หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

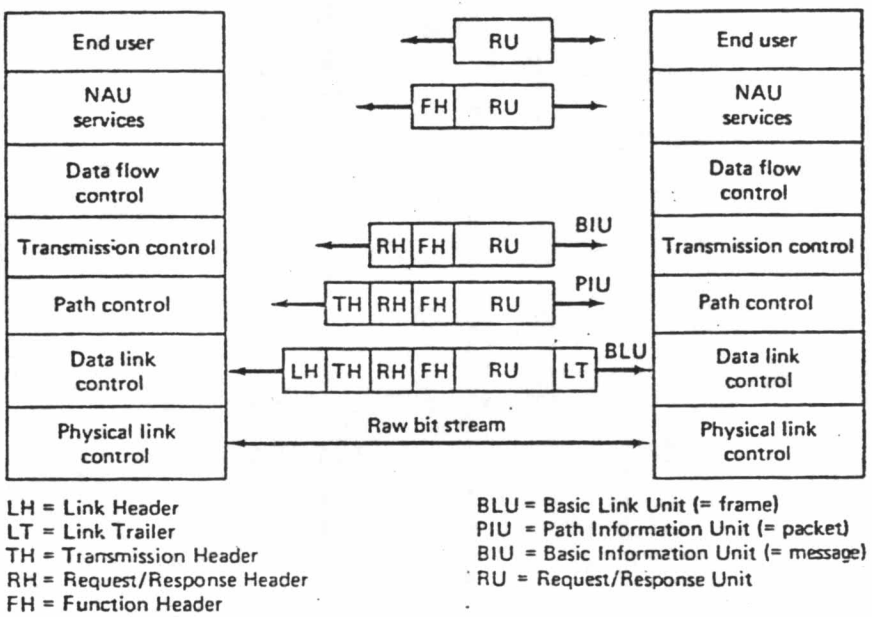
โพรโทคอล SDLC (SDLC protocol)

2.1 ความจำเป็นและชนิดของโพรโทคอล

ระบบสื่อสารข้อมูลที่ใช้ในปัจจุบันนี้เป็นเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (computer network) ที่มีระบบการติดต่อสื่อสารที่สลับซับซ้อนมากกล่าวคือ การติดต่อส่วนใหญ่ไม่ได้เป็นไปในลักษณะที่เรียกว่า จุดต่อจุด (point-to-point) แต่เป็นในลักษณะที่เรียกว่า multipoint คือมีเทอร์มินัลหลาย ๆ เครื่องต่ออยู่บนสายเพียงคู่เดียว นอกจากนั้นยังมีการติดต่อระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์หลัก (main processor) ไปยังอุปกรณ์รอบนอก (peripheral) ต่าง ๆ เช่น อุปกรณ์ควบคุมการสื่อสารระยะไกล (telecommunication controller) หรืออาจจะเป็นการต่อคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกันซึ่งการต่อนี้จะรวมไปถึงเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดมินิและไมโครด้วย การติดต่อสื่อสารสามารถกระทำได้โดยใช้รูปแบบที่เครื่องคอมพิวเตอร์ต่าง ๆ สามารถเข้าใจกันได้ซึ่งก็คือ โพรโทคอล (protocol) นั่นเอง เครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ที่แตกต่างบริษัทกันไปก็จะมีโพรโทคอลของเฉพาะบริษัทนั้น ๆ โพรโทคอลนอกจากจะทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์สื่อสารถึงกันได้ยังทำให้ผู้ใช้ (user) ได้รับความสะดวกมากขึ้น การแบ่งชั้นของสถาปัตยกรรมระบบสื่อสารข้อมูลแบ่งออกเป็นชั้นย่อย ๆ ในรูปที่ 2.1 ในที่นี้จะขอกล่าวเฉพาะโพรโทคอลที่ใช้ในสถาปัตยกรรมระบบสื่อสารข้อมูลในชั้นที่ 2 ที่เรียกโดยทั่ว ๆ ไปว่าชั้นข้อมูล (data link layer) โพรโทคอลที่ใช้ในชั้นนี้ได้ถูกกำหนดมาตรฐานที่แตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับว่าเป็นขององค์การหรือบริษัทใด สำหรับบริษัท IBM ได้กำหนดมาตรฐานออกมาเป็น 2 ชนิด คือ Bisync (Binary Synchronous protocol) และ SDLC (Synchronous Data Link Control) ส่วนมาตรฐานของ ISO (International Standard Organization) จะเรียกว่า HDLC (Highlevel Data Link Control) มาตรฐานอื่น ๆ นอกจากนี้ เช่น ADCCP (Advanced Data Communication Control Procedure), BDLC (Burroughs Data Link Control) แต่โพรโทคอลที่มีใช้แพร่หลายในประเทศไทยขณะนี้คือ โพรโทคอลชนิด

