งข่าวสารของ Management entity ผ่านชั้นที่ 2 ซึ่งจะส่งออกหรือได้รับเข้ามาโดยมีการทำงานแบบ Unacknowledged.

4.3.5.9 PH-DATA ใช้ในการส่งผ่านข่าวสารที่อยู่ในรูปของเฟรมที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารระหว่างชั้นที่ 2 ผ่านชั้น Physical(ชั้นที่ 1) ซึ่งคือใช้สำหรับการส่งเฟรมข้อมูลของชั้นที่ 2 ผ่านทางชั้นที่ 1 เพื่อส่งให้กับอีกระบบหนึ่ง

4.3.5.10 PH-ACTIVATE ใช้ในการร้องขอให้ชั้นที่ 1 ทำการ Activate วงจรเพื่อรับส่งข่าวสารหรือเพื่อรายงานว่าวงจรในชั้นที่ 1 ขณะนั้นได้รับการ Activate แล้ว

4.3.5.11 PH-DEACTIVATE ใช้ในการร้องขอให้ชั้นที่ 1 Deactivate วงจรหรือใช้ในการรายงานให้ชั้นที่สูงขึ้นไปทราบว่าวงจรในชั้นที่ 1 Deactivate แล้ว

4.3.5.12 Message unit คือข้อมูลเพิ่มเติมสำหรับการติดต่อระหว่างชั้นที่เกี่ยวข้องกับการกระทำและผลที่เกี่ยวเนื่องกับคำขอที่ส่งออกไป (Request) ในกรณีที่เป็น primitive ที่เกี่ยวกับข้อมูล ตัว Message unit นี้ก็คือข่าวสารที่ใช้ในการติดต่อระหว่างระบบในระดับชั้นเดียวกันของชั้นที่ส่งคำขอมาเช่น DL-DATA ซึ่งภายใน Message unit จะเป็นข่าวสารจากชั้นที่ 3 และ PH-DATA คือเฟรมของชั้นที่ 2 เป็นต้น

4.4 ขบวนการการติดต่อสื่อสารระหว่างชั้นที่เท่ากัน (Peer-to-Peer Communication Procedures)

การติดต่อสื่อสารในระดับชั้นที่ 2 นั้นจะมีวิธีการทำได้ 3 แบบโดยอาศัยเฟรม LAPD ต่าง ๆ กันคือ

ก. สำหรับการรับส่งข่าวสารแบบ Unacknowledged จะประกอบด้วย

- UI - command

ข. สำหรับการรับส่งข่าวสารแบบ Single-frame Acknowledged ประกอบด้วย

- SI0 - command/response
- SI1 - command/response

ค. สำหรับการรับส่งข่าวสารแบบ Multiple-frame Acknowledged จะประกอบด้วย

- SABM/SABME - command
- UA - response
- DM - response
- DISC - command
- RR - command/response
- RNR - command/response
- REJ - command/response
- I - command
- FRMR - response

4.4.1 การใช้งานบิต P/F

4.4.1.1 การรับส่งแบบ Unacknowledged ไม่มีการใช้บิต P/F ดังนั้นการส่งแบบนี้ค่า P/F จะเป็น '0'

4.4.1.2 การรับส่งแบบ Multiple-frame Acknowledged Entity ในชั้นที่ 2 เมื่อได้รับเฟรมคำสั่ง SABM DISC RR RNR REJหรือ I ที่มีค่า P เป็น '1' จะต้องส่งเฟรมตอบสนองที่มีค่า F เป็น '1' ออกไป ดังแสดงได้ในตารางที่ 4.4

4.4.2 ขบวนการสำหรับการรับส่งข่าวสารแบบ Unacknowledged

การรับส่งข่าวสารโดยวิธีนี้ จะไม่มีการแก้ไขหรือฟื้นฟูความผิดพลาด(Error Recovery) ที่เกิดขึ้นที่ชั้นที่ 2 แต่อย่างใด

ตารางที่ 4.4 การกำหนดค่าของบิต P/F

ได้รับเฟรมคำสั่ง P=1	ส่งเฟรมตอบสนอง F=1
SABM, SABME, DISC	UA, DM
I, RR, RNR, REJ	RR, RNR, REJ, FRMR, DM

4.4.2.1 การส่งข่าวสารแบบ Unacknowledged ข่าวสารที่จะส่งโดยวิธีนี้จะอาศัยเฟรม UI ในการส่งจากชั้นที่ 2 ไปยังชั้นที่ 1 โดยข่าวสารจะส่งมาจาก Entity ในชั้นที่ 3 หรือจาก Managementโดยอาศัย primitive DL-UNIT-DATA-REQหรือ MDL-UNIT-DATA-REQ ตามลำดับ โดยการส่งแบบกระจายข่าวนั้นค่า TEI ของเฟรม UI จะถูกกำหนดให้เป็น 127 (B'111 1111')และการส่งแบบจุดต่อจุด ค่า TEI จะขึ้นอยู่กับการกำหนดค่าที่เหมาะสม และค่า P จะกำหนดเป็น '0'

