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 รหัสควบคุมบรรจุในเฟรมใช้ระบุสภาวะขั้นตอนของโปรโตคอลที่มีอยู่เพื่อให้สามารถดำเนินการเชื่อมโยงได้ดีและเป็นมาตรฐานเดียวกันสากล ซึ่งโปรโตคอลและเฟรมซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการกำหนดโปรโตคอลนี้ได้ระบุไว้ใน CCITT 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 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 ของฟิลด์ควบคุมซึ่งเรียกว่าบิต P/F (poll/final) ซึ่งเป็นบิต P ในเฟรมคำสั่งและบิต F ในเฟรมการตอบสนอง บิต P/F จำเป็นสำหรับกลไกการเข้าจังหวะระหว่างด้าน DTE และ DCE ของข่ายเชื่อมโยง และใช้ร่วมกับตัวจับเวลา (timer) T1 ในขบวนการแก้ไขข้อผิดพลาด

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 polinomial - $g(x) = x^{16}+x^{12}+x^5+1$ เมื่อ k คือ จำนวนของบิตในเฟรมที่อยู่ระหว่างบิตสุดท้ายของแฟล็กเปิดกับบิตแรกของ FCS ไม่รวมบิตที่แทรกสำหรับทรานส์พาเรนซี (transparency) และ

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

ส่วนด้านรับจะตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของเฟรมที่ได้รับเข้ามาด้วยการหาเศษของการคูณด้วย X^{16} แล้วหารแบบมอดดูโล 2 ด้วย generator polinomial - $g(x) = x^{16}+x^{12}+x^5+1$ 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

3. 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 ซึ่งมีผลให้ทั้งสองด้านของข่ายเชื่อมโยงตั้งค่าตัวแปรสเตตส่งและตัวแปรสเตตรับ (V(S) และV(R)) ให้เท่ากับ 0 เมื่อมีการส่งเฟรม I ค่า N(R) และ N(S) จะเพิ่มขึ้นจากค่านี้ เฟรม I ใด ๆ ที่ส่งไปแล้วแต่ยังไม่ได้รับการตอบรับก่อนที่จะการแลกเปลี่ยนเฟรม 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

			24 บิต*		
8 บิต	8 บิต	8 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

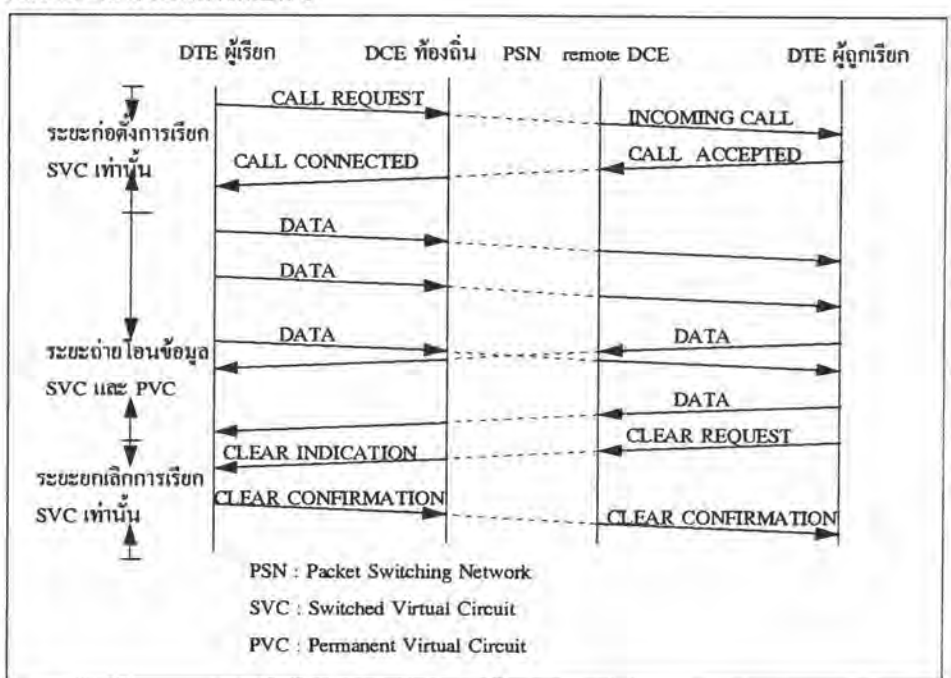
- W ตั้งค่าให้เป็น 1 เพื่อระบุว่าฟิลด์ควบคุมที่ได้รับและส่งกลับไปในบิต 1-16 ไม่มีกำหนดไว้

