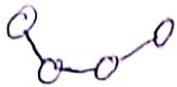


# Redes

## Redes Punto a Punto

Ejemplos físicos entre redes



- El direccionamiento es insuficiente
- Hay que conocer la estructura de la red para enviar o recibir información

## Clasificación por escala geográfica

- LAN (Local Area Network)
  - MAN (Metropolitan Area Network)
  - WAN (Wide Area Network)
- Características de LAN:
- Baja tasa de error
  - Alta velocidad de transferencia (10 mbps - 100 mbps)
  - Bajo coste cableado
  - Colisiones en el medio físico
- Características de WAN:
- Encaminamiento de la información
  - Tasa de error en el medio mayor que en LAN
  - Velocidad de transferencia (órdenes de 6 bps)

## Tipos de Redes WAN

- + Redes de encaminamiento de circuitos (telefonías)
- + Redes de " " de paquetes (Redes de datos)
- Routers o encaminadores: gestionan el origen y destino de los paquetes
- Tránsito: Carga de router/router
- Congestión: falta de recursos computacionales para encaminar los paquetes, rebotando el envío.

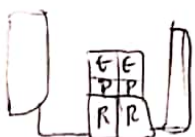
## Tema 2 Arquitectura de Red

### Interconexión de redes

Repetidor → Puente → Router

MACs

IPs



- más rápido  
- necesita más en ambos lados

- más lento  
- no necesita ambos lados

### Elementos de una máquina

Estados: Momentos de espera a un evento

Entradas: Eventos de cambio

Salidas: Acciones consecuentes a un cambio

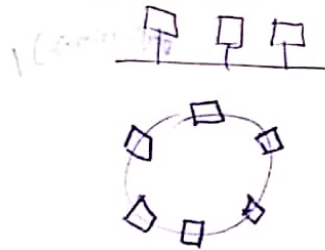
Transición: Cambio entre estados

Enero

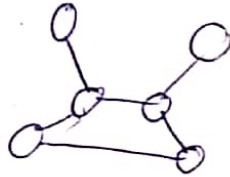
## Tema 1

### Redes de difusión

- Computas radio físico
- \* Control de acceso



### Redes punto a punto



- + coste
- + tolerancia fallas
- resistencia a errores
- resistencia física

### Multiplexión

Seid emulada redible  
por subconjunto

Gráfico geográfico  
LAN (Local Area Network) - Para menor  
+ velocidad  
+ coste  
+ seguridad  
MAN (Metropolitan Area Network) - Para mayor  
+ velocidad  
+ coste  
WAN (Wide Area Network) - Para mayor  
+ velocidad  
+ coste  
- Computas de circuitos (telefonía) - Conexión (fija de  
- " paquetes (datos) - Conexión (fija de  
conexión (fija de  
para encaminar)

### Caminos en Red

#### Circuitos virtuales

- establece circuito virtual
- paquetes
- libera circuito
- Confiable

#### Algoritmos

- decisión de ruta en nodos
- no hay caminos o no control congestion
- tolerancia fallas
- Confiable

## Tema 2

### Capas TCP/IP

- Aplicación: aplicaciones internet comunicación
- Transporte: Control comunicación internet
- Internet: Encaminamiento paquetes información
- Acceso a red: Envío paquete de red (IP) por un medio físico

#### Capa Física

medios físicos  
para el transporte

#### Capa Enlace

Operaciones para  
el transporte

### TCP/UDP

TCP: Protocolo de Control  
de transmisión (fiable)

UDP: Protocolo datagramas de  
usuario. No fiable

- Identificar si  
este app es el destino
- Porque paquetes recibidos  
en red física

### Interconexión de Redes

- Repetidor: Genera una copia redundante y retransmite
- Puente: Buen rendimiento, evita congestiones, limitado en tipos de redes o conexión
- Routers: Buen rendimiento interconexión, pero no limitado si interconexión entre IP.

