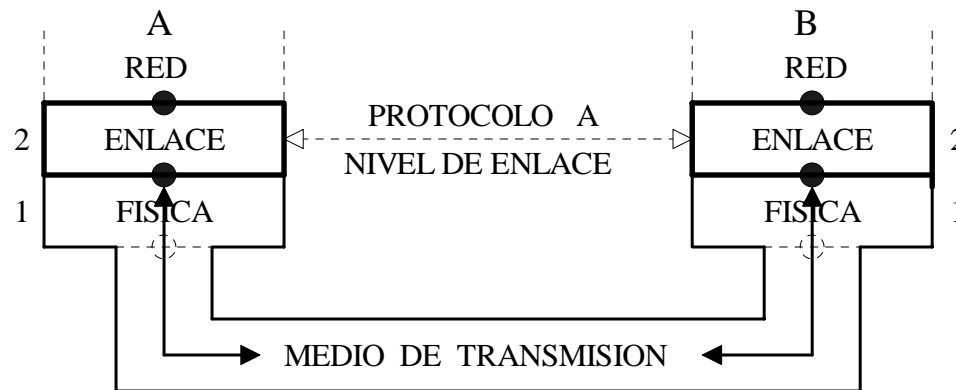


CAPITULO IV. CAPAS ENLACE Y RED

LA CAPA ENLACE DEL MODELO ISO/OSI

Concepto



Definición

La Capa Enlace de Datos o Nivel 2 proporciona los medios funcionales y de procedimiento para establecer, mantener y terminar conexiones a nivel de Enlace entre entidades de la Capa Red, y para transferir Unidades de Datos entre entidades de la Capa Enlace.

CAPITULO IV. CAPAS ENLACE Y RED

PROTOCOLOS DE COMUNICACION

Definición

Es un conjunto de reglas y procedimientos que proporcionan una técnica uniforme para:

- (a) Gestionar el intercambio de información
- (b) Proveer la administración, asignación y control de los recursos involucrados en el proceso
- (c) Establecer métodos para evitar y/o resolver problemas producidos por situaciones de excepción

CAPITULO IV. CAPAS ENLACE Y RED

PROTOSCOLOS DE COMUNICACION

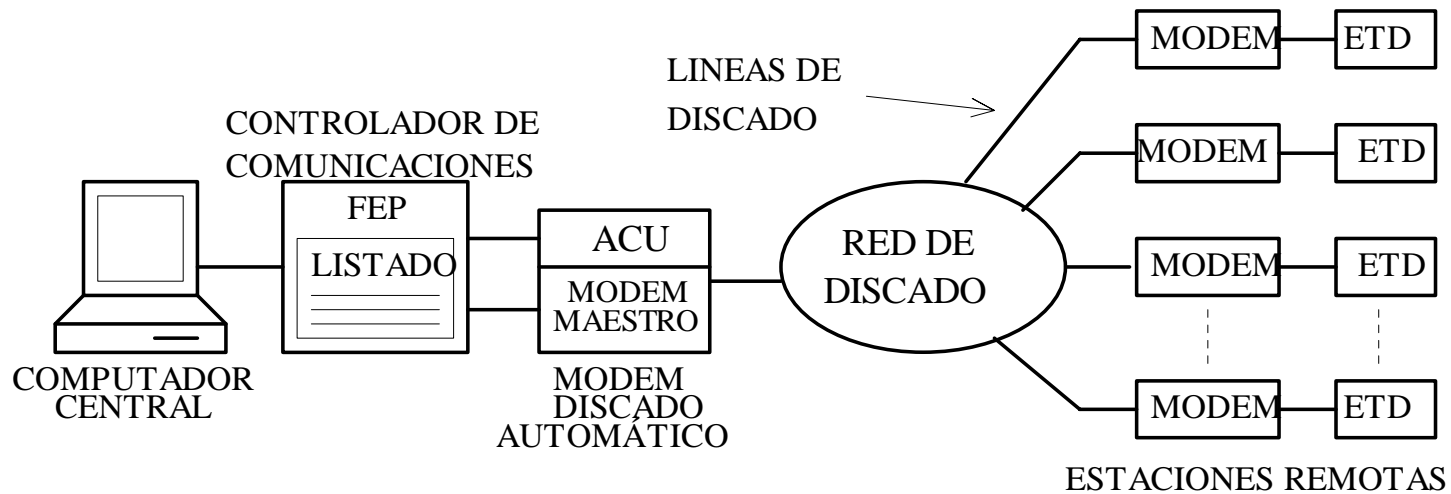
El intercambio de información exige el establecimiento de procedimientos para:

- La elaboración de un formato para la “encapsulación”
- La selección de un enlace entre dos estaciones adyacentes
- La petición para transmisión y recepción de la información
- El control de error
- El control de flujo
- La supervisión y control de todas las fases del intercambio

CAPITULO IV. CAPAS ENLACE Y RED

CONFIGURACIONES DE TRANSMISION

Transmisión Multipunto sobre la Red Telefónica

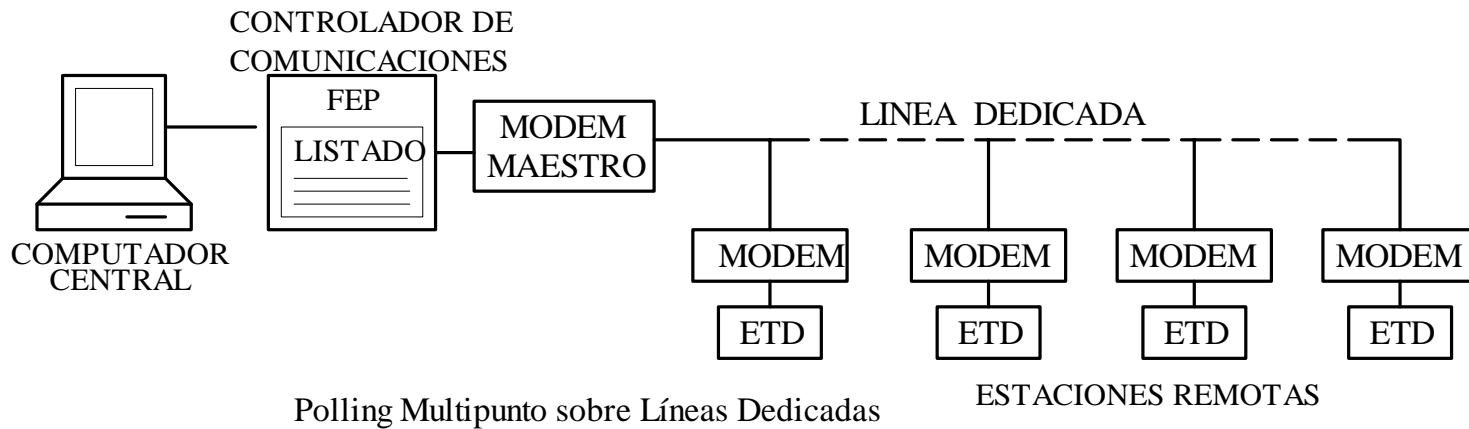


Polling Multipunto sobre Líneas de Discado

CAPITULO IV. CAPAS ENLACE Y RED

CONFIGURACIONES DE TRANSMISION

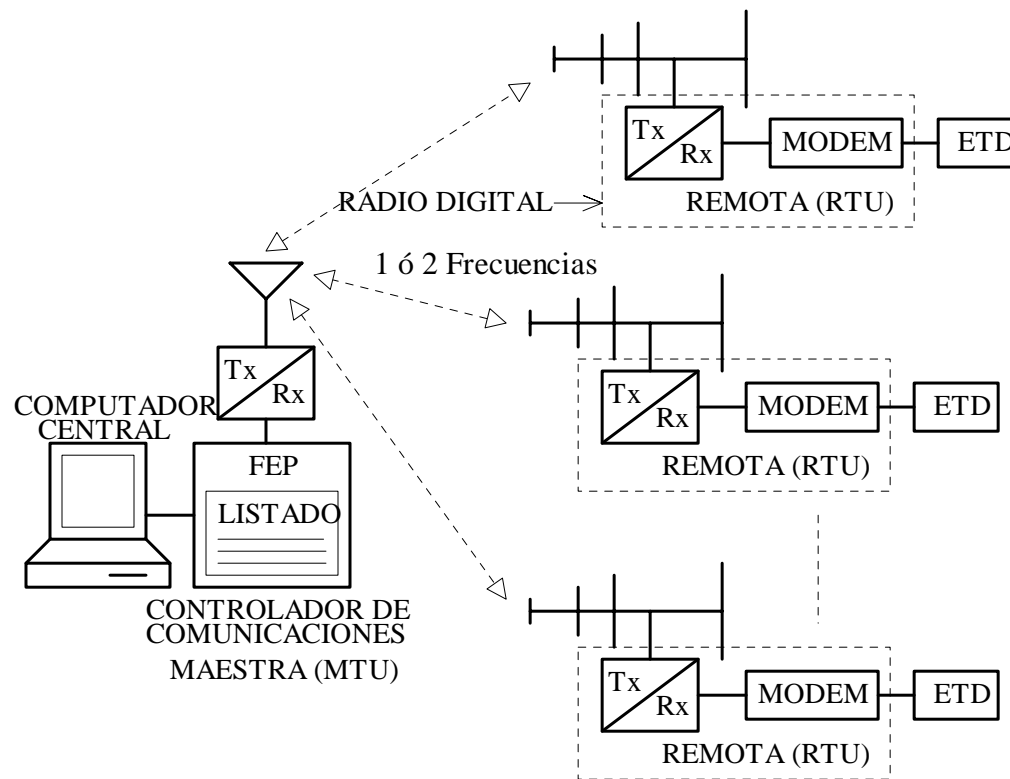
Transmisión Multipunto sobre Líneas Dedicadas



