

# Redes

## Tema 1: Introducción

Oscar García Lorenzo

Escola Politécnica Superior de Enxeñaría

# Índice

- 1 Elementos de Internet
- 2 Servicio orientado a conexión e sin conexión
- 3 Tipos de redes
- 4 Acceso a Internet
- 5 Medios de transmisión
- 6 Arquitectura en capas

# Índice

- 1 Elementos de Internet
- 2 Servicio orientado a conexión e sin conexión
- 3 Tipos de redes
- 4 Acceso a Internet
- 5 Medios de transmisión
- 6 Arquitectura en capas

# Elementos de Internet

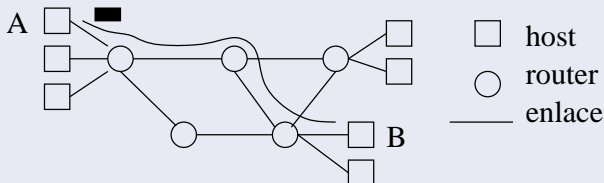
## Cómo funciona Internet?



# Elementos de Internet

## Hardware

- *Hosts*: sistemas terminales, orixe e destino das transmisións
- *Enlaces*: medios físicos polos que se realizan as transmisións
- *Routers*: dispositivos que interconectan enlaces



# Elementos de Internet

## Software: protocolos

- Básicos: TCP/IP e algúns UDP, ICMP, etc.
- De aplicación: como HTTP, SMTP, etc.

## Comercial: proveedores de servicios de Internet (ISP)

- Proveedores de baixa escala (residenciais): acceso a Internet a usuarios
- Proveedores de alta escala (nacionais ou internacionais):
  - Redes troncais que interconectan aos provedores de baixa escala
  - Liñas de longa distancia

# Índice

- 1 Elementos de Internet
- 2 Servicio orientado a conexión e sin conexión**
- 3 Tipos de redes
- 4 Acceso a Internet
- 5 Medios de transmisión
- 6 Arquitectura en capas

# Servizo orientado a conexión

## Fases

- Establecemento da conexión
  - O cliente solicita unha conexión
  - Fixanse parámetros
  - Ambolos extremos prepáranse para a transmisión
- Transmisión de datos
- Desconexión: terminan a transmisión e libéranse os recursos



# Servizo orientado a conexión

## Características

- *Segmentación*: TCP recolle datos que a aplicación escribe no socket e forma paquetes (Maximum Segment Size - MSS)
- *Transferencia fiable*: o receptor envía confirmacións (ACK). Se o emisor non recibe ACK dun paquete, retransmítese
- *Control de fluxo*: permite que o receptor controle a taxa de envío do emisor.
  - TCP ten un mecanismo para que o receptor lle indique ao emisor a taxa de datos que pode aceptar
- *Control de conxestión*: permite que a taxa de envío do emisor se axuste ás capacidades da rede

# Servizo non orientado a conexión

## Servizo sen conexión

- Non hai fase de establecemento de conexión
- Non hai confirmacións: o emisor descoñece se o paquete chegou ó destino
- Non hai control de fluxo nen control de conxestión

⇒ transmisión máis rápida, aínda que menos fiábel

## Na Internet

- TCP: cando se necesite fiabilidade, telnet, FTP, SMTP, HTTP, etc.
- UDP: velocidade e non importa a perda de paquetes, telefonía IP, videoconferencia

# Índice

- 1 Elementos de Internet
- 2 Servicio orientado a conexión e sin conexión
- 3 Tipos de redes**
- 4 Acceso a Internet
- 5 Medios de transmisión
- 6 Arquitectura en capas

# Tipos de redes

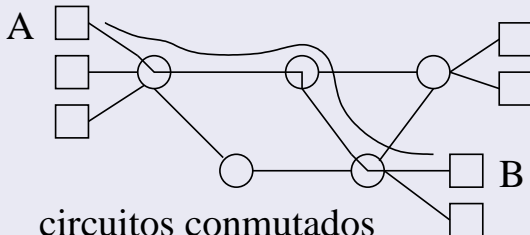
## Desde o punto de vista hardware

- *Conmutación*
  - Circuitos. Poden ser sin multiplexación, FDM, TDM
  - Paquetes. Poden ser de datagramas, circuitos virtuais
- *Difusión*. Redes Ethernet, redes inarámicas, etc.
  - Todos os hosts reciben as transmisións
  - So o destinatario procesa a transmisión

# Tipos de redes

## Redes de conmutación de circuitos

- Fase de conexión na que se reservan recursos hardware
  - Non poden ser usados por outra transmisión
  - Establecese a ruta que van seguir os datos
  - Ranuras temporais ou bandas de frecuencia
- Transmisión de datos
- Fase de desconexión: liberanse todos os recursos



