

# RESUMEN INTEGRAL 1ER PARCIAL

## Red

El conjunto de recursos de comunicaciones y de informática (infocomunicaciones) que forman un sistema para el transporte de información

Red telefónica, tv y datos estaban separadas → AHORA son redes **integradas**, multimedia y **convergentes**

Su objetivo principal es compartir recursos

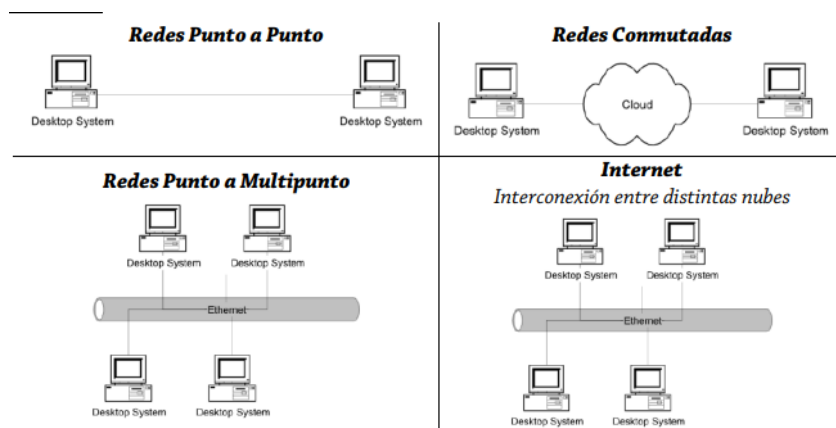
## Composición de Red

Equipos Terminales (DTE) → empleados por los usuarios que quieren disponer de la red

Nodos de red → Permiten el transporte de información

Enlaces de comunicaciones → Vinculan los DTE con los NODOS

## Tipos de Redes



Por area geográfica → LAN, MAN, WAN

## Tipos de Enlaces

### Punto a Punto o Punto a Multipunto

**Dedicados** → el medio no se comparte, sin intermediario entre transmisor y receptor

**Conmutados** → El medio se comparte

**Conmutación de circuitos** → Cada conmutador establece una conexión definiendo un camino. CON **Monopolio de recursos** ya que el recurso de conmutación no se comparte y es con **conexión Física**

**Conmutación de Paquetes** → Entre paquete y paquete hay espacios de tiempo donde se libera el conmutador. Es por **circuitos virtuales** o **datagrama**

Tipos de Conmutación		Monopolio de Recursos	Conexión
<b>Conmutación de Circuitos</b>		CON	CON
<b>Conmutación de Paquetes</b>	<b>Modo Circuitos Virtuales</b>	SIN	CON
	<b>Modo Datagramas</b>	SIN	SIN

Conmutación de <b>CIRCUITOS</b>	Conmutación de <b>PAQUETES</b> <i>Circuitos Virtuales</i>	Conmutación de <b>PAQUETES</b> <i>Datagramas</i>
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.
Encaminamiento 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.	
Uso eficiente para voz. Uso ineficiente para datos.	Uso eficiente para datos. Menos eficiente para voz.	
Se cobra por tiempo y distancia.	Se cobra por cantidad de paquetes y tiempo. La distancia, en general, no influye.	
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.	



Siempre que se trabaja con servicios con conexión es necesario **Establecer** la comunicación, **mantenerla** y después **liberarla**

Una red Telefonica puede dividirse en niveles y en cada nivel usar una topología conveniente.

## Señalización

La información intercambiada por el establecer, mantener y liberar una comunicación

**SAC - Señalización Asociada al Canal** → Cada canal tiene una señalización (un mini AB). **analógico. (FDM)**

**SCC - Señalización por Canal Común** → En el mismo canal va la señalización de otros canales. **Digital (PCM-30)**

## Volumen de Tráfico / Flujo de Tráfico

$$A = C * TR$$

A → flujo/volumen de trafico  $A = [E]$

C → Intensidad del trafico  $C = \left[ \frac{\text{cant de llamadas}}{\text{unidad d tiempo}} \right]$

TR → Tiempo de retención/duración de la llamada  $TR = [\text{segs}]$

## ISDN - RDSI - Red Digital de Servicio Integrados

lleva información digital a través de enlaces de comunicación digitales desde la central al domicilio del usuario

Capa1 del modelo OSI, funciona con modulación PCM - PCM-30/PCM-24 y multiplexa por TDM (orden superior)

Interfaz	Canales	$v_{\text{útil}}$	$v_{\text{total}} = v_{\text{útil}} + v_{\text{sincronismo}}$
<b>Acceso BRI</b> <i>Interfaz de Velocidad Básica</i>	2B+D.	144 kpbs.	160 kpbs.
<b>PRI – EEUU</b> <i>Interfaz Primaria</i>	23B + D	1.536 kpbs.	1.544 kpbs.
<b>PRI – Europa</b> <i>Interfaz primaria</i>	31B + D	2.048 kpbs.	2.048 kpbs.

Donde:

“B” → Canal B → canal de información de usuario → 64 kpbs.

“D” → Canal D → canal de datos de señalización → si es BRI, 16 kpbs; si es PRI, 64 kpbs.

## Clasificación de Redes

### Por area Geográfica

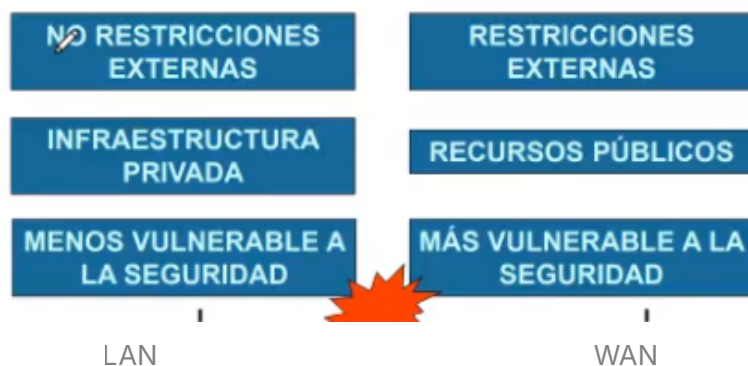
Ares locales → LAN

areas Extendidad → MAN (metropolitana), WAN

	LAN	WAN
<b>Distancias</b>	Cortas.	Grandes.
<b>Velocidades de transmisión</b>	Alta.	Baja.
<b>Calidad de enlaces</b>	Mayor (bajo BER).	Menor (alto BER).
<b>Uso de canales</b>	... de difusión.	... punto a punto.
<b>Seguridad</b>	Mayor (menos vulnerable).	Menor (más vulnerable).
<b>Afectación por restricciones externas</b>	NO se ven afectadas.	SÍ se ven afectadas.
<b>Infraestructura/Recursos</b>	Infraestructura privada.	Recursos públicos.

### LAN es mas rápida que WAN

Wan usa conmutación, LAN difusión conmutada



## **Segun el ámbito**

Públicas → PSDN, PSTN (redes de datos o telef de conmutación publica)

Privadas → RPV (redes privadas virtuales)

## **Segun el Metodo de Operación (conmutación d paquetes)**

Circuitos virtuales → PVC, SVC - CON CONEX

Datagramas - SIN CONEX

## **Segun la Tecnología (analógicas/digitales)**

## **Segun ancho de Banda**

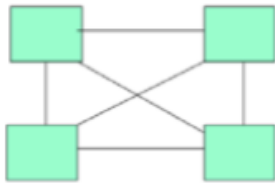
## **Segun la parte de la red donde actúa**

Red de acceso → interconexión con el usuario

Red de transporte → interconexión entre centrales

## **Topología**

**Malla**



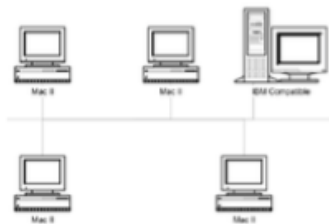
- Más común con pocos nodos.
- La cantidad de enlaces queda determinada por la cantidad de nodos:
$$N_{enlaces} = \frac{n_{nodos} \cdot (n_{nodos} - 1)}{2}$$
- Tiene mayores costos (debido a los enlaces).

**Estrella**



- Más común con muchos nodos → la poca confiabilidad se resuelve agregando redundancia.
- Hay tantos enlaces como terminales.
- Un SWITCH en el medio.

**Bus o Lineal**



**Ring o Anillo**



## Protocolos de Comunicaciones - Standard OSI

Conjunto de reglas y procedimientos que regulan las comunicaciones entre dos o más dispositivos.

**Permiten intercambiar información entre capas que cumplen las mismas funciones de distintos sistemas.**

Gobierna el formato y el significado de los elementos que se intercambian.

**Permite la interoperabilidad entre sistemas.**

Proveen información de Headers y Trailers.

HEADER	PAYLOAD	TRAILER
<i>información de protocolo</i>	<i>información a transmitir</i>	<i>información de protocolo</i>



Una Capa provee servicios a la superior y accede a los de la inferior.



Comunicación entre adyacentes de mismo sistema → Interfaces.



Comunicación entre capas del mismo nivel, pero distintos sistemas  
⇒ **Protocolos.**

## Características de los Protocolos

### Segun Estructura-Arquitectura

Monolíticos (único protocolo)

Estructurados (conj d protocolos organizados con estructura de capas)

### Segun tipo de Enlace-Red

Directos (pto a pto)

Indirectos → nodos como intermediarios

### Segun jerarquía

Simétricos → entre pares, pto a pto

Asimétricos → estructuras jerárquicas, cliente - servidor

### Segun Normalización

Normalizados → siempre el mismo protocolo para cualquier comu. MAS SIMPLE

No Norm → un protocolo por comu

## Servicios de los Protocolos

Con conexión hay **orientación** a monopolio de recursos.

Servicios que brindan los protocolos	Servicios CON conexión (orientados a la conexión)	Servicios SIN conexión (orientados a la no conexión)
<b>Monopolio de recursos</b>	CON y SIN monopolio de recursos.	SIN monopolio de recursos.
<b>Orden de llegada</b>	CON orden de llegada.	SIN orden de llegada.
<b>Encaminamiento</b>	"Como un tubo" → un único camino.	Encaminamiento independiente por cada PDU.
<b>Transferencia</b>	Transferencia libre de errores.	Enfoque: mejor intento.
<b>Modo de operación</b>	CIRCUITO VIRTUAL.	DATAGRAMA.