4.4.2.2 การรับข่าวสารแบบ Unacknowledged Entity ในชั้นที่ 2 เมื่อได้รับเฟรม UI ที่มีค่า SAPI ตรงกับค่าที่ Entity นั้นสามารถรับได้ ก็จะส่งข่าวสารภายในส่วนข่าวสารขึ้นไปให้ Entity ในชั้นที่ 3 หรือ Management โดยใช้ Primitive DL-UNIT-DATA-IND หรือ MDL-UNIT-DATA-IND ตามลำดับ แต่ถ้าหากเป็นค่า SAPI ที่ต่างออกไป เฟรม UI นั้นก็จะถูกละเลยไม่สนใจ

4.4.3 ขบวนการสร้างและปลดวงจรรับส่งข่าวสารแบบ Multiple-frame

4.4.3.1 การสร้างวงจรรับส่งข่าวสารแบบ Multiple-frame (Multiple-frame Establishment) ขบวนการนี้ใช้ในการสร้างวงจรเพื่อทำการรับส่งข่าวสารแบบ Multiple-frame ระหว่าง entity ของข่ายกับของอุปกรณ์ของผู้เช่า การสร้างวงจรจะเริ่มจากชั้นที่ 3 ส่งคำขอเพื่อสร้างวงจรโดยใช้ primitive DL-ESTABLISH-REQ เฟรมทุกเฟรมที่ไม่ใช่เฟรมชนิด U ที่ได้รับระหว่างที่อยู่ในขบวนการสร้างวงจรนี้ จะไม่ได้รับความสนใจ

4.4.3.1.1 ขบวนการเชื่อมต่อวงจรเชื่อมต่อข้อมูล (Establishment procedures) Entity ในชั้นที่ 2 จะเริ่มต้นคำขอเพื่อขอเชื่อมต่อวงจรเชื่อมต่อข้อมูลที่มีการรับส่งข่าวสารแบบ Multiple-frame โดยการส่งเฟรมคำสั่ง SABM/SABME และการส่งคำสั่งนี้ออกไปจะทำให้เหตุการณ์ผิดปกติทุกอย่างที่ค้างอยู่ในวงจรได้รับการลบล้าง และตัวแปรนับจำนวน

ครั้งการส่งใหม่จะถูกตั้งให้เป็น '0' ใหม่ พร้อมกันนี้ก็จะเริ่มมีการจับเวลา T200 และคำสั่งทุกคำสั่งที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดวิธีการรับส่ง (Mode-setting) จะถูกส่งออกไปโดยมีค่า P=1

Entity ในชั้นที่ 2 เมื่อได้รับเฟรมคำสั่ง SABM/SABME และสามารถเข้าสู่สถานะ Multiple-frame-established ได้ จะทำงานดังนี้

ก. ส่งคำตอบกลับไปด้วยเฟรมตอบสนอง UA โดยกำหนดค่า F ให้เป็นค่าเดียวกับ ค่า P ที่ได้รับมาจากคำสั่ง SABM/SABME

ข. กำหนดค่า V(S) V(R) และ V(A) เป็น '0'

ค. เข้าสู่สถานะ Multiple-frame-established และแจ้งไปยังชั้นที่ 3 โดยใช้ primitive DL-ESTABLISH-IND

ง. กำหนดค่าตัวแปรนับจำนวนครั้งการส่งใหม่เป็น '0'

จ. ลบล้างเหตุการณ์ผิดปกติทุกอย่าง และ

ฉ. ลบล้างสถานะไม่ว่างของ entity คู่สนทนาด้วย

และถ้าไม่สามารถเข้าสู่สถานะ Multiple-frame established ได้ entity นั้นจะตอบสนองเฟรมคำสั่ง SABM/SABME ด้วยเฟรมตอบสนอง DM และกำหนดค่า F ให้เป็นค่าเดียวกับค่า P ที่ได้รับมาจากเฟรมคำสั่ง SABM/SABME

เมื่อ entity ผู้ส่งคำสั่ง SABM/SABME ได้รับผลตอบสนองด้วยเฟรมตอบสนอง UA ที่มีค่า F = 1 entity นั้น จะทำงานดังนี้

ก. Reset T200

ข. กำหนดค่า V(S) V(R) และ V(A) เป็น '0' และ

ค. เข้าสู่สถานะ Multiple-frame-established และแจ้งให้ชั้นที่ 3 ทราบโดยใช้ primitive DL-ESTABLISH-IND

ถ้าผู้ส่งคำสั่ง SABM/SABME ได้รับคำตอบด้วยเฟรม DM ที่มีค่า F = 0 entity นั้นก็จะแจ้งไปยังชั้นที่ 3 ให้ทราบโดยใช้ primitive DL-RELEASE-IND และแจ้งให้ Management entity ทราบโดยใช้ primitive MDL-ERROR-IND และก็จะทำการ Reset T200 ด้วยจากนั้นจะเข้าสู่สถานะ TEI-assigned ใหม่