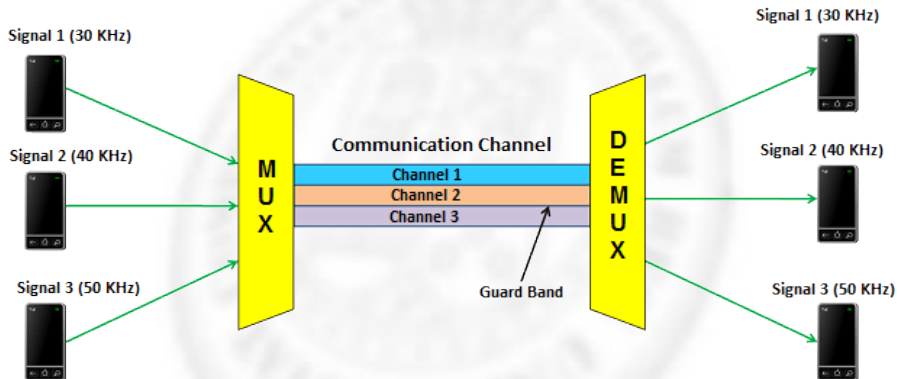
# Tipos de redes

## Redes de conmutación de circuitos

- Sin multiplexación: sólo unha transmisión por cada enlace de cada vez
- Con multiplexación: repartese a capacidade do enlace entre varias transmisiones
  - División en frecuencia (FDM): bandas de frecuencia
  - División no tempo (TDM): ranuras temporais

As redes de conmutación de circuitos son despilfarradoras de recursos: reservados aínda que a transmisión non os use

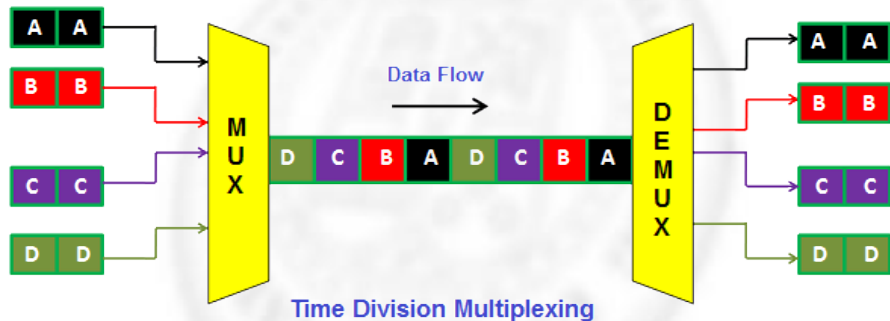
# FDM



## Frequency Division Multiplexing

Physics and Radio-Electronics

# TDM





# Redes de conmutación de paquetes

## Características

- Non se reservan recursos para cada conexión: compartense e se asignan baixo demanda
- Traballan con paquetes  $\implies$  segmentación
- Os paquetes conteñen unha cabeceira con información de control (para chegar ó seu destino, ACK, etc.)
- Na Internet, os routers funcionan como conmutadores de paquetes (en xeral *store-and-forward*)
  - Reciben o paquete completo antes de reenvialo
  - Procesase e almacénanse nunha cola
  - Se a cola está chea, descartase o paquete

# Redes de conmutación de paquetes

## Retardo en redes de conmutación de paquetes

- De procesamento (examinar a cabeceira e dirixir o paquete á saída)
- De espera na cola, proporcional á carga da rede
- De transmisión, proporcional ao tamaño do paquete (lonxitude do paquete/tasa de transmisión)
- De propagación, depende do tipo e lonxitude do enlace (lonxitude do enlace/velocidade de propagación)

## Retardo total

$$d_{\text{total}} = d_{\text{procesamento}} + d_{\text{cola}} + d_{\text{transmisión}} + d_{\text{propagación}}$$

## Retardo de extremo a extremo

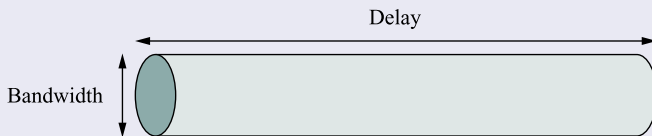
$$d = \sum_{i=1}^{N_{\text{saltos}}} (d_{\text{procesamento}_i} + d_{\text{cola}_i} + d_{\text{transmisión}_i} + d_{\text{propagación}_i})$$

