

# Resumen Tema 1

## 1. Definiciones

**DTE:** Equipo Terminal de Datos: Equipo que genera o recibe la información. Ej.: PCs, servidores, impresoras,...

**DCE:** Equipo de Comunicaciones: Transforma la información del DTE en señales aptas para la transmisión en la red. Ej.: un **módem**, un pincho bluetooth, una tarjeta ethernet.

**Intranet:** Red protegida a la que sólo acceden los usuarios de una entidad o empleados de una empresa.

**Extranet:** Red de colaboradores/proveedores/clientes en Internet y que tienen un acceso limitado a la empresa/entidad.

**NIC:** Tarjeta de comunicaciones. Es una interfaz entre el PC y la red (tarjeta ethernet).

**PAN:** Red de área personal.

**LAN:** Red de área local

**WLAN:** Red LAN inalámbrica.

**SAN:** LAN dedicada al almacenamiento de información.

**MAN:** Red de área metropolitana

**WAN:** Red de área extensa

**VPN:** Red Privada Virtual. A nivel lógico es una LAN, a nivel físico puede ser WAN.

- VPN de acceso: IP móvil.

- redes internas VPN: IP fija. Intranet.

- redes externas VPN: IP fija. Extranet.

**ISP:** Proveedor de servicios, es decir, quien ofrece acceso a Internet.

Esquema **Cliente-Servidor:** Un equipo está siempre a la escucha (servidor) y el otro inicia la comunicación (cliente).

Esquema entre pares (**P2P**): Los equipos hacen de cliente y de servidor a la vez.

**Topología física:** disposición física de los equipos: anillo, bus, árbol, malla, estrella...

**Topología lógica:** organización de las redes de acuerdo a sus direcciones lógicas (IPs).

Redes **Broadcast** o de Difusión: El medio es compartido. Hay colisiones.

## 2. Diferencias LAN-WAN

REDES DE ÁREA EXTENSA (WAN)	REDES DE ÁREA LOCAL (LAN)
Distancias de hasta miles de Kilómetros	Distancias inferiores a unos pocos Km.
Protocolos complejos	Protocolos simples
Interconecta sistemas de ordenadores independientes	Interconecta ordenadores que cooperan, habitualmente formando un sistema distribuido
Suelen ser públicas y administrada por empresas u organismos nacionales	Suelen ser privadas y administradas por sus propietarios
Tasas de error altas (1 bit erróneo entre cada $10^5$ bits transmitidos).	Tasas de error bajas (1 bit erróneo entre cada $10^9$ bits transmitidos)
Suele emplear enlaces punto a punto	Suele emplear redes broadcast

## 3. Definiciones OSI

**Sistema abierto:**:= Cualquier fabricante puede elaborar sus dispositivos capaces de conectarse a los de otros siguiendo unas normas (estándares) de acceso público.

**Protocolo** := Conjunto de normas mutuamente aceptadas por las entidades involucradas en una comunicación.

**Capa o nivel** := Fracción del proceso de comunicación definida por las funcionalidades que aporta.

**Arquitectura de red:**:= Conjunto de capas y protocolos que definen una red.

**Punto de acceso al servicio (SAP) :**:= Ubicación de la fuente de servicios de un nivel hacia el siguiente (puerto en TCP).

#### 4. Niveles OSI

1-**Físico:** Normas mecánicas, eléctricas y de sincronización necesarias para que cada bit sea identificable.

2-**Enlace:** Gestión del enlace (caído/activo), reparación de errores (fiabilidad), control de flujo (desborde de buffer local) y direccionamiento local."Tramas".

3-**Red:** Decidir a quién enviar y la ruta. Control de congestión a nivel de red y de contabilidad."Paquetes".

4-**Transporte:** Trocear en segmentos, reintegrarlos en orden, solicitar reenvíos si llegan mal o no llegan, multiplexación, control de congestión en origen y en destino. "Segmentos".

5-**Sesión:** Sincronización, paso de testigo, dirección de la información (half-full), gestión de la conexión (funciones de moderador de la sesión).

6-**Presentación:** Encriptación y compresión de los datos. Define la sintaxis o el formato en que se envían los datos (txt, pdf...).

7-**Aplicación:** Telnet, TFTP, WEB, SMTP, etc...

#### 5. Niveles TCP/IP

1-Acceso al Medio (1 y 2 OSI)

2-Red (3 OSI)

3-Transporte (4 OSI, con la salvedad de que UDP es no fiable)

4-Aplicación (5,6 y 7 OSI)

#### 6 Entidades que publican estándares

**ICANN:** antes **IANA**. Quien controla las IPs y los nombres de dominio.

**IETF** (Internet Engineering Task Force). Forma parte de IAB (Internet Architecture Board) responsable de la estandarización de los protocolos TCP/IP, que se publica en una serie de documentos denominados RFCs (Request For Comments).

**ISO** (Organización Internacional para la Normalización). Es una agencia internacional de normalización formada por las agencias de normalización de unos 89 países (ANSI en EEUU, DIN en Alemania, AENOR en España...)

