

# Teoria-REDES-todo.pdf



**XBOW798**



**Diseño y administración de redes**



**4º Grado en Ingeniería Informática**



**Escuela de Ingeniería y Arquitectura  
Universidad de Zaragoza**



[Accede al documento original](#)



Escuela de  
Organización  
Industrial

Contigo que evolucionas.  
Contigo que lideras. Contigo que transformas.

**Esto es EOI.  
Mismo propósito,  
nueva energía.**



Descubre más aquí



**EOI** Escuela de  
Organización  
Industrial

Importante

Puedo eliminar la publi de este documento con 1 coin

¿Cómo consigo coins? → Plan Turbo: barato  
→ Planes pro: más coins



Universidad  
Zaragoza

Zaragoza

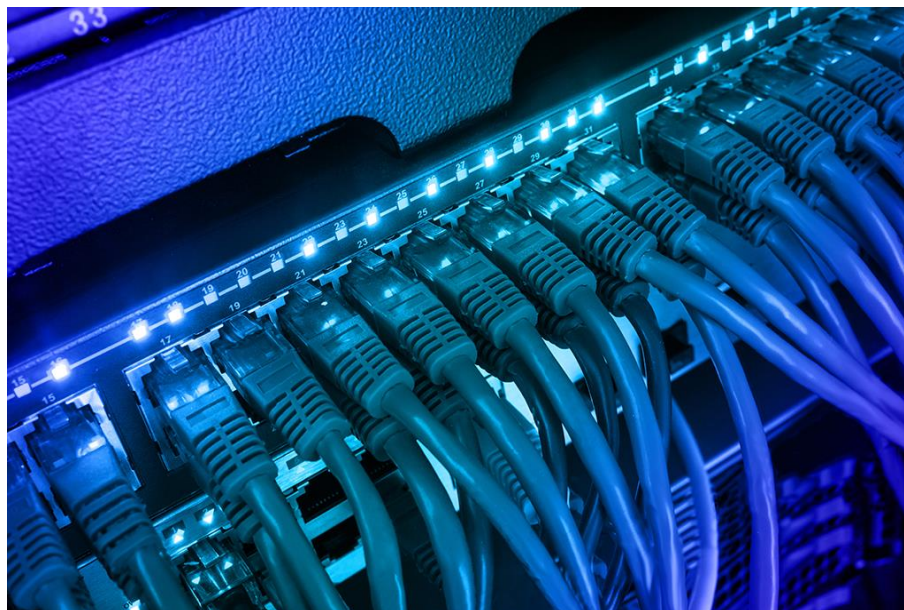
pierdo  
espacio



Curso 2024-2025

RESUMEN. DISEÑO Y ADMINIATRACIÓN DE REDES

# TEORIA



Necesito  
concentración

ali ali ooh  
esto con 1 coin me  
lo quito yo...

WUOLAH

XBOW 774  
Diciembre 2024

unizar.es



## Índice

1. BLOQUE 1. Interconexión de redes IPv4. ....	3
1.1. Resumen Explicativo del Caso Práctico: Paquetización y Router de Acceso	5
1.2. Caso práctico. Router de acceso. ....	7
1.3. Ejemplo RIP y OSPF Archivo. ....	8
2. BLOQUE 2. Interconexión de redes IPv6. ....	10
2.1. Simplificar IPv6. ....	12
3. BLOQUE 3. Construcción de redes mediante tecnologías de Ethernet conmutada. ....	13
4. BLOQUE 4. Tecnologías de acceso inalámbricas. ....	15
4.1. Caso práctico Wifi. ....	17
5. Análisis de infraestructuras de red (NO sé si entra en el examen) ....	19
5.1. Caso práctica ATM sobre ADSL. ....	21



## 1. BLOQUE 1. Interconexión de redes IPv4.

### 1. Direccionamiento IPv4

IPv4 es el sistema de direcciones que permite identificar dispositivos en una red. Cada dirección tiene **32 bits**, lo que permite aproximadamente **4 mil millones** de direcciones únicas.

#### Classful y Classless

- **Classful:** Sistema antiguo que organiza las direcciones en clases según el tamaño de red.
  - **Clase A:** Muy pocas redes, pero cada una con muchos dispositivos (hasta 16.7 millones).
  - **Clase B:** Redes medianas (hasta 65,000 dispositivos).
  - **Clase C:** Muchas redes pequeñas (hasta 254 dispositivos).
  - **Clase D:** Usada para multicast (envío a múltiples destinatarios).
  - **Clase E:** Reservada para futuros usos.
- **Classless (CIDR):** Un método más flexible que no se limita a las clases. Usa una **máscara de red** para definir qué parte de la dirección pertenece a la red y cuál al dispositivo.

#### Direcciones Privadas y Públicas

- **Direcciones privadas:** No pueden acceder directamente a Internet, se usan dentro de redes locales:
  - Clase A: 10.0.0.0/8.
  - Clase B: 172.16.0.0/12.
  - Clase C: 192.168.0.0/16.
- **Direcciones públicas:** Son únicas en Internet y permiten la comunicación global.