- 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

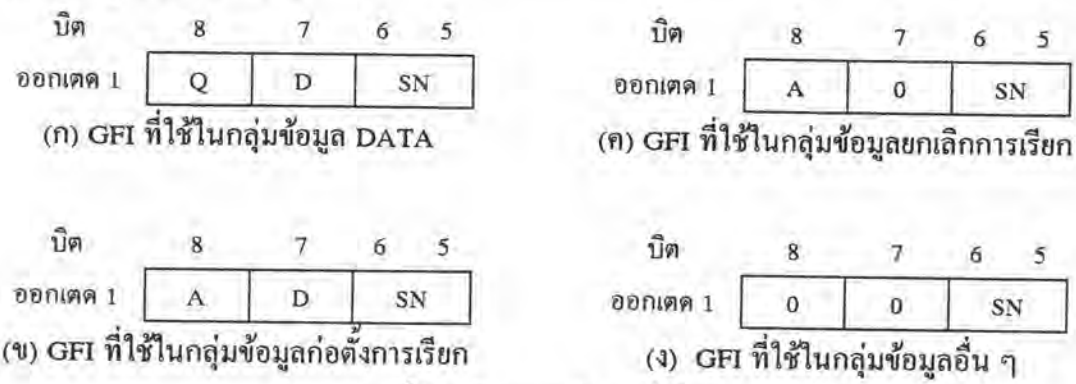
5. การเข้ารหัสของกลุ่มข้อมูล

ข้อตกลงที่ใช้ในการแสดงรูปแบบของกลุ่มข้อมูลก็คืออันดับของบิตแสดงในแนวระดับและอันดับของออกเตดแสดงในแนวตั้ง 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 ออกเตตที่ 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)

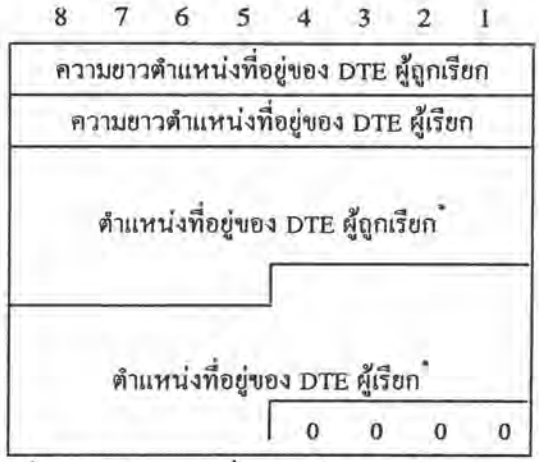
ฟิลด์การกำหนดตำแหน่งที่อยู่ใช้ในกลุ่มข้อมูล CALL REQUEST , INCOMING CALL , CALL ACCEPTED และ CALL CONNECTED เท่านั้น เราอาจประหลาดใจว่าทำไมต้องใช้ข้อมูลการกำหนดตำแหน่งที่อยู่ DTE อีกในขณะที่เครือข่ายใช้ LCI ในการสื่อสารกับ DTE ทั้งสองอยู่แล้ว ทั้งนี้เพราะว่าจะใช้ LCI เมื่อมีการแลกเปลี่ยนกลุ่มข้อมูล DATA 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)

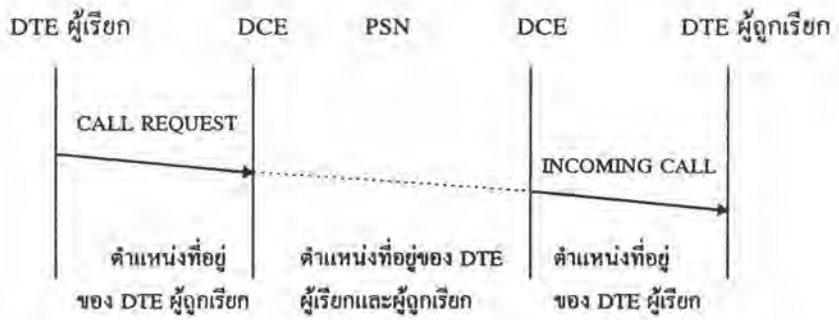
จากตัวอย่างในรูปที่ 2.8(ก) ได้มีการตั้งค่า A=0 หมายถึงการเข้ารหัสรูปแบบของฟิลด์ตำแหน่งที่อยู่แบบ non-TOA/NPI (ภาคผนวก ก) ดังแสดงในรูปที่ 2.8(ค) กลุ่มออกเดตที่ต่อจากฟิลด์ความยาวตำแหน่งที่อยู่คือ ตำแหน่งที่อยู่ผู้ถูกเรียก ในที่นี้จะใช้สำหรับเข้ารหัสค่าของ IDN โดยแบ่ง 4 หลักแรกของ IDN เป็น รหัสการระบุเครือข่ายข้อมูล 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)

