

# Resumen Redes 2P – Echazu 2C2022

## Unidad N°5: “Protocolos TCP/IP”

- **Internet:** es un conjunto de redes heterogéneas, dispersas e interconectadas vía TCP/IP.
- **TCP/IP:** conjunto de protocolos que permiten la interconexión entre redes heterogéneas. No están asociados a un sistema operativo ni proveedor.
- **Protocolos:** proporcionan reglas para la comunicación sin depender del hardware de red.

### Comparación Modelo OSI y TCP/IP

Modelo OSI		Modelo TCP/IP + Protocolos
Aplicación		
Presentación		
Sesión		
Transporte	4	Transporte
Red	3	Internet
Enlace de Datos	2	Acceso a la Red
Física		

### Protocolo de Internet (IP)

- Define unidad básica para la transferencia de datos, selección de rutas (ruteo) y conjunto de reglas para la entrega de paquetes no confiable.
- Toma los datos del nivel superior (TCP o UDP) y los inserta en la internet como datagramas. Los datagramas son independientes. No hay relación entre ellos. Cada datagrama lleva la suficiente información en su Header para viajar sin limitaciones de forma independiente.
- Se basa en servicio NO orientado a la conexión y no confiable (sin validación). No se garantiza que el datagrama llegue a destino.
- Es un servicio de entrega con el mejor esfuerzo.
- **Nombres de PDU:**
  - **Protocolo IP v4:** Datagrama.
  - **Protocolo IP v6:** Paquete.

### MTU y Fragmentación

- **MTU:** unidad de transferencia máxima de una red. El tamaño máximo del campo de datos de la PDU de la red donde se encapsula el datagrama. Capacidad de carga máxima que tiene un protocolo.
- **Fragmentación:** existe un problema ya que el tamaño del datagrama puede variar en distintas redes, por lo que se divide a este en partes que puedan encapsularse en MTU's mas pequeñas. Router fragmenta de acuerdo al MTU de cada puerto.

## Direcciones IP v4

- Identificador de una conexión de red de un dispositivo que use el protocolo IP. Para internet son administradas por IANA.
- Emplea 32 bits (4 bytes). La dirección IP se representa en binario o con 4 números en decimal, separados por puntos (más común).
- Empleada para rutear datagramas. Un Router maneja una tabla de direcciones para enrutamiento. Cada puerto LAN y WAN del Router tiene su dirección IP.
- **Composición:**
  - **Identificador de Clase**
  - **Numero de Red:** dirección de cada red debe ser única.
  - **Numero de Host:** dirección de cada host debe ser única dentro de cada red.
- **Bits:**
  - **Si todos los bits del campo host son 1s:** difusión dirigida a una red.
  - **Si todos los bits son 1s:** difusión limitada a una red local.
  - **Si todos los bits del campo host son 0s:** identificación de la red.
  - **Si todos los bits son 0s:** identificador del host en red local.
- **Difusión:**
  - **Difusión Dirigida:** broadcast limitado a la red.
  - **Difusión Limitada:** limitada a la red local.
  - **Multidifusión:** se hace con clase D.

### Direcciones IP con clase:

- Direcciones (en binario):

Clase A → 0XXXXXX.XXXXXXX.XXXXXXX.XXXXXXX.

Clase B → 10XXXXXX.XXXXXXX.XXXXXXX.XXXXXXX.

Clase C → 110XXXXX.XXXXXXX.XXXXXXX.XXXXXXX.

Clase D → 1110XXXX.XXXXXXXX.XXXXXXXX.XXXXXXXX → dirección multifusión.

Clase E → 11110XXX.XXXXXXXX.XXXXXXXX.XXXXXXXX → reservado para uso posterior.

*Referencias de los colores: la parte de red en naranja, la parte de host en verde.*

- Regla del primer octeto (en decimal):

Clase A → 1 hasta 126.

Clase B → 128 hasta 191.

Clase C → 192 hasta 223.

Clase D → 224 hasta 239.

Clase E → 240 hasta 247.

- Cuadro comparativo:

Clase	Cantidad de Redes	Cantidad de hosts	Rango de direcciones IP
A	$2^7 - 2 = 126$	$2^{24} - 2 = 16.777.214$	1.0.0.0 hasta 126.0.0.0.
B	$2^{14} - 2 = 16.382$	$2^{16} - 2 = 65.534$	128.1.0.0 hasta 191.254.0.0.
C	$2^{21} - 2 = 2.097.150$	$2^8 - 2 = 254$	192.0.1.0 hasta 223.255.254.0.
D	-	-	224.0.0.0 hasta 239.255.255.255.
E	-	-	240.0.0.0 hasta 247.255.255.255.

*Las 2 direcciones que se restan son las direcciones prohibidas (todos 1s y todos 0s).*

### Direcciones IP especiales:

- 127.0.0.1 → refiere a este mismo dispositivo → se usa como dirección destino para pruebas.
- 127.0.0.0 hasta 127.255.255.255 → se comporta de la misma manera que 127.0.0.1, sólo que las demás direcciones del rango no se usan.
- 255.0.0.0 hasta 255.255.255.255 → reservadas.
- 224.0.0.0 hasta 239.255.255.255 → reservadas → clase D.
- 240.0.0.0 hasta 247.255.255.255 → reservadas → clase E.
- Direcciones IP privadas:
  - 10.0.0.0 hasta 10.255.255.255 → reservada.
  - 169.254.0.0 hasta 169.254.255.255 → reservada.
  - 172.16.0.0 hasta 172.31.255.255 → reservada.
  - 192.168.0.0 hasta 192.168.255.255 → reservada.

## Subredes

- Permite que una misma dirección de red identifique a varias redes físicas. Exige algoritmos modificados de ruteo que contengan tablas con mascara de subred.
- Cambia la interpretación de la dirección IP. Mayor flexibilidad ya que puede ser independiente en cada red física.
- Para el mejor aprovechamiento de las grandes redes, se pueden dividir a las mismas en redes más pequeñas (subredes).
- Se piden “prestados” bits a la parte del host.
- Direccionamiento Jerárquico: primero red, segundo subred y tercero host.
- **Mascara de Subred**
  - Da interpretación a la dirección IP. Define que parte es red y cual es host.
  - Queda instalada en los dispositivos y no viaja por el datagrama.
  - Tiene 32 bits. Los 1s de la máscara son de red y subred. Los 0s de la máscara son de host.

	RED				HOST			
DIR IP CLASE B	172	16	10	10				
	RED				HOST			
MÁSCARA SIN SUBRED	255	255	0	0				
	RED				SUBRED			
MÁSCARA CON SUBRED	255	255	255	0				

- **VLSM (Mascara Variable):** permite un uso más eficiente asignando distintas mascarar a las interfases de un Router.
- **CIDR (Direccionamiento sin clase):** se asignan bloques de direcciones sin pertenecer a ninguna clase. Se determinan la primera dirección, la longitud y el broadcast del bloque.

## UDP – Protocolo de datagrama de Usuario

- Usa IP como Nivel 3. Reside en la capa de Transporte.
- Estrecha relación entre UDP e IP.
- La PDU se denomina Datagrama UDP.
- Transmisiones no confiables, sin validaciones. No implementa control de flujo. Puede existir perdidas, duplicaciones, retrasos y entrega sin orden. Las aplicaciones deben resolver estos problemas.
- Mas veloz que el TCP. Orientado a la no conexión.

### Datagrama UDP:

<b>Puerto Origen</b> 16 bits	<b>Puerto Destino</b> 16 bits
<b>Longitud del Mensaje UDP</b> 16 bits	<b>Checksum</b> 16 bits
<b>PAYLOAD</b> 32 bits	

- **Puerto Origen** → opcional, puede valer 0 si no se usa.
- **Puerto Destino.**
- **Longitud del Mensaje UDP** → cantidad de octetos (HEADER y PAYLOAD).
- **Checksum** → opcional, puede valer 0 si no se usa.
- **PAYLOAD.**

## TCP – Protocolo de Control de Transmisión

- Transferencia confiable y de extremo a extremo.
- Uso de mensajes ACK / NAK. Entrega ordenada.
- Usa IP como Nivel 3. Reside en la capa de transporte.
- La PDU se denomina Segmento TCP.
- Orientado a la conexión.
- **Control de Flujo:** control de extremo a extremo mediante el método de ventana deslizante. Parámetro de tamaño de ventana variable.
- **Control de Congestión:** control de transmisor a red, en sistemas intermedios.

### **Segmento TCP:**

<b>Puerto Origen</b> 16 bits		<b>Puerto Destino</b> 16 bits	
<b>Número de Secuencia</b> 32 bits			
<b>Número de Acuse de Recibo</b> 32 bits			
<b>Longitud del HEADER</b> 4 bits	<b>Reserva</b> 6 bits	<b>Banderas</b> 6 bits	<b>Tamaño de Ventana</b> 16 bits
<b>Checksum</b> 16 bits			<b>Puntero de Urgencia</b> 16 bits
<b>Opciones + Relleno</b> 0 a 320 bits, variable.			
<b>PAYLOAD</b> N bits			

- **Puerto Origen** → opcional, puede valer 0 si no se usa.
- **Puerto Destino.**
- **Número de Secuencia** → para que llegue ordenado.
- **Número de Acuse de Recibo** → ACK.
- **Longitud del HEADER.**
- **Reserva.**
- **Banderas.**
- **Tamaño de Ventana.**
- **Checksum.**
- **Puntero de Urgencia** → relaciona a un protocolo de capa superior.
- **Opciones + Relleno.**
- **PAYLOAD.**

## Puertos UDP y TCP

- Utilizan números de puerto de protocolo para identificar el destino final.
- Para definir un punto extremo, se define el par (dirección de IP y numero de puerto).
- Conexión TCP se identifica por un par de puntos extremos.
- El número de puerto en una misma maquina puede ser compartido por varias conexiones.

Los números de puertos apuntan a los protocolos de capa superior.

El protocolo de transporte es quien direcciona los puertos.

<b>Protocolos de Aplicación</b>	FTP	TELNET	SMTP	DNS	TFTP	SNMP
<b>Número de Puertos</b>	<b>21</b>	<b>23</b>	<b>25</b>	<b>53</b>	<b>69</b>	<b>161</b>
<b>Protocolos de Transporte</b>	TCP			UDP		

## Control de Errores según Protocolos

Control de Errores según Protocolos IP/UDP/TCP			
Protocolo	IP	UDP	TCP
Detección de Errores	<b>SÍ (Checksum):</b> <i>en el HEADER.</i>	<b>SÍ (Checksum):</b> <i>en el datagrama UDP y también en el pseudoHEADER del datagrama IP.</i>	<b>SÍ (Checksum):</b> <i>en el segmento TCP y también en el pseudoHEADER del datagrama IP.</i>
Corrección de Errores	<b>NO.</b>	<b>NO:</b> <i>no corrige ni recupera.</i>	<b>SÍ (ARQ):</b> <i>En el segmento TCP y también en el pseudoHEADER del datagrama IP.</i>

## BGP – OSPF – DHCP – DNS – VoIP – Telefonía IP

- **BGP:** es un ERP. Usa mensajes sobre TCP para intercambio de información entre routers.
- **OSPF:** es un IRP. Calcula una ruta a través de una interconexión de redes suponiendo el menor costo según configure el usuario.
- **DHCP:** protocolo de configuración dinámica de host. Permite al administrador supervisar y distribuir de forma centralizada las direcciones IP necesarias y, automáticamente, asignar y enviar una nueva IP si el dispositivo es conectado en un lugar diferente de la red.
- **VoIP:** voz sobre IP. La voz se digitaliza para que viaje en el datagrama IP-
- **Telefonía IP:** comunicación sobre una red telefónica. Forma parte del VoIP. Los aparatos deben trabajar con el concepto de señalización de la telefonía.