CAPITULO IV. CAPAS ENLACE Y RED

CONFIGURACIONES DE TRANSMISION

Transmisión Multipunto sobre Enlaces de Radio



Polling Multipunto sobre Radio

CAPITULO IV. CAPAS ENLACE Y RED

PROTOSCOLOS DE CAPA ENLACE

Tipos de Protocolo:

- Protocolos de Control por Caracteres (Character-Oriented Protocol)
BSC (Binary Synchronous Communications)
- Protocolos de Control por Conteo de Octetos o Bytes (Byte-Count Oriented Protocol)
DDCMP (Digital Communications Message Protocol)
- Protocolo de Control por Dígitos (Bit-Oriented Protocol)
SDLC (Synchronous Data Link Control)
HDLC (High-Level Data Link Control)

CAPITULO IV. CAPAS ENLACE Y RED

PROTOSCOLOS DE CAPA ENLACE

Protocolo BSC

Características:

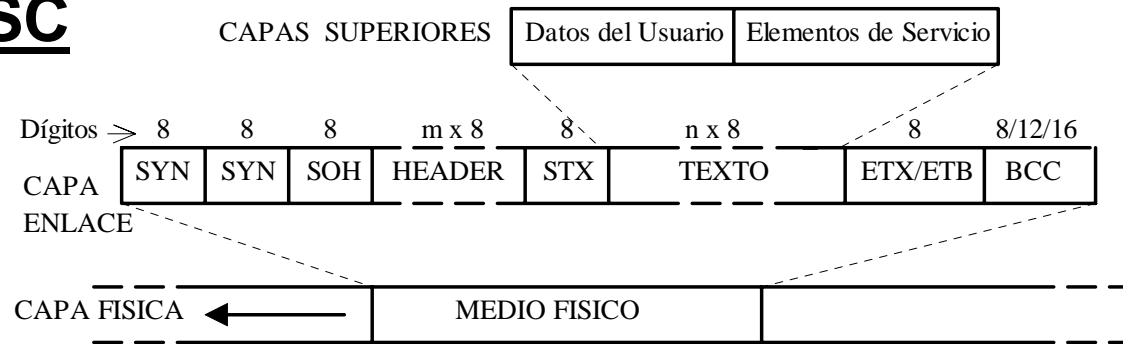
- Control por Caracteres (ASCII: ACK, DLE, ENQ, EOT, ETB, ETX, NAK, SOH, STX y SYN)
- Operación Sincrónica, Serie, HDX, Modo de Respuesta Normal
- Transmisión Punto a Punto, Multipunto, Líneas Dedicadas, Radio
- Requiere reconocimientos (ACK/NAK) para cada trama transmitida
- Velocidades desde 1200 bps hasta 56 kbps
- Interfaces: RS-232D, V.24/V.28, V.35
- Requiere esquemas para asegurar la transparencia

CAPITULO IV. CAPAS ENLACE Y RED

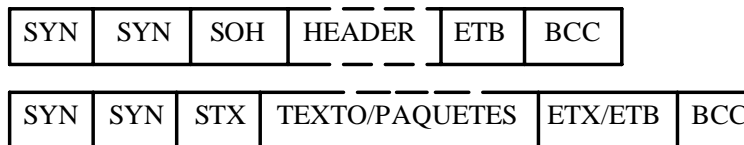
PROTOCOLOS DE CAPA ENLACE

Protocolo BSC

Formato de las Tramas



(a) Formato General del Protocolo BSC, Operación HDX, Sincrónico.



(b) Tramas Típicas de Información



(c) Trama de Control o Supervisión

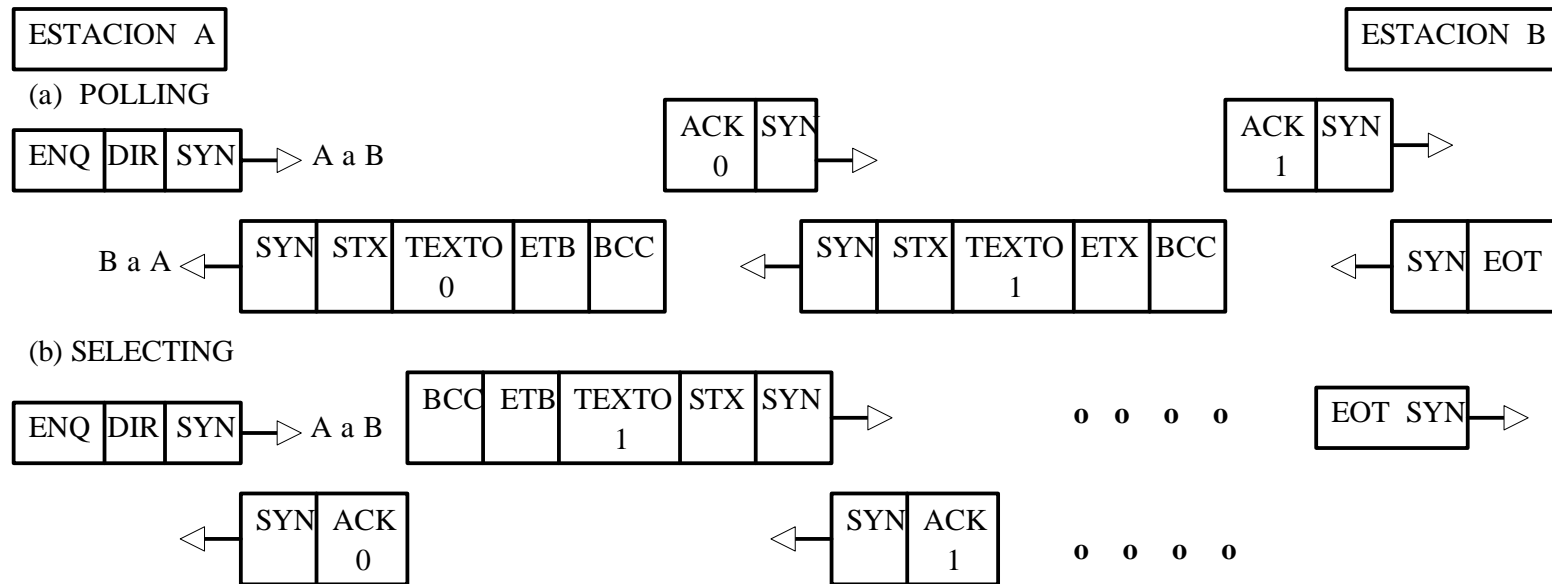
Formatos del Protocolo BSC

CAPITULO IV. CAPAS ENLACE Y RED

PROTOSCOLOS DE CAPA ENLACE

PROTOSCOLO BSC

Operación en POLLING y SELECTING



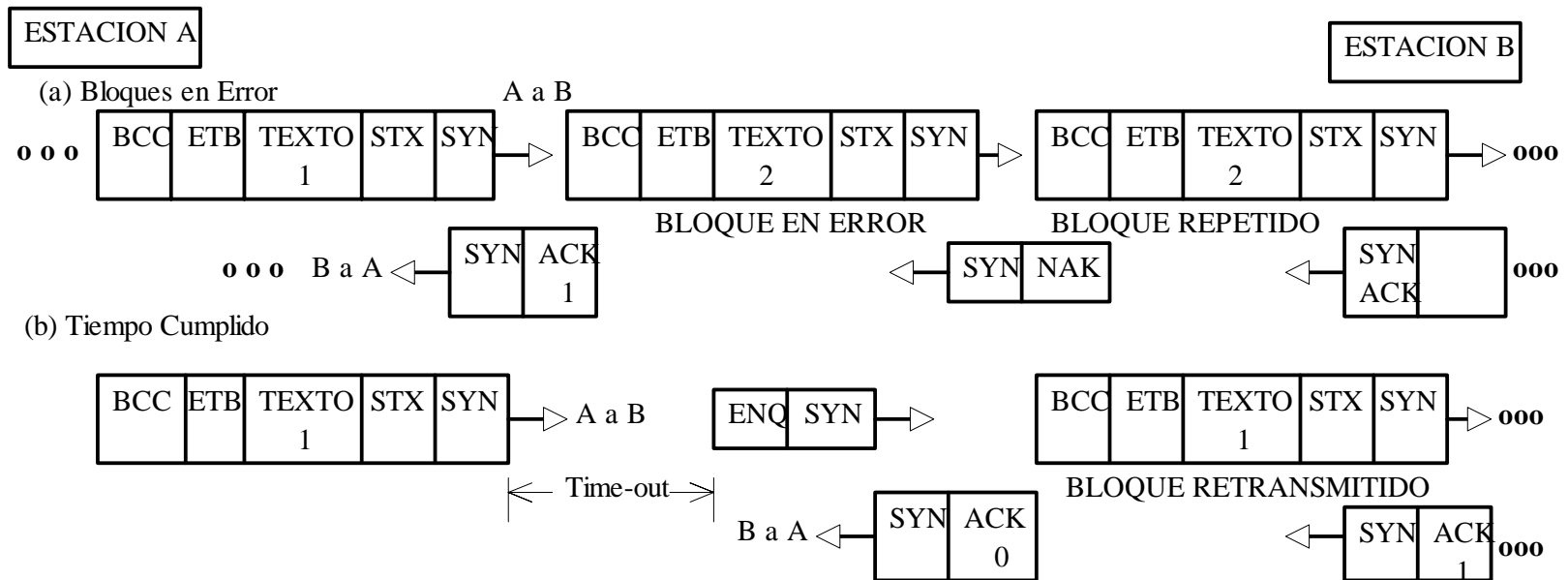
Protocolo BSC. POLLING y SELECTING

CAPITULO IV. CAPAS ENLACE Y RED

PROTOCOLOS DE CAPA ENLACE

PROTOCOLO BSC

Manejo de Situaciones Anormales



Protocolo BSC. Manejo de Bloques en Error y Tiempo Cumplido.