# Redes de conmutación de paquetes

## Producto retardo $\times$ ancho de banda

- Capacidad do enlace = retardo  $\times$  ancho de banda
- Máximo número de bits que podría estar en tránsito nun momento dado
- Aproveitamento do enlace: n bits que o emisor debe transmitir antes de que o primeiro bit chegue ó receptor
- Se o emisor espera ACKs, considerase o RTT ( $2 \times$  retardo, round-trip time) no lugar do retardo

## Enlace visto como unha tubería



- Número de bits que “cabén” no enlace

# Redes de conmutación de paquetes

## Segmentación

- Tempo de transmisión máis curto
- Non se satura a rede con mensaxes grandes, pódense intercalar outras transmisións
- Se hai erros, so se transmiten os paquetes con erros

## Tipos de redes de conmutación de paquetes

- Datagramas: non orientadas a conexión e encamiñamento en función do destino
- Circuitos virtuais: orientadas a conexión e encamiñamento en función do número de circuito virtual

# Redes de conmutación de paquetes

## Redes de datagramas

- Cada paquete inclúe na cabeceira a IP destino
- Reenvío: o router examina a cabeceira e colocao na saída máis apropiada (táboa de reenvío)
- Non manteñen información de estado: unha secuencia de paquetes encamiñanse de forma independente

## Redes de circuitos virtuais

- Establecese a conexión planificando unha ruta ao destino: un número de circuito virtual (CV)
- A cada paquete escríbeselle o número de CV: os routers o usan para o reenvío
- Os routers manteñen a información de estado (táboa de circuitos virtuais)

# Índice

- 1 Elementos de Internet
- 2 Servicio orientado a conexión e sin conexión
- 3 Tipos de redes
- 4 Acceso a Internet**
- 5 Medios de transmisión
- 6 Arquitectura en capas

# Acceso a Internet

## Formas

- Acceso residencial
  - Módem telefónico (56 kbps)
  - ADSL (Línea de suscripción digital asimétrica)
  - Cable HFC (híbrido fibra-coaxial)
  - FTTH (Fibra a tu o domicilio)
- Acceso empresarial e doméstico: Ethernet y WiFi
- Acceso móvil: WiFi, 3G, 4G, LTE (*Long Term Evolution*)...

# Acceso a Internet

## Módem

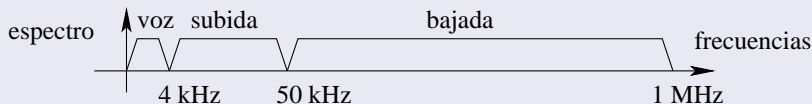
- Usa a liña telefónica como se foso unha chamada de voz
- Fases:
  - Establecemento da conexión: chama ao número telefónico do ISP
  - Modulación: converte a sinal dixital nunha sinal modulada
  - Demodulación: o receptor realiza a operación inversa
- Problema: ancho de banda de frecuencias moi estreito (4 KHz)  $\Rightarrow$  velocidade de transmisión de 56 kbps



# Acceso a Internet

## DSL

- Aproveita todo o ancho de banda de frecuencias do cable telefónico (1 MHz)
- FDM en tres canales independientes
  - Voz telefónica
  - Canle de subida a Internet
  - Canle de baixada a Internet



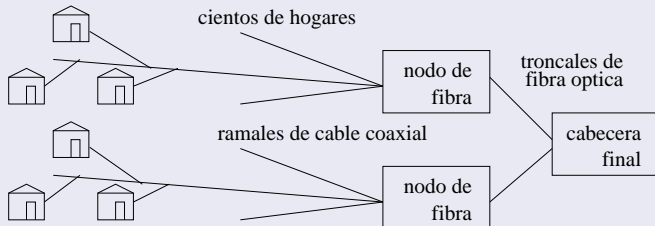
- Ancho de banda de frecuencias elevado  $\Rightarrow$  velocidade de transmisión ata 30 Mbps (VDSL2)

# Acceso a Internet

## Cable HFC (híbrido fibra e coaxial)

- Cabeceira final: centraliza as transmisións dos abonados a Internet
- Liñas troncais de fibra óptica: conectan a cabeceira cos nodos de fibra
- Ramais de cable coaxial: dan servizo de TV, teléfono e Internet aos usuarios

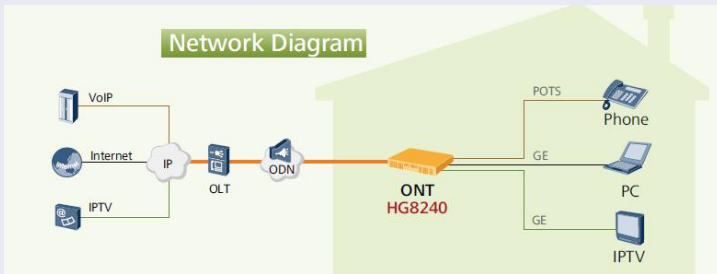
Ejemplo:



# Acceso a Internet

## FTTH (*Fiber To The Home*)

- Fibra para distribución de servicios avanzados: *Triple Play*
- OLT (*Optical Line Terminal*): punto final que ven do ISP
- ODN (*Optical Distribution Network*): desde o OLT aos usuarios
- ONT (*Optical Network Termination*): conversión de sinais ópticas ↔ eléctricas



# Acceso a Internet

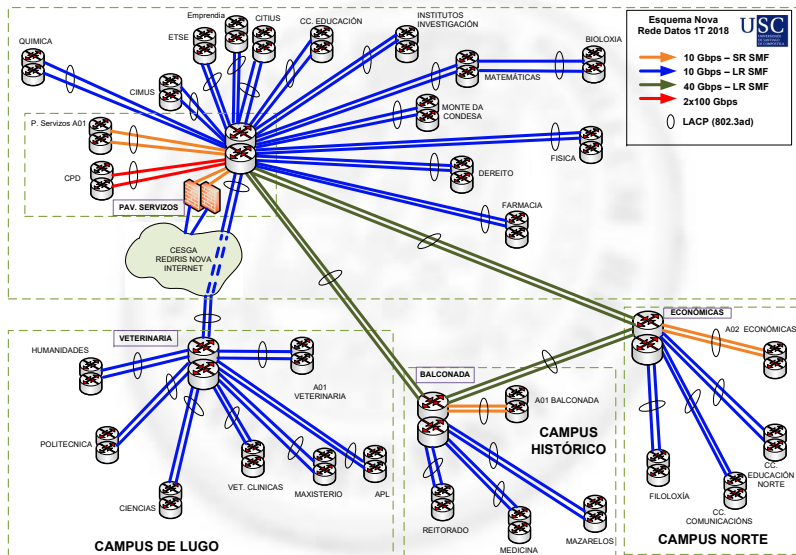
## Acceso empresarial

- Mediante unha LAN (tipo Ethernet) conectada a un router e a un ISP con enlace dedicado (aparte da telefónica)

## Rede da USC

- Tres nodos troncais en Santiago e un en Lugo unidos a través de RedIRIS Nova e o CESGA
  - Nodos troncais de Santiago unidos con enlaces dobres de 40 GE
  - Enlaces dobres desde os nodos troncais aos nodos de distribución de 10 GE
  - Enlaces a 10 GE entre os nodos de distribución e os nodos de acceso (conmutadores a 100 Mbps ou 1 Gbps)
- Acceso a Internet mediante un nodo no Cesga que enlaza con RedIris (xestiona a rede pública)

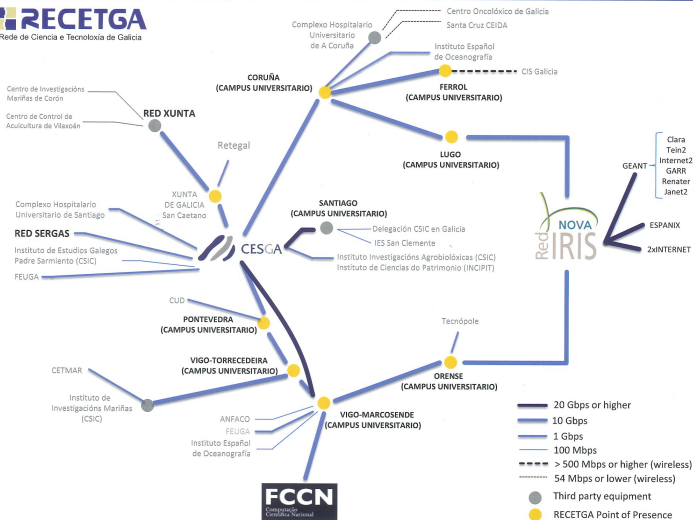
# Rede da USC



# RECETGA

## RECETGA

Rede de Ciencia e Tecnoloxía de Galicia



# Índice

- 1 Elementos de Internet
- 2 Servicio orientado a conexión e sin conexión
- 3 Tipos de redes
- 4 Acceso a Internet
- 5 Medios de transmisión**
- 6 Arquitectura en capas

# Medios de transmisión

## Medios guiados

- Cable de cobre de par trenzado
- Cable coaxial
- Fibra óptica

## Medios non guiados

- A atmósfera e o espazo
  - Canais de radio terrestre
  - Canais de radio vía satélite