## Routers y Ruteo

- **Router**
  - Es un dispositivo de Nivel 3 del OSI
  - Posee puertas para enlaces LAN, WAN y Consola.
  - Su configuración incluye tablas de ruteo. Aprende direcciones IP.
  - Permite la segmentación de una LAN (Al igual que el bridge y el switch).
  - Provee seguridad a la red.
- **Ruteo**
  - Es el encaminamiento de los datagramas de una red a la otra, mediante rutas.
  - Las rutas pueden ser estáticas (ingresadas por el administrador de red) o dinámicas (ajustadas automáticamente mediante protocolos de ruteo).
  - Protocolos de ruteo proveen información sobre accesibilidad, retardos y tablas de ruteo.
  - Protocolos de Ruteo:

- **Protocolo de Ruteo Interior (IRP):** distribuye información de ruteo dentro de un sistema autónomo (AS). Información más detallada.
- **Protocolo de Ruteo Exterior (ERP):** distribuye información de ruteo entre diferentes sistemas autónomos. Mas simple, información menos detallada.
- **Estrategias de Ruteo:**
  - **Por Vector Distancia:** intercambio de información con vecinos. Los nodos mantienen un vector de costo por enlace para cada red conectada directamente. Tx de considerable información por cada Router ero menos complejo.
  - **Por Estado de Enlace:** intercambio de información de costos de enlace con todos los routers. Tiene la configuración completa de la red.
  - **Por Vector Camino:** no incluye estimaciones de distancia ni de costo. Se puede limitar el paso por otros AS.

## Protocolos de Aplicaciones

Protocolos de Aplicaciones		
Protocolo	Corre sobre...	Características
<b>PING</b>	ICMP	Envía solicitud de eco, captura la respuesta y realiza estadísticas.
<b>TELNET</b>	TCP	Permite el manejo de un terminal en forma remota a través de Internet. Con autenticación.
<b>FTP</b>	TCP	Permite la descarga de archivos de un servidor (FTP). Con autenticación.
<b>SMTP</b>	TCP	<i>Protocolo de Transferencia de Correo Simple.</i> Especifica formato de mensajes haciendo uso del ASCII. SMTP → permite el envío de mensajes o e-mails. POP3 e IMAP → permiten la recepción de mensajes o e-mails. <ul style="list-style-type: none"> <li>• POP3 → el mensaje, luego de leerse, no reside en el servidor POP3.</li> <li>• IMAP → el mensaje, luego de leerse, no reside en el servidor POP3.</li> </ul>
<b>TFTP</b>	UDP	Similar a FTP, pero más económico y vulnerable. Sin autenticación.
<b>DNS</b>	UDP	<i>Sistema de Nombre de Dominio.</i> Maneja la traducción de nombres pronunciables por seres humanos a direcciones IP. Usa servidores (que usan bases de datos) con la información necesaria.
<b>BOOTP</b>	UDP	Mejora el RARP → especifica aspectos de arranque.
<b>DHCP</b>	UDP	<i>Protocolo de Configuración Dinámica de Host.</i> Protocolo de tipo cliente-servidor, donde un servidor DHCP asigna dinámicamente una dirección IP a cada dispositivo en una red de acuerdo a los requerimientos. El administrador puede supervisar y distribuir en forma centralizada las direcciones IP necesarias y, automáticamente, asignar y enviar una nueva dirección IP si el dispositivo es conectado en un lugar diferente de la red.
<b>SNMP</b>	UDP	<i>Protocolo de Administración de Red Simple.</i> Hace administración de la red → administración de routers y distintos dispositivos.

Toda aplicación que corre sobre UDP/TCP debe poder trabajar con determinados puertos asignados a TCP/UDP. El puerto es la vía de comunicación entre ellos protocolos de Transporte y de Aplicación.

## Direcciones IPv6

- Utiliza 128 bits para representar una dirección IP (IPv4 utiliza 32), es decir que aumenta la capacidad de direccionamiento.
- PDU IPv6 es paquete.
- **Direccionamiento:**
  - Utiliza notación hexadecimal con dos puntos. Facilita el manejo.
  - Un nodo tiene interfaces individuales. Cada interfaz puede tener múltiples direcciones IP asociadas.
  - Permite agrupar por jerarquía de red, proveedores de acceso, proximidad geográfica, etc.
  - Tablas de encaminamiento/ruteo más pequeñas y consultas mas rápidas. No va IP, solo bits necesarios para rutear datagramas.
  - **Tipos de Direcciones IPv6:**
    - Unicast: identificador para una interfaz.
    - Anycast: identificador para un conjunto de interfaces Se entrega a una sola interfaz.
    - Multicast: identificador para un conjunto de interfaces. Se entrega a un grupo de estaciones.
    - Broadcast: identificador para un conjunto de interfaces. Se entrega a todas las estaciones de la red.

- **Estructura**

- El HEADER del datagrama IP v4 tiene 20B.  
El HEADER del paquete IP v6 tiene 40B mínimo (HEADER obligatorio) → se pueden agregar más HEADERS.

- **Estructura de un paquete IP v6:**

40 B	Variable	Variable	8 B	Variable	Opcional, Variable. 20 B	Variable
<b>HEADER IPv6</b>	<i>Hop-by-hop Options HEADER</i>	<i>Routing HEADER</i>	<i>Fragment HEADER</i>	<i>Destination Options HEADER</i>	HEADER TCP	Información
HEADER obligatorio		HEADERS opcionales			<b>PAYLOAD</b>	

- **Estructura del HEADER de un paquete IP v6:**

40 B HEADER obligatorio	<b>Versión</b> 4 bits	<b>Clase de Tráfico</b> 8 bits	<b>Etiqueta de Flujo</b> 20 bits		
	<b>Longitud del PAYLOAD</b> 16 bits			<b>HEADER siguiente</b> 8 bits	<b>Límite de Saltos</b> 8 bits
	<b>Dirección IP v6 Origen</b> 128 bits = 16 B				
	<b>Dirección IP v6 Destino</b> 128 bits = 16 B				

- **Versión** → número de versión.
- **Clase de Tráfico** → identifica y distingue entre clases o prioridades de paquete.
- **Etiqueta de Flujo** → etiqueta paquetes con tratamiento especial de encaminamiento/ruteo.
- **Longitud del PAYLOAD** → medida en octetos de las cabeceras de extensión + PDU de transporte.
- **HEADER siguiente** → cada HEADER tiene un campo que apunta al siguiente HEADER.
  - Puede ser de extensión o de TCP/UDP.
- **Límite de Saltos** → símil "tiempo de vida".
- **Dirección IP v6 Origen.**
- **Dirección IP v6 Destino.**

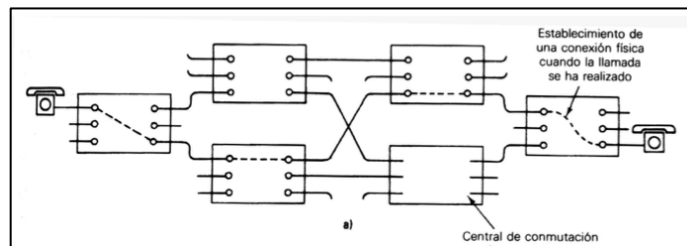
## Unidad 6: “Redes WAN”

### Redes WAN

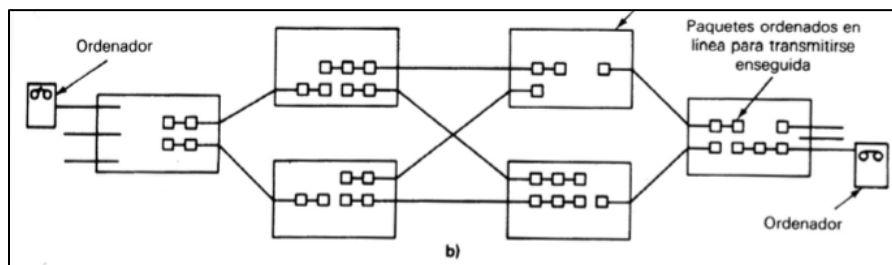
- **Composición**
  - **Nodos de Red**
  - **Equipos Terminales**
  - **Enlaces de Comunicaciones**
    - **Según los Puntos que Une**
      - Punto a Punto (ejemplo ARQ)
      - Punto a Multipunto (ejemplo FEC)
    - **Según las Características**
      - Dedicados: el medio no se comparte, no hay intermediarios entre Tx y Rx.
      - Conmutados: el medio se comparte, hay estaciones intermedias entre Tx y Rx.

### Conmutación

- **Conmutación de Circuitos**
  - Cada conmutador **establece una conexión y así queda definido un camino.**
  - Hay **monopolio de recursos.**
  - Es **orientado a la conexión.**
  - **Esquema:**

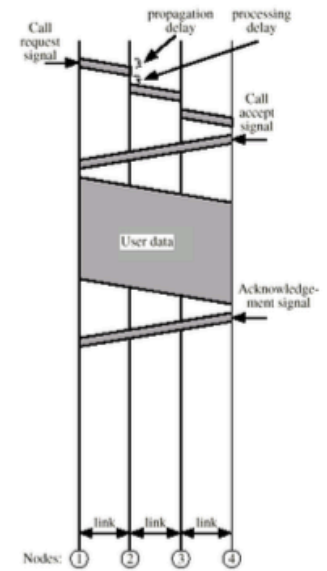
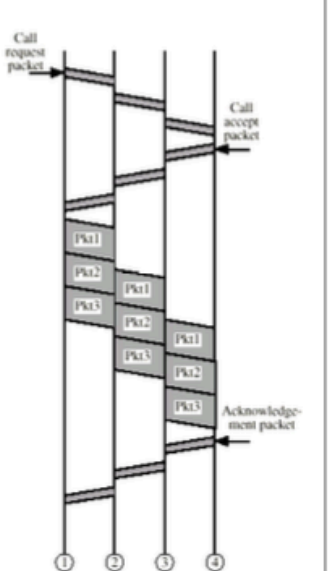
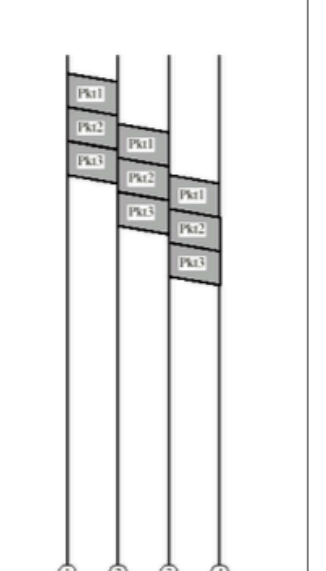