SDLC ที่เป็นเช่นนี้เพราะว่าอุปกรณ์สื่อสารข้อมูลส่วนใหญ่จะเป็นการติดต่อสื่อสารของธนาคารและผลิตภัณฑ์ที่ใช้ก็เป็นของบริษัท IBM

อนึ่งจะเห็นได้ว่าโพรโทคอลของ IBM มี 2 ชนิดคือ Bisync และ SDLC ข้อได้เปรียบของ SDLC คือสามารถติดต่อสื่อสารในลักษณะ full duplex (FDX) ได้ ในขณะที่ Bisync ไม่สามารถทำได้ นอกจากนี้ SDLC ยังเป็นชนิด bit oriented แต่ Bisync เป็นแบบ character oriented ซึ่งมีข้อจำกัดกว่าแบบแรกมาก การนำโพรโทคอล SDLC มาใช้ในการติดต่อสื่อสารในชั้นที่ 2 นี้จะทำให้สามารถติดต่อกับโพรโทคอลในชั้นสูงขึ้นไปได้กับระบบเครือข่ายของ IBM ที่เรียกว่า System Network Architecture (SNA)



รูปที่ 2.1 การกำหนดชั้นของสถาปัตยกรรมระบบสื่อสารข้อมูลในระบบ SNA

2.2 ลักษณะของโพรโทคอล SDLC(2)

โพรโทคอลชนิดนี้เป็นประเภท bit oriented หมายความว่าข้อมูลที่ถูกส่งภายใต้รูป

แบบของโพรโทคอลนี้จะไม่ถูกจำกัดโดยรหัสของชุดตัวเลขและอักษรนั้น ๆ (ข้อมูลที่ใช้อาจจะเป็นชนิด 7 บิต, 8 บิตหรืออื่นๆก็ได้) นอกจากนี้ยังใช้ได้กับการรับส่งแบบฟูลดูเพลกซ์ (full-duplex) และฮาล์ฟดูเพลกซ์ (half-duplex) โดยไม่คำนึงถึงว่าการต่อถึงกันของอุปกรณ์สื่อสารข้อมูลในระบบจะเป็นแบบใด เช่น point-to-point, multipoint ฯลฯ โพรโทคอล SDLC จะมีลักษณะสำคัญ 4 ประการคือ

1. การกำหนดสถานีปฐมภูมิ, สถานีทุติยภูมิและผลตอบสนองระหว่างสถานีทั้งสองชนิดนี้

2. การกำหนดสถานะในการส่งซึ่งจะมีผลต่อการเคลื่อนย้ายข้อมูลระหว่างสถานีทั้งสองชนิดนี้

3. วิธีการที่ข้อมูลถูกจัดรูปแบบเป็นกลุ่มสำหรับการเคลื่อนย้าย

4. วิธีการที่กลุ่มของข้อมูลถูกนำมาจัดลำดับในการรับส่งข้อมูล

การรับส่งข้อมูลโดยใช้โพรโทคอล SDLC นี้จะแบ่งสถานีในการรับส่งข้อมูลออกเป็น 2 ชนิดคือ สถานีปฐมภูมิ (primary station) และสถานีทุติยภูมิ (secondary station) โดยสถานีปฐมภูมิจะมีหน้าที่ในการออกคำสั่งที่ใช้ในการควบคุมการรับส่งข้อมูล สถานีทุติยภูมิมีหน้าที่ในการรับคำสั่งและแสดงผลตอบกลับไปยังสถานีปฐมภูมิ อย่างไรก็ตามโพรโทคอล SDLC มีข้อแม้ว่าในระบบสื่อสารข้อมูลหนึ่ง ๆ จะมีสถานีปฐมภูมิได้เพียงสถานีเดียวเท่านั้น

