

Tema 1

Fundamentos

Rogelio Montañana

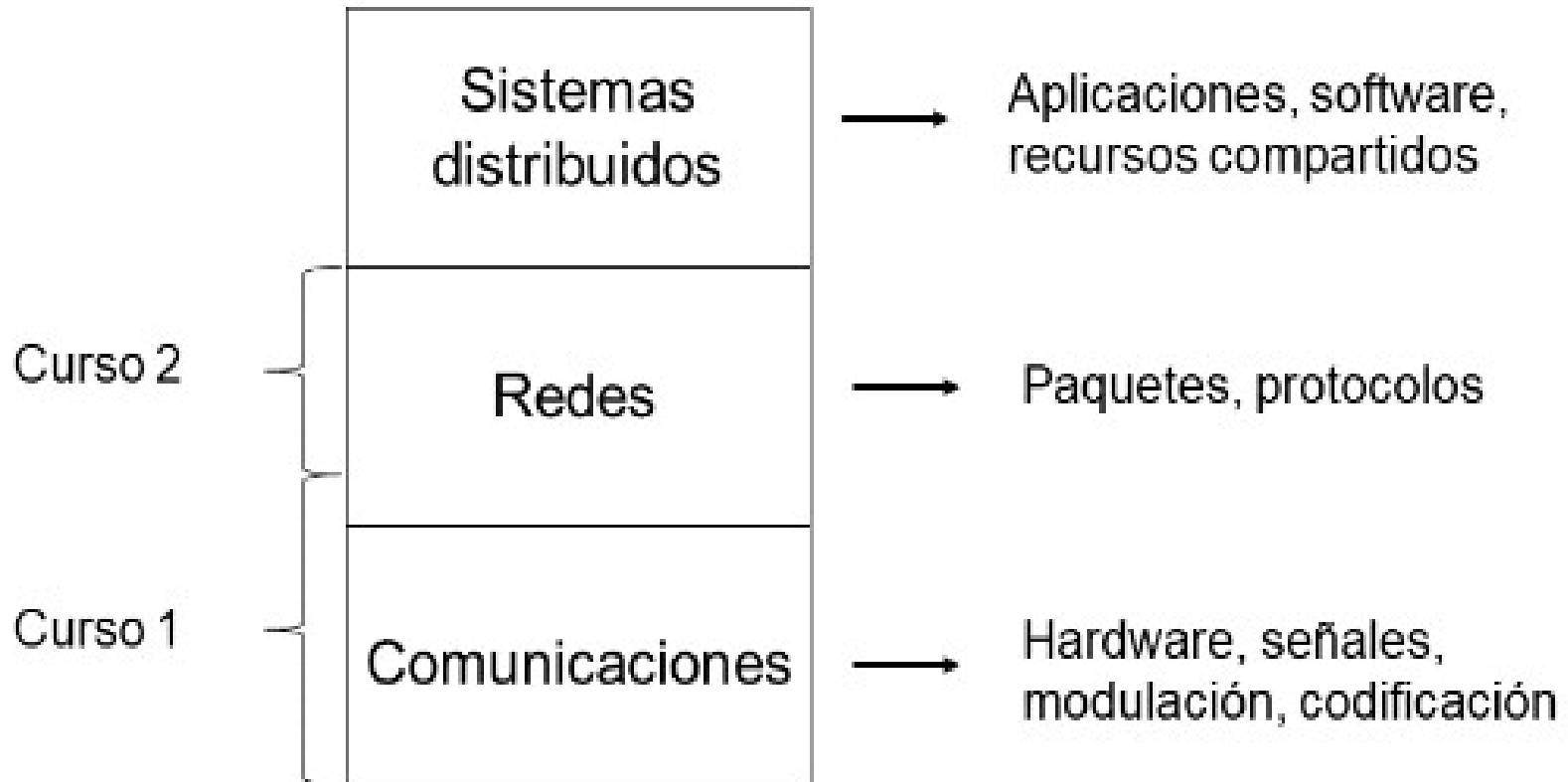


Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

Sumario

- **Introducción**
- Definición de telemática, tipos de redes y de enlaces, clasificación
- Modelo de capas: una analogía
- Arquitecturas de redes
- Estándares
- Una muy breve historia de la telemática
- ¿Qué es un buen diseño?

Estructura de los cursos

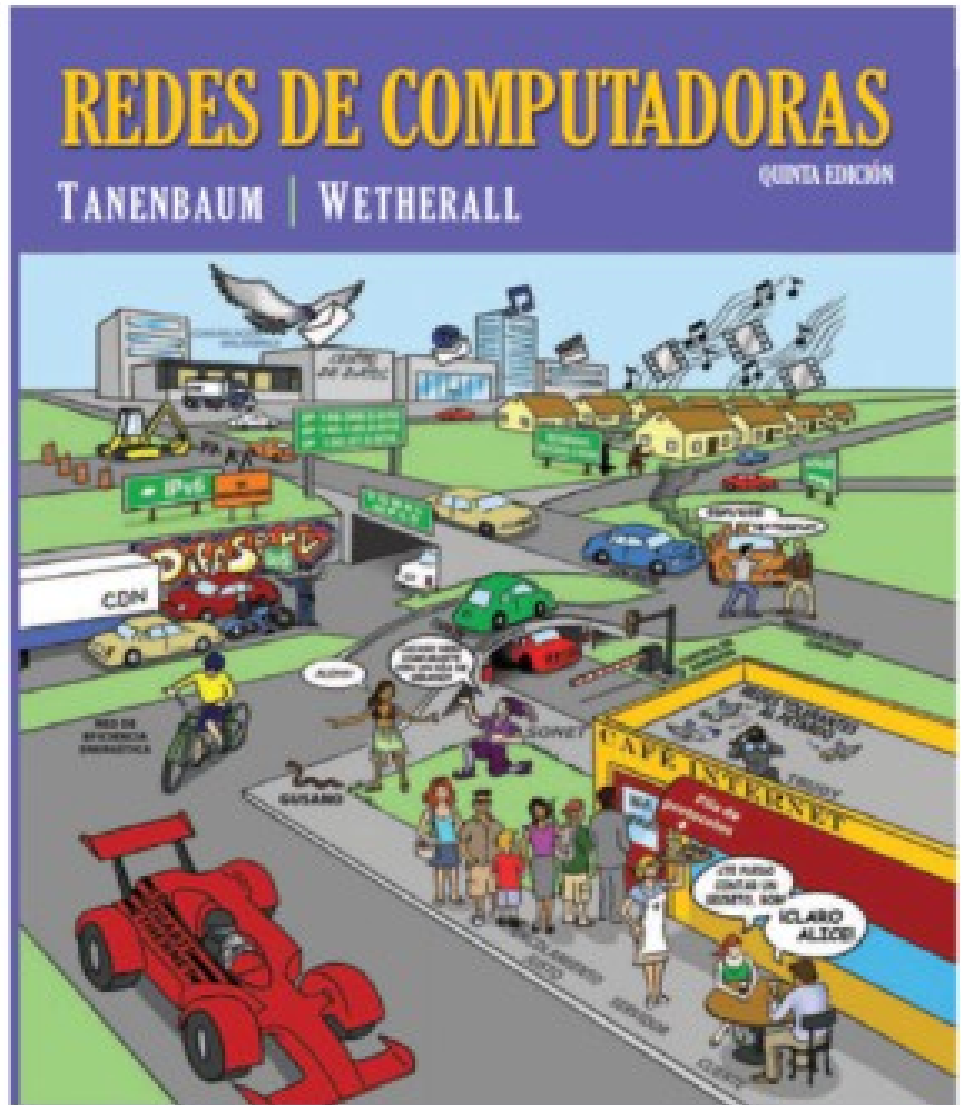


Temario curso 1

- Tema 1: Topologías de redes, arquitecturas, modelo de capas. Estándares de comunicaciones. Diseño de redes
- Tema 2: Medios físicos de transmisión de datos, guiados (cables) y no guiados (inalámbricos). Transmisión digital y analógica. Principios básicos. Aspectos de rendimiento
- Tema 3: El nivel de enlace. Detección y corrección de errores. Redes locales. Protocolos de acceso al medio
- Tema 4: Puentes transparentes. Conmutadores. Transmisión full dúplex. Spanning Tree. Redes locales virtuales

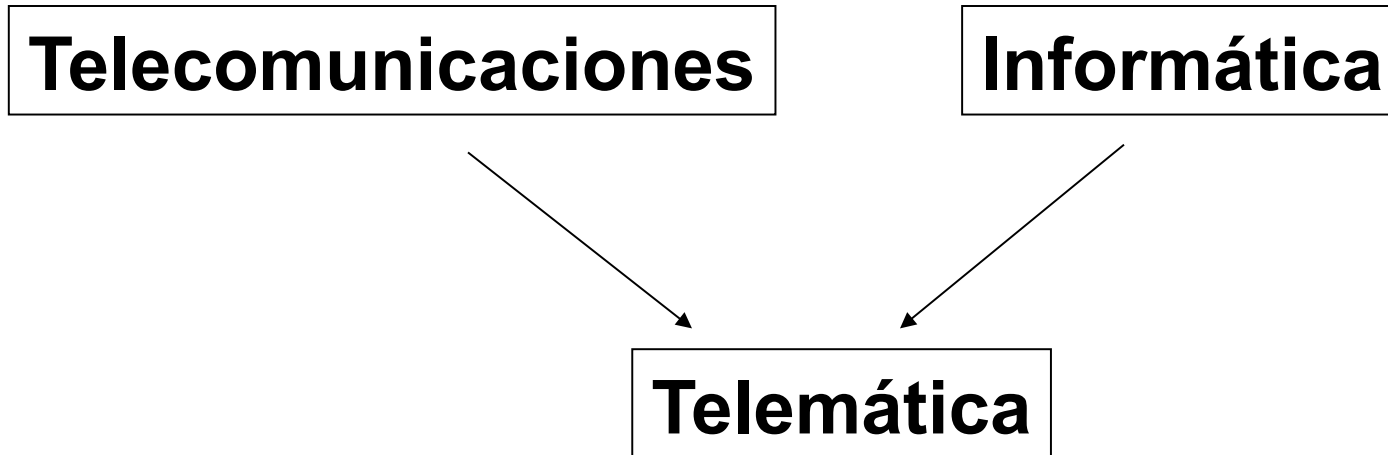
recomendado:

- Computer Networks 5ª ed., Tanenbaum | Wetherall.
http://ebook-dl.com/downloadebook/?computer_networks_5th_edition_andrew_s_tanenbaum_david_j_wetherall
- También disponible gratis en español:
<http://www.unc.edu.ar/gestion/unidades/direccion-operativa/concursos/dgti/redes-de-computadoras-freelibros-org.pdf>



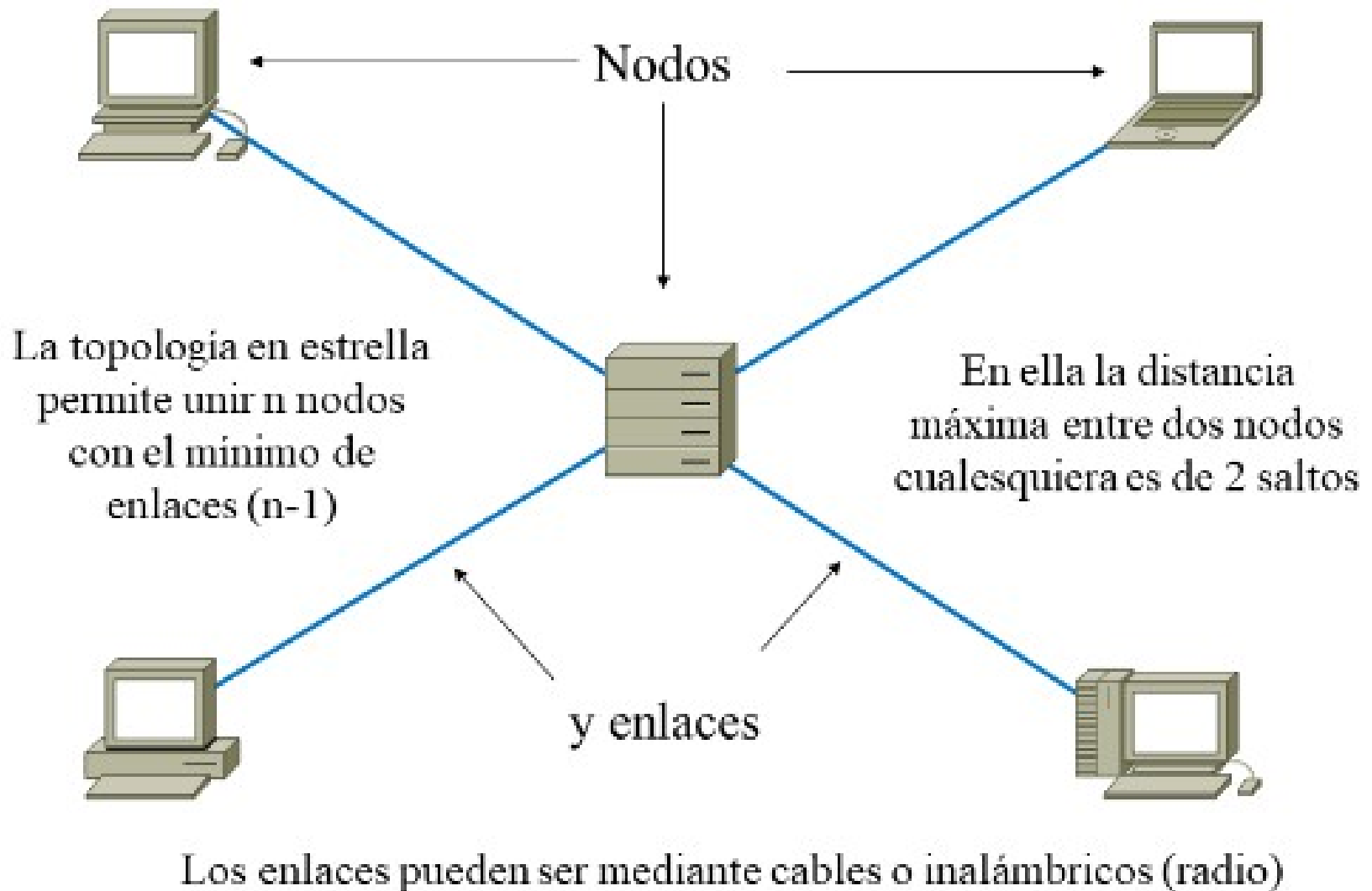
Sumario

- Introducción
- Definición de telemática, tipos de redes y de enlaces, clasificación
- Modelo de capas: una analogía
- Arquitecturas de redes
- Estándares
- Una muy breve historia de la telemática
- ¿Qué es un buen diseño?



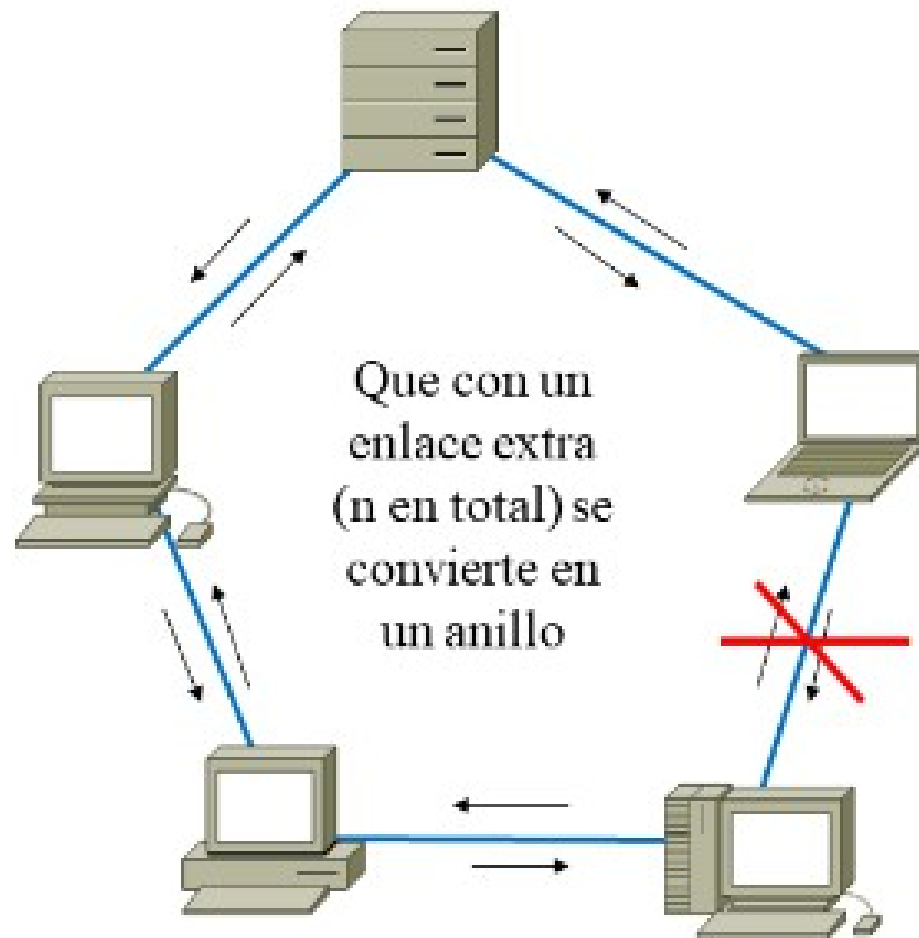
Telemática: ciencia que utiliza las telecomunicaciones para potenciar las posibilidades y aplicaciones de la informática

Una red de ordenadores está formada por...



Otras topologías son posibles...