- **Conmutación de Paquetes**
  - Entre **paquete y paquete** quedan espacios que pueden ser aprovechados por otros paquetes de otras comunicaciones.
  - **No hay monopolio de recursos.**
  - **Esquema:**





Conmutación – Cuadro Comparativo

Conmutación de Circuitos	Conmutación de Paquetes (Circuitos Virtuales)	Conmutación de Paquetes (Datagramas)
Con conexión física.	Con conexión virtual.	Sin conexión virtual.
Ruta dedicada.	Ruta no dedicada.	No hay ruta.
La ruta se establece para toda la transmisión.		Cada paquete tiene su propio encaminamiento.
El encaminamiento es más rígido, ya que siempre es un único camino.	El encaminamiento es por la ruta menos costosa en retardos y cantidad de saltos.	
Los datos transmitidos llegan en orden.		Los datos transmitidos no llegan en orden.
Transmisión en forma continua.	Transmisión paquetizada.	
En general, uso eficiente para voz, pero ineficiente para datos.	En general, uso eficiente para datos, pero menos eficiente para voz.	
Se cobra por tiempo y distancia.	Se cobra por cantidad de paquetes y tiempo. La distancia, en general, no pesa.	
El mensaje no se almacena.	Los paquetes se almacenan hasta su envío.	Los paquetes se pueden almacenar hasta su envío.
Puede haber retardo en el establecimiento de la conexión.		Puede haber retardo durante la transmisión de paquetes.
La congestión bloquea el establecimiento de la conexión.		La congestión aumenta el retardo de la transmisión de paquetes.
Ancho de banda fijo.	Uso dinámico del ancho de banda. Mejor aprovechamiento del ancho de banda.	
 <p>Nodes: 1 2 3 4</p> <p>Una señal de solicitud de llamada inicia el establecimiento de la conexión, mantenida durante la transmisión de datos de usuario, y finalmente liberada.</p>	 <p>Nodes: 1 2 3 4</p> <p>La conexión se establece, se mantiene y finalmente se libera. Hay múltiples canales compartidos.</p>	 <p>Nodes: 1 2 3 4</p> <p>Como es no orientada a la conexión, los paquetes se transmiten directamente.</p>

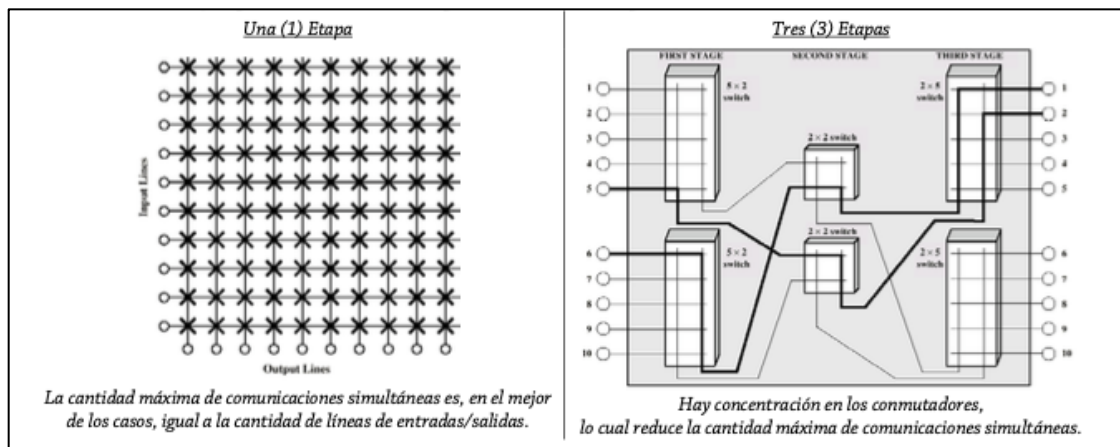
Al definir tamaño del paquete en un protocolo, hay que considerar la eficiencia y la tasa de errores (BER):

- Paquetes grandes → más eficientes (hay menos encabezados) → recomendables en canales de bajo BER bajo.
- Paquetes chicos → menos eficientes (hay más encabezados) → recomendables en canales de BER alto.

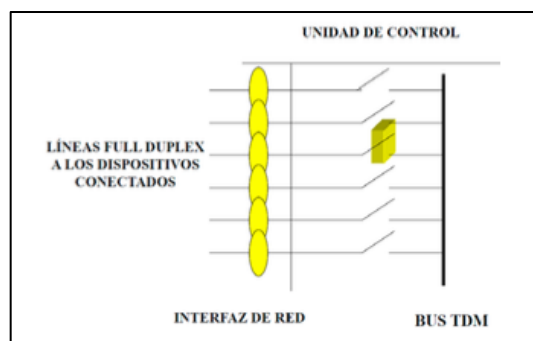
ORIENTADO A LA CONEXIÓN	SIN CONEXIÓN	CIRCUITO VIRTUAL	DATAGRAMA
<ul style="list-style-type: none"><li>•E, M Y L LA CONEXIÓN</li><li>•MANTIENE EL ORDEN DEL TRÁFICO</li><li>•SIMILAR A UN TUBO</li><li>•COMO EL SISTEMA TELEFÓNICO</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>•ENCAMINAMIENTO INDEPENDIENTE</li><li>•NO SIEMPRE MANTIENE EL ORDEN DEL TRÁFICO</li><li>•SIMILAR A UNA CARTA COMÚN</li><li>•COMO EL SISTEMA POSTAL</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>SIN DECISIONES DE ENCAMINAMIENTO POR CADA BLOQUE</li><li>ESTABLECIMIENTO DE UNA RUTA EXTREMO A EXTREMO</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>MAYOR TRABAJO, PERO MÁS ROBUSTAS Y CON MEJOR CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN</li><li>NO DETERMINACIÓN ANTICIPADA DE RUTAS</li><li>ENCAMINAMIENTO INDEPENDIENTE</li></ul>

## Red de Conmutación de Circuitos

- Implica la existencia de un canal de comunicaciones dedicado entre dos estaciones. Una vez establecido el circuito, se convierte en un canal dedicado.
- **Fases**
  - Establecimiento del Circuito
  - Transferencia de Datos
  - Desconexión del Circuito
- **Componentes**
  - Abonados
  - Bucle Local: lazo de abonado.
  - Centrales: tienen los conmutadores, de ellas dependen los abonados.
  - Líneas Principales: unen las centrales mediante fibra óptica.
- **Tipos de Conmutación por Circuitos**
  - **Por División en el Espacio**
    - Inicialmente Analógicos. Son los más antiguos.
    - Rutas que se establecen son físicamente independientes entre sí.



- **Por División en el Tiempo**
  - Se basa en sistemas digitales y Multiplexion por división de tiempo (TDM).
  - Canales de menor velocidad son muestreados a una mayor velocidad para integrarse en un BUS TDM. Etapas para digitalizar una señal analógica son: muestreo, cuantificación y codificación.

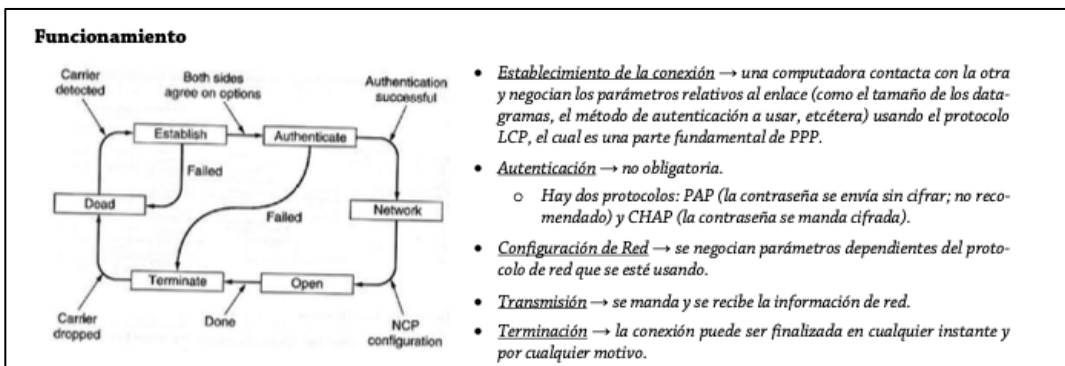


## Protocolo PPP (Point to Point Protocol)

- Protocolo de enlace derivado del protocolo HDLC (Nivel 2 del Modelo OSI).
- **Protocolo para enmarcar el IP cuando se envía a través de una línea serial.**
- Útil para la transferencia entre dos dispositivos, es decir punto a punto.
- Usado para formar VPNs.
- **Funciones**
  - Transporte de Datos: asegura el enlace y recepción ordenada. Emplea ARQ Ventana Deslizante.
  - Autenticación.
  - Asignación Dinámica de Direcciones IP.
- **PDU PPP**

PDU						
8 b	8 b	8 b	16 b	0 a N b	16 b o 36 b	8 b
Bandera de Inicio	Campo de Dirección (*)	Campo de Control (*)	Identificador de Protocolo	INFO	FCS	Bandera de Cierre
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Bandera de Inicio</b> → elementos para el sincronismo de bloque; simil "preámbulo" de la trama Ethernet.</li><li>• <b>Campo de Dirección</b> → lleva siempre la dirección estándar de difusión (son dos estaciones)<ul style="list-style-type: none"><li>○ Este campo puede ser eliminado por negociación, de acuerdo a la implementación que se realizará.</li></ul></li><li>• <b>Campo de Control</b> → tipo de trama no numerada.<ul style="list-style-type: none"><li>○ Este campo puede ser eliminado por negociación, de acuerdo a la implementación que se realizará.</li></ul></li><li>• <b>Identificador de Protocolo</b> → puede asociarse a varios: IP, LCP, PAP, CHAP, etcétera.</li><li>• <b>INFO</b> → información de usuario.</li><li>• <b>FCS - Secuencia de Control de Trama</b> → mediante CRC 16 o CRC 32.</li><li>• <b>Bandera de Cierre</b> → elemento para el sincronismo de bloque.</li></ul>						

### Funcionamiento



### Comparación con SLIP

- **Serial Line IP:** protocolo de proceso de tramas utilizado para envíos IP a través de una línea serial.
- Encapsula datagramas IP. Líneas Sincrónicas. Es antiguo.
- **Ventajas PPP:**
  - Permite la conexión mediante líneas asincrónicas y sincrónicas.
  - Permite asignación dinámica del direccionamiento IP en ambos extremos de la conexión.
  - PPP permite el transporte de varios protocolos de red sobre el. SLIP solo IP.
  - Implementa mecanismo de control de red NCP.