2.3 สถานะในการรับส่งข้อมูล

สถานะที่เกิดขึ้นภายในช่องสัญญาณที่ใช้ในการรับส่งข้อมูลสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 สถานะดังนี้

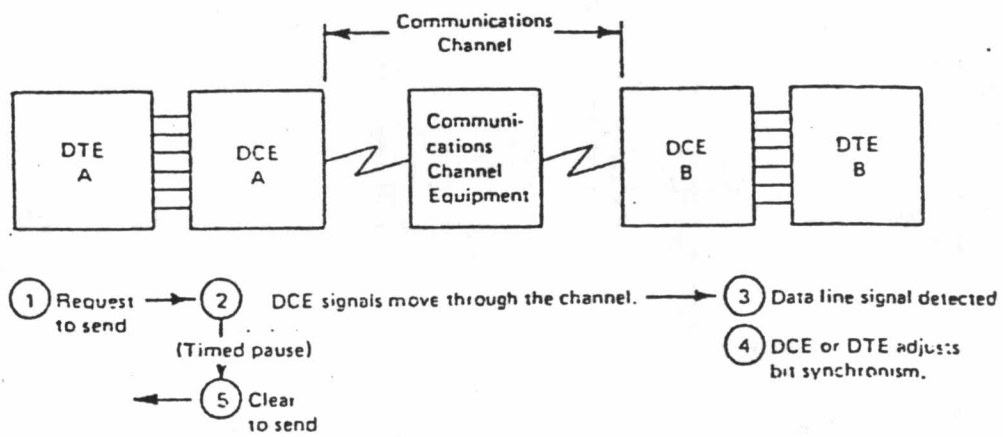
1. Transient state สถานะนี้จะเกิดขึ้นเมื่อช่องสัญญาณอยู่ในสภาวะก่อนที่จะเริ่มต้นส่งข้อมูลและหลังจากการกลับทิศทางของการรับส่งข้อมูล ดังแสดงในรูปที่ 2.2

2. Idle state เป็นสถานะที่อยู่ในสภาวะที่พร้อมจะทำการรับส่งข้อมูลหรือคำสั่ง

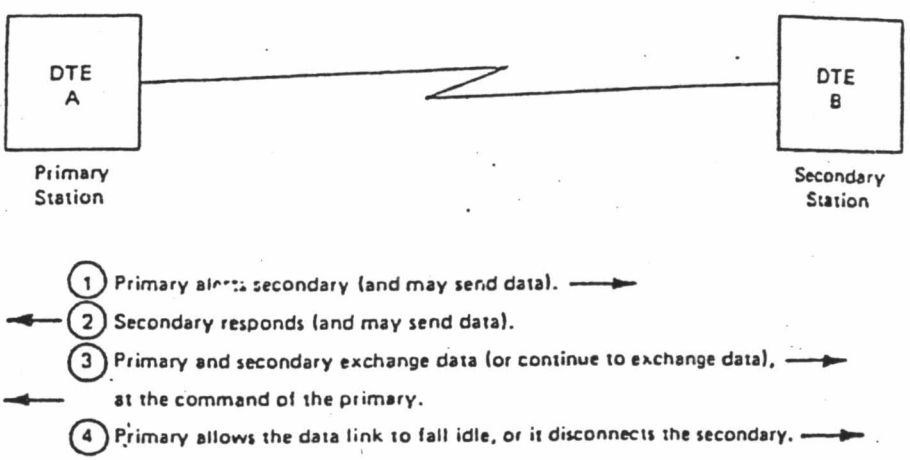
แต่ขณะนั้นไม่มีการรับส่งข้อมูลหรือคำสั่งควบคุม สถานีจะรับรู้สถานะนี้ก็ต่อ เมื่อหลังจากข้อมูลที่รับได้ เป็น "1" จำนวน 15 บิตติดต่อกันและข้อมูลต่อจากนั้นยังคง เป็น "1" อยู่