CAPITULO IV. CAPAS ENLACE Y RED

PROTOSCOLOS DE CAPA ENLACE

PROTOSCOLO DDCMP

Características:

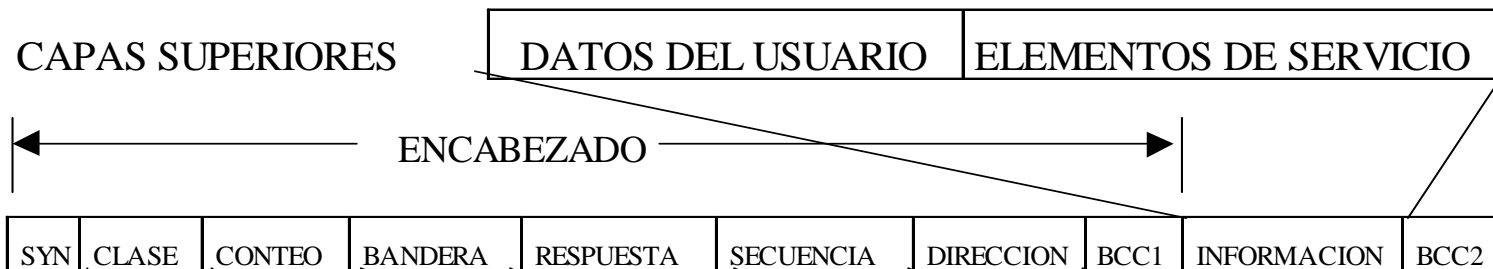
- Control por Conteo de Bytes
- Operación Asíncrona/Síncrona, Serie/Paralelo, HDX/FDX
- Modo de Respuesta Normal
- Transmisión Punto a Punto, Multipunto, Líneas Dedicadas Radio
- Velocidades desde 1200 bps hasta 56 kbps
- Interfaces: RS-232D, V.24/V.28, V.35, V.36

CAPITULO IV. CAPAS ENLACE Y RED

PROTOCOLOS DE CAPA ENLACE

PROTOCOLO DDCMP

Formato:



CAPA ENLACE

(a) Formato del Protocolo DDCMP

DATOS	1 0 0 0 0 0 0 1	# DE CARACTERES DE INFORMACION	Q S	RESPUESTA #	MENSAJE #	DIRECCION
ACK	0 0 0 0 0 1 0 1	0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0	Q S	RESPUESTA #	0 0 0 0 0 0 0 0	DIRECCION
NAK	0 0 0 0 0 1 0 1	0 0 0 0 0 0 0 1 0 x x x x x x	Q S	RESPUESTA #	0 0 0 0 0 0 0 0	DIRECCION
STRT	0 0 0 0 0 1 0 1	0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0	Q S	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	DIRECCION
STACK	0 0 0 0 0 1 0 1	0 0 0 0 0 1 1 1 0 0 0 0 0 0	Q S	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	DIRECCION
REP	0 0 0 0 0 1 0 1	0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0	Q S	0 0 0 0 0 0 0 0	ULTIMO #	DIRECCION
MANT	1 0 0 1 0 0 0 0	# DE CARACT. DE INF.	1 1	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	DIRECCION

(b) Tipos de Mensaje de Información, Control y Supervisión

CAPITULO IV. CAPAS ENLACE Y RED

PROTOCOLOS DE CAPA ENLACE

Protocolos de Control por Dígitos

En estos protocolos la información se puede transmitir en secuencias de dígitos de cualquiera longitud sin necesidad de dividirla en caracteres, pues el control se hace dígito a dígito.

Consideraciones de tipo instrumental y tecnológico requieren que la longitud de una secuencia de dígitos sea un múltiplo entero de un caracter, generalmente un octeto.

Estos son los protocolos más utilizados en la práctica.

CAPITULO IV. CAPAS ENLACE Y RED

PROTOCOLOS DE CAPA ENLACE

Protocolo SDLC

Desarrollado por la IBM en 1974 para sistemas multi-punto con una Estación Principal y múltiples Estaciones Secundarias.

Opera en el Modo de Respuesta Normal (Normal Response Mode, NRM), en el cual todas las estaciones Secundarias están subordinadas a la Estación Principal (Sistema Maestra-Esclava) y no efectúan ninguna operación que no sea solicitada por la Maestra.

Es muy utilizado por la IBM en muchos de sus sistemas

CAPITULO IV. CAPAS ENLACE Y RED

PROTOCOLOS DE CAPA ENLACE

Protocolo SDLC

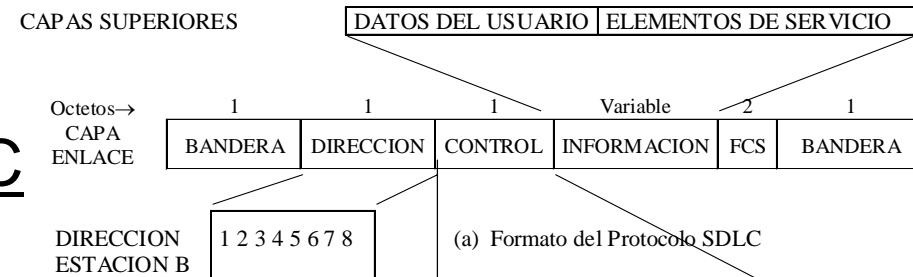
Características:

- Control Dígito a Dígito (Bit-Oriented Protocol)
- Transmisión Serie, Sincrónica, HDX/FDX, punto a punto y multipunto
- Modo de Respuesta Normal
- Velocidades: desde 1200 bps hasta 1 Mbps
- Interfaces: RS-232D, V.24/V.28, V.35, RS-449, RS-422A
- Medios de Transmisión: par trenzado, cable coaxial, radio
- Transparencia asegurada mediante inserción de CEROS

CAPITULO IV. CAPAS ENLACE Y RED

PROTOCOLOS DE CAPA ENLACE

Formato del Protocolo SDLC



CAMPO DE CONTROL DÍGITOS →

FORMATO	COMANDO/RESPUESTA	1	2	3	4	5	6	7	8
DATOS I	----- P/F	0	N(S)			P/F	N(R)		
SUPERVISION	RR	1	0	0	0	P/F	N(R)		
	RNR	1	0	1	0	P/F	N(R)		
	REJ	1	0	0	1	P/F	N(R)		
SIN NUMERACION (Unnumbered)	UI	1	1	0	0	P/F	0	0	0
	SNMR	1	1	0	0	P	0	0	1
	DISC	1	1	0	0	P	0	1	0
	UA	1	1	0	0	F	1	1	0
	TEST	1	1	0	0	P/F	1	1	1
	SIM	1	1	1	0	P	0	0	0
	RIM	1	1	1	0	F	0	0	0
	FRMR	1	1	1	0	F	0	1	0
	RD	1	1	1	0	F	0	1	0
	DM	1	1	1	1	F	0	0	0
XID	1	1	1	1	P/F	1	0	1	

(b) Tipos de Mensaje en el Protocolo SDLC

CAPITULO IV. CAPAS ENLACE Y RED

PROTOCOLOS DE CAPA ENLACE

Protocolo HDLC

Características:

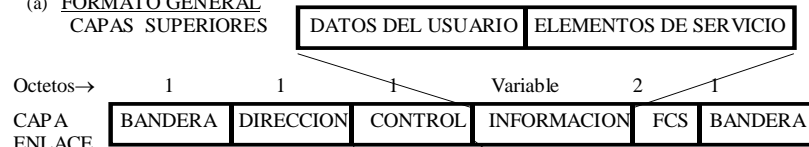
- Control Dígito a Dígito (Bit-Oriented Protocol)
- Transmisión Serie, Sincrónica, HDX/FDX, punto a punto y multipunto
- Modo de Respuesta: Normal (NRM), Asincrónico (ARM) y Asincrónico Balanceado (ABM)
- Velocidades: desde 1200 bps hasta 20 o más Mbps
- Interfaces: RS-232D, V.24/V.28, V.35, RS-449, RS-422A
- Medios de Transmisión: par trenzado, cable coaxial, radio
- Transparencia asegurada mediante inserción de CEROS