**ITU-T** o **CCITT**: Sector de la ITU para las Telecomunicaciones. Es una agencia de la ONU. Sus miembros son: compañías telefónicas nacionales o ministerios de telecomunicaciones (estados), administraciones privadas de telecomunicaciones (empresas), organizaciones científicas e internacionales (como la ISO).

**IEEE** (IE cubo) Es una organización interprofesional de elevada influencia.

**EIA** y **TIA** Corresponde a las asociaciones estadounidenses de industrias electrónicas y de telecomunicaciones respectivamente.

## Resumen Tema 2

### 1. Definiciones

Medios de transmisión:

-**Simplex:** La comunicación sólo es posible en un sentido determinado.

-**Half-Duplex:** Se puede comunicar en ambos sentidos pero no simultáneamente.

-**Full-Duplex:** Se puede comunicar en ambos sentidos y simultáneamente.

Componentes de una señal:

**frecuencia fundamental:** Aquella de la cual son múltiplos las demás. Su valor es la inversa del periodo de la señal (1/T).

**espectro de una señal:** conjunto de frecuencias que la constituyen.

**ancho de banda absoluto** de una señal: anchura del espectro.

**ancho de banda relativo** o **ancho de banda**: banda de frecuencias donde se concentra la mayor parte de la energía de la señal.

#### Unidades de medida:

decibelio: **dB**  $10 \log ( \text{Potencia en vatios señal (W)} / \text{Potencia de referencia (W)} )$

decibelio-vatio: **dBW** :  $10 \log (\text{Potencia en vatios} / 1 \text{ vatio})$

decibelio-miliwatio: **dBm**:  $10 \log (\text{Potencia en milivatios} / 1 \text{ mW}) = \text{dB} + 30$ .

## **2. Perturbaciones en la transmisión**

**Atenuación**: Pérdida de energía de la señal que se transmite.

**Distorsión de la atenuación**: Variación de la atenuación a cada frecuencia.

**Distorsión de retardo**: La debida a la variación de la velocidad de propagación de los armónicos en el medio. Puede producir interferencia entre símbolos

**Ruidos**:

*Ruido térmico*: El debido a la temperatura del medio.  $N = KTW$

*Ruido de intermodulación*: Dos señales en un mismo medio pueden generar ondas de frecuencias diferentes (suma, diferencia o múltiplo de las iniciales)

*Diafonía*: Dos señales en medios diferentes suficientemente próximos pueden inducir ruidos mutuamente. Parámetros: NEXT=ruido medido donde emito, FEXT=ruido medido en el lado opuesto a donde emito, ACR=SNR por NEXT, ELFEXT=SNR por FEXT.

*Ruido impulsivo*: El generado por descargas eléctricas (ESD).

*Ruido ambiental*: El generado por emisoras de radio (RFI).

## **3. Otras definiciones**

**BER**: Bit Error Rate: Tasa de errores.

**Baudio**: número de estados de señal por segundo.

**Capacidad del canal**: velocidad máxima a la que se pueden transmitir los datos.

Nyquist (sin ruido)  $C = 2W \log_2 N$

Shannon (con ruido)  $C = W \log_2 (1 + (s_w / N_w))$

## **4. Transmisión analógica**

**RTC**: Red Telefónica Conmutada. Similar a **RTB** (B=Básica) o **PSTN** en inglés.

**modulador**: dispositivo que modula, es decir, codifica los datos digitales en señales analógicas.

**demodulador**: dispositivo que descodifica.

**MODEM**: dispositivo que modula y demodula.

**CODEC**: dispositivo que codifica-decodifica. Los datos son analógicos (voz) y se transmiten en digital.

Transmisión en **banda base**: cuando no se modula.

Transmisión en **banda portadora**: Señal modulada en una portadora (1 frecuencia).

Transmisión en **banda ancha**: Portadoras de distintas frecuencias.

#### Tipos de modulación:

AM, FM o FSK, PM o PSK según se altere la amplitud, la frecuencia o la fase.

QAM: combinación de AM y PSK con desfases de 90°.

## **5. Transmisión digital**

#### Tipos de codificación de señales analógicas en digitales:

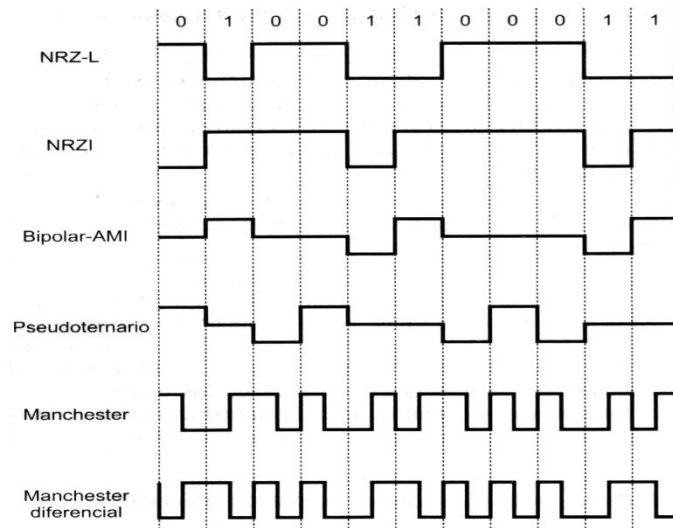
PAM, PPM, PWM. Según se codifique por amplitud, posición o anchura de pulso.