#### Subnetting y Supernetting

- **Subnetting:** Divide una red grande en subredes más pequeñas para optimizar el uso de direcciones.
- **Supernetting:** Combina varias redes pequeñas en una más grande para simplificar el encaminamiento.

### 2. NAT (Network Address Translation)

El **NAT** permite que varios dispositivos en una red local compartan una sola dirección IP pública para acceder a Internet.

#### Tipos de NAT:

- **NAT Estático:** Asigna una dirección pública fija a cada dispositivo.

Importante

Puedo eliminar la publi de este documento con 1 coin

¿Cómo consigo coins? → Plan Turbo: barato  
→ Planes pro: más coins



Universidad  
Zaragoza

- **NAT Dinámico:** Asigna direcciones públicas de un grupo disponible.
- **NAPT (Overloading):** Permite que varios dispositivos compartan una sola dirección pública usando puertos diferentes.

#### Problemas del NAT:

- **Protocolos afectados:** Algunos protocolos como **FTP** o **VoIP** requieren modificaciones especiales porque usan direcciones IP internas.
- **Dificultad en P2P:** Conexiones entre pares (peer-to-peer) pueden fallar debido a la ocultación de direcciones.

#### 3. Fragmentación y Reensamblado

Cuando los datos viajan por la red, a veces deben dividirse en **fragmentos** si el tamaño supera el límite permitido por una red intermedia (**MTU**).

##### Fragmentación:

- **Fragmentación:** Divide los datos en partes más pequeñas.
- **Reensamblado:** El receptor junta los fragmentos para reconstruir el mensaje original.

##### Flags Importantes:

- **DF (Don't Fragment):** Impide que el paquete se fragmente.
- **MF (More Fragments):** Indica que hay más fragmentos por venir.

#### 4. Encaminamiento

El **encaminamiento** decide por dónde deben viajar los datos para llegar a su destino.

##### Tipos de Encaminamiento:

- **Estático:** Las rutas se configuran manualmente y no cambian.
- **Dinámico:** Las rutas se actualizan automáticamente según las condiciones de la red.

##### Protocolos de Encaminamiento:

- **RIP (Routing Information Protocol):**
  - Usa un **algoritmo de distancia vectorial** (Bellman-Ford).
  - Máximo **15 saltos** entre origen y destino.
  - Ideal para redes pequeñas.
- **OSPF (Open Shortest Path First):**
  - Usa un **algoritmo de estado de enlace** (Dijkstra).
  - Cada router tiene un mapa completo de la red.
  - Convergencia rápida y escalabilidad.

## Encaminamiento Jerárquico:

- Las redes grandes se dividen en **Sistemas Autónomos (AS)**.
  - **IGP (Interior Gateway Protocol)**: Encaminamiento dentro de un AS (ej., RIP, OSPF).
  - **EGP (Exterior Gateway Protocol)**: Encaminamiento entre AS (ej., BGP).

## 5. Funciones de Control y Gestión

### ICMP (Internet Control Message Protocol)

Protocolo utilizado para enviar mensajes de error y diagnóstico en la red.

- **Ping**: Comprueba si un dispositivo está accesible.
- **Destination Unreachable**: Notifica que un destino no es alcanzable.
- **Time Exceeded**: Indica que el tiempo de vida (TTL) del paquete expiró.

### SNMP (Simple Network Management Protocol)

- **SNMP** se utiliza para monitorizar y gestionar dispositivos en una red, como routers o switches.

## 1.1. Resumen Explicativo del Caso Práctico: Paquetización y Router de Acceso

### 1. Paquetización

La **paquetización** consiste en dividir una señal de datos (como audio o video) en **paquetes** para su transmisión en la red. Esto es especialmente relevante en aplicaciones como la **telefonía VoIP**.

#### Ejemplo práctico de paquetización: VoIP con G.729

- **G.729**: Un estándar de codificación de voz que genera **10 bytes cada 10 ms**.
- **Encapsulación**:
  - **RTP (12 bytes)**: Transporta datos en tiempo real.
  - **UDP (8 bytes)**: Protocolo sin conexión.
  - **IP (20 bytes)**: Protocolo de Internet.

#### Cálculo de la Capacidad

Para transmitir múltiples ventanas de 10 ms en un datagrama IP, la capacidad (eficiencia de transmisión) se calcula como:

- **Fórmula:**  
ABM=

$$ABM = \frac{(M \times 10 + 12 + 8 + 20) \times 8}{M \times 10}$$

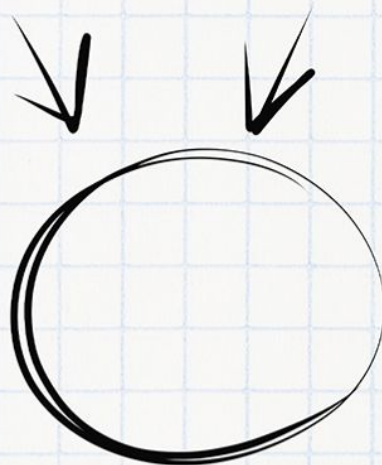


# Imagínate aprobando el examen

## Necesitas tiempo y concentración

Planes	 PLAN TURBO	 PLAN PRO	 PLAN PRO+
 Descargas sin publi al mes	10 	40 	80 
 Elimina el video entre descargas			
 Descarga carpetas			
 Descarga archivos grandes			
 Visualiza apuntes online sin publi			
 Elimina toda la publi web			
 Precios <span>Anual <input type="checkbox"/></span>	0,99 € / mes	3,99 € / mes	7,99 € / mes

Ahora que puedes conseguirlo,  
¿Qué nota vas a sacar?