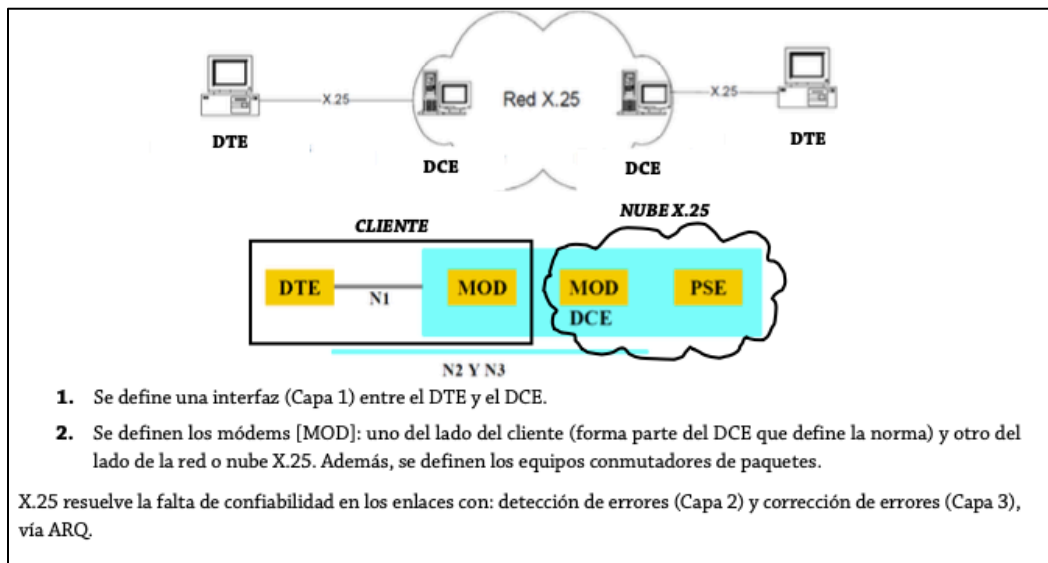
## Unidad N°7: “Protocolo X25”

### Protocolo X25

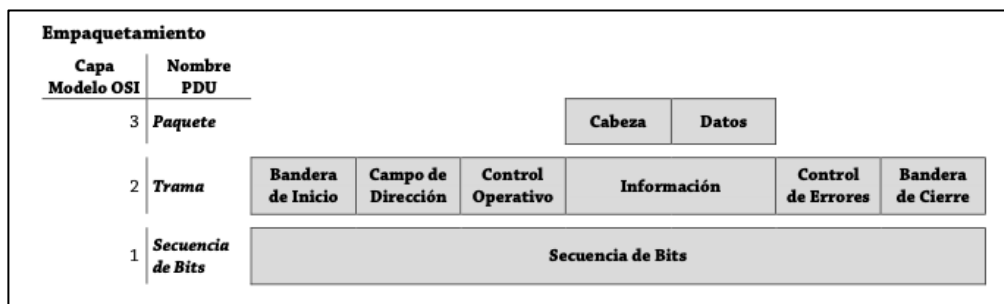
- Es un protocolo de WAN para establecer una red de conmutación de paquetes. La transmisión de datos se realiza de manera **sincrónica**, utilizando “Bloques” como PDU.
- Tecnología para trabajar sobre **redes con muchos errores y enlaces poco confiables** de baja calidad.
- Define una **interfaz entre el usuario y la red**, mediante DTE y DCE.
- **Servicio orientado a la conexión** (Circuitos Virtuales).
- Actúa sobre las Capas 1/2/3 del Modelo OSI.

### Estructura y Empaquetamiento Red X25

- Estructura de la Red:



- Empaquetamiento X25:



### Nivel 1 – Nivel Físico

- Define características mecánicas, eléctricas, funcionales y procedurales para la conexión física entre DTE y DCE.
- PDU denominada “Secuencia de Bits”.

- Comprende Normas X21 y X22

	X.21	X.21 bis
<b>Trabaja con ...</b>	enlaces digitales, señales balanceadas.	... enlaces analógicos, señales desbalanceadas.
<b>Velocidad máxima</b>	64 Kbps.	20 Kbps.
<b>Conector utilizado</b>	DB-15 (15 pines).	DB-25 (25 pines)

## Protocolo de Enlace de la ISO – HDLC (High Level Data Link Control)

- Protocolo de Capa 2 del Modelo OSI, sincrónico y orientado al bit.
- Asegura el enlace de comunicación sin error.
- Funciona con ARQ Ventana Deslizante. Detecta y corrige errores en Capa 2.
- Del HDLC derivan varios protocolos, entre ellos: LLC, PPP, LAP, etcétera.
- Tramas:**

**Formato de la Trama** → 1080 bits (135 B) máximo.

8 bits	8 bits	8 o 16 bits	Entre 0 y N bits	16 o 32 bits	8 bits
<b>Bandera</b>	<b>Dirección de Destino</b>	<b>Campo de Control</b>	<b>INFO</b>	<b>FCS</b>	<b>Bandera</b>

- Banderas** → usadas para el sincronismo de bloque.
- Dirección de Destino** → identifica al destino → puede ser un campo innecesario.
- Campo de Control** → puede ser de 8 bits o de 16 bits:
  - 8 bits → hay 3 tipos:
 

De Información				De Supervisión				No numeradas			
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
0	N(S)	P/F	N(R)	1	0	S	P/F	1	1	M	P/F

N(S): número de secuencia de envío – P/F: bit de sondeo/final – N(R): número de secuencia de recepción.
  - 16 bits, aumentando la cantidad de números de secuencia → hay 2 tipos:
 

De Información								De Supervisión							
1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
0	N(S)						P/F	1	0	S	0	0	0	0	P/F

N(S): número de secuencia de envío – P/F: bit de sondeo/final – N(R): número de secuencia de recepción.
- FCS (Secuencia de Control de Trama)** → se usa CRC.

**Tipos de Tramas**

	No Numeradas	De Información	De Supervisión
<b>Descripción</b>	Establecimiento y Desconexión.	Para envío de datos.	Control de Errores. Control de Flujo.
<b>Número de secuencia</b>	No tiene.	Sí tiene.	Sí tiene.

- Configuraciones:**

### **Configuraciones**

- Órdenes → de la estación primaria a la estación secundaria.  
Respuestas → de la estación secundaria a la estación primaria.
- Balanceada → hay 2 estaciones primarias.  
No balanceada → hay 1 estación primaria solamente → permite un enlace.

- Modos de Operación:

### Modos de Operación

	<b>NRM</b> <b>Respuesta Normal</b>	<b>ARM</b> <b>Respuesta Asíncrona</b>	<b>ABM</b> <b>Balanceado Asíncrono</b>
<b>Configuración</b>	No balanceada.	No balanceada.	Cada estación se puede comportar como primaria y secundaria alternadamente.
<b>La Transmisión se realiza ...</b>	... sólo cuando lo indica la estación primaria.	... sin permiso de la estación primaria.	
<b>Tipo de Enlace</b>	Punto-a-Punto. Punto-a-Multipunto.	Punto-a-Punto.	Punto-a-Punto.
<b>Tipo de Comunicación</b>	<i>Half-Duplex.</i>	<i>Full-Duplex.</i>	<i>Full-Duplex.</i>

*No balanceada* → permite un enlace punto-a-punto o bien un enlace punto-a-multipunto.

*Asíncrono/Asíncrona* → no requiere el permiso de la estación primaria → no se puede tener multipunto.

**Delimitación** → elemento de sincronismo de bloque → dada por la bandera (1 octeto):

- 01111111 → línea inactiva, aún no activada.
- 01111110 → bandera.

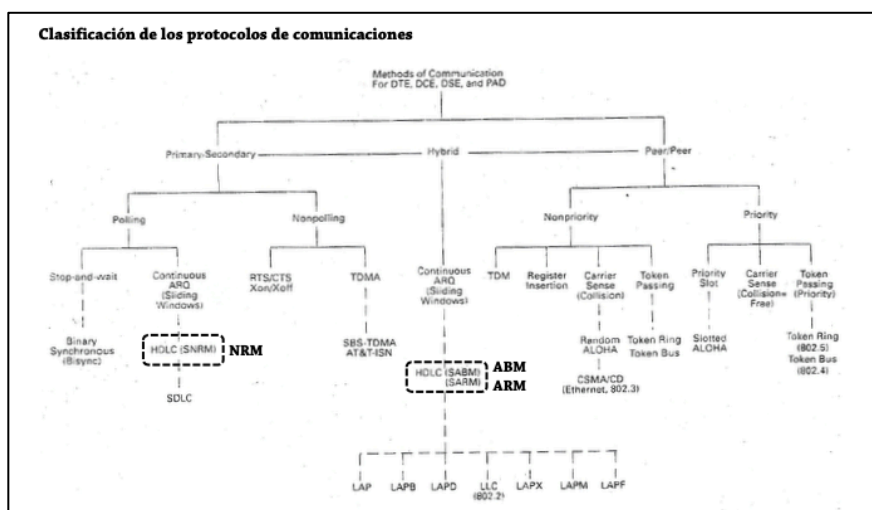
**Método de transparencia** → inserción o eliminación de bit en secuencia similar a la bandera:

Si en el campo INFORMACIÓN hay una secuencia de bits 01111110, el receptor la interpretará erróneamente como bandera y no como información enviada. Este problema se evita con el **bit stuffing**, donde ante el quinto 1 consecutivo [11111] en el campo INFORMACIÓN, se le inserta un bit 0 (bit de inserción) en el lado del transmisor (→ si el receptor espera recibir *X* cantidad de bits –según lo indicado en el Campo de Control– pero luego recibe *X+3* bits, el receptor sabrá que debe eliminar 3 bits de inserción).

El problema que acarrea el **bit stuffing** es el siguiente: si en el campo de información se tiene una secuencia 111110, donde ese 0 forma parte de la información enviada, el receptor lo interpretará erróneamente como bit de inserción y no como bit de información. Este segundo problema es solucionado por la capa superior.

**FCS** → CRC-16 → método para detectar errores.

- Clasificación:





## Nivel 2 – Nivel Enlace

- Define los procedimientos para tener un enlace libre de errores.
- PDU denominada “Trama”.
- Utilización del Protocolo HDLC, versión LAP-B -> procedimiento de acceso al enlace, balanceado y punto a punto.
- Transmisión en Full Duplex.
- ARQ Ventana Deslizante.
- Utiliza confirmación superpuesta mediante PiggyBack y Modo Balanceado Asíncrono (ABM).

