

RESUMEN REDES – FIUBA

Índice

1. Historia y Evolución de las Telecomunicaciones	4
1.1. Antes de la era eléctrica	4
1.2. Era eléctrica (siglo XIX)	4
1.3. Siglo XX: De voz a datos	4
1.4. Siglo XXI: Era de Internet y convergencia	5
1.5. Cables submarinos de fibra óptica	5
2. Fundamentos de las Redes de Datos	5
2.1. ¿Qué es una red?	5
2.2. Red de acceso vs red de transporte	5
2.3. Tipos de WAN	6
2.4. LAN cableada e inalámbrica (WLAN)	6
2.5. VLAN (Virtual LAN)	6
3. El Modelo OSI y la Arquitectura TCP/IP	7
3.1. Modelo OSI (7 capas)	7
3.2. Arquitectura TCP/IP	7
3.3. Diferencias entre OSI y TCP/IP	7
4. Medios Físicos de Transmisión	7
4.1. Clasificación general de los medios	8
4.2. Par trenzado (UTP/STP)	8
4.3. Cable coaxial	8
4.4. Fibra óptica	8
4.5. Medios inalámbricos	9
5. Multiplexación, Modulación y Jerarquías de Transmisión	9
5.1. Multiplexación	9
5.2. Modulación	9
5.3. Jerarquías de transmisión digital	9
5.3.1. TDM – PDH – SDH	9
5.4. Conmutación	10
5.5. MPLS (Multiprotocol Label Switching)	10

6. Centros de Datos, Cloud, Virtualización y NFV	10
6.1. Evolución del datacenter	11
6.2. Virtualización tradicional	11
6.3. Contenedores	11
6.4. Orquestación de contenedores	11
6.5. NFV (Network Function Virtualization)	12
6.6. Evolución hacia plataformas basadas en software	12
7. Direccionamiento IPv4	12
7.1. Concepto de dirección IP	12
7.2. Clases de direcciones IPv4	13
7.3. Direcciones IPv4 públicas y privadas	13
7.4. Determinación de la red (operación AND)	13
8. Subnetting (subredes IPv4)	13
8.1. Propósito del subnetting	13
8.2. Máscaras extendidas (CIDR)	14
8.3. Cálculo de hosts disponibles	14
8.4. Ejemplo de subnetting	14
9. El Datagrama IP, Enrutamiento, ARP, ICMP	14
9.1. Estructura del datagrama IP	15
9.2. Funcionamiento del TTL	15
9.3. Fragmentación	15
9.4. ARP (Address Resolution Protocol)	16
9.5. ICMP (Internet Control Message Protocol)	16
9.6. Enrutamiento IP	16
9.6.1. Tipos	16
9.7. Funcionamiento del reenvío en un router	16
9.8. Introducción al transporte TCP/UDP (desde perspectiva IP)	17
10. Protocolo TCP y UDP en profundidad	17
10.1. Rol de la capa de transporte	17
10.2. UDP (User Datagram Protocol)	18
10.3. TCP (Transmission Control Protocol)	18
10.4. Ventana deslizante (Sliding Window)	18
10.5. Comparación TCP vs UDP	18
11. Protocolos Legacy: X.25, Frame Relay, ATM, TDM	19
11.1. X.25	19
11.2. TDM (Time Division Multiplexing)	19
11.3. Frame Relay	19
11.4. ATM (Asynchronous Transfer Mode)	19
12. MPLS, VPNs, Arquitectura WAN Moderna	20
12.1. MPLS (Multiprotocol Label Switching)	20
12.2. Tipos de VPNs	20
12.2.1. VPN Intranet	20
12.2.2. VPN Extranet	20

12.2.3. VPN de acceso remoto	20
12.3. Redes IP como backbone universal	21
12.4. Redes orientadas a software (SDN)	21
12.5. Convergencia de servicios	21
13. Protocolos y Servicios de Aplicación	21
13.1. DNS (Domain Name System)	21
13.2. DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)	22
13.3. HTTP / HTTPS	22
13.4. SMTP, POP3, IMAP (correo electrónico)	22
13.5. FTP / SFTP / FTPS	22
13.6. SNMP (Simple Network Management Protocol)	23
14. Seguridad en Redes	23
14.1. NAT (Network Address Translation)	23
14.2. Firewalls	23
14.3. ACLs (Access Control Lists)	24
14.4. Arquitectura DMZ	24
14.5. IPS / IDS	24
14.6. VPNs seguras	24
15. Resumen Integrador Final	24
15.1. El modelo OSI y TCP/IP	25
15.2. Infraestructura física	25
15.3. Multiplexación y jerarquías	25
15.4. Direccionamiento y ruteo	25
15.5. Virtualización y cloud	25
15.6. Seguridad	25
16. Glosario Completo para Final	25

1. Historia y Evolución de las Telecomunicaciones

(Basado en REDES1)

1.1. Antes de la era eléctrica

Bullets técnicos:

- Prehistoria → señales de humo, fuego, tambores.
- 776 a.C. → uso de palomas mensajeras.
- Siglo III a.C. → semáforos hidráulicos.
- 1792 → Telégrafo óptico de Chappe.