# Tema 3 Nivel físico

- pulso luminoso en fibra optica

- Ruido en medio físico

## Cable Coaxial

BSL: 1 km/hz (anal)  
20 Mbps (coax) (anal)  
100 Mbps (coax) (anal)

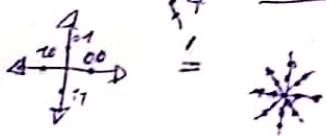
75 Ω: alta impedancia  
multiplex de cables  
elimina ruido impulsivo

## Tips de fibra

- multimodo - dispersión intermodal
  - índice gradado - de
  - monomodo - dispersión intramodal
- 1 km ✓  
(ruido disperso - 100 m)

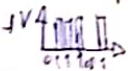
## Modulación de múltiples niveles

QPSK



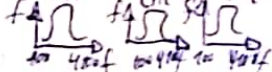
PCM

Forma Analógica



## FDMA (Multiplexión de Frecuencia)

Reparto de medio físico en varios frentes



F (Hz)

## TDM (Multiplexión de Tiempo)

- Síncrona (misma periodicidad)
- asíncrona estadística (asíncrona)

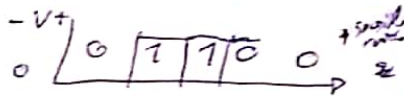
QAM, QPSK, PSK → tipos de modulación

## Señalización Banda base

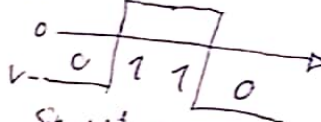
información mediante medio físico, información Binaria

- Codificación binaria (valor lógico = Tensión eléctrica)

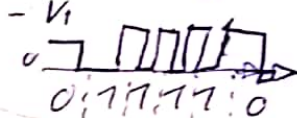
Unipolar



Bipolar



- Codificación Manchester - Señal de información mediante Transición. 0 =  $\frac{1}{2}T$  1 =  $\frac{1}{2}T$



## Ondas electromagnéticas

mecanismos de modulación (ASK, PSK, FSK)

- espacio de radio comunicación (banda)

- Redes inalámbricas

+ IEEE 802.11g - 54 Mbps 2.4 GHz  
+ IEEE 802.11n - 600 Mbps 2.4 GHz

- Satélite

+ geostacionario: provee cobertura en zona  
+ no geostacionario: cobertura no permanente en zona grande.

Nyquist

$$V_{max} = \frac{1}{T} = f_m = 2B \text{ hertz}$$

$V_{max} \neq \rightarrow$  + niveles de codificación  
Sin ruido

transmisión ok

$$2B \log_2 n \leq B$$

$$\text{or } 2B \log_2 2 \leq 2B$$

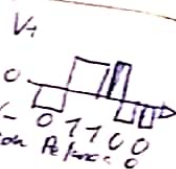
## Cables UTP

Categoría 3  $V_f = 30 \text{ Mbps}$ , max 100m

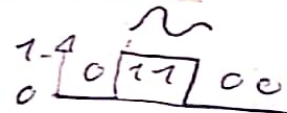
Categoría 5  $V_f = 100 \text{ Mbps}$ , max 100m

Categoría 6  $V_f = 1000 \text{ Mbps}$ , max 100m

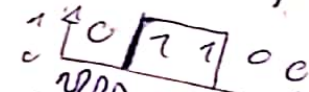
Transmisión → - ruido grande



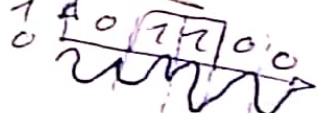
- modulación ASK (cambio de amplitud)



- modulación FSK → + Anti Ruido (cambio de frecuencia)



- modulación PSK



Señalización Banda modulación

## Ruido y Transmisión

$$\text{Shannon} \frac{P_s}{P_n} \rightarrow V_{max} = B \log_2 \left( 1 + \frac{P_s}{P_n} \right) \text{bps}$$

$$\frac{V_{max}}{B} \leq B$$

$$V_t = V_m \cdot \log_2 n$$

+ ruido = dispersión info

Ruido Cruzado → lim. niveles de diferencia señal datos.