## Principales Funciones de los Protocolos

**Control de Flujo de Datos** → para no saturar con un volumen de información

**Control de la Actividad en el Canal:** para que pueda utilizarse sin problemas.

**Control de Errores:** garantizan que los bloques de datos lleguen sin errores, perdidas, u omisiones y sin duplicaciones

**Segmentación y Ensamblado:** armado y desarmado de bloques de datos (PDU). Según el tamaño, se obtienen distintas características en la comunicación:

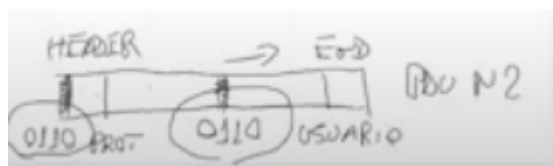


PDU → UNIDAD DE DATOS PROTOCOLAR

**Menor PDU:** + eficiencia en el control de errores, + facilidad de transmisión, < memoria, < necesidad de interrupciones, + información adicional relativa, + latencia.

**Mayor PDU:** + eficiencia en la transmisión. < información relativa y < tiempo de latencia.

**Dar Transparencia:** asegurar no afectar los datos originales con el uso de los datos del protocolo.



**Encapsulamiento:** agrega información de control a los datos

**Sincronismo:** de carácter o de bloque. (el de bit siempre esta)

**Control de la conexión** → establecimiento, transf y cierre.

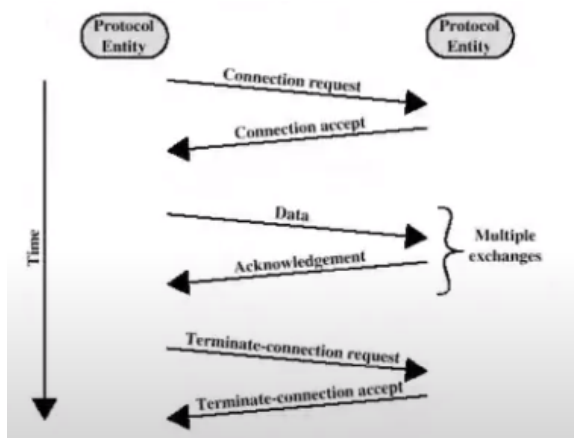
**Entrega en Orden** → usa numeración secuencial

**Direccionamiento** → niveles, alcance, identificador de conexión y modos

**Multiplexación** → Varias conexiones en un mismo vinculo. Sondeo y selección

**Servicios de Transmisión**





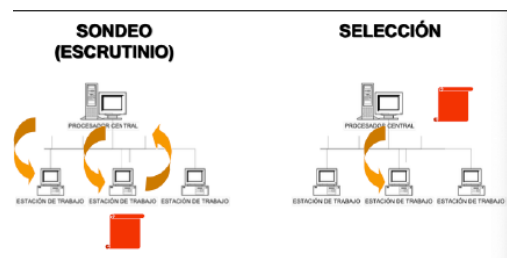
Aca se ve como se establece, mantiene y libera la ultima conexion

## Sondeo y Selección

Método para el control de transmisiones en una línea compartida.

Actividad del procesador central/primario

Sondeo → Estación primaria gobierna el medio compartido entre varias secundarias. La EP sondea quien tiene trafico de ES. Cuando alcanza la Es que tiene un mensaje, la EP le da el ok a ES para que envíe y continua el sondeo



Selección → la EP que tiene un msje previamente enviado por ES selecciona al destinatario correspondiente.

ARQ hace sondeo y selección. Tiene timeout. Se usa en los protocolos de redes.

ARQ STOP AND WAIT (RQ inactivo) Y ARQ SLIDING WINDOWS (RQ continuo)

- **ARQ Stop-and-Wait** → se transmite mensaje a mensaje esperando un ACK o un NAK.
    - La operación es half-duplex → no requiere comunicación simultánea.
    - Hay ineficiencia si hay velocidades altas y grandes **distancias**.
    - Si el paquete es chico →  $t_{propagación} > t_{transmisión}$ .  
Si el paquete es grande →  $t_{propagación} < t_{transmisión}$ .
    - [A] envía paquete #1 a [B] → [B] hace detección de errores:
      1. → [B] envía un ACK a [A] → [A] envía paquete #2 a [B].
      2. → [B] envía un NAK a [A] → [A] envía paquete #1 nuevamente a [B].
    - Si luego de cierto tiempo (*time-out*) [A] no recibe ninguna confirmación de [B], entonces [A] asume que se recibió un NAK. Ergo, vuelve a enviar el paquete.
  - **ARQ Sliding Windows** → permite al emisor transmitir múltiples segmentos de información antes de comenzar la espera para que el receptor le confirme (con un ACK) la recepción de los segmentos. Esa validación contiene el número de la siguiente trama que espera recibir el receptor, o bien, el número de la última trama recibida con éxito (ACK **n**, siendo **n** el número de trama en cuestión). Con este aviso, el emisor podrá distinguir el número de envíos realizados con éxito, los envíos perdidos y los envíos que se esperan recibir.
    - Concepto de **ventana** → cantidad de paquetes que puede transmitir A sin esperar recibir conformidad de B:
      1. Se puede trabajar con un tamaño de ventana fijo o variable.
      2. Recibir un ACK permite liberar el *buffer* y deslizar la ventana.
    - Requiere número de paquete.
    - La operación es full-duplex → se requiere comunicación simultánea.
- Piggyback* → transmisión de información y recepción de ACK/NAK al mismo tiempo.

## Sistema sin sondeo - técnicas de control de flujo

**Caracteres de control de flujo** (van dentro de códigos normalizados)

- X-ON: si la receptora no tiene buffer saturado, envía x-on al otro extremo
- X-OFF → si receptora tiene buffer saturado envía x-off

**Señales de interfaces digitales** (método fuera de banda)

**Señales de interfaces digitales** (método fuera de banda)

- RTS → Req to Send (v.24 y RS-232)
- CTS → Clear to Send

**TDMA** → Método de acceso - Acceso multiple por division de tiempo

- TDM - método de multiplexación

## Sistema con manejo de prioridad

## Manejo de prioridad

CON prioridad de uso del canal	SIN prioridad de uso del canal
Aloha ranurado.	Aloha puro/aleatorio.
Sensado de portadora.	
Paso de testigo/token.	

## LAN IEEE 802

<i>Modelo OSI</i>	<i>Modelo IEEE 802 (redes LAN)</i>
Aplicación	Protocolos de capas superiores
Presentación	
Sesión	
Transporte	
Red	
Enlace de Datos	[LLC] Control de Enlace Lógico
	[MAC] Control de Acceso al Medio
Física	Física
<b>MEDIO</b>	<b>MEDIO</b>

Alcance del Modelo IEEE 802

Las subcapas LLC y MAC cubren las funciones que cubre el protocolo HDLC (High level Data Link Control)

**Los protocolos LAN dependen de que capa se trate, el método de acceso a medio (contención/aleatorio o Token Passing/Determinístico/secuencial) y el medio de transmisión y a topología de red**

## Placa de red

DCE por defecto. capa 1 modelo ieee 802

Componentes Genéricos:

**Modulo Controlador** → interactúa con el equipo terminal de datos que me entrega la info.

- Formato en trama (PDU capa 2)

- Generación de FCS (Frecuencia de control de trama) con técnica de detección de errores (ej CRC)
- Sincronismo de bit
- **Codificación** → Código de línea manchester o manch diferencial. Va de código fuente a código línea

**Modulo Transreceptor - Transceiver** → interactúa con el **medio**.

- Modula-Demodula
- Censa la señal portadora. Detecta la portadora y luego cuando se transmite información detecta la señal moduladora. Se alerta a todo el sistema para recibir información o saber si el canal está ocupado
  - Si se escucha la portadora → Canal ocupado
  - Si no se escucha → Canal libre.



Portadora → no contiene info.  
Modulada → Tiene info

- **Detección de Colisiones** → tipo de ruido que se superpone a la señal útil, o interferencia producida cuando dos o más estaciones de trabajo requieren usar el medio y colocan una trama.

Según el protocolo usado, se puede tener sincronismo de bloque o de carácter.

## Dirección MAC

Dirección **física** impregnada en el hardware/electrónica del dispositivo de red

Identifica unívocamente al dispositivo → Cada disp tiene una dirección MAC.

Si hay dos dispositivos con la misma MAC en una misma red LAN ocurren colisiones

48 bits repartidos en 6 grupos de 2 dígitos hexadecimales.

**F0 : E1 : D2 : C3 : B4 : A5**

**24 bits de fabricante, 24 de placa de red.**

**Dirección Broadcast** → FF:FF:FF:FF:FF:FF

Permite la transmisión de datos simultanea a una multitud de nodos receptores en una misma subred

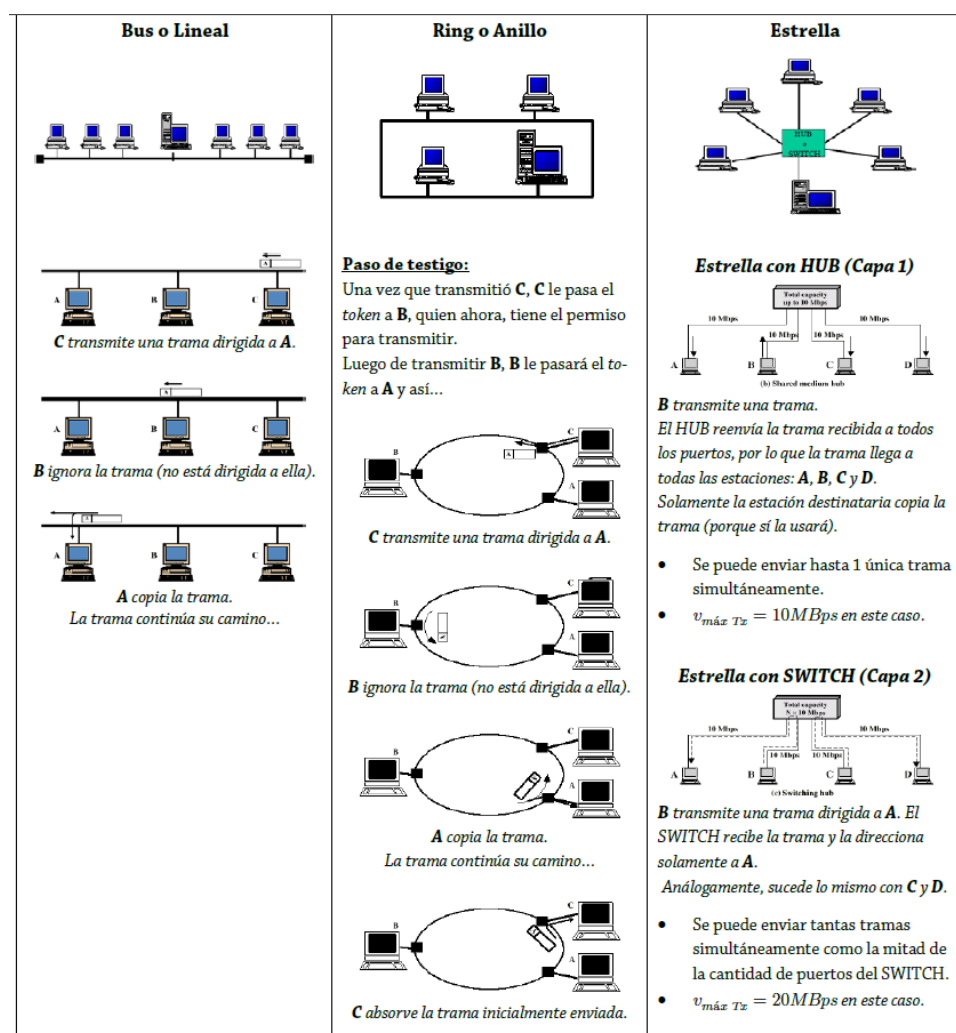
Útil cuando se desconoce la dirección MAC del destino