Explicación:

Estos métodos fueron los primeros intentos de comunicación a distancia, con limitaciones de alcance, velocidad y fiabilidad. No existía aún una base tecnológica eléctrica.

1.2. Era eléctrica (siglo XIX)

Bullets técnicos:

- 1835: Telégrafo electromagnético (Henry).
- 1837–38: Telégrafo de Cooke & Wheatstone.
- 1844: Primer mensaje de Morse.
- 1858–1866: Primeros cables transatlánticos viables.
- 1876: Invención del teléfono (Bell).
- ~1880: Fotófono.
- ~1895: Radio inalámbrica (Marconi).

Explicación:

La comunicación deja de depender de señales visuales/acústicas y comienza a viajar por **circuitos eléctricos**, permitiendo transmisión casi instantánea y largas distancias.

1.3. Siglo XX: De voz a datos

Bullets técnicos:

- Radio y TV masifican la comunicación.
- 1915: Llamada telefónica costa a costa.
- 1927: Telefonía transatlántica.
- 1962: Telstar (1° satélite de comunicaciones).
- 1969: Nace ARPANET (precursor de Internet).
- 1971: Email.
- 1973: Primer teléfono celular moderno.
- 1990s: Expansión comercial de Internet.

Explicación:

La tecnología migra de redes exclusivamente de voz (TDM) a redes capaces de transportar **datos**, habilitando Internet y la interconexión global.

1.4. Siglo XXI: Era de Internet y convergencia

Bullets técnicos:

- Redes 4G/5G.
- Redes sociales (2004–2011).
- Smartphones como plataforma universal.
- Virtualización, cloud, contenedores, NFV.
- IA generativa (ChatGPT, 2022).

Explicación:

Las redes actuales dejan de ser rígidas y pasan a ser **definidas por software**, escalables y orquestadas.

1.5. Cables submarinos de fibra óptica

(REDES1)

Bullets técnicos:

- Sistemas: Atlantis II, Americas II, Columbus III, Panamericano, SE-ME-WE3.
- Conectan continentes mediante fibra óptica de largo alcance.
- Buques especializados tienden el cable en el océano.

Explicación:

La infraestructura física que sostiene Internet global es mayormente submarina. Más del 95 % del tráfico intercontinental va por fibra óptica, no por satélite.

2. Fundamentos de las Redes de Datos

2.1. ¿Qué es una red?

Bullets técnicos:

- Conjunto de dispositivos interconectados que comparten información.
- Permite acceso a servicios locales y remotos.
- Se clasifica por alcance (LAN, MAN, WAN).

Explicación:

Una red digital es un sistema donde varios nodos pueden enviar y recibir datos a través de medios físicos o inalámbricos.

2.2. Red de acceso vs red de transporte

(REDES1)

Red de acceso:

- Conecta usuarios finales.
- Tecnologías: ADSL, Cablemodem, FTTH, Wireless, MetroEthernet.

Red de transporte:

- Backbone de larga distancia.

- Tecnologías: fibra óptica, SDH, MPLS, satélite.

Explicación:

El acceso es la puerta de entrada a la red; el transporte es la “autopista” por donde viajan grandes volúmenes de datos.

2.3. Tipos de WAN

Bullets técnicos:

- Circuitos conmutados (telefonía tradicional).
- Paquetes conmutados (IP, Frame Relay).
- Orientadas a conexión (ATM, MPLS).
- Internet como red de redes.

Explicación:

Las WAN permiten comunicación entre redes geográficamente distantes y adoptan distintas tecnologías según requerimientos de QoS y eficiencia.

2.4. LAN cableada e inalámbrica (WLAN)

Bullets técnicos:

LAN cableada:

- Usa switches, Ethernet, VLANs.
- Alta estabilidad y seguridad.

LAN inalámbrica:

- Usa Wi-Fi.
- Mayor movilidad, menor costo de despliegue.

Explicación:

Las LAN cableadas dan rendimiento máximo; las WLAN permiten flexibilidad. En empresas suele usarse una combinación de ambas.

2.5. VLAN (Virtual LAN)

(REDES1)

Bullets técnicos:

- Segmentan la red lógicamente dentro de un mismo switch.
- Reducen el dominio de broadcast.
- Mejoran seguridad y organización.
- Necesitan routing entre VLANs (capa 3).

Explicación:

Una VLAN permite particionar una LAN física en múltiples redes virtuales independientes, reduciendo congestión y aislando tráfico.

3. El Modelo OSI y la Arquitectura TCP/IP

3.1. Modelo OSI (7 capas)

Bullets técnicos:

1. Física
2. Enlace de datos
3. Red
4. Transporte
5. Sesión
6. Presentación
7. Aplicación

Explicación:

Este modelo teórico organiza funciones de red en capas bien definidas. Permite entender qué hace cada protocolo y dónde opera.