Por ejemplo la cadena margarita (Daisy chain)

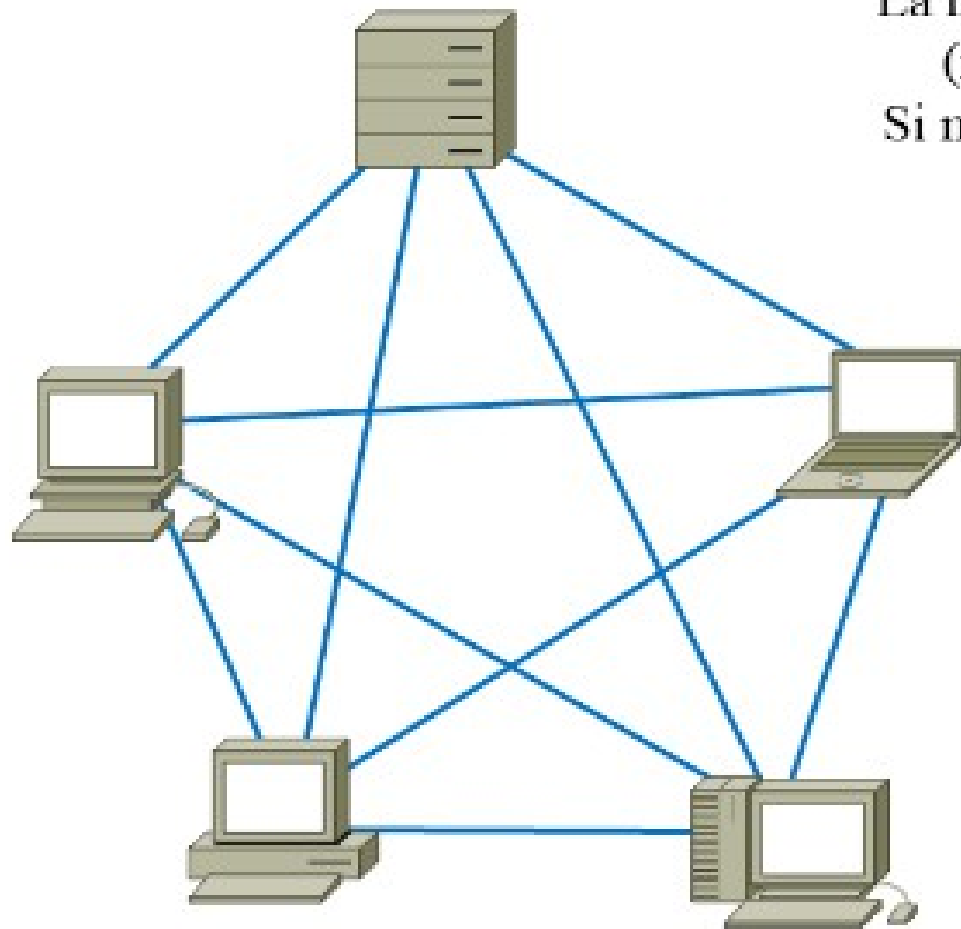


En redes los anillos se utilizan mucho porque tienen dos grandes virtudes:

- Con solo un enlace extra ofrecen redundancia $n+1$ (puede fallar un enlace cualquiera), y
- La ruta alternativa en ese caso es trivial

Y se pueden crear redes total o
parcialmente malladas ...

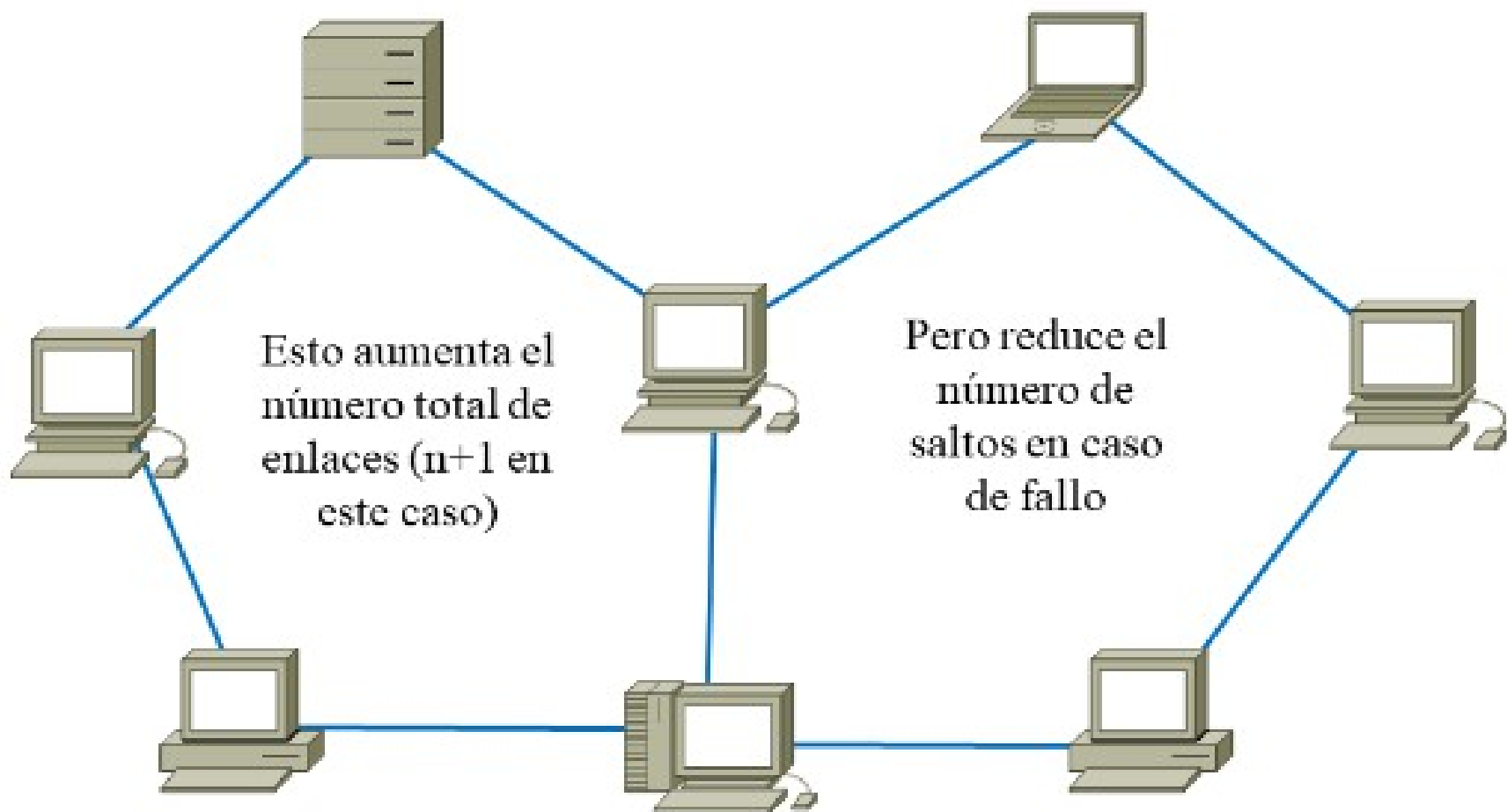
La malla total requiere
 $(n^2-n)/2$ enlaces.
Si $n = 5 \rightarrow 10$ enlaces



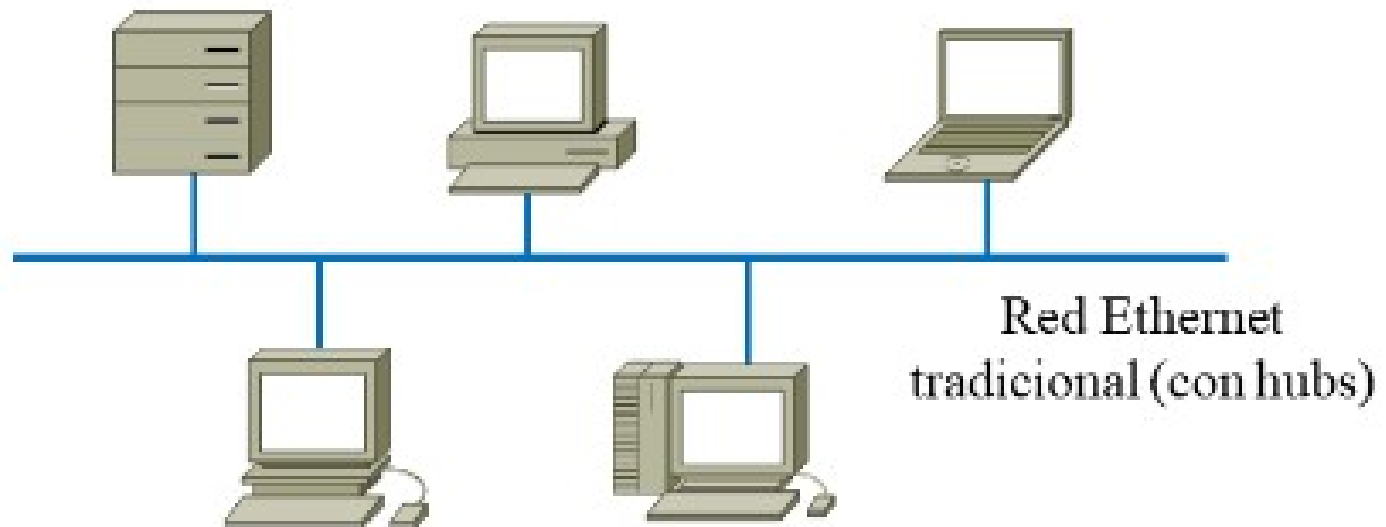
Malla parcial

Malla completa

Son frecuentes los anillos interconectados



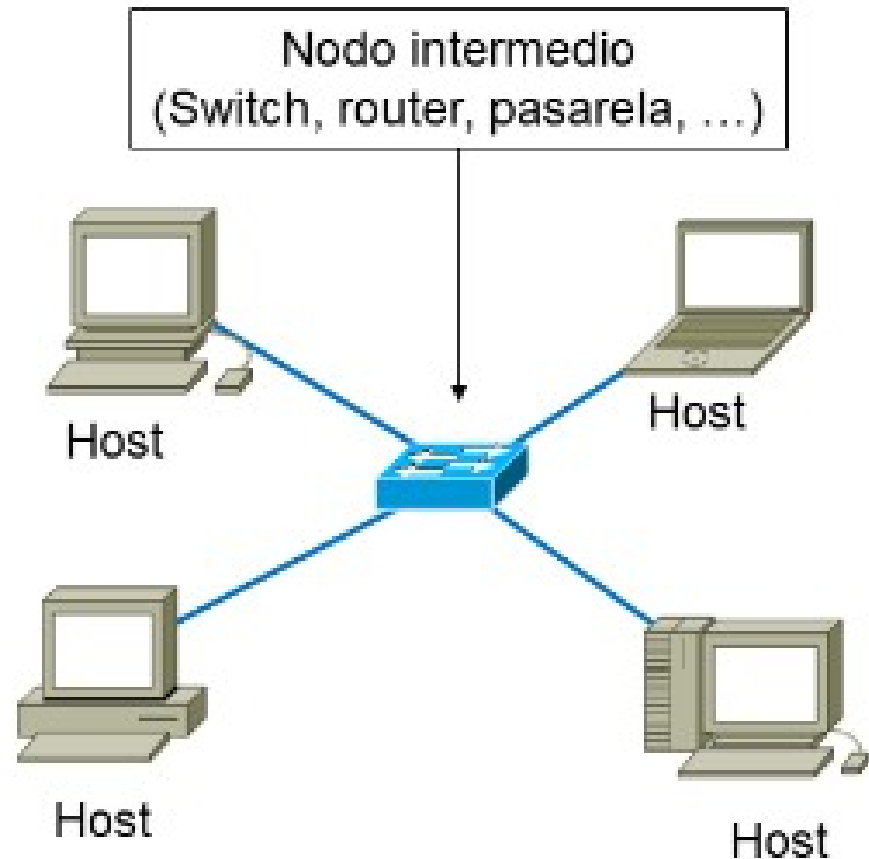
A veces la red tiene forma de bus



Las topologías en bus son un ejemplo de redes tipo 'broadcast', la capacidad es compartida por todos y todos lo escuchan todo

Tipos de nodos

- **Nodos finales o Hosts:** Son origen o destino de los paquetes. El host acoge una aplicación
- **Nodos intermedios:** Son nodos que reciben los paquetes por una interfaz y los envían por otra. Son puentes, switches, routers, pasarelas, etc.



Tipos de enlaces

- Los enlaces punto a punto pueden ser:
 - **Símplex**: transmisión en un solo sentido. Ej.: emisión de TDT
 - **Semi-dúplex o half-duplex**: transmisión en ambos sentidos, pero no a la vez. Ej.: redes WiFi
 - **Dúplex o full-duplex**: transmisión simultánea en ambos sentidos. Ej.: redes Ethernet conmutadas
- En la comunicación dúplex y semi-dúplex el enlace puede ser simétrico (misma velocidad o caudal en ambos sentidos) o asimétrico (ej.: ADSL, CATV).

Sobre velocidades

- La velocidad, capacidad o caudal de una interfaz, un enlace, una red, etc. se especifica en bits por segundo, bits/s o bps.
- Se utilizan los prefijos Kilo, Mega, Giga, Tera, Peta, etc., pero en telemática siempre con el significado métrico (10^3 , 10^6 , 10^9 , etc.), no con el informático (2^{10} , 2^{20} , 2^{30} , etc.), o sea:
 - **1 Kbps = 1.000 bps (no 1.024)**
 - **1 Mbps = 1.000.000 bps (no $1.024 \times 1.024 = 1.048.576$)**
 - **1 Gbps = 1.000.000.000 bps (no $1.024^3 = 1.073.741.824$)**
- Ejemplo: la capacidad total de un enlace de 64 Kbps full dúplex es $64.000 \times 2 = 128.000$ bits por segundo (no 65.536×2).

Posibles formas de enviar los paquetes

- Según los destinatarios el envío de un paquete puede ser:
 - **Unicast**: si se envía a uno solo. Es el mas normal.
 - **Broadcast**: si se envía a todos los destinatarios posibles en la red. Ejemplo: para anunciar nuevos servicios en la red.
 - **Multicast**: si se envía a un grupo selecto de destinatarios de entre todos los posibles. Ejemplo: emisión de una charla sobre astronomía.
 - **Anycast**: si se envía a uno cualquiera de un conjunto de destinatarios posibles. Ejemplo: en servicios de alta disponibilidad el cliente solicita una determinada información y espera recibir respuesta de uno cualquiera de varios servidores que ofrecen el servicio.

Redes broadcast

- Algunas redes basan su funcionamiento en los envíos broadcast: todo se envía a todos y cada uno toma lo que le interesa, o lo que va dirigido a él. Ejemplos:
 - Redes Ethernet antiguas (con hubs)
 - Redes WiFi
 - Redes CATV (TV por cable)
 - Redes FTTH (Fibre To The Home)
 - Redes PLC (Power Line Communications)
 - Redes de satélite
 - Redes de radio (telefonía celular, WiMax, LMDS)

2.- TIPOS DE REDES. LAN Y WAN

Clasificación de las redes

- Por su alcance:
 - Redes de área local o LAN (Local Area Network): hasta 2 Km. Diseñadas inicialmente para transportar datos.
 - Redes de área extensa o WAN (Wide Area Network): Para grandes distancias. Tradicionalmente basadas en la red telefónica.
- Por la forma de transmisión:
 - Redes broadcast (broadcast = radiodifusión)
 - Redes de enlaces punto a punto

Clasificación de las redes por su alcance

Distancia hasta	Ejemplo	Tipo red
10 m	Bluetooth, USB, Ethernet corto alcance	PAN (Personal)
100 m	WiFi, Ethernet en cobre y fibra óptica	LAN (Edificio)
2 Km	Ethernet en fibra óptica	LAN (Campus)
80 Km	Redes CATV, ADSL, FTTH, WiMAX, servicios fibra oscura	MAN (Metropolitan)
20.000 Km	Enlaces telefónicos, fibra óptica, telefonía celular, satélite	WAN
> 20.000 Km	Transmisiones de datos con sondas espaciales	Internet interplanetaria

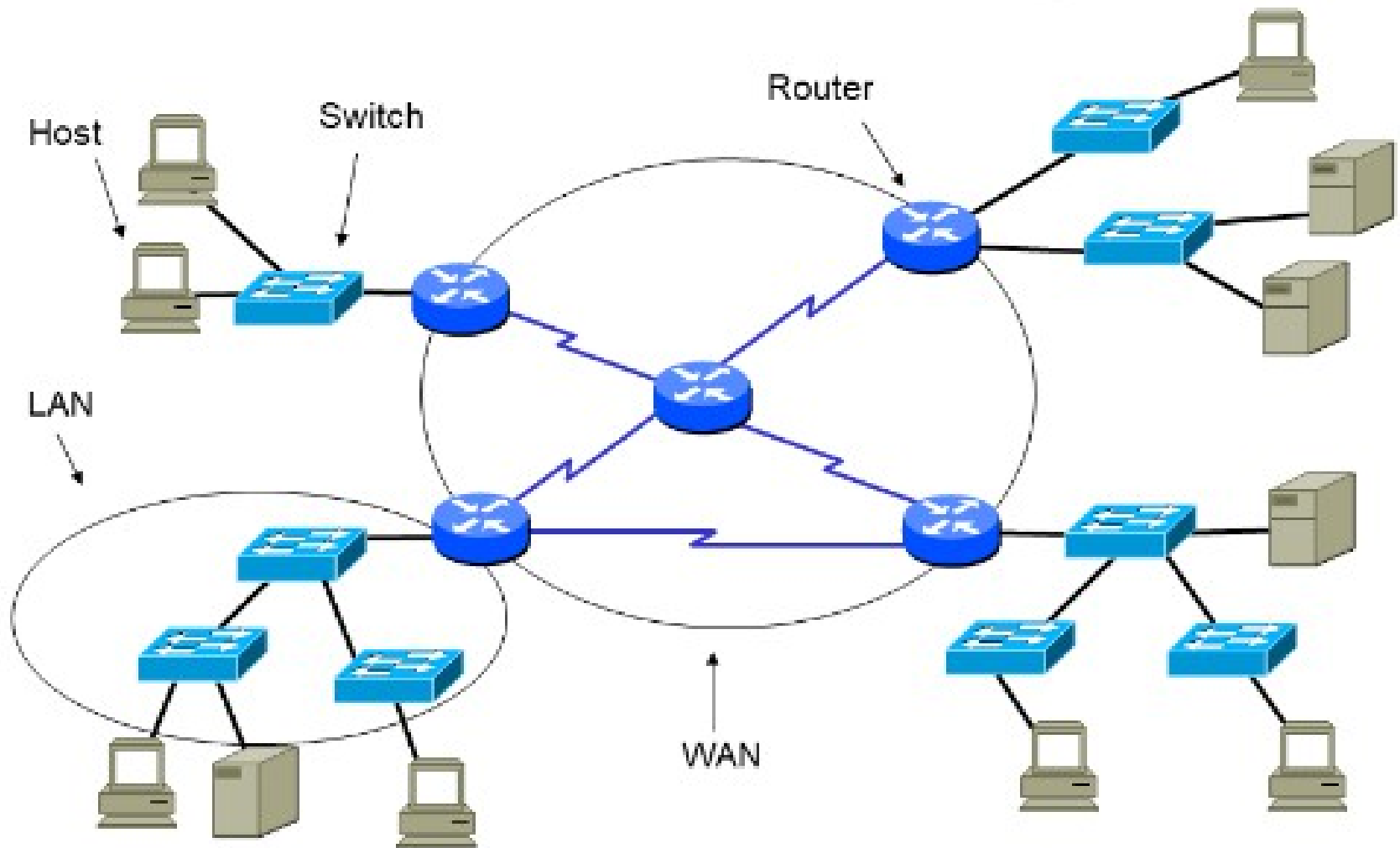
Redes de área local (LAN)

- Diseñadas inicialmente para transporte de datos
- La capacidad es barata por lo que es frecuente sobredimensionar
- El cableado es normalmente propiedad del usuario
- Ejemplos:
 - Ethernet: 1-100000 Mb/s
 - Token Ring: 1-100 Mb/s
 - Fibre Channel: 100-27200 Mb/s (aprox.)
 - InfiniBand: 2500-50000 Mb/s (aprox.)
 - Redes WiFi: 1-780 Mb/s (aprox.)