## Topología LAN

Se puede tener físicamente una topología y lógicamente otra



Si tengo conmutadores → uso conmutación. si no, es difusión



## Capa Física

Capa 1 de modelo OSI y de **Modelo IEEE 802 (redes LAN)**

**Codifican y Decodifican** → decide que códigos de línea se usaran

**Generan y eliminan preámbulo** → el transmisor lo genera, el receptor lo elimina

**Preámbulo** → forma parte de header de la trama y brinda sincronismo de bloque

Transmiten y reciben bits

### **Medios de transmisión utilizados**

- Par trenzado → UTP y STP
- Cable coaxil → Fino(mas atenuación menos alcance) y grueso (menor atenuación, mas alcance)
- Fibra Óptica → Monomodo y multimodo
- Inalámbrico → onda electromagnética



SIEMPRE HAY UNA TOPOLOGIA, SEA INALAMBRICO O NO

## **Subcapa MAC - Control de acceso al medio**

Capa 2 modelo OSI un modelo IEEE 802 redes LAN

PDU → Unidad da datos, trama

- Ensambla (Tx) y desensambla (Rx) tramas
- Detecta errores con CRC
- Maneja direcciones MAC
- Procedimiento de control → Centralizado o distribuido
- **Control del Acceso al Medio**
  - Síncronas (fijas)
  - Asíncronas (dinámicas)
    - Rotación circular (Token Passing) → secuencial/Determinístico.  
**Adecuada cuando muchas estaciones generan trafico**
    - Reserva → Da ranuras de tiempo para transmitir. **Adecuada cuando el trafico es continuo**
    - Contienda → Aleatorio. **Adecuada cuando el trafico es por ráfagas**



LAN → Tráfico por Ráfagas, no continuo. LAN USA TECNICAS ASINCRONAS

## Formato genérico de trama MAC - CAPA 2

Dirección MAC del Destino	Dirección MAC del Origen	Campo de Control MAC	<b>PDU LLC (PAYLOAD)</b>	CRC
---------------------------	--------------------------	----------------------	--------------------------	-----

*La **PDU LLC** está encapsulada en la **trama MAC**.*

Capa 1 → preámbulo. todo lo MAC es capa 2

## Subcapa LLC - Control de enlace lógico 802.2

Capa 2 de modelo OSI/Modelo IEEE 802.

PDU → PDU LLC

Interfaz con capas superiores

**Corrección de errores opcional por retransmisión y control de flujo → usa ARQ**

Similar a los protocolos de enlace HDLC, pero lo abre en LLC y en MAC. Debe admitir un acceso multiple, y la capa MAC libera de algunas funciones de enlace.

**Control de flujo opcional** → Usa técnicas xon xoff y RTS-CTS

Controla el flujo entre terminales para evitar problemas de capacidad de almacenamiento de buffers.

Control de congestion en los nodos de la nube

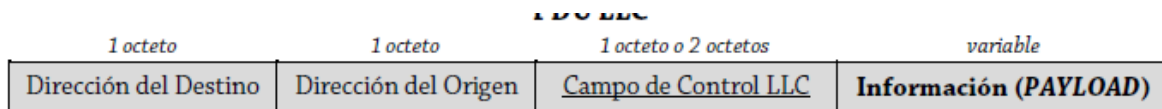
**Direccionamiento en LLC**, no MAC → Determina usuarios origen y destino que son **protocolos en la capa superior**. 1 solo protocolo LLC.

**Brinda servicios no orientados a la conexión, sin confirmación (datagrama)** (Mas rápido, poco confiable) y con confirmación (datagrama confirmado, sin conexión lógica)

Con confirmación, puede ser solo con aviso de llegada, o con aviso de llegada ok (ACK) o llegada no ok (NAK)

Brinda servicios orientados a la conexión → mas lento, pero mas confiable

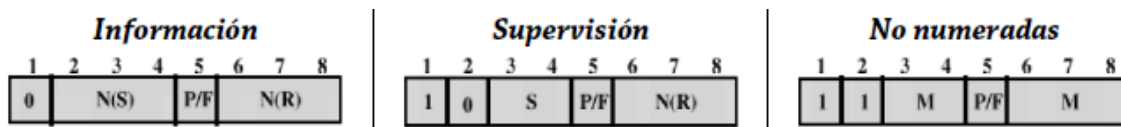
## PDU LLC



De acuerdo a servicio que se use, el Campo de Control LLC puede tener 1 o 2 octetos.

### 1 Octeto - 8 bits

- **Servicio no orientado a la conexión, sin confirmación**
- 3 tipos de PDU LLC



Par usar ARQ necesito numerar.



Donde:

-

**N(S)** → Numero de secuencia de envío

-

**N(R)** → Numero de secuencia de recepción

-

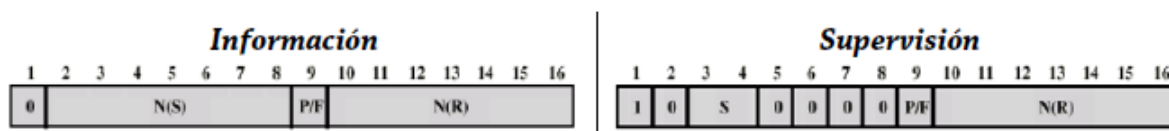
**S** → Mensaje de información

-

**M** → Mensajes específicos de bloques sin numeración

### 2 Octetos - 16 bits

- Amplia cantidad de bits para numerar secuencias de envío y recepción
- Servicio con conexión
- **Servicio no orientado a la conexión, con confirmación**
- 2 tipos de PDU LCC. usa version 8 o 16 bits de HDLC.





# Normas LAN IEEE

Técnicas de acceso al medio

Capas/Subcapas		Técnicas de Acceso al Medio				
		CSMA/CD	Token-Bus	Token-Ring	WLAN CSMA/CA	Prioridad de Demanda
Capas superiores		802.1				
2	LLC	802.2				
	MAC	802.3	802.4	802.5	802.11	802.16
1	Física	Coaxil fino/grueso. UTP.	Coaxil.	STP.	Radio. Wi-Fi.	Wi Max



LLC → control de flujo y gestión del enlace

MAC: entramado, detección de errores (CRC) y acceso al medio



**Dominio de colisión** - area de red donde se propagan las colisiones por ocupación del medio en forma simultanea por varios hosts. Los hubs y repetidores (capa1) propagan colisiones, mientras que los puentes, switches y routers no (capa2).

**Cada puerto de switch es un dominio de colisión**



**Dominio de broadcasts (capa2)** → area de red donde se propagan las tramas de difusión o broadcast.

**Limitado por routers (capa 3)**

**Colisión** → dos estaciones censan canal desocupado y transmiten tramas simultáneamente.

## Protocolos de Acceso al Medio

arbitran el uso del canal de difusión

### Contienda (Aleatorio) (prot acc medio)

## Aloha Puro

- **No censa** ocupación del canal → el usuario transmite cuando quiere
- **Detecta Colisiones**, cuando ocurre una el usuario debe esperar para volver a transmitir
- Menos eficiente → **mas probabilidades de colisión**

## Aloha Ranurado:

- Surge para solucionar el problema de la eficiencia del aloha puro
- Ranuras de tiempo donde solo un usuario puede transmitir
- **Mas eficiente** → menos probabilidades de colisión

**CSMA** → **censa permanentemente** presencia de portadora en el medio para poder acceder

- Si el medio esta desocupado, se toma el medio
- Si el medio esta ocupado, se establecen métodos respecto de persistencia
  - Persistente → espera un numero entero de  $RTT_{max}$  para censar
  - No Persistente → no censa continuamente el medio

Si esta ocupado, espera un tiempo **aleatorio**

**CSMA/CD** → censa señal portadora y **detecta colisiones 802.3**

Detecta colisiones mediante un algoritmo exponencial binario. Si detecta colisión, aborta la transmisión y transmite señal de aviso de colisión. Espera un tiempo aleatorio para transmitir

**CSMA/CA** → **evita colisiones 802.11 LA DE LAN WIFI**

Usa varias técnicas de evasión, como la posicional que establece prioridades de acuerdo a las posiciones de las estaciones.

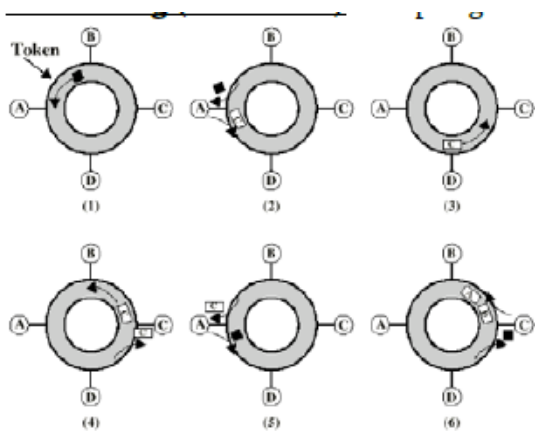
USA EL METODO DE 4 TRAMAS

## Paso de Testigo (determinístico/secuencial) (Protc Acc al Medio)

No se producen colisiones.. MONOPOLIZO EL CANAL CON EL TESTIGO-TOKEN

**Solo se puede transmitir si se tiene el token.** una vez que se termina se transmitir, se **libera el token** y se lo pasa a otro DTE.