3.2. Arquitectura TCP/IP

(REDES1 – capas integradas)

Bullets técnicos:

- Capa de acceso a red → Ethernet, ARP.
- Capa Internet → IP, ICMP, NAT, OSPF, EIGRP.
- Capa transporte → TCP, UDP.
- Capa aplicación → HTTP, SMTP, FTP, DNS, DHCP, etc.

Explicación:

En la práctica, Internet usa TCP/IP, que simplifica el modelo OSI agrupando funciones. IP provee el direccionamiento; TCP/UDP manejan transporte; aplicaciones usan protocolos específicos.

3.3. Diferencias entre OSI y TCP/IP

Bullets técnicos:

- OSI es teórico, TCP/IP es práctico.
- OSI tiene 7 capas; TCP/IP típicamente 4.
- TCP/IP integra presentación y sesión dentro de aplicación o del propio sistema operativo.

Explicación:

Para estudiar protocolos reales se usa TCP/IP, pero OSI sirve como referencia conceptual para entender funciones individuales.

4. Medios Físicos de Transmisión

(Contenido sintetizado de REDES2, REDES3 y REDES4)

4.1. Clasificación general de los medios

Bullets técnicos:

- Medios guiados: par trenzado (UTP/STP), coaxial, fibra óptica.
- Medios no guiados: radio, microondas, Wi-Fi, enlaces satelitales.
- Cada medio tiene diferente ancho de banda, atenuación, inmunidad a ruido y costo.

Explicación:

Los medios guiados transmiten señales confinadas en un cable; los no guiados lo hacen a través del espacio. La elección depende de distancia, capacidad requerida, interferencias y presupuesto.

4.2. Par trenzado (UTP/STP)

Bullets técnicos:

- UTP: sin malla metálica; más económico.
- STP: blindado; más inmune al ruido.
- Estándares: Categorías CAT3, CAT5e, CAT6, CAT6A, CAT7.
- Limitación: distancias típicas de hasta 100 metros para Ethernet.

Explicación:

El par trenzado es la base de las LAN modernas. El trenzado reduce interferencias. A mayor categoría, mayor frecuencia soportada y mayor velocidad.

4.3. Cable coaxial

Bullets técnicos:

- Posee conductor central, aislante, malla y cubierta.
- Inmune a ruido, buena capacidad a largas distancias.
- Usado en TV por cable, HFC, antenas, topología bus.

Explicación:

Aunque fue desplazado por el par trenzado en LAN, sigue vigente en redes HFC donde se combina fibra + coaxial para acceso residencial.

4.4. Fibra óptica

Bullets técnicos:

- Núcleo, revestimiento (cladding) y cubierta.
- Tipos:
 - Monomodo (SMF): largas distancias, láser.
 - Multimodo (MMF): distancias cortas, LED.
- Ventajas: gran ancho de banda, baja atenuación, inmune a interferencias.

Explicación:

La fibra óptica es el medio principal de transmisión WAN y backbone. Permite enlaces de cientos de kilómetros con repetidores espaciados muy lejos.

4.5. Medios inalámbricos

Bullets técnicos:

- Microondas terrestres.
- Satélites geoestacionarios y LEO.
- Wi-Fi (2.4 GHz, 5 GHz, 6 GHz).
- Enlaces punto a punto para última milla.

Explicación:

Los medios inalámbricos permiten movilidad, despliegue rápido y cobertura amplia, aunque son más susceptibles al ruido y a la pérdida de señal.

5. Multiplexación, Modulación y Jerarquías de Transmisión

(Contenido agrupado desde REDES₄ y REDES₅)

5.1. Multiplexación

Bullets técnicos:

- TDM (Time Division Multiplexing): asigna tiempos distintos a cada canal.
- FDM (Frequency Division Multiplexing): varios canales en diferentes frecuencias.
- WDM (Wavelength Division Multiplexing): múltiples longitudes de onda en fibra.

Explicación:

La multiplexación permite enviar múltiples señales por un mismo medio, optimizando el uso físico de cables o fibra.

5.2. Modulación

Bullets técnicos:

- ASK: modulación por amplitud.
- FSK: modulación por frecuencia.
- PSK: modulación por fase.
- QAM: combinación de amplitud y fase (muy usada en módems y cablemodems).

Explicación:

La modulación altera características de una portadora para representar bits digitales. QAM logra altas velocidades, pero requiere buena SNR.

5.3. Jerarquías de transmisión digital

5.3.1. TDM – PDH – SDH

(Basado en REDES₄)

PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy) Bullets técnicos:

- Señales no perfectamente sincronizadas entre sí.
- Dificultad para multiplexar/demultiplexar.
- Estructura dependiente de cada región (EE.UU., Europa).

Explicación:

Fue la primera jerarquía digital telefónica. Muy rígida y compleja para operar en gran escala.