Redes de área extensa (WAN)

- Son servicios contratados normalmente a operadoras (Telefónica, Vodafone, Orange, NeoSky, COLT, etc.).
- Tradicionalmente se basaban en la red telefónica, diseñada para transportar la voz.
- Generalmente se paga por capacidad (Mb/s), por lo que se suele optimizar el diseño y ajustarlo a las necesidades. Excepción: en los servicios de ‘fibra oscura’ el cliente fija la capacidad
- Normalmente utilizan enlaces punto a punto, aunque no siempre (satélite, CATV y FTTH son broadcast).

Escenario LAN-WAN típico



Sumario

- Introducción
- Definición de telemática, tipos de redes y enlaces, clasificación
- **Modelo de capas: una analogía**
- Arquitecturas de redes
- Estándares
- Una muy breve historia de la telemática
- ¿Qué es un buen diseño?

¿Por qué capas?

- La interconexión de ordenadores es un problema técnico de gran complejidad.
- Requiere el funcionamiento correcto de multitud de elementos hardware y software desarrollados por diferentes equipos humanos.
- A menudo hay implicadas diferentes empresas y se quiere conectar equipos de distintos fabricantes
- Cuando las cosas no funcionan es difícil encontrar la causa, a veces incluso determinar donde está el problema
- La interoperabilidad no cumple la propiedad transitiva ($A \leftrightarrow B$ y $B \leftrightarrow C$ no garantiza que $A \leftrightarrow C$)

La solución: “divide y vencerás”

- En ingeniería es muy habitual para resolver un problema complejo acometerlo por partes.
- En telemática las **capas** o **niveles** permiten realizar esa división de forma intuitiva. Las capas deben tener funciones bien definidas.
- De este modo se puede repartir las funciones entre diversos elementos, dando lugar a una estructura **modular** que permite acotar los problemas y hacer cambios de manera gradual y sencilla.

Ejemplo de comunicación mediante el modelo de capas

Dos artistas, Joaquim en Valencia (que solo habla valenciano) y Serguei en Moscú (que solo habla ruso) van a mantener una conversación sobre pintura. La comunicación será full-dúplex. Para ello disponen de:

- Dos traductores a un idioma común:
 - En Valencia: Valenciano $\leftrightarrow$ Francés
 - En Moscú: Ruso $\leftrightarrow$ Francés
- Dos telegrafistas (que utilizan código Morse)
- Dos telégrafos

Reglas de comunicación (protocolo)

- El artista le dicta al traductor una frase en su lengua nativa
- El traductor la traduce al francés, la escribe en una tira de papel y se la entrega al telegrafista
- El telegrafista convierte el mensaje al código Morse y lo transmite mediante el telégrafo
- En el destino ocurre el proceso inverso



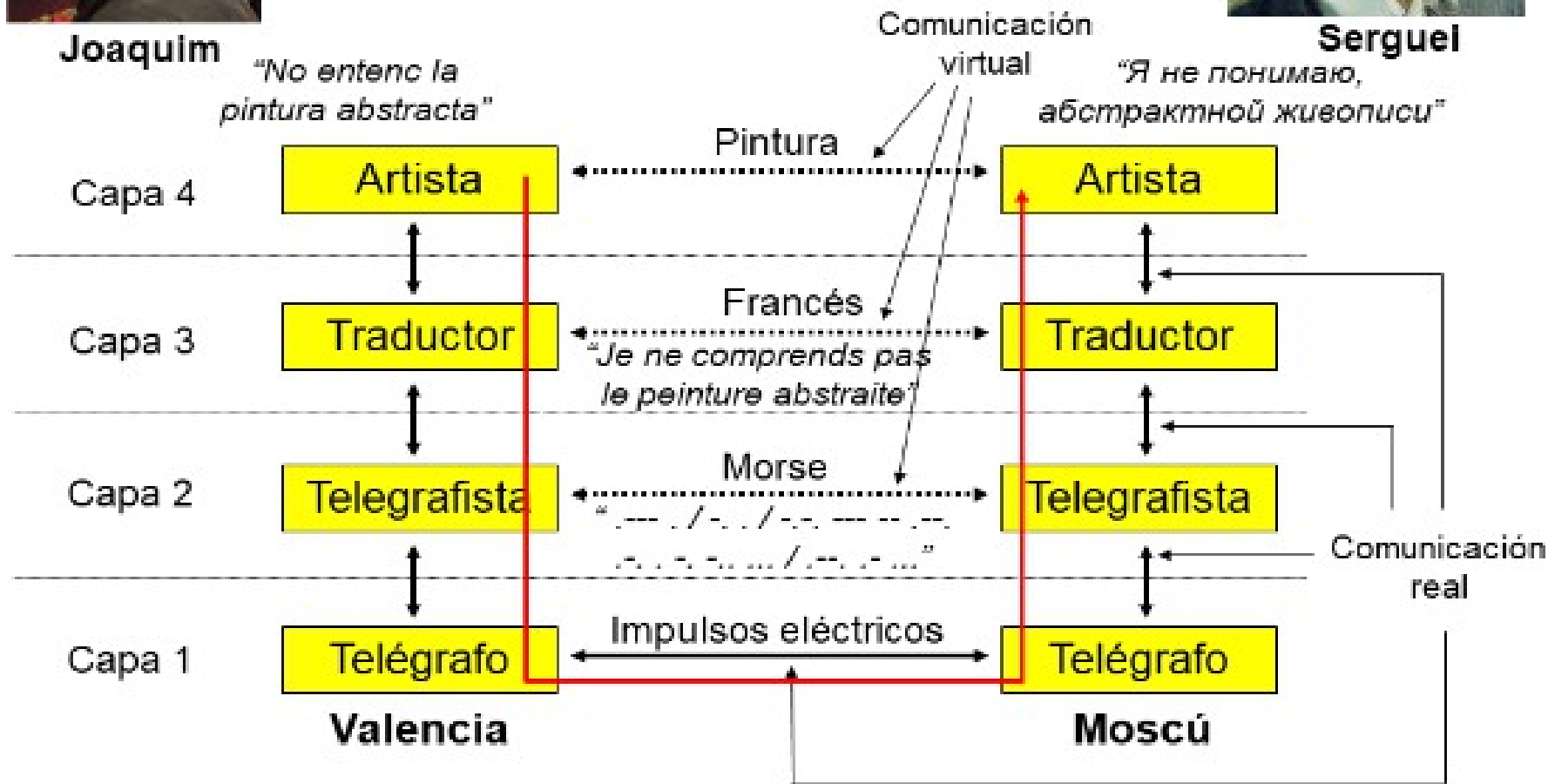
Joaquim

*"No entenc la
pintura abstracta"*



Serguel

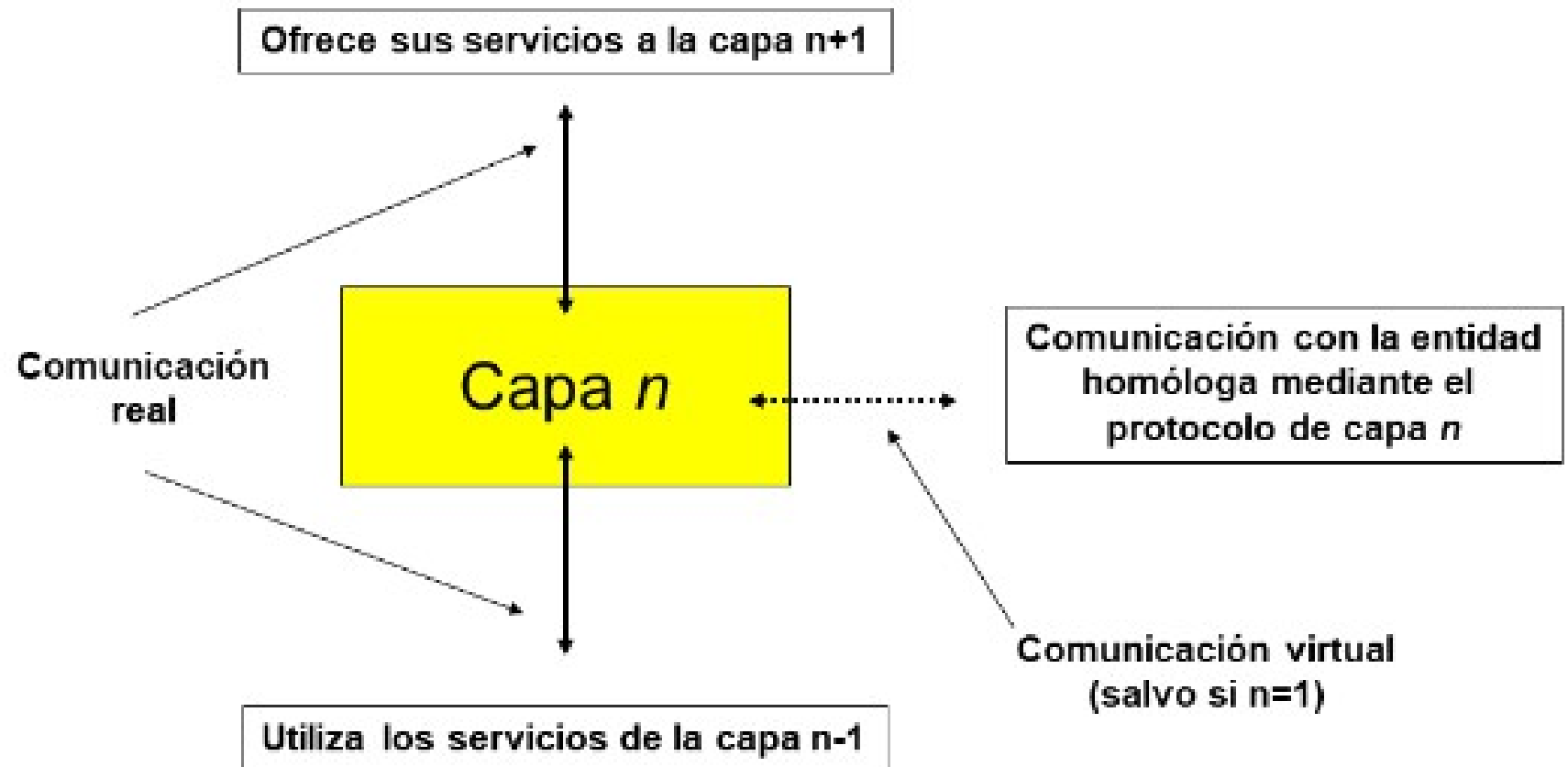
*"Я не понимаю,
абстрактной живописи"*



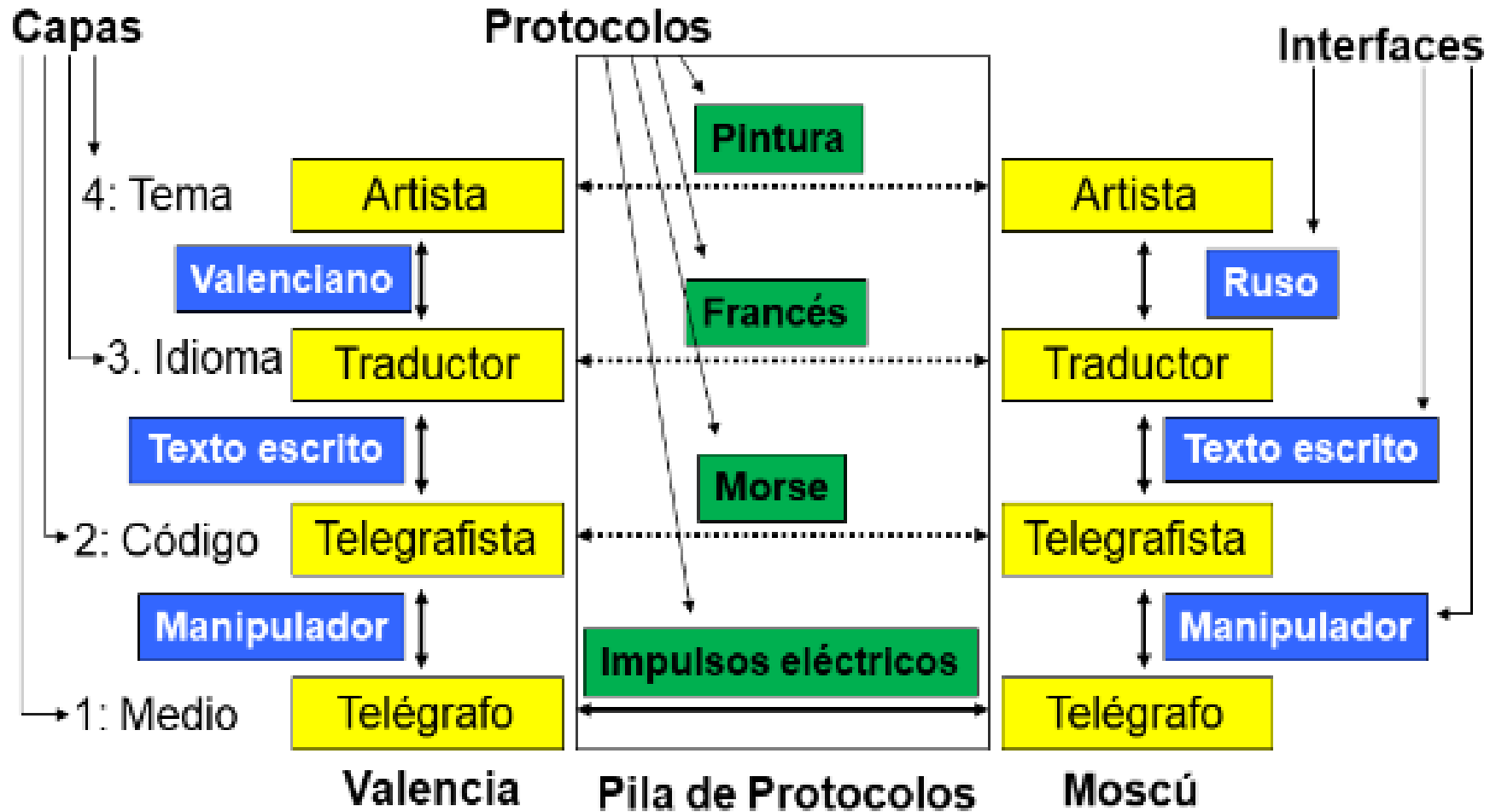
Principios del modelo de capas

- La capa n solo habla con sus vecinas ($n+1$ y $n-1$). La comunicación se realiza a través de la **interfaz** ($n \leftrightarrow n+1$ y $n \leftrightarrow n-1$)
- La **interfaz** es competencia exclusiva de cada entidad (de cada pila) y puede ser diferente para cada caso.
- Cada entidad (de la capa n) habla con su homóloga utilizando un **protocolo** característico (de la capa n), que es acordado exclusivamente por las entidades (de la capa n).
- El conjunto de protocolos utilizados en todas las capas se denomina **pila de protocolos**