PCM. Secuencia de bits.

**Companding:** Asignación logarítmica entre los valores analógicos de la señal a codificar y los digitales a transmitir.

Tipos de transmisión digital:

- No retorno a cero (NRZ-L). Sencillo de implementar. Tiene componente de continua. Difícil sincronización.
- No retorno a cero invertido (NRZI). Como NRZ pero robusto ante cambios de polaridad.
- Bipolar-AMI y Pseudoternario: Elimina la componente de continua. Robusto ante errores. Ancho de banda más concentrado.
- Manchester. Asegura la sincronización. Mejor control de errores. Ancho de banda amplio. Manchester diferencial agrega robustez ante cambios de polaridad.



Tipos de transmisión:

**síncrona:** Hay una señal de sincronismo (en la propia señal o en cable aparte, SDH).

**asíncrona:** ráfagas de bits que se sincronizan a partir de su comienzo (RS-232).

**plesiócrona:** las tramas disponen de holguras para absorber desfases (PDH).

## 7 Protocolos para DTE-DCE

El más importante: “puerto serie” o EIA RS-232C = ITU-T v.24,

test de **bucle local:** DTE-DCE

test de **bucle remoto:** DTE-DCE-DCE

cable **null-modem** o modem nulo: cable DTE-DTE, o DTE-AUX

cable **roll-over** o “transpuesto”: cable DTE-CON

## 8 Medios de transmisión

0-PLC (Power Line Carrier): Barato, ruidoso, bajo W, escaso alcance. Aplicación en domótica.

1-Par trenzado: Bajo coste y ancho de banda aceptable: apropiado para LAN.

- UTP (Unshielded Twisted Pairs). Muy usado el de Categoría 5e (GbEth.)
- STP (Shielded Twisted Pairs). El mejor. Pares y cable apantallados.
- FTP (Foiled Twisted Pairs). Sólo el cable global está apantallado.

2-Coaxial

- Máximo ancho de banda en cobre. Caro y conexiones complejas (conectores BNC, DIN...).
- Usado en redes LAN antiguas, telecomunicaciones y en televisión.

3-Fibra óptica

Altísimo W, distancia, fiabilidad. Empalmes limitados y costosos. Troncales LAN y larga distancia.

Debido a la atenuación hay segmentos de W preferentes denominados “**ventanas**”

Emisor: LED: troncales LAN (corto alcance). Primera y segunda ventana.

LASER: Mayor potencia y menor ancho de banda. Uso en segunda ventana y siguientes. Larga distancia (WAN).

Conectores: Hay que verificar el tipo (SC, ST...) y el pulido (plano, curvo, oblicuo...)

Fibra: **Multimodo**: de **índice discreto** (más barata) o **gradual** (mejor W). Para LAN.

**Monomodo**: Bajísima distorsión: largas distancias WAN.

**Reflectómetro**: equipo utilizado para medir la atenuación y detectar los puntos de deterioro.

FTTH: “Fiber to Home”: instalación en la que la fibra llega hasta el hogar. Usa multiplexores activos (AON) o pasivos (PON).

#### 4-Microondas terrestres

Omnidireccionales: corto alcance, alta W. Aplicación en:

- redes WLAN (Bluetooth, wifi).

-redes WMAN: móviles. GSM (2G) sólo voz y SMS. Resto de protocolos (EDGE, LTE...) permiten acceso a internet a velocidades cada vez mayores (3G, 4G, 5G).

Radioenlaces con parabólicas: Alcance de varios km. Atenuación depende de la ganancia de la antena y de la altura. Atenuación entre dos antenas ‘a’ y ‘b’:

$$Aten = -G_a + 20\log\left(\frac{4\pi df}{c}\right) - G_b \text{ (en dB)}$$

#### 5-Microondas satélite

Es un repetidor con capacidad de “iluminar” a todo un continente.

Usos: televisión, llamadas a larga distancia, redes privadas.

Los satélites deben ser geoestacionarios, y estar separados para evitar interferencias.

Transmisión y recepción están multiplexadas en frecuencia: full-duplex.

#### 6-Ondas de radio

Intrínsecamente omnidireccionales. Bajas velocidades de transmisión. Largo alcance (apropiadas para redes de sensores dispersos). Hay bandas que precisan licencia (canales de radio y televisión) y otras de uso libre: walki-talkies, domótica (KNX, ZigBee), NFC(RFID, pagos...).

#### 7-Infrarrojos

Se reflejan en techos y paredes. No se precisan permisos. Altas velocidades de transmisión. **IrDA**.