SDH (Synchronous Digital Hierarchy) Bullets técnicos:

- Sincronismo perfecto.
- Facilita multiplexado y grooming de tráfico.
- Estandarización global.
- Velocidades: STM-1 (155 Mbps), STM-4, STM-16, STM-64.

Explicación:

SDH reemplaza a PDH con estructuras sincronizadas que simplifican administración y aumentan escalabilidad.

5.4. Conmutación

Bullets técnicos:

- Conmutación de circuitos: requiere un camino dedicado.
- Conmutación de paquetes: IP divide la info en datagramas.
- Conmutación orientada a conexión: camino lógico (ej: MPLS).

Explicación:

En telefonía clásica se usaban circuitos fijos; en redes de datos modernas los paquetes se enrutan dinámicamente.

5.5. MPLS (Multiprotocol Label Switching)

(REDES5)

Bullets técnicos:

- Inserta etiquetas (labels) para enrutar más rápido.
- Permite VPNs, tráfico priorizado y QoS.
- Forwarding basado en FEC (Forwarding Equivalence Class).

Explicación:

MPLS combina velocidad de capa 2 con flexibilidad de capa 3 y es base de muchas redes de operadores.

6. Centros de Datos, Cloud, Virtualización y NFV

(Contenido extraído de REDES6 y REDES7)

6.1. Evolución del datacenter

Bullets técnicos:

- De hardware dedicado a virtualización.
- De virtualización a cloud computing.
- De cloud a contenedores y microservicios.
- Orquestadores: OpenStack, Kubernetes.

Explicación:

Los datacenters evolucionaron para soportar mayor demanda, automatización y escalabilidad. La infraestructura se vuelve programable.

6.2. Virtualización tradicional

Bullets técnicos:

- Uso de hipervisores (KVM, Hyper-V, VMware).
- Aislamiento de VMs en un mismo servidor físico.
- Reducción de CapEx por mayor utilización de hardware.

Explicación:

La virtualización permite correr múltiples sistemas operativos en un mismo hardware, optimizando recursos antes dedicados a servidores aislados.

6.3. Contenedores

Bullets técnicos:

- Docker como estándar.
- Aislamiento a nivel de proceso y sistema operativo.
- Arranque muy rápido y uso eficiente de recursos.
- Conducen a arquitecturas de microservicios.

Explicación:

Los contenedores encapsulan la aplicación y sus dependencias. Son más livianos que las VMs y permiten despliegues rápidos.

6.4. Orquestación de contenedores

Bullets técnicos:

- Kubernetes administra clusters de contenedores.
- Automación de scaling, networking, health checks.
- Integración con clouds privadas (OpenStack) o públicas.

Explicación:

La orquestación resuelve el problema de gestionar cientos o miles de contenedores distribuidos.

6.5. NFV (Network Function Virtualization)

(*REDES7*)

Bullets técnicos:

- Desacopla funciones de red del hardware.
- VNFs: firewalls, routers virtuales, NAT, DPI.
- Recursos consolidados en pools genéricos (COTS).
- Gestión automática de escalamiento y resiliencia.

Explicación:

NFV migra elementos tradicionales de red (antes cajas físicas dedicadas) hacia software ejecutado en servidores estándar. Reduce costos, acelera despliegue y facilita automatización.

6.6. Evolución hacia plataformas basadas en software

Bullets técnicos:

- Era de máquinas virtuales → infraestructura.
- Era de contenedores → microservicios.
- Era de APIs → aplicaciones componibles.

Explicación:

La red deja de verse como hardware y pasa a ser una plataforma programable. Esto habilita DevOps, CI/CD y servicios cloud nativos.

7. Direccionamiento IPv4

(*Basado en REDES8, REDES9, REDES11*)

7.1. Concepto de dirección IP

Bullets técnicos:

- IPv4 = número de 32 bits.
- Formato decimal con puntos: X.X.X.X (cada X es un octeto de 0–255).
- Identifica un host en una red TCP/IP.
- Requiere tres parámetros:
 - Dirección IP
 - Máscara de subred
 - Puerta de enlace

Explicación:

Una dirección IP identifica de manera única un dispositivo en una red. La máscara separa la parte de red de la parte de host. La puerta de enlace permite salir a otras redes.

7.2. Clases de direcciones IPv4

(Contenido literal de las diapositivas)

Bullets técnicos:

- Clase A: primer octeto 0–127.
- Clase B: 128–191.
- Clase C: 192–223.
- Clase D: 224–239 (multicast).
- Clase E: 240–255 (experimental).

Explicación:

Las clases se usaban originalmente para asignar redes de diferente tamaño. Hoy no se usa enrutamiento classful, pero sí siguen siendo relevantes para identificar rangos.