Comunicación según el modelo de capas



Protocolos e Interfaces



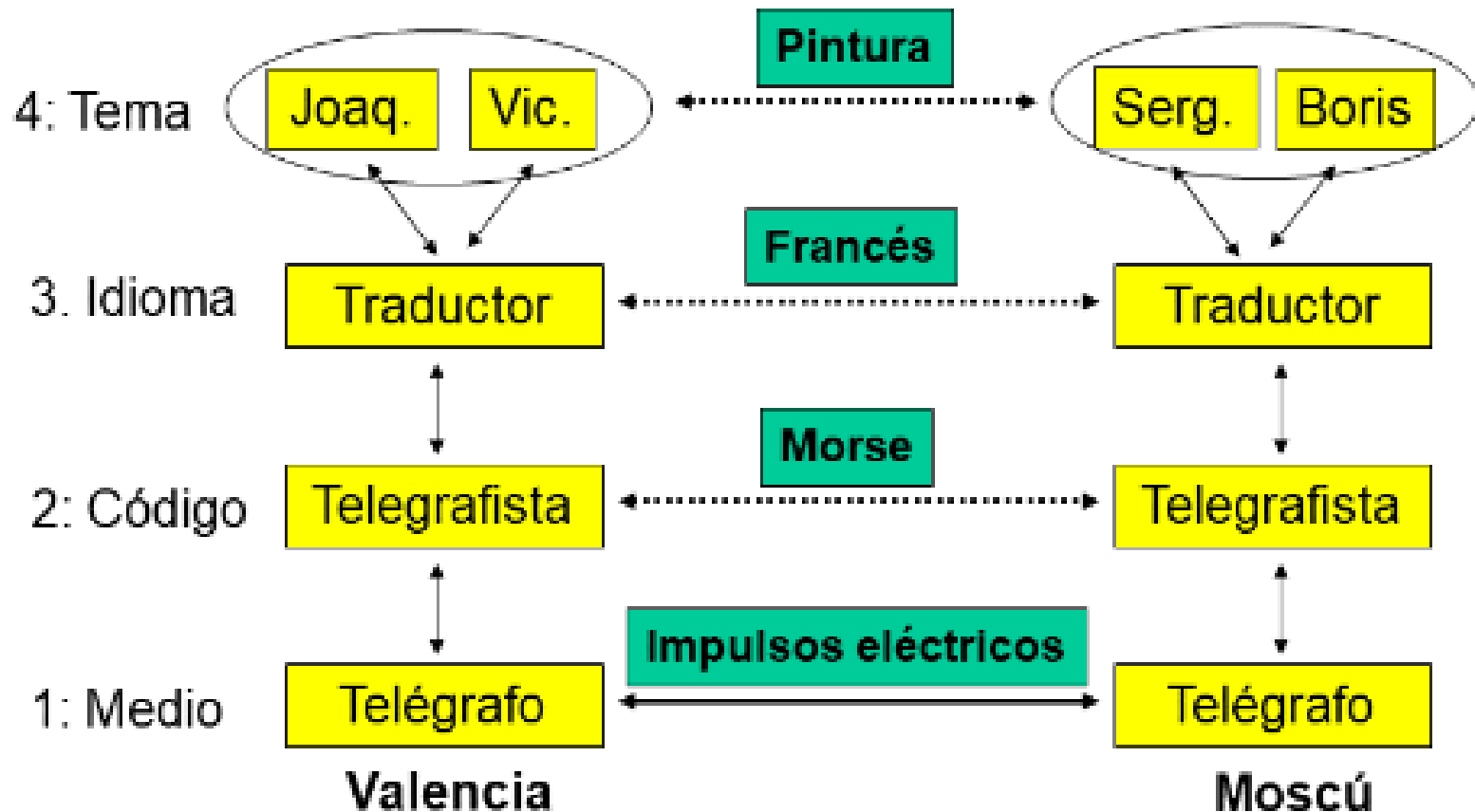
Servicio fiable

- Decimos que un servicio es fiable si los mensajes:
 - Se reciben todos (no se pierde ninguno)
 - Se reciben sin errores
 - Se reciben solo una vez (no hay duplicados)
 - Se reciben en el mismo orden en que se han entregado
- Mediante mecanismos de confirmación y reenvío se puede ofrecer un servicio fiable en la capa n aunque la capa $n-1$ ofrezca un servicio no fiable
- En nuestro caso vamos a suponer, de momento, que todos los servicios son fiables sin necesidad de hacer nada especial

Múltiples instancias en una capa

- Supongamos ahora que otros dos artistas, Vicent y Boris (también en Valencia y Moscú) también quieren hablar de pintura
- Para ahorrar costes quieren utilizar los mismos traductores y telegrafistas.
- Las conversaciones siempre serán por parejas, pero en cualquier combinación (Joaquim o Vicent con Serguei o Boris, y viceversa).
- Cuando el traductor de Moscú reciba un mensaje ¿Cómo sabrá si el destinatario es Boris o Serguei?

Múltiples entidades en capa 4



Solución

- Dos posibilidades:
 - A. El artista incluye, en cada mensaje que le entrega al traductor, una cabecera indicando el destinatario
 - B. Al inicio de la conversación el artista solicita ‘establecer conexión’ (ej. Joaquim-Boris), de forma que a partir de ese momento el traductor sabe que todos los mensajes de Joaquim son para Boris, sin necesidad de que se lo diga cada vez. Cuando termina Joaquim envía un mensaje ‘fin de la conexión’

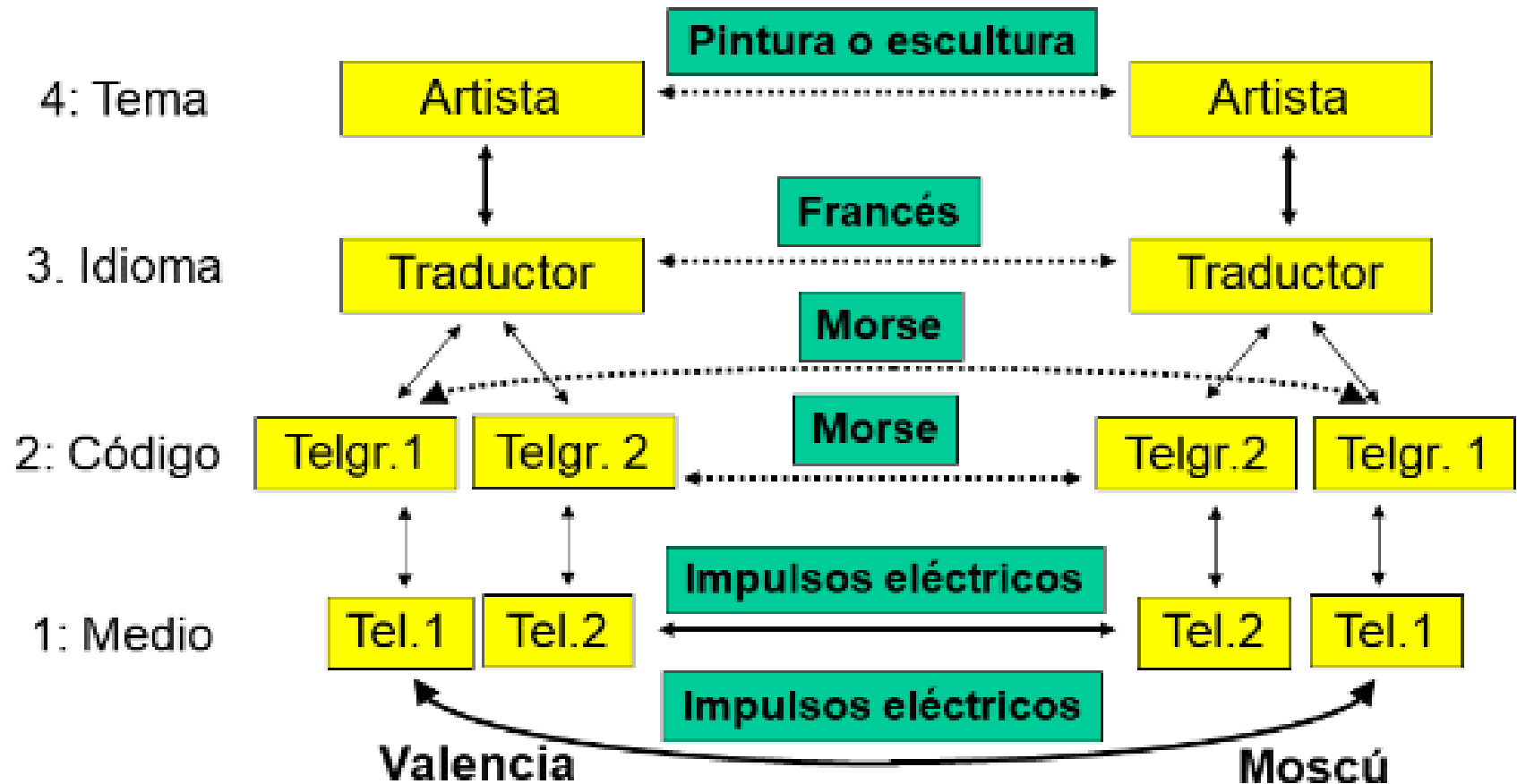
Multiplexación o multiplexado

- Al tratamiento de mensajes de diferentes entidades o instancias de la capa n en una misma entidad de la capa $n-1$ la llamamos **multiplexación o multiplexado**. Esos mensajes viajan ‘juntos pero no revueltos’.
- Las entidades de la capa superior podrían no estar usando el mismo protocolo. Supongamos por ejemplo que Vicent y Boris deciden hablar de escultura. También en ese caso hay que identificar el destinatario de los mensajes, pues el traductor no tiene capacidad de decidir el destinatario por el tema de la conversación, pues no tiene capacidad de analizar su contenido.

Multiplexado inverso

- Supongamos ahora que los traductores son rápidos y los telegrafistas lentos, por lo que hemos decidido utilizar en cada lado dos telegrafistas en paralelo
- Ahora el traductor repartirá los mensajes entre ambos telegrafistas, por ejemplo entregando los pares a uno y los impares al otro (entrelazado o 'interleaving' a dos vías).
- El multiplexado agrupaba los mensajes al bajar de capa. Ahora al bajar se separan, por eso esto se denomina **multiplexado inverso**

Multiplexado inverso en capa 2



Problema del multiplexado inverso

- Supongamos que se envía la siguiente secuencia:
 - Mensaje 1 (corto) → Telegrafista 1 (10 s)
 - Mensaje 2 (largo) → Telegrafista 2 (50 s)
 - Mensaje 3 (corto) → Telegrafista 1 (12 s)
- Normalmente el mensaje 3 llegará al destino antes que el 2.
- Los traductores deberán numerar los mensajes que envían para detectar (y corregir) los cambios de orden

Control de flujo

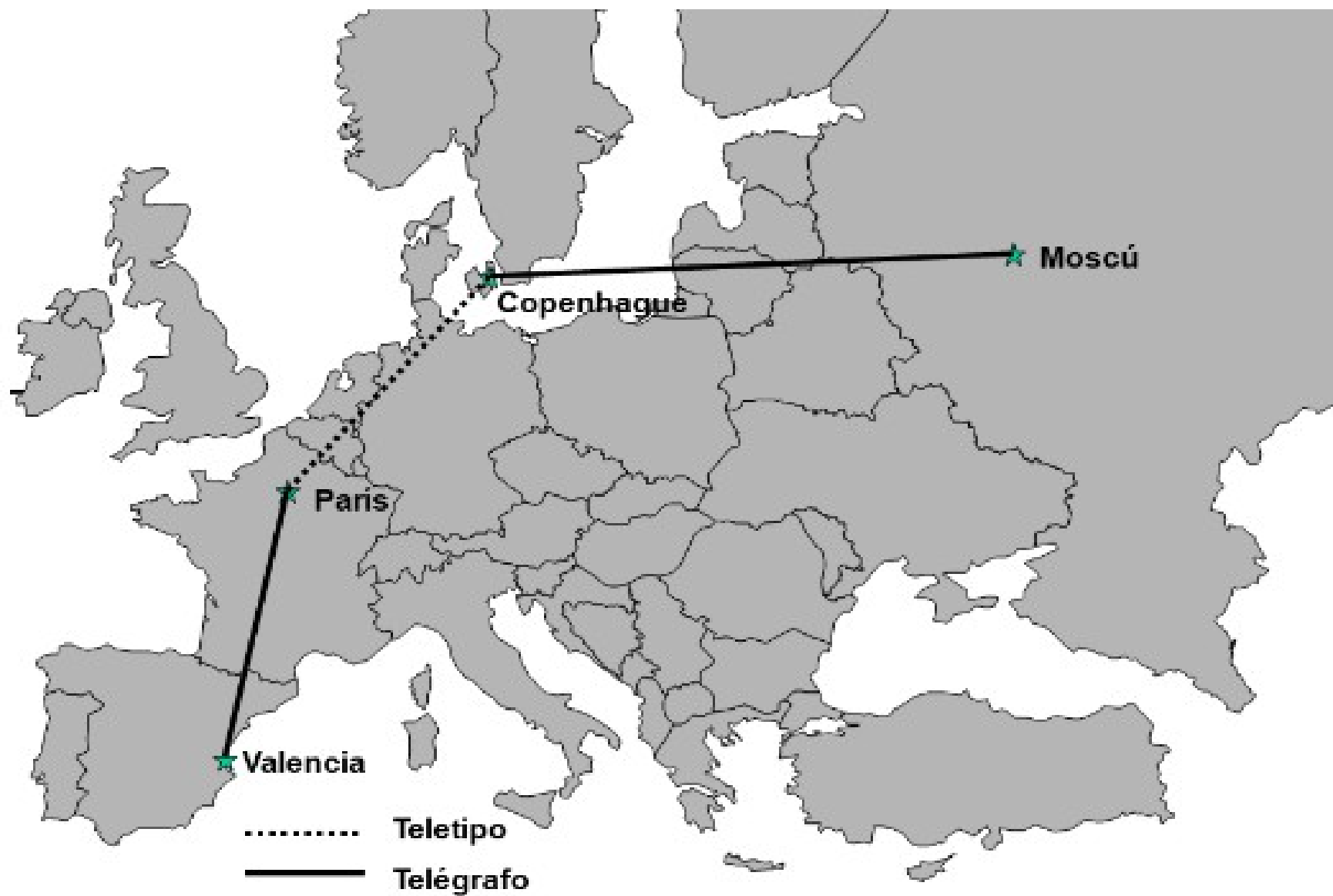
- Supongamos que uno de los traductores es lento y recibe mensajes a un ritmo mayor que el que puede atender. Si esto ocurre de forma sostenida tendrá que descartar mensajes.
- La regulación de esas situaciones es lo que se conoce como **control de flujo**
- El control de flujo puede ser:
 - **Explícito:** el receptor envía mensajes al emisor pidiéndole que deje de transmitir, o que baje el ritmo
 - **Implícito:** el receptor simplemente descarta mensajes y confía que el emisor detecte esas pérdidas y entonces envíe los mensajes más lentamente

Información de control y ‘overhead’

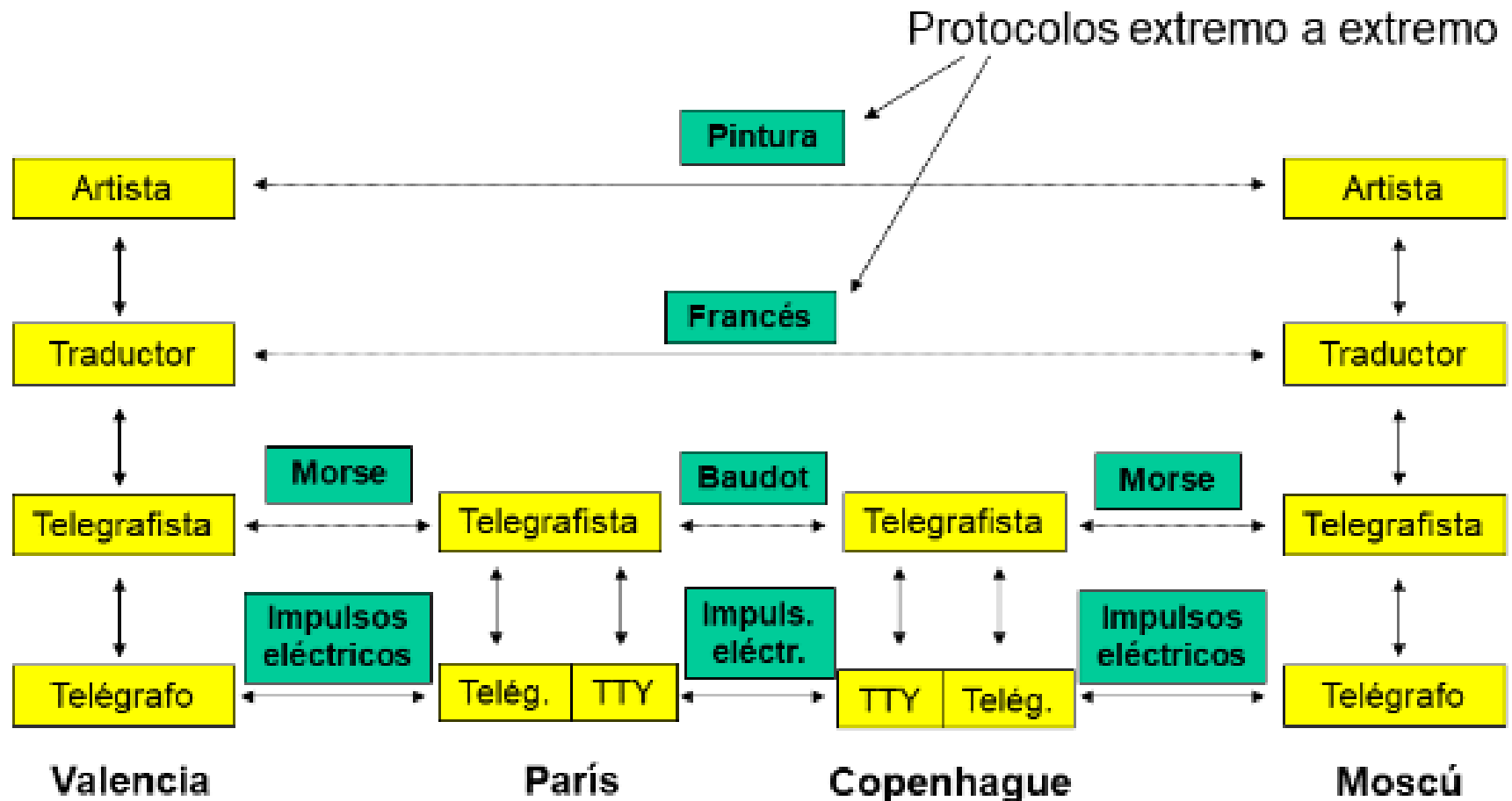
- Cada capa ha de añadir información de control a los mensajes que recibe de la capa superior (ej.: traductores marcan el destinatario de los mensajes y numeran los mensajes enviados)
- Conforme descendemos la información de control aumenta, por lo tanto el rendimiento disminuye
- Además, la información de control suele tener un tamaño constante, por lo que cuanto más pequeño es el mensaje mayor es el sobrecoste u ‘overhead’ y menor el rendimiento

Comunicación indirecta

- Supongamos ahora que no hay comunicación directa por telégrafo Moscú y Valencia: para enviar los mensajes hemos de utilizar la siguiente ruta:
 - Valencia-París: telégrafo
 - París-Copenhague: teletipo
 - Copenhague-Moscú: telégrafo
- En París y Copenhague tenemos a dos telegrafistas que se ocupan de retransmitir por teletipo los mensajes recibidos por telégrafo (y viceversa).