### Nivel 3 – Nivel Red

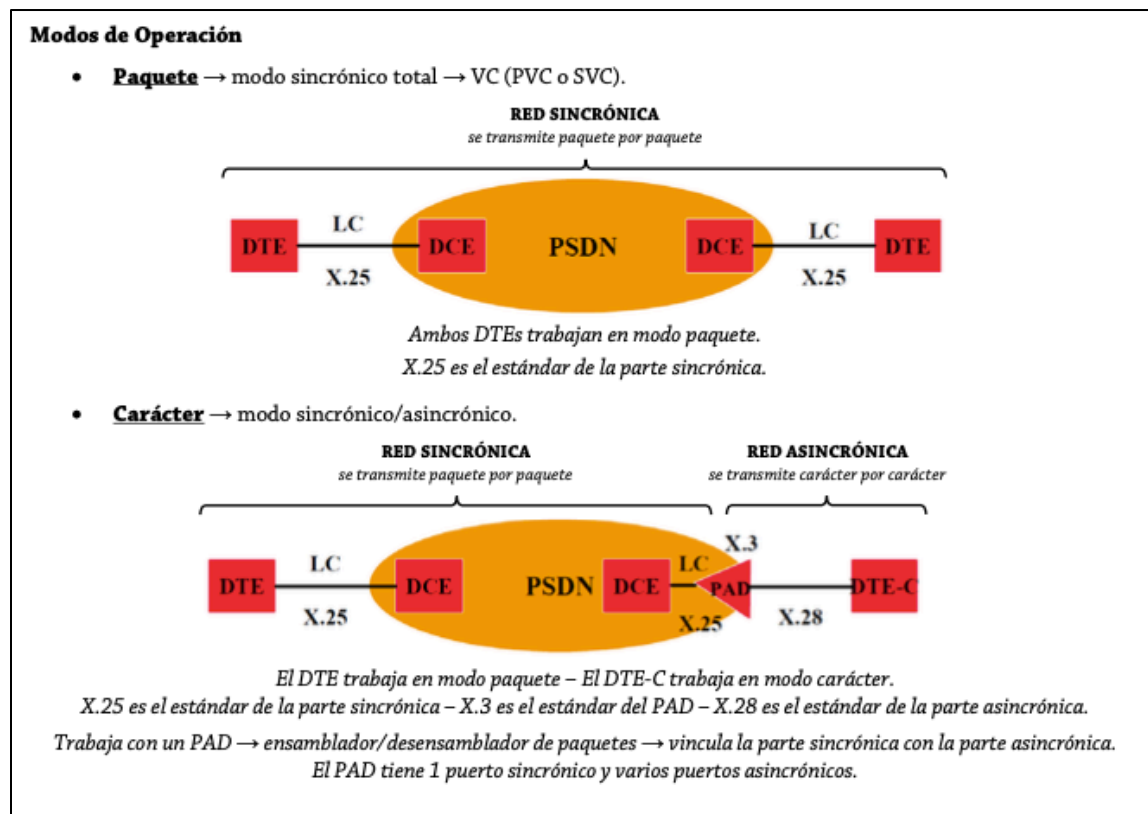
- Define el formato de los paquetes, procedimientos para el intercambio y el establecimiento/supervisión en la DTE/DCE de Circuitos Virtuales con los DTE Remotos.
- PDU denominada “Paquete”.
- **Maneja:**
  - Circuitos Virtuales: asociación lógica de múltiples canales (LC) entre origen y destino. Significado extremo a extremo (DTE/DTE). Pueden ser PVC o SVC.
  - Canales Lógicos: multiplexación del enlace nivel 2 en varios canales nivel 3. Se numeran con un LCI (Identificador de LC). Existen localmente (DTE/DCE).
- **Formato de Paquete:**

### Formato del Paquete

HEADER						DATOS DE USUARIO
14 b	12 b	8 b				
<b>GFI</b>	<b>LCI</b>	<b>TPI</b>	<b>ADD</b>	<b>FAC</b>	<b>*</b>	<b>-</b>

- GFI · Identificador de formato general → para numerar paquetes.
- LCI · Identificador de canal lógico → para numerar canales lógicos.
- TPI · Identificador de tipo de paquete → puede ser de llamada, de supervisión, de confirmación, de interrupción, de control de flujo y datos.
- ADD · Campo de Direcciones → opcional (en paquetes de llamadas):
  - Únicamente tiene sentido con SVC.
  - Plan de numeración → usado para número telefónico.
  - 15 dígitos como máximo → 4 para internacional, 9 para nacional, 2 para dispositivos.
  - Recomendación de norma → X.21.
- FAC · Campo de Facilidades → opcional (en paquetes de llamadas):
  - Cobro revertido.
  - Grupo cerrado de usuarios (CUG) → útil para seguridad, VPNs.
  - Selección rápida.
  - Negociación de tamaño de ventana, de paquete y de clase de tráfico.
- \* · Campo de datos de usuario de llamada → opcional → identifica protocolo superior.

- **Modos de Operación:**



## Unidad N°7: “Protocolo Frame Relay”

### Frame Relay

- **Técnica de Fast Packet Switching**, es decir conmutación rápida de paquetes. Frame Relay significa **Relevamiento de Cuadro**.
- **Trabaja sobre enlaces digitales de alta calidad**. BER menor a 10<sup>-7</sup>, asociado a la fibra óptica.
- Fundamentalmente se usa para reemplazar líneas punto a punto (LAN to LAN) por líneas conmutadas.
- **Estaciones:**
  - **Terminales:** cobertura de errores, control de secuencia y de flujo. Necesitan una mayor inteligencia.
  - **Intermedias:** retransmiten información.

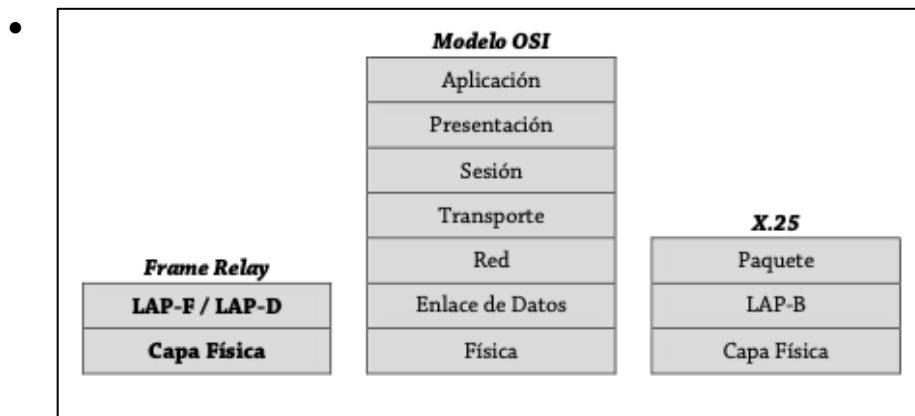
### Características

- Alta velocidad y baja latencia respecto de X25.
- Basado en Circuitos Virtuales de Nivel 2 de Tipo Permanente (PVC).
- Se reemplaza CL (Logical Channel) de X25 por DLCI (Data Link Connection Identifier).
- El Circuito Virtual es una asociación lógica de DLCIs.
- Cada DLCI tiene significado local.



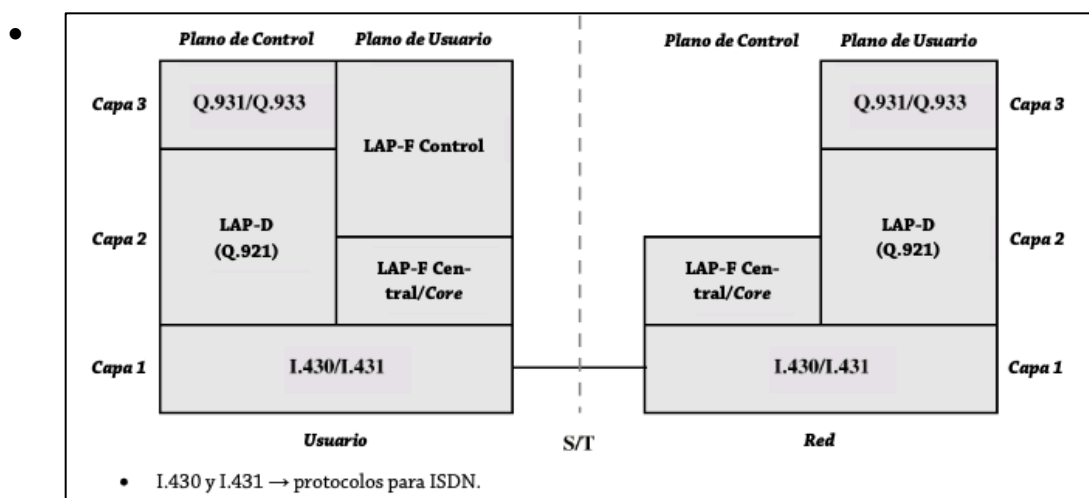
- La conmutación se produce en Capa 2 a Nivel de Cuadro.
- Uso dinámico del ancho de banda. Se ocupa cuando hay información para transmitir.
- Orientado a tráfico por ráfagas del tipo LAN.
- Define la interfaz entre CPE (Equipo en la Instalación del Cliente) y POP (Punto de Presencia).
  - CPE son enrutadores o FRAD (Dispositivo de Acceso a FR).
  - POP son conmutadores rápidos que ofrecen puertos de acceso a la red FR.
- Divide el tráfico en dos vías. La información de las aplicaciones de usuarios LAPF y los datos de la red LAPD.
- FR es soportado sobre ISDN Banda Angosta.

## Comparación Modelo OSI



## Arquitectura de Protocolos – Transferencia de Datos

- **Planos de Operación**
  - **Plano de Control:** establecimiento y liberación de conexiones lógicas. Se implementa entre usuario y red. Trabaja con LAPD.
  - **Plano de Usuario:** transferencia de datos de usuarios. Funcionalidad de Extremo a Extremo. Trabaja con LAPF.



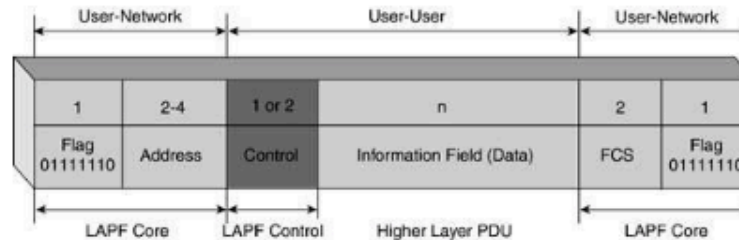
## LAPD y LAPF

- Trama LAPD tiene formato equivalente a la trama LAPB y a la Trama HDLC



- Trama LAPF

### Estructura PDU para LAP-F Central/Core y LAP-F Control



- El Campo de Control está presente únicamente en LAP-F Control → en LAP-F Central/Core, no está.
- El LAP-F Central/Core maneja otras cosas en el Campo de Dirección.

**Formato del Cuadro para LAP-F Central/Core** → entre 1600 B y 4096 B.

1B	2B, 3B o bien 4B		2B	1B
Bandera	Campo de Dirección	INFORMACIÓN	FCS	Bandera

- Campo de Dirección de 2B:**

6 bits	1 bit	1 bit	4 bits	1 bit	1 bit	1 bit	1 bit
DLCI	C/R	EA0	DLCI	F	B	DE	EA1

- DLCI** → identificador de canal de enlace de datos.
- C/R** → comando/respuesta (uso por la aplicación).
- EA0/EA1** → bit de extensión del campo de dirección (ubicado siempre al final de cada byte):
  - EA = 0 → hay otro byte para campo de dirección; éste no es el último byte.
  - EA = 1 → éste es el último byte del campo de dirección.
- F • FECN** → notificación de congestión explícita hacia adelante:
  - F = 1 → hay congestión hacia adelante.
  - F = 0 → no hay congestión hacia adelante.
- B • BECN** → notificación de congestión explícita hacia atrás:
  - B = 1 → hay congestión hacia atrás.
  - B = 0 → no hay congestión hacia atrás.
- DE** → elegido para descarte:
  - DE = 1 → si hay congestión en la red, el cuadro se descartará.
  - DE = 0 → el cuadro no está elegido para descarte, no se descartará.