# WUOLAH

- **Resultados:**

- **M=1:** 40 Kbps.
- **M=5:** 14.4 Kbps.

Mayor **M** (más ventanas por datagrama) implica mejor eficiencia, pero también más **retardo**.

## 2. Router de Acceso

Un **router de acceso** conecta una red local a Internet, manejando el tráfico entrante y saliente.

### Limitaciones del Router

- Cada router tiene un límite en el número de **tramas** que puede procesar por segundo debido al tiempo que requiere:
  - Leer direcciones.
  - Consultar la tabla de encaminamiento.

Esto afecta la capacidad máxima en función del **tamaño de las tramas**:

- **Tramas pequeñas:** Mayor limitación.
- **Tramas grandes:** Mejor eficiencia.

### Ejemplo Práctico

- **Router con límite de 50 datagramas IP/s.**
- **Velocidad del enlace:** 256 Kbps.

### Problema 1: Tamaño mínimo sin limitación

- **Fórmula:**

Fórmula:  $(1/50)s \times 256000bps = 5120bits = 640octetos$ .

- Tramas menores a **640 octetos** enfrentan limitación.

### Problema 2: Capacidad en función del tamaño de la trama

- Si **L** es el tamaño de la trama:

$$R = 50 \times L \times 8 \text{ bps}$$

### Problema 3: Conversaciones VoIP con G.729

- Se calculan las conversaciones posibles según el número de ventanas **MMM** por datagrama:
  - **M=1:** No es posible.
  - **M=2:** Una conversación.



Importante

Puedo eliminar la publi de este documento con 1 coin

¿Cómo consigo coins? → Plan Turbo: barato  
→ Planes pro: más coins



Universidad  
Zaragoza

- M=4: Dos conversaciones.
- Fórmula general:

$$NC = \left\lfloor \frac{M}{2} \right\rfloor \text{ conversaciones}$$

## 1.2. Caso práctico. Router de acceso.

### 1. Router de Acceso

Un **router de acceso** se encarga de gestionar el tráfico entre una red local y el exterior (Internet). Su rendimiento puede verse limitado por el número de **tramas** que puede procesar por segundo.

#### Limitaciones del Router

- Cada **trama** requiere procesamiento:
  - **Lectura de direcciones.**
  - **Consulta de la tabla de encaminamiento.**
- Esto crea una limitación en la capacidad de transmisión que depende del **tamaño de las tramas**:
  - **Tramas pequeñas:** Pueden generar un cuello de botella.
  - **Tramas grandes:** Aprovechan mejor la capacidad del enlace.

### 2. Ejemplo Práctico

Un **router** tiene un límite de **50 datagramas IP por segundo**, con una **velocidad de acceso de 256 Kbps**. Vamos a resolver tres problemas relacionados:

#### Problema 1: Tamaño mínimo sin limitación

¿Cuál es el tamaño mínimo de trama para evitar limitaciones?

$$\frac{1}{50} \text{ s.}$$

- Tiempo por trama:
- Fórmula:

$$\text{Tamaño mínimo} = \left( \frac{1}{50} \text{ s} \right) \times 256000 \text{ bps} = 5120 \text{ bits} = 640 \text{ octetos.}$$

Tramas menores a **640 octetos** estarán limitadas por la capacidad de procesamiento del router.

#### Problema 2: Capacidad en función del tamaño de trama

¿Cómo varía la capacidad de transmisión con tramas de diferentes tamaños?

Si LLL es el tamaño de la trama:

- **Fórmula:**

$$R = 50 \times L \times 8 \text{ bps.}$$

- Por ejemplo:

- Para  $L = 500$  octetos,  $R = 50 \times 500 \times 8 = 200,000$  bps.
- Para  $L = 300$  octetos,  $R = 120,000$  bps.

### Problema 3: Conversaciones VoIP con G.729

¿Cuántas conversaciones VoIP simultáneas se pueden manejar?

Con **G.729**, cada conversación genera **100 datagramas por segundo** si  $M=1$  (una ventana por datagrama). Dependiendo del valor de  $M$ :

- **Cálculo:**

$$NC = \left\lfloor \frac{M}{2} \right\rfloor \text{ conversaciones.}$$

- $M = 1$ : 100 datagramas/s. No es posible.
- $M = 2$ : 50 datagramas/s. Una conversación.
- $M = 4$ : 25 datagramas/s. Dos conversaciones.

A medida que aumenta  $M$ , se pueden manejar más conversaciones simultáneas.

## 1.3. Ejemplo RIP y OSPF Archivo

### 1. Protocolo RIP (Routing Information Protocol)

**RIP** es un protocolo de **encaminamiento dinámico** usado en redes pequeñas. Se basa en el **algoritmo de Vector-Distancia** (Bellman-Ford) para calcular rutas.