## Token Ring (IEEE 802.5): Topología Bus/Lineal. Acceso Secuencial



1. Se pasa el token a **A**.
2. A recibe el token, y envía la trama a C
3. D ignora la trama, ya que va a C
4. C copia la trama y esta sigue su camino
5. La trama vuelve a A, y le pasa el token a D. como D no tiene que transmitir, lo ignora.
6. C recibe el token y transmite.

## Token Bus (IEEE 802.4) → Topología Ring. Acceso por difusión

1. Se establece el anillo lógico entre los DTE
2. El token se pasa a través del bus por anillo lógico, todos reciben las tramas.
3. El DTE espera el token para transmitir
4. El DTE transmite todas las tramas y le pasa el token el próximo DTE. Si recibe una trama, supone que todo ok. Si no tiene que adoptar acciones correctivas.



## Topología Estrella

Con concentrado hub (repetidor regenerativo multipuerto). Llega una señal y se la repite a todos los puertos.

Si en vez de un hub uso un switch, es mucho mas eficiente ya que abre puertos entre todos los dispositivos, en vez de repetir todas las transmisiones a todos los dispositivos.

## Tiempo de propagación entre estaciones → Ligado a la distancia entre estaciones

RTT - Round Trip Time →  $RTT = 2 * T_{propagacion}$

$RTT_{max}$  → Tiempo de extremo a extremo

Tiempo de detección de colisión <  $RTT_{max}$

**Tiempo de Transmisión de Trama** - ligado a la cantidad de bits por trama

$$T_{propag} \sim P_{colision} - RTT_{trans} \sim \frac{1}{P_{colision}}$$



Cuanto mayor RTT, mas probabilidad de colisión  
> tp o < Ttx → + probabilidad d colisión

## Capa 1 - Física → Repetidor y HUB

**No tienen inteligencia. No conmutan**

**Solo recomponen y replican señales digitales.**

Propagan tanto colisiones como broadcasts MAC

REPETIDOR - 2 puertos || HUB - N puertos

## Capa 2 - Enlace de Datos → Bridge y Switch

### Bridge

- Interconecta dos LAN con la **misma capa fisica y capa MAC**.
- Almacena y controla errores previo a retransmitir tramas MAC.
- 2 puertos - memoriza solo dos direcciones
- Reenvía tramas MAC que corresponden al segmento. No carga la red.
- Tiene memoria, capacidad de direcc y enrutamiento.
- Permiten establecer comunicaciones entre un puerto y otro. (pto a pto).



Hay enrutamiento en capa 2, porque se almacenan las mac address.

## Switch

- Almacenan tablas de direcciones MAC asociadas a sus puertos, posibilita comunicaciones
- Mejora rendimiento y seguridad
- Pasan datos de un segmento a otro y liberan la conexión cuando terminan
- No propaga colisiones, pero si broadcast MAC.
- Puedo tener problemas de bucles e inundación de tramas.
- N cantidad d puertos

**Store and Forward:** almacena info, evalúa por CRC y reenvía. tiene demora y necesita buffer.

**Cut Through:** Reduce latencia, + rápido, lee solo los bytes de la dirección de destino (6). No detecta errores. Tiene una variante que no fragmenta tramas

**Adaptive cut Through:** Es compatible con los otros dos.

Tipos de Switch:



PREGUNTA D EXAMEN : VENTAJAS D UNO Y DE OTRO, EN Q CASOS USARIA CUAL

**64byte xq es el tamaño mínimo de toda la trama.** lo hace mas seguro  
no considero preámbulo xq es de capa 1  
o primero es la direc destino xq es lo que mira el switch

## Capa 3 - Red → ROUTER

- Capacidad de enrutamiento o encaminamiento de paquetes.
- Propaga difusión IP
- Permiten interconectar redes LAN con redes WAN y no **propagan colisiones**
- Limita broadcast de MAC (capa 2) pero no broadcast de IP (capa 3)

## Redes con CSMA/CD 802.3 (ethernet)

Evolución de las normas: Ethernet DIX 1.0/2.0 (mas antigua)  $\Rightarrow$  IEEE 802.3 (mas actual, en uso)

Usa la misma tecnología de conectividad física en la vieja y la nueva

Placa de red conformada por Controlador y Transreceptor (modula/demodula)

El formato de trama MAC solo difiere en un campo

### Trama Ethernet ieee 802.3 - TAM MINIMO 64 BYTES

Tamaño máximo de la PDU = 1518B  
 $64B \leq \text{Tamaño total de trama} \leq 1518B$

8B	6B	6B	2B	46B a 1500B	4B
Preámbulo	Dirección Origen	Dirección Destino	Tipo/Longitud de Trama	Información (PAYLOAD)	Frecuencia de Control de Trama

*En el tamaño total de la trama no se contabiliza al preámbulo porque es de Capa 1.*

El ultimo bit del preámbulo ethernet 802.3 es un 1. **se usa para mejorar el sincronismo de bloque** (la dif con el ethernet II)

- 6b Direcc origen
- 6B Direcc Destino
- 2b
  - Long de trama (802.3)  $\rightarrow$  Depende del payload
  - Tipo de trama (eth II)  $\rightarrow$  tipo de info que lleva
- Payload  $\rightarrow$  Si la trama  $< 64B$ , se agrega relleno.
- FCS  $\rightarrow$  Frec de control de trama  $\rightarrow$  CRC32. No llega al preámbulo



Se evitan tramas cortas para evitar t d tx bajos y t de prop altos, que llevan a colisiones.

## Detección de Colisiones

Algoritmo exponencial binario.

Calcula el tiempo de espera luego de una colisión.

Colisión  $i$  n de ranuras entre 0 y  $(2^i - 1)$

ranura de espera =  $RTT_{max} = 51,2 \mu s$  (red a 10Mbps)

Ranura de espera =  $\frac{\text{tam trama en bits}}{\text{bps d red}}$

**Tiempo total = tiempo ranura \* cant ranuras**

nmro máximo de ranuras = 1023

Después de 10 colisiones, el límite superior se fija en 1023.

Después de 16 colisiones la subcapa MAC aborta la transmisión.

El contador de intentos vuelve a 0 cuando la estación logra transmitir

## Tipos the Ethernet Básica

### 10B2 - Cable Coaxial Fino

- A menor sección transversal → mayor resistencia y atenuación
- **Topología** → bus lineal
- **Conector** → T-BNC.

Tarjeta de red (NIC) incluye controladora y transreceptor

Se usa un BNC para conectar el T-BNC a la NIC

- Coaxil 50 ohms Resistencia RG-58

Longitud máxima → 185m por segmento.

Cantidad máxima de nodos por segmento → 30.

Cantidad máxima de repetidores → 3 → 4 segmentos máximo.

Longitud máxima de todo el segmento → 740m = 4 segmentos de 185m cada uno.

Mas económica, mas flexible pero costosa de corregir un error.

### 10B5 - Cable Coaxil Grueso

A mayor sección transversal → menor resistencia y atenuación.

**Topología** → bus/lineal.

**Conector** → Vampiro, que incluye transreceptor.

Tarjeta de red incluye la controladora en la PC.

50 ohms resistencia óhmica

Usa interfaz AUI (cable con conector DB15) entre controladora y transreceptor  
→ 50m máximo

- Longitud máxima → 500m por segmento.  
Cantidad máxima de nodos por segmento → 100.  
Cantidad máxima de repetidores → 4 → 5 segmentos máximo.  
Longitud máxima de todo el segmento → 2500m (5 segmentos de 500m cada uno)

Máximo → 500m por segmento.

Más costoso, menos flexible.

## 10BT - Par Trenzado NO Blindado UTP (el mas común)

Cableado estructurado (normas EIA/TIA 568 y 570):

**Topología** → estrella con hub

**Conector** RJ-45.

Tarjeta de red incluye controladora y transreceptor.

**Cantidad máxima de repetidores: 4** (se pueden tener hasta 4 HUBs en cadena).

UTP 100 ohms:

- Categoría 5 → actual → ancho de banda hasta 100 MHz (extiende hasta 100 Mbps).
- Categoría 7 → actual → ancho de banda hasta 600 MHz (extiende hasta 10 Gbps).
- Categoría 8 → **futuro** → ancho de banda hasta 1200 MHz (extiende hasta ¿40 Gbps?).

Menos costoso, más flexible.

El par trenzado se puede compartir con telefonía (de los 4 pares, uno se usa para transmitir datos, uno para recibir y quedan 2 disponibles para telefonía).

## 10 B-F - Fibra Óptica

Hace uso de un par de cables de fibra por cada enlace.

Tipos:

- 10 B-FP → estrella pasiva, con 1km por segmento.



- 10 B-FL → enlace punto a punto entre estaciones/repetidores, a 2km máximo.
- 10 B-FB → troncal → enlace punto a punto entre repetidores, a 2km máximo.

## LAN de Alta Velocidad

### Ethernet Conmutada

No hay difusión a todos los integrantes del segmento.

Cada puerto constituye un dominio de colisión separado → no se producen colisiones.

El HUB/SWITCH aprende direcciones MAC para cada puerto, armando una tabla de ruteo.

No es necesario competir para acceder al medio compartido.

### Fast Ethernet - 100 Mbps.

Busca aumentar la velocidad, manteniendo el cableado, MAC y los formatos.

- IEEE 802.3 +- 100BT4 (UTP3).
- IEEE 802.3 -> 100B-TX (UTP5 o STP) y 100B-FX (FO).

**Full-Duplex** en lugar de Half-Duplex → **duplicación teórica de la velocidad de transmisión.**

### Gigabit Ethernet - 802.3Z de 1 Gbps.

Opción 1000 B-SX → FO multimodo: 275m o 550m.

Opción 1000 B-IX → FO: multimodo 550m/ monomodo 5km.

Opción 1000 B-CX → Cable de cobre (unión PC-tablero), 25m.

Opción 1000 B-T → cable UTP cat. 5 (pares no apantallados), 1000m.

### 10 Gigabit Ethernet

Incremento del tráfico respecto de Gigabit Ethernet.

**Uso de FO. Modo Full-Duplex exclusivamente.**

Distancias desde 300m hasta 40km.

Opciones físicas:

- Opción 10G B-S → FO multimodo (850nm, 1ª ventana), hasta 300m.
- Opción 10G B-L → FO monomodo (1310nm, 2da ventana), hasta 10km.
- Opción 10G B-E → FO monomodo (1550nm, 3 a ventana), hasta 40km.
- Opción 10G B-LX4 → FO monomodo o multimodo (1310nm, 2da ventana), hasta 10km.