7.3. Direcciones IPv4 públicas y privadas

Bullets técnicos:

- Públicas: únicas en Internet; asignadas por RIR.
- Privadas: para uso interno (no ruteables en Internet).
 - Clase A privada: 10.0.0.0/8
 - Clase B privada: 172.16.0.0/12
 - Clase C privada: 192.168.0.0/16

Explicación:

Las direcciones privadas permiten redes internas sin consumir direcciones públicas. Para salir a Internet deben pasar por NAT.

7.4. Determinación de la red (operación AND)

(REDES11)

Bullets técnicos:

- La dirección de red se obtiene aplicando AND bit a bit entre IP y máscara.
- Ejemplo típico:
 - IP: 192.168.10.25
 - Máscara: 255.255.255.0
 - Resultado: 192.168.10.0

Explicación:

La porción de red queda con bits fijos, mientras que los bits de host determinan las direcciones disponibles dentro de esa red.

8. Subnetting (subredes IPv4)

8.1. Propósito del subnetting

Bullets técnicos:

- Dividir una red grande en redes más pequeñas.
- Mejorar seguridad, segmentación y uso de direcciones.
- Reducir dominios de broadcast.

Explicación:

Subnetear permite organizar mejor una red y evitar desperdiciar direcciones. Es fundamental en diseño de redes corporativas.

8.2. Máscaras extendidas (CIDR)

Bullets técnicos:

- Notación de prefijo: /8, /16, /24, etc.
- CIDR reemplaza el esquema de clases.
- El número después de la barra indica cuántos bits son de red.

Explicación:

Con CIDR se crean redes del tamaño exacto que se necesita, en lugar de redes rígidas de clase A/B/C.

8.3. Cálculo de hosts disponibles

Bullets técnicos:

- Fórmula: $2^{(bits_de_host)} - 2$
- Ejemplo: /24 \rightarrow 8 bits host \rightarrow 254 hosts
- Ejemplo: /30 \rightarrow 2 hosts (muy usado en enlaces punto a punto)

Explicación:

Restamos 2 porque una dirección representa la red y otra representa el broadcast.

8.4. Ejemplo de subnetting

(Basado en ejercicios de las PPTs)

Red: 200.3.107.0/24

Queremos subredes de 64 hosts.

Bullets técnicos:

- Necesitamos $64 + 2 = 66$ direcciones \rightarrow 7 bits de host.
- Esto implica /25 (128 direcciones).
- Subredes:
 - 200.3.107.0/25
 - 200.3.107.128/25

Explicación:

La potencia de 2 inmediata que cubre el número de hosts determina cuántos bits reservar.

9. El Datagrama IP, Enrutamiento, ARP, ICMP

(Contenido fundamental de REDES9 y REDES11)

9.1. Estructura del datagrama IP

Bullets técnicos:

- Cabecera IPv4: mínima 20 bytes, máxima 60 bytes.
- Contiene:
 - Versión
 - IHL
 - Tipo de servicio
 - Longitud total
 - Identificación / flags / fragment offset
 - TTL
 - Protocolo (TCP=6, UDP=17)
 - Checksum
 - Dirección origen
 - Dirección destino

Explicación:

El datagrama IP encapsula el segmento TCP/UDP. La cabecera incluye información para enrutamiento, fragmentación y control.

9.2. Funcionamiento del TTL

Bullets técnicos:

- TTL disminuye cada vez que el paquete atraviesa un router.
- Si llega a 0 → se descarta.
- Previene bucles de enrutamiento.

Explicación:

Este campo protege a la red en caso de fallas de ruteo que generarían loops infinitos.

9.3. Fragmentación

Bullets técnicos:

- Ocurre cuando el paquete > MTU del enlace.
- Cada fragmento tiene cabecera IP.
- Campos importantes: Identification, Flags, Fragment Offset.

Explicación:

La fragmentación permite que una red con MTU más baja pueda transportar un paquete grande. IP no garantiza reensamblado exitoso, solo best effort.

9.4. ARP (Address Resolution Protocol)

(REDES11)

Bullets técnicos:

- Mapea direcciones IP → direcciones MAC.
- ARP Request: broadcast.
- ARP Reply: unicast.
- Se almacena en ARP Cache.

Explicación:

Si una máquina quiere enviar un paquete a otra dentro de la misma red, necesita conocer su dirección MAC. ARP resuelve esa conversión.

9.5. ICMP (Internet Control Message Protocol)

Bullets técnicos:

- Transporta mensajes de control y error.
- No transporta datos de usuario.
- Tipos importantes:
 - Echo Request/Reply (ping)
 - Destination Unreachable
 - Time Exceeded (TTL)

Explicación:

ICMP se usa para diagnosticar problemas de red, informar errores y probar conectividad.

9.6. Enrutamiento IP

(Contenido presente en REDES8/REDES9)

9.6.1. Tipos

Bullets técnicos:

- Estático
- Dinámico (RIP, OSPF, EIGRP, BGP)

Explicación:

El enrutamiento determina la mejor ruta para enviar paquetes. Los protocolos dinámicos intercambian información entre routers.