**Características Principales:**

- **Métrica:** Número de **saltos** (máximo 15 saltos, 16 = infinito).
- **Mensajes RIP:**
  - **RIP Request:** Solicita rutas a los routers vecinos.
  - **RIP Response:** Responde con la tabla de rutas.
    - Información periódica (cada **30 segundos**).
    - Respuesta a un Request.

- Actualización por cambio de métrica.

#### Funcionamiento:

- Cada router envía su tabla periódicamente.
- Las rutas se actualizan si la nueva métrica es mejor.

#### Ejemplo:

En una red de 4 routers (A, B, C, D), se inician los servicios RIP en cada nodo:

- **A** envía un RIP Request a **B** y **C**.
- **B** y **C** responden con sus tablas.
- **A** actualiza su tabla y reenvía el Response.

#### Fallo en enlaces:

- Si no se recibe una respuesta en **180 segundos**, la ruta se marca como inválida.

## 2. Protocolo OSPF (Open Shortest Path First)

**OSPF** es un protocolo más avanzado que se usa en redes complejas. Basado en el **algoritmo de Dijkstra** (estado de enlace), proporciona un **mapa completo de la red**.

#### Características Principales:

- **Métrica:** Basada en el **coste** del enlace (ancho de banda, latencia).
- **Encaminamiento Jerárquico:** Divide la red en **áreas** para mejorar la escalabilidad.
  - Cada área mantiene su propia **LSDB (Link State Data Base)**.

#### Tipos de Mensajes OSPF:

- **HELLO:** Descubrimiento de vecinos.
- **DBD (DataBase Description):** Intercambio de información de la topología.
- **LSR/LSU:** Solicitud y actualización de estados de enlace.
- **LSAck:** Confirmación de mensajes OSPF.

#### Funcionamiento:

- Los routers descubren vecinos usando **HELLO**.
- Construyen una LSDB y, con el algoritmo Dijkstra, calculan las mejores rutas.

#### Jerarquía en Áreas:

- Cada área es independiente.
- **Áreas principales:** Área 0 (backbone).
- Las áreas no conocen la topología interna de otras.



Importante

Puedo eliminar la publi de este documento con 1 coin

¿Cómo consigo coins? → Plan Turbo: barato  
→ Planes pro: más coins



Universidad  
Zaragoza

perdo  
espacio



RIP	OSPF
Basado en saltos	Basado en coste
Máximo 15 saltos	Sin límite de saltos
Calcula rutas lentamente	Rápida convergencia
Mensajes cada 30 s	Mensajes bajo demanda

**Conclusión:** OSPF es más eficiente y escalable, ideal para redes grandes, mientras que RIP es simple y se usa en redes pequeñas.

### IMPORTANTE

Práctica 1.1. Configuración básica IPv4. GNS-3. Archivo

Práctica 1.2. Configuración IPv4 NAT Archivo

Actividad adicional DHCP

## 2. BLOQUE 2. Interconexión de redes IPv6.

### 1. Introducción a IPv6

IPv6 fue desarrollado para solucionar la **escasez de direcciones IPv4** y mejorar varios aspectos de las redes IP.

Principales Novedades de IPv6:

- **Mayor espacio de direcciones:** 128 bits, lo que permite más de  $3.4 \times 10^{38}$  direcciones.
- **Autoconfiguración:** Plug & Play sin necesidad de servidores.
- **Seguridad integrada:** Mejora la autenticación y el cifrado.
- **Soporte para QoS:** Calidad de Servicio para priorización de tráfico.
- **Eliminación de fragmentación en routers intermedios:** Fragmentación sólo en el origen.

### 2. Coexistencia y Transición IPv4 - IPv6

Métodos de Transición:

1. **Dual Stack:** Los nodos soportan **IPv4 e IPv6** simultáneamente.
2. **Túneles:**
  - **Manual:** Configurados por el usuario (ej. Tunnel Broker).
  - **Automático:** ISATAP, 6to4.
  - **Teredo:** Permite el uso de IPv6 sobre NAT.

### 3. Traducción:

- **NAT-PT:** Traduce cabeceras IPv4 a IPv6.

### 3. Direccionamiento IPv6

#### Tipos de Direcciones:

- **Unicast:** Identifica un nodo único.
- **Anycast:** Entrega el paquete a uno de los nodos más cercanos.
- **Multicast:** Envía el paquete a varios nodos.

#### Notación:

- Se utiliza una notación **hexadecimal**: 2001:0db8::/32.
- **Prefijo:** Indica los bits usados para identificar la red.

#### Direcciones Especiales:

- **Link-local:** FE80::/10 (comunicación dentro de una misma red).
- **Loopback:** ::1.
- **Multicast:** FF00::/8.