4.4.3.1.2 วิธีปฏิบัติเมื่อหมดเวลา T200 ถ้าหมดเวลา T200 ก่อนที่จะได้รับคำตอบด้วยเฟรมตอบสนอง UA หรือ DM entity ในชั้นที่ 2 จะทำงานดังนี้

ก. ส่งคำสั่ง SABM/SABME ใหม่

ข. เริ่มจับเวลา T200 ใหม่และ

ค. นับจำนวนครั้งของการส่งใหม่เพิ่มอีก 1 ครั้ง

และหลังจากส่งคำสั่ง SABM/SABME ครบจำนวน N200 ครั้ง แล้ว entity ในชั้นที่ 2 จะแจ้งไปยังชั้นที่ 3 โดยใช้ primitive DL-RELEASE-IND และจะแจ้งให้ Management entity ทราบโดยใช้ MDL-ERROR-IND จากนั้นจะเข้าสู่สถานะ TEI-assigned ใหม่

4.4.3.2 <u>การรับส่งข่าวสาร (Information Transfer)</u> หลังจากได้ทำการส่งเฟรมตอบสนอง UA ออกไปเมื่อได้รับเฟรมคำสั่ง SABM/SABME หรือได้รับเฟรมตอบสนอง UA เนื่องจากการส่งเฟรมคำสั่ง SABM/SABME ออกไปแล้ว วงจรที่สร้างขึ้นจะสามารถทำการรับส่งเฟรม I และ S ได้ตามขบวนการที่ได้กำหนดไว้ในโปรโตคอล LAPD

ถ้าหากได้รับเฟรมคำสั่ง SABM/SABME ขณะที่อยู่ในสถานะ Multiple-frame-established entity ในชั้นที่ 2 จะทำขบวนการสร้างวงจรใหม่ (Re-establish procedure)

4.4.3.3 <u>การหยุด(Terminate)การทำงานแบบ Multiple frame</u> Entity ในชั้นที่ 3 จะแจ้งการร้องขอเพื่อให้มีการหยุดรับส่งข่าวสารแบบ Multiple-frame โดยใช้ primitive DL-RELEASE-REQ ซึ่งระหว่างที่มีการทำงานเพื่อหยุดการรับส่งนี้ เฟรมทุกเฟรมที่ได้รับที่ไม่ใช่เฟรมชนิด U จะถูกละเลยไม่สนใจ

4.4.3.3.1 ขบวนการปลดวงจร (Release procedure) Entity ในชั้นที่ 2 จะเป็นผู้เริ่มต้นการส่งคำขอเพื่อปลดวงจรแบบ Multiple-frame โดยการส่งเฟรมคำสั่ง DISC ที่มีค่า P = 1 ออกไปพร้อมกันนั้นก็จะเริ่มจับเวลา T200 และกำหนดค่าตัวแปรนับจำนวนครั้งการส่งใหม่ให้เป็น "0"

Entity ในชั้นที่ 2 เมื่อได้รับเฟรมคำสั่ง DISC ขณะที่อยู่ในสถานะ Multiple-frame-established จะตอบกลับไปด้วยเฟรมตอบสนอง UA โดยมีค่า F เป็นค่าเดียวกับค่า P ที่ได้รับมาจากเฟรม DISC และจะส่ง primitive DL-RELEASE-IND ขึ้นไปให้กับชั้นที่ 3 และกลับคืนสู่สถานะ TEI-assigned ใหม่อีกครั้ง

ถ้า entity ผู้ส่งเฟรมคำสั่ง DISC ได้รับคำตอบอย่างใดอย่างหนึ่งต่อไปนี้คือ

ก. เฟรมตอบสนอง UA ที่มีค่า F = 1 หรือ

ข. เฟรมตอบสนอง DM ที่มีค่า F = 1 แสดงว่า entityที่กำลังติดต่ออยู่ด้วยนั้นอยู่ในสถานะ TEI-assigned แล้ว จากนั้น entity ผู้ส่งเฟรม DISC ก็จะเข้าสู่สถานะ TEI-assigned ด้วยและจะทำการ reset T200

4.4.3.3.2 วิธีปฏิบัติเมื่อหมดเวลา T200 ถ้าหมดเวลา T200 ก่อนที่จะได้รับคำตอบด้วยเฟรมตอบสนอง UA หรือ DM entity ผู้ส่งคำสั่ง DISC จะทำงานดังต่อไปนี้

ก. ส่งคำสั่ง DISC ใหม่อีกครั้ง

ข. เริ่มจับเวลา T200 ใหม่ และ

ค. นับจำนวนครั้งการส่งใหม่เพิ่ม 1 ครั้ง

ถ้าได้พยายามครบ N200 ครั้งแล้วยังไม่สำเร็จ entity นั้นก็จะแจ้งไปยัง Management entity โดยใช้ primitive MDL-ERROR-IND และจะกลับเข้าสู่สถานะ TEI-assigned ใหม่

4.4.3.4 <u>สถานะ TEI-assigned</u> ในขณะที่อยู่ในสถานะ TEI-assigned entity ในชั้นที่ 2 จะมีการทำงานดังต่อไปนี้