## FDDI Interfaz de Datos Distribuidos por FO:

**Topología** : doble anillo

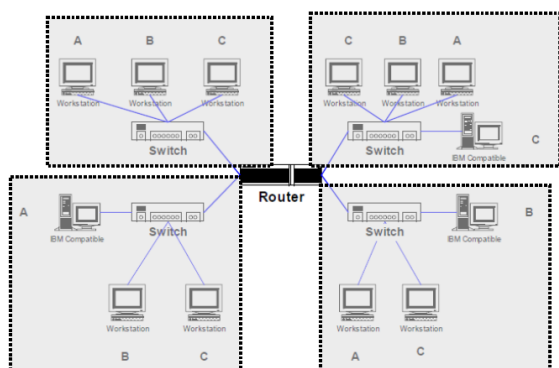
Si se llegara a caer una estación, se puede "puentear" (cerrar el lazo) para mantener la red. Es decir: se pasa de un doble anillo a un anillo simple.

**Velocidad**: 100 Mbps.

**Longitud** total : 100km.

Máxima cantidad de estaciones: 50

## VLAN (LAN Virtual)



En el ejemplo de la imagen se ven 4 LAN físicas y 3 VLANs (asociando puertos)

Asociación lógica de estaciones que componen una LAN, para reducir la difusión en la red.

**Cada VLAN es un dom de broadcast por separado.**

Usada para reducir difusión en la red cuando aumento numero de estaciones

Las asociaciones lógicas:

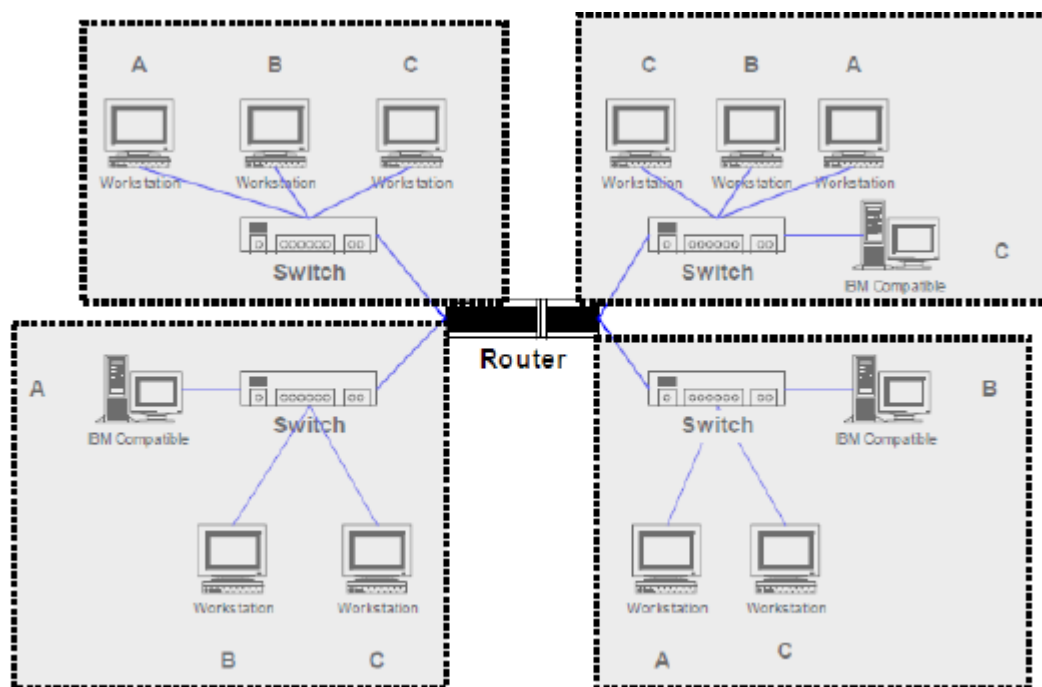
- Por puertos (Capa 1).
- Por direcciones MAC (Capa 2, Subcapa MAC).
- Por tipo de protocolo (Capa 2, Subcapa LLC).

- Por direcciones IP (Capa 3).
- Por aplicaciones (Capas superiores).

**Protocolo IEEE 802.1Q** → Múltiples redes pueden compartir un enlace (modo trunk).

**Protocolo IEEE 802.1D** → Incluye el protocolo STP (Spanning Tree Protocol).

- Impide bucles que se generan en los BRIDGES/SWITCHES, por haber vínculos redundantes.
- Transforma una red física de tipo malla con bucles en una red tipo árbol libre de bucles.



## IEEE 802.1D

Estándar de puentes MAC que incluye el protocolo **Spanning tree**. bloquea puertos para evitar que se formen loops.

# LAN INALAMBRICA WLAN 802.11

Aplicaciones:

- **Ampliación de redes** → empleo de access points para aumentar el alcance, o multicelda (wifi mesh, que pasas de un receptor a otro pero no hace falta Re autenticarse)

- **Interconexión de edificios** → uso de radioenlaces punto a punto que une routers, bridges o redes LAN
- **Acceso nómade** → el acceso q hacemos en el día a día en restaurants, cafeterias, etc.
- **Trabajo en red ad hoc** → sin servidor central, peer to peer. tipo el iWatch conectado al celular por bluetooth

ES MAS VULNERABLE QUE LAN

Redes adyacentes no pueden tener la misma frecuencia porque sino se interceptan

QoS → Quality of Service

## **Cosas que se analizan de LAN inalámbricas**

Rendimiento → capacidad para dar servicio

Cantidad de nodos → es limitada

Conexión a LAN troncal - backbone

Area de cobertura → la potencia depende de las condiciones climáticas y ausencia de obstáculos

Consumo de batería → en relación a telefonía móvil

UPS → Dispositivo q permite autonomía de energía limitada

Robustez en la transmisión y seguridad (confidencialidad)

Funcionamiento de redes adyacentes → Convivencia de access points

Funcionamiento sin licencia → Deben usarse canales habilitados por ENACOM

Traspaso (handoff→ cambio de celda) y Itinerancia (roaming → cambio de una red a otra)

## **Tecnologías inalámbricas para la transmisión de datos**

	WPAN	WLAN	WMAN y WWAN	WRAN
<b>Nombre</b>	<b>Bluetooth</b>	<b>WiFi</b>	<b>Wi Max</b>	-
<b>Estándar</b>	IEEE 802.15	IEEE 802.11	IEEE 802.16	IEEE 802.22
<b>Banda</b>	2,4 GHz.	2,4 GHz. 5,8 GHz.	2,3 GHz a 3,5 GHz.	54 MHz a 862 MHz.
<b>Velocidad máxima</b>	1 Mbps a 24 Mbps.	11 Mbps a 54 Mbps.	54 Mbps.	23 Mbps.
<b>Alcance</b>	10m.	~50m	60km.	33km ~ 100km.
<b>Técnica y Método de Modulación</b>	SS-FH. GFSK.	SS-FH y SS-DS.	-	OFDMA. Sin licencia.

WPAN → Redes de area personal inalámbrica

GFSK es FSK gaussiano

WLAN → Redes de area local inalámbrica

WRAN → Redes de area regionales inalámbrica

TV Digital por ejemplo. Espacios libres entre 54 y 862MHz. No usa TODAS las frecuencias.

OFDMA → Acceso multiple por division de frecuencia ortogonal. Son ortogonales entonces no se interfieren

## Tecnologías LAN inalámbricas

**Infrarrojos** → Ondas electromagnéticas del espectro infrarrojo, próximas a la luz visible

Puede ser: un haz dirigido, omnidireccional, o bien difusión (usando un reflector).

## Radio por Espectro Expandido/Ensanchado (Spread Spectrum - SS):

Usa una secuencia de expansión (pseudoaleatoria o pseudoruido) tanto en el transmisor como en el receptor.

No necesita permiso de ENACOM

**Técnicas para expandir el espectro:**

- **Secuencia Directa** (Direct Sequence · SS-DS):  
Se expande el espectro y se vuelve al formato original

- **Salto de Frecuencia (Frequency Hopping · SS-FH):**

En un mismo espectro. "Se hace saltar" la frecuencia.

Atacante no puede interceptar una comunicación ya que la frecuencia está saltando permanentemente

La única forma de seguir los saltos es teniendo el mismo código pseudoaleatorio que tienen el transmisor y receptor.

**Provee seguridad en las comunicaciones** → baja detectabilidad y capacidad de encriptación.

Todo procesamiento realizado con un código X sólo podrá ser recibido por quien tiene ese código X.

Permite varios usuarios en el mismo ancho de banda, con pocas interferencias.

**CDM Multiplexación por Division de Código** → muchos usuarios pueden usar el mismo canal y la misma frecuencia. acceso multiple con CDMA

Uso difundido en Bluetooth y WiFi.

**Procedimiento:**

- En el **transmisor** se hace una **expansión del espectro**.
- Cuando se combinan la señal original (la que tiene info) con la señal pseudoaleatoria, **sale la señal modulada con el espectro expandido**.
- En el **receptor** se hace una **compresión del espectro**.
- Se recibe la señal útil con el espectro expandido, la interferencia y la señal pseudoaleatoria.
- La señal recupera su ancho de banda original.
- La interferencia amplía su ancho de banda. Mediante filtros se puede eliminar el ruido, prevaleciendo la señal que interesa.

**Radio de banda estrecha (microondas) - radioenlaces.**

Con licencia del ENACOM → banda 18 GHz, mayor alcance.

Sin licencia del ENACOM → menor 5,8 GHz, menor alcance

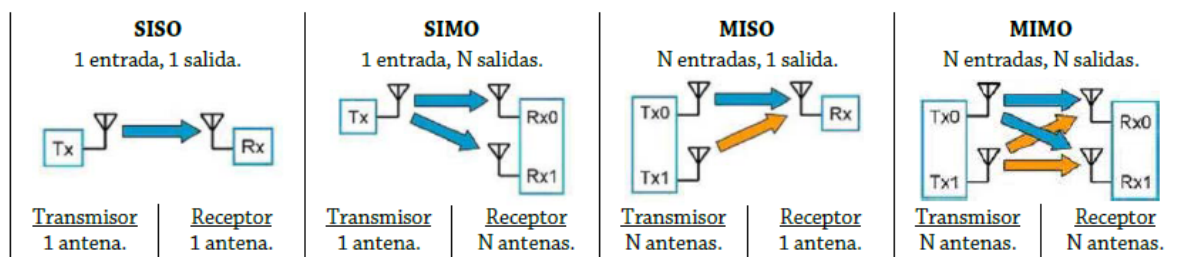
**MIMO - Multiple entrada Multiple salida**

Para single o multiple users

Tecnología de ondas de transmisión y recepción por antena inalámbrica por enrutadores, con multi entrada y multi salida.