CAPITULO IV. CAPAS ENLACE Y RED

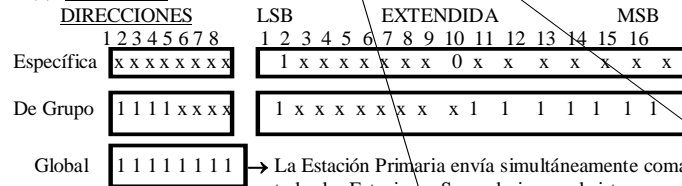
PROTOSCOLOS DE CAPA ENLACE

Formatos y Mensajes del Protocolo HDLC

(a) FORMATO GENERAL
CAPAS SUPERIORES



(b) CAMPO DE DIRECCIONES



(c) CAMPO DE CONTROL

FORMATO	COMANDO/RESPUESTA P/F	BITS (LSB to MSB)							
		1	2	3	4	5	6	7	8
DATOS I	-----	0	N(S)			P/F	N(R)		
SUPERVISION S	RR	1	0	0	0	P/F	N(R)		
	RNR	1	0	1	0	P/F	N(R)		
	REJ	1	0	0	1	P/F	N(R)		
	SREJ	1	0	1	1	P/F	N(R)		
SIN NUMERACION U (Unnumbered)	UI	1	1	0	0	P/F	0	0	0
	SNMR	1	1	0	0	P	0	0	1
	DISC	1	1	0	0	P	0	1	0
	RD	1	1	0	0	F	0	1	0
	UP	1	1	0	0	P	1	0	0
	NC	1	1	0	0	F	1	0	0
	UA	1	1	0	0	F	1	1	0
	TEST	1	1	0	0	P	1	1	1
	SIM	1	1	1	0	P	0	0	0
	RIM	1	1	1	1	F	0	0	0
	SARM	1	1	1	1	P	0	0	0
DM	1	1	1	1	F	0	0	0	
XID	1	1	1	1	P/F	1	0	1	

CAPITULO IV. CAPAS ENLACE Y RED

PROTOSCOLOS DE CAPA ENLACE

Protocolo HDLC

Mecanismo de Control de Flujo y Recuperación de Errores en HDLC

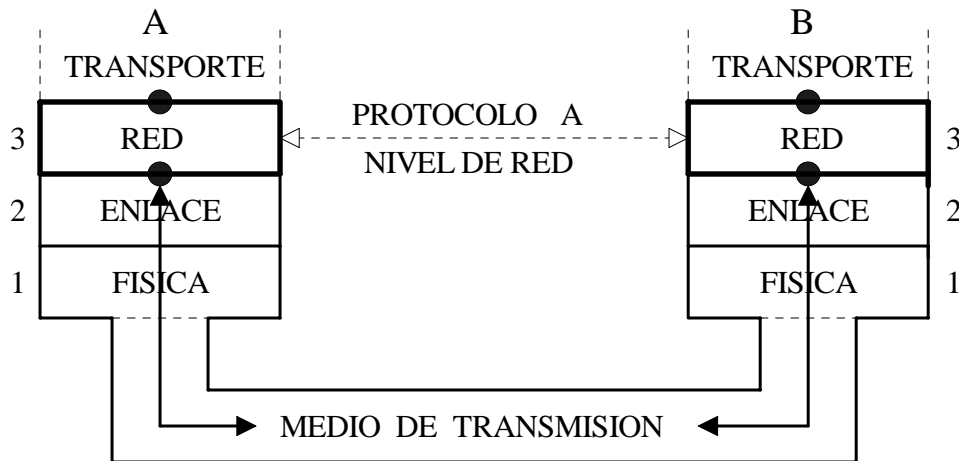
ESTACION A	TRANSFERENCIA	ESTACION B
$N_A(S) = 0$ $N_A(R) = 0$	I $N_A(S) = 0 \quad N_A(R) = 0$ →	$N_B(S) = 0$ $N_B(R) = N_A(S) + 1 = 1$
$N_A(S) = 1$ $N_A(R) = 0$	I $N_A(S) = 1 \quad N_A(R) = 0$ →	$N_B(S) = 0$ $N_B(R) = N_A(S) + 1 = 2$
$N_A(S) = 2$ $N_A(R) = 0$	I $N_A(S) = 2 \quad N_A(R) = 0$ →	$N_B(S) = 0$ $N_B(R) = N_A(S) + 1 = 3$
$N_A(S) = 3$ $N_A(R) = 0$	I $N_A(S) = 3 \quad N_A(R) = 0$ →	$N_B(S) = 0$ $N_B(R) = N_A(S) + 1 = 4$
$N_A(S) = 4$ $N_A(R) = 0$	I $N_A(S) = 4 \quad N_A(R) = 0$ →	$N_B(S) = 0$ $N_B(R) = 4 \quad \langle \text{ERROR} \rangle$ El Contador no avanza
$N_A(S) = 5$ $N_A(R) = 0$	I $N_A(S) = 5 \quad N_A(R) = 0$ →	$N_B(S) = 0$; Detección de Error $N_A(S) \neq N_B(R) = 4$
Repite las Tramas a partir de la 5	← $N_B(R) = 4$ S REJECT	$N_B(S) = 0$; Tramas Correctas $N_B(R) = 4$ hasta la 4
$N_A(S) = 4$ $N_A(R) = 0$	I $N_A(S) = 4 \quad N_A(R) = 0$ →	$N_B(S) = 0$ $N_B(R) = N_A(S) + 1 = 5$
$N_A(S) = 5$ $N_A(R) = 0$	I $N_A(S) = 5 \quad N_A(R) = 0$ →	$N_B(S) = 0$ $N_B(R) = N_A(S) + 1 = 6$
$N_A(S) = 6$ $N_A(R) = 0$	I $N_A(S) = 6 \quad N_A(R) = 0$ →	$N_B(S) = 0$ $N_B(R) = N_A(S) + 1 = 7$
Continúa la Transmisión de Tramas. RESET del Contador; $N_A(S) = 0$	← $N_B(R) = 0$ S RECEIVE READY (RR)	$N_B(S) = 0$ RESET del Contador $N_B(R)$ $N_B(R) = 0$

CAPITULO IV. CAPAS ENLACE Y RED

LA CAPA RED DEL MODELO ISO/OSI

Concepto

Definición



La Capa Red o Nivel 3 proporciona los medios para establecer, mantener y terminar conexiones a nivel de red entre sistemas abiertos, y los medios funcionales y de procedimiento para intercambiar unidades de datos entre entidades pares de la Capa Transporte utilizando los medios de la Capa Red.

CAPITULO IV. CAPAS ENLACE Y RED

LA CAPA RED DEL MODELO ISO/OSI

Funciones de la Capa Red:

- Direccionamiento, Enrutamiento y Relevos
- Conexiones de Red, simples o multiplicadas
- Identificación de las conexiones de la red
- Servicios de transferencia de las unidades de datos en forma segmentada o por bloques
- Secuenciamiento, sincronización y control de flujo
- Administración, supervisión de los servicios y funciones de la capa

CAPITULO IV. CAPAS ENLACE Y RED

LA CAPA RED DEL MODELO ISO/OSI

La Capa Red proporciona un circuito virtual o trayectoria para el flujo de datos a través de una red. Todas sus funciones son de tipo global, es decir, de fin a fin.

El circuito virtual define dos tipos de trayectoria :

Trayectoria o Circuito con Conexión. Una conexión debe ser establecida antes de iniciar el intercambio de datos de control y de información. Los paquetes van numerados y necesitan reconocimiento. Son “Paquetes con Conexión”.

Trayectoria o Circuito sin Conexión. No es necesario establecer previamente una conexión. Los paquetes no están numerados y no necesitan reconocimiento. Son los “Paquetes sin Conexión” o “Datogramas (Datagrams)”.

CAPITULO IV. CAPAS ENLACE Y RED

LA CAPA RED DEL MODELO ISO/OSI

La Transmisión Digital por Conmutación de Paquetes

Mecanismo Básico

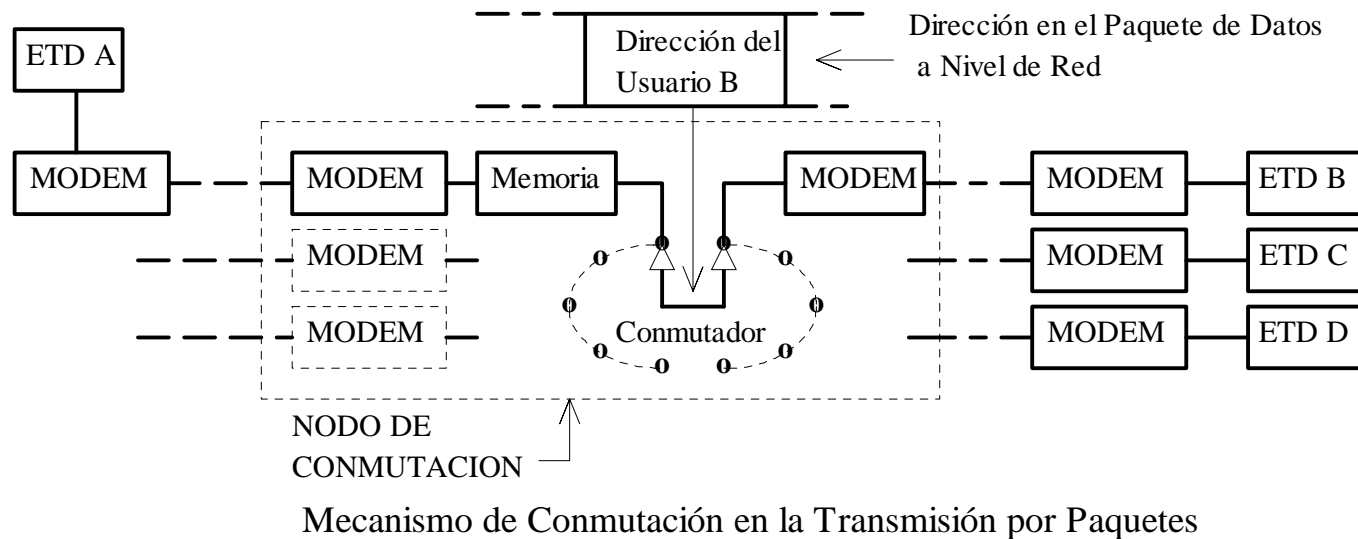
- Los datos de información se agrupan o segmentan en forma de tramas para su transmisión sobre la red.
- En cada nodo de red cada trama se almacena transitoriamente mientras se verifica su destino y la ruta que deberá seguir para alcanzar el próximo nodo más cercano a su destino. Esta tarea la efectúa la computadora de la red.
- En el nodo de destino se verifica el ensamblaje de las tramas de un mismo mensaje y se entregan al usuario final.