ก. เมื่อได้รับเฟรมคำสั่ง DISC จะตอบกลับด้วยเฟรมตอบสนอง DM โดยมีค่า F เท่ากับค่า P ที่ได้รับมา

ข. เมื่อได้รับเฟรม I หรือ S ที่มีค่า P=1 จะตอบกลับด้วยเฟรมตอบสนอง DM ที่มีค่า F = 1

ค. ข้อมูลที่อยู่ในฟิลด์ข่าวสารที่ได้รับจากเฟรม I จะถูกละทิ้ง

ง. ถ้าได้รับเฟรมคำสั่ง SABM/SABME ก็จะทำงานตามขั้นตอนวิธีปฏิบัติในการสร้างวงจรรับส่งข่าวสารแบบ Multiple-frame

จ. เมื่อได้รับเฟรมคำสั่ง UI ก็จะเข้าสู่ขบวนการเชื่อมต่อวงจรเพื่อทำการรับส่งข่าวสารแบบ Unacknowledged

ฉ. ส่วนเฟรมอื่น ๆ ที่ได้รับเมื่ออยู่ในสถานะนี้จะไม่ได้รับความสนใจ

4.4.3.5 <u>การชนกันของเฟรมชนิด U</u> เมื่อมีการชนกันเกิดขึ้นจะมีวิธีแก้ไขดังนี้

4.4.3.5.1เกิดเนื่องจากส่งและได้รับเฟรมคำสั่งที่เหมือนกัน(Identical transmitted and received commands)ถ้าเฟรมคำสั่งที่ส่งออกไปและได้รับเป็นเฟรมชนิด U เหมือนกัน(SABM/SABME หรือ DISC) entity ในชั้นที่ 2 จะส่งคำตอบกลับไปด้วยเฟรมตอบสนอง UA ทันทีที่มีโอกาสและ entity ที่เป็นผู้ออกคำสั่งจะเข้าสู่สถานะที่ต้องการหลังจากได้รับคำตอบคือเฟรมตอบสนอง UA แล้ว จากนั้น entity ในชั้นที่ 2 จะแจ้งไปยัง entity ในชั้นที่ 3 ที่เกี่ยวข้องทราบโดยอาศัย primitive INDICATION ที่เหมาะสม

4.4.3.5.2เกิดจากการส่งและได้รับเฟรมคำสั่งที่ต่างกัน(Different transmitted and received commands) ถ้าเฟรมคำสั่งที่ส่งและได้รับเป็นเฟรมชนิด U ซึ่งต่างชนิดกัน(SABM/SABME หรือ DISC) entity ในชั้นที่ 2 จะเข้าสู่สถานะ TEI-assigned และจะส่งคำตอบกลับไปด้วยเฟรมตอบสนอง DM ทันทีที่มีโอกาส และแต่ละ entity ในชั้นที่ 2 จะแจ้งให้ entity ในชั้นที่ 3 ที่เกี่ยวข้องทราบโดยใช้ primitive DL-RELEASE-IND

4.4.3.6 <u>เฟรมตอบสนอง DM และเฟรมคำสั่ง SABM/SABME หรือ DISC ที่ไม่ได้ร้องขอ (Unsolicited DM response and SABM/SABME or DISC command)</u> การชนกันระหว่างเฟรมคำสั่ง SABM/SABME หรือ DISC กับเฟรมตอบสนอง DM ที่ไม่ได้มีการร้องขอ (Unsolicited)อาจจะเกิดขึ้นเมื่อ entity ในชั้นที่ 2 ด้านผู้เช่าส่งเฟรมตอบสนอง DM ที่มีค่า F=0 มาโดยด้านข่ายไม่ได้ร้องขอ ซึ่งเหตุการณ์นี้จะเป็นเหตุการณ์ปกติที่เทอร์มินัลแบบ X.25LAPB ใช้ในการขอให้ entity ด้านข่ายส่งคำสั่งที่เกี่ยวกับการกำหนดวิธีการรับส่งข่าวสาร

เพื่อหลีกเลี่ยงการแปลความหมายของเฟรมตอบสนอง DM ผิดไปentity ในชั้นที่ 2 จะส่งเฟรมคำสั่ง SABM/SABME หรือ DISC ที่มีค่า P=1 ออกไปตลอดเวลา ซึ่งจะสามารถหลีกเลี่ยงการชนกันระหว่างเฟรมตอบสนอง DM ที่มีค่า F=0 กับเฟรมคำสั่ง SABM/-SABME หรือ DISC ได้