# Tema 4 Nivel de enlace

802.3  
- 3 + LLC  
- 5 + MAC  
- 11 + LLC  
- 10 + VLAN

## Servicios al nivel superior (Red)

// Transmisión de // Documento de // Documento

- Bajo tiempo (enlace físico)
- Alta velocidad (enlace físico)
- Alta fiabilidad
- Confianza en envío información

// Comunicación de // Documento

- Bajo error (enlace físico)
- Control flujo (evitar paquetes y, cuando OK)

## Control de errores

### Paridad de bits (Paras de bits)

- Errores en número bits
- + Variante pares y impares

### CRC

Polinomio de grado 16 - CRC 16 bits

Si Polinomio - Resto de 16 bits == 0 Transmisión OK

- Errores en 2 bits, refugio consecutivo e impares

## Iniciamos nivel de enlace

(A) Delimitar tramas: Inicio y fin paquete

(B) Preremision: Identificar enlaces de comunicación en medio físico

(C) Control de Errores: Hacer transmisión sin errores de red física

(D) Control flujo: Control tramas emisor-receptor, evita saturación por paquetes incorrectos...

implícito  
! Org/Dst Org/Dst

(C) FCS  
- Detección error  
- cancelación error

## Control flujo

- Envío - Recepción
- Sincronización emisor-receptor
- Congestión

### + Parada y Espera

- El emisor espera un ACK (receptor)
- Bajo aprovechamiento red física + congestión en el medio
- Si errores en medio P y E no suficiente, retransmisión de datos + acortamiento (Redundancia)

### + Ventana Deslizante

- Ventana emisor: lista paquetes env. sin ACK
- Ventana receptor: lista paquetes recibidos y ACK
- W<sub>r</sub> y W<sub>e</sub>: tamaño ventanas recep y emis.
- N<sub>seq</sub>: Secuencia

IEEE 802.11

- 802.11b: 2,4 GHz, 11 canales para potencia
- 802.11g: 2,4 GHz, 11 canales para potencia
- 802.11n: 2,4 GHz y 5 GHz (MIMO) (40 MHz)
- 802.11ac: 5 GHz (MIMO) y antenas (13 canales)
- + 11 canales MIMO y MAC 802.11 OK

Extensión de CAP

CAF  
E1 E2  
- Subcar: DCF, RTS/CTS, NAV, etc.

## Redes LAN

- Conexión directa (o a través de)
- Computación modo físico

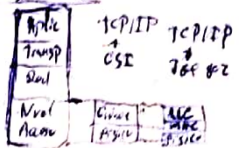
Topología: Bus, Estrella, Anillo

Velocidad: 10 Mbps - 100 Gbps

Medios físicos: cables eléctricos, fibra óptica, comunicación inalámbrica

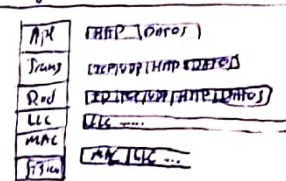
## Arquitectura LAN

### TCP/IP



LLC: Control enlace lógico  
FCS: Control flujo y errores  
MAC: Control acceso al medio  
Direccionamiento

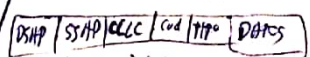
### Integración TCP/IP de 802



### LLC usando TCP/IP

- Servicio 1: Control flujo y recepción
- Servicio 2: Control flujo y recepción
- Servicio 3: Confirmación paquetes

### LLC en TCP/IP



- DHP: Puerto 8080 Servicio DHP (TCP 8080)
- SSAP: Puerto 8080 Servicio SSAP (TCP 8080)
- Cod: Código de control (TCP 0)
- Tipo: Tipo de paquete (TCP 2048, ARP 2054)

## Ethernet 10Base2

10Base2: control físico (10 Mbps)

Medio físico: 7 cables UTP, 1 cable STP + (fibra), X cables

10BaseT: control físico 100 Mbps

## Formato paquete IEEE 802.3

MTU: Máximo tamaño paquete IP - 1492  
MAC: dirección 48 bits  
SFD: inicio trama  
LCP: tamaño datos paquete (max 1500)  
CRC: Detección errores Cod Red. Cód 32 bits

### Formato paquete e th II TCP/IP

MTU: 1500  
Protocolo: Protocolo + SFD  
Tipo: Identificación protocolo (ARP, etc.)

# Tema 4.7 Nivel de enlace

## CSMA/CD

comprobar bus, comprobar nada física antes de transmitir paquete datos.