CAPITULO IV. CAPAS ENLACE Y RED

LA CAPA RED DEL MODELO ISO/OSI

La Transmisión Digital por Conmutación de Paquetes

Mecanismo Básico de Transmisión



CAPITULO IV. CAPAS ENLACE Y RED

LA CAPA RED DEL MODELO ISO/OSI

LA RECOMENDACIÓN X.25

Fue aprobada por el UIT-T en 1976, con revisiones en 1980 y 1984. Es anterior al desarrollo del Modelo ISO/OSI pero ella está de acuerdo con las tres primeras capas del Modelo ISO/OSI.

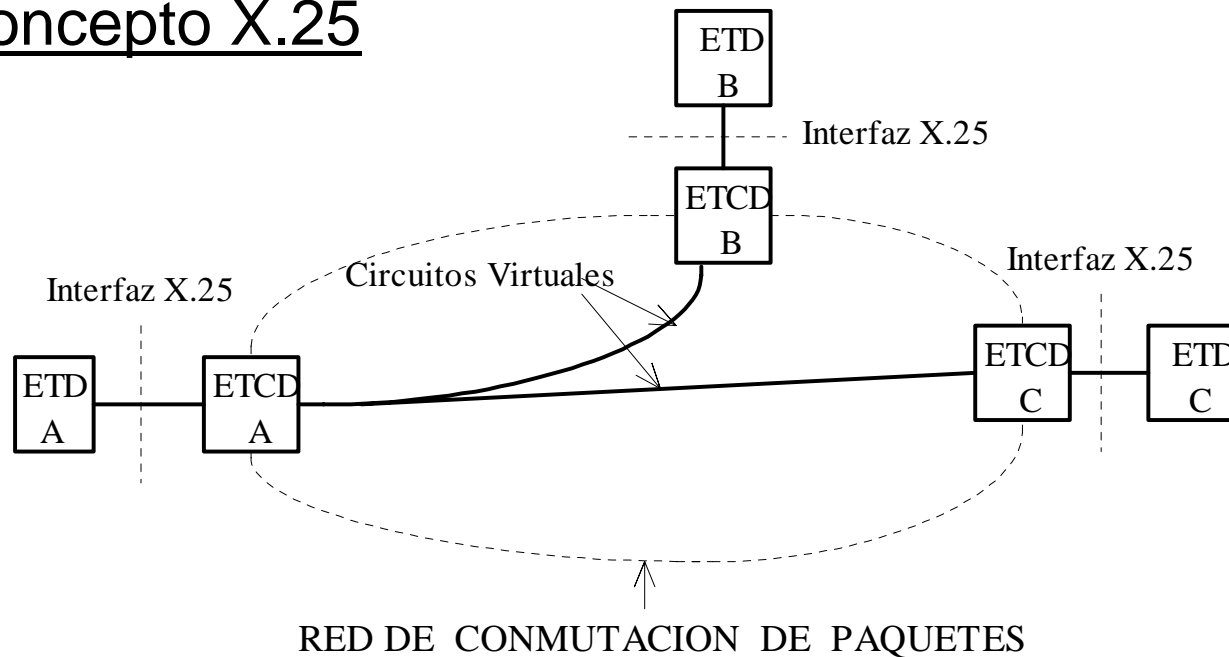
La Recomendación X.25 define las normas para interconectar un ETD (terminales de datos, computadoras, etc.) a una Red de Conmutación de Paquetes a través de un ETCD o un Nodo de Acceso a la Red.