## Resumen Tema 3

### **1. Funciones del nivel de enlace**

- Estructuración de mensajes en tramas.
- Control del flujo (no desbordar al receptor).
- Direccionamiento (local, dentro del medio compartido si existe)
- Control de errores.
- Gestión del enlace.
- Servicio orientado a la conexión (opcional).

**Trama**: Nombre de la unidad de datos del nivel de enlace (LPDU).

**HDLC**: Protocolo paradigmático en el que se basan la mayoría de los protocolos del nivel de enlace (LLC, Frame Relay).

### **2. Direccionamiento**

- Implícito**: Líneas punto a punto.

**-Maestro-Esclavo:** El maestro identifica al destinatario o emisor de la información publicando su dirección en la trama (1 dirección).

**-Varios Maestros:** La trama debe llevar la dirección origen y destino (2 direcciones).

**-Multidifusión:** El emisor conecta con varios receptores a la vez. Dos tipos:

•*Broadcast:* Todos los presentes.

•*Multicast:* Un subconjunto del total.

### 3. Control de flujo

**Eficiencia del enlace:** Tiempo que el emisor está transmitiendo ( $t_{\text{trama}}$ ) en porcentaje respecto al tiempo total que ocupa la comunicación ( $t_{\text{total}}$ ).

#### Parada y espera:

Las tramas se emiten esperando la confirmación de una antes de emitir la siguiente. Eficiencia siempre inferior al 100%

#### Ventana deslizante:

Se pueden emitir varias tramas sin esperar confirmación. Para ello transmisor y receptor deben mantener una memoria (buffer) destinada a las tramas en tránsito. La eficiencia suele llegar al 100%.

### 4. Control de errores

1-ARQ de parada y espera: Se envía una única trama cada vez.

-Si la trama emitida no llega: Pasado un tiempo de espera en el emisor, retransmite.

-Si la confirmación no llega: Pasado un tiempo de espera en el emisor, retransmite. El receptor descarta la trama duplicada y requiere la siguiente en el ACK(ó RR).

2-ARQ adelante-atrás N: Se envían N tramas seguidas

-Si una trama emitida no llega: El receptor la solicita con REJ, y descarta las siguientes. El emisor reinicia la transmisión a partir de la trama fallida.

-Si la confirmación no llega: El emisor, pasado un tiempo de espera, solicita el número de trama que espera ( $RR(p=1)$ ). El receptor contesta ( $RR X$ ). El emisor continúa a partir de X.

3-ARQ con rechazo selectivo: Igual que el anterior con la salvedad de que si una trama emitida no llega el receptor la solicita con SREJ, y no descarta las siguientes, sino que las almacena hasta su tamaño de ventana. El emisor retransmite sólo la trama fallida.

### 5. Detección de errores

1-Comprobación de paridad (vertical y horizontal)

2-CRC: Dado el mensaje M y el polinomio Q se envía  $M \cdot 2^n + FCS$ , donde n es el grado del polinomio Q y FCS(“Frame Check Sequence”) es el resto de la “división” (usando XOR)  $M/Q$ .

## Resumen Tema 4

### 1. Tipos de redes

	VENTAJAS	INCONVENIENTES
ANILLO	<ul style="list-style-type: none"><li>- El acceso a la red está asegurado en un tiempo máximo definido (<b>determinista</b>).</li><li>- Simplificación de la confirmación de tramas.</li><li>- Buen comportamiento ante situaciones de alto tráfico.</li><li>- <b>Permite políticas de priorización de tramas.</b></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- <b>El fallo en uno de los nodos supone el colapso de la red.</b></li><li>- <b>La incorporación de nuevos nodos no es sencilla, precisa de un diseño de conexión adecuado.</b></li></ul>
BUS	<ul style="list-style-type: none"><li>- Fallo de la interfaz no afecta a otros nodos.</li><li>- <b>Sencilla inserción de nuevas estaciones.</b></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- El mecanismo de control de acceso al medio (MAC) resulta complejo para garantizar un tiempo de acceso determinado.</li><li>- <b>La rotura del bus puede bloquear el tráfico comunicando los nodos.</b></li><li>- Bajo rendimiento cuando el tráfico es intenso.</li></ul>

ESTRELLA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fácil inserción de nuevos elementos.</li> <li>- Alta seguridad.</li> <li>- Fácil detección de nodos con fallos.</li> <li>- Y si el nodo central es activo...</li> <li>- Posibilidad de múltiples protocolos.</li> <li>- Posibilidad de introducir jerarquías en la prioridad de tramas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Un fallo en el nodo central bloquea las comunicaciones.</li> <li>- Si el nodo es activo se retrasa el tráfico.</li> <li>- Las ampliaciones están sujetas a la capacidad del nodo central, si la exceden aumentan mucho los costes.</li> </ul>
----------	---	--

## 2. Acceso al medio compartido

### Asignación estática del canal:

- Usando FDM o TDM. - Ineficiente e inflexible.