Comunicación con nodos intermedios en tres saltos



Comunicación con nodos intermedios

- En el ejemplo anterior París y Copenhague son nodos intermedios que permiten la comunicación entre Valencia y Moscú
- Los nodos intermedios no tienen que implementar todas las capas, solo las que tienen que interpretar
- Los protocolos utilizados en una capa pueden ser los mismos en todos los saltos o pueden cambiar

Objetivos del Modelo de capas

- **Sencillez:** hace abordable el complejo problema de la comunicación entre ordenadores
- **Modularidad:** permite realizar cambios con relativa facilidad a una de las capas sin afectar al resto
- **Compatibilidad:** La comunicación entre dos entidades de una capa puede realizarse independientemente de las demás.

Sumario

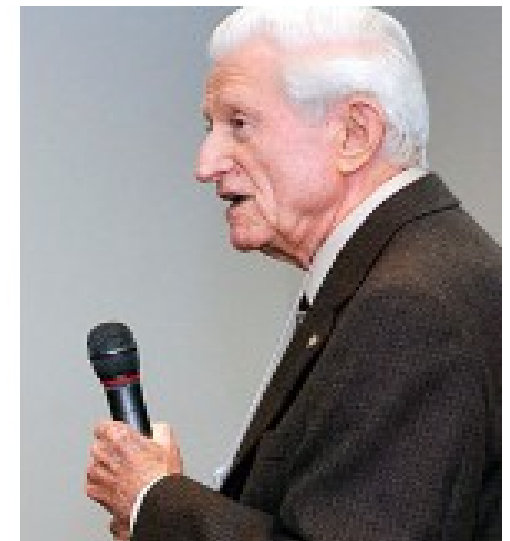
- Introducción
- Definición de telemática, tipos de redes y enlaces, clasificación
- Modelo de capas: una analogía
- **Arquitecturas de redes**
- Estándares
- Una muy breve historia de la telemática
- ¿Qué es un buen diseño?

Los primeros ordenadores (1950-1964)

- Al principio cada modelo de ordenador se diseñaba como una pieza única. El objetivo era conseguir el máximo rendimiento con la tecnología disponible en cada momento.
- El diseño se hacía pensando en un tipo de programas concreto. Unos modelos se diseñaban para fines comerciales y otros para aplicaciones científicas. Ejemplo: en 1960 IBM vendía el 1620 (científico) y el 1401 (comercial).
- Cada modelo tenía su propio conjunto de instrucciones máquina y su forma de representación de datos, es decir, tenía una **arquitectura** propia
- Los sistemas no eran compatibles. Cuando una organización cambiaba de ordenador tenía que adaptar los programas y convertir los datos.

Arquitecturas de ordenadores

- En 1964 *Gene Amdahl* (IBM) desarrolló la primera arquitectura de ordenadores, conocida como 'System/360'. Entre otras cosas estableció el uso de bytes de 8 bits
- Gracias al uso de **microcódigo** (firmware) se pudo dotar a procesadores muy diferentes de un conjunto común de instrucciones máquina
- Destinada a todo tipo de aplicaciones (de ahí su nombre) la arquitectura S/360 permitía cambiar de ordenador sin cambiar los programas. El modelo más alto de la gama tenía 500 veces la potencia del más pequeño
- En 1970 *Gene Amdahl* dejó IBM para formar su propia empresa de mainframes IBM compatibles, Amdahl Corp.



Gene Amdahl
1922-2015

Arquitectura S/360

- La familia S/360 estuvo a la venta durante 14 años. Luego evolucionó a otras arquitecturas:

1964 → 1970 → 1990 → 2000

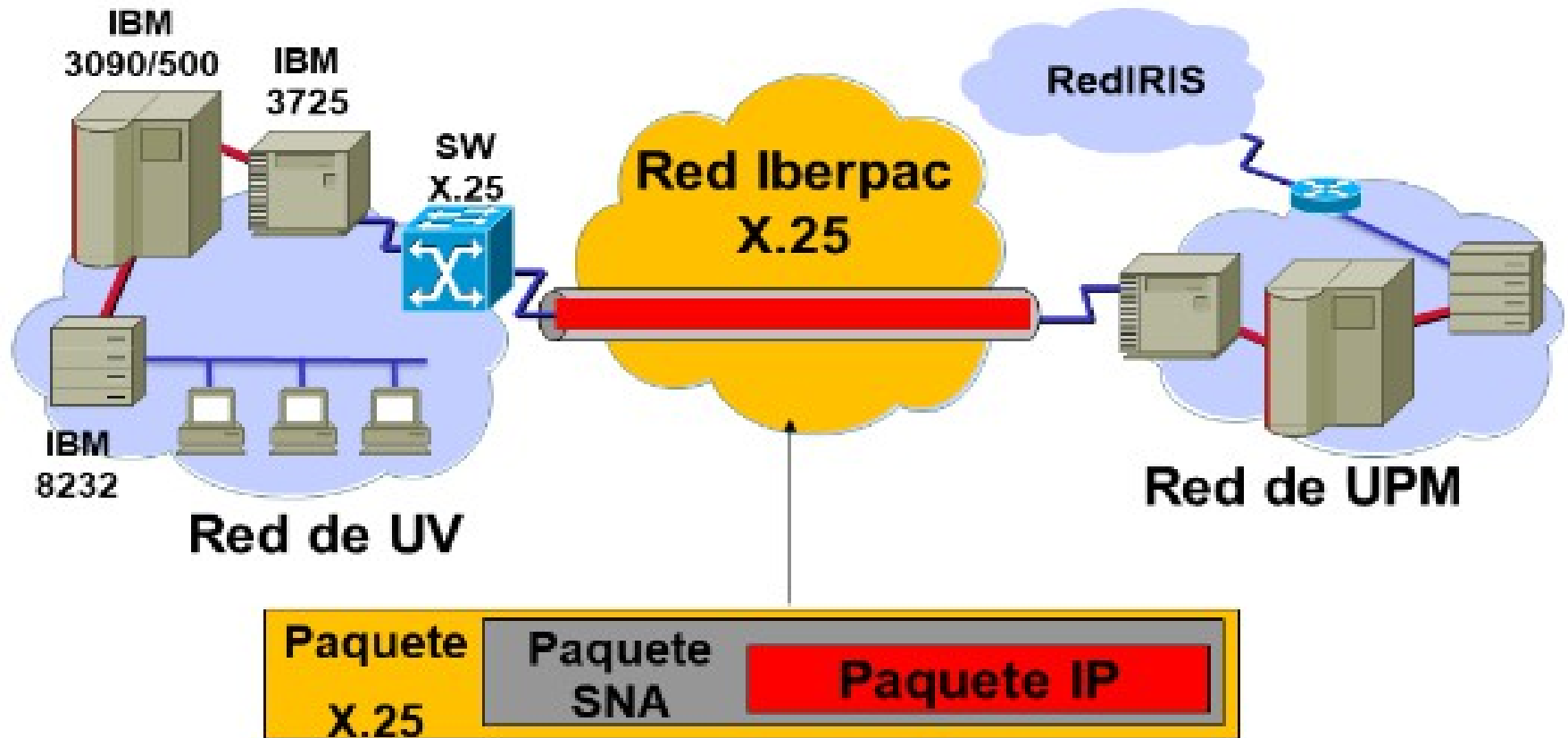
S/360 → S/370 → ESA/390 → z/OS

- Con algunas restricciones, la compatibilidad con la S/360 se sigue manteniendo.
- La arquitectura S/360 (y sus sucesoras hasta la ESA/390) fueron clonadas por varios fabricantes, que hicieron mainframes compatibles: Amdahl, Hitachi, Fujitsu, Mitsubishi, Siemens, UNIVAC, RCA, ES EV (Rusia).

Arquitecturas de redes

- Los S/360 permitían teleproceso, pero sólo con terminales tontos, no comunicación entre procesos (host-to-host)
- En los años 70 ya se planteó la necesidad de interconectar hosts (inicialmente de un mismo fabricante)
- En 1974 IBM definió, para su familia S/370, la primera arquitectura de redes, llamada SNA (Systems Networks Architecture), con un modelo de siete capas.
- Unos meses más tarde DEC (Digital Equipment Corporation) anunció DNA (Digital Network Architecture) con un modelo de cuatro capas y la familia de protocolos DECNET. Algunos de los protocolos actualmente utilizados en Internet (p. ej. IS-IS) provienen de DECNET

Primera conexión de la UV a Internet (marzo de 1991)



Arquitecturas de redes y Modelo de capas

- Una arquitectura de redes está formada por:
 - Un **modelo de capas**, detallando las funciones que desempeña cada una
 - Un **conjunto de protocolos** propios de cada capa, denominados familia, *pila de protocolos* o '*protocol stack*'. Una capa puede tener varios protocolos.
- Ejemplos de arquitecturas de redes: SNA (IBM), DNA (DEC), OSI, TCP/IP
- La comunicación entre dos capas adyacentes (en una misma entidad) se realiza a través de la *interfaz*. La interfaz es local a esa entidad y no forma parte de la arquitectura

Modelo de referencia OSI

- En 1977 la ISO y la ITU-T, preocupadas por la proliferación de arquitecturas de redes propietarias, decidieron desarrollar una arquitectura de sistemas **abiertos** (abiertos = independientes de fabricante) y la llamaron OSI (Open Systems Interconnect).
- Los primeros estándares OSI se aprobaron en 1984.
- El retraso en su elaboración, la excesiva complejidad y la mala calidad de los protocolos OSI y sus implementaciones hicieron que fueran un fracaso total. Sin embargo el modelo de capas (copiado de SNA) tuvo cierto éxito.
- Hoy en día nadie utiliza los protocolos OSI, pero sí su modelo (con algunas modificaciones)

Un inciso: la complejidad como algo negativo

“Un programa puede ser tan sencillo que evidentemente no tenga errores, o tan complejo que no tenga errores evidentes”

Leído en un libro sobre ingeniería del software

“KISS: Keep It Simple Stupid”

Frase acuñada como principio de diseño por la Armada de los EEUU en 1960, muy popular en entornos de desarrollo de software

El Modelo de referencia OSI

El modelo OSI, desarrollado por la ISO y la ITU-T, tiene 7 capas, igual que el modelo SNA desarrollado por IBM

Modelo SNA (1974)

Servicios de transacción
Servicios de presentación
Control del flujo de datos
Control de transmisión
Control de ruta
Control de enlace de datos
Física

Modelo OSI (1977)

Aplicación
Presentación
Sesión
Transporte
Red
Enlace de datos
Física

Capa Física

Especificación de medios de transmisión
mecánicos, eléctricos, funcionales y
procedurales

**Transmite
bits**



Medio físico

N=1

Capa de Enlace

**Provee el control de
la capa física**

**Detecta y/o corrige
Errores de
transmisión**

Datos puros



**Trasmite los bits
agrupados en tramas**

**Driver del dispositivo de
comunicaciones**



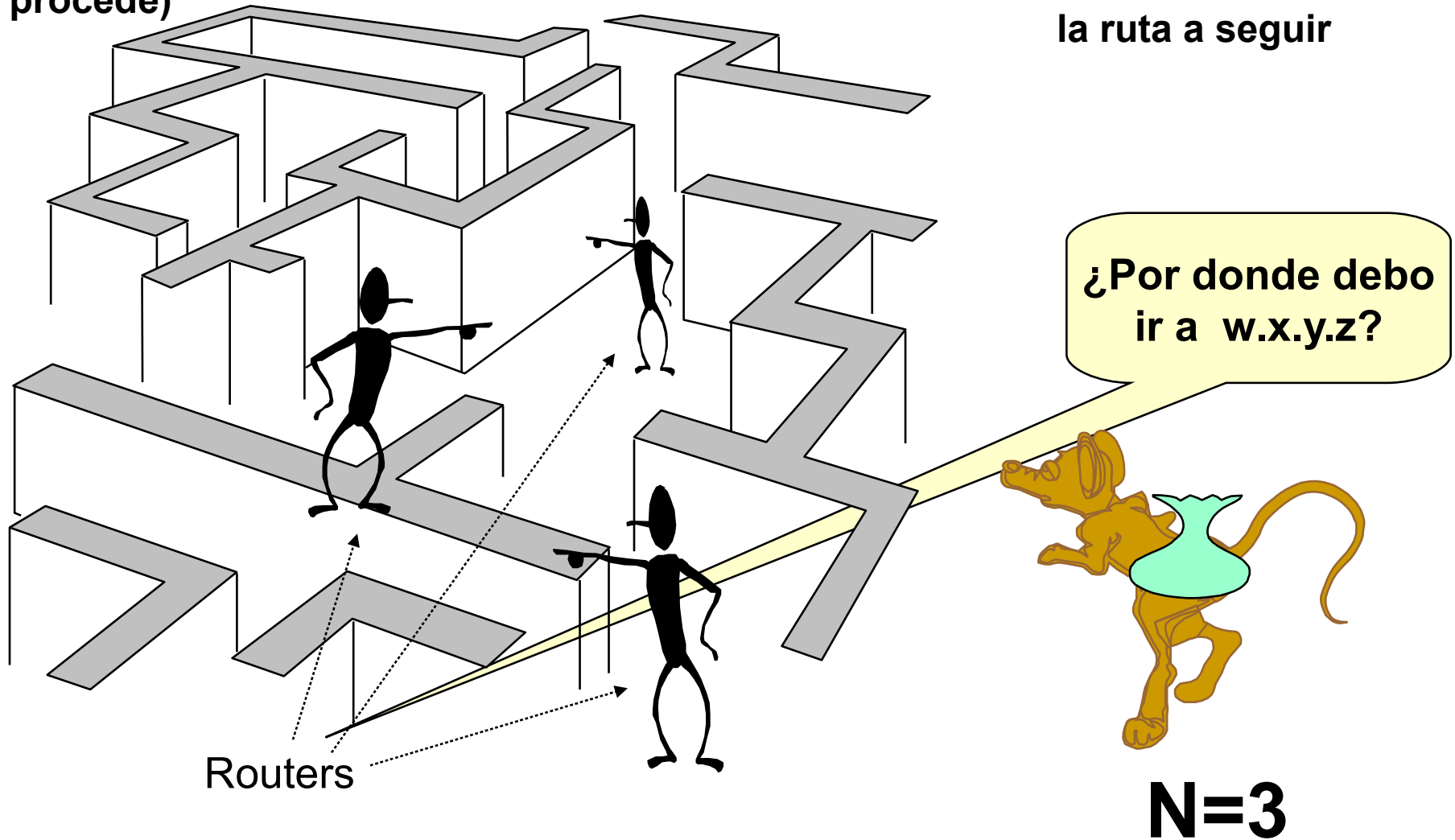
**En algunos casos reenvía
las tramas perdidas**

N=2

Capa de Red

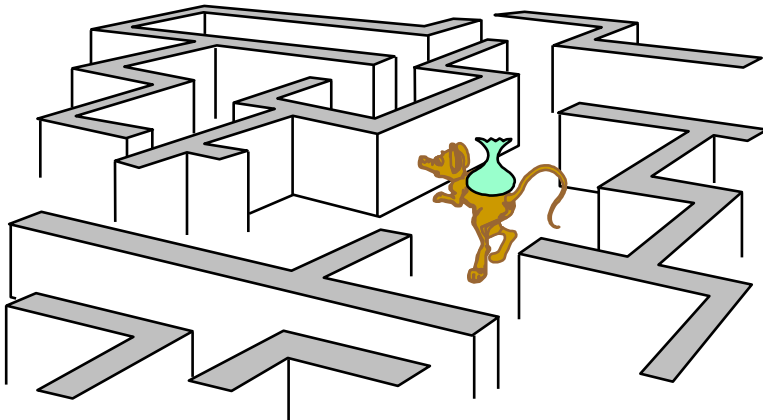
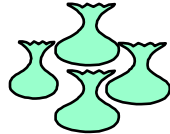
Prioriza el tráfico (si procede)

**Elige el mejor camino.
Suministra información sobre
la ruta a seguir**

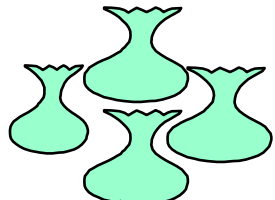


Capa de Transporte

Verifica que los datos se transmitan correctamente

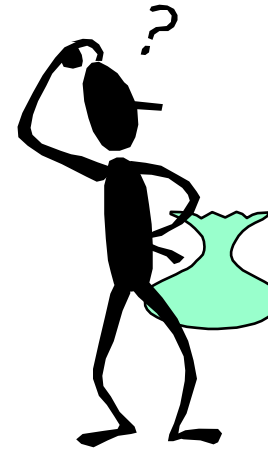


Conexión extremo a extremo (host a host)



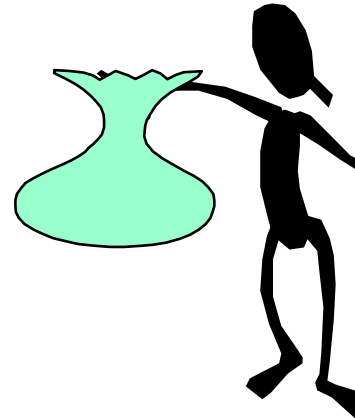
Paquetes de datos

Ejerce control de flujo y congestión



¿Son estos datos buenos?