Sus ventajas son aprovecha fenómenos físicos como la propagación multicamino para incrementar la tasa de transmisión y reducir el error, y al utilizar dominio espacial, incrementa la eficiencia espectral.

Se usa en la 802.11n



## Bluetooth - IEEE802.15 - WPAN

Protocolo económico y de poco alcance que depende de su clase/potencia

Clase	Potencia Máxima permitida	Alcance
1	100 mW = 20 dBm.	~ 100m.
2	2,5 mW = 4 dBm.	5m a 10m.
3	1 mW = 0 dBm.	~ 1m.
4	0,5 mW = 0 dBm.	~ 0,5m.

Versión	Velocidad de Transmisión
1.2	1 Mbps.
2.0 +EDR	3 Mbps.
3.0 +HS	24 Mbps.
4.0	32 Mbps.
5	50 Mbps.

Puede ser de 23 o 79 canales para los saltos de frecuencia. La cantidad de canales depende del ente de comunicaciones del país.

8 Dispositivos como max

Automatización de la conexión → Código PIN como identificación inicial.

Evita problemas de acople de señales de radio, ya que evita el uso de cables para conectar sistemas de audio. Los cables producen ruido al actuar como antenas.

Puede recibir ataques por **bluejacking**

## WiFi - IEEE 802.11 - WLAN

	802.11 Legacy	802.11a	802.11b	802.11g	802.11n WiFi 4	802.11ac WiFi 5	802.11ax WiFi 6
<i>Uso-Cronología</i>	Pasado.				Actual.		Futuro.
<i>Características y Técnicas de Modulación</i>	SS-DS. SS-FH. IR.	OFDM.	SS-DS.	OFDM.	OFDM. SU-MIMO. 64 QAM.	MU-MIMO. 256 QAM.	OFDM. MU-MIMO. 1024 QAM.
<i>Alcance</i>	-	-	-	-	70m.	30m.	-
<i>Frecuencia de Operación</i>	2,4 GHz.	5 GHz.	2,4 GHz.	2,4 GHz.	2,4 GHz. 5,8 GHz.	5,8 GHz.	2,4 GHz. 5,8 GHz.
<i>Velocidad de Transmisión</i>	2 Mbps.	54 Mbps.	11 Mbps.	54 Mbps.	300 Mbps. 600 Mbps.	7 Gbps.	10 Gbps.

+ Frecuencia → + Atenuación . + Atenuación → - alcance

+ AB → +  $V_{tx}$

## Funciones de los canales inalámbricos

Minima interferencia co-canal y otras interferencias

Ajuste a los canales óptimos de las bandas de frecuencia WiFi

Función auto canal y de escaneo y cambio de canal.

Se comparten las frecuencias de 5,8GHz, 2,4GHz y no requieren licencia

**2,4 GHz** → 13/14 canales de WiFi UHF

menor AB (20MHz) por lo que menor velocidad. Menor atenuación

De los 13-14 canales pueden usarse 3 como máximo.

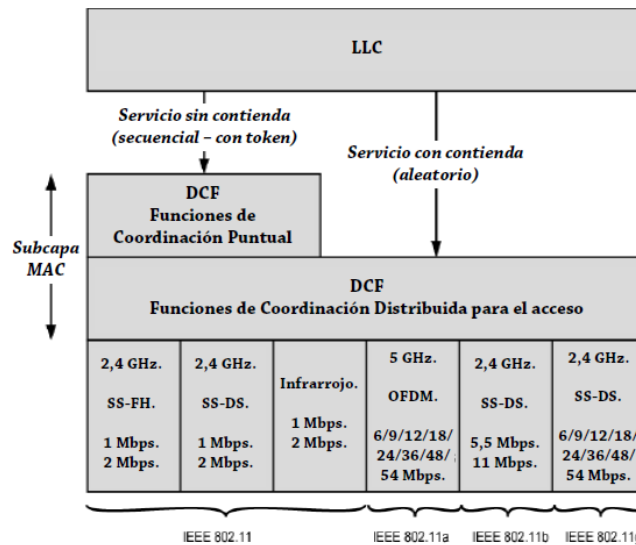
**trafico de ráfagas → los canales no están permanentemente ocupados**

**5,8 GHz** → 14 canales

Mayor AB (40MHz) → mayor velocidad. Mas atenuación por mayor frecuencia

## Arquitectura IEEE 802.11





## Modelo de Capas IEEE 802.11

LLC 802.2		
MAC 802.11		
IR (Infrarrojo)	SS-FH	SS-DS

## Subcapa MAC 802.11 - Funciones

### Fiabilidad en la entrega de datos

Protocolo de intercambio de tramas.

#### Mecanismo de 2 tramas CSMA CD

- Mas rápida pero menos confiable
1. Trama de datos enviada por tx
  2. Conformidad (ACK/NAK) enviada por receptor

#### Mecanismo de 4 tramas → CSMA/CA

- Mas lenta pero mas confiable. Evita colisiones
1. RTS por tx
  2. CTS por rx
  3. tx envía trama de datos

4. rx responde con ACK/NAK

## Control de Acceso

Regula el acceso al espectro radioeléctrico

### Protocolo de acceso distribuido (DCF - Función de Coordinación Distribuida)

Algoritmo de prevención de contienda para el acceso a todo el tráfico

Protocolo CSMA/CA de prev de colisiones)

### Protocolo de acceso Centralizado (PCF Función de Coordinación Puntual)

Algoritmo centralizado para acceso libre de contienda

Asegura acceso a usuarios

## Seguridad

Autenticación y Privacidad

IP Sec asegura VPN y es de capa 3

En redes personales el más recomendado es WPA2 PSK AES

La alteración de la tabla ARP es ataque de capa 2

### IEEE 802.11 usa WPA2 → usa algoritmo de encriptación AES

WPS (Wifi Protected Setup) → facilita la conexión de dispositivos a red wireless.  
Usado en PIN

WEP (Wifi Equivalent Privacy) → encripta para dar seguridad como la de red cableada

WPA (Wifi Protected Access) → Uso de claves dinámicas para cada usuario

WPA2 PSK → Pre Shared Key.

## Subcapa MAC 802.11 - Formato de trama

Se incrementan campos de direcciones y de control.

2 oct.	2 oct.	6 octetos	6 oct.	6 oct.	2 oct.	6 oct.	0 a 2312 octetos	4 oct.
FC	D/I	Dirección del Destino	Dirección del Origen	Dirección del Receptor	SC	Dirección del Transmisor	PAYLOAD	CRC

Octeto → byte

**FC → Control de trama 2 bytes. indica el tipo de trama:**

- **Control** → sondeo de ahorro de energía, manejo de RTS/CTS/ACK/DIFS/SIFS
- **Datos**
- **Gestion** → manejo entre estaciones y puntos de acceso, gestión de asociaciones

**D/I → Duración/conexión 2 bytes**

- indica el tiempo de reserva del canal para una transmisión satisfactoria o la identificación de una conexión

**Dirección de Destino** → Se mantiene igual desde que sale de origen hasta llegar a destino

**Dirección de Origen** → lo mismo que Dirección de Destino

**Dirección del Receptor** → Cambia de acuerdo al contexto

**Dirección del Transmisor** → Cambia de acuerdo al contexto

| La dirección de receptor y transmisor pueden o no estar.

**SC - Control de secuencia** → Fragmentación, reensamblado y número de tramas enviadas

**Payload** → información a enviarse. la carga. No hay tamaño mínimo

**CRC** → Control de errores

**Problemas en la comunicación por radio que pueden generar errores**

## Tecnologías incorporadas en WiFi 5

### Beamforming

Permite a un access point **enfocar la señal** hacia los destinos de interés. darle direccionalidad a la señal

La idea es que el 5g reemplace el wifi

Aumenta la eficiencia de la comunicación y es usado en 5g

### MU-MIMO (multi user)

Da wifi a multiples dispositivos a la vez, a la misma velocidad y con mejor recepción. Es una mejora de SU-MIMO (wifi a un dispositivo por vez)

## Wi MAX - IEEE 802.16 WMAN/WWAN

	Wi Max 802.16	802.16a	802.16b	Wi Max 2 802.16m
<b>Características</b>	Con visión directa.	Sin visión directa.	Sin visión directa. Terminales en movimiento.	-
<b>Sistema</b>	Fijo.	Fijo.	Móvil.	Móvil.
<b>Radio de celda</b>	2km a 5km.	5km a 10km.	2km a 5km.	Hasta 50km.
<b>Frecuencia de Operación</b>	10 GHz a 66 GHz.	Menor a 11 GHz.	Menor a 6 GHz.	-
<b>Velocidad de Transmisión</b>	32 Mbps a 134 Mbps.	75 Mbps.	15 Mbps.	300 Mbps.

**puto a multipunto** en banda ancha

**Permite alcanzar mayores distancias** e integrar otras tecnologías que en wifi  
Contienda reducida al mínimo.

Preparado para trabajar **sin colisiones**

La transmisión de datos es sin contienda (wifi es con contienda)

No es tan difundido

Los sistemas fijos permiten una instalación mas perfeccionada

## Protocolos TCP IP

**Internet** → Conjunto de redes heterogéneas, dispersas e interconectadas vía TCP/IP

**Protocolos** → Proporcionan reglas para la comunicación sin depender del hardware de red

**TCP/IP** → conjunto de protocolos que permitan la interconexión entre redes heterogéneas que no están asociados a un sistema operativo ni proveedor

## Modelo OSI vs Modelo TCP/IP

Modelo OSI		Modelo TCP/IP + Protocolos	
Aplicación		Aplicación	FTP, TELNET, SMTP, NSP, SNMP.
Presentación			
Sesión			
Transporte	4	Transporte	TCP, UDP.
Red	3	Internet	IP, ICMP, IGMP.
Enlace de Datos	2	Acceso a la Red	ARP, RARP.
Física			

De IP deriva TCP y UDP. UDP esta en la parte de direccionamiento

## IP - Internet Protocol



Unidad básica para la transferencia de datos, selección de rutas (ruteo) y el conjunto de reglas para la entrega de paquetes **no confiable**

**no confiable** → **Inunda** la red por todos los caminos con el objetivo de llegar al destino. Si hay un error, lo resuelve la capa de arriba. Llega a todos lados. Best effort.