### 4. PDU y Cabeceras de Extensión

#### Novedades en la Cabecera:

- **Campo Next Header:** Permite añadir **cabeceras de extensión** para funcionalidades específicas:
  - **Hop-by-Hop Options:** Analizada por cada nodo intermedio.
  - **Routing:** Información para el encaminamiento.
  - **Fragment:** Para fragmentación y reensamblado.
- **No checksum y no fragmentación intermedia.**

### 5. Autoconfiguración

#### Modos de Configuración:

1. **Stateless (SLAAC):** El host se autoconfigura utilizando información local y anuncios de router.
2. **Stateful:** Uso de **DHCPv6** para asignar direcciones y parámetros.

### 6. Funciones de Control

**ICMPv6** incluye funcionalidades de **ICMP**, **IGMP** y **ARP** de IPv4. Mensajes destacados:

- **Echo Request/Reply (Ping).**
- **Destination Unreachable, Packet Too Big** (Descubrimiento de MTU).
- **Neighbor Discovery (ND):** Similar a ARP en IPv4.

## 2.1. Simplificar IPv6

### 1. Longitud de Direcciones IPv6

Las direcciones IPv6 tienen una longitud total de **128 bits**. Sin embargo, muchas direcciones no utilizan todos estos bits, lo que resulta en varios **campos de ceros**.

**Ejemplo:**

- Dirección completa:  
2001:0db8:0000:0015:0000:0000:1a2f:1a2b.

### 2. Reglas de Simplificación

IPv6 permite usar **notación comprimida** para simplificar la representación de direcciones largas:

**Reglas Básicas:**

1. **Sustituir campos de ceros consecutivos:**
  - **Dos puntos dobles (::)** representan **uno o más grupos contiguos de ceros**.
  - La sustitución con :: **solo puede hacerse una vez** en una dirección.
  - Si hay múltiples opciones, se elige el grupo **más largo**.
  - Si tienen la misma longitud, se elige el grupo **más a la izquierda**.
2. **Omitir ceros iniciales en un campo:**
  - 0db8 se simplifica a db8.

**Ejemplos de Simplificación:**

1. 2001:0db8:0000:0015:0000:0000:1a2f:1a2b  
**Simplificación:** 2001:db8:0:15::1a2f:1a2b.
2. 0:0:0:0:0:0:0:1  
**Simplificación:** ::1 (dirección **loopback**).
3. 0:0:0:0:0:0:0:0  
**Simplificación:** :: (dirección **no especificada**).
4. 2001:2D9D:DC28:0000:0000:FC57:D4C8:1FFF  
**Simplificación:** 2001:2D9D:DC28::FC57:D4C8:1FFF.
5. 2001:2D9D:DC28:0:0:FC57:0:0  
**Simplificación:** 2001:2D9D:DC28::FC57:0:0



Importante

Puedo eliminar la publi de este documento con 1 coin

¿Cómo consigo coins? → Plan Turbo: barato  
→ Planes pro: más coins



Universidad  
Zaragoza

### 3. BLOQUE 3. Construcción de redes mediante tecnologías de Ethernet conmutada.

#### 1. Introducción a Ethernet

Ethernet es la tecnología más utilizada para redes LAN cableadas, estandarizada bajo el IEEE 802.3. Ofrece diferentes velocidades desde **10 Mbps** hasta **10 Gbps**.

**Características Clave:**

- **Topologías:**
  - Bus (obsoleta).
  - Estrella (más común, basada en **switches**).
- **Codificación:** **Manchester** para sincronización y detección de errores.
- **Formato de Trama:** Incluye campos como dirección MAC, tipo, datos, y CRC para control de errores.

**Estándares Principales:**

- **10BASE-T:** Usa cable de par trenzado.
- **100BASE-TX** (Fast Ethernet): Velocidad de 100 Mbps.
- **1000BASE-T** (Gigabit Ethernet): Hasta 1 Gbps en cable de par trenzado.
- **10GBASE-T:** Hasta 10 Gbps.

#### 2. Ethernet Conmutada

Los **conmutadores (switches)** mejoran la eficiencia de las redes Ethernet:

**Ventajas sobre Hubs:**

- Cada puerto es un **dominio de colisión independiente**.
- Permite **transmisión full-dúplex**.
- Optimiza el **ancho de banda** al asignarlo por puerto.

**Funcionamiento:**

- Usa una **tabla de conmutación MAC** para reenviar tramas solo al puerto destino.
- Soporta **port mirroring** para monitorización.

**Prioridades de Tráfico:**

- Basadas en **colas de prioridad**: los paquetes con mayor prioridad tienen menor tiempo de espera.

### 3. LAN Virtuales (VLANs)

Las **VLANs** segmentan una red física en varias redes lógicas independientes.

#### Características:

- **Definidas en IEEE 802.1Q.**
- Cada VLAN actúa como una red independiente, mejorando la seguridad y eficiencia.
- **VLAN Tagging:** Se añade un identificador a las tramas para diferenciarlas entre VLANs.

#### Tipos de VLAN:

1. **Una red física, varias VLANs.**
2. **Varias redes físicas, varias VLANs.**

#### Ventajas:

- Mejora el rendimiento y la seguridad al reducir el dominio de broadcast.
- Facilita la gestión de usuarios según departamentos o funciones.

### 4. Multicast en Ethernet

El tráfico **multicast** es enviado a varios destinatarios, pero no a todos los dispositivos como el **broadcast**.