CAPITULO IV. CAPAS ENLACE Y RED

LA CAPA RED DEL MODELO ISO/OSI

LA RECOMENDACIÓN X.25

El Concepto X.25

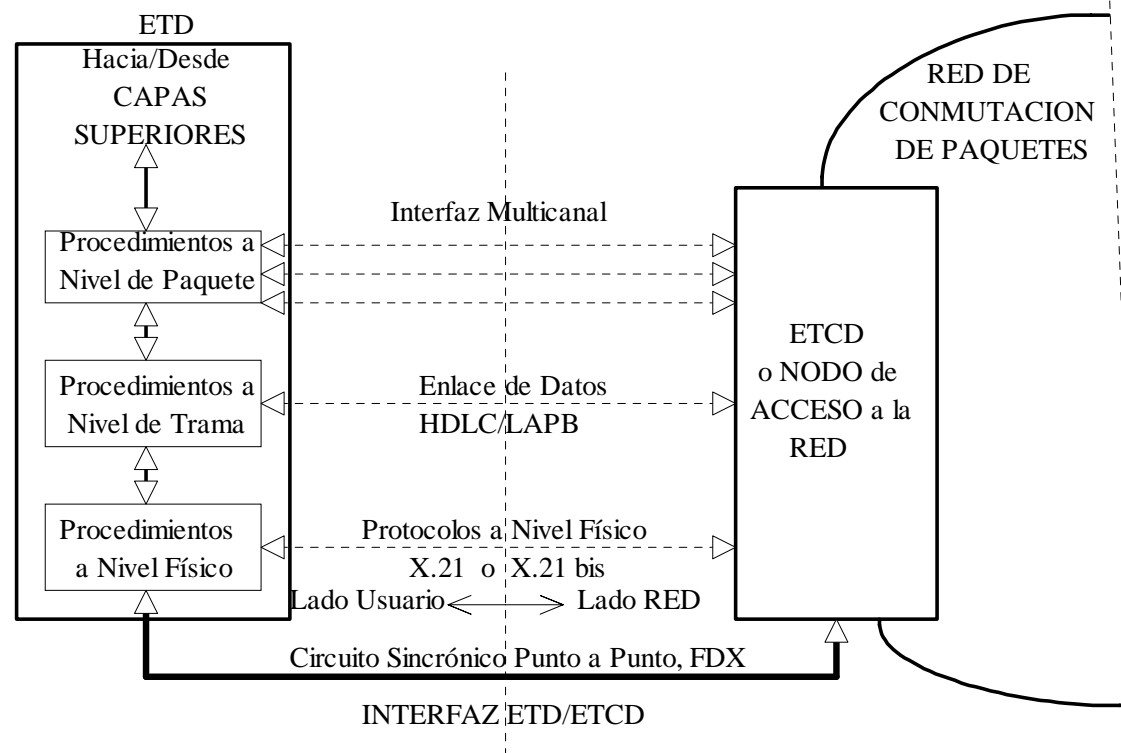


CAPITULO IV. CAPAS ENLACE Y RED

LA CAPA RED DEL MODELO ISO/OSI

LA RECOMENDACIÓN X.25

Estructura de la Interfaz X.25

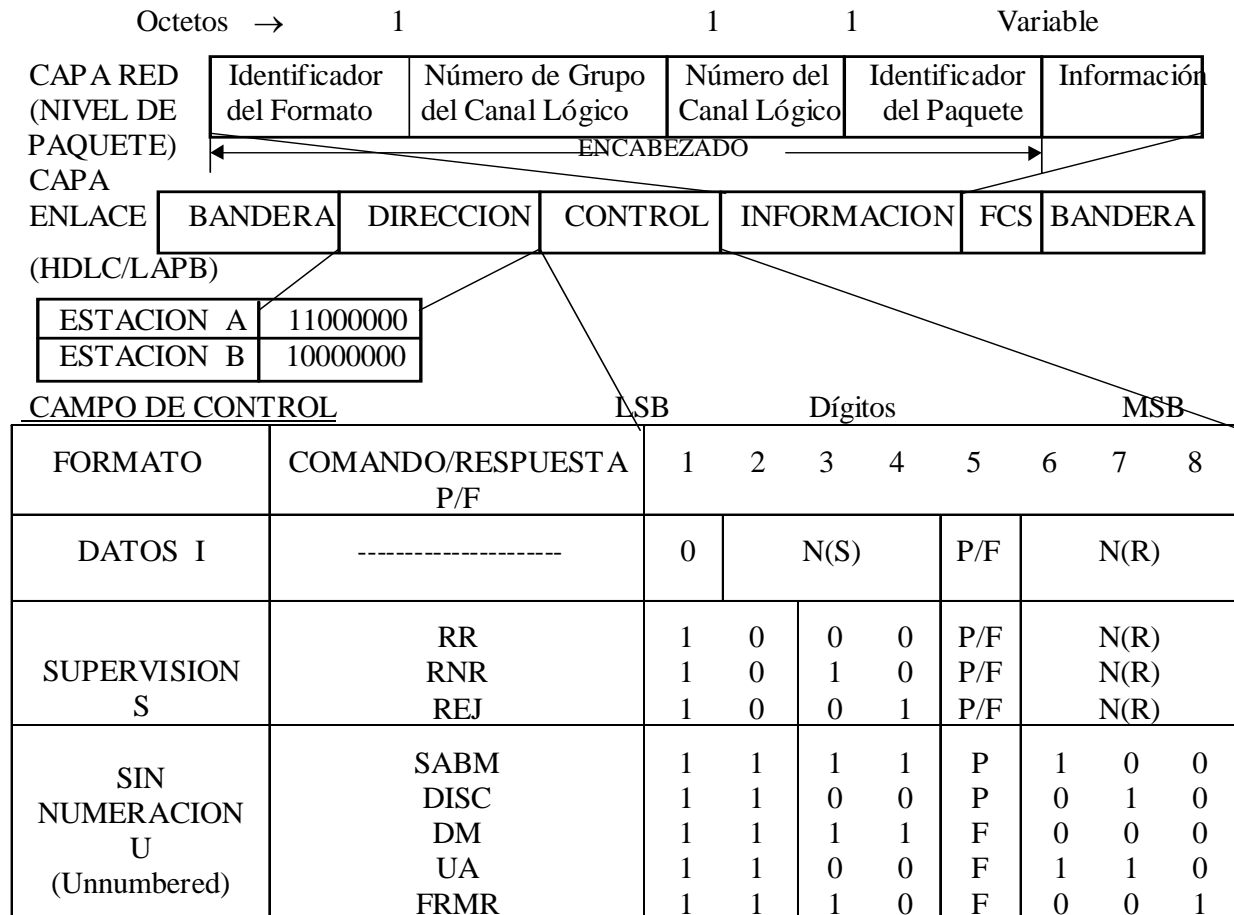


CAPITULO IV. CAPAS ENLACE Y RED

LA CAPA RED DEL MODELO ISO/OSI

**Recomendación
X.25**

Formatos y
Mensajes
del Protocolo
HDLC/LAPB
X.25

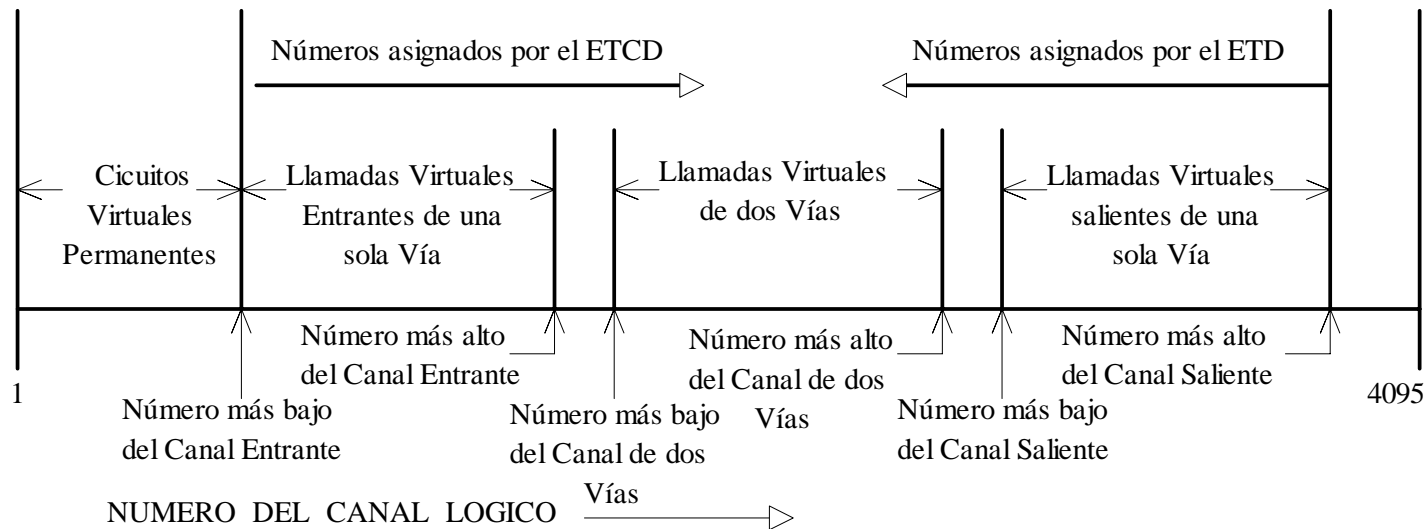


CAPITULO IV. CAPAS ENLACE Y RED

LA CAPA RED DEL MODELO ISO/OSI

LA RECOMENDACIÓN X.25

Asignación de los Números de Canal Lógicos en X.25



CAPITULO IV. CAPAS ENLACE Y RED

LA CAPA RED DEL MODELO ISO/OSI

Tipos de Paquete X.25

Octetos	MSB	7	6	Dígito	4	3	2	LSB
↓	8			5				1
1	Q	D	X	Y	NUMERO DE GRUPO DEL CANAL LOGICO			
2	NUMERO DEL CANAL LOGICO							
3	P(R)		M	P(S)		D/C		
DATOS DE USUARIO								
Hasta 4096 octetos. Normal: 128 octetos								

Formato del Paquete de Datos X.25

Octeto	MSB	7	6	Dígitos	4	3	2	LSB
↓	8			5				1
1	0	0	0	1	0	0	0	0
2	NUMERO DEL CANAL LOGICO							
3	0	0	0	0	1	0	1	1
4	LONGITUD DIR. ETD LLAMANTE				LONGITUD DIR. ETD LLAMADO			
5	DIRECCION ETD LLAMADO							
DIRECCION ETD LLAMANTE								
0	0	Longitud Campo Facilidades						
FACILIDADES OFRECIDAS								
CAMPO DE DATOS DEL USUARIO								

Paquete de Petición de Llamada/Llamada Entrante

MSB	7	6	Dígitos	4	3	2	LSB
8			5				1
0	0	0	1	0	0	0	0
NUMERO DEL CANAL LOGICO							
P(R)		0		0		1	

(a) Paquete RR

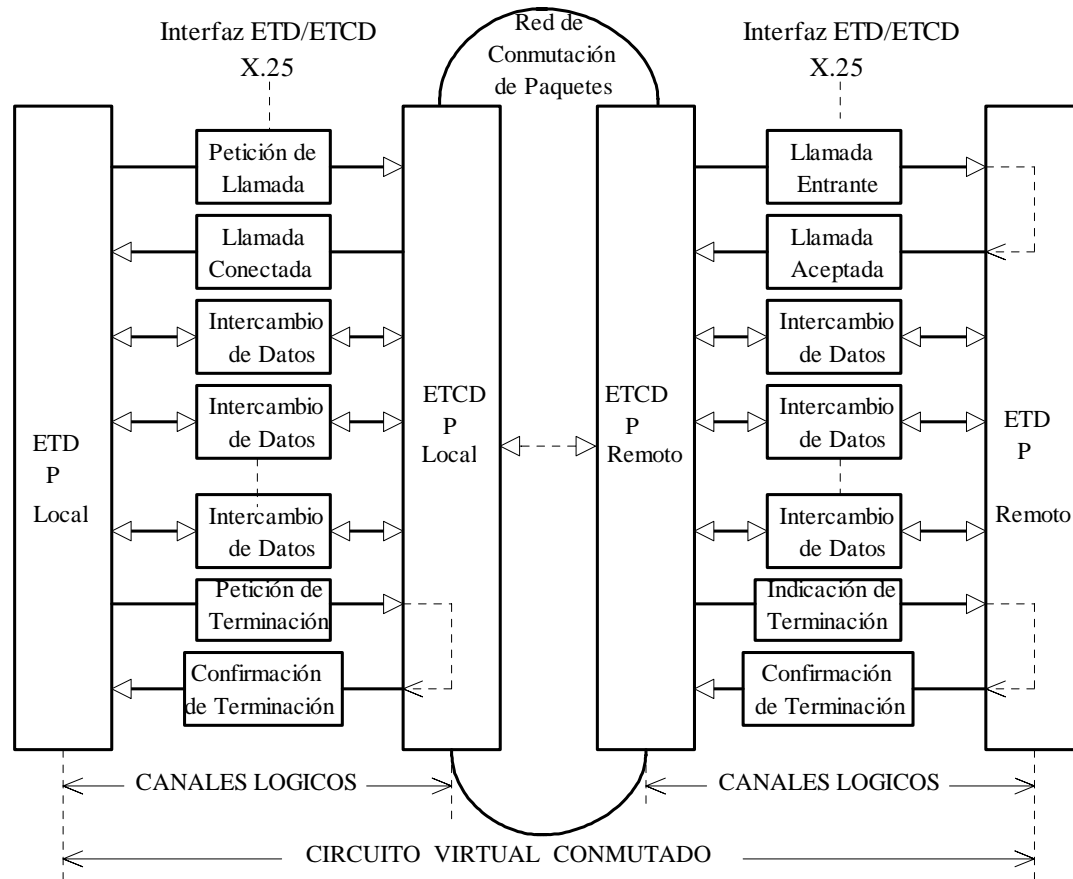
Octetos	MSB	7	6	Dígitos	4	3	2	LSB
↓	8			5				1
1	0	0	0	1	0	0	0	0
2	NUMERO DEL CANAL LOGICO							
3	P(R)		0		1		1	