Campo de Dirección de 2B	Campo de Dirección de 3B	Campo de Dirección de 4B																																																																																																											
10 bits para direccionar DLCIs.	16 bits para direccionar DLCIs.	23 bits para direccionar DLCIs.																																																																																																											
<table><tr><td>8</td><td>7</td><td>6</td><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr><tr><td colspan="6">Upper DLCI</td><td>C/R</td><td>EA 0</td></tr><tr><td colspan="6">Lower DLCI</td><td>FECN</td><td>BECN</td><td>DE</td><td>EA 1</td></tr></table>	8	7	6	5	4	3	2	1	Upper DLCI						C/R	EA 0	Lower DLCI						FECN	BECN	DE	EA 1	<table><tr><td>8</td><td>7</td><td>6</td><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr><tr><td colspan="6">Upper DLCI</td><td>C/R</td><td>EA 0</td></tr><tr><td colspan="6">DLCI</td><td>FECN</td><td>BECN</td><td>DE</td><td>EA 0</td></tr><tr><td colspan="8">Lower DLCI or DL-CORE control</td><td>D/C</td><td>EA 1</td></tr></table>	8	7	6	5	4	3	2	1	Upper DLCI						C/R	EA 0	DLCI						FECN	BECN	DE	EA 0	Lower DLCI or DL-CORE control								D/C	EA 1	<table><tr><td>8</td><td>7</td><td>6</td><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr><tr><td colspan="6">Upper DLCI</td><td>C/R</td><td>EA 0</td></tr><tr><td colspan="6">DLCI</td><td>FECN</td><td>BECN</td><td>DE</td><td>EA 0</td></tr><tr><td colspan="8">DLCI</td><td>EA 0</td></tr><tr><td colspan="8">Lower DLCI or DL-CORE control</td><td>D/C</td><td>EA 1</td></tr></table>	8	7	6	5	4	3	2	1	Upper DLCI						C/R	EA 0	DLCI						FECN	BECN	DE	EA 0	DLCI								EA 0	Lower DLCI or DL-CORE control								D/C	EA 1
8	7	6	5	4	3	2	1																																																																																																						
Upper DLCI						C/R	EA 0																																																																																																						
Lower DLCI						FECN	BECN	DE	EA 1																																																																																																				
8	7	6	5	4	3	2	1																																																																																																						
Upper DLCI						C/R	EA 0																																																																																																						
DLCI						FECN	BECN	DE	EA 0																																																																																																				
Lower DLCI or DL-CORE control								D/C	EA 1																																																																																																				
8	7	6	5	4	3	2	1																																																																																																						
Upper DLCI						C/R	EA 0																																																																																																						
DLCI						FECN	BECN	DE	EA 0																																																																																																				
DLCI								EA 0																																																																																																					
Lower DLCI or DL-CORE control								D/C	EA 1																																																																																																				

## Control de Errores y de Congestión en Frame Relay

- **Control de Errores**
  - Solo detección de errores mediante utilización de campo FCS en las estaciones terminales (los extremos).
  - Las capas superiores se ocupan de la corrección.
  - No se lleva secuenciamiento de cuadros (No se usa campo de control). Lo hace el LAPF Control.
- **Prevención de Congestión**
  - Mediante FECN y BECN.
  - **FECN**: se setea cuando la congestión es en el mismo sentido en que va el cuadro.
  - **BECN**: se setea cuando la congestión es en el sentido contrario en que va el cuadro.
  - Los POP setean estos bits y los CPE y el ADMIN de la red los detectan.
- **Control de Congestión**
  - Para controlar la congestión en la red, se deben descartar cuadros. Los cuadros rechazados son elegidos mediante datos para descarte (campo DE).
- **Control de Flujo**
  - Se produce en los extremos de la comunicación por parte del LAPF Control.

## Sobresuscripción

- Asignación dinámica del Ancho de Banda a los PVCs.
- Ocurre cuando la suma de los CIR de cada PVC supera la velocidad de puerto.

## VoFR – Voz sobre Frame Relay

- Se prioriza el tráfico y el uso de DLCI para voz.
- A voz es tolerante a perdidas pero no a retardos. Menor QoS pero menor costo frente a Telefónica.
- Utilización de voz sin comprimir y comprimida.
  - **Voz sin Comprimir**: 64Kbps PCM.
  - **Voz Comprimida**: priorizando tráfico y el uso de DLCI especial. Utiliza menor tamaño de cuadros para evitar fragmentación y utilizar rutas con pocos saltos para evitar retardos.
- Comparación VoFR vs VoIP: debe ser más eficiente que VoIP.

VoFR	VoIP
La voz viaja sobre cuadros <i>Frame Relay</i> .	La voz viaja sobre datagramas IP.
Trabaja en Capa 2.	Trabaja en Capa 3, generando mayor procesamiento.
VoFR es más confiable que VoIP.	VoIP tiene mayor alcance que VoFR.
Con conexión (CVs).	Sin conexión.

## Trafico por Ráfagas – Definiciones y Parámetros

- Puertos → permiten el ingreso a la red.
  - Los POPs proveen puertos
  - De los puertos nacen los PVC.
- $t_c$  [s] → tiempo comprometido; intervalo de medición (con o sin actividad).
- $B_c$  [bit] → cantidad comprometida/garantizada de ráfaga.
  - Cantidad mínima de bits que se transmiten por un PVC en un tiempo  $t_c$  en condiciones normales.
- $B_E$  [bit] → cantidad en exceso de ráfaga.
- $AR$  [bps] → velocidad de acceso, velocidad de puerto → velocidad máxima de entrada a la red *Frame Relay*.
  - Rango: entre 64 Kbps y 2 Mbps.
- $CIR$  [bps] → velocidad de información comprometida/garantizada para el PVC en condiciones normales.
- $EIR$  [bps] → velocidad de información en exceso para el PVC en condiciones normales.

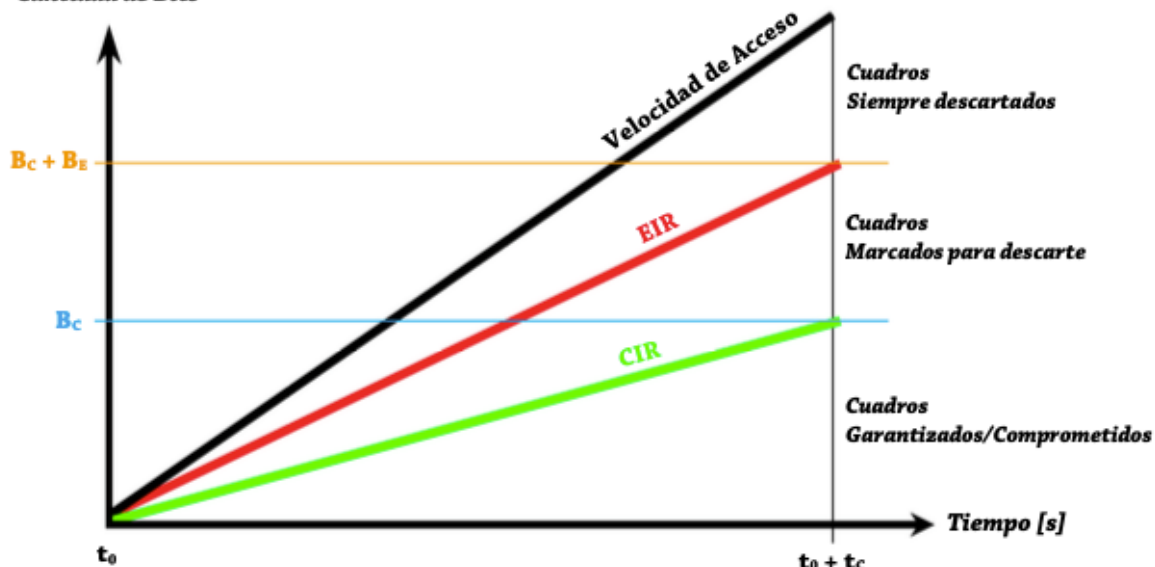
$$CIR = \frac{B_c}{t_c}$$

$$EIR = \frac{B_E}{t_c}$$

$$v_{puerto} = \frac{B_c + B_E}{t_c} = CIR + EIR$$

"Full CIR" $CIR = 100\%$ de $v_{puerto}$	$CIR = 50\%$ de $v_{puerto}$ $CIR < v_{puerto}$ $v_{puerto} = \frac{B_c + B_E}{t_c}$ $v_{puerto} = CIR + EIR$	$v_{puerto} > \frac{B_c + B_E}{t_c}$ $v_{puerto} > CIR + EIR$	$B_c = 0$ $CIR = 0$
No hay cantidad en exceso. No hay cantidades que se descarten en forma directa.	No hay descarte directo.	El proveedor garantiza algo. Algo queda marcado para descarte y el resto queda para descarte directo.	El proveedor no garantiza nada. Todo lo que pase está marcado para descarte.

### Cantidad de Bits

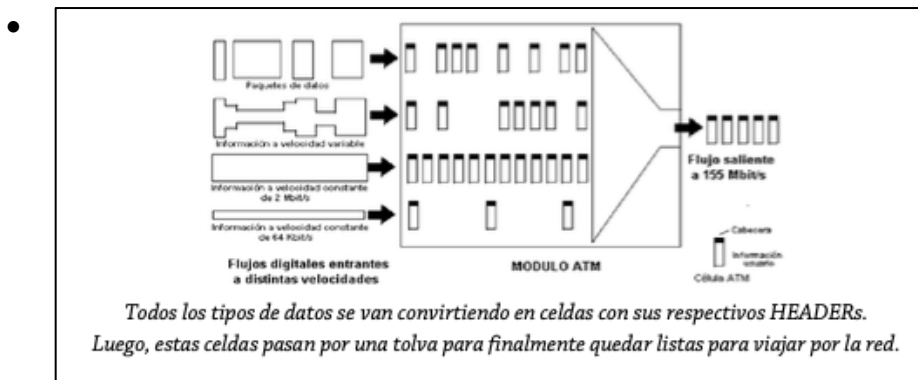


## Unidad N°8: “Protocolo ATM”

### ATM – Modo de Transferencia Asíncronico

- Resultado de nuevas necesidades, cambios del negocio de las Telecom y del tráfico. **Permiten transportar todo tipo de servicio** (voz, video, datos, combinaciones).
- **Montado sobre redes ISDN Banda Ancha. Basadas en tecnología SDH.**
- **Enlaces de alta calidad**, permitiendo **velocidades de 2,4 Gbps.**
- **PDU denominada “Celda o Célula”.** Tamaño fijo pequeño de 53 bytes.
- Usa **Capas de Adaptación para integrar servicios.**
- **Conmutación rápida con muy bajos retardos.**
- Reducción de funcionalidades en los nodos y delegación de funciones a los extremos.
- **Protocolo orientado a la conexión.**
- **Asincronismo**
  - Las celdas se transportan sobre canales sincrónicos. Pero es asincrónico ya que no están sincronizadas por ningún usuario, y las posiciones en el flujo se asignan a demanda.