3. Active state เป็นสถานะที่ เกิดขึ้นขณะที่มีการรับส่งข้อมูลหรือคำสั่งควบคุม ระหว่างสถานีทั้งสอง ในกรณีที่ข้อมูลที่ส่ง เป็นแฟลกมาตลอดก็ยังคงถือว่า เป็น active state อยู่ ดังแสดงในรูปที่ 2.3

อนึ่งสถานะทั้งสามนี้จะ เกิดขึ้นใน เวลาที่ไม่พร้อมกัน



รูปที่ 2.2 transient state

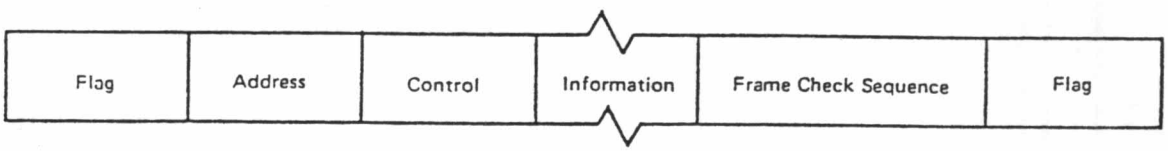


Note: *During turnaround, a half-duplex data link is in the transient state.*

รูปที่ 2.3 active state

2.4 การจัดเฟรมของ SDLC

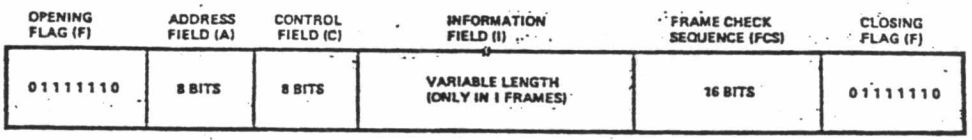
เฟรมของ SDLC ประกอบไปด้วยเขตต่าง ๆ 5 เขต ซึ่งมีการจัดลำดับของเขตแสดงในรูปที่ 2.4 และแต่ละเขตจะมีหน้าที่ดังนี้คือ



รูปที่ 2.4 การจัดลำดับของเขตภายในโพรโทคอล SDLC

2.4.1 Flag field โพรโทคอล SDLC จะมีแฟลก (flag) ปรากฏอยู่ที่ต้นเฟรม เรียกว่า แฟลกเริ่มต้นหรือแฟลกเปิด (beginning or opening flag) และท้ายสุดของเฟรม

เรียกว่า แฟลกปิดท้าย (closing flag) แฟลกใช้บอกถึงจุดเริ่มต้นและสิ้นสุดของเฟรมหนึ่ง ๆ แฟลกจะมีรหัสที่มีค่าคงที่ขนาด 1 ไบต์คือ 7EH (01111110) ในกรณีที่ต้องการให้ระบบอยู่ในสถานะ active ก็จะมีการส่งแฟลก ตลอดเวลาภายในระบบขณะที่ไม่มีการรับส่งข้อมูลหรือคำสั่งควบคุม



รูปที่ 2.5 flag field

2.4.2 Address field มีขนาด 1 ไบต์เป็นเขตที่อยู่ต่อมาจากแฟลกเริ่มต้นมีหน้าที่เป็นตัวบอกเลขที่ประจำของสถานีต่าง ๆ ภายในระบบโดยจะมีการกำหนดดังนี้คือ ถ้าสถานีปฐมภูมิเป็นสถานีส่ง SDLC เฟรม แอดเดรสนี้จะหมายถึงสถานีที่เฟรมนี้ถูกส่งไปแต่ถ้าสถานีทุติยภูมิเป็นตัวส่งเฟรมตอบรับ แอดเดรสนี้จะหมายถึงสถานีที่ตอบรับเฟรมกลับไป รหัสที่ใช้ในโพรโทคอล SDLC แบ่งเป็น 3 ชนิดคือ

ก) แอดเดรสเฉพาะ เป็นแอดเดรสที่แสดงถึงสถานีใดสถานีหนึ่งโดยเฉพาะโดยที่สถานีทุติยภูมิจะมีหมายเลขประจำสถานีนั้น ๆ ไปแต่ละสถานี