(b) Paquete RNR

CAPITULO IV. CAPAS ENLACE Y RED

LA CAPA RED DEL MODELO ISO/OSI

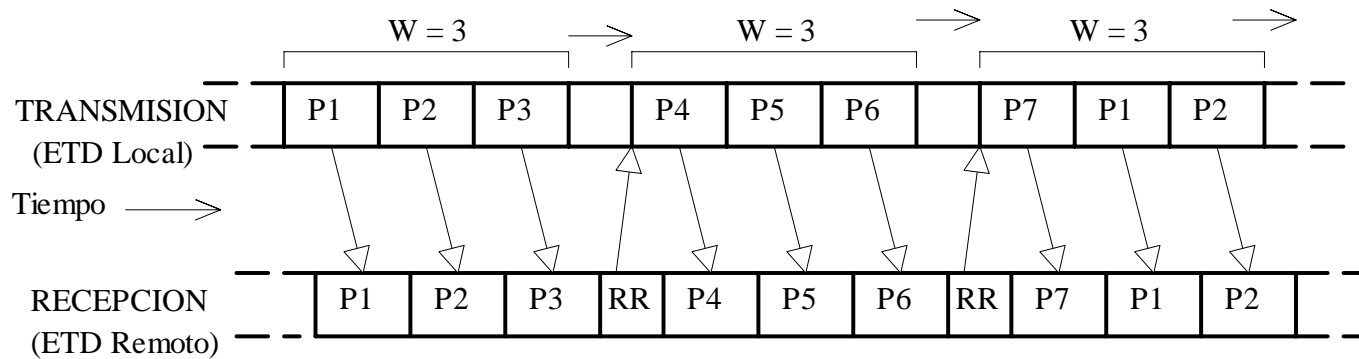
Secuencia Normal en la Transmisión por Paquetes X.25



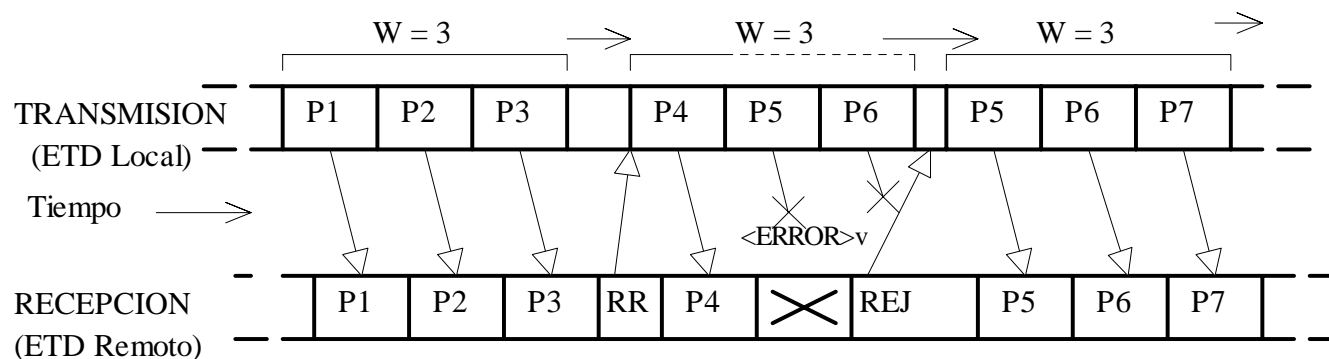
CAPITULO IV. CAPAS ENLACE Y RED

LA CAPA RED DEL MODELO ISO/OSI

Mecanismos de Control de Flujo y Recuperación de Error en X.25



Control de Flujo mediante Ventana Deslizante (W = 3)



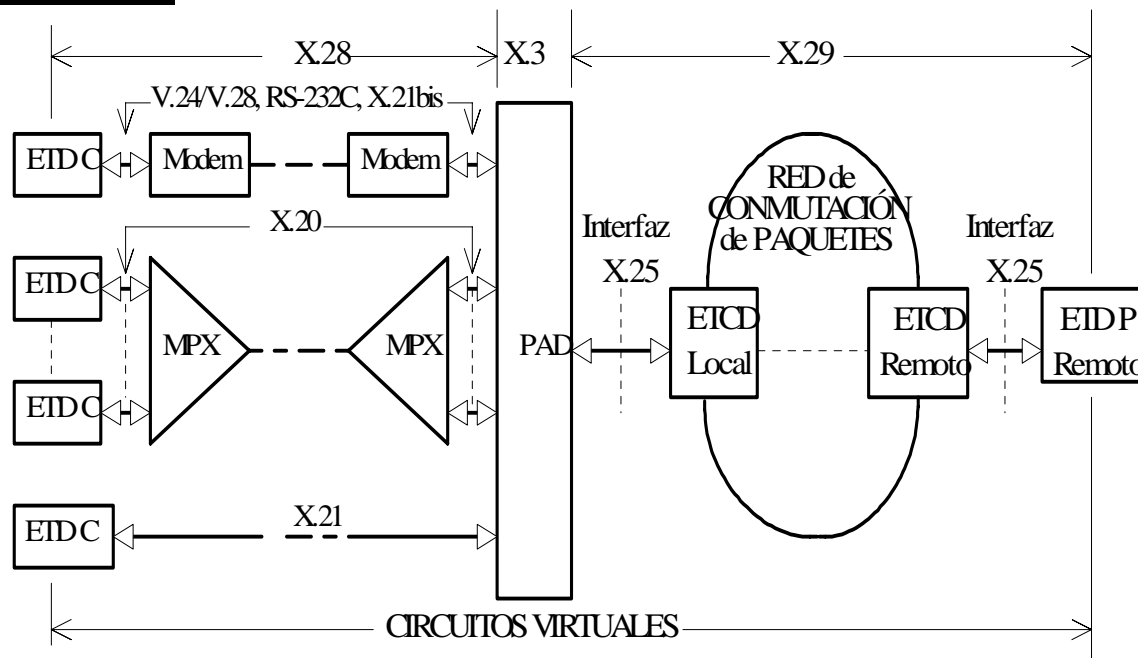
Mecanismo de Recuperación de Error en X.25 (W = 3)

CAPITULO IV. CAPAS ENLACE Y RED

LA CAPA RED DEL MODELO ISO/OSI

LAS RECOMENDACIONES X.3, X.28 y X.29

LA TRIPLE X



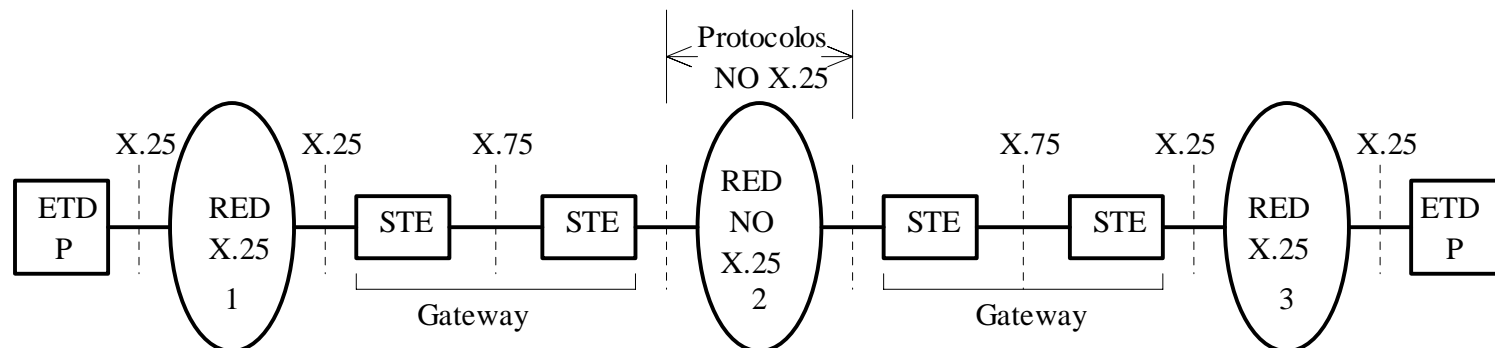
CAPITULO IV. CAPAS ENLACE Y RED

LA RECOMENDACION X.75

La Recomendación X.75 fue emitida por el UIT-T en 1984 para normalizar los procedimientos para la transmisión de datos internacionalmente o entre centrales.

Con este protocolo se permite el intercambio de paquetes de datos entre dos ETD a través de diferentes redes de conmutación de paquetes.

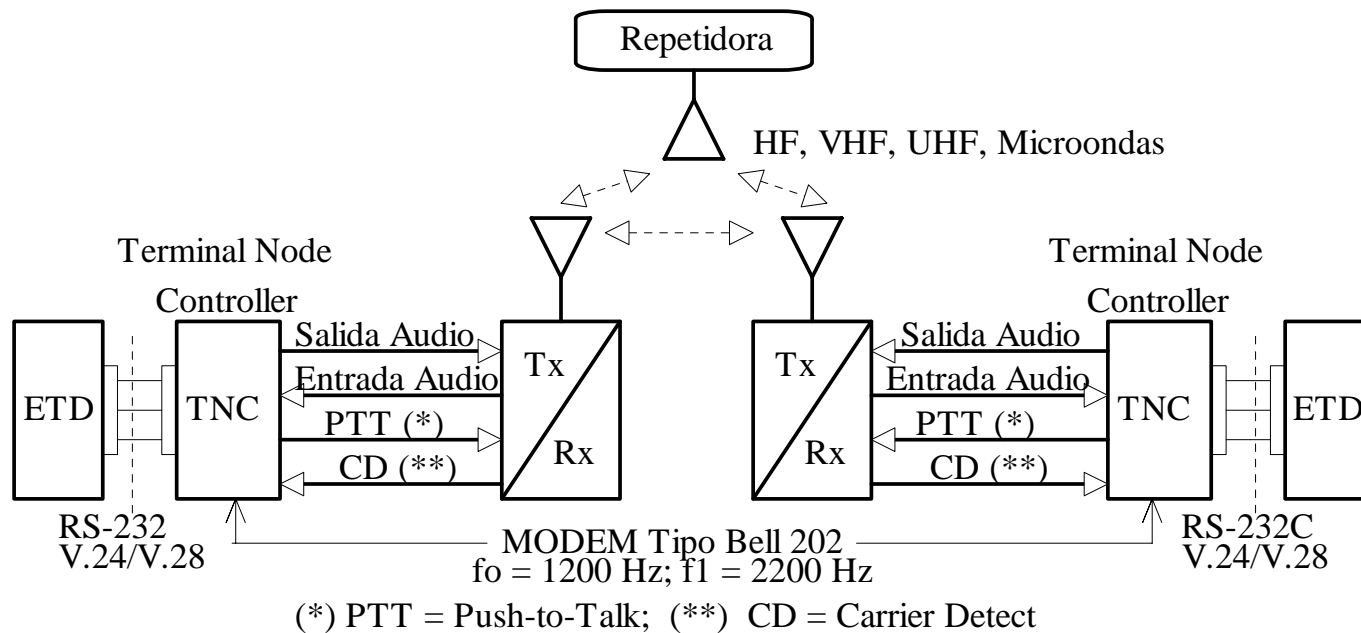
Estructura de la Recomendación X.75 Interred