### Asignación dinámica del canal:

**CSMA:** Si el medio esta libre transmite, si no, espera a que quede libre para transmitir.

- *No persistente:* La estación, tras quedar libre el canal espera un tiempo aleatorio antes de intentar la transmisión.

- *1-persistente:* Se transmite en cuanto se puede, sin esperar.

- *P-persistente:* Con probabilidad (1-p) espera un tiempo aleatorio. Con probabilidad p transmite en cuando se puede.

**CSMA/CD:** Añade detección temprana de colisión, esperando un tiempo aleatorio para la retransmisión.

**CSMA/CA:** precede la transmisión del par RTS y CTS, lo cual permite resolver el problema de la **estación expuesta** y la **estación oculta**.

## 3. Estándares LAN

El nivel de enlace se divide en dos capas:

-Protocolo LLC (IEEE 802.2) común a todos los protocolos LAN. Servicios del HDLC.

-Protocolos particulares de cada tipo de LAN: Ethernet (IEEE 802.3), token bus, etc.

## 4 Ethernet

**10BaseT:** 10 Mbps sobre UTP cat3. Estrellas de ramas <100m. Si el nodo es un conmutador se logra el full-duplex.

**Fast Ethernet:** IEEE802.3u. Autonegociación. Compatible con el anterior. 100 Mbps sobre diferentes medios (UTP-cat3, cat5 y fibra óptica).

**Gigabit Ethernet:** IEEE802.3ab Autonegociación. Compatible con los 2 anteriores. 1 Gbps sobre diferentes medios (UTP-cat5e y fibra óptica).

**10Gigabit Ethernet:** IEEE802.3ae Abandona CSMA para ser punto a punto. Sólo en fibra. Compatible con SDH

### 4.1 Definiciones Ethernet

Cable **directo/cruzado**: Cable de par trenzado cuyos pines se **corresponden/cruzan (1-2 con 3-6)** los terminales de transmisión y recepción.

**Concentrador/Hub/Repetidor:** equipo que simula el medio compartido en redes ethernet. Mantiene el “dominio de colisión”.

**Puente /Bridge:** equipo que comunica dos medios ethernet dividiendo los dominios de colisión.

**Conmutador/Switch:** Puente de más de dos entradas. Mantiene los “dominios de difusión”.

**Enrutador/Router:** Gestiona el tráfico a nivel de red. Divide todo dominio.

### 4.2 Cabecera Ethernet

Comparación entre DIX Ethernet y IEEE 802.3

Trama DIX Ethernet	Preámbulo		Destino	Origen	Tipo	Datos	Relleno	FCS
	8 bytes		6 bytes	6 bytes	2 bytes	0 a 1500 bytes	0 a 46 bytes	2 ó 4 bytes
Trama IEEE 802.3	Preámbulo	SOF	Destino	Origen	Longitud	Datos	Relleno	FCS
	7 bytes	1 byte	6 bytes	6 bytes	2 bytes	0 a 1500 bytes	0 a 46 bytes	4 bytes

Dirección física, hardware o MAC: Dirección grabada en la tarjeta de red. Tiene 6 octetos. Los primeros tres del fabricante. La MAC “ff:ff:ff:ff:ff:ff” es dirección de difusión.

Campo tipo/longitud: Si es <1500 significa longitud, si es mayor, significa tipo de protocolo encapsulado (en Ethernet II).

### 4.3. Algoritmo Ethernet

Usa CSMA/CD 1-persistente. Si hay varias colisiones consecutivas duplica el tiempo de espera aleatorio hasta diez veces. A partir de ahí no lo duplica más y lo sigue intentando hasta las 16 veces. Si no lo consigue advierte de error.

## 5. Otros protocolos LAN

- **Token Bus:** Bus con paso de testigo. Usa cable coaxial a 10Mbps. Es determinista y admite priorización de tramas. Un testigo circula por el bus siguiendo el orden de las direcciones MAC de los nodos, otorgando permiso de transmisión por un tiempo máximo (10ms).

- **Token Ring:** Conexión en anillo. Cada nodo hace de repetidor. Una trama testigo circula continuamente por el anillo. Cuando una estación desea transmitir toma el testigo, envía su trama y luego suelta el testigo en la red. Todas las estaciones repiten la trama y sólo la retira aquella que la envió. Si al hacerlo detecta errores repite la transmisión.

- **FDDI:** Es una red de fibra óptica en anillo diseñada para “backbones”.

## 6. REDES INALÁMBRICAS

### 6.1 WPAN: Redes de inalámbricas personales (alcance 10 mts aprox.)

**Bluetooth:** Opera en los 2,4 GHz. Con QoS. Muy bajo consumo. Corto alcance y velocidad moderada.

### 6.2 WLAN: LAN inalámbricas: (alcance 100 mts aprox.)

#### IEEE 802.11g:

- 54Mbps. Banda 2,4 GHz.
- Bajos precios. Banda gratuita en todo el mundo.
- Sin QoS. Masificación de éstas frecuencias (teléfonos, teclados, ratones, hornos, Bluetooth,...).
- La banda se subdivide en canales (1-13) que se solapan entre sí, por lo que deben usarse de 5 en 5 (ej:1-6-11).