#### Problema:

Por defecto, el multicast se comporta como broadcast en switches.

#### Solución:

- **IGMP Snooping:** El switch aprende qué puertos requieren tráfico multicast y lo envía solo a ellos.

#### Tablas Multicast:

- Asocian direcciones MAC/IP multicast con puertos específicos.

### 5. Redes Definidas por Software (SDN)

**SDN** separa el plano de **control** (gestión) del plano de **datos** (transmisión), permitiendo una administración centralizada.

#### Ventajas:

- **Flexibilidad:** Configuración dinámica de la red.
- **Eficiencia:** Mejor uso de recursos y respuesta rápida a cambios.

## Protocolos Asociados:

- **OpenFlow:** Permite que switches y routers se comuniquen con el controlador SDN.

## Ejemplo de Implementación:

Configuración de switches usando **OpenWRT** con comandos específicos para gestionar flujos de datos.

### IMPORTANTE

**Práctica 3.1. Diseño y Gestión de LANC Archivo**

**Práctica 3.2. Diseño y Gestión de Tecnologías LANC mediante OvS (SDN)**

**Actividad programa de Gestión**

## 4. BLOQUE 4. Tecnologías de acceso inalámbricas.

### 1. Introducción a las Tecnologías de Acceso Inalámbricas

#### Características principales:

- Utilizan el **medio radioeléctrico** como canal de transmisión.
- **Ventajas:**
  - Movilidad y flexibilidad.
  - Despliegue rápido y menor coste.
  - Acceso en áreas remotas.
- **Desventajas:**
  - Menor ancho de banda comparado con tecnologías cableadas.
  - **Espectro compartido**, sujeto a interferencias.
  - Mayor **complejidad tecnológica**.
  - Menor seguridad.

### 2. Clasificación según el Alcance

1. **WWAN (Wireless Wide Area Network):** Redes de área extensa.
  - GSM, GPRS, UMTS, LTE.
2. **WMAN (Wireless Metropolitan Area Network):** Redes de área metropolitana.
  - WiMAX (IEEE 802.16).
3. **WLAN (Wireless Local Area Network):** Redes de área local.
  - WiFi (IEEE 802.11), HiperLAN.
4. **WPAN (Wireless Personal Area Network):** Redes de área personal.
  - Bluetooth, ZigBee.



Importante

Puedo eliminar la publi de este documento con 1 coin

¿Cómo consigo coins? → Plan Turbo: barato  
→ Planes pro: más coins



Universidad  
Zaragoza

### 3. Estándares IEEE relevantes

- IEEE 802.11 (WiFi):
  - 802.11a: 5 GHz, hasta 54 Mbps.
  - 802.11b: 2.4 GHz, hasta 11 Mbps.
  - 802.11g: 2.4 GHz, hasta 54 Mbps.
  - 802.11n: Soporta 2.4 y 5 GHz, hasta 600 Mbps.
  - 802.11ac: Alto rendimiento, <6 GHz.
  - 802.11ax: Mejoras en capacidad y eficiencia.
- IEEE 802.15 (WPAN):
  - Bluetooth.
  - ZigBee.

### 4. Modos de Operación en Redes WLAN

1. Modo infraestructura:
  - Utiliza un **Punto de Acceso (AP)**.
  - Configuraciones como **BSS (Basic Service Set)** o **ESS (Extended Service Set)**.
2. Modo Ad-Hoc:
  - Comunicación directa entre dispositivos.
  - No requiere AP.

### 5. Protocolo de Acceso al Medio (MAC) en IEEE 802.11

#### CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance):

- DCF (Distributed Coordination Function):
  - Evita colisiones escuchando el canal antes de transmitir.
  - Utiliza periodos de espera como **DIFS**, **SIFS**, y un sistema de **backoff aleatorio**.
  - Problemas:
    - **Terminal oculto:** Dos estaciones que no se escuchan pueden colisionar.
    - **Terminal expuesto:** Una estación no transmite por percibir ocupación, aunque podría hacerlo.

## RTS/CTS:

- Solución para terminales ocultos/expuestos.
- **Ventajas:** Reduce colisiones.
- **Inconvenientes:** Aumenta la latencia y reduce la eficiencia.

## 6. Estimación de la Capacidad

- Las tasas efectivas en WLAN son menores que las teóricas debido a la **sobrecarga de control**.
- Rendimiento disminuye si se utilizan **RTS/CTS**.

## 4.1. Caso práctico Wifi

### 1. Factores que Afectan la Eficiencia en Redes WiFi

#### Características que influyen en la eficiencia (capacidad y retardo):

- **Modo de operación:** Infraestructura o Ad-Hoc.
- **Alineamiento de trama MAC.**
- **Protocolo de acceso al medio CSMA/CA.**
- **Control de flujo RTS/CTS.**

### 2. Modos de Operación: Infraestructura vs Ad-Hoc

- **Modo Infraestructura:**
  - Requiere un **Punto de Acceso (AP)**.
  - Duplica las tramas cuando ambos terminales están en la misma red WiFi, lo que genera **mayor uso de ancho de banda y retardo**.
- **Modo Ad-Hoc:**
  - Comunicación directa entre dispositivos, sin AP.