### - Transmisión

1. Cuenta media
2. Transmite paquete
3. Se detecta colisión o no (MAC control)
4. Reinicia paquete si colisión

o

### - Recepción

1. Se detecta
2. Pasa y se recibe
3. Se permite transmitir
4. Se reinicia tras recepción

## Acta de exposición

Punto a punto: punto con id + baje.

RPC: este red, intranet, transmisión desde red punto a punto, al momento de recibir punto

Punto a punto: Punto conectado con - RPC  
permite interacción entre puntos para recibir y transmitir

## Fast ethernet CSMA/CD

### Cliente/Server

Buffer como buffer -> ancho de banda cliente

V. punto a punto > V. punto a punto  
100 Mbps -> ancho de banda

## Gigabit ethernet CSMA/CD

Min paquete: 512 bytes

- 1000 Base-T: 1 Gbps 100m

UTP & fibra STP (E25m)

8B/10B sinc

LX y SX fibra  
multimodo: 500m

Lx unimodo: 5 Km

+ 10 Gbit (full duplex) / CSMA/CD

fibra, SDH ethernet

multimodo

(300m)

monomodo

(40 Km)

UTP, 7

(100m)

### Cable, UTP

Cat 3: 30MHz

Cat 5: 100MHz

Cat 6: 250MHz

10 Base-T: Cat 3

10Mbps

100 metros

### Hub 10 Base-T

detecta colisiones si recibe paquete

al mismo tiempo

+ fácil que central detecta problemas

+ permite Red si repetidor

UTP 3, 5, 6, 10Mbps - 100m

Hub MAC = Control (modo MAC)

Ethernet conectado

Punto multipunto a switch

- Full duplex: Sin colisiones

transmisión y recepción (CSMA/CD)

transmisión y recepción (CSMA/CD)

- Full duplex: CSMA/CD

10 Base-T

## Repetición

Entonces se repite

- max 7,5 Km

Transmisión + colisiones + dispositivos se

colisionan

## Puertos

- Andar de red para recibir

- Puede seguirse al host

- detecta siguientes colisiones, intere + no limitación

1. Puertos transmiten

transmisión inter-comunicación paquetes

CPU: recibir y transmitir

GIS: Almacenamiento trans. proceso

BD: recibe de red MAC Control

- 2 modos simétricos: recepción y aprendizaje

L MAC, S: - envía

en modo de recepción - no broadcast - no recibido

- interacción entre dispositivos sin necesidad de

tiempo en el mismo dispositivo = tener prioridad

## Fast eth

- Tan min paquete: 512 bytes

100 y 10Mbps

### Subgrupos medio físico

convergencia: bits MAC a grupos 4 subgrupos PMP

dependiente medio físico

1. Transmisión

2. Transmisión

3. Transmisión

4. Transmisión

5. Transmisión

6. Transmisión

7. Transmisión

8. Transmisión

9. Transmisión

10. Transmisión

11. Transmisión

12. Transmisión

13. Transmisión

14. Transmisión

15. Transmisión

16. Transmisión

17. Transmisión

18. Transmisión

19. Transmisión

20. Transmisión

21. Transmisión

22. Transmisión

23. Transmisión

24. Transmisión

## 100 Base-X

Cables: UTP, STP, Fibra cod: 4B/5B

Sol. problema: sincronización - recepción y transmisión

Vel min grupos 5 bits = 125 Mbps

Señal. reloj PMP = 125 MHz

Señal. reloj PMP = 125 MHz

Señal. reloj PMP = 125 MHz

Señal. reloj PMP = 125 MHz

Señal. reloj PMP = 125 MHz

Señal. reloj PMP = 125 MHz

Señal. reloj PMP = 125 MHz

Señal. reloj PMP = 125 MHz

Señal. reloj PMP = 125 MHz

Señal. reloj PMP = 125 MHz

Señal. reloj PMP = 125 MHz

Señal. reloj PMP = 125 MHz

Señal. reloj PMP = 125 MHz

Señal. reloj PMP = 125 MHz

Señal. reloj PMP = 125 MHz

Señal. reloj PMP = 125 MHz

Señal. reloj PMP = 125 MHz

Señal. reloj PMP = 125 MHz

Señal. reloj PMP = 125 MHz

Señal. reloj PMP = 125 MHz

Señal. reloj PMP = 125 MHz

Señal. reloj PMP = 125 MHz

Señal. reloj PMP = 125 MHz

Señal. reloj PMP = 125 MHz

Señal. reloj PMP = 125 MHz

Señal. reloj PMP = 125 MHz

## Tema 5 nivel dorsal

(Dispositivos Router)  
Encaminamiento: Interconectar paquete entre equipos  
Arquitectura TCP/IP: Paquetes con ~~encabezado~~