### Proceso ATM



### Celda ATM

- **Formato de la Celda** → 53 B. Al ser de tamaño fijo y pequeño → procedimiento sencillo y menores retardos.



- **HEADER** → lleva información de enrutamiento y prioridad.  
Su estructura depende si se aplica en una interfaz UNI o en una interfaz NNI:



UNI (interfaz usuario-red)						NNI (interfaz red-red)				
4 b	8 b	16 b	3 b	1 b	8 b	12 b	16 b	3 b	1 b	8 b
GFC	VPI	VCI	PT	CLP	HEC	VPI	VCI	PT	CLP	HEC

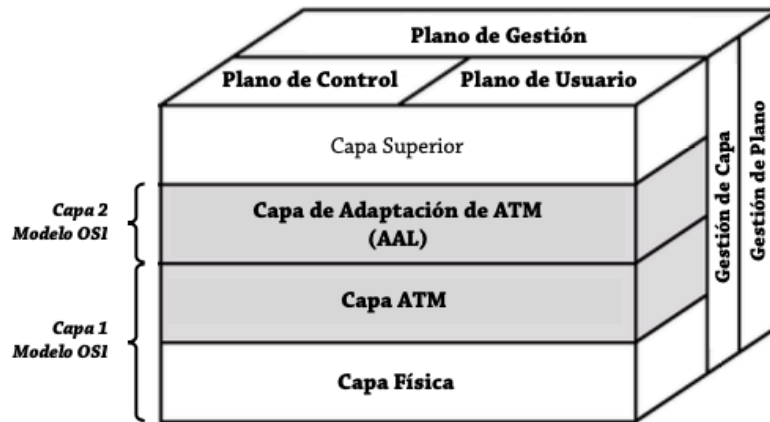
- **GFC** → control de flujo genérico → únicamente está presente en UNI (no está en NNI).
- **VPI** → identificador de trayecto virtual.
- **VCI** → identificador de circuito virtual.
- **PT** → tipo de carga útil (de usuario o de gestión de red / mantenimiento).
- **CLP** → prioridad de pérdida de celda → CLP=0, alta; CLP=1, puede descartar la red.
- **HEC** → control de errores de HEADER (detección y, a veces, corrección error simple).
- **PAYLOAD** → información en sí (video, voz o datos) e información de operación y mantenimiento.

## Trayectos y Canales Virtuales

- **Canales Virtuales**
  - La fuente con 1 o más destinos. Puede ser punto a multipunto.
  - Los identificadores de canal virtual se pueden repetir.
  - Los VCI son para conectar, la conexión está dada por ellos mismos.
  - Los Circuitos Virtuales (X25 y Frame Relay) se denominados Canales Virtuales en ATM
- **Trayectos Virtuales**
  - Los trayectos virtuales son agrupamientos de canales virtuales que tienen los mismos destinos.
  - Son utilizados para gestión y conmutación.
  - Los identificadores de VPIs no se pueden repetir.

## Arquitectura de Protocolos ATM

- Hay tres planos de operación:
  - **Plano de Usuario** → transferencia de información de usuarios y controles de flujo y errores.
  - **Plano de Control** → controles de llamada y de conexión.
  - **Plano de Gestión/Administración:**
    - Gestión/Administración de Plano → coordinación entre planos y como un todo.
    - Gestión/Administración de Capa → recursos y parámetros de protocolos.



Modelo OSI	Capas ATM	Subcapas ATM	Acciones
	Altas		
Capa 2	AAL	Convergencia	Homogeniza las diferencias que recibe de las capas superiores. Identifica mensajes. Recupera señal de reloj.
		Segmentación y Reensamblado	Segmenta la información de capas superiores (el emisor segmenta, el receptor reensambla). Permite manejar cuadros de mayor longitud que las celdas, adaptando la información a los 48 B del PAYLOAD.
Capa 1	ATM		Arma/Desarma las celdas colocando/retirando el HEADER. Hace la conmutación. Control de Congestión y de Flujo.
	Física	Convergencia de Transmisión	Regula las velocidades con que llega al medio físico (al trabajar con distintos servicios). Convierte el flujo de celdas ATM en flujos de bits.
		Medio Físico	Controla las funciones que dependen del medio físico: tipos de cable, conectores, niveles de señales, etc.

Altas    Tramas de Aplicación    AAL    Carga de Celdas    ATM    Celdas    Física    Bits

## Clases de Servicios ATM

SERVICIO	VELOCIDAD	ACRÓNIMO	EJEMPLO
DE TIEMPO REAL	CONSTANTE	CBR	VELOCIDAD CONSTANTE FIJA DURANTE TODA LA CONEXIÓN Y RETARDO MÁXIMO ESTABLE. AUDIO Y VIDEO SIN COMPRIMIR. CIRCUITO E1 VIDEOCONFERENCIA
	VARIABLE	rt-VBR	FUERTE RESTRICCIONES AL RETARDO Y A SU VARIACIÓN. TRANSMISION DE VIDEO. COMPRESIÓN
DE NO TIEMPO REAL	VARIABLE	nrt-VBR	REQUISITOS CRÍTICOS EN RESPUESTAS. CORREO ELECTRÓNICO MULTIMEDIA.
	DISPONIBLE	ABR	RESERVA CON CONOCIMIENTO DE AB NECESARIO. INTERCONEXIÓN DE LAN(S) TRANSMISIÓN RÁFAGAS
	NO ESPECIFICADA	UBR	APROVECHA CAPACIDAD SIN USAR. FTP EN 2DO PLANO IP (BEST EFFORT)
	DE TRAMAS GARANTIZADA	GFR	SERVICIO A SUBREDES TRONCALES IP

## Protocolo de AAL

Protocolos de AAL				
Requerimiento	Clase A	Clase B	Clase C	Clase D
Tiempo entre Fuente y Destino	Requerido (sensible a demoras). <b>rt</b>		No requerido (no sensible a demoras). <b>nrt</b>	
Velocidad (Bit Rate)	Constante <b>CBR</b>	<b>rt-VBR</b>	Variable <b>nrt-VBR</b>	
Modo de Conexión	Con conexión	Sin conexión		
Protocolo	<b>AAL 1</b>	<b>AAL 2</b>	<b>AAL 3</b>	<b>AAL 4</b>
Tipos de Datos Transmitidos	Audio y Video sin comprimir	Video comprimido	Datos en general	

- **AAL 5** es otro protocolo → servicio con menor *overhead* y mejor detección de errores.
  - Emulación LAN, *Frame Relay*, ATM, IP sobre ATM.



## Unidad N°7 y N°8: “Cuadro Comparativo de Tecnologías”

**Cuadro comparativo de tecnologías**

	<b>X.25</b>	<b>Frame Relay</b>	<b>ATM</b>
<b>Niveles de Protocolos</b>	1, 2 y 3 del Modelo OSI.	1 y 2 del Modelo OSI.	Medio Físico, ATM y AAL.
<b>Velocidad bin. máxima</b>	64 Kbps.	2 Mbps o más.	622 Mbps ~ 2,4 Gbps.
<b>Control de Errores</b>	Detección y Corrección salto por salto. LAP-B (HDLC).	Nodos intermedios RTX. Los extremos detectan. Las capas superiores corrigen. LAP-D y LAP-F (HDLC).	Sólo de extremo a extremo hay control de HEADER y de CELDA: detecta y a veces corrige. Las capas superiores corrigen. Detecta en el HEADER solamente.
<b>Soporte de Comunicaciones</b>	Red analógica y digital. Baja calidad.	ISDN. Mejor calidad.	B-ISDN. Alta calidad.
<b>BER</b>	$\sim 10^{-4}$ .	$\sim 10^{-7}$ .	$\sim 10^{-12}$ .
<b>Nombre PDU</b>	Trama y Paquete.	Cuadro.	Celda o Célula
<b>Longitud PDU</b>	Grande y variable. 16 B / 1024 B.	Grande y variable. 1600 B / 4096 B.	Pequeño y fijo. 53 B.
<b>Longitud MTU</b>	128 B (Capa 3).	4090 B.	48 B.
<b>Tipo de Tráfico más adecuado</b>	File Transfer, Batch, Correo electrónico.	Ráfagas (LAN), voz.	Información en tiempo real, voz, video.
<b>Tipo de Servicio</b>	Con conexión.	Con conexión.	Con conexión.
<b>Conmutación</b>	En Capa 3. Por software. Mayor procesamiento.	En Capa 2. Por software. Menor procesamiento.	Por hardware. Menor retardo.
<b>Multiplexación e Identificadores</b>	LC (canal lógico). VC (circuitos virtuales). LCI.	VC (circuitos virtuales). DLCI.	VP (camino virtual). VC (circuitos virtuales). VPI y VCI.
<b>Eficiencia</b>	Asignación fija.	Asignación por demanda.	Asignación por demanda.

**Comparación de Control de Errores por Niveles**

<b>X.25</b>	<b>Frame Relay</b>	<b>ATM</b>
Control total, capa por capa, con detección y corrección.	Sólo detección en todo el cuadro.	Sólo detección en la celda.



## Unidad N°8: “Protocolo MPLS”

### MPLS – Multi Protocol Label Switching

- **Tecnología que busca simplificar o mejorar la eficiencia de las redes.** Proporciona QoS e ingeniería de tráfico a una red global que soporte todo tipo de tráfico.
- **Puede considerarse como:**
  - **Un sustituto de la arquitectura IP sobre ATM.**
  - **Un protocolo para hacer túneles.**
  - **Una técnica para acelerar el encaminamiento de los paquetes.**
- **Integra Niveles 2 y 3 del Modelo OSI.** Combina las ventajas del control de enrutamiento del N3 con las de conmutación rápida del N2. Constituye la evolución de las tecnologías de integración de N2 y N3, IP Sobre ATM y Conmutación IP.
- **Funciona sobre cualquier tipo de tecnología de Capa 2** (PPP, LAN, FR, ATM, etc).

### Problemas que Resuelve

- **Problema de QoS:** la calidad de servicio se ve afectada por retardos (delay), congestiones y pérdida de paquetes. Cada router debe estar analizando el datagrama IP y su Header, generando retardos.
- **Problema de IP Routing:** el proceso de análisis de direcciones y enrutamiento se debe hacer en cada nodo perteneciente a una red IP. Cada terminal y Router tiene su tabla de enrutamiento.
- **Problema del Camino más Corto:** MPLS busca el camino más optimo, independientemente de la cantidad de Routers que deba atravesar (más corto).