4.4.4 <u>วิธีปฏิบัติสำหรับการรับส่งข่าวสารโดยวิธีการ Multiple-frame</u>

คำว่าการส่งเฟรม I ออกไปหมายถึงการส่งเฟรม I โดยชั้นที่ 2 ให้กับชั้นที่ 1

4.4.4.1 <u>การส่งเฟรม I</u> ข่าวสารที่ชั้นที่ 2 ได้รับมาจากชั้นที่ 3 โดย primitive DL-DATA-REQ จะถูกส่งออกไปโดยเฟรม I โดยที่ค่า N(S) และ N(R) จะถูกกำหนดให้มีค่าเท่ากับค่า V(S) และ V(R) ตามลำดับและค่าของตัวแปร V(S) จะเพิ่มขึ้นครั้งละ 1 ทุกครั้งที่ส่งเฟรม I ออกไปเป็นผลสำเร็จ และพร้อมกับที่ส่งเฟรม I ออกไปก็จะเริ่มจับเวลา T200 ด้วยและถ้า V(S) = V(A)+k (k คือจำนวนเฟรม I ที่มากที่สุดที่สามารถส่งออกไปโดยไม่ต้องรอคำตอบจากผู้รับ) entity ในชั้นที่ 2 จะไม่ส่งเฟรม I ออกไปอีก แต่อาจจะมีการส่งเฟรมที่ได้ส่งไปแล้วออกไปใหม่เพื่อแก้ไขความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการส่งข้อมูลในชั้นที่ 2

และเมื่อด้านข่ายหรือ Entity ในชั้นที่ 2 อยู่ในสภาวะไม่ว่าง(ไม่พร้อมที่จะรับ:Owner receiver busy condition) entity นั้น ๆ จะยังคงส่งเฟรม I ออกไปยัง entity ด้านรับได้ถ้าขณะนั้นคู่สนทนาไม่อยู่ในสถานะไม่พร้อมที่จะรับ(Peer receiver busy condition) และเมื่อด้านข่ายหรือ Entity ในชั้นที่ 2 ด้านผู้เช่าอยู่ในภาวะที่มีการส่ง Frame rejection entity นั้น ๆ ก็จะหยุดการส่งเฟรม I

4.4.4.2 การรับเฟรม I ขณะที่ entity ในชั้นที่ 2 อยู่ในสถานะที่พร้อมจะรับข่าวสารและได้รับเฟรม I ที่ถูกต้องที่มีค่า N(S)เท่ากับค่า V(R) ปัจจุบันของตัวมันเอง entity นั้น ๆ จะทำงานดังนี้

ก. ส่งข่าวสารในฟิลด์ข่าวสารของเฟรม I ที่ได้รับให้กับชั้นที่ 3 โดยใช้ primitive DL-DATA-IND

ข. เพิ่มค่า V(R) อีก 1 และจะทำงานดังต่อไปนี้

4.4.4.2.1 ถ้าเฟรมที่ได้รับมีค่า P=1 entity ที่รับจะตอบกลับไปยังผู้ส่งโดยวิธีใดวิธีหนึ่งต่อไปนี้คือ

ก. ถ้า entity ที่ได้รับเฟรม I ยังอยู่ในสถานะที่พร้อมที่จะรับข่าวสาร entity นั้นก็จะตอบกลับด้วยเฟรม RR โดยมีค่า F = 1

ข. ถ้า entity ที่ได้รับเฟรม I แล้วเข้าสู่สถานะไม่พร้อมที่จะรับข่าวสารทันทีที่ได้รับ entity นั้นก็จะตอบกลับด้วยเฟรม RNR ที่มีค่า F = 1

4.4.4.2.2 ถ้า P ที่ได้รับมีค่าเป็น '0' และ

ก. ถ้า entity ในชั้นที่ 2 ที่ได้รับเฟรม I นั้นยังไม่เข้าสู่สภาวะไม่พร้อมที่จะรับ

ถ้าไม่มีเฟรม I ที่จะส่งหรือมีเฟรม I ที่จะส่งแต่ผู้รับอยู่ในสภาวะไม่พร้อมที่จะรับ entity นี้ก็จะส่งเฟรมตอบกลับไปด้วยเฟรม RR ที่มีค่า F=0 ออกไป หรือ

ถ้ามีเฟรม I ที่จะส่งและผู้รับก็พร้อมที่จะรับ ก็จะส่งเฟรม I ออกไปโดยกำหนดค่า N(R) ให้เท่ากับค่า V(R) ปัจจุบันของ Entity ที่ส่ง

ข. ถ้า entity นี้เมื่อได้รับเฟรม I แล้วเข้าสู่สภาวะไม่พร้อมที่จะรับข่าวสาร entity นี้ก็จะส่งเฟรมตอบกลับไปด้วยเฟรม RNR ที่มีค่า F = 0 ออกไป

4.4.4.3 การรับเฟรมตอบรับ ไม่ว่า entity ในชั้นที่ 2 จะอยู่ในสภาวะใดก็ตาม(Own receiver busy หรือ Timer recovery หรือ Frame rejection) เมื่อได้รับเฟรมชนิด I หรือ S (RR RNR หรือ REJ)ที่มีคุณสมบัติครบถ้วนถูกต้อง entity นั้น ๆ จะถือว่าค่า N(R) ที่ส่งมาในเฟรมเหล่านั้นเป็นการตอบรับการส่งข่าวสารด้วยเฟรม I ทั้งหมดที่ Entity นั้นส่งออกไปโดยเฟรม I ที่ได้รับการตอบรับคือเฟรมที่มีค่า N(S) นับถึงเฟรมที่มีค่า N(S) เป็น N(R) - 1 และค่าตัวแปร V(A) จะถูกแก้ไขให้เป็นไปตามค่า N(R) ที่ได้รับและ entity นั้นจะทำการ reset T200 ถ้าได้รับเฟรม I หรือ S ที่มีค่า N(R) > V(A) (ซึ่งหมายความว่ามีการตอบรับเฟรม I บางเฟรม) หรือเมื่อได้รับเฟรม REJ ที่มีค่า N(R) = V(A)