# Medios de transmisión

## Fibra óptica

- Fibra multimodo
  - A luz propagase rebotando nas paredes do núcleo
  - Utilizada para redes de conexión locais, centros de datos de edificio a edificio e para FTTH
- Fibra monomodo
  - Propagase en liña recta  $\implies$  maior distancia
  - Máis custosa
- Designación OC- $n$ : velocidade de enlace  $n \times 51,8$  Mbps
  - Exemplos: OC-3, OC-12, OC-48, OC-192, OC-768

# Índice

- 1 Elementos de Internet
- 2 Servicio orientado a conexión e sin conexión
- 3 Tipos de redes
- 4 Acceso a Internet
- 5 Medios de transmisión
- 6 Arquitectura en capas**

# Arquitectura en capas

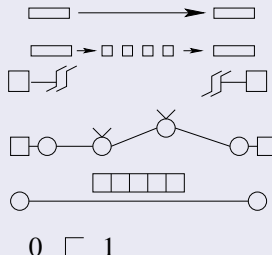
## Arquitectura en capas

- Facilita o deseño de protocolos de comunicación
- Divídese a comunicación en tarefas independentes  $\implies$  cada tarefa nunha capa
- As capas superiores usan os servizos das inferiores
- Modularidade: Debense respetar as especificacións de cada capa
- Hai varias propostas: modelo OSI, arquitectura TCP/IP, etc.

# Arquitectura en capas

## A arquitectura TCP/IP

APLICACION	genera mensajes
TRANSPORTE	prepara los mensajes para transmitir
RED	busca rutas
ENLACE	transmite bloques de datos a través de un enlace
FISICA	detalles a nivel de bit



# A arquitectura TCP/IP

## Capa de aplicación

- Localízanse os procesos que se comunican entre si mediante mensaxes
- Protocolos de aplicación: HTTP, SMTP, etc.

## Capa de transporte

- Prepara as mensaxes para que se poidan transmitir fora do computador
- TCP recolle os datos da aplicación orixe e forma paquetes e, en destino, TCP comproba que todo chega OK e reensambla a mensaxe



# A arquitectura TCP/IP

## Capa de rede

- Encargada de facer chegar os paquetes dun host a outro
- Protocolos de encamiñamento: determinan rutas
- Elementos principais: routers

# A arquitectura TCP/IP

## Capa de enlace

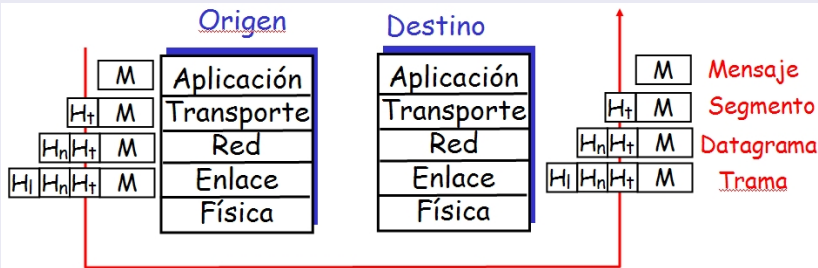
- Encargase dos detalles de baixo nivel da transmisión de cada paquete entre os dous extremos dun enlace
- Protocolos dependentes da tecnoloxía de rede (difusión, circuitos virtuais, conmutación de circuitos, conmutación de paquetes, etc.)

## Capa física

- Traballa a nivel de bits: convirte bits en sinais eléctricas
- Define as características físicas do medio de transmisión

# Arquitectura en capas

## A arquitectura TCP/IP



- Cabeceiras: información de control que se engade ao mensaxe
- TCP/IP: na capa de transporte TCP e UDP e, na capa de rede, IP

# Arquitectura en capas

## Protocol Data Unit

- Os nomes de cada unidade de datos do protocolo son un lío tremendo, cambian según os protocolos (OSI, TCP/IP)
- PDU vale para todos
  - **Transporte TCP** → **Segment** ↔ **Segmento**
  - **Transporte UDP** → **Datagram** ↔ **Datagrama**
    - Algo en desuso, pero mantense na programación
    - No libro de Kurose chámalles tamén segmentos
  - **Rede** → **Packet** (Datagram) ↔ **Paquete** (Datagrama)
    - O Libro de Kurose usa datagrama, moi común, pero pódeste liar con UDP
  - **Enlace** → **Frame** ↔ **Trama**
  - Na física varían máis: bit, símbolo, trama ethernet ...

# Arquitectura en capas

## A arquitectura TCP/IP

### Esquema dos paquetes en TCP/IP