#### IEEE 802.11n:

-600Mbps reales. Bandas 2,4 y 5 GHz. Los canales de la banda de 5 GHz no solapan y son más numerosos. Usa MIMO.

#### Conceptos wifi:

- **TR:** terminal de red. DTE de una LAN wifi.
- **PA:** Punto de acceso: Centralizador del tráfico wifi (actúa como un switch pero en WLANs).
- **Extensor o repetidor:** extienden el alcance del PA.

Las antenas pueden ser:

- **Omnidireccionales.** Menor alcance, independencia de la orientación.
  - MIMO: Múltiples antenas omnidireccionales que mejoran la SNR.
- **Direccionales.** Tipo Yaggi o parabólicas.

Las topologías:

- **Ad Hoc.** (modo Master, Wifi Direct o TDLS).
- **Infraestructura.** (modos Managed en TR y Master en PA).



### Seguridad:

- Ocultar el nombre:** Impide que los dispositivos que no conozcan el nombre de la red (SSID) puedan acceder a la misma.
- Cifrar el canal:** Protocolos inseguros WEP 64, WEP 128 y WPA. Actualmente en uso **WPA2**
- WPS:** es una utilidad para configurar WPA en dispositivos wifi.

...Y común a otras redes no necesariamente inalámbricas...

- **IPSEC (túneles IP)** en el caso de las **VPN**, que permite la autenticación y autorización de usuarios.
- **Filtrado de MAC:** de manera que sólo se permite acceso a la red a aquellos dispositivos cuya MAC coincida con alguna de una lista (**ACL** o **access list**) configurada.

### **6.3 WMAN: Redes inalámbricas de área metropolitana** *(en torno al km.)*

Necesitan licencia para operar. Trabajan subdividiendo el área geográfica en celdas. En cada celda existe una antena como punto de acceso común a todos los clientes de la celda. Protocolos: LMDS y MMDS.

### **6.4 WWAN: WAN inalámbricas. (Telefonía móvil)**

GSM (2G): Permite llamadas de voz y mensajes SMS.

3G, 4G y 5G definen velocidades mínimas de acceso a internet (datos).

Los protocolos GPRS, EDGE, UMTS (3G), HSPA, Wimax y LTE(4G) son tecnologías de comunicación que pueden aplicarse a diferentes bandas de frecuencias.

## **7 VLAN: Virtual LAN.**

Es una misma LAN a nivel de enlace (pertenecen todos los equipos a la misma subred, mismo dominio de difusión), pero puede estar formada por equipos conectados a switches diferentes.

- Ventajas: flexibilidad para ubicación de usuarios. Reducción del dominio de difusión.
- Switches y routers deben soportar el etiquetado de tramas (trunking protocol).
- En los switches se asigna cada boca a una VLAN concreta.
- En los routers se asignan varios subinterfaces virtuales al ifaz físico conectado al switch.
- Si la trama va de un equipo a otro que está conectado al mismo switch pero en VLANs diferentes entonces la trama se envía al router.

## **Resumen Tema 5**

### **1. Datagrama IP**

**VERSION:** (4 bits) versión del protocolo IP. Actualmente es la 4. La futura será la 6.

**HLEN:** (4 bits) longitud de la cabecera en filas de 32 bits (valor mínimo 5).

**TIPO DE SERVICIO:** Tiene dos partes. Los seis primeros bits se denominan “Servicios diferenciados” (DS) y se usan para priorizar el paquete. Los dos últimos se asemejan a los FECN y BECN de Frame Relay.

**LONGITUD TOTAL:** del datagrama medida en octetos.

**IDENTIFICACIÓN:** Este campo, junto con las IP origen y destino y el tipo de protocolo identifican el datagrama de manera única en la red.

<b>FLAGS:</b>	No usado.	
	“Don’t Fragment”	1: este paquete no se puede fragmentar/0: Sí se puede
	Quedan fragmentos	1: este no es el último fragmento / 0: Sí lo es

**DESPLAZAMIENTO** Especifica el desplazamiento del fragmento en el datagrama original, medido en unidades de 64 octetos, empezando con desplazamiento 0.

**TIEMPO DE VIDA:** número de saltos máximo que puede dar este datagrama. **PROTOCOLO:** Especifica el tipo de protocolo encapsulado.