ถ้าหากว่ามีการส่งเฟรม S ที่มีค่า P = 1 ออกไปแต่ไม่ได้รับการตอบรับ จะไม่มีการ Reset T200

ถ้าหากว่าเมื่อได้รับเฟรม I RR หรือ RNR แล้วมีการ reset T200 และถ้าหากว่ายังคงมีเฟรม I บางเฟรมที่ยังคงค้างไม่ได้รับการตอบรับอยู่ entity นั้นก็จะเริ่มจับเวลา T200 ใหม่อีกครั้ง และถ้าหมดเวลา T200 อีก entity ผู้ส่งก็จะทำขบวนการเพื่อการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นตามวิธีการที่จะได้กล่าวถึงในหัวข้อ 4.4.4.4 ต่อไป

และถ้า T200 ได้รับการ reset เมื่อ entity ได้รับเฟรม REJ entity นั้นก็จะทำงานตามขบวนการส่งเฟรมข่าวสารใหม่ (Retransmission procedure)

4.4.4.4 <u>การรอคำตอบรับ</u> Entity ในชั้นที่ 2 จะเป็นผู้ดูแลรับผิดชอบค่าตัวแปรนับจำนวนครั้งการส่งใหม่ภายในตัวมันเอง

ถ้าหมดเวลา T200 entity นี้จะทำงานดังนี้

- ถ้าขณะนั้นตัวมันเองยังไม่อยู่ในสภาวะ Timer recovery ก็จะเข้าสู่สภาวะ Timer recovery และ reset ตัวแปรนับจำนวนการส่งใหม่หรือ
- ถ้าอยู่ในสภาวะ Timer recovery แล้วจะบวกค่าตัวแปรนี้เพิ่มอีก 1

หลังจากนั้น entity นี้จะทำงานดังนี้

ก. ถ้าตัวแปรนับจำนวนการส่งใหม่ยังมีค่าน้อยกว่า N200 จะทำดังนี้

- เริ่มจับเวลา T200 ใหม่ และจะทำงานต่อไปนี้คือ
- ส่งเฟรมคำสั่งด้วยเฟรมชนิด S ที่เหมาะสมโดยมีค่า P=1 ออกไปหรือ
- ส่งเฟรม I เฟรมสุดท้าย(เฟรมที่ V(S)-1)ออกไปใหม่โดยมีค่า P = 1 หรือ

ข. ถ้าตัวแปรนี้มีค่าเท่ากับ N200 ก็จะเริ่มเข้าสู่ขบวนการสร้างหรือเชื่อมต่อวงจรใหม่(Re-establishment procedure) และแจ้งให้ Management entity ทราบโดยใช้ primitive MDL-ERROR-IND

สภาวะ Timer recovery จะได้รับการลบล้าง เมื่อ entity ในชั้นที่ 2 ได้รับเฟรมตอบสนองด้วยเฟรมชนิด S ที่ถูกต้องที่มีค่า F=1 ถ้าค่า N(R) ในเฟรมชนิด S ที่ได้รับมีค่าอยู่ในช่วงจาก V(A) ถึง V(S) entity นั้นก็จะเปลี่ยนแปลงค่า V(S) ของตัวเองให้เป็นไปตามค่า N(R) ที่ได้รับและตัวจับเวลา T200 จะมีการ reset ถ้าเฟรมตอบสนองชนิด S

ที่ได้รับนั้นเป็นเฟรม RR หรือ REJ และจากนั้น entity นี้ก็จะทำการส่งเฟรม I ต่อไป หรือส่งเฟรมเก่าออกไปใหม่แล้วแต่กรณีและตัวจับเวลา T200 จะหยุดนับ และเริ่มจับเวลาใหม่ถ้าเฟรมคำตอบชนิด S ที่ได้รับเป็นเฟรม RNR และก็จะเข้าสู่ขบวนการสอบถามสถานะใหม่

4.4.5 <u>การรายงานและแก้ไขเงื่อนไขผิดปกติ(Exception condition reporting and recovery)</u>

เงื่อนไขผิดปกติอาจจะเกิดขึ้นเนื่องจากผลของความผิดพลาดในชั้นที่ 1 หรือผลจากการปฏิบัติงานตามขบวนการในชั้นที่ 2 ผิดพลาด