ข) แอดเดรสกลุ่ม เป็นแอดเดรสที่แสดงถึงกลุ่มของสถานีคือจะมีการกำหนดให้สถานีทุติยภูมิมีเลขที่ของสถานีเหมือนกันเป็นกลุ่ม ๆ

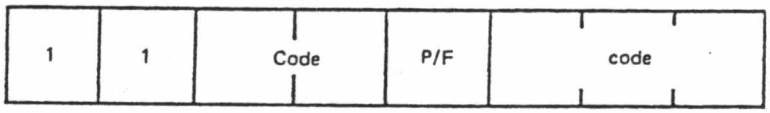
ค) แอดเดรสทั่วไป เป็นแอดเดรสที่ใช้ในการกระจายข้อมูลหมายความว่าทุก ๆ สถานีที่ต่ออยู่กับระบบสามารถรับข้อมูล หรือคำสั่งได้โดยไม่เฉพาะเจาะจงว่าจะต้องเป็นสถานีใดสถานีหนึ่งรหัสของแอดเดรสนี้คือ OFFH (11111111)

2.4.3 Control field เป็นเขตที่อยู่ต่อมาจาก address field มีขนาด 1 ไบต์ เป็นเขตที่ใช้บอกว่า เฟรมนี้เป็นเฟรมข้อมูล, เฟรมคำสั่งควบคุม หรือเฟรมผลตอบที่มาจากสถานีทุติยภูมิ การจัดรูปแบบของ control field ในโพรโทคอล SDLC แบ่งออกเป็น 3 ชนิดคือ

ก) Unnumbered format การจัดรูปแบบนี้แสดงดังรูปที่ 2.6 สังเกตได้ว่าสองบิทแรกมีค่าเท่ากับ "3" หน้าที่ของรูปแบบนี้คือ

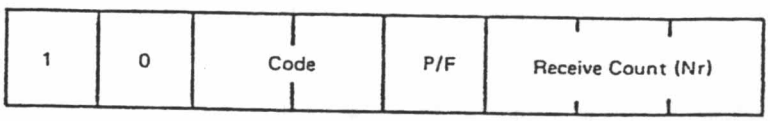
- เริ่มต้นการทำงานให้กับสถานีทุติยภูมิ
- ควบคุมการตอบรับของสถานีทุติยภูมิ
- รายงานความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในระหว่างการติดต่อสื่อสาร

รหัส1 และรหัส2 เมื่อนำมารวมกันจะใช้เป็นบิตที่กำหนดคำสั่งและผลตอบที่มีการจัดหมู่ได้เป็น 32 ลักษณะแต่โพรโทคอล SDLC ใช้เพียง 14 ลักษณะดังแสดงในรูปที่ 2.9



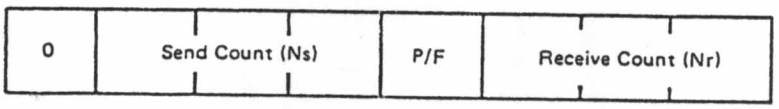
รูปที่ 2.6 unnumbered format

ข) Supervisory format มีการจัดรูปแบบดังรูปที่ 2.7 โดยสองบิตแรกมีค่าเท่ากับ "1" ใช้ในการยืนยันเฟรมที่รับได้ว่าสมบูรณ์หรือไม่และใช้บอกเลขที่ของเฟรมที่มีการผิดพลาดเกิดขึ้น รูปแบบชนิดนี้จะไม่มีสารสนเทศโดยเด็ดขาด รหัส3 มีขนาดสองบิตใช้เป็นตัวกำหนดคำสั่งและผลตอบได้ทั้งหมด 4 ลักษณะ แต่โพรโทคอล SDLC มีใช้อยู่ 3 ลักษณะเท่านั้นคือ RR, RNR และ REJ