### 3. Alineamiento de Trama MAC

#### Comparación entre Ethernet y WiFi:

- **Cabecera WiFi** es más grande (34 octetos frente a 18 en Ethernet).
- **Preámbulo WiFi** puede ser **corto o largo**, transmitido a baja velocidad.

#### Formato de trama WiFi:

- Incluye campos como **control, duración/ID, y 4 direcciones MAC**.

### 4. Protocolo de Acceso al Medio: CSMA/CA

#### CSMA/CA se utiliza para evitar colisiones:

- Antes de transmitir, las estaciones verifican que el canal esté libre.

- **DIFS** (Distributed InterFrame Space) asegura que no haya transmisiones en curso.
- **SIFS** (Short InterFrame Space) otorga prioridad a los **ACK**.

## Manejo de Colisiones:

- Si dos estaciones intentan transmitir al mismo tiempo, se usa un sistema de **backoff aleatorio**.
- **Slots de contención**: Intervalos aleatorios para reducir colisiones.

## 5. Control de Flujo: RTS/CTS

**RTS/CTS** mejora la eficiencia en escenarios de alta congestión:

- **RTS (Request to Send)** y **CTS (Clear to Send)** reservan el canal antes de transmitir datos.
- Reduce las colisiones pero **aumenta la latencia**.

## Cálculos:

- **TACK** =

$$14 \text{ octetos} \times 8 \text{ bits/Velocidad} + 192 \mu s.$$

- **TRTS** y **TCTS** siguen una fórmula similar.

## 6. Ejemplos Prácticos

**Ejemplo de Cálculo de Conversaciones VoIP**: Se desea calcular cuántas conversaciones VoIP se pueden establecer en una red WiFi con distintos escenarios de preámbulo y velocidad:

Velocidad WiFi	Preamb. Largo	Nº Conversaciones (MAC)	Nº Conversaciones (CSMA/CA)	Nº Conversaciones (RTS/CTS)
1 Mbps	Sí	5	3	2
11 Mbps	Sí	19	5	3

**Conclusión**: A medida que aumenta la velocidad y se optimizan los métodos de acceso al medio, se pueden manejar más conversaciones simultáneas.



Importante

Puedo eliminar la publi de este documento con 1 coin

¿Cómo consigo coins? → Plan Turbo: barato  
→ Planes pro: más coins



Universidad  
Zaragoza

## 5. Análisis de infraestructuras de red (NO sé si entra en el examen)

### 1. Análisis de Infraestructuras de Comunicaciones

El análisis se realiza en cinco pasos clave:

#### 1. Auditoría de la red existente:

- Inventario de **aplicaciones, equipos y accesos**.
- Medición del **tráfico cursado en voz y datos**.
- Identificación de los **costes actuales**.

#### 2. Fijación de objetivos:

- **Calidad de servicio** deseada (retardo, compresión).
- **Restricciones** temporales y de calidad permitida.
- Tipo de tráfico a gestionar.

#### 3. Evaluación de tecnologías disponibles:

- Opciones como **Frame Relay, MPLS, o Túneles IP**.
- Equipos necesarios y costos asociados.

#### 4. Viabilidad de la implantación:

- **Planes de numeración** o direccionamiento.
- Coexistencia de equipos antiguos y nuevos.

#### 5. Análisis financiero:

- Estimación de costos para cada solución propuesta.

### 2. Ejemplo Práctico: Red en Estrella

#### Escenario:

Una empresa con sede central en **Calamocha** y delegaciones en **Milán, París y Londres**. Desea integrar sus comunicaciones de voz y datos mediante una **red de circuitos virtuales**.

#### Objetivos:

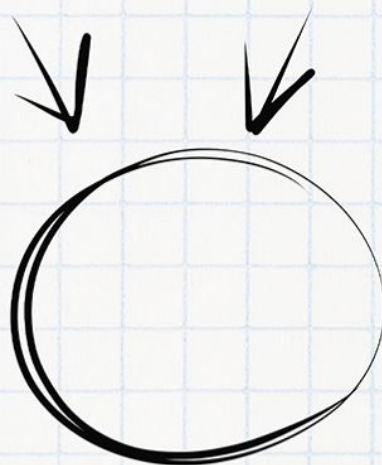
- Diseñar capacidades de las líneas de acceso.
- Determinar tasas medias de los circuitos (**CIR**).

# Imagínate aprobando el examen

## Necesitas tiempo y concentración

Planes	 PLAN TURBO	 PLAN PRO	 PLAN PRO+
 Descargas sin publi al mes	10 	40 	80 
 Elimina el video entre descargas			
 Descarga carpetas			
 Descarga archivos grandes			
 Visualiza apuntes online sin publi			
 Elimina toda la publi web			
 Precios <span>Anual <input type="checkbox"/></span>	0,99 € / mes	3,99 € / mes	7,99 € / mes

Ahora que puedes conseguirlo,  
¿Qué nota vas a sacar?