9.7. Funcionamiento del reenvío en un router

Bullets técnicos:

1. Llega un datagrama a la interfaz.
2. El router examina dirección destino.
3. Busca coincidencia en su tabla de ruteo.
4. Encapsula el paquete en el enlace de salida.

5. TTL se decrementa.
6. Forwarding hacia el próximo salto.

Explicación:

El router no interpreta contenido de capa 4 o superior: su tarea es únicamente reenviar según destino IP y tabla de ruteo.

9.8. Introducción al transporte TCP/UDP (desde perspectiva IP)

(Profundizaremos en Bloque 4)

Bullets técnicos:

TCP:

- Orientado a conexión.
- Control de secuencia, retransmisión, ventana, slow start.
- Fiable (garantiza entrega ordenada).

UDP:

- No orientado a conexión.
- Sin control de congestión.
- Sin reintentos.
- Baja latencia, ideal para voz/video.

Explicación:

Desde la perspectiva IP, TCP y UDP definen el tipo de segmento transportado. El campo Protocolo en la cabecera IP indica cuál de los dos está encapsulado.

10. Protocolo TCP y UDP en profundidad

(Basado en REDES8, REDES9, REDES11)

10.1. Rol de la capa de transporte

Bullets técnicos:

- Multiplexación/demultiplexación de procesos.
- Establecimiento de conexiones (TCP).
- Control de retransmisión, orden, ventana, congestión.
- Integridad mediante checksums.

Explicación:

La capa de transporte permite que múltiples aplicaciones usen simultáneamente la red, garantizando (o no, en el caso de UDP) entrega fiable.

10.2. UDP (User Datagram Protocol)

Bullets técnicos:

- Sin conexión.
- Ligero: header de 8 bytes.
- No reenvía ni ordena.
- Ideal para voz/video en tiempo real, DNS, DHCP.

Explicación:

UDP prioriza la velocidad sobre la fiabilidad. Si se pierde un paquete, no se reenvía; esto evita retrasos que afectarían aplicaciones en tiempo real.

10.3. TCP (Transmission Control Protocol)

Bullets técnicos:

- Orientado a conexión.
- Establece handshake 3 vías (SYN, SYN-ACK, ACK).
- Provee retransmisión en caso de pérdida.
- Control de flujo (ventana deslizante).
- Control de congestión (Slow Start, Congestion Avoidance).

Explicación:

TCP garantiza que los datos lleguen completos y ordenados. Usa números de secuencia, acuses de recibo (ACK) y temporizadores para retransmitir.

10.4. Ventana deslizante (Sliding Window)

Bullets técnicos:

- Permite enviar varios paquetes sin esperar ACK por cada uno.
- La ventana crece si no hay congestión (slow start).
- Se reduce ante pérdidas (congestion avoidance).

Explicación:

Mejora el rendimiento al aprovechar la capacidad del enlace sin saturarlo.

10.5. Comparación TCP vs UDP

Característica	TCP	UDP
Conexión	Sí	No
Fiabilidad	Alta	Baja
Orden	Garantizado	No garantizado
Velocidad	Más lento	Muy rápido
Uso típico	Web, email, archivos	Streaming, VoIP, DNS

Explicación:

TCP y UDP son complementarios. Uno prioriza fiabilidad, el otro latencia.

11. Protocolos Legacy: X.25, Frame Relay, ATM, TDM

(Basado en REDES3)

11.1. X.25

Bullets técnicos:

- Conmutación de paquetes con **circuitos virtuales**.
- Corrección de errores en cada nodo (muy confiable).
- Velocidades típicas: 64 kbps.
- Capas utilizadas: física, enlace (LAPB), red.
- Tipos de circuitos: PVC (permanentes), SVC (conmutados).

Explicación:

X.25 fue diseñado para redes físicas poco confiables. Su excesiva sobrecarga lo volvió inviable para redes modernas de alta velocidad.

11.2. TDM (Time Division Multiplexing)

Bullets técnicos:

- Multiplexación por división de tiempo.
- Cada canal usa un “slot” fijo en un ciclo.
- Base de telefonía digital (E1/T1).
- 32 canales en E1 \rightarrow 2 Mbps (SDH).

Explicación:

TDM permite enviar múltiples canales por el mismo medio asignando tiempos específicos a cada flujo.

11.3. Frame Relay

Bullets técnicos:

- Conmutación de tramas sobre enlaces confiables.
- Velocidades superiores a X.25.
- Basado en PVCs.
- Sin retransmisión por nodo.
- Usado para ráfagas como cajeros automáticos.

Explicación:

Más eficiente que X.25, pero fue reemplazado por MPLS e Internet empresarial.

11.4. ATM (Asynchronous Transfer Mode)

Bullets técnicos:

- Opera con **celdas fijas** de 53 bytes (48 + 5).
- Soporta QoS real (CBR, VBR, UBR).
- Excelente para voz/video en su época.

- Backbone previo a IP/MPLS.