รูปที่ 2.7 supervisory format

ค) Information transfer format มีการจัดรูปแบบดังรูปที่ 2.8 โดยบิตแรกมีค่าเท่ากับศูนย์เป็นคำสั่งควบคุมที่ใช้บอกว่า SDLC เฟรมนี้เป็นเฟรมที่ใช้ในการรับส่งข้อมูลซึ่งสังเกตได้ว่าจะไม่มีการแทรกรหัสมาภายในรูปแบบนี้



รูปที่ 2.8 information transfer format

2.4.4 Information field เป็นเขตที่อยู่ต่อมาจาก control field ข้อมูลที่ใช้สื่อสารภายในระบบจะถูกบรรจุอยู่ในเขตนี้ซึ่งมีขนาดไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับความยาวของแต่ละข้อมูลนั้น ๆ อย่างไรก็ตามความยาวของเขตนี้มีขนาดเป็นจำนวนเท่าของ 8 บิต เนื่องจากข้อมูลที่ใช้ในการรับส่งเป็นรหัส EBCDIC (Extended Binary Code Decimal Interchange Code) ซึ่งมีขนาด 8 บิตต่อหนึ่งชุดตัวเลขและอักษร

2.4.5 Frame Check Sequence field (FCS) เป็นเขตที่อยู่นำหน้าแฟลกบิดท้ายมีขนาด 16 บิต เขตนี้จะถูกใช้ในการเปรียบเทียบว่าข้อมูลที่รับได้นั้นมีการผิดพลาดเกิดขึ้นหรือไม่โดยทางภาครับจะนำข้อมูลที่รับได้ไปเข้ารหัสและนำมาเปรียบเทียบกับ FCS ว่าตรงกันหรือไม่ ถ้าไม่ตรงก็แสดงว่าข้อมูลที่รับได้นั้นผิดพลาด ทางภาครับก็จะบอกไปยังภาคส่งให้ส่งเฟรมที่ ผิดนี้มาใหม่อีกครั้งหนึ่ง

อนึ่งจะเห็นได้ว่ารูปแบบทั้งสามดังกล่าวข้างต้นจะมี P/F เหมือนกัน โดยที่ Nr มีเฉพาะใน supervisory และ information transfer format เท่านั้น ส่วน Ns มีเฉพาะในรูปแบบสุดท้ายเท่านั้น หน้าที่และความหมายของบิตเหล่านี้มีดังนี้คือ

P/F (poll/final) สถานีปฐมภูมิจะทำการ poll (p=1) ไปยังสถานีทุติยภูมิ เพื่อต้องการบอกสถานีทุติยภูมิว่า เป็นการเริ่มต้นการรับส่งข้อมูลหรืออาจจะใช้เป็นตัวบอกให้สถานีทุติยภูมิตอบรับต่อคำสั่งนั้น สถานีทุติยภูมิจะทำการ final (f=1) ไปยังสถานีปฐมภูมิในกรณีที่ตอบรับการ poll ของสถานีปฐมภูมิหรือเฟรมนั้นเป็นเฟรมสุดท้ายของการรับส่งข้อมูล

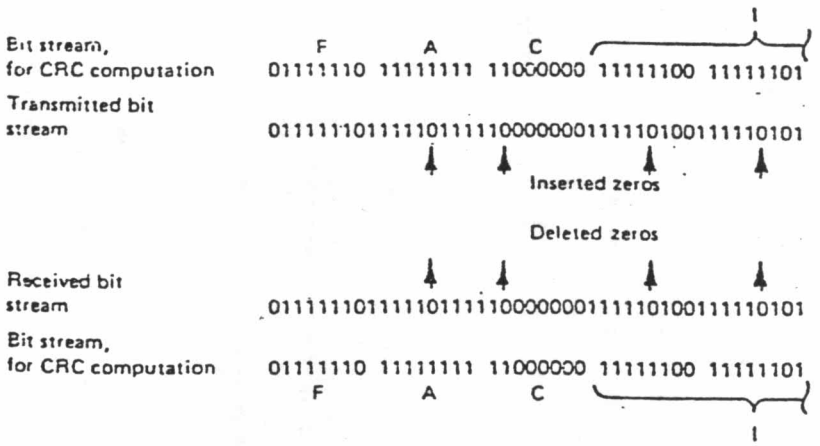
Format (Note 1)	Sent Last ... Binary Configuration ... Sent First			Acronym	Command	Response	I-Field Prohibited	Resets Nr and Ns	Confirms frames through Nr-1	Defining Characteristics
U	000	P/F	0011	UI	X	X				Unnumbered command or response that carries information.
	000	F	0111	RIM		X	X			Initialization needed; expect SIM.
	000	P	0111	SIM	X		X	X		Set initialization mode; the using system prescribes the procedures.
	100	P	0011	SNRM	X		X	X		Set normal response mode; transmit on command only.
	000	F	1111	DM		X	X			This station is in disconnected mode.
	010	P	0011	DISC	X		X			Do not transmit or receive information.
	011	F	0011	UA		X	X			Acknowledgement for unnumbered commands (SNRM, DISC, SIM).
	100	F	0111	FRMR		X				Invalid frame received; Must receive SNRM, DISC, or SIM.
	111	F	1111	BCN		X	X			Signals loss of input.
	110	P/F	0111	CFGR	X	X				Contains function descriptor in information field.
	010	F	0011	RD		X	X			This station wants to disconnect.
	101	P/F	1111	XID	X	X				Idendification in information field.
	001	P	0011	UP	X		X			Response optional if P bit not on.
	111	P/F	0011	TEST	X	X				Test pattern in information field.
S	Nr	P/F	0001	RR	X	X	X		X	Ready to receive.
	Nr	P/F	0101	RNR	X	X	X		X	Not ready to receive.
	Nr	P/F	1001	REJ	X	X	X		X	Transmit or retransmit, starting with frame Nr.
I	Nr	P/F	Ns 0	I	X	X			X	Sequenced I-frame.

Note: U=unnumbered, S=supervisory, I=information.

รูปที่ 2.9 คำสั่งและผลตอบที่ใช้ในโพรโทคอล SDLC

Ns (send count) สถานีปฐมภูมิจะใช้ Ns เป็นตัวนับลำดับของ เฟรมที่ส่งไปยังสถานีทุติยภูมิ ส่วนสถานีทุติยภูมิจะใช้ Ns เป็นตัวเปรียบเทียบกับ Nr เพื่อตรวจสอบดูว่าเฟรมที่รับได้นั้น เป็น เฟรมที่ต้องการหรือไม่ เพื่อป้องกันการรับข้อมูลที่ซ้ำซ้อนกัน

Nr (receive count) สถานีทุติยภูมิจะใช้ Nr เป็นตัวบอกแก่สถานีปฐมภูมิว่า เฟรมที่สถานีทุติยภูมิต้องการรับต่อไปนั้น เป็น เฟรมลำดับที่ เท่าไร



รูปที่ 2.10 การแทรกบิตศูนย์ลงในข้อมูล

2.5 การแทรกบิตศูนย์ (Zero bit insertion)

จากที่กล่าวมาแล้วว่า เฟรมของ SDLC ประกอบไปด้วยแฟลก เริ่มต้นและแฟลกปิดท้าย ที่มีรหัสคงที่คือ 01111110 ในบางครั้งข้อมูลบางตัวอาจจะมีรหัสที่ เหมือนกับแฟลกซึ่งอาจจะทำให้เกิดการสับสนของการรับส่งโพรโทคอลได้ ดังนั้นจึงได้มีการกำหนดขั้นตอนในการรับส่งข้อมูลใหม่ คือ เฉพาะข้อมูลที่อยู่ระหว่างแฟลก เริ่มต้นและแฟลกปิดท้ายจะถูกแทรกบิตศูนย์ เข้าไปในระหว่างข้อมูลถ้าข้อมูลนั้นมีบิตที่ เป็น "1" จำนวน 5 บิตติดต่อกันดังแสดงในรูปที่ 2.10 แต่ถ้า เป็นกรณีของ abort character (01111111), idle character หรือแฟลกจะไม่มีการแทรกบิตศูนย์โดยเด็ดขาด ส่วนทางปลายทางจะไปทำการกำจัดบิตศูนย์ที่ถูกแทรกมาออกไป เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องแล้วจึงนำไปตรวจสอบความถูกต้องของ เฟรมดังที่กล่าวมาแล้วต่อไป