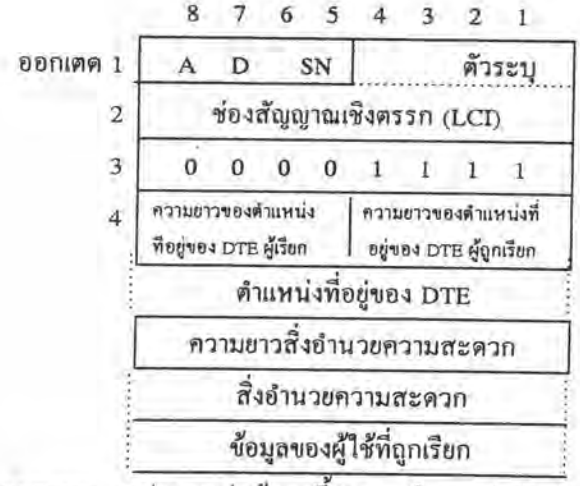
ฟิลด์นี้ปรากฏในกลุ่มข้อมูลก่อตั้งการเรียก CALL REQUEST และ INCOMING CALL เท่านั้นซึ่งแสดงในดูรูปที่ 2.10 ฟิลด์นี้มีความยาวสูงสุดเท่ากับ 16 ออกเตด ตัวอย่างของการนำไปใช้คือ เมื่อมีความจำเป็นต้องใช้ PAD ในการติดต่อกับ Host DTE จะแสดงตัวว่าเป็น PAD และต้องการโปรโตคอล X.29 โดยการใช้ฟิลด์ข้อมูลของผู้ใช้ที่เรียกในกลุ่มข้อมูล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

หมายเหตุ รูปแบบกลุ่มข้อมูลนี้กำหนดบิต A เท่ากับ 0

(ก) รูปแบบกลุ่มข้อมูล CALL REQUEST และ INCOMING CALL

รูปที่ 2.10 กลุ่มข้อมูลก่อตั้งการเรียก

พุทธมณฑล สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



หมายเหตุ - รูปแบบกลุ่มข้อมูลนี้กำหนดบิต A เท่ากับ 0
- ตั้งแต่ออกเตตที่ 4 ลงมาไม่จำเป็นต้องมีในรูปแบบพื้นฐาน

(ข) รูปแบบกลุ่มข้อมูล CALL ACCEPTED และ CALL CONNECTED

รูปที่ 2.10 กลุ่มข้อมูลก่อตั้งการเรียก (ต่อ)

ถ้าผู้ใช้ขอใช้บริการ Fast Select ด้วย จะสามารถปะติดข้อมูลของผู้ใช้ซึ่งมีความยาวสูงสุด 128 ออกเตตเข้ากับกลุ่มข้อมูลก่อตั้งการเรียก อย่างไรก็ตามอย่าสับสนระหว่างฟิลด์ข้อมูลของผู้ใช้ที่เรียกซึ่งปรากฏในกลุ่มข้อมูลก่อตั้งการเรียกเท่านั้นกับฟิลด์ข้อมูลของผู้ใช้ซึ่งปกติปรากฏในกลุ่มข้อมูล DATA

นอกจากนี้ยังมีฟิลด์ข้อมูลของผู้ใช้ที่ถูกเรียกในรูปที่ 2.10(ข) และฟิลด์ข้อมูลของผู้ใช้ที่ยกเลิกในรูปที่ 2.11(ก) ที่ใช้ประโยชน์ในทำนองเดียวกับฟิลด์ข้อมูลของผู้ใช้ที่เรียกแต่มีจุดประสงค์ในการส่งต่างกันอันเนื่องมาจากฟิลด์นั้นบรรจุอยู่ในกลุ่มข้อมูลต่างกัน

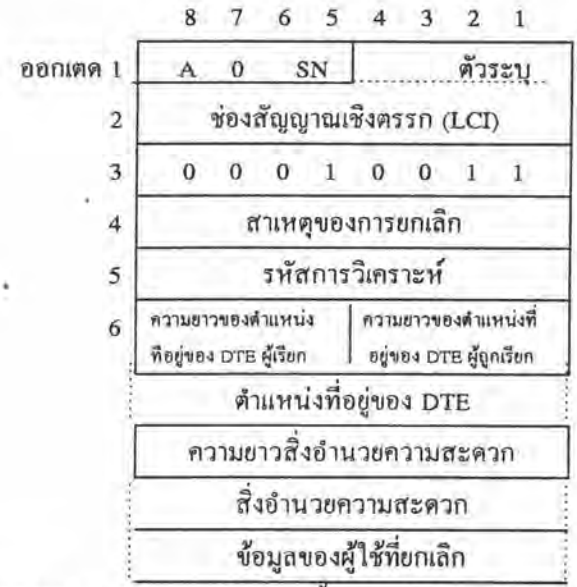
5.7. รูปแบบของกลุ่มข้อมูล

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 ในฟิลด์สาเหตุของกลุ่มข้อมูล 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							