4.4.5.1 <u>ลำดับของเฟรมที่ส่งไม่ถูกต้อง(N(S) sequence error)</u> เงื่อนไขความผิดพลาดเนื่องจากลำดับที่ของเฟรมที่ส่งผิดพลาดนั้น จะเกิดขึ้นที่ด้านผู้รับเมื่อเฟรม I ที่มีคุณสมบัติครบถ้วนที่ได้รับมีค่า N(S) ไม่เท่ากับค่า V(R) ของผู้รับ ดังนั้นในกรณีนี้ข่าวสารที่อยู่ในส่วนข่าวสารของเฟรม I ทุกเฟรมที่มีค่า N(S) ไม่เท่ากับ V(R) จะถูกละเลยไม่สนใจ

ผู้รับจะไม่ตอบรับ (หรือไม่เพิ่มค่าตัวแปร V(R)) เฟรมที่ทำให้เกิดลำดับของเฟรมผิดพลาด หรือเฟรม I ใด ๆ ที่อาจจะตามมา จนกว่าจะได้รับเฟรม I ที่มีค่า N(S) ถูกต้อง

Entity ที่ได้รับเฟรม I (อาจจะมากกว่า 1 เฟรม) ที่มีลำดับที่ของเฟรมผิดพลาดแต่ข้อมูลส่วนอื่น ๆ ถูกต้องหมด (Error-free) หรือเฟรมชนิด S (RR RNR และ REJ) อื่น ๆ ที่ตามมา จะใช้ข้อมูลในส่วนควบคุมที่อยู่ในส่วนของค่า N(R) และบิต P/F มาทำ Data Link Control function ยกตัวอย่างเช่นเพื่อจะรับคำตอบสำหรับเฟรม I ที่ได้ส่งออกไปก่อนหน้านี้และเพื่อให้ entity ในชั้นที่ 2 ส่งคำตอบถ้าบิต P ของเฟรมที่ได้รับเป็น '1' ดังนั้นเฟรม I ที่ส่งออกไปใหม่ (Retransmit) จึงอาจจะมีค่า N(R) และค่า P ที่ได้รับการแก้ไขเปลี่ยนแปลงซึ่งอาจจะทำให้มีค่าแตกต่างจากค่า N(R) และ P ของเฟรมเดียวกันนี้ที่ได้ส่งออกไปครั้งแรก

Entity ในชั้นที่ 2 ที่เป็นผู้รับจะใช้เฟรม REJ ในการเริ่มต้นขบวนการฟื้นฟูสภาวะผิดปกติ(Exception condition recovery) หลังจากที่ตรวจพบว่าลำดับของเฟรมที่ได้รับผิดพลาด

เงื่อนไขที่ทำให้มีการส่งเฟรม REJ จะเกิดขึ้นได้และจะสามารถใช้ REJ ได้เพียง 1 เฟรมเท่านั้นสำหรับการรับส่งข่าวสารในทิศทางใด ๆ ในขณะใดขณะหนึ่ง

Entity ที่ได้รับคำสั่งหรือคำตอบด้วยเฟรม REJ จะเริ่มต้นการส่งเฟรม I ใหม่ตามลำดับตั้งแต่เฟรมที่มีค่า N(S) เท่ากับค่า N(R) ที่ระบุมาในเฟรม REJ ที่ได้รับ

และสถาวะผิดปกติที่ทำให้เกิดการส่งเฟรม REJ จะได้รับการลบล้างเมื่อ entity นั้นได้รับเฟรม I ที่ได้ขอออกไปหรือได้รับคำสั่งด้วยเฟรม SABM/SABME หรือ DISC

4.4.5.2 Time-out Recovery ถ้า entity ในชั้นที่ 2 ไม่ได้รับเฟรม I ที่เป็นเฟรมเดี่ยว หรือเฟรมสุดท้ายในชุดของข่าวสารที่ทำการส่งเนื่องจากเกิดความผิดพลาดในการส่ง Entity นั้นจะไม่สามารถตรวจพบการเกิดสภาวะผิดปกติเนื่องจากเหตุการณ์ลำดับของเฟรมที่ส่งผิดพลาดได้ ดังนั้น entity นี้ก็จะไม่ส่งเฟรม REJ ออกไป

ส่วน entity ที่เป็นผู้ส่งเฟรม I ที่ไม่ได้รับการตอบรับเมื่อหมดเวลา T200 ก็จะทำงานตามขบวนการการแก้ไขความผิดพลาด(Recovery) ที่เหมาะสมตามที่ได้อธิบายไว้ในหัวข้อ 4.4.4.4 เพื่อจะพิจารณาว่าควรจะทำการส่งเฟรม I ใหม่ตั้งแต่เฟรมที่เท่าใด

4.4.5.3 เงื่อนไขที่ได้รับเฟรมที่ไม่ถูกต้อง (Invalid frame) เฟรมใด ๆ ก็ตามที่ได้รับและไม่ถูกต้องดังที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 4.2.2 จะถูกละเลยไม่สนใจ และจะไม่มีการกระทำใด ๆ เกิดขึ้นเนื่องจากการได้รับเฟรมนั้น ๆ

4.4.5.4 เงื่อนไขที่ทำให้เกิด Frame rejection สภาวะนี้จะเกิดขึ้นเมื่อได้รับเฟรมที่มีคุณสมบัติครบถ้วนถูกต้อง แต่มีเงื่อนไขอย่างใดอย่างหนึ่งผิดพลาดดังที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 4.3.3.12