# WUOLAH

### 3. Tráfico de Voz

- **Erlang:** Unidad que mide el tráfico de voz, representando un circuito ocupado el 100% del tiempo.
- **Cálculo de tráfico:**
  - $$\text{Erlangs} = \frac{\text{Tiempo total de llamadas}}{\text{Hora cargada}}$$

#### Datos Ejemplo:

Cada empleado genera **0.075 Erlangs** por hora cargada. Las oficinas tienen diferentes volúmenes de tráfico:

Localización	Tráfico (Erlangs)
Calamocha	6.1
Milán	4.2
París	3.1
Londres	2.2

### 4. Tráfico de Datos

- Se mide en **Kbps** tanto para tasas promedio como picos.
- Herramientas específicas calculan el consumo de aplicaciones como **correo, web y multimedia**.

#### Datos Ejemplo:

Localización	Promedio (Kbps)	Pico (Kbps)
Calamocha	32	38
Milán	44	58
París	24	32
Londres	12	30

### 5. Soluciones Propuestas

#### Solución 1: Voz y Datos en un Circuito Único

- Se utilizan circuitos virtuales compartidos para voz y datos.
- Ejemplo:
  - Tráfico entrante/saliente en Calamocha: **622 Kbps / 640 Kbps**.
  - Acceso bidireccional máximo: **1024 Kbps**.



## Solución 2: Circuitos Virtuales Diferenciados

- Voz y datos usan circuitos separados.
- Ejemplo:
  - CIR voz: **192 Kbps**.
  - CIR datos: **32 Kbps**.

## Solución 3: Voz y Datos en Redes Distintas

- Voz por la red telefónica y datos por **Frame Relay**.

## 6. Coste de Soluciones

Los costos incluyen:

1. **Accesos:** Línea de acceso según velocidad.
2. **Circuitos virtuales:** Diferenciados por tráfico de voz y datos.

Ejemplo de Costos:

Acceso	Costo (€/mes)
1024 Kbps	100 €
384 Kbps	60 €
256 Kbps	60 €

**Solución 1 Total:** 362 €.

**Solución 2 Total:** 364 €.

### 5.1. Caso práctica ATM sobre ADSL

#### 1. Introducción a ATM sobre ADSL

La tecnología **ATM (Asynchronous Transfer Mode)**, utilizada sobre **ADSL**, permite la transmisión eficiente de datos mediante **celdas fijas de 53 octetos**.

**Encapsulado de datagramas IP sobre ATM (AAL5):**

- **Cabecera AAL5:** 8 octetos.
- **Datagrama IP:** L octetos.
- **Cola AAL5:** 8 octetos.
- **Celdas ATM:** Cada celda contiene **48 octetos de datos** más **5 octetos de cabecera**, sumando 53 octetos por celda.

**Cálculo del número de celdas necesarias:**

$$C = \lceil (L + 8 + 8) / 48 \rceil$$

Importante

Puedo eliminar la publi de este documento con 1 coin

¿Cómo consigo coins? → Plan Turbo: barato  
→ Planes pro: más coins



Universidad  
Zaragoza

## 2. Ejemplo I: Eficiencia del Transporte

Objetivo:

Evaluar la eficiencia de ATM en función del tamaño de los datagramas IP.

Expresión de eficiencia:

Expresión de eficiencia:

$$E = \frac{L}{C \times 53}$$

Cálculo de la eficiencia:

- 1 celda:  $40/53 = 0.75$
- 2 celdas:  $88/106 = 0.83$
- 3 celdas:  $136/159 = 0.85$
- 4 celdas:  $184/212 = 0.87$
- Límite teórico:  $48/53 = 0.90$

Conclusión:

A medida que aumenta el tamaño del datagrama, la eficiencia mejora, acercándose al límite del 90%.

## 3. Ejemplo II: Conversaciones VoIP sobre ATM

Se encapsula una señal de voz (codificada con G.729) sobre IP y ATM.

Parámetros:

- Datos G.729: 10 octetos cada 10 ms.
- Encapsulado total: RTP (12 octetos) + UDP (8 octetos) + IP (20 octetos).

Cálculo de celdas necesarias:

$$C = \lceil (M \times 10 + 12 + 8 + 20 + 8 + 8) / 48 \rceil$$

Para  $M$  ventanas de 10 ms:

- $M = 1$  a  $M = 4$ :  $C = 2$ .
- $M = 5$  y  $M = 6$ :  $C = 3$ .

Ancho de banda requerido (Kbps):

$$AB = \frac{C \times 53 \times 8}{M \times 10\text{ms}}$$

- $M = 1$ : 84.8 Kbps.
- $M = 3$ : 28.3 Kbps.
- $M = 6$ : 21.2 Kbps.

#### 4. Conversaciones VoIP en un ADSL de 320 Kbps

Cálculo del número de conversaciones simultáneas:

$$N = \left\lfloor \frac{320}{AB} \right\rfloor$$

- $M = 1$ : 3 conversaciones.
- $M = 3$ : 11 conversaciones.
- $M = 6$ : 15 conversaciones.

**Conclusión:**

Se pueden establecer más conversaciones con mayor  $M$ , aunque con **mayor retardo** debido al encapsulado.