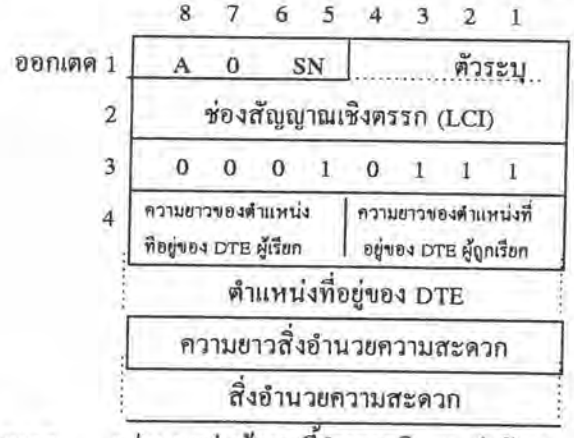
หมายเหตุ - PTI ดูจากตารางที่ 2.6

(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

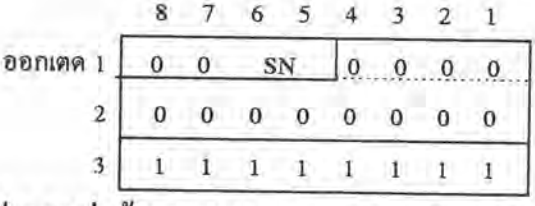


หมายเหตุ - รูปแบบกลุ่มข้อมูลนี้กำหนดบิต A เท่ากับ 0

- ตั้งแต่ออกเตดที่ 4 ลงมาไม่จำเป็นต้องมีในรูปแบบพื้นฐาน

(ข) รูปแบบกลุ่มข้อมูล DTE CLEAR CONFIRMATION

และ DCE CLEAR CONFIRMATION



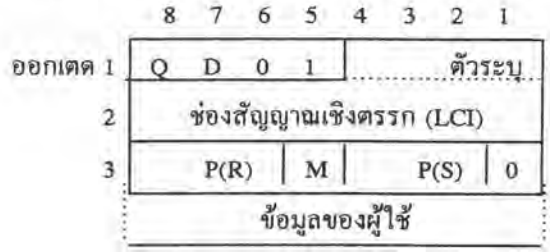
(ค) รูปแบบกลุ่มข้อมูล DTE RESTART CONFIRMATION

และ DCE RESTART CONFIRMATION

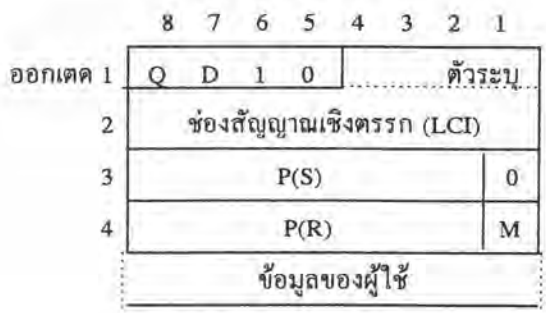
รูปที่ 2.12 กลุ่มข้อมูล confirmation (ต่อ)

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



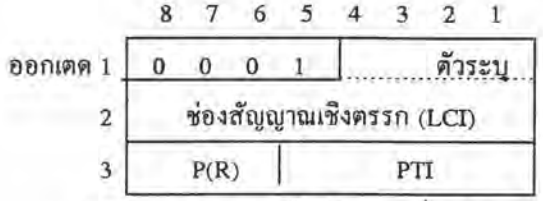
(ข) มอดดูโล 128

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							

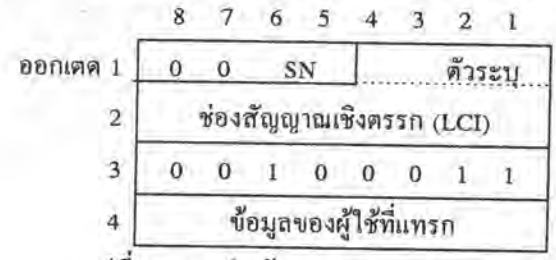
หมายเหตุ - รหัสอธิบายการวิเคราะห์ศึกษาได้จาก (ITU, 1989, chap. X.25)

- 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 ออกเตต



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 ต้องการก่อตั้งวงจรเสมือนจะก่อตั้งการรียกไปยัง remote DTE แล้ววงจรเสมือนจะเกิดขึ้นเมื่อ DTE ผู้ถูกเรียกยอมรับการเรียก

- การระบุการเรียกด้วยหมายเลข (LCI) ที่มีในแต่ละกลุ่มข้อมูลช่วยให้ไม่เกิดการชนกันบนจุดเชื่อมโยง DTE/DCE

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

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

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

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