### Tablas de encaminamiento

- + PCs: 2 antenas, red parterna, puerto por defecto.
- + Router: Compleja: Cada red y cada puerto tiene dirección.
- Formato: 3 cuadrantes: redes directas, redes de destino, redes de salida.  
 Dirección: 10.1.10.0    Máscara: 255.255.255.0    Puerto: 10.1.10.1

### Congestión

- + Flujo entrante red → - Flujo salida red
- Causas: buffers poca capacidad  
- MTU pequeño (muchas fragmentación IP)
- Detección: - Uso CPU Routers < 60-70%  
- MTU RFC 1991 mensajes ICMP
- Corrección: - Reducir: entradas, TCP más paquetes y control congestión routers

### Algoritmos gestión tablas

- Sist. Autónomo: Computa, redistribuye cent. gestión encaminamiento
- Política encaminamiento: estrategia para decidir caminos óptimos

Encaminamiento en SA: 2 niveles - entre SA - dentro de SA

Entre SA: no cambios rápidos en estructura red (filas de salida)  
Cambio a medida de banda + t.

Protocolo BGP: router frontera en Router frontera SA1

- Informa redes de cada SA a la vez y luego cuando modificación → no ICMP, intransitable
- Seguridad: autenticación.

Mensajes BGP: 224.0.0.5  
multicast  
Si optimización  
OPEN: Establece conexión TCP entre routers frontera  
UPDATE: Actualiza y elimina destinos del SA  
Keepalive: informa un extremo vivo  
Notification: Notifica errores y control comunicaciones

### Dentro de SA:

- + Rutas fijas o fijas + tiempo reacción

### Protocolo RIP:

- cada router tablas con destinos y el tiempo
- Comunicación y envío de tabla entre routers
- Temporizador: elimina si ruta no actualiza
- + Encaminamiento por una (cual es mejor) y sin bucles + t.
- + Problemas en nueva red y bucles. Solo temporizador y no se soluc.

### Protocolo OSPF (Open Shortest Path First)

- Estado enlace: V. Net, V. Bdr, Active, Down

### Mensajes OSPF:

- Hello: va a ver si hay vecinos
- Database Desc: Info topología red
- LSRs: Solicita info a vecinos (lo actualiza)
- Update: Info a vecinos sobre estado.

## Protocolo IP RFC 791

- num id de máquinas
- Cabezas IP
- Máscaras de red, Dirección IP, base de red + subred.

### Direcciónamiento

- + Redes difusión: todos equipos comparten IP base (dirección)
- + Redes punto a punto: extremos red comparten IP base. (Dirección IP)

### DHCP

Protocolo determina config IP auto

- Serv DHCP: - Rango IPs
- máscara red
- puerta de enlace (CP)
- IP DNS (servidores)

### Mensajes DHCP

- + DHCP Discover
- + DHCP Offer
- + DHCP Request
- + DHCP ACK
- + DHCP Release

### Core Routers

Tablas encaminamiento complejas  
Aver red → otras reds routers

Simplificación: Anunciando por red y por destino y configuración (dirección)

Gestión: manual: operadores actualizan (por configuración) y por protocolo (por gestión)

### Multicast

- máquina precisa paquetes IP personal, IP público y IP grupo (multicast)
- Dirección multicast: habilitada
- ! habilitación: broadcast unidireccional o externo a redes PHP.

### Protocolo ICMP:

new red → envía mensaje ICMP a los routers actualiza información multicast.

Transmisión TV (video) → velocidad + depende calidad video  
utiliza multicast para el flujo video a routers  
Solo en SA no multicast global

### IPv6

IPv4 a 32 bits (CS a cabecera)

IPv6 no fragmenta paquetes, + opciones campo paquete, + bits red (CP)

### Cabezas IPv6:

- opciones: Define acciones en cada router del salto a: paquete (como ICMP, prioridades...)