Explicación:

ATM introdujo la idea de calidad de servicio y transporte uniforme de voz y datos. Su rigidez fue superada por redes IP más flexibles.

12. MPLS, VPNs, Arquitectura WAN Moderna

(Basado en REDES3, REDES5, REDES1)

12.1. MPLS (Multiprotocol Label Switching)

Bullets técnicos:

- Inserta una **etiqueta** entre capa 2 y 3.
- Reenvío basado en FEC (Forwarding Equivalence Class).
- Permite ingeniería de tráfico (TE).
- Base de VPN L3 para empresas.
- Puede transportar IP, Ethernet, ATM, Frame Relay.

Explicación:

MPLS brinda control sobre rutas, priorización de tráfico y seguridad. Se convirtió en el estándar de WAN corporativa.

12.2. Tipos de VPNs

(REDES1 y REDES5)

12.2.1. VPN Intranet

Bullets técnicos:

- Conecta sucursales con la casa central.
- Bajo costo mediante túneles.

Explicación:

Permite operar como una única red privada distribuida.

12.2.2. VPN Extranet

Bullets técnicos:

- Extiende la red a socios/partners.
- Facilita intercambio de datos seguro.

12.2.3. VPN de acceso remoto

Bullets técnicos:

- Conexiones tuneladas desde usuarios móviles.
- Usa IPSec, SSL VPN, o clientes dedicados.

Explicación:

Permite extender la red corporativa a usuarios que trabajan desde casa o desde cualquier lugar.

12.3. Redes IP como backbone universal

Bullets técnicos:

- Internet se convierte en un agregado de sistemas autónomos (AS).
- Protocolos de ruteo:
 - Internos: OSPF, EIGRP, IS-IS
 - Externo: BGP
- Tráfico multimedia y crítico viaja sobre IP.

Explicación:

IP pasó de ser un protocolo académico a ser el estándar mundial de comunicación. Todo termina encapsulado en IP: voz, datos, video.

12.4. Redes orientadas a software (SDN)

(Expande ideas de REDES7)

Bullets técnicos:

- Control plane separado del data plane.
- Controlador centralizado.
- APIs para programar la red.
- OpenFlow, ONOS, NSX.

Explicación:

SDN permite automatizar la red, reducir costos y acelerar despliegue de servicios.

12.5. Convergencia de servicios

Bullets técnicos:

- Voz sobre IP.
- Video streaming.
- IoT.
- Cloud computing / edge computing.

Explicación:

Las redes actuales llevan servicios integrados en una misma infraestructura IP, lo que requiere QoS, seguridad y virtualización avanzada.

13. Protocolos y Servicios de Aplicación

(Compilado de REDES1, REDES8, REDES9, REDES11)

13.1. DNS (Domain Name System)

Bullets técnicos:

- Traduce nombres de dominio a direcciones IP.

- Sistema distribuido jerárquico: root → TLD (.com, .net) → autoritativos → recursivos.
- Registros comunes: A (IPv4), AAAA (IPv6), MX, CNAME, NS.

Explicación:

DNS permite que los usuarios recuerden nombres en lugar de direcciones numéricas. Es crítico para que funcione Internet.

13.2. DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)

Bullets técnicos:

- Asigna direcciones IP dinámicas.
- Parámetros que entrega: IP, máscara, gateway, DNS.
- Proceso: Discover → Offer → Request → ACK.

Explicación:

Evita la necesidad de configurar manualmente cada host. Es el estándar para redes empresariales y residenciales.

13.3. HTTP / HTTPS

Bullets técnicos:

- HTTP: protocolo de transferencia de hipertexto.
- HTTPS: HTTP + TLS para cifrado de extremo a extremo.
- Métodos principales: GET, POST, PUT, DELETE.

Explicación:

Es la base de la web. HTTPS garantiza confidencialidad e integridad de los datos.

13.4. SMTP, POP3, IMAP (correo electrónico)

Bullets técnicos:

- SMTP: envío de correos.
- POP3: descarga del correo en cliente.
- IMAP: sincronización del correo en el servidor.

Explicación:

SMTP se usa para transportar correos; POP3 e IMAP para recibirlos.

13.5. FTP / SFTP / FTPS

Bullets técnicos:

- FTP: transferencia de archivos sin cifrado.
- SFTP: sobre SSH → cifrado total.
- FTPS: FTP + TLS.

Explicación:

Son protocolos para mover archivos entre máquinas. Hoy se prefiere SFTP por seguridad.

13.6. SNMP (Simple Network Management Protocol)

Bullets técnicos:

- Permite supervisar equipos: routers, switches, firewalls.
- Basado en agentes que reportan variables (OIDs).
- Versiones:
 - v1/v2: inseguras
 - v3: autenticación + cifrado

Explicación:

Fundamental para monitorear redes corporativas.