### Componentes y Conceptos

- **LSR (Label Switching Router)**
  - Es un enrutador de alta velocidad especializado en el envío de paquetes etiquetados por MPLS.
  - Es capaz de enviar paquetes de capa 3 nativos.
  - Los LSR pueden ser internos o externos (entrada y salida).
- **Etiqueta**
  - Es un identificador corto (de long. fija) y con significado local, empleado para identificar un FEC.
  - Un paquete puede tener una o mas etiquetas apiladas (jerarquía).
- **FEC (Forwarding Equivalence Class)**
  - Agrupación de paquetes que comparten los mismos atributos y/o requieren el mismo servicio.
  - Se asigna en el momento en que el paquete entra a la red.
  - Todos los paquetes que forman parte de la clase siguen el mismo LSP.

- **LSP (Label Switched Path)**

- Es una ruta a través de uno o mas LSRs en un nivel de jerarquía que sigue un paquete de un FEC.

## Formato del Header

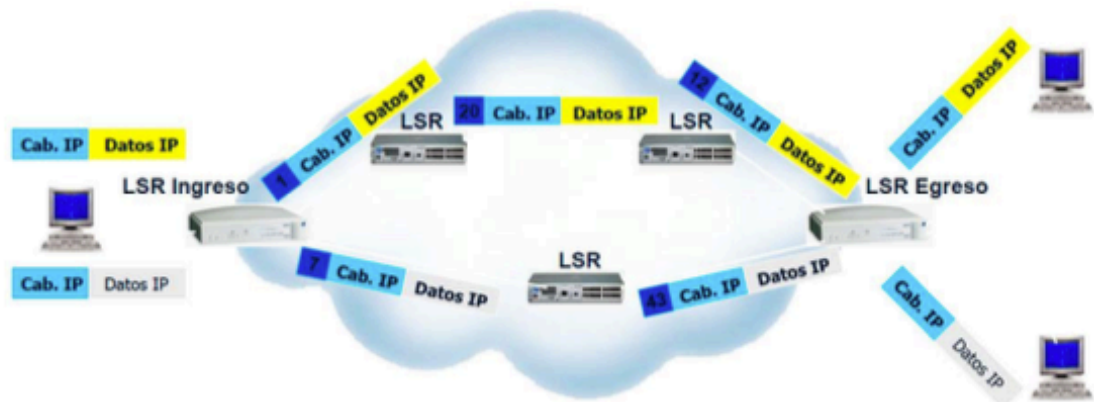
**Formato del HEADER (genérico) → 34 b.**

		8 b	1 b	3 b	20 b	
Datos de Usuario	HEADER IP	TTL	S	EXP	Etiqueta	HEADER Capa 2
		HEADER MPLS				
	Capa 3	Capas 2 y 3				Capa 2

- **TTL (Time To Live)** → contador de tiempo de vida → funcionalidad estándar TTL de las redes IP.
- **S** → bit de pila, usado para indicar el apilado de etiqueta de forma jerárquica.
  - S=1 → hay otra etiqueta a continuación.
  - S=0 → hay una única etiqueta.
- **EXP** → identificador de las clases de servicio (CoS).
- **Etiqueta.**

## Esquema de Funcionamiento y Control de Información

### Funcionamiento – Esquema General



1. Los datagramas IP ingresan al LSR de ingreso, donde se determina el FEC. Asignado el FEC, se determina el LSP (camino). Y en función del LSR, se aplican las etiquetas. Ya en la nube, cada datagrama IP tiene una etiqueta.
2. Cuando el datagrama IP llega a un LSR, se cambia la etiqueta... y se van pasando.
3. Cuando el datagrama IP llega al LSR de egreso, éste le saca la etiqueta. Y ahí finaliza el proceso.

### Control de Información

- Generación de tablas de envío que establecen los LSPs.
  - Uso de protocolos de enrutamiento internos IGP → OSPF, ISIS, RIP.
- Distribución de la información sobre las etiquetas a los LSRs.
  - Uso de diversos protocolos con variaciones en el intercambio de etiquetas, como:
    - LDP → mapea los destinos IP (*unicast*) en etiquetas.
    - RSVP, CR\_LPD → usado para ingeniería de tráfico y reserva de recursos.
    - BGP → para etiquetas externas (VPN).

## Unidad N°9: “Seguridad en Redes de Datos”

### Conceptos Generales

- **Confidencialidad / Privacidad:** restringir el acceso a la información solo mediante autorización de forma controlada.
- **Autenticidad:** respecto de la información que resguardo como así también del acceso a la misma.
- **Integridad de los Datos:** conservar la integridad de la información permitiendo modificaciones autorizadas y evitando la pérdida de datos.
- **Ataques Informáticos:** interceptación, fabricación, modificación y destrucción.

### Estrategias / Métodos de Seguridad

- **Claves de Acceso:** utilización de claves para el acceso a los sistemas y a los recursos.
- **Encriptado de Datos:** preserva la confidencialidad de los datos.
- **Seguridad Física de los Dispositivos:** deben estar en sitios seguros y en condiciones de resguardo aseguradas.
- **Firma Digital:** técnica de seguridad aplicada sobre cierta información digital que se intercambia en una red. Está basada sobre la criptografía asimétrica y la función de hash.
- **Firewall:** componente de red que constituye una barrera de seguridad entre una red interna/privada y una externa/pública. Se compone de hardware y software. Aplicación en Capa de Red y de Aplicación.
- **Capacitación de Usuarios y Administradores:** es importante y necesario que los RRHH estén preparados.
- **Protocolos de Seguridad:** protocolos que permitan agregar encriptado y autenticación a las coms.
- **VPN:** se logra a través de enlaces debidamente securizados, basados en protocolos de seguridad.

### Análisis de Riesgos de Seguridad

- Riesgos basados en el comportamiento humano.
- Fugas de Información: errores humanos o acciones accidentales por exceso de confianza.
- Ataques de Virus: error humano producto de priorizar beneficios sobre los riesgos.
- Ataque de Logs: ataques al almacén de actividades de usuarios, usados en análisis forenses.

### Seguridad en Redes Inalámbricas

- Comparación entre WEP, WPA y WPA2:

	WEP	WPA	WPA2
<b>Encriptación</b>	RC4.		AES.
<b>Rotación de clave</b>	Ninguna.	Claves de sesión dinámicas.	
<b>Distribución de clave</b>	Tipeadas manualmente en cada dispositivo.	Distribución automática disponible.	
<b>Autenticación</b>	Usa clave WEP.	Puede usar 802.1x & EAP.	

## Seguridad por Capas del Modelo OSI

•	<table><tr><td><b>Aplicación</b></td><td><ul style="list-style-type: none"><li>• Auditoría de: servidores, accesos remotos, <i>firewall</i>, correos electrónicos, DNS, etcétera.</li><li>• Control de archivos .LOG.</li></ul></td></tr><tr><td><b>Presentación</b></td><td><ul style="list-style-type: none"><li>• Criptografía.</li></ul></td></tr><tr><td><b>Sesión</b></td><td><ul style="list-style-type: none"><li>• Control de acceso.</li></ul></td></tr><tr><td><b>Transporte</b></td><td><ul style="list-style-type: none"><li>• Auditoría del establecimiento de sesiones y de los puertos (cuáles están habilitados).</li><li>• Operación con conexión (TCP) o sin conexión (UDP).</li></ul></td></tr><tr><td><b>Red</b></td><td><ul style="list-style-type: none"><li>• Auditoría de las rutas y direcciones.</li><li>• Trabajo en el ROUTER sobre: contraseñas, configuración, protocolo de ruteo, listas de control de acceso, archivos .LOG, alarmas, etcétera.</li><li>• Auditoría en ARP y direccionamiento IP (estático o dinámico).</li></ul></td></tr><tr><td><b>Enlace de Datos</b></td><td><p>Es la última capa que encapsula a las capas anteriores.</p><ul style="list-style-type: none"><li>• Uso de analizadores de protocolos → para control de direcciones MAC, de configuraciones, análisis de tráfico (<i>Wireshark</i>) y de colisiones, evaluación de accesos WiFi, etcétera.</li></ul></td></tr><tr><td><b>Física</b></td><td><ul style="list-style-type: none"><li>• Auditoría del canal que se use.</li><li>• Plano de la red.</li><li>• Análisis de la topología.</li><li>• Puntos de acceso físico.</li><li>• Potencias, frecuencias utilizadas.</li></ul></td></tr></table>	<b>Aplicación</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Auditoría de: servidores, accesos remotos, <i>firewall</i>, correos electrónicos, DNS, etcétera.</li><li>• Control de archivos .LOG.</li></ul>	<b>Presentación</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Criptografía.</li></ul>	<b>Sesión</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Control de acceso.</li></ul>	<b>Transporte</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Auditoría del establecimiento de sesiones y de los puertos (cuáles están habilitados).</li><li>• Operación con conexión (TCP) o sin conexión (UDP).</li></ul>	<b>Red</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Auditoría de las rutas y direcciones.</li><li>• Trabajo en el ROUTER sobre: contraseñas, configuración, protocolo de ruteo, listas de control de acceso, archivos .LOG, alarmas, etcétera.</li><li>• Auditoría en ARP y direccionamiento IP (estático o dinámico).</li></ul>	<b>Enlace de Datos</b>	<p>Es la última capa que encapsula a las capas anteriores.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Uso de analizadores de protocolos → para control de direcciones MAC, de configuraciones, análisis de tráfico (<i>Wireshark</i>) y de colisiones, evaluación de accesos WiFi, etcétera.</li></ul>	<b>Física</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Auditoría del canal que se use.</li><li>• Plano de la red.</li><li>• Análisis de la topología.</li><li>• Puntos de acceso físico.</li><li>• Potencias, frecuencias utilizadas.</li></ul>
<b>Aplicación</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Auditoría de: servidores, accesos remotos, <i>firewall</i>, correos electrónicos, DNS, etcétera.</li><li>• Control de archivos .LOG.</li></ul>														
<b>Presentación</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Criptografía.</li></ul>														
<b>Sesión</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Control de acceso.</li></ul>														
<b>Transporte</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Auditoría del establecimiento de sesiones y de los puertos (cuáles están habilitados).</li><li>• Operación con conexión (TCP) o sin conexión (UDP).</li></ul>														
<b>Red</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Auditoría de las rutas y direcciones.</li><li>• Trabajo en el ROUTER sobre: contraseñas, configuración, protocolo de ruteo, listas de control de acceso, archivos .LOG, alarmas, etcétera.</li><li>• Auditoría en ARP y direccionamiento IP (estático o dinámico).</li></ul>														
<b>Enlace de Datos</b>	<p>Es la última capa que encapsula a las capas anteriores.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Uso de analizadores de protocolos → para control de direcciones MAC, de configuraciones, análisis de tráfico (<i>Wireshark</i>) y de colisiones, evaluación de accesos WiFi, etcétera.</li></ul>														
<b>Física</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Auditoría del canal que se use.</li><li>• Plano de la red.</li><li>• Análisis de la topología.</li><li>• Puntos de acceso físico.</li><li>• Potencias, frecuencias utilizadas.</li></ul>														