หมายเหตุ เมื่อได้รับเฟรมที่มีค่า N(R) ผิดพลาดอาจจะมีการทำงานตามขบวนการสร้างวงจรใหม่แทนที่จะเข้าสู่สภาวะ Frame rejection

ที่ entity ฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งเหตุการณ์ผิดปกตินี้ (Frame rejection) จะถูกรายงานให้อีกฝ่ายหนึ่งทราบโดยการส่งเฟรมตอบสนอง FRMR ที่ได้อธิบายสาเหตุการเกิดเหตุการณ์ผิดปกติออกไปซึ่งทางฝ่ายที่ได้รับเฟรม FRMR จะรับทราบสาเหตุการเกิดเหตุการณ์ผิดปกติและจะทำงานตามความเหมาะสมกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นตามด้วยการส่งเฟรมคำสั่ง SABM/SABME หรือ DISC และแทนที่จะเป็นการเข้าสู่สภาวะ Frame rejection อาจจะเข้าสู่ขบวนการสร้างวงจรใหม่แทนได้

เมื่อเกิดสภาวะ Frame rejection ขึ้น entity ที่อยู่ในสภาวะนี้จะไม่มีการกระทำการใด ๆ กับเฟรม I หรือ S นอกจากเพื่อจะตรวจสอบค่า P เท่านั้น จนกว่าสภาวะนี้จะถูกลบล้างหรือได้รับการแก้ไข และการส่งเฟรมตอบสนอง FRMR อาจจะมีการส่งซ้ำแล้วแต่โอกาส จนกว่าสภาวะนี้จะได้รับการแก้ไข

4.4.6 พารามิเตอร์ของระบบ (List of system parameters)

พารามิเตอร์แต่ละตัวต่อไปนี้จะมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องอยู่กับแต่ละ SAP

4.4.6.1 ตัวจับเวลา T200(Timer T200) ค่าโดยปริยายจะเป็น 1 วินาที

เพื่อการทำงานที่ถูกต้องของแต่ละขบวนการ ค่า T200 จะต้องมากกว่าระยะเวลาที่มากที่สุดระหว่างการส่งเฟรมคำสั่งและการได้รับคำตอบสำหรับคำสั่งนั้น

ถ้าในการใช้งานจริง ผู้ใช้มีอุปกรณ์สื่อสารข้อมูลมากกว่า 1 ตัวหรือมีการใช้วงจรสื่อสารโดยอาศัยดาวเทียมร่วมด้วย ค่า T200 จะมากกว่า 1 วินาทีซึ่งโดยทั่วไปค่าที่เหมาะสมคือ 2.5 วินาที

4.4.6.2 จำนวนครั้งการส่งใหม่ที่มากที่สุด N200 ค่าโดยปริยายคือ 3 ครั้ง

4.4.6.3 ความยาวที่มากที่สุดเป็น Octets ของฟิลด์ข่าวสารในเฟรม I N201

- สำหรับ SAP ที่ทำหน้าที่ด้านซิกแนลลิง ค่าโดยปริยายจะเป็น 128 Octets

และสำหรับการใช้งานที่ต้องการข่าวสารซิกแนลลิงยาวมากเป็นพิเศษ ค่า N201 อาจจะมากกว่า 128 เป็น 260 ได้

- สำหรับ SAPs ที่ทำหน้าที่ทางด้านข่าวสารแบบแพ็กเก็จ (Packet information) ค่าโดยปริยายจะเป็น 260

4.4.6.4 จำนวนของคำขอให้กำหนดค่า TEI มากที่สุด N202 ค่าโดยปริยายคือ 3[10]

4.4.6.5 จำนวนเฟรม I ที่มากที่สุดที่สามารถส่งได้โดยไม่ต้องรอคำตอบ k

จำนวนเฟรม I ในชุดของเฟรมที่ทำการส่งทั้งชุดที่สามารถส่งได้โดยไม่ต้องรอคำตอบในขณะใดขณะหนึ่งจะต้องไม่เกิน 7 ในการส่งแบบ modulo 8

- สำหรับ SAP ที่ทำหน้าที่ทางด้านซิกแนลลิง ค่าโดยปริยายเป็น 1

- สำหรับ SAP ที่ทำหน้าที่ด้านข่าวสารแบบแพ็กเก็จ ค่าโดยปริยายคือ 7

4.4.6.6 ตัวจับเวลา T201(Timer T201) ระยะเวลาที่น้อยที่สุดระหว่างการส่ง TEI-identity check message ใหม่จะถูกกำหนดให้มีค่าเท่ากับ T200 วินาที ซึ่งอาจจะเป็น 2.5 วินาที

4.4.6.7 ตัวจับเวลา T202(Timer T202) ระยะเวลาที่น้อยที่สุดระหว่างการส่ง TEI-identity request message ใหม่จะถูกกำหนดให้มีค่าเป็น 4 เท่าของ T200

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย