

데이터통신

데이터 링크 프로토콜

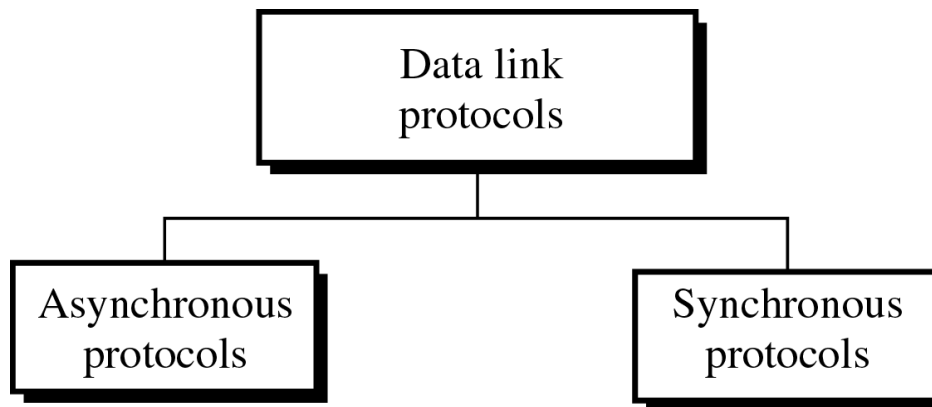
Mokwon University

차례

- 데이터링크 프로토콜의 종류
- 비동기 프로토콜
- 동기 프로토콜
 - 문자중심 프로토콜: BSC
 - 비트중심 프로토콜: HDLC, LAP
- 점대점접근(PPP)

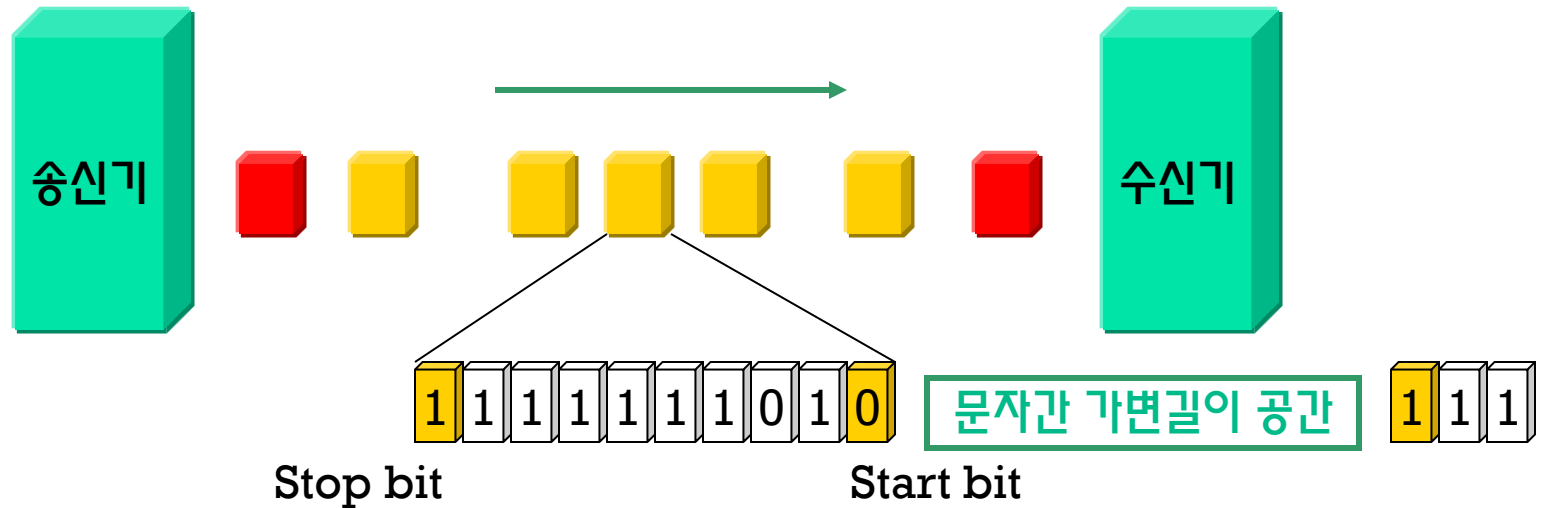
데이터링크 프로토콜의 종류

- 데이터링크 프로토콜은
 - 회선 원칙, 흐름 제어, 오류 제어 등을 위한 규칙을 포함
 - 비동기 프로토콜과 동기 프로토콜 그룹으로 나눔
- 비동기 프로토콜
 - 비트 스트림(bit stream) 내의 각 문자를 독립적으로 (asynchronous transmission mode) 처리
- 동기 프로토콜
 - 전체 비트 스트림을 받아들여서 동일한 크기의 문자로 분할



비동기 프로토콜

- 각 문자를 비동기적으로 처리

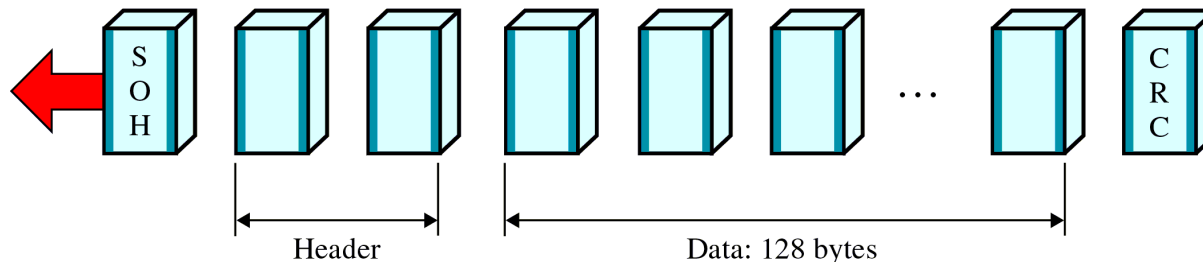


- 본질적으로 저속 특성, 모뎀에 주로 사용
- XMODEM, YMODEM, ZMODEM, BLAST, Kermit 등이 개발

비동기 프로토콜...

■ XMODEM

- 전화선을 이용한 PC간 파일 전송 프로토콜
- 반이중(half-duplex), Stop-and-wait ARQ
- 프레임 형태
 - SOH(start of head): 1 바이트 헤더 시작 필드
 - Header: 2바이트, 순서 번호 + 순서번호 유효성 검사
 - Data Field: 128 바이트 데이터
 - CRC: 데이터 필드 오류 검사
- 동작
 - 수신기에서 NAK 송신으로 전송 시작
 - Stop-and-wait ARQ

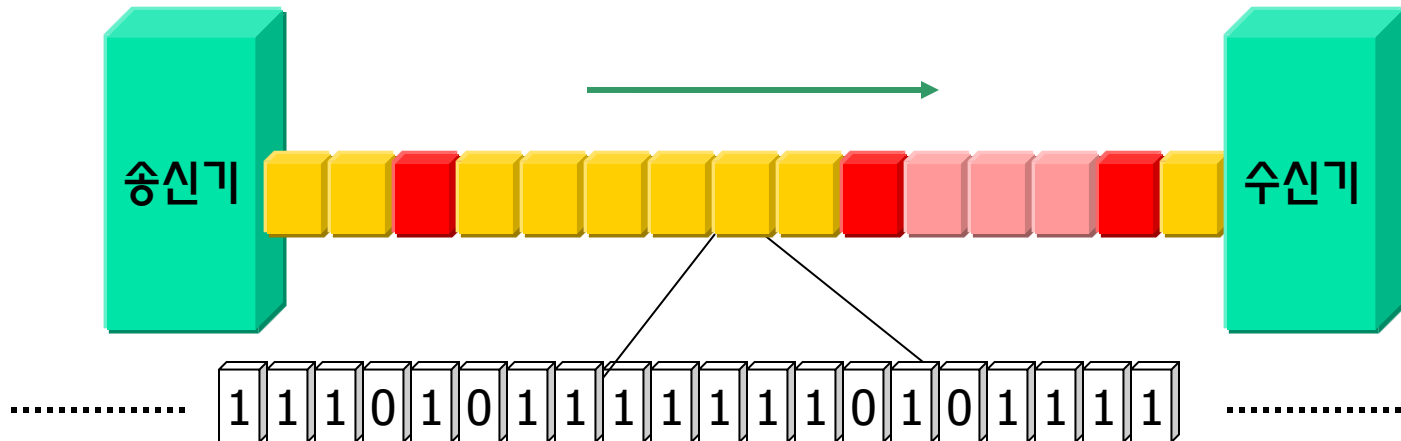


비동기 프로토콜...

- YMODEM
 - XMODEM과 유사
 - 데이터 단위 1024바이트, CRC-16, 동시에 여러 파일 전송
- ZMODEM
 - XMODEM과 YMODEM의 특징을 혼합
- BLAST(blocked asynchronous transmission)
 - 전이중(full-duplex), Sliding window 흐름 제어
- Kermit
 - 널리 쓰이는 비동기 프로토콜
 - 단말 이물레이션 프로그램

동기 프로토콜

- 동기 전송을 제어하는 프로토콜
- 동기 전송은
 - 비트 흐름으로부터 바이트(혹은 문자)를 분리: 비트를 그룹화
 - 비동기 전송에 비해 고속 전송 메커니즘



- 프레임의 제어 정보나 데이터가 인식(코딩)되는 단위에 따라
 - 문자중심 프로토콜: 바이트 단위로 구성되는 문자열로 간주
 - 비트중심 프로토콜: 연속된 비트열로 간주

문자중심 프로토콜

- 전송 프레임은 바이트 단위로 구성되는 문자열로 간주
 - 제어 정보는 별도의 제어 프레임 혹은 데이터 프레임에 첨부 형태로 삽입, ASCII나 EBCDIC과 같은 문자 집합으로 부터 생성(하나 혹은 그 이상의 문자로 구성)
 - 제어 정보에 힉스원칙, 흐름제어, 오류제어를 위한 정보를 포함
- BSC(binary synchronous communication)
 - 대표적인 문자중심 프로토콜
 - 1964년 IBM
 - 점대점 구성, 다중점 구성
 - Stop-and-wait ARQ 흐름제어와 오류제어 지원
 - 반이중 전송만 지원

BSC(binary synchronous communication)

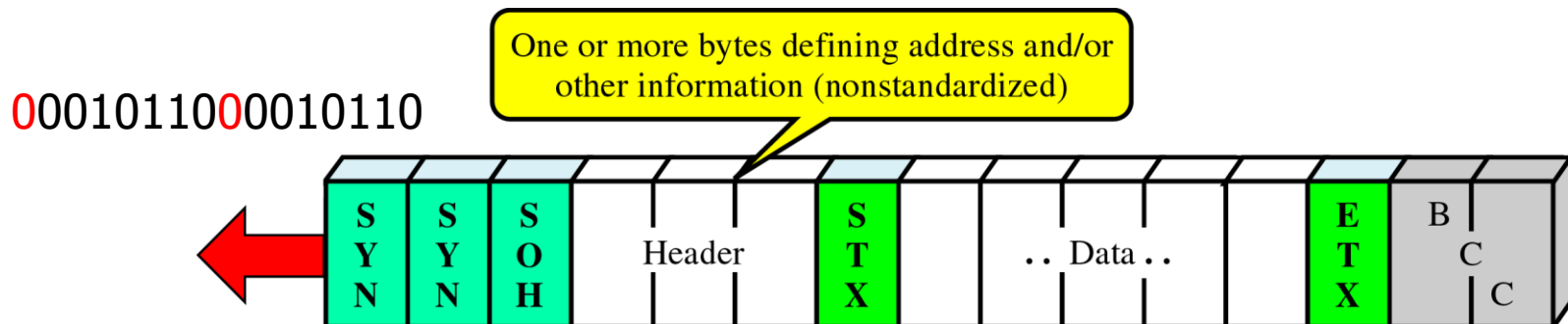
- 제어 문자
 - BSC에 사용하는 표준 제어 문자: 표11-1
 - 제어문자는 하나 이상의 문자로 표현
 - 예) ACKO는 ASCII 문자 코드인 DLE와 O 두개 문자로 표현
- BSC 프레임 구성
 - 데이터 프레임
 - 데이터를 전체 혹은 부분적으로 포함
 - 제어 프레임
 - 초기 연결 설정, 해제
 - 전송 흐름 제어
 - 오류 정정 요청

BSC...

■ 데이터 프레임

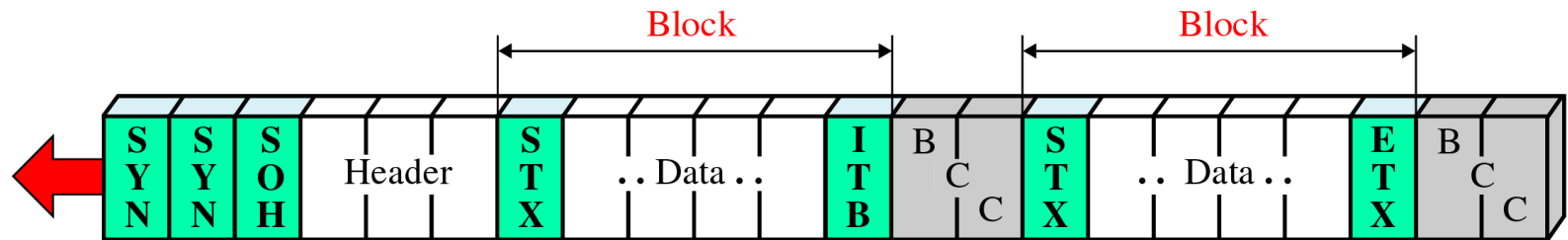
- 프레임은 2개 이상의 동기문자(SYN)로 시작
- **STX**: start of text
 - 다음 바이트가 데이터
- **ETX**: end of text
 - 다음 바이트는 제어문자
- **BCC**: block check count
 - 오류 검출, 한문자 LRC, 두문자 CRC
- **SOH**: start of header
 - SOH와 STX 사이의 정보는 헤더 정보

SYN 문자:
-새로운 프레임
의 도착
-타이밍을 위한
비트 패턴



BSC...

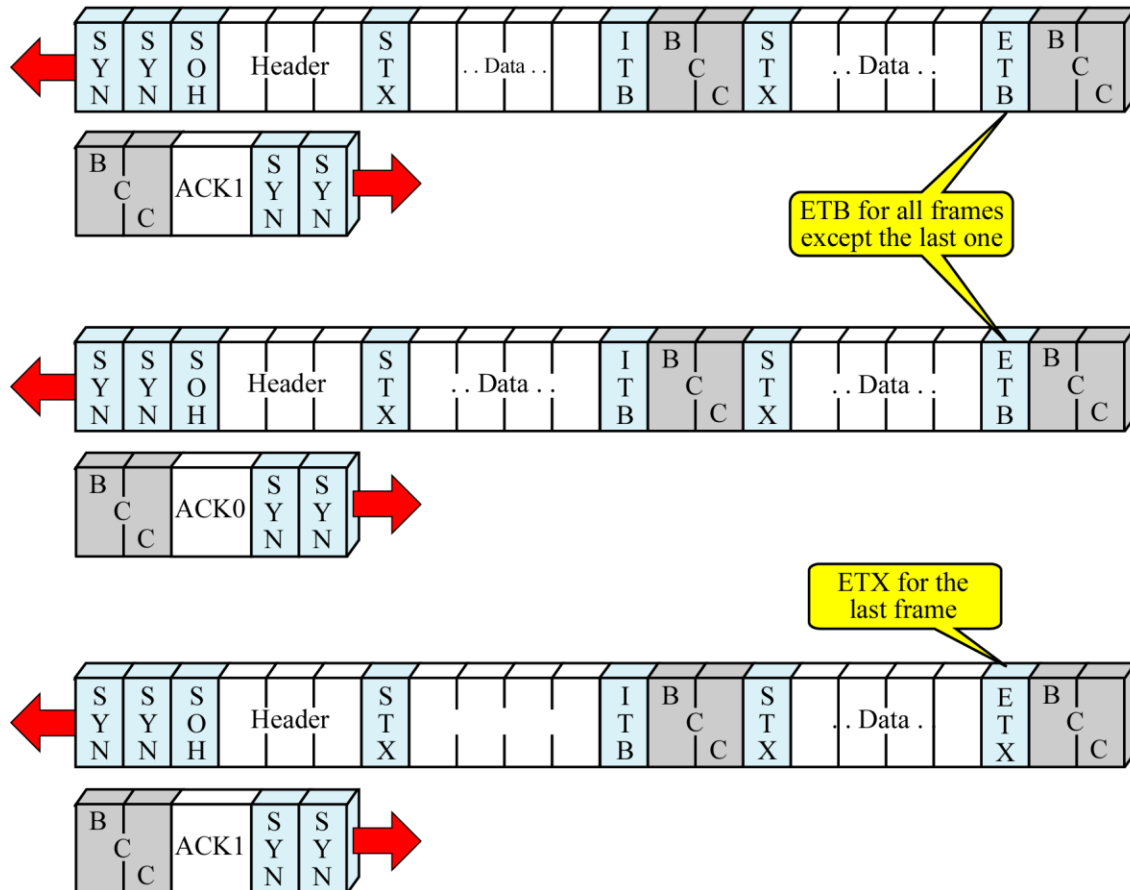
- 다중블록 프레임
 - ITB: intermediate text block



BSC...

■ 다중 프레임 전송

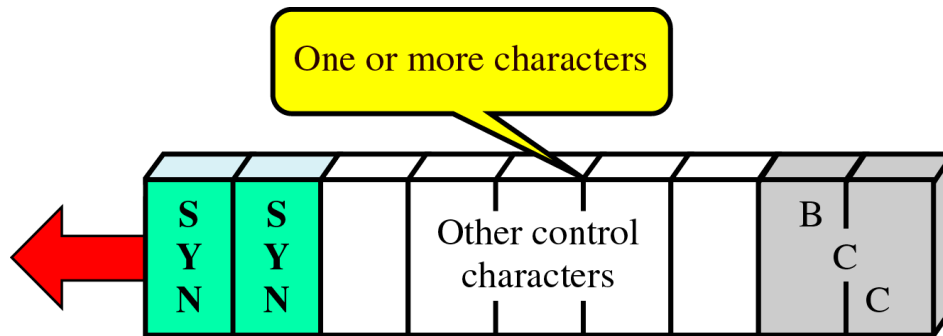
➤ ETB: end of transmission block



BSC...

- 제어 프레임

- 링크 설정과 해제, 흐름제어, 오류 제어



- 제2판 그림11-11 제어 프레임 참조

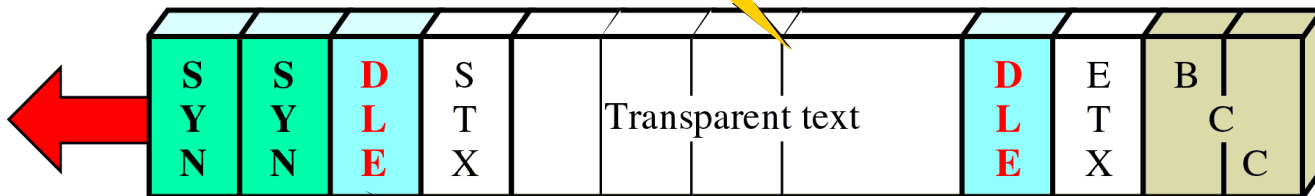
BSC...

■ 데이터 투명성 문제

- 문자가 아닌 이진 데이터 전송 시에 전송 문서에 제어 문자로 인식되는 바이트를 포함하고 있는 경우의 문제

■ 바이트 채우기 (byte stuffing)

- 데이터 투명성 제공을 위하여 DLE 문자 추가
- 처음 DLE: 제어 문자 무시
- 마지막 DLE: 투명영역 끝
- 그러면, 투명영역 내의 DLE는 어떻게?
 - DLE 문자 앞에 DLE를 하나 더 추가



비트중심 프로토콜

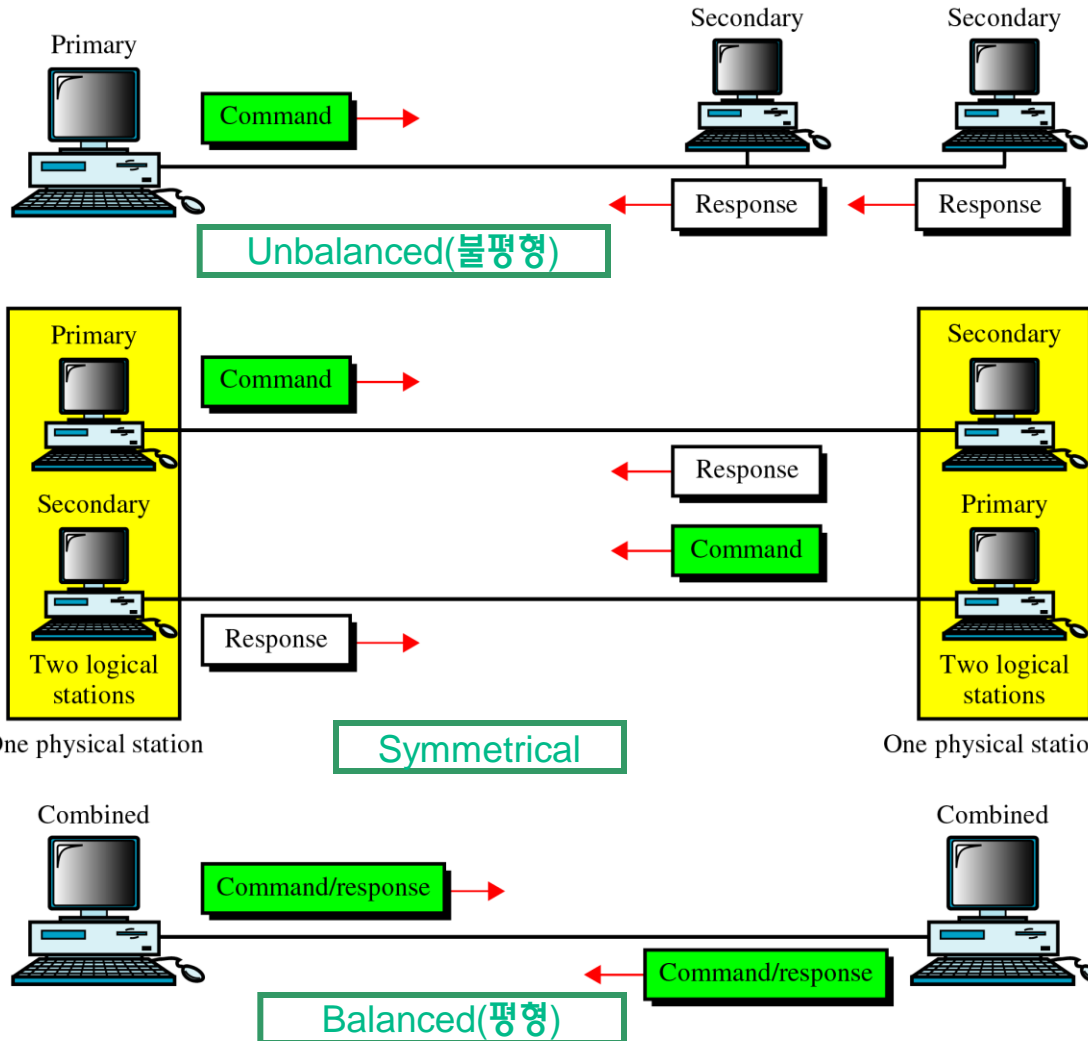
- 하나의 전송 프레임을 연속된 비트열로 간주
 - 보다 많은 정보를 짧은 프레임에 수용
- 비트중심 프로토콜 군
 - SDLC(Synchronous Data Link Control)
 - 1975, IBM 개발
 - HDLC(High-level Data Link Control)
 - SDLC를 기반으로 개발하여 ISO에서 표준화
 - LAP(Link Access Protocol) 계열
 - ITU-T에서 HDLC를 기반으로 일련의 링크 접근 프로토콜 (LAPB, LAPD, LAPM, LAPX등) 개발
 - LLC(Logical Link Control)
 - LAN, IEEE802.2
 - HDLC 기반
 - FR, PPP 등도 HDLC를 기반으로 개발

HDLC(High-level Data Link Control)

- 비트중심 프로토콜
- 점대점, 다중점 링크 상에서 반이중과 전이중통신 지원
- HDLC 지국(station) 형태
 - 주국(primary station): 링크의 모든 제어권 소유, 명령
 - 종국(secondary station): 응답
 - 조합국(combined station): 명령과 응답

HDLC...

■ HDLC 구성



Unbalanced
-주국이 종국 제어

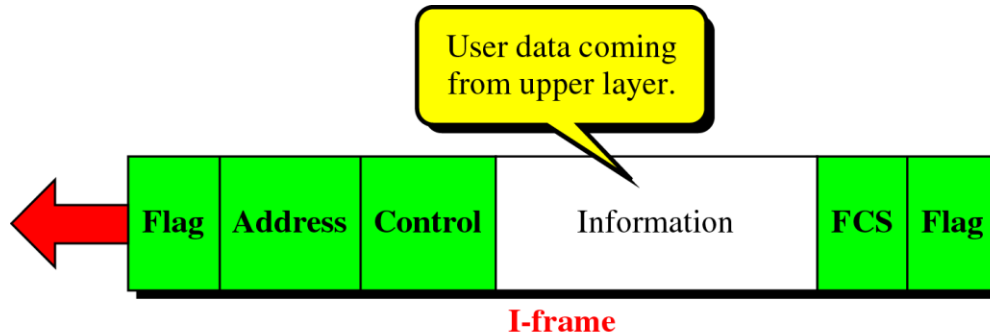
Symmetrical
-물리 지국이 2개의 논리 지국(주국과 종국)으로 구성

Balanced
-조합국이 단일회선으로 연결
-HDLC는 점대점 접속형태만 지원

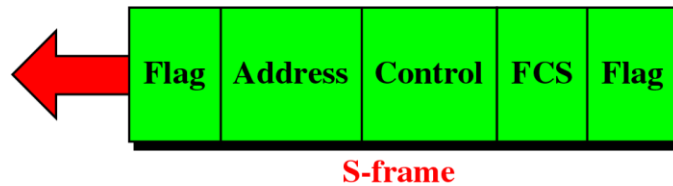
HDLC...

- 통신 모드
 - 정보교환하는 두 장치 간의 관계
 - 누가 링크를 제어하는가?
- HDLC 통신 모드
 - NRM(Normal Response Mode)
 - 불평형 구성 , 주국-종국 관계에 적용
 - ARM(Asynchronous Response Mode)
 - 불평형 구성, 주국이 회선에 대한 책임
 - 채널이 사용되고 있지 않는 경우, 주국 허락 없이 종국이 전송을 시작할 수 있음
 - ABM(Asynchronous Balanced Mode)
 - 평형 구성
 - 조합국 한쪽이 다른 쪽의 허락 없이 전송 개시
 - Polling 오버헤드가 없어 효과적

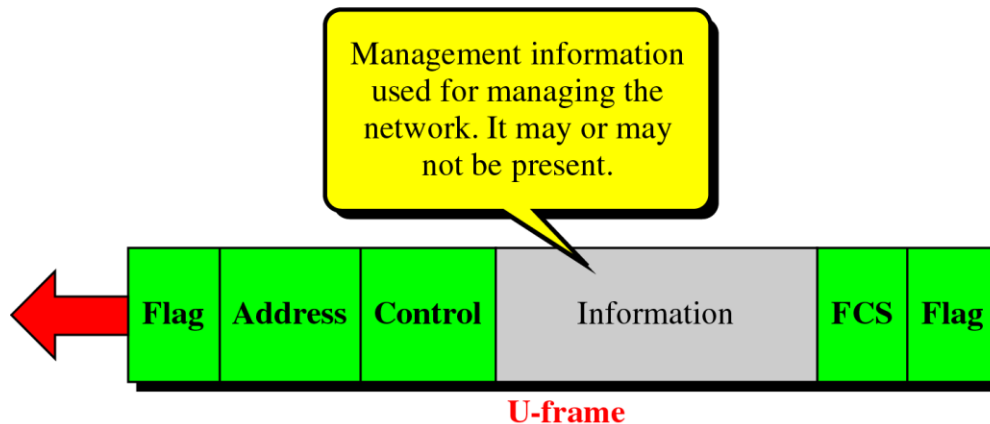
HDLC 프레임



정보 프레임
-사용자 데이터 전송



감시 프레임
-제어 정보 전송

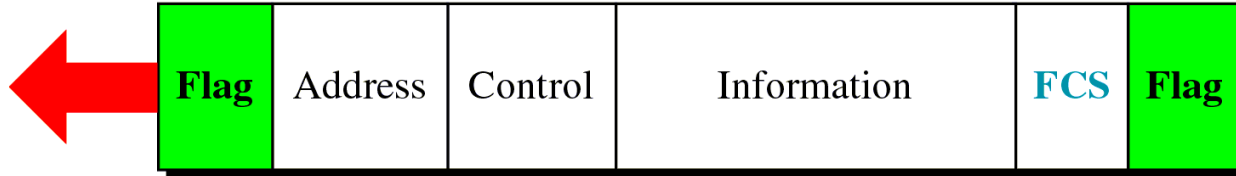


무번호 프레임
-링크의 관리

HDLC 프레임 구성

- 플래그 필드

- 비트 패턴 01111110 8비트열
- 프레임의 시작과 끝을 인식

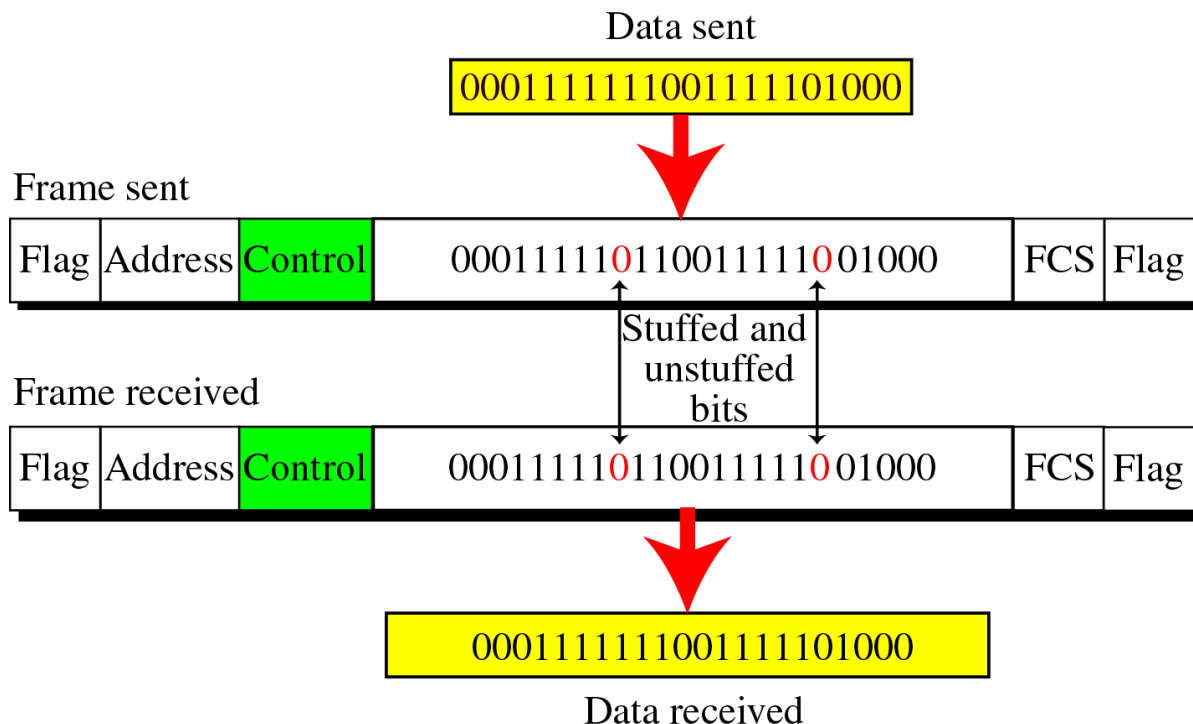


- 프레임 정보의 투명성 문제
 - 제어정보 또는 데이터의 비트열에 플래그 비트 패턴이 나타날 가능성
 - 비트 채우기(bit stuffing) 처리 과정으로 해결

HDLC 프레임 구성...

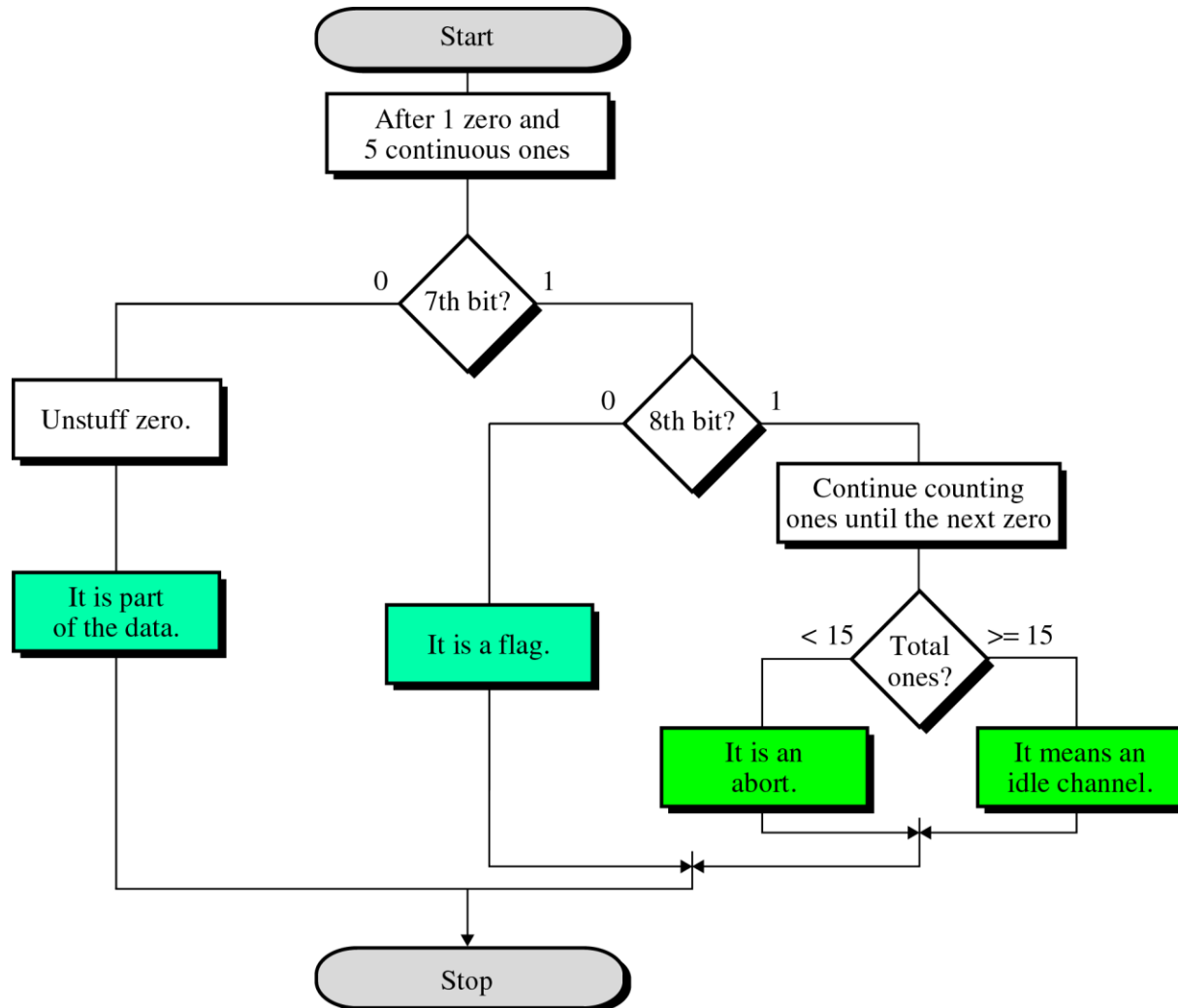
■ Bit stuffing

- 송신기는 연속 5개 이상의 1을 전송하고자 할 때 다섯번째 1 다음에 무조건 0을 삽입
- 수신기는 연속 5개의 1을 수신하고 다음이 0인 경우는 삽입된 비트로 인식하고 0을 제거



HDLC 프레임 구성...

- 수신기 동작: 비트 채우기로 삽입된 비트 제거



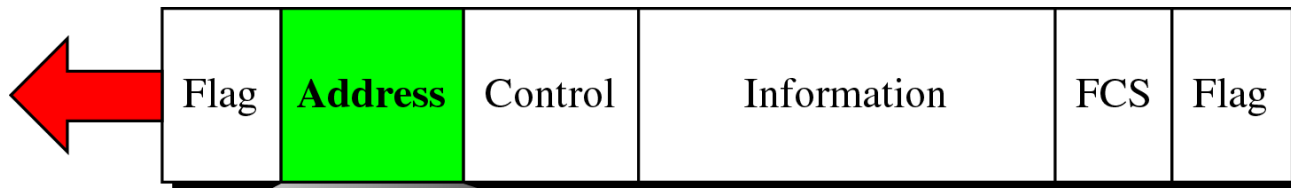
HDLC 프레임 구성...

- 주소 필드 (address field)

- 종국의 주소 (발신지) 혹은 (목적지)

주국이 만든 프레임

종국이 만든 프레임



The address is one byte (8 bits) or a multiple of bytes.



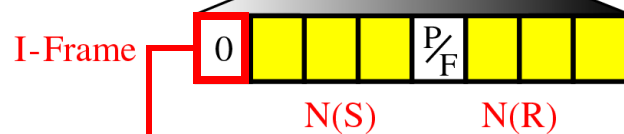
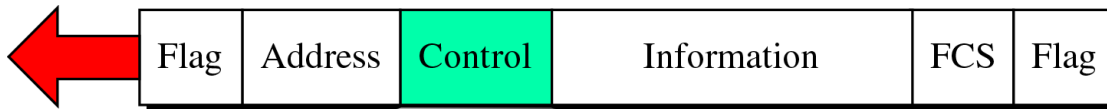
One-byte address



Multibyte address

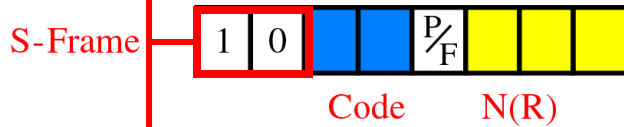
HDLC 프레임 구성...

■ 제어 필드 (control field)

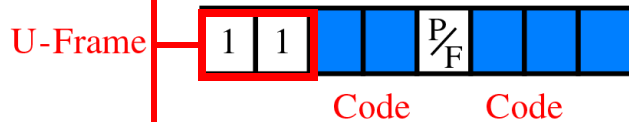


P/F Poll/final bit

N(S) Sequence number of frame sent



N(R) Sequence number of next frame expected



Code Code for supervisory or unnumbered frame

프레임 종류 구분

I-Frame
-데이터 전송
-ARQ 제어정보
piggybacking

S-Frame
-ARQ 메카니즘

U-Frame
-링크 제어 기능

Piggybacking : 흐름제어, 오류제어와 그 외 다른 제어 정보를 전송할 데이터에 포함

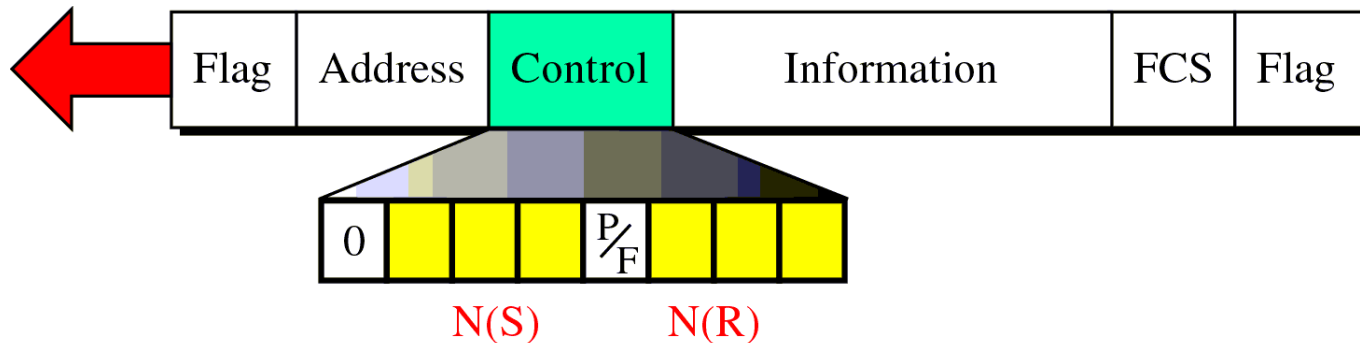
HDLC 프레임 구성...

- 정보 필드 (information field)
 - I-frame: 사용자 데이터
 - U-frame: 네트워크 관리 정보
- FCS(Frame Check Sequence)
 - 오류 검출 필드: 플래그를 제외한 나머지 비트로 부터 계산
 - 2 바이트 CRC-CCITT 혹은 4바이트 CRC-32

HDLC 프레임 종류

■ I-Frame

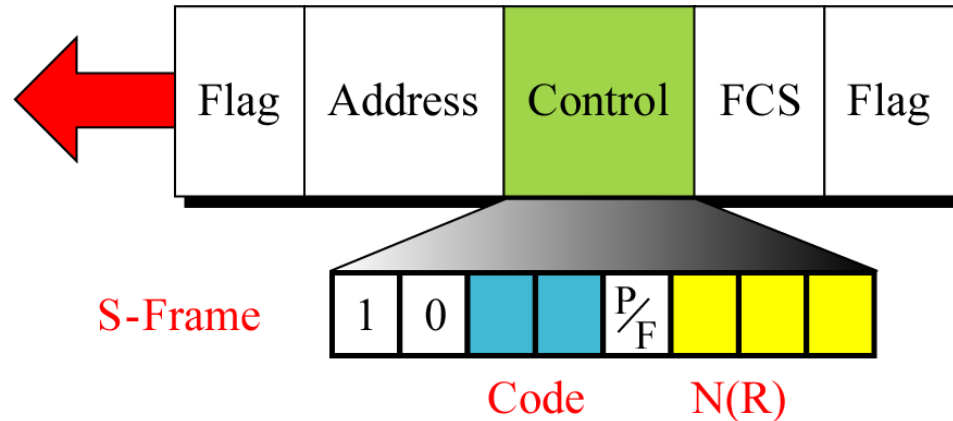
- 데이터 전송과 piggybacking을 통한 확인 응답
- N(S): 보내지는 프레임의 번호
- N(R): 응답을 받기를 기대하는 프레임 번호



HDLC 프레임 종류...

■ S-Frame

- I-Frame에 제어정보를 실어 piggyback하는 것이 적절하지 않을 때 확인응답, 흐름제어와 오류제어를 위해 사용
- S-Frame 종류의 코딩: 제어 필드의 2 비트 code

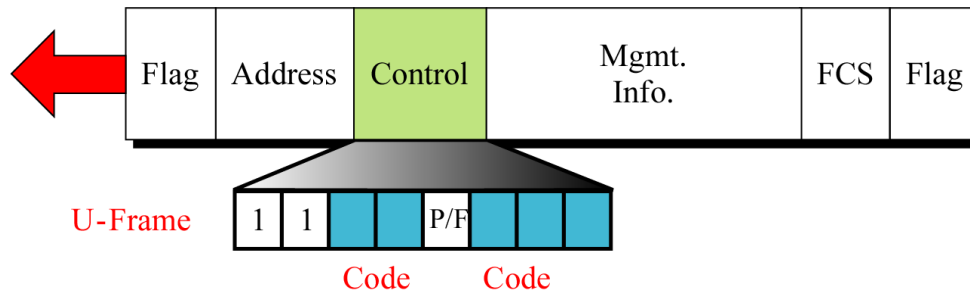


Code	Command
00	RR Receive ready
01	REJ Reject
10	RNR Receive not ready
11	SREJ Selective-reject

HDLC 프레임 종류...

■ U-Frame

- 링크 제어 및 관리
- 정보 필드: 시스템 관리 정보



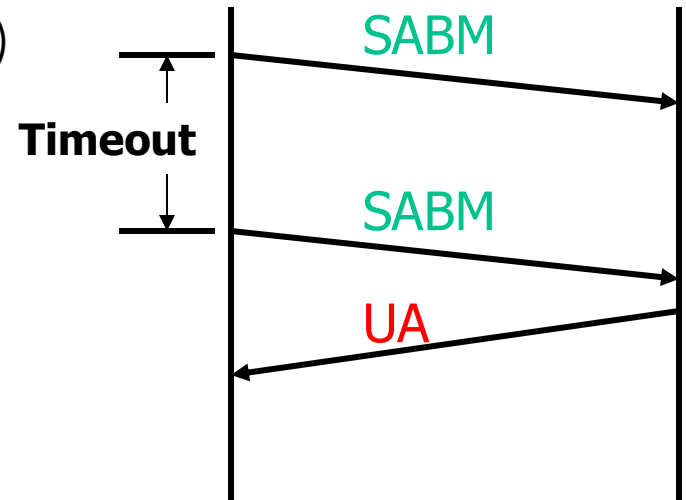
Code	Command	Response
00 001	SNRM	
11 011	SNRME	
11 000	SARM	DM
11 010	SARME	
11 100	SABM	
11 110	SABME	
00 000	UI	UI
00 110		UA
00 010	DISC	RD
10 000	SIM	RIM
00 100	UP	
11 001	RSET	
11 101	XID	XID
10 001		FRMR

HDLC 동작

- 동작의 세단계
 - 데이터 링크 초기화
 - 프레임의 순서적인 교환을 위한 초기화
 - 서로 선택에 대한 동의 절차
 - 논리적 연결의 설정
 - 데이터 전송
 - 흐름제어와 에러제어
 - 데이터링크 연결 해제
 - 장애나 상위계층 사용자의 요청에 의해 해제 개시

HDLC 동작...

- **모드 설정: 링크 연결의 설정**
 - 통신 모드(정보교환을 위한 장치간의 관계)를 설정
 - 6가지 **모드 세트 명령(command)**
 - 세가지 모드(NRM, ABM, ARM)와
 - 순서번호의 확장 여부(3비트 혹은 7비트 확장 모드)
 - **응답(response)**
 - UA(Unnumbered Acknowledgement)
 - 링크 설정 요청의 수락
 - DM(Disconnected Mode)
 - 링크 설정 요청의 거절



HDLC 동작...

■ 데이터 전송

➤ I-Frame의 N(S)와 N(R)

- 순서 번호는 3비트 경우 모듈로-8로 확장 모드에서 7비트를 사용하는 경우 모듈로-128로 순차적으로 부여
- N(R)은 수신한 I-Frame의 응답으로 수신을 기대하는 I-Frame의 번호

➤ S-Frame: RR(Receive Ready)

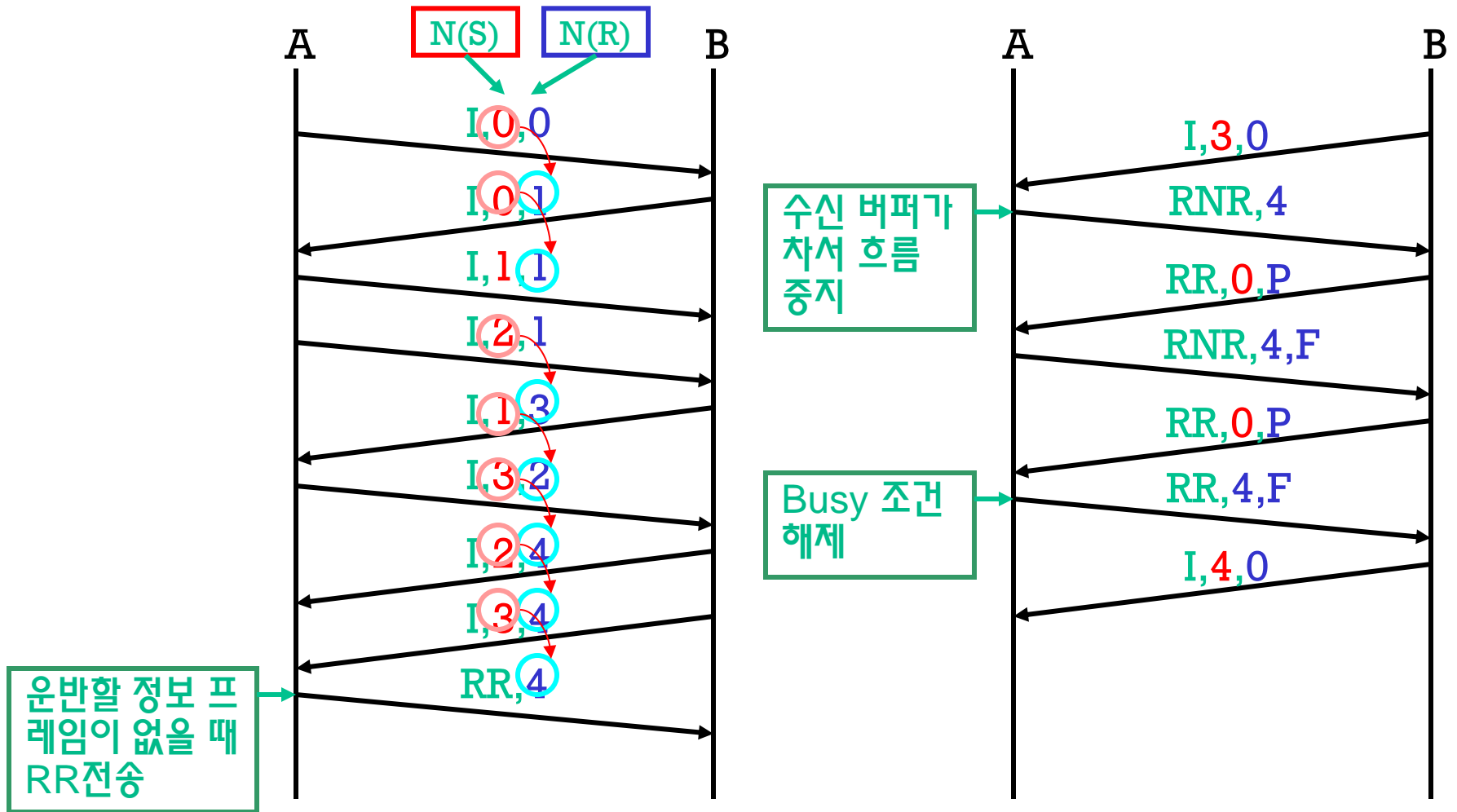
- 수신응답을 운반한 정보 프레임이 없을 때
- N(R)을 표시하여 수신 프레임 응답 전송
- 프레임 수신을 정상적으로 할 수 있음을 나타냄

➤ S-Frame: RNR(Receive Not Ready)

- 지금까지 받은 프레임(N(R)-1)에 대한 확인응답
- RR 프레임을 보내기 전까지 송신 중단을 요청

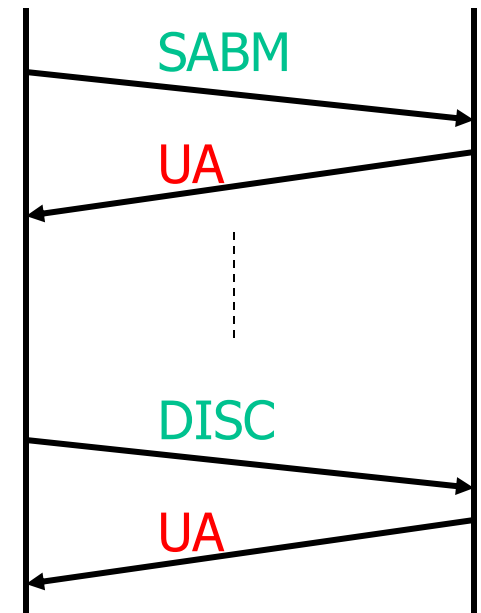
HDLC 동작...

■ 데이터 전송: 흐름제어 예



HDLC 동작...

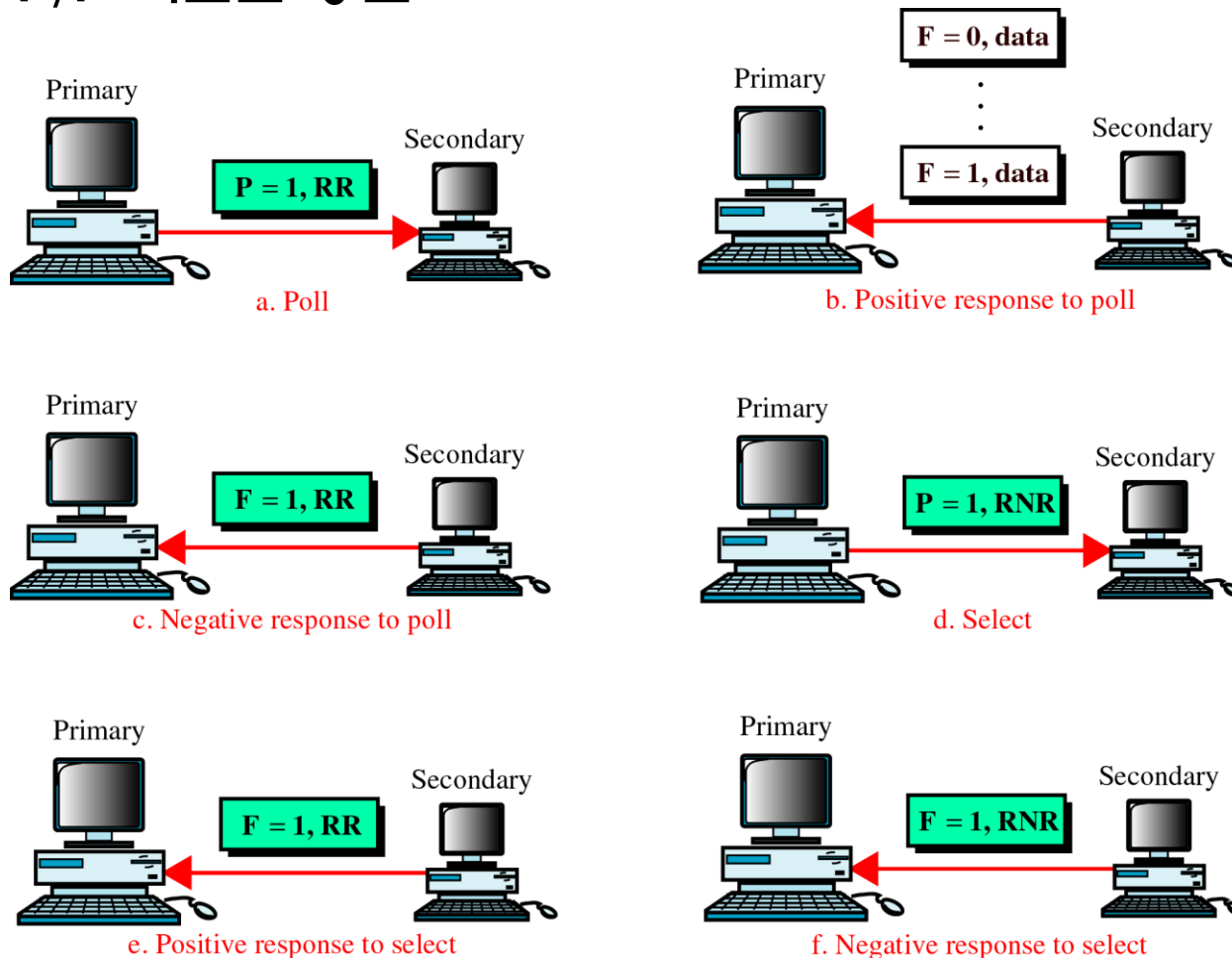
- 데이터링크 연결 해제
 - 장애나 상위계층 사용자의 요청에 의해 해제 개시
 - 연결 해제 명령(command)
 - DISC(Disconnect)
 - 응답(response)
 - UA(Unnumbered Acknowledgement)
 - 링크 연결 해제 요청의 수락
 - 어느쪽이든 연결 해제 요청 가능



HDLC 동작...

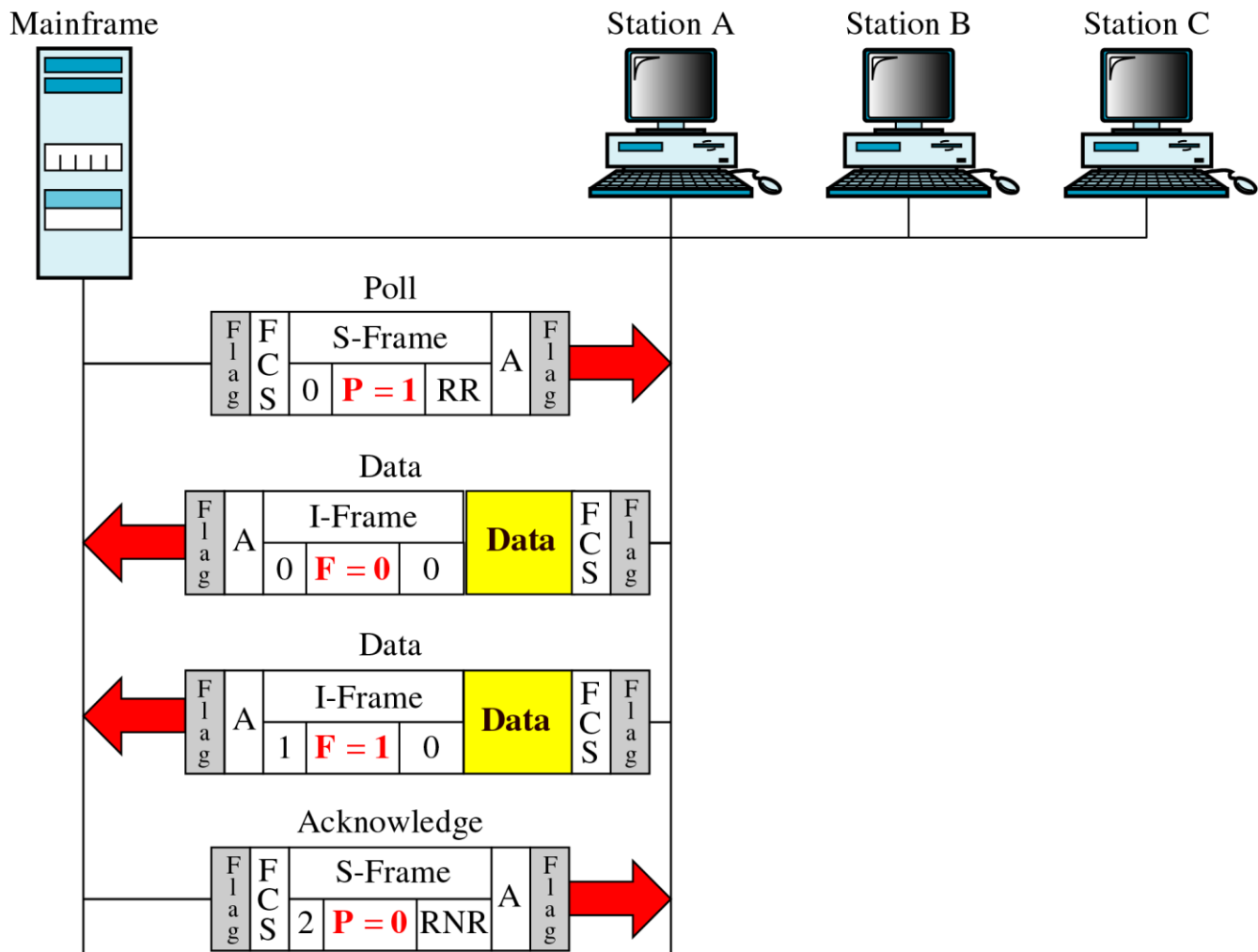
■ HDLC를 이용한 Polling과 Selecting 동작

➢ P/F 비트의 용도



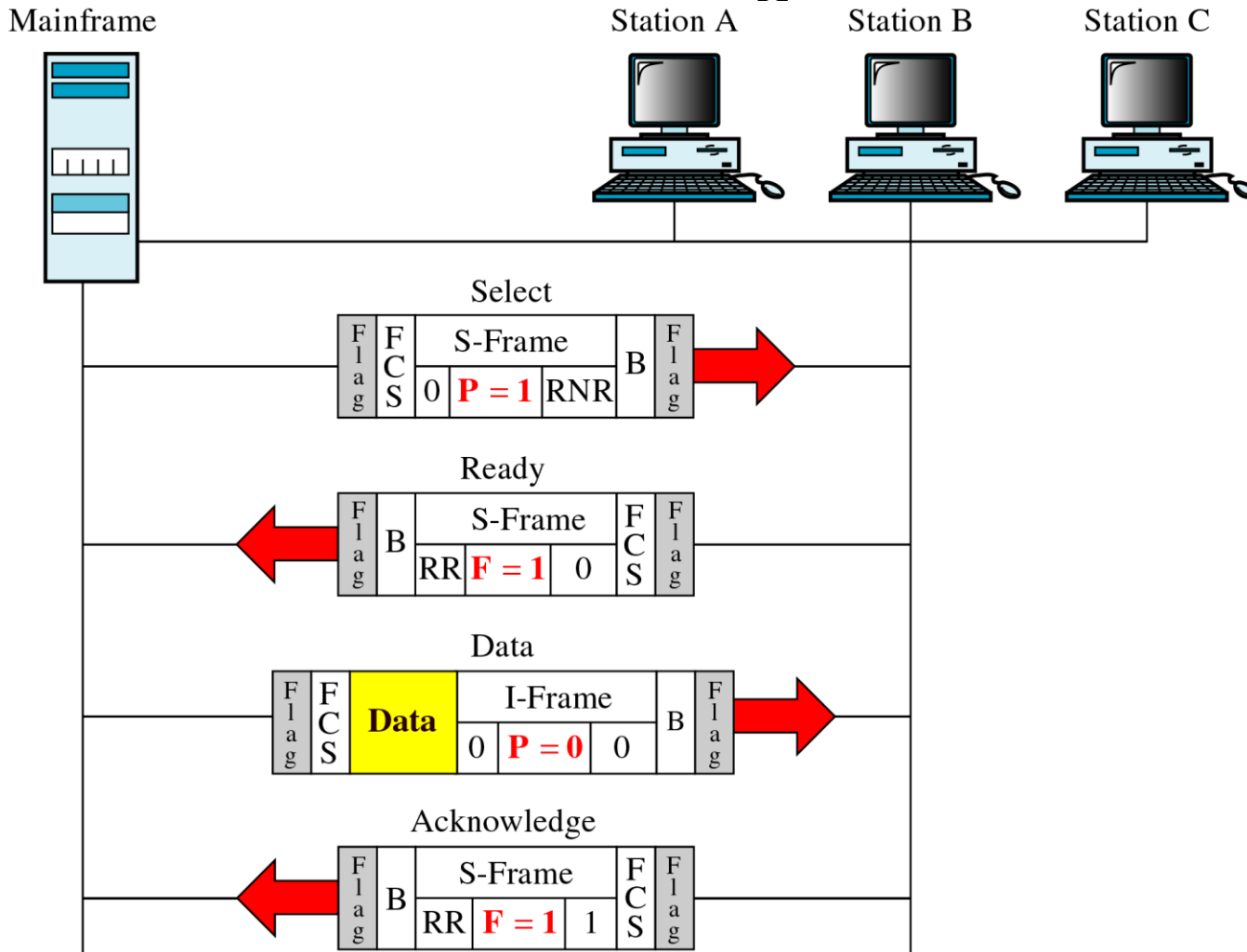
HDLC 동작...

■ HDLC를 이용한 Polling 동작



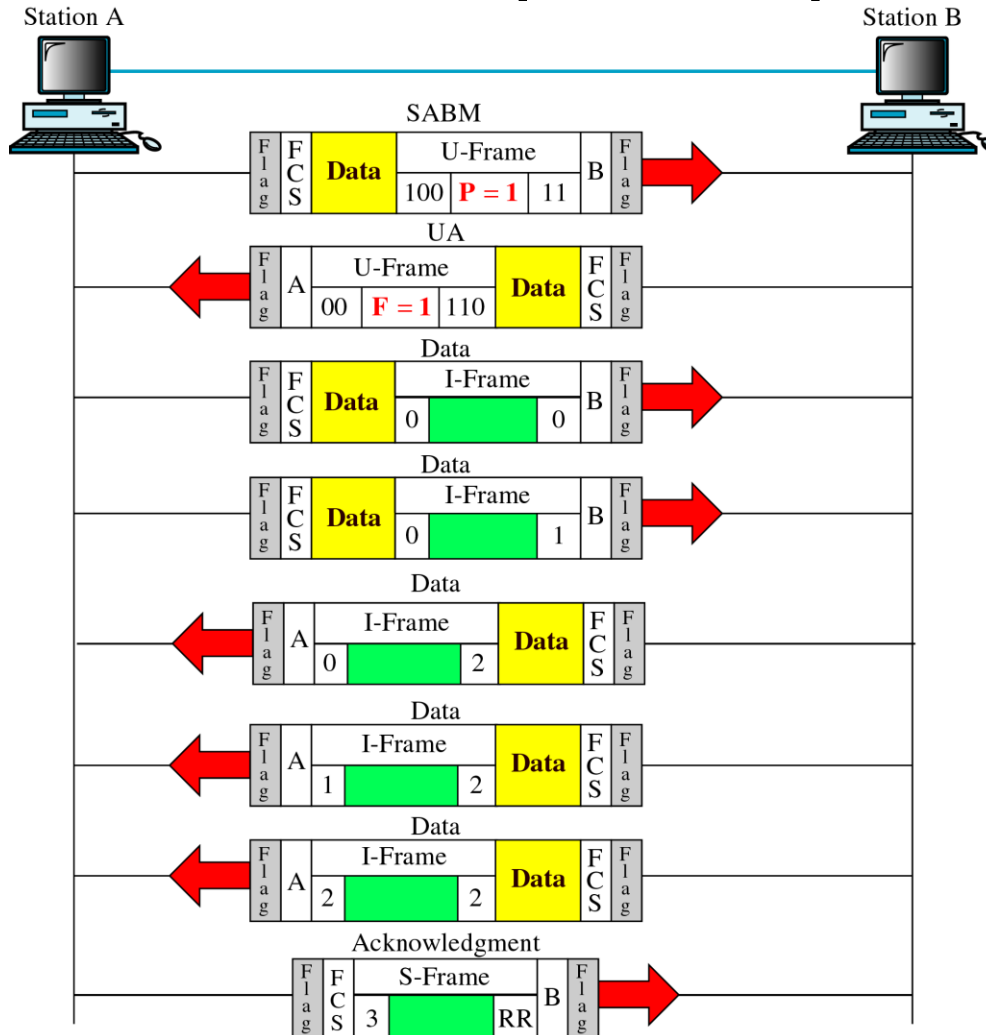
HDLC 동작...

■ HDLC를 이용한 Selecting 동작



HDLC 동작...

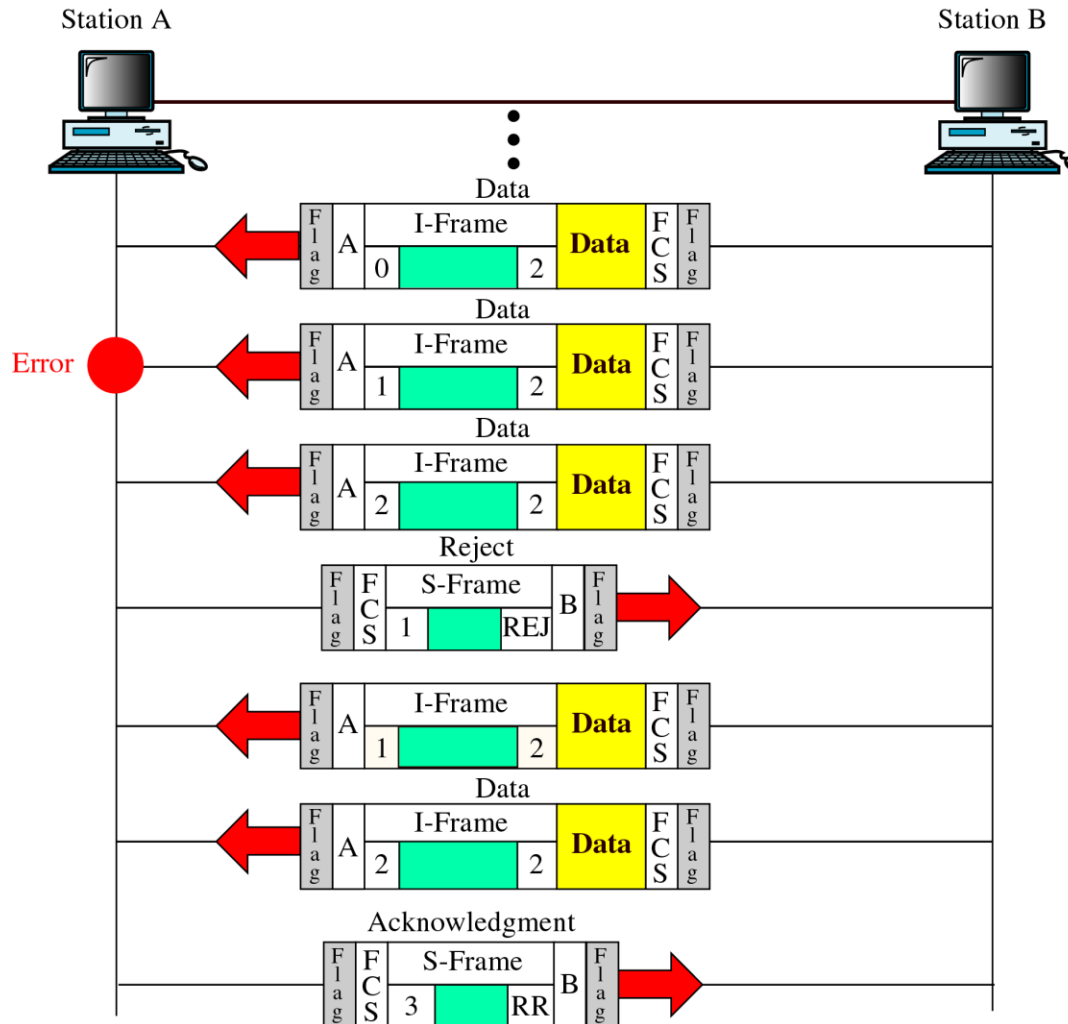
HDLC를 이용한 peer-to-peer 통신 예



비동기균형모드
 조합국 형태
 P/F비트 의미 없음
 ARQ동작

HDLC 동작...

peer-to-peer 통신에서 오류제어 예



LAP(Link Access Procedure)

- 적용 목적에 따라 HDLC의 기능 중에 부분적인 기능으로 구현
- LAPB(Link Access Procedure, balanced)
 - DTE와 DTE 간 통신에 필요한 기본적인 제어기능만 제공
 - Poll과 Select 가 없다
 - 균형 구성에서 적용: 비동기 균형방식
 - X.25 데이터링크 계층
- LAPD(Link Access Procedure, for D channel)
 - ISDN D channel protocol
 - 대역외 신호방식(out-of-band signaling)
 - 비동기 균형모드(ABM) 사용
- LAPM(Link Access Procedure, for modems)

Point-to-Point Protocol(PPP)

PPP

- SLIP(serial line interface protocol)
 - Simple packet framing protocol for IP on serial line
 - IP 동적 주소의 부여를 허용 안함
 - IP 이외의 다른 프로토콜 지원 안함
 - 오류검출 및 정정 지원 안함
 - 압축 및 암호화 option 지원 안함
- PPP protocol suite
 - Link control protocol(LCP)
 - Authentication control protocol(ACP)
 - Network control protocol(NCP)
 - Compression control protocol(CCP)
 - Encryption control protocol(ECP)

PPP는 p-to-p link 상에 layer-3 패킷을 전달하기 위한 Framing Protocol이다.

PPP...

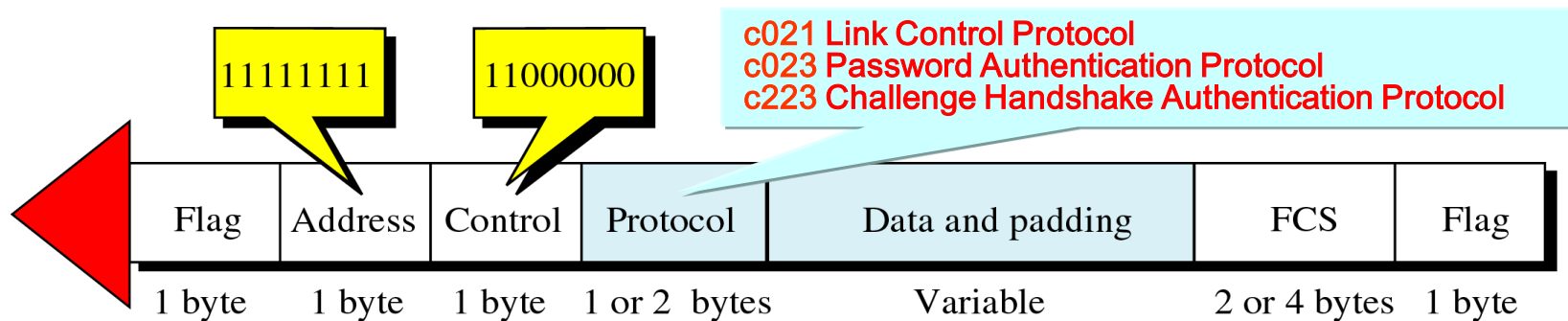
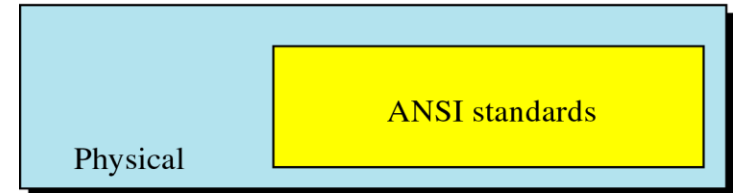
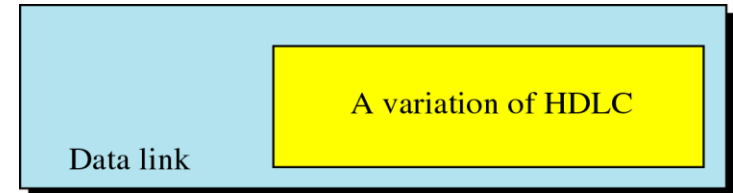
■ PPP 계층

➤ Physical layer

- 특별히 정의하지 않음
- ANSI standards

➤ Data link layer

- HDLC-like framing
- multiplexing of different network-layer protocols over the same link

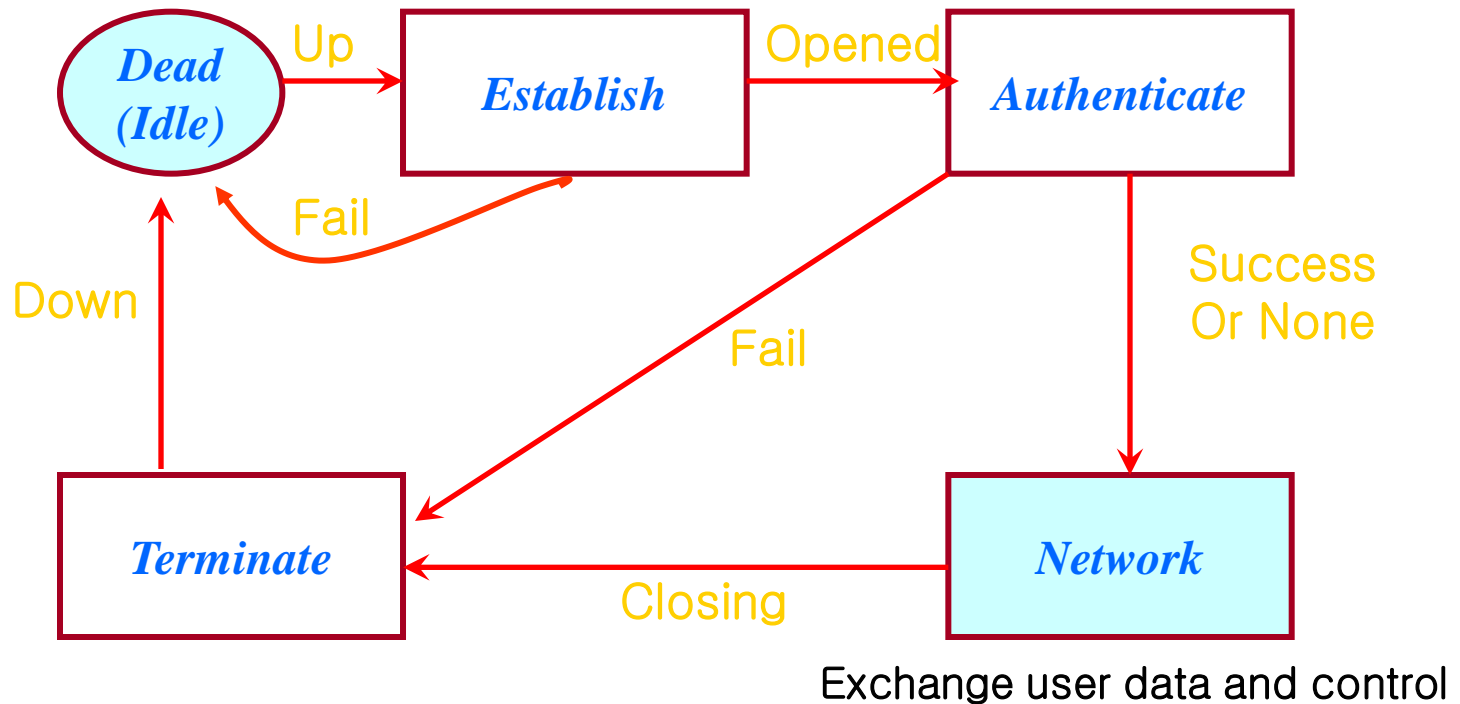


PPP...

- PPP protocol suite
 - Link control protocol(LCP)
 - Authentication control protocols
 - Password authentication protocol(PAP)
 - Challenge handshake authentication protocol(CHAP)
 - Network control protocol(NCP)
 - IP control protocol(IPCP)
 - Compression control protocol(CCP)
 - Encryption control protocol(ECP)
 - DES encryption(DESE)
 - Microsoft point-to-point encryption(MPPE)

PPP...

- PPP Link Phase



PPP...

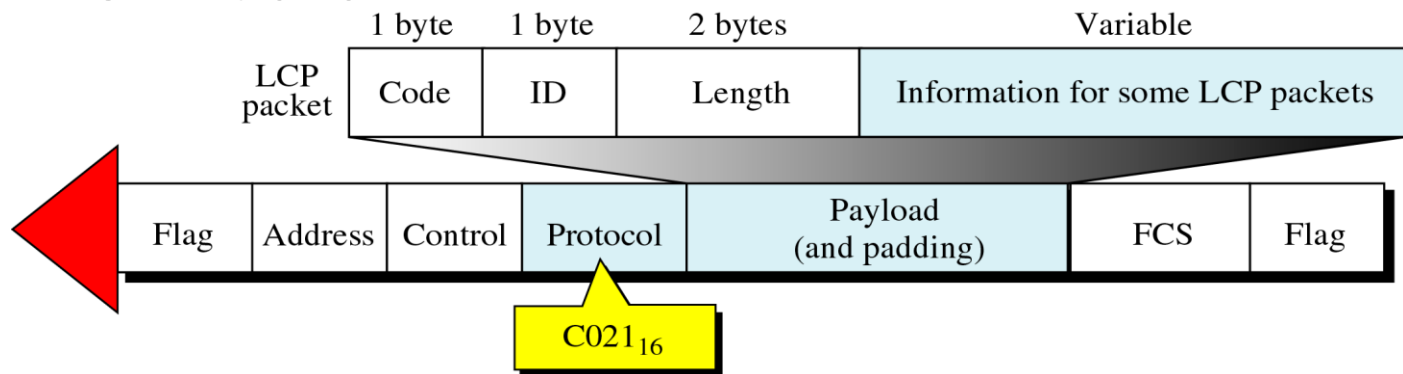
■ Link Establishment Phase

➤ LCP:Link Control Protocol

- 링크 설정,유지,해제
- 단말간의 선택사항 결정을 위한 협상기능

Option	Default
Maximum receive unit	1500
Authentication protocol	None
Protocol field compression	Off
Address and control field compression	Off

➤ LCP Packet



PPP...

- Link Establishment Phase...
 - LCP Packets
 - Configuration packet
 - Configure-request
 - Configure-ack
 - Configure-nak
 - Configure-reject
 - Link termination packet
 - 양단말의 링크 연결 종료
 - Terminate-request
 - Terminate-ack
 - Link monitoring and debugging

PPP...

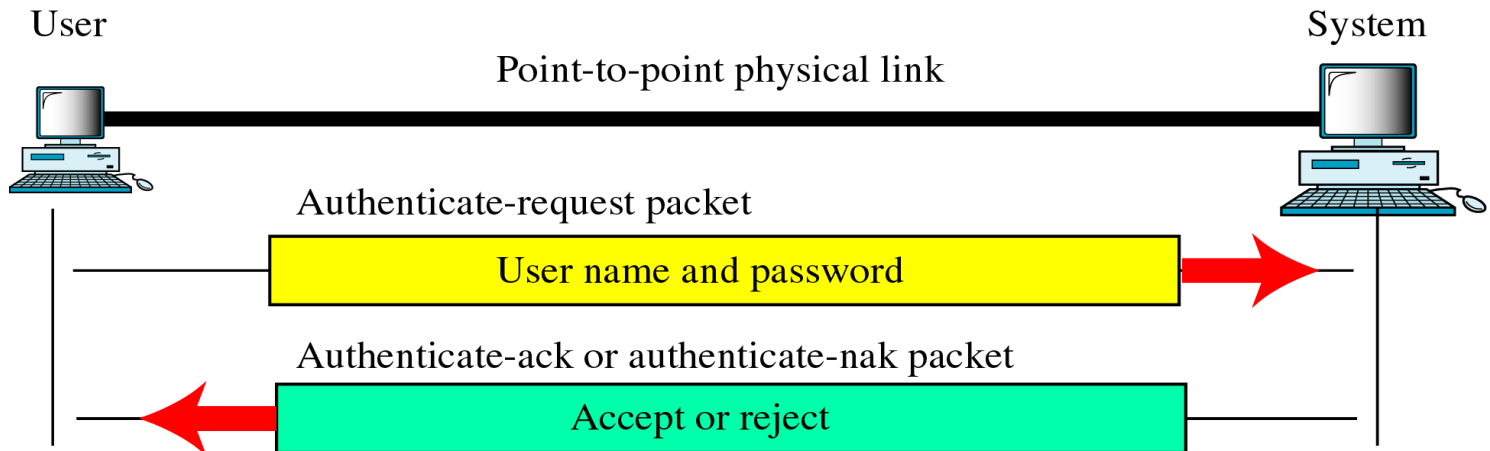
- **User Authentication Phase**
 - **Optional phase**
 - LCP 협상 단계 결정에 따라 SKIP
 - 실제로 이 과정은 꼭 거침
 - **Authentication protocols**
 - PAP:Password Authentication Protocol
 - CHAP:Challenge Handshake Authentication Protocol

PPP...

- User Authentication Phase...

- PAP

- 보안이 취약, 제3자가 패스워드를 가로챌 수 있다.

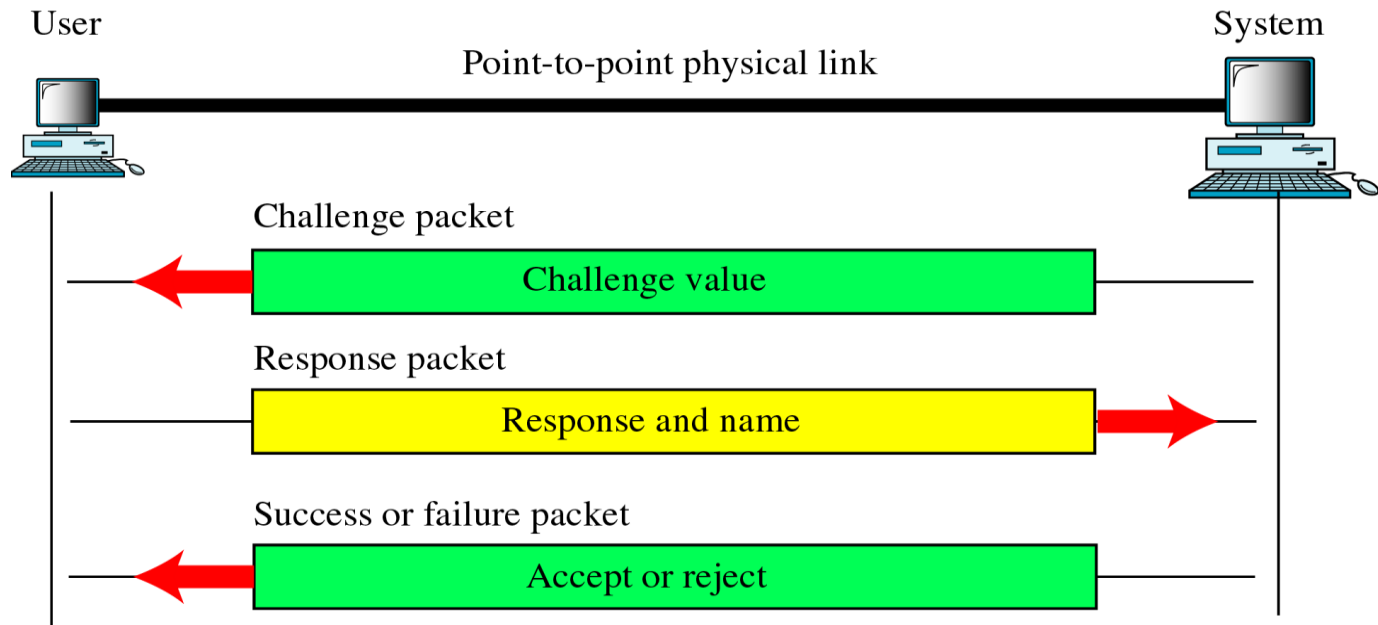


PPP...

■ User Authentication...

➤ CHAP

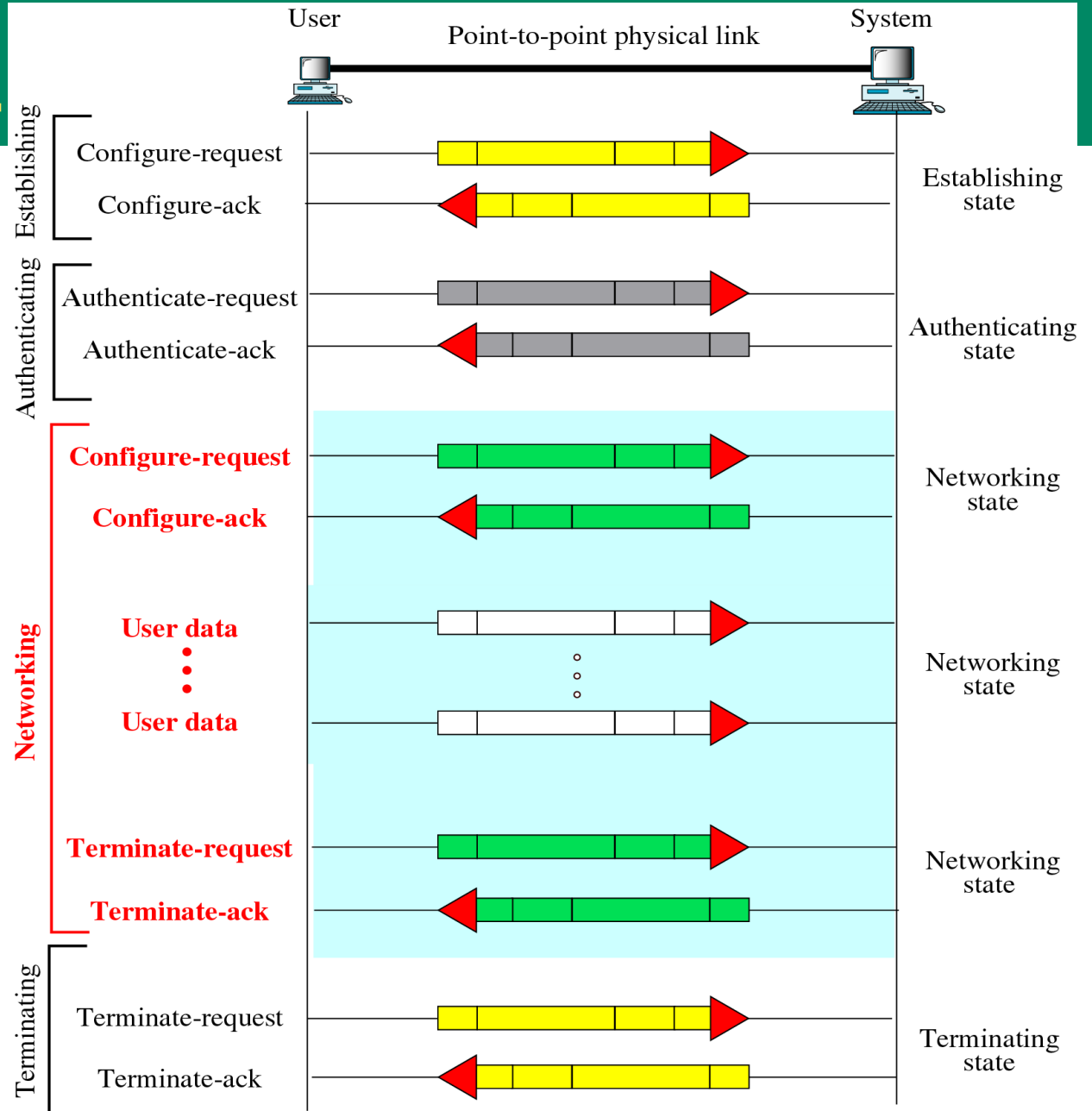
- Encrypted authentication mechanism
- 패스워드를 직접 회선상으로 보내지 않음
- One-way hashing algorithm



PPP...

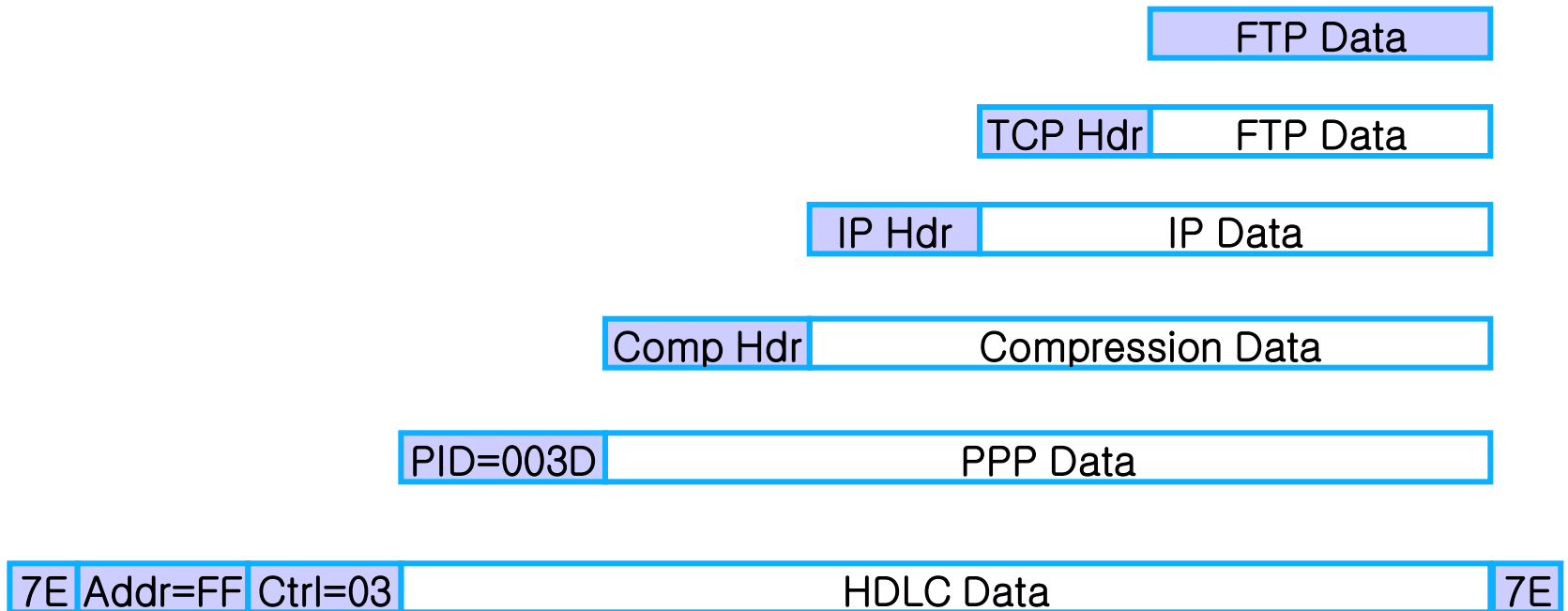
- Network-Layer Protocol Phase
 - network-layer protocol (IP, IPX, or AppleTalk)를 위한 네트워크 계층 연결설정, 종료
 - IPCP:Internet Protocol Control Protocol
 - 상대방 사용자의 선택사항 협상
 - IP 주소 설정

PPP...



PPP...

- PPP Data Transfer



요약

- 데이터링크 프로토콜은
 - 회선 원칙, 흐름 제어, 오류 제어 등을 위한 규칙을 포함
 - 비동기 프로토콜과 동기 프로토콜 그룹으로 나눔
- 비동기 프로토콜은 저속이고 주로 모뎀에 사용
 - XMODEM, YMODEM, ZMODEM, BLAST 등이 PC간의 파일 전송에 사용
- 동기 프로토콜은 동기 전송을 제어하는 프로토콜
 - 문자중심 프로토콜: 프레임을 문자들의 연속으로 해석
 - 비트중심 프로토콜: 각 비트 또는 비트 그룹이 의미를 가짐
- 문자중심 프로토콜의 대표적인 BSC
- 비트중심 프로토콜의 대표적인 HDLC와 LAP계열
- PPP는 점대점 회선 구성에서 사용하는 점대점 링크 제어 프로토콜이다.