Toma los datos del nivel superior (TCP o UDP) y los inserta en internet como **datagramas**



Basado en en servicio no orientado a la conexión y no confiable. **No garantiza que el datagrama llegue al destino.**

Sin conexión por ser datagrama.

Cada datagrama es independiente, y cada uno lleva toda su info de ruteo

Nombre PDU del Protocolo IP v4 → Datagrama

Nombre PDU de Protocolo IP v6 → Paquete

Cada datagrama es independiente

Cada datagrama lleva suficiente información de encaminamiento (en el header) para viajar por cualquier camino sin limitación, de forma independiente

Los datagramas viajan por distintas redes (Ethernet, FDDI, Token-ring, etc)

## Protocolos para Resolución de Direcciones

No pertenecen a ninguna capa

### ARP - Protocolo de Resolución de Dirección:

Permite conocer la dirección MAC a través de la dirección IP. Esta en una capa intermedia de "interfaz de red".

### RARP – Protocolo de Resolución de Dirección Inversa:

Permite conocer la dirección IP con su dirección MAC. Esta en una capa intermedia de "interfaz de red".

### MTU - Unidad de Transferencia Maxima

Tamaño máximo del campo de datos de la PDU de la red donde se encapsula el datagrama. La carga, payload.

Red	MTU
Ethernet	1500B
FDDI	4470B
Token Bus	8182B
Token Ring	65535B
<b>Datagrama IP</b>	<b>65535B</b>

si el datagrama tuviera que meterlo en ETH, tendría que hacer  $65515B/1500B$  y esa sería la cantidad de fragmentos.



El MTU de capa N se encapsula en un PDU de capa N-1

## Fragmentación

Realizado por el router, para poder encapsular el datagrama en una capa 2, para que viaje en capa 3

Si tengo que segmentar/fragmentar en modo **datagrama (sin conexión)**, cada **fragmento debe contener el header**.

Si fragmento en modo circuito virtual, con conexión van todos los segmentos uno atrás del otro, por lo que no necesito incluir el encabezado.

**En el agrupamiento se necesita la cabecera siempre ya que cuando llega a destino se tiene que desagrupar**

Encapsulamiento es cuando entra sin necesidad de hacer nada.

## Formato Datagrama - Tmax = 65532B

HEADER 20 B + ...	Versión 4 bits	Longitud del HEADER 4 bits	Tipo de Servicio 8 bits	Longitud Total 16 bits		1ª palabra
	Identificación 16 bits			Banderas 3 bits	Desplazamiento de Fragmento 13 bits	2da palabra
	Tiempo de Vida 8 bits		Protocolo 8 bits	Suma de Verificación del HEADER 16 bits		3ra palabra
	Dirección IP del Origen 32 bits					4ta palabra
	Dirección IP del Destino 32 bits					5ta palabra
MTU 65.515 B máximo	Opciones + Relleno Longitud variable					6ta palabra ...
	PAYLOAD Longitud variable					... Última palabra

Palabras de 32 bits - 4 Bytes.

5 palabras de encabezado como mínimo (20B)

**Version** → Version de IP

**Long del Header** → Puede variar

**Tipo de Servicio:** 6 bits de servicios diferenciados y 2 bits reservados para notificación explícita de congestión

**Longitud total:** Se mide en octetos. Incluye encabezado y datos (max 65535 bytes =  $2^{16}$ )

**Identificación:** cada fragmento tiene un número para que después se puedan juntar.

**Banderas** → Aclara si puede o no ser fragmentado, etc

**Desplazamiento de fragmento:** especifica el desplazamiento en el datagrama original de los datos acarreados en el fragmento (unidades de 8 bytes)

---

**Tiempo de Vida** → Contador para que no quede indefinidamente en la red

**Protocolo** → Identifica al protocolo de la capa superior (TCP o UDP)

**Suma de verificación del *HEADER*** → CHECKSUM

---

**Dir IP origen** 32bits

---

**Dir IP de destino** 32 bits

---

**Opciones** → es opcional

**Relleno** → Para asegurar que el header tenga longitud múltiplo de 32 bits  
payload

## Direcciones IP 32 bits

Son administradas por Internet Assigned numbers

- Si un host se mueve de una red a otra su IP puede cambiar
- La dirección de cada red debe ser única, y la dirección del host única dentro de cada red.
- un router arma una tabla de direcciones para enrutamiento. Cada puerto LAN y WAN del router tiene su dirección IP
- Pueden ser con clase o sin clase.

### 3 Tipos de Difusión

- Difusión Dirigida → limitada a la red. Todos los host en 1
- Difusión Limitada → Limitada a red local. Todos los bits en 1
- Multidifusión → Clase D

Compuesto del: **identificador de clase (IC), numero de red, numero de host.**

Si todos los bits de campo host = 0 → Identificación de red

nnn.nnn.nnn.0 o algo así

Si todos los bits = 0 → identifica a este host en red local. **Uso en el arranque,** no dirección de destino. es cuando no tengo dir ip asignada todavía. 0.0.0.0



## IPS ESPECIALES - RESERVADAS

127 a 127.255.255.255 → PARA TESTING

255.0 a 255.255.255.55 Reservadas

224 a 239 → clase D 240 a 247 → Clase E

Nat es para pasar de publica a privada

## Clases

-----  
Clase A → 0XXXXXXXX. XXXXXXXX. XXXXXXXX. XXXXXXXX.  
Clase B → 10XXXXXX. XXXXXXXX. XXXXXXXX. XXXXXXXX.  
Clase C → 110XXXXX. XXXXXXXX. XXXXXXXX. XXXXXXXX.  
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.*

Clase A → 1 hasta 126.	$A \rightarrow 2^7 - 2 \text{ red}, 2^{24} - 2 \text{ host}$
Clase B → 128 hasta 191.	$B \rightarrow 2^{14} - 2 \text{ red}, 2^{16} - 2 \text{ host}$
Clase C → 192 hasta 223.	$C \rightarrow 2^{21} - 2 \text{ red}, 2^8 - 2 \text{ host}$
Clase D → 224 hasta 239.	
Clase E → 240 hasta 247.	

## Mascara de Subred

No viaja en el datagrama, queda en los dispositivos

Define que parte es subred y que parte es host de los bits de host

/n → la cantidad de unos en la mascara

## Superredes

Uso de muchas direcciones de red para una sola organización

## Direccionamiento sin clase

Salgo del concepto de subred. CIDR

**VSLM- Mascara Variable** → Permite asignar multiples mascaras a las interfaces del router. Mas eficiente

## Subredes

Procedimiento para diseñarla:

### Determinar

1. Cantidad de subredes
2. Cantidad de hosts por subred

### Definir

1. Mascara de subred
2. Dirección de red única por subred
3. Rango de dirección hosts validas

## ICMP - Internet Control Message Protocol - CAPA 3 IP

**Se empaqueta dentro del datagrama pero NO ES NIVEL DE TRANSPORTE**

Verifica e informa sobre eventos en red IP

Mensajes de:

- Eco - Respuesta de eco (ping)
- Redirección (mejoras en ruteo)
- Tiempo excedido

## IGMP - Internet Group Management Protocol

Protocolo para las clase D, multidifusión

Usa datagramas para comunicarse (mensaje IGMP).

Intercambia información entre routers

Transmite datagramas IP a un conjunto de routers. **proceso dinámico**

Se propaga en una sola red física o a través de varias redes



UDP y TCP son protocolos de transporte - Capa 4

## UDP - User **datagram** Protocol

Usa IP como nivel 3, reside en capa de transporte. (UDP se encapsula en IP)

### UDP ⇔ IP (relación dada por el control de errores)

Transmisiones no confiables, sin validaciones, no implementa control de flujo. Pueden existir pérdidas, duplicaciones, retrasos y entregas sin orden

### Más rápido que TCP

### Orientado a la no conexión

Las aplicaciones se encargan de resolver los problemas (acceso a la aplicación a través de puertos)

Realiza multiplex y demux de puertos → concepto de multiprocesos

Trabajo en conmutación de paquetes

## Formato del 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 de origen:** Opcional, si no se usa vale 0
- **Longitud:** Cuenta cantidad de octetos (encabezado y datos). Mínimo = 8, max = 65536
- **Suma de verificación:** Opcional, si =0 no se usa. Incluye la dirección IP de origen, dir IP de destino y el código de protocolo + encabezado y los datos del datagrama UDP



## CONTROL DE ERRORES

UDP TIENE CHECKSUM IGUAL QUE IP. TCP ES EL UNICO CON CORRECCION DE ERRORES

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>

## Pseudo header UDP

<b>Dirección IP Origen</b> 32 bits		
<b>Dirección IP Destino</b> 32 bits		
<b>CEROS</b> 8 bits	<b>Protocolo HEADER IP</b> 8 bits	<b>Longitud UDP</b> 16 bits

3 palabras de 32b. 12 Bytes en total

Longitud UDP y long del mensaje es info redundante.

La suma de verificación del datagrama incluye una parte del encabezado del IP en el que esta encapsulado, y la suma de verificación del encabezado IP solo contiene información suya.

## TCP - Transmission Control Protocol

Transferencia **confiable** de extremo a extremo

Uso de ACK/NAK, **entrega ordenada**

Reside en capa de transporte, se encapsula en IP

### Orientado a la conexión

Mux y demux de puertos, y maneja conexiones full duplex

Usa suma de verificación y numero de secuencia (seguridad y ordenamiento).

La suma incluye las direcciones IP del datagrama y el codigo de protocolo (psuedo encabezado), el encabezamiento y los datos del segmento

Control de flujo (TX/RX) extremo a extremo → mediante método de ventana deslizante, parámetro de tamaño de ventana variable.

Control de congestión en sistemas intermedios

MÁS LENTO POR CONTROL DE CONGESTIÓN, FLUJO Y CHECKSUM

## 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					

Cada renglón es una palabra de 32 bits.

En opciones se incluye la negociación de la longitud del segmento. Busco reducir la fragmentación

**Puntero de urgencia** → para enviar datos fuera de banda. Ejemplo → necesidad de interrumpir la conexión. Esta data se pasa por fuera de banda.

## Congestionamiento en TCP

Condición de retraso causada por una sobrecarga de segmentos en uno o más puntos de conmutación → se produce colapso por congestión.

### Consecuencias:

- Aumento de retrasos.
- Descarte de segmentos por superar la capacidad de almacenamiento del ROUTER.
- Retransmisión de datagramas por exceso de time-out.

Como evitar el colapso por congestión

- Uso de algoritmos.

- Uso de técnicas de disminución multiplicativa (disminución del tráfico) y arranque lento.