**CHECKSUM DEL ENCABEZAMIENTO:**

**DIRECCIONES IP FUENTE Y DESTINO:**

**OPCIONES:** Se incluyen para chequear la red, elegir la ruta del paquete, etc.

## 2. Protocolo ARP

Sirve para rellenar la tabla arp que relaciona direcciones de red con direcciones del nivel de enlace. Es de nivel 3 y se encapsula directamente sobre el nivel de enlace. Válido no sólo para ethernet e IP, pues en su cabecera se puede elegir el protocolo y el tamaño de la dirección. El campo "Función" puede ser:

- 1-Mensaje de difusión solicitando la MAC del equipo cuya IP se especifica.
  - 2-Respuesta del mensaje anterior.
  - 3-Mensaje RARP ("Reverse ARP"). Mensaje de difusión solicitando una IP dinámica.
  - 4-Respuesta al mensaje RARP.
- RARP fue sustituido por BootP y éste mejorado por DHCP.

## 3. Protocolo ICMP

Es un protocolo de diagnóstico del nivel de red que se encapsula sobre IP. Utilizado por los comandos ping y tracert. El campo "TIPO" tiene un número que puede indicar: "petición de eco", "respuesta de eco", "destino inalcanzable", "tiempo excedido", etc.

## 4 Direccionamiento IP

Los routers utilizan una "tabla de enrutamiento" cuyas filas incluyen:

- Dirección de red de destino: red a la que desea llegar el paquete.
- IP (o Interfaz usada si es punto a punto) del próximo salto hacia la red destino.
- Métrica: distancia o coste por esta ruta a la red destino.

Las tablas pueden tener **rutas estáticas** (configuradas "a mano") o **dinámicas** (calculadas con la información periódica de otros routers). Existen varios protocolos para ello: RIP, IGRP, OSPF, denominados protocolos de "enrutamiento" en contraste con IP al que se le suele llamar protocolo de "enrutado".

### Tipos de direcciones:

Dirección de red: **r.r.r.0** (ceros en host)

Dirección de difusión: **r.r.r.255** (unos en host) o **255.255.255.255**

Dirección del equipo: 0.0.0.0 y 127.0.0.1

Dirección de un equipo de la red local: **0.0.e.e**

CLASE	RANGO	DESCRIPCION
A ( <b>1-127.x.x.x</b> )	<b>10. x.x.x</b>	Privada
	<b>127. x.x.x</b>	"loopback": el propio PC
B ( <b>128-191.x.x.x</b> )	<b>172.16-31. x.x</b>	Privada
C ( <b>192-223.x.x.x</b> )	<b>192.168. x.x</b>	Privada

## 5. IP v6

- 1 Espacio de direcciones ampliado de 128 bits.
- 2 Nuevas direcciones "anycast" dirigido a un equipo cualquiera de un conjunto (varios comparten la misma IP, se reparte el paquete al más próximo).
- 3 Etiquetado de "flujo de datos" para mejor tratamiento de voz y vídeo.
- 4 QoS asociados a los flujos de datos.
- 5 Cabecera simplificada con respecto a la versión 4.
- 6 Mejora del campo opciones que se trata como cabeceras insertables.
- 7 Privacidad de datos.

### Transición:

- Doble pila: Hay dos NICs lógicas en la física: una trabajando en ipv4 y la otra en ipv6.

- túnel: Se comunican islas ipv6 mediante túneles a través de ipv4
- NAT: Las islas ipv6 se conectan a ipv4 traduciendo unas direcciones por otras.

### Configuración:

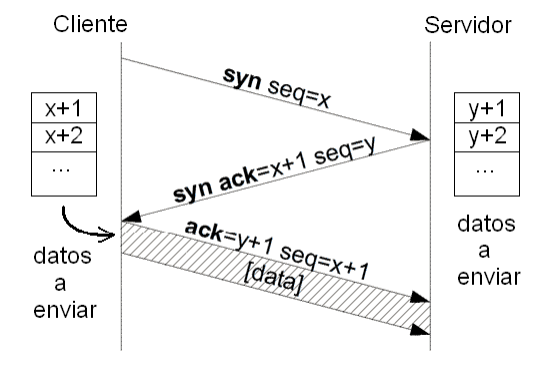
- manual.
- DHCPv6
- SLAAC (ICMPv6)
- mixta: SLAAC+DHCP.

### Direccionamiento:

- A partir de la MAC se construye la EUI, un identificador único de 64 bits
- Todos los equipos tienen una IPv6 local: ff80::/10, acabada en la EUI
- La global tiene tres partes: enrutamiento global, subred, identificador
- Loopback ::1/128
- Redes privadas: fc00::/7
- Multicast: ff02::x/8

## 6. TCP

- PUERTOS FUENTE Y DESTINO:** identifican las aplicaciones en fuente y destino. Existen unos puertos reservados (80 web; 21 ftp, etc...) y otros para libre uso (dinámicos) que se escogen de forma aleatoria al realizar la conexión.
- NÚMERO DE SECUENCIA:** posición del primer byte de datos del segmento en la secuencia de bytes de la máquina fuente.
- ACUSE DE RECIBO (ACK):** byte siguiente al último recibido. Usa “piggy-backing”
- HLEN:** (4 bits) longitud de la cabecera en unidades de 32 bits.
- RESERVADO** (6 bits)
- CÓDIGO:** (6 bits) URG: campo puntero urgente válido.  
ACK: campo ACK válido.  
PSH: forzar envío de segmentos.  
RST: fin de la conexión  
SYN: establecimiento de la conexión  
FIN: fin de la transmisión por parte de este emisor.
- VENTANA:** (16bits) bytes que la máquina está dispuesta a aceptar. La retransmisión está adaptada a la red. El tamaño se varía para controlar el flujo.
- CHECKSUM:** (16bits) verificar la integridad del encabezamiento y datos.
- PUNTERO URGENTE:** posición en la que los datos urgentes acaban.
- OPCIONES:** como el negociado del tamaño de ventana.
- RELLENO:** para que el encabezamiento sea un múltiplo exacto de 32.