CAPITULO IV. CAPAS ENLACE Y RED

EL SISTEMA PACKET RADIO AX.25

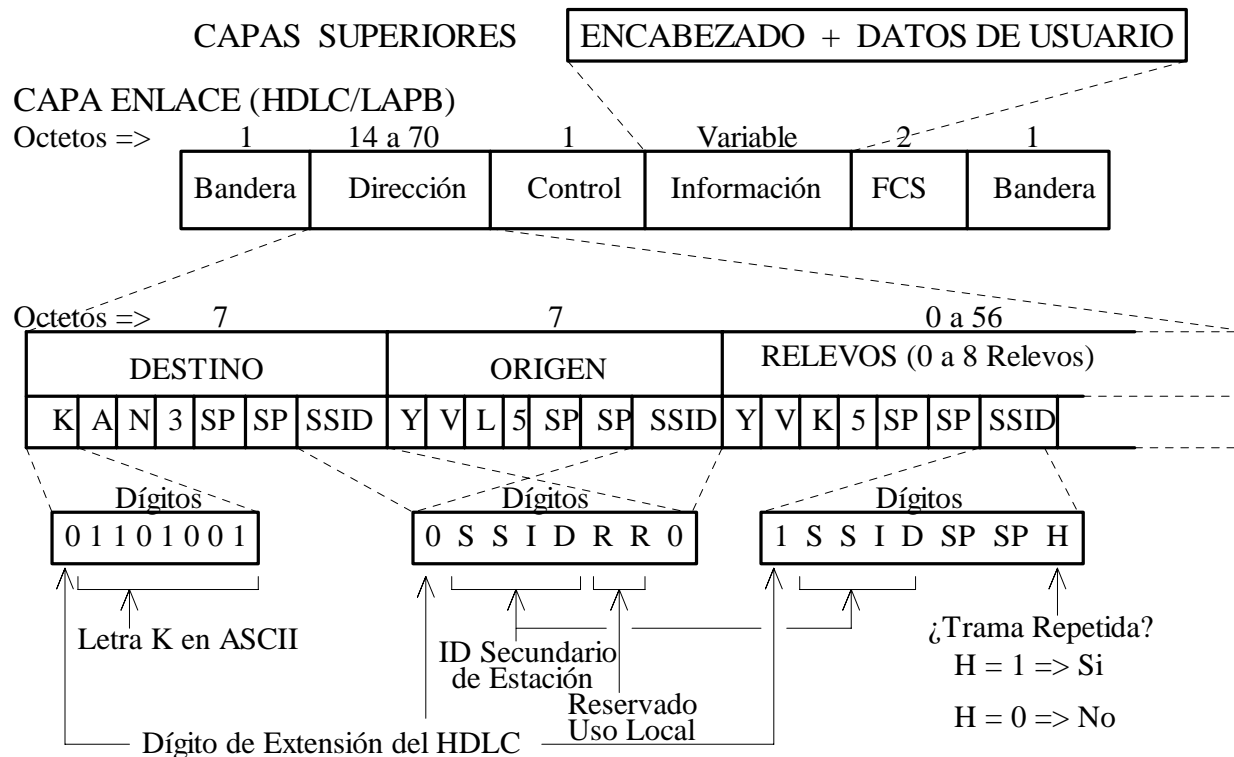
Configuración Básica de un Sistema Packet Radio AX.25



CAPITULO IV. CAPAS ENLACE Y RED

EL SISTEMA PACKET RADIO AX.25

Formato HDLC/LAPB en Packet Radio AX.25



CAPITULO IV. CAPAS ENLACE Y RED

LOS PROTOCOLOS TCP/IP

El Protocolo TCP (“Transmission Control Protocol”) y el Protocolo IP (Internet Protocol”), conforman un conjunto de protocolos desarrollados para permitir a un usuario compartir recursos de comunicación a través de una red o red de redes. Generalmente se utiliza el término compuesto TCP/IP para designarlos.

TCP/IP ofrece servicios de transferencia de archivos, conexión remota (“log in”) con otro computador en la red, correo electrónico, y servicios especiales tales como archivos (almacenamiento) de red, impresión y graficación remotas, servidores de nombres, etc., mediante la aplicación del modelo “cliente/servidor”.

CAPITULO IV. CAPAS ENLACE Y RED

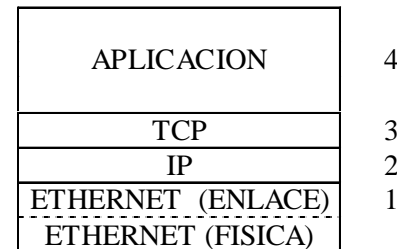
LOS PROTOCOLOS TCP/IP

El Conjunto TCP/IP utiliza cuatro Capas:

- Un protocolo de aplicación, por ejemplo, correo electrónico
- El Protocolo TCP que corresponde a la Capa Transporte ISO/OSI
- El Protocolo IP que corresponde a la Capa Red ISO/OSI
- Otros Protocolos de Capa Enlace y Física



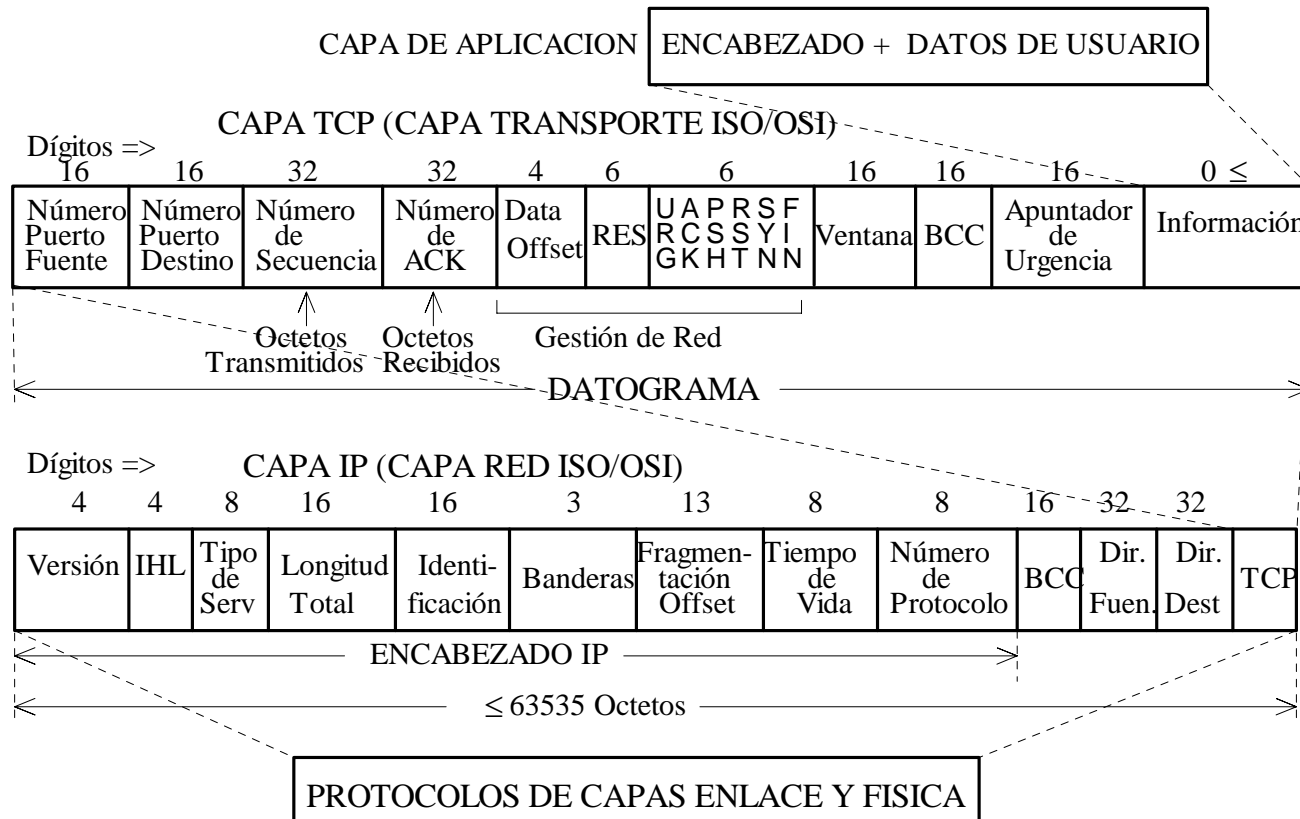
MODELO ISO/OSI



Aplicación con TCP/IP sobre ETHERNET

CAPITULO IV. CAPAS ENLACE Y RED

LOS PROTOCOLOS TCP/IP



. Formatos de los Protocolos TCP/IP.