14. Seguridad en Redes

(Integración de REDES1, REDES5, REDES7)

14.1. NAT (Network Address Translation)

Bullets técnicos:

- Traduce direcciones privadas a públicas.
- Tipos:
 - NAT estático
 - NAT dinámico
 - PAT (many-to-one, típico hogar/empresa)

Explicación:

Ahorra direcciones IPv4 públicas y agrega una capa básica de aislamiento entre Internet y la red interna.

14.2. Firewalls

Bullets técnicos:

- Inspeccionan tráfico según reglas (ACLs).
- Tipos:
 - Capa 3: paquetes
 - Capa 7: aplicaciones (next-gen firewalls)
- Funciones: filtrado, NAT, VPN, IPS/IDS.

Explicación:

Son la primera barrera de seguridad entre redes internas y externas.

14.3. ACLs (Access Control Lists)

Bullets técnicos:

- Permiten o deniegan tráfico según:
 - IP origen/destino
 - Puertos
 - Protocolo
- Se aplican en routers o switches capa 3.

Explicación:

Son reglas básicas de seguridad y control de acceso.

14.4. Arquitectura DMZ

Bullets técnicos:

- Zona desmilitarizada entre la red interna y externa.
- Alberga servidores públicos (web, correo).

Explicación:

Limita el impacto si un servidor orientado a Internet es comprometido.

14.5. IPS / IDS

Bullets técnicos:

- IDS: detecta intrusiones.
- IPS: detecta y bloquea intrusiones.

Explicación:

Complementan a los firewalls permitiendo analizar patrones de tráfico.

14.6. VPNs seguras

Bullets técnicos:

- IPSec: cifrado a nivel IP.
- SSL VPN: cifrado sobre capa de aplicación.
- Utilizadas para acceso remoto y sitio a sitio.

Explicación:

Aseguran confidencialidad, integridad y autenticación entre dos puntos remotos.

15. Resumen Integrador Final

Este es el resumen conceptual de TODA la materia.

15.1. El modelo OSI y TCP/IP

- OSI: modelo conceptual de 7 capas.
- TCP/IP: modelo práctico de 4 capas.
- IP: best effort, no orientado a conexión.
- TCP: confiable; UDP: rápido y sin garantías.

15.2. Infraestructura física

- Par trenzado: hasta 100m, diversas categorías.
- Coaxial: TV, HFC.
- Fibra óptica: backbone de Internet.
- Inalámbrico: Wi-Fi, microondas, satélites.

15.3. Multiplexación y jerarquías

- TDM \rightarrow PDH \rightarrow SDH
- Evolución hacia WDM en fibra
- ATM introdujo QoS real
- MPLS domina las WAN empresariales

15.4. Direccionamiento y ruteo

- IPv4 de 32 bits
- CIDR eliminó las clases estrictas
- ARP, ICMP, NAT
- Protocolos de enrutamiento: RIP, OSPF, EIGRP, BGP
- Routers reenvían basado en tabla de ruteo

15.5. Virtualización y cloud

- Máquinas virtuales \rightarrow contenedores \rightarrow microservicios
- Orquestación: Kubernetes / OpenStack
- NFV: funciones de red en software
- SDN: control plane centralizado

15.6. Seguridad

- Firewalls, ACLs, IDS/IPS
- VPNs
- Segmentación VLAN
- DMZ
- Cifrado extremo a extremo

16. Glosario Completo para Final

(Todos términos clave que pueden aparecer en un examen.)

ARP:

Protocolo que mapea IP a MAC.

ATM:

Tecnología de conmutación de celdas de 53 bytes.

BGP:

Protocolo de enrutamiento entre sistemas autónomos.

CIDR:

Notación de prefijo variable (/24).

DHCP:

Asignación dinámica de IP.

DNS:

Sistema de resolución de nombres.

FEC (MPLS):

Clase de reenvío usada para etiquetar tráfico.

Fiber FTTH:

Fibra óptica hasta el hogar.

Frame Relay:

Red de tramas, reemplazo de X.25.

ICMP:

Mensajes de control (ping).

IPSec:

VPN cifrada a nivel de red.

LAN:

Red local.

MAC:

Dirección física de capa 2.

MPLS:

Red con etiquetas, base de VPNs empresariales.

MTU:

Tamaño máximo de unidad de transmisión.

NAT:

Traducción de direcciones privadas \leftrightarrow públicas.

OSI:

Modelo de 7 capas.

OSP:

Proveedor de servicios.

OSPF:

Protocolo interno de enrutamiento link-state.

PAT:

NAT con muchos a uno (hogar).

PDH:

Jerarquía plesiócrons.

QoS:

Calidad de servicio.

SDH:

Jerarquía síncrona.

SDN:

Red definida por software.

SMTP:

Protocolo de envío de correos.

SNMP:

Gestión de redes.

TCP:

Transporte confiable.

TDM:

Multiplexación por tiempo.

UDP:

Transporte no confiable.

VLAN:

Red local virtual segmentada.

VPN:

Red privada virtual mediante túneles.

WDM:

Multiplexación por longitudes de onda.

X.25:

Protocolo legacy con circuitos virtuales.