## UDP vs TCP

Protocolo	UDP	TCP
<b>Nombre PDU</b>	Datagrama UDP.	Segmento TCP.
<b>Tipo de Servicios</b>	Sin conexión (orientados a la no conexión). Los datagramas UDP viajan por caminos distintos.	Con conexión (orientados a la conexión). Los segmentos TCP viajan por un único camino.
<b>Confiabilidad en la Entrega de Datos</b>	Entrega de datos no confiable. No garantiza ni confirma la entrega de datos. Pueden haber pérdidas, duplicaciones y retrasos.	Entrega de datos confiable. Garantiza la entrega de datos vía confirmación.
<b>Orden de Llegada de los Datos</b>	La entrega de datos no es secuenciada. Los datos no llegan en orden.	La entrega de datos es secuenciada. Los datos llegan en orden.
<b>Velocidad</b>	Rápido. Tiene requisitos de carga pequeños.	Lento. Tiene requisitos de carga mayores.
<b>Establecimiento de Sesión entre Hosts</b>	No se establece.	Sí se establece.
<b>Comunicaciones Admitidas</b>	Punto-a-punto. Punto-a-multipunto.	Solamente punto-a-punto (usa ARQ).
<b>Controles de Flujo y de Congestión</b>	No hace <u>control de flujo</u> .	<u>Control de flujo</u> → extremo a extremo, (mediante <i>sliding windows</i> ). El problema puede aparecer en los extremos. <u>Control de congestión</u> → en sistemas intermedios. El problema puede aparecer en la nube.
<b>Corrección y Detección de Errores</b>	(*) Las aplicaciones que corren sobre UDP requieren corrección/detección de errores.	(*) Las aplicaciones que corren sobre TCP no requieren corrección/detección de errores.
<b>Uso de IP y Capa de Residencia</b>	Ambos usan IP como Capa 3. Ambos residen en la Capa 4 (Transporte).	
<b>Multiplexado y Demultiplexado</b>	Ambos realizan direccionamiento, multiplexado y demultiplexado mediante puertos.	
<b>Otras características</b>	Características similares al Protocolo IP.	Maneja conexiones Full-Duplex. Usa CheckSum

## Puertos TCP UDP

Se usan números de puerto de protocolo para identificar el destino final

...	<b>Protocolo</b>	<b>UDP</b>	<b>TCP</b>
...	<b>Nombre PDU</b>	Datagrama UDP.	Segmento TCP.

Par = dir IP + num puerto

El numero de puerto apunta a los protocolos de capa superior

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

PING → corre en ICMP

## TELNET - TCP

Permite el manejo de una terminal en forma remota a través de internet con autenticación

## FTP -TCP

Permite descarga de archivos de un servidor con autenticación

## SMTP - TCP

Protocolo de transferencia de correo simple. Especifica el formato de mensajes y usa ASCII

## TFTP - UDP

Version mas económico y menos sofisticada de FTP, sin autenticación

T → trivial

## DNS - UDP

Sistema de nombre de dominio.

Traduce la dirección IP a un nombre significativo de alto nivel. Corre sobre UDP porque debe ser rápido

Puede llegar a usar TCP tambien

## BOOPT - UDP

Para mejorar el RARP. Especifica aspectos de arranque como dir IP maquina, ruteador y servidor

## DHCP - UDP

Protocolo para reconfiguración de host dinámica. Asignación de dirección IP por servidor a clientes

## SNMP - UDP

Protocolo de administración de red simple. Define relaciones administrativas entre routers.

Forma y significado de mensajes entre otros aspectos

## Router y Ruteo

Router posee puertas para LAN, WAN y consola. Incluye tablas de ruteo y permite la segmentación de una LAN

Provee seguridad a la red

## Ruteo

El encaminamiento de los datagramas de una red a otra mediante rutas

Las rutas pueden ser **estáticas (ingresadas por el administrador de red) o dinámicas (ajustadas auto mediante protocolos de ruteo)**

Los protocolos de ruteo proveen información sobre accesibilidad, retardos y tablas de ruteo. (RIP, IGRP, OSPF, EGP)

## Protocolo de Ruteo interior IRP

Distribuye información de ruteo dentro de un sistema autónomo (AS).

Información mas detallada

## Protocolo de ruteo Exterior (ERP)

Distribuye información de ruteo entre diferentes sistemas autónomos. Mas simple, información menos detallada (ejemplo → BGP Protocolo de pasarela de frontera)

## Estrategias de ruteo

### Por vector distancia - IRP

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 pero menos complejo. Aplicable a los IRP (RIP)

### Por estado de enlace - IRP

Intercambio de info de costos de enlace con **todos** los routers. tiene la configuración completa de la red. aplicable a los IRP (OSPF)



## Por vector camino - ERP

No incluye estimación de distancia ni de costo. Se puede limitar el paso por otros AS. Aplicable a los ERP

## BGP

Un ERP. Usa mensajes (M) sobre TPC para intercambio de información entre routers (R) . Version actual BGP4

Procedimientos funcionales:

- Adquisición de vecino. Entre R en diferentes sistemas aislados. M de aceptación o rechazo
- Detección de vecino alcanzable. M de mantenimientos
- Detección de red alcanzable. Cada R mantiene una base de datos con redes alcanzables y rutas preferidas. R manda una actualización si hay cambios

## OSPF:

es un IRP. Calcula una ruta a través de una interconexión de redes suponiendo el **menor costo** según configure el usuario.

## RIP

Un IRP. Calcula la métrica o ruta mas corta posible hasta el destino a través de "saltos" que deben pasar los paquetes IP.

15 saltos es el max

Protocolo **libre**. Puede ser usado por diferentes routers.

## DHCP

Protocolo de configuración dinámica de host.

Permite al administrador supervisar y distribuir de forma centralizada las direcciones IP necesarias y e, asignar y enviar una nueva IP si el dispositivo es conectado en un lugar diferente de la red.

Cliente servidor

## VoIP

Voz sobre IP. La voz se digitaliza para que viaje en el datagrama IP



Se priorizan los datagramas que transportan voz frente a los datagramas de datos porque la voz es sensible a retrasos.

**Telefonía IP:** comunicación sobre una red telefónica. Forma parte del VoIP. Los aparatos deben trabajar con el concepto de señalización de la telefonía.

## RFC Referenciales



N 950 - Asignación de Direcciones IP en subredes

**N 1878 - Habilita uso de subredes todos 0s**

## IP v6

IPv4 pasa a ser insuficiente, hay demasiados dispositivos.

- Espacio de direcciones ampliado, 128 bits para dirección
- Formato de encabezado flexible
- Mecanismo de opciones mejorado
- Permite características adicionales
- Funcionalidad para la asignación de recursos.

## Estructura IPv6

Denominación de la PDU → Paquete(sigue siendo sin conexión)

40 octetos

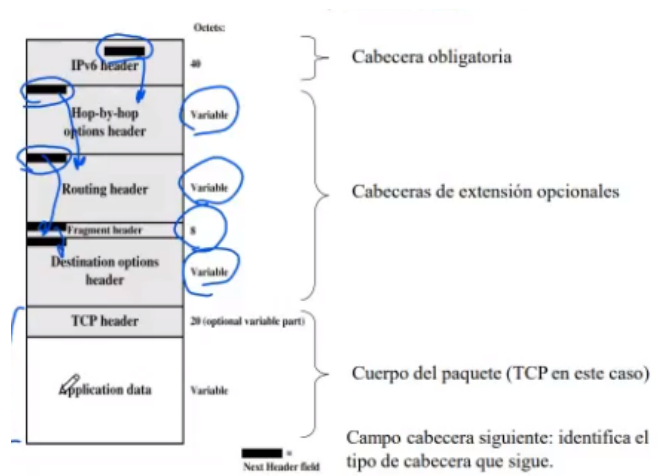
**Estructura de un paquete IPv6**

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>	<b>HEADER TCP</b>	Información
HEADER obligatorio	HEADERS opcionales				<b>PAYLOAD</b>	

Cabeceras de extension en orden según recomendación de estándar

- Opciones salto a salto

- Opciones para el destino (primer destino, destino consecuentes)
- Fragmentación
- Autenticación
- Encapsulado de la carga de seguridad
- Opciones para el destino



Next header field indica el próximo encabezado que viene en el paquete.

## Header del IPv6

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				

4 palabras en cada address. son 10 palabras porque tambien hay que sumar los dos renglones de arriba.

Menos campos que en IPv4 → requiere **menos procesamiento**. Solo se incluye lo requerido.

- **Version 4b:** numero
- **Clase de trafico 8b:** identifica y distingue entre clases y prioridades de paquete. Servicios diferenciados (6) y notificación de congestion explicita

(2)

- **Etiqueta de flujo 20b:** etiquetar paquetes con tratamiento esencial de encaminamiento. Flujo en la secuencia de paquetes del origen, con iguales requisitos de tratamiento. casos de tratamiento especial ej VoIP
- **Longitud payload 16b:** En octetos de todas las cabeceras de extension y la PDU de transporte
- **Cabecera siguiente 8b:** Puede ser de extension o de TCP/UDP
- **Limite de salto 8b:** Saltos permitidos para el paquete que se descuenta en 1 en cada nodo que lo reenvía
- **Dirección origen y destino: 128b:** en el caso de destino puede que no sea el ultimo deseado si esta en la cabecera de encaminamiento

## Direcciones IPv6 RFC 4291 feb 2006

Se asignan a interfaces individuales de Nodos.

Una interfaz puede tener multiples direcciones asociadas, y pueden identificar en forma única a un nodo

Permite agrupar por jerarquía de red, proveedores de acceso, proximidad geográfica, institución, etc. Tablas de encaminamiento mas chico y consultas mas rápido.

Tipos de direcciones:

- **Unidifusión - unicast.** Se identifica con interfaz. Apunta a una interfaz
- **Mono difusión - anycast.** Identificador para un conjunto de interfaz. Una direcc que apunta a varias, pero solo se entrega a una, que es la mas cercana
- **Multidifusión - multicast** → Identificador para un conjunto de interfaz. Se entrega a todas las interfaces

**Tienen notación hexadecimal con dos puntos para facilitar el manejo.**

**16 bytes con dos hexadecimales cada uno.**

FF05:0000:0000:0000:0000:0000:0000:00B3

FF05:0:0:0:0:0:0:B3

FF05::B3      SE VA ABREVIANDO

Los primeros 64 bits son el prefijo. Direcciones internas, lugar geográfico, etc.  
Las otras 64 son para interfaces