Error de comprobación de mensaje

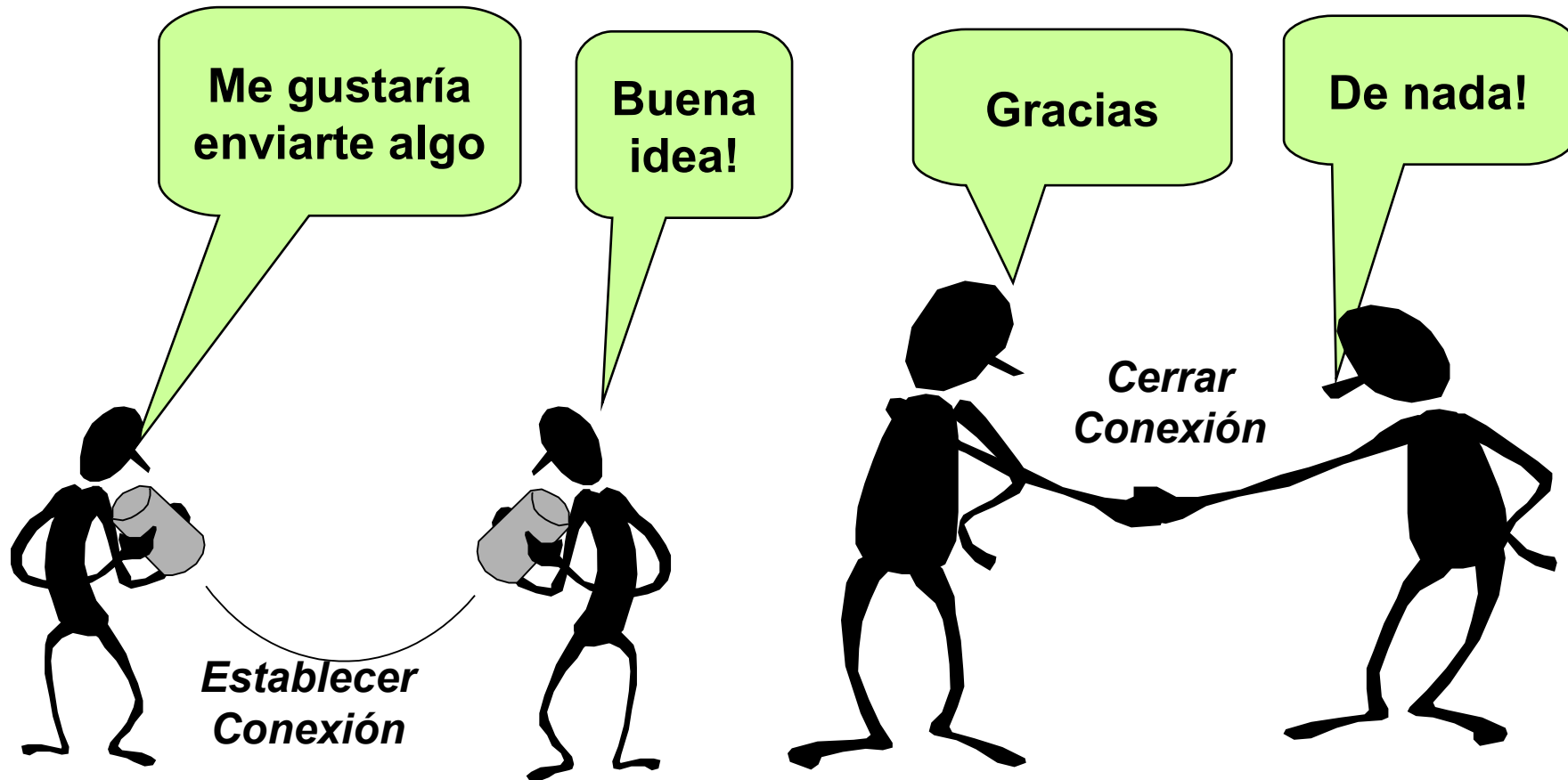


**Este paquete no es bueno.
Reenviar**

N=4

Capa de Sesión

Sincroniza el intercambio de datos entre capas inferiores y superiores



N=5

Capa de Presentación

Convierte los datos de la red al formato requerido por la aplicación



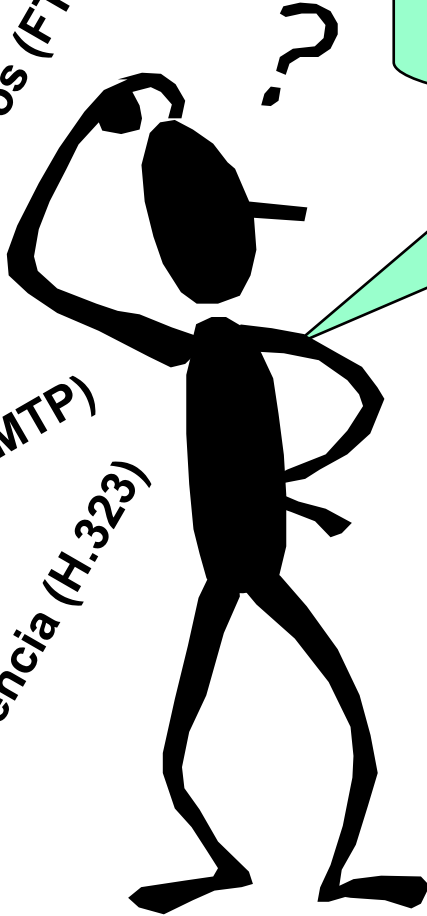
Capa de Aplicación

WWW (HTTP)

Transf. Ficheros (FTP)

e-mail (SMTP)

Videoconferencia (H.323)



¿Que debo enviar?

- Es la interfaz que ve el usuario final
- Muestra la información recibida
- En ella residen las aplicaciones
- Envía los datos de usuario a la aplicación de destino usando los servicios de las capas inferiores

N=7

Algunos ejemplos de protocolos en cada una de las capas

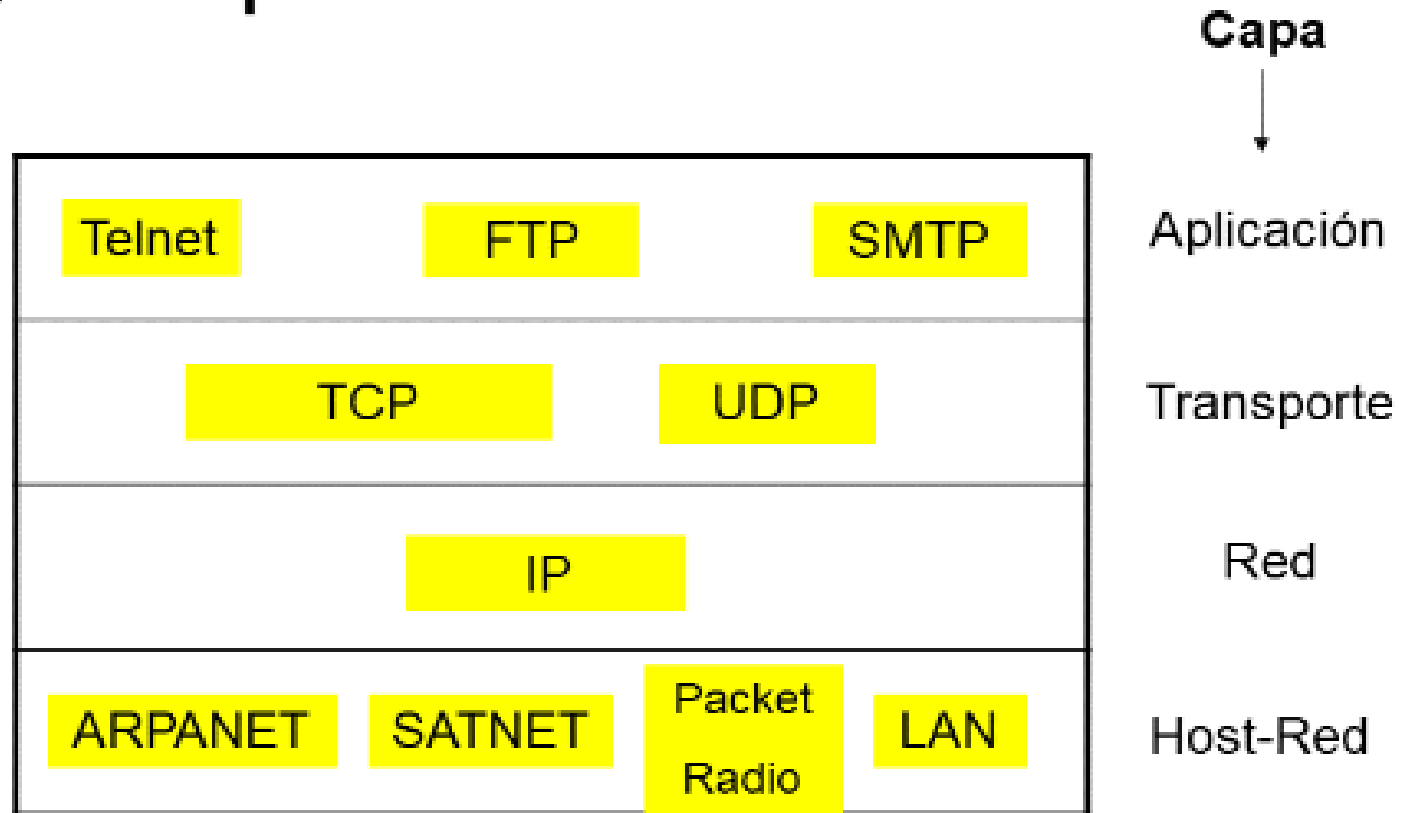
7	Aplicación	FTP, HTTP, SMTP, SSH, TelNet
6	Presentación	CSS, GIF, HTML
5	Sesión	PAP, RPC, SQL, TLS
4	Transporte	TCP, UDP, NETBEUI
3	Red	IPv4, IPv6, ICMP, OSPF, Appletalk
2	Enlace	LLC, Ethernet
1	Física	CATV, xDSL, Ethernet, USB

EL MODELO TCP/IP Y SU ARQUITECTURA

Protocolos y Modelo TCP/IP

- Los protocolos TCP/IP nacieron por la necesidad de interoperar redes diversas (inter-networking)
- El modelo TCP/IP se diseñó después de los protocolos (podemos decir que primero se hizo el traje y después los patrones). Por eso a diferencia del OSI el modelo TCP/IP tiene unos protocolos ‘predefinidos’.
- El modelo TCP/IP solo tiene 4 capas, ya que:
 - Las capas 1 y 2 se juntan en una, denominada ‘host-red’.
 - Las capas 5 y 6 se omiten, quedando sus funciones absorbidas por las capas 4 y 7.

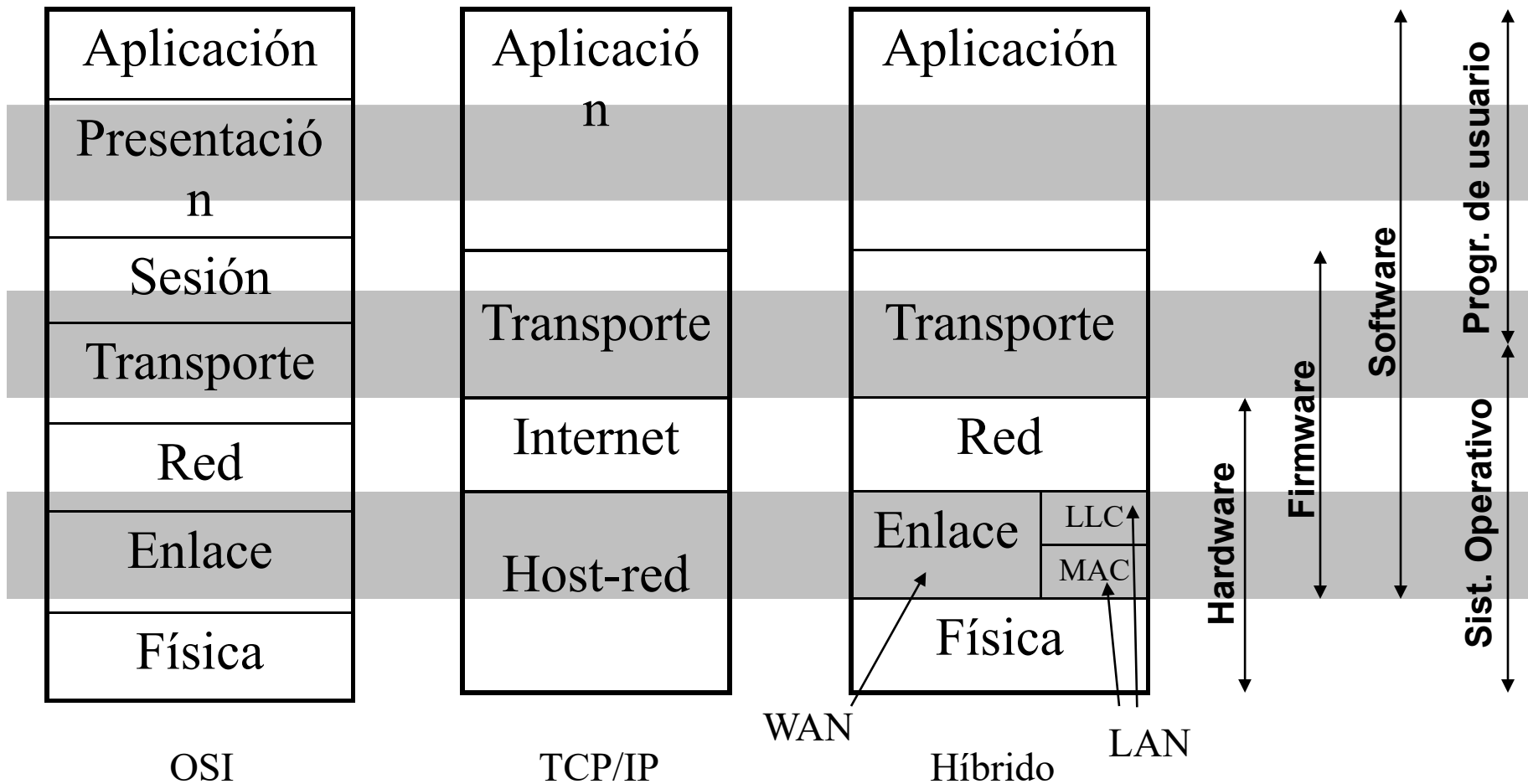
Modelo de capas de TCP/IP y sus protocolos iniciales



Modelo híbrido

- Generalmente se considera acertada la división del modelo OSI en las capas bajas (1 a 4).
- En cambio se considera excesiva la división en las capas superiores, por lo que se suelen suprimir las de sesión y presentación, como hace TCP/IP
- Esto ha dado origen a un modelo ‘híbrido’ de 5 capas que es el más utilizado hoy en día.
- Nosotros seguiremos ese modelo híbrido con los protocolos TCP/IP
- Aunque se supriman las capas 5 y 6 se les ‘respeta’ el sitio, por lo que a veces para referirse a la capa de aplicación se habla de la capa 7 (aunque la 5 y la 6 no estén)

Comparación de modelos OSI, TCP/IP e híbrido



OSI vs TCP/IP

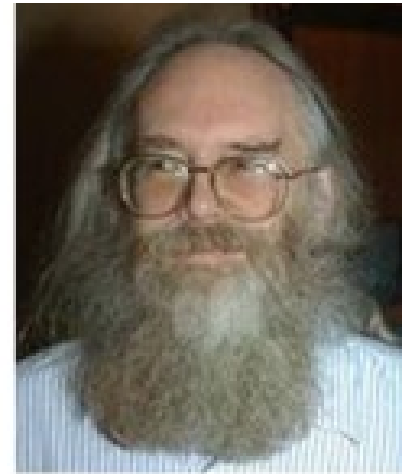
- En OSI primero fue la arquitectura y el modelo, después los protocolos; en TCP/IP fue al revés. Los protocolos TCP/IP son de 1974 y el primer RFC (Request For Comments) que habla de Arquitectura de Internet es de 1989.
- En OSI el modelo es bueno, los protocolos malos; en TCP/IP ocurre al revés
- En OSI las implementaciones llegaron tarde, tenían muchos fallos y eran caras
- En TCP/IP las implementaciones surgieron junto con los protocolos, en el momento justo, estaban muy probadas (pues las usaba mucha gente) y a menudo eran gratis.

Arquitectura de Internet

- El RFC 1958 (6/1996) dice:

“La Internet y su arquitectura han crecido de forma evolutiva desde unos modestos inicios mas bien que de un Gran Plan.”

Principios de diseño de Internet (según Tanenbaum)



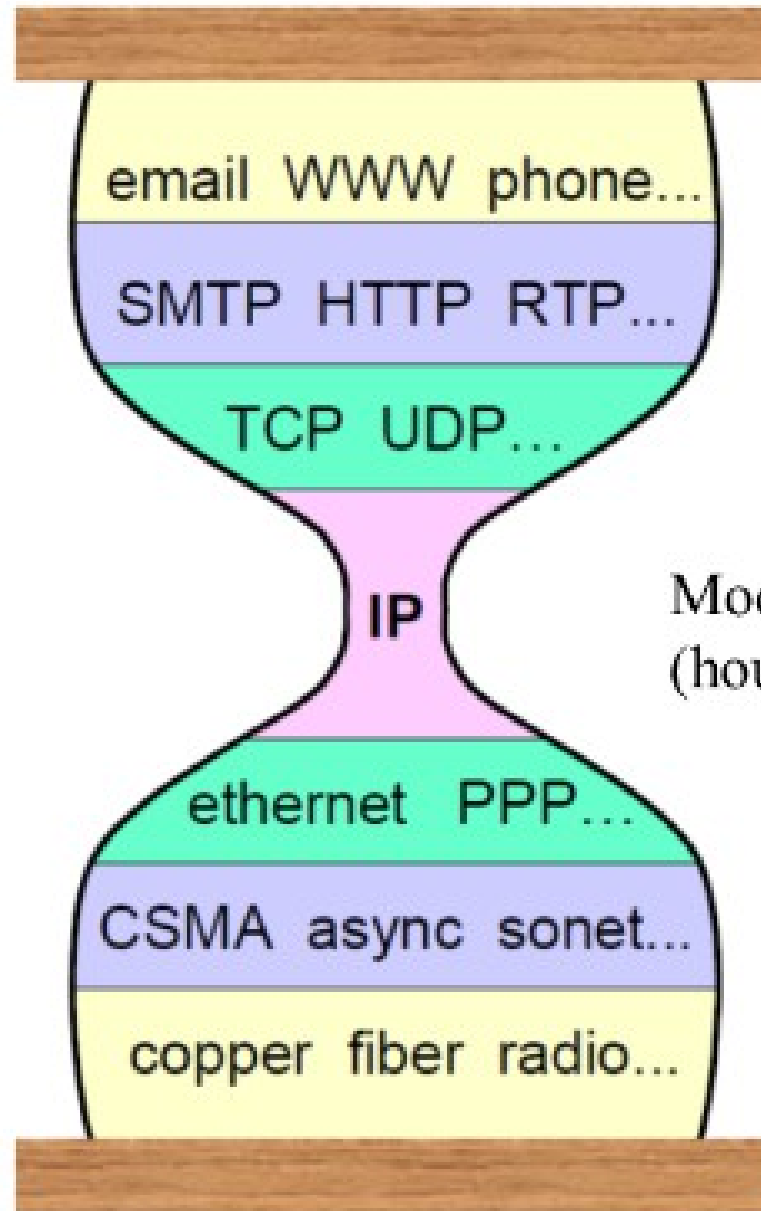
Jon Postel
(1943-1998)

1. FIABLE: Asegúrate de que funciona
2. **SENCILLO: Manténlo tan simple como sea posible**
3. CLARO: Cuando tomes decisiones no seas ambiguo
4. MODULAR: Si puedes separa las funciones.
5. FLEXIBLE: Ten en cuenta la heterogeneidad.
6. ADAPTABLE: Evita opciones y parámetros estáticos.
7. PRÁCTICO: Un buen diseño no necesita ser perfecto.
8. ESCALABLE: Piensa en el posible crecimiento
9. **TOLERANTE: Sé estricto al enviar y tolerante al recibir (ley de Postel)**

Algunos protocolos utilizados actualmente en Internet

Aplicación	Web (HTTP)	Transf. fich. (FTP)	e-mail (SMTP)	Resol. nombres (DNS)	Video streaming	Telefonía
Transporte	TCP (Transmission Control Prot.)			UDP (User Datagram Prot.)		
Red	IP (Internet Protocol) IPv4 e IPv6					
Enlace	Ethernet		WiFi		ADSL	
Física	Cable o Fibra (1-100000 Mbps)		Radio 2,4 ó 5 GHz (1-800 Mbps)		Cable telefónico (0,5-50 Mbps)	
					Cable coaxial 50 Ω (30-40 Mbps)	

- El protocolo IP (a nivel de red) es el 'pegamento' que mantiene unida la Internet.
- Es capaz de funcionar sobre una gran diversidad de protocolos de enlace y físicos.
- Un slogan habitual en las reuniones de Internet es '**IP over everything**' indicando la flexibilidad de IP que se adapta a cualquier medio físico y protocolo del nivel de enlace.
- La versatilidad de IP para soportar todo tipo de aplicaciones, incluso aquellas para las que el protocolo no había sido diseñado, ha dado lugar al slogan '**Everything over IP**'.