- encaminamiento: encaminamiento a destino
- fragmentación: fragmentación en origen
- opciones dst: info de cosas a hacer en dst
- seguridad: Cabezas HH, Esp, IPsec.

### Formato:

- Clase: TOS IP
- Flujo: Identifica flujo de origen y dst y paquete ser + t.
- Longitud: Tamaño cabecera y PDU
- Cabeza siguiente: Cabeza siguiente o protocolo (TCP, UDP)
- IP origen y DST:

- Redirección: Interfaz: Proveedor + HAC + repite
- + Unicast: Interfaz individual + multicast: conjunto interfaces
- + Anycast: multicast pero paquete solo envía el + cercano.

### Formato Unicast:

TLA: Ecuación geográfica (los para ampliar)

NLA: Proveedor de Internet

SLA: Redes dentro de NLA

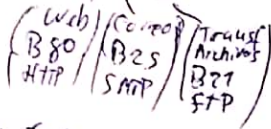
ID: Dispositivo (macan)

### Tonal

encaminamiento IPv6 + IPv4  
atrás de IPv4  
V. V. V. V. V.

# Tema 6 Nivel de Transporte

## Interfaz entre Aplicación



## Multiplexión conexiones

Conexión > 1 entre dos equipos usando puerto para separar paquetes P, P, P.

## Protocolo Datagramas Usuario (UDP)

- Sin Corrección: No sincroniza entre origen y Destino
- No fiable (Sin control flujo, No orden paquete)
- Paquetes o datagramas completos
- Puede ser fragmentado (IP)
- Puede ser en red (easy)
- Puede usar broadcast

+ Formato: - Puerto fuente y puerto destino  
- Longitud (Cab+Data+Fragment)  
- Suma Verificación

Aplicaciones: datos LAN, file (FTP), audio: DNS, SMTP, RTP, echo, daytime

## Protocolo Control Transmisión (TCP)

- Flujo de bytes: Agrega bytes adecuados cuando ready y evita fragmentación IP
- Conexión: Conexión cliente y Servidor -> Envío Paquetes -> Recepción
- fiable: Control flujo (Ventana deslizante y ACK)
- Orden: Llegan Datagramas por TCP Ordenados y recibe a 1

+ Formato: - Puerto fuente y Puerto destino  
- Número Secuencia  
- Número ACK  
- Flags: - ACK (requisito OK)  
- PSH (1 o 0 para push)  
- RST (1 o 0 para reset)  
- SYN (1 o 0 para establecer conexión)  
- FIN (1 o 0 para finalizar conexión)  
- Ventana (para recibir datos)

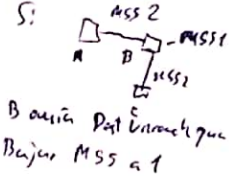
## Gestión Conexión

Conexión -> Establecimiento -> Desconexión

MSS y Número RFC 1997

MSS: Máxima cantidad de bytes paquete

(MSS = Cabeza IP, TCP)



## Control flujo

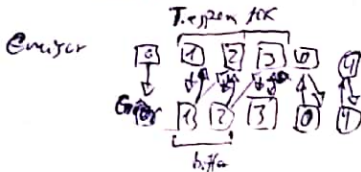
control de congestión en red?

NO -> TCP control (Ventana deslizante)

## Ventana deslizante

Ventana del receptor limitada (window-TCP)

Ventana receptor + info en siguiente ACK  
win in window = 0



## T. espera ACK (Kern)

- grande para no recomenzar control
- pequeño para no inactividad en red

$$T_{espera} = T_{ida y vuelta} \cdot \beta \quad (1 \leq \beta \leq 2)$$

## Control Congestión

+ Retardo = + Retransmisión de Paquete = + Retardo... } Grupos de congestión  
Selección: Ventana emisor ↓

## Procedimiento multiplicativo

Nueva Ventana:  $W_{nueva} = W_{actual} \cdot \frac{1}{2}$  (si  $W_{actual} > 1$ )  
T. espera -> Si Timeout V. congestión / 2 y T. espera = 2 (4 veces timeouts antes)

## Inicio Lento

Una vez des congestión V. congestión += MSS bytes (ACKs)