## 7. UDP

Protocolo sencillo que no ofrece mayor servicio que la distinción por número de puerto de la aplicación a la que va destinada la información. Es adecuado para tráfico de vídeo y voz. Es más rápido dado que su cabecera es menor, pero no ofrece fiabilidad.

## 8. APLICACIÓN

**Telnet:** Servicio de terminal virtual no cifrado.

**SSH:** Terminal virtual con encriptación.

**FTP, SMB, SAMBA:** Transferencia de archivos.

**SMTP:** Servicio de correo electrónico.

**SNMP:** Protocolo usado para administración de los equipos de la red

**HTTP:** Protocolo de archivos de hipertexto.

**DNS:** Sistema de nombres de dominio. Traducen nombres en IPs.

# Resumen Tema 6 WAN

## 1. Tipos de redes

### -Conmutación de circuitos:

-**Red telefónica tradicional analógica** (RTB o RTC o PSTN).

-**RDSI** (Red digital de servicios integrados o ISDN). El canal básico permitía un teléfono digital y una conexión de datos.

-**xDSL:** Aprovechan el ancho de banda entre abonado y centralita que varía según la distancia. Multiplexan Tx y Rx por un único par trenzado CAT3 (cable telefónico). Las más avanzadas: ADSL2+ y VDSL2.

### -Conmutación de paquetes:

-Con servicio orientado a la conexión (X.25, Frame Relay, ATM).

-Con servicio no orientado a la conexión (TCP/IP).

## 2. Tipos de servicio WAN

### Definiciones:

**VC:** Circuito virtual. El establecido por los conmutadores que enrutan los paquetes.

**PVC:** Circuito privado virtual: Circuito preconfigurado al que se tiene acceso en todo momento.

**SVC:** Circuito virtual conmutado: Circuito que se establece sólo cuando el cliente lo solicita

## 3. Frame Relay

### Conceptos:

•CIR (Committed Information Rate): Velocidad mínima garantizada (QoS).

•Bc: Tamaño de ráfaga contratado ( $Bc = CIR * T$ ).

•Be: Tamaño de ráfaga en exceso (Burst rate excess).

### Cabecera:

•DLCI: Identificador del circuito virtual ( $\approx$  dirección MAC).

•FECN: Control de congestión hacia delante.

•BECN: Control de congestión hacia atrás.

•DE: Indica la descartabilidad de esta trama (excedió el CIR).

Control de Flujo: -Símil del "Leaky Bucket".

- cada trama incrementa el total acumulado de bits transmitidos.
- si el acumulado excede el Bc: la última trama pone DE=1
- si el acumulado excede el Be: la última trama se descarta.
- cada T ms, se descuenta Bc del acumulado.

## 4 ATM

- Usa celdas: paquetes de tamaño fijo.
- No se garantiza la entrega pero sí la secuencialidad.
- Backbone de las WAN recientemente, superado por Gb Ethernet.

## 5 PDH y SDH

**PDH** (Jerarquía Digital Plesiócrona):

- Para extraer un canal hay que demultiplexar todo, por lo que es un sistema obsoleto.

**SDH**(Jerarquía Digital Síncrona):

- Basado en SONET diseñado para aprovechar las ventajas de la fibra óptica en redes de tipo anillo.
- Muy rápida, STM-64 puede portar tramas 10GigabitEthernet.
- Los equipos utilizados en fibra óptica son:
  - Multiplexores y demultiplexores.
  - Repetidores de señal.
  - ADM (Add Drop Multiplexer): extraen e introducen **tributarios** en el anillo.
  - Conmutadores o DXC: Realizan **cross-conexiones** entre los flujos de datos.

-Terminología:

**tributario**: flujo de datos (Ej: un E1)

**cross-conexión**: conmutación seleccionada para dos flujos de datos.

## 6 Telefonía

**PBX o centralita**: Conmutador de líneas telefónicas. Tipos:

- Analógicas: Clásicas de líneas UTP cat3 y conectores RJ-11.
- Digitales: líneas RDSI.
- IP: VoIP
- Híbridas o Mixtas: mezcla de las anteriores.

**VoIP**: Tecnologías de digitalización de voz y transporte sobre paquetes IP. Protocolos más utilizados: **SIP** (señalización), **RTP** (transporte de voz), **RTCP** (gestión).