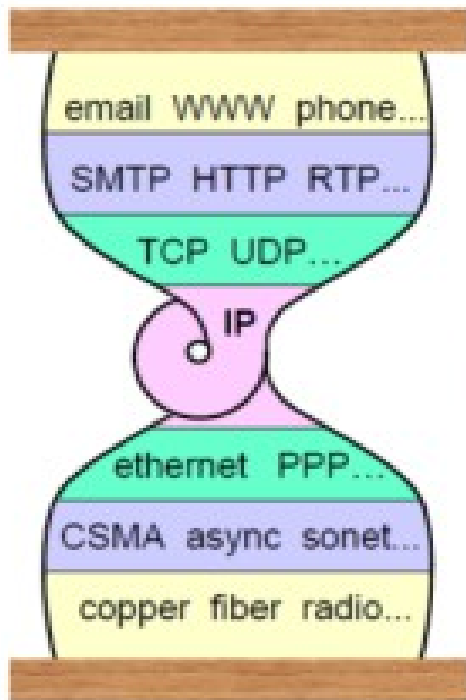


Modelo 'reloj de arena'
(hourglass) de Internet

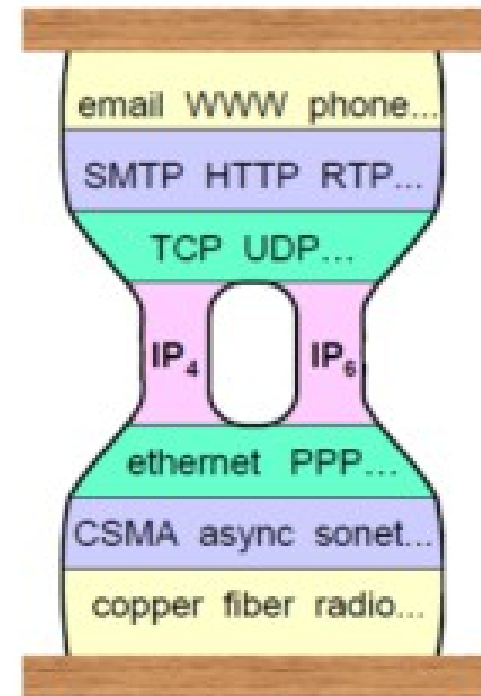
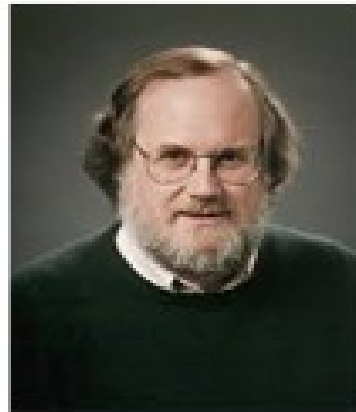
Más ‘relojes de arena’

Según *Steve Deering*

(ver mas)



Modelo ‘túnel’
(IP encapsulado en IP)



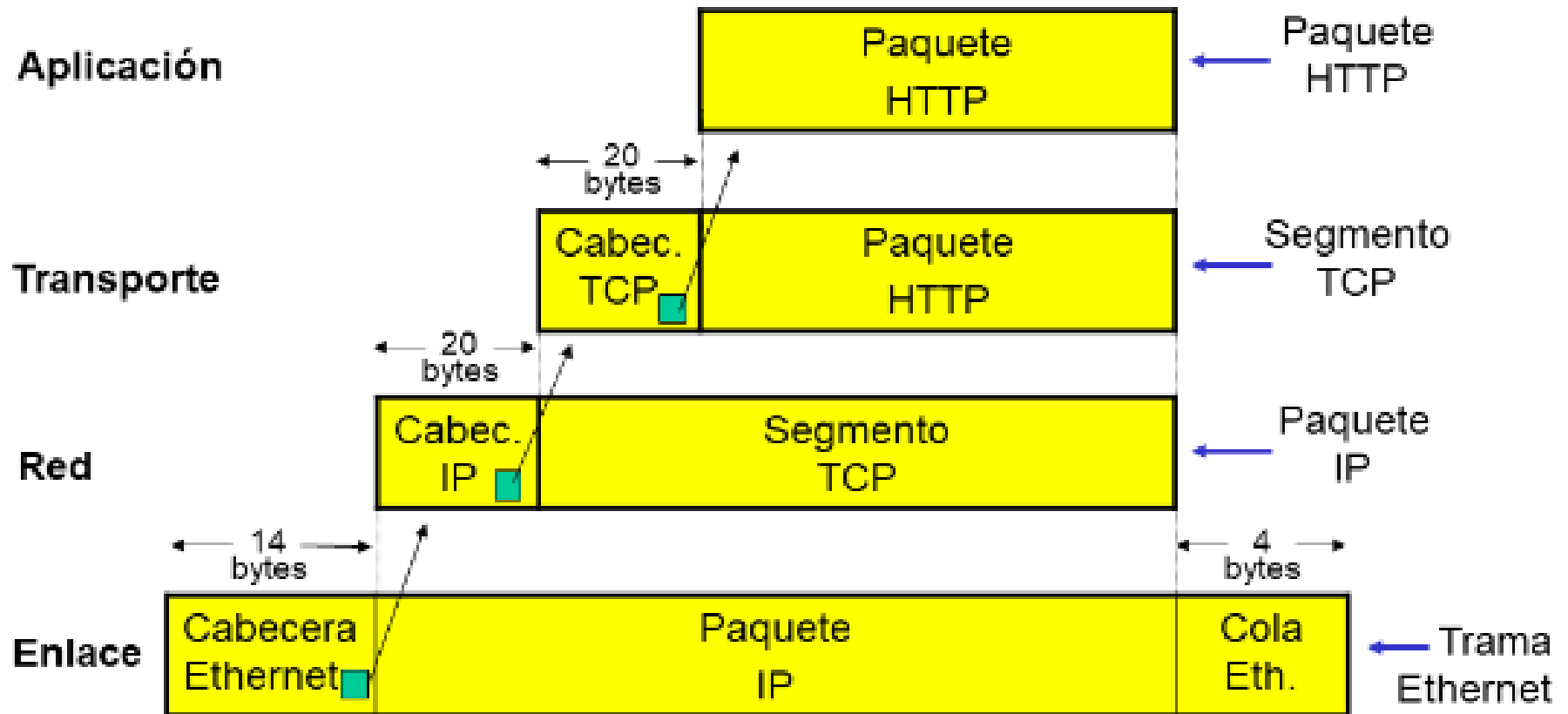
Modelo pila dual
(IPv4 e IPv6)

PROTOCOLOS E INFORMACIÓN DE CONTROL

Protocolos e información de control

- Cada capa añade, al paquete que recibe de la capa superior, su propia información de control. El nuevo paquete así formado son los datos que entrega a la capa inferior
- Generalmente la información de control va al principio del paquete, delante de los datos, por lo que se la llama **cabecera**.
- En el nivel de enlace (y solo en ese caso) hay información de control delante y detrás, los datos van ‘envueltos’. Por eso al paquete del nivel de enlace se le llama a veces **trama o marco (‘frame’)**
- La información de control ocupa parte de la capacidad, reduce el caudal útil, supone un lastre u **‘overhead’**

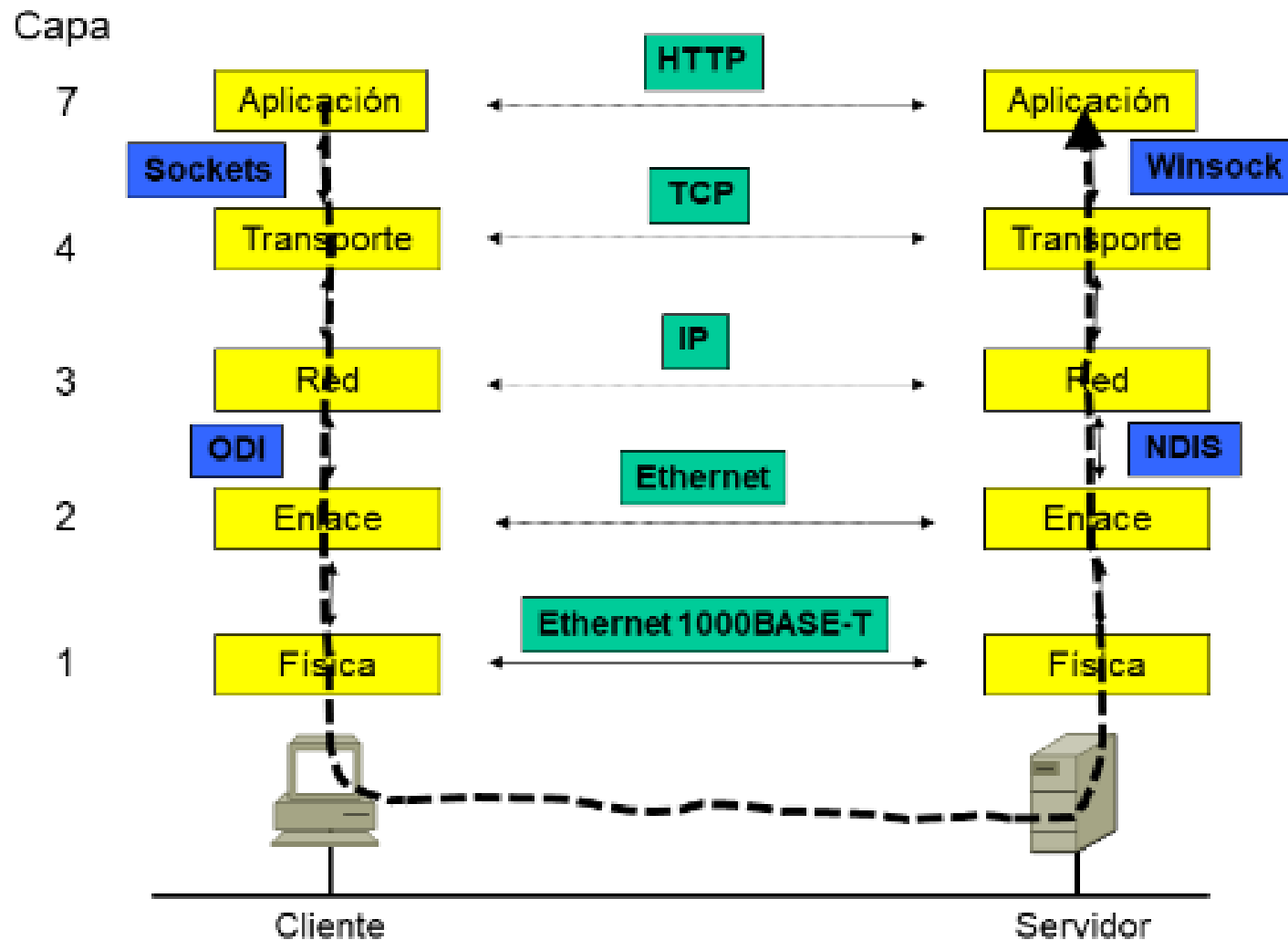
Información de control típica



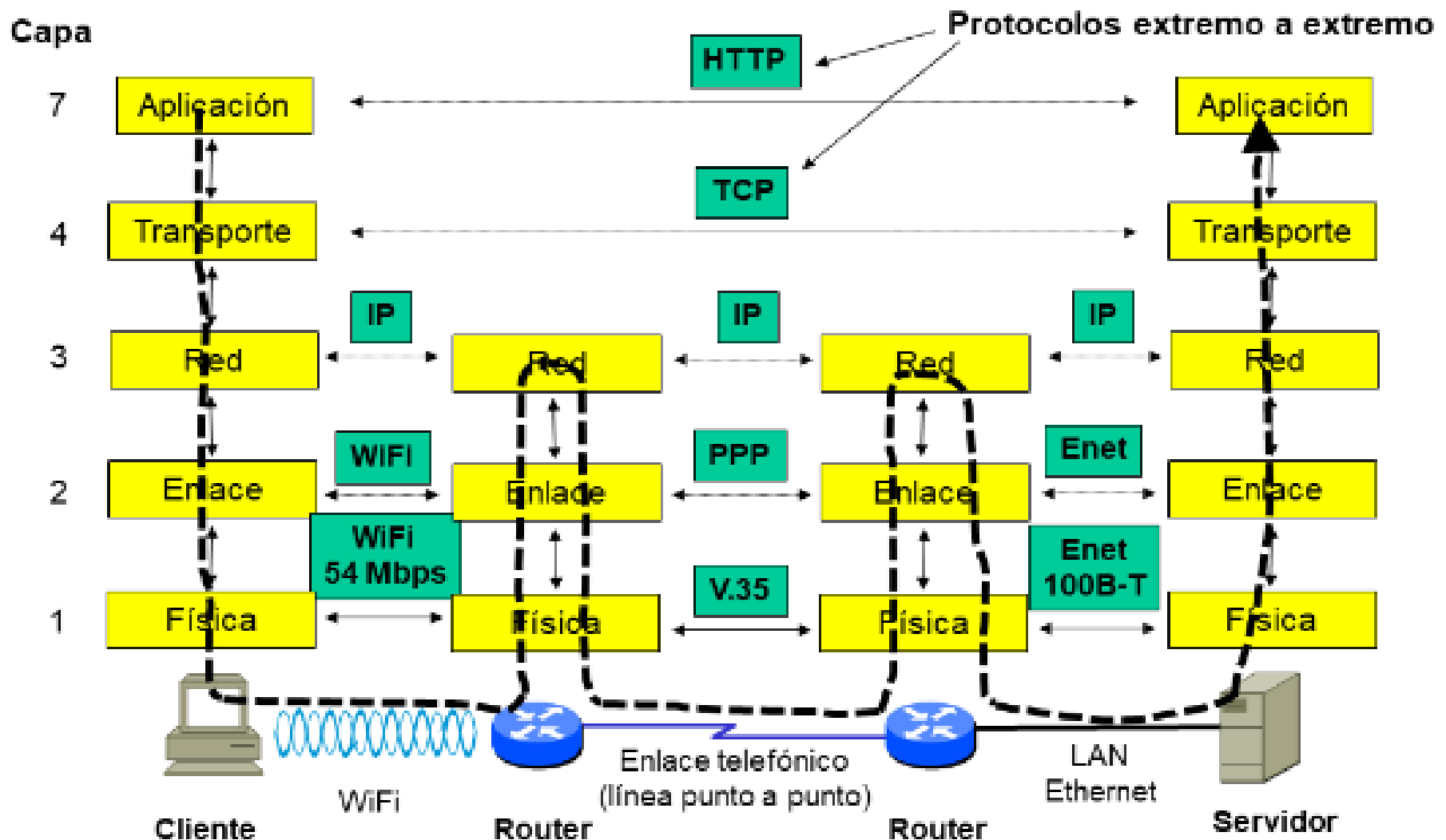
■ Información de multiplexado para la capa superior

Los tamaños varían según el tipo de red y el protocolo

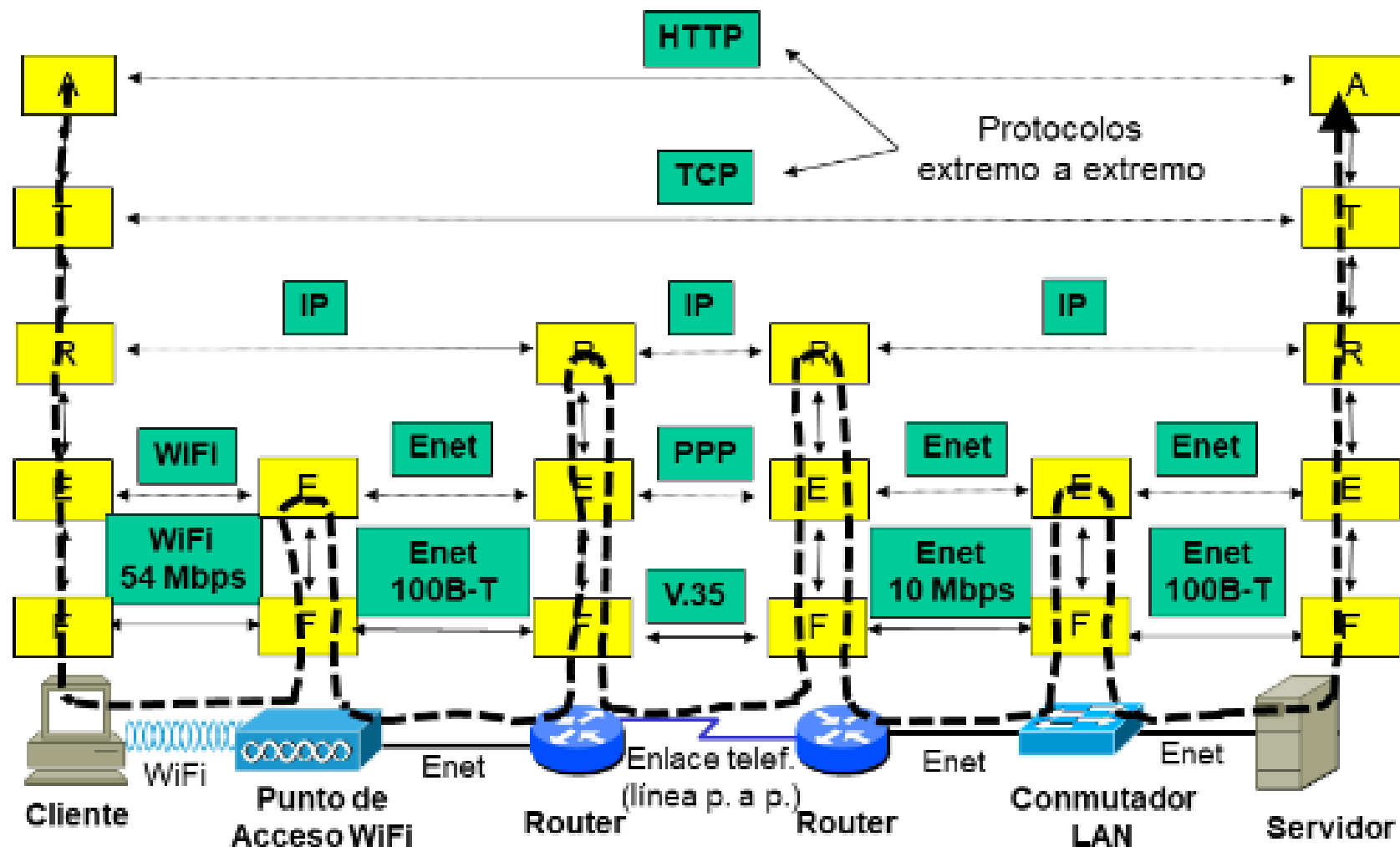
Acceso a un servidor Web en una LAN Ethernet



Acceso remoto a un servidor Web (I)



Acceso remoto a un servidor Web (II)



¿Conexión sí o no? Ese es el dilema

- En cualquiera de las capas se puede ofrecer un servicio con conexión (orientado a conexión) o sin conexión (no orientado a conexión o ‘connectionless’)
- Para explicar la diferencia se suele utilizar la analogía del servicio telefónico (orientado a conexión) vs el servicio postal (no orientado a conexión)
- Cuando la capa de red ofrece un servicio no orientado a conexión (como en el caso de IP) los paquetes se denominan **datagramas** (analogía con el servicio de telegramas, que también es no orientado a conexión)

Ejemplos de protocolos con y sin conexión

Capa	Con conexión	Sin conexión
Aplicación	FTP	DNS
Transporte	TCP	UDP
Red	ATM	IP
Enlace	X.25	Ethernet
Físico	Llamada telefónica	Ethernet

En Internet hasta el nivel de red se suelen utilizar siempre servicios sin conexión; en el de transporte y aplicación se utilizan ambos

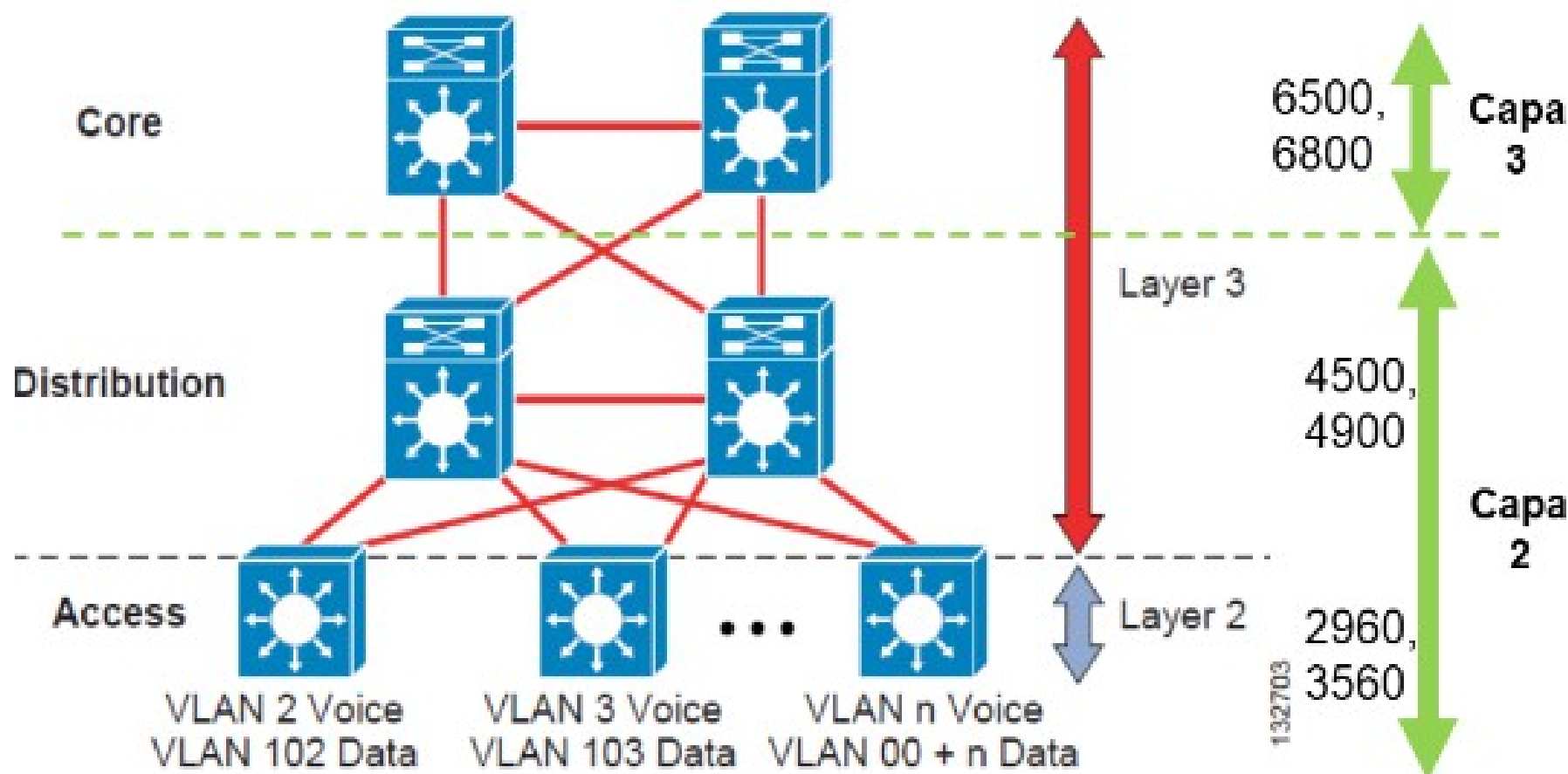
EL MODELO INTERNETWORKING DE CISCO

Modelo de internetworking de cisco

- Es un modelo de capas jerárquico para el diseño de grandes redes
- Se utiliza para describir la topología física. No tiene nada que ver con el modelo OSI
- Está formado por tres capas de equipos (conmutadores):
 - **‘Core’ o ‘Backbone’**: son los equipos más potentes, con enlaces redundantes de alta capacidad. Tienen nivel 3 y funcionalidades adicionales
 - **Distribución**: son el nivel intermedio, equipos que se conectan al ‘core’. Generalmente incorporan nivel 3
 - **Acceso**: son los equipos a los que se conectan los hosts. Normalmente actúan solo a nivel 2.

High Availability Campus Routed Access Design

Configuración red UV



Tipos de ‘cajas’ de internetworking

Nivel						
Aplicación						Gateway/ Pasarela
Transporte						Gateway/ Pasarela
Red				Switch/ Conmutador 	Router/ Enrutador 	Gateway/ Pasarela
Enlace			Bridge/ Puente 	Switch/ Conmutador 		
Fisico	Repeater/ Repetidor 	Hub/ Concentrador 				

Sumario

- Introducción
- Definición de telemática, tipos de redes y enlaces, clasificación
- Modelo de capas: una analogía
- Arquitecturas de redes
- **Estándares**
- Una muy breve historia de la telemática
- ¿Qué es un buen diseño?

Estándares

- Las comunicaciones son probablemente el campo donde más necesarios son los estándares, para asegurar la interoperabilidad entre fabricantes
- Para ello se creó ya en 1865 la International Telegraph Union, ITU (actualmente International Telecommunication Union).
- Los estándares pueden ser de dos tipos:
 - *De facto* (de hecho), también llamados estándares *de la industria*. Ej.: protocolos SNA (en los 70-80), PC IBM-compatible, formato .doc, teclado QWERTY, etc.
 - *De jure* (por ley); son los que aprueban organizaciones de estándares. Ej.: protocolos OSI, Ethernet, X.25, enchufe Schucko, tamaño de papel A4, etc.

Principales organizaciones de estándares

Organización	Miembros	Estándares
ISO	Entes de normalización de los países (ANSI, AENOR, DIN, BSI, ...)	Protocolos
ITU-T	Gobiernos de los países, PTTs, operadoras, grandes empresas	Redes WAN
IEEE o IE ³	Profesionales (ingenieros eléctricos y electrónicos)	Redes LAN (proyecto 802)
ISOC, IETF, IAB	Personas físicas y organizaciones	TCP/IP, Internet
IEC, TIA	Grandes empresas	Cableado estructurado

Sumario

- Introducción
- Definición de telemática, tipos de redes y enlaces, clasificación
- Modelo de capas: una analogía
- Arquitecturas de redes
- Estándares
- Una muy breve historia de la telemática
- ¿Qué es un buen diseño?

1975-1980

- Al principio cada fabricante establecía sus protocolos propietarios.
- SNA (IBM) y DECNET (DEC) eran los más extendidos, y sus especificaciones se hicieron públicas, por lo que se convirtieron en estándares ‘de facto’. La interconexión con otros fabricantes se hacía mediante implementaciones ad hoc de SNA o DECNET para esas plataformas
- 1980: Primeras LANs (propietarias)

1980-1988

- 1982: Se aprueba el estándar Ethernet
- 1983: aparece UNIX 4.2 BSD con TCP/IP y sockets
- 1984: Se publica el estándar OSI.
- 1987: DEC anuncia que DECNET Phase V será OSI
- c. 1988: Los gobiernos intentan fomentar el desarrollo y despliegue de los protocolos OSI.
- c. 1988: En las universidades se empieza a extender el uso de TCP/IP como ‘lingua franca’, incluso entre sistemas no UNIX
- Es la época gloriosa de los routers ‘multiprotocolo’, y de las ‘guerras de protocolos’



CISCO DOES IT!

TCP/IP
DECnet IV and V
Novell IPX
AppleTalk I and II
ISO CLNS (OSI)
SDLC Transport
Rampart VINES
Ungermann-Bass NetDnet
J-Coin J+D+Open
Kermit XMS
Apollo Domain
Kermit PLP
CHACNet
SNA
NETWARE
HDLC
PPP
X.25
DDN X.25
Frame Relay
SMDS 802.6
Multiprotocol Routing
Source Route Bridging
Translation Bridging
Encapsulation Bridging

1989-1995

- 1989: FDDI (100 Mb/s). Una LAN solo para ricos que nunca fue popular
- 1990: Conmutadores LAN Ethernet (Kalpana)
- 1991: World Wide Web (CERN).
- Se consolida TCP/IP como protocolo universal. Empieza el ocaso de DECNET, SNA, OSI, ... (bueno, OSI nunca llegó a brillar)
- AIX/370 (IBM). Aparece el UNIX en grandes sistemas
- 1995: Fast Ethernet (100 Mb/s). Esto dio la puntilla a FDDI, y de paso también a Token Ring

1995-2000

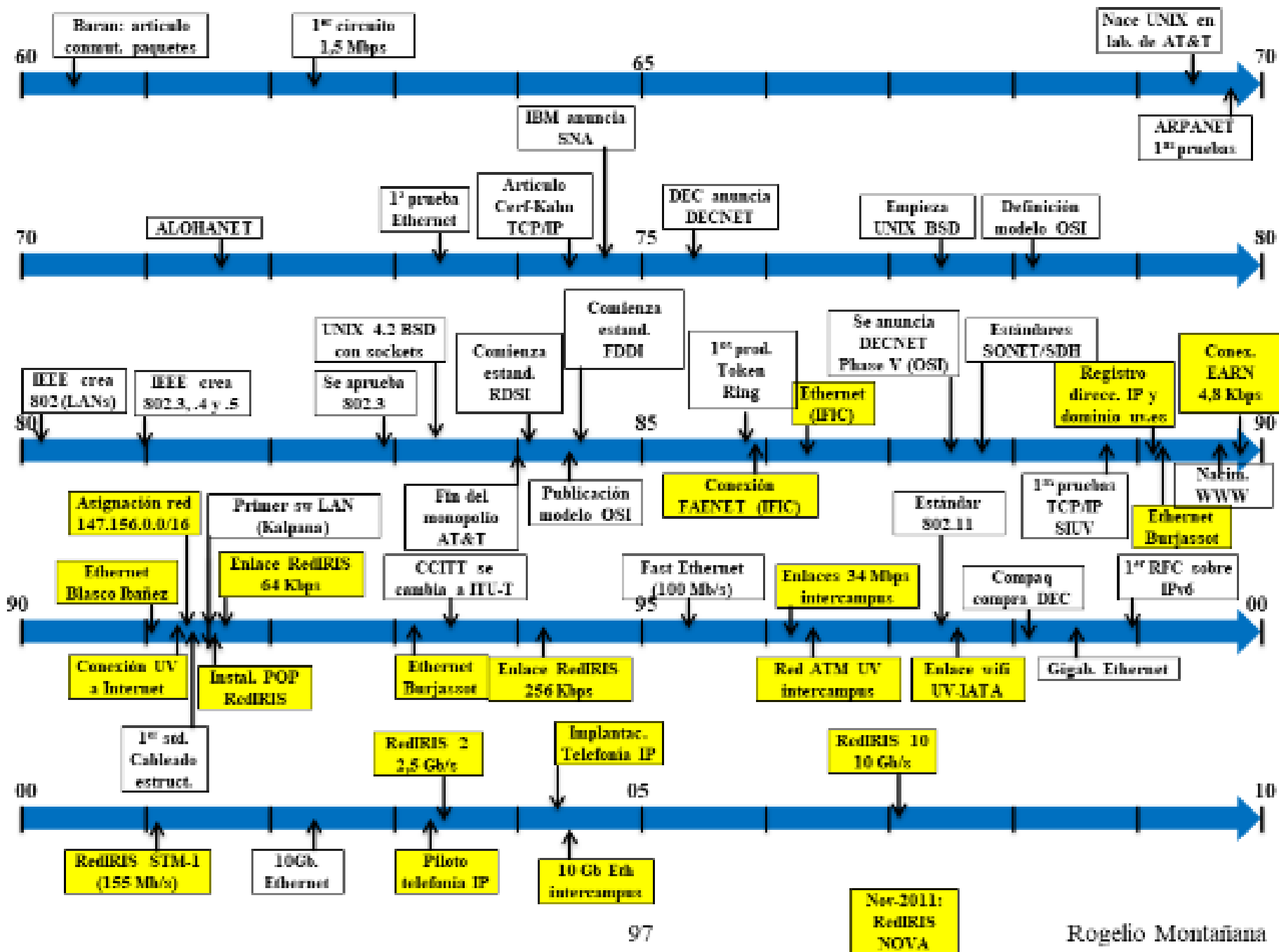
- c. 1995: Aparece ATM (la RDSI de banda ancha). Según los expertos era la red del futuro, apta para todo tipo de aplicaciones (datos, audio, video, etc.) tanto en LAN como en WAN. Velocidades de 155 y 622 Mb/s
- 1997: Ethernet full dúplex
- 1998: DEC es adquirida por Compaq
- 1998: Aparece Gigabit Ethernet. Se evapora la promesa de ATM en LAN. En el 2000 ya nadie se plantea montar una nueva LAN con ATM

‘En sus inicios las redes IP fueron guiadas por un conjunto reducido de individuos competentes [...]. Por el contrario, los estándares ATM están siendo definidos en el Fórum ATM por un gran número de empresas con intereses mutuamente incompatibles, no todas las cuales tienen experiencia en construir y operar redes ATM’.

S. Keshav: An Engineering Approach to Computer Networking, 1997

2000-2010

- Se desinfla la ‘burbuja ATM’
- TCP/IP se utiliza para datos, telefonía, vídeo, control, monitorización, vigilancia, etc.
- Ethernet, en sus diversas velocidades, se convierte en prácticamente la única opción LAN
- Los operadores empiezan a ofrecer servicios de fibra oscura y conectividad a nivel 2. Ethernet se convierte en una opción de peso también en la WAN
- Surgen las redes inalámbricas (LAN y WAN)



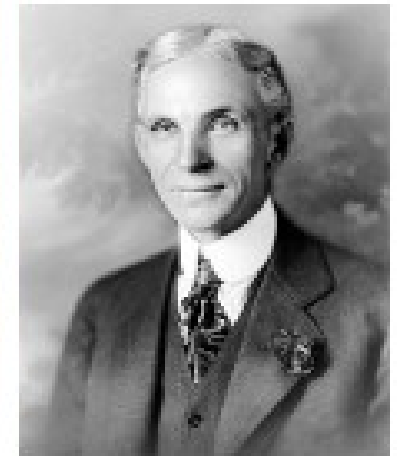
Sumario

- Introducción
- Definición de telemática, tipos de redes y enlaces, clasificación
- Modelo de capas: una analogía
- Arquitecturas de redes
- Estándares
- Una muy breve historia de la telemática
- **¿Qué es un buen diseño?**

El mejor diseño...

- No siempre es el que usa los mejores componentes, ni el más caro (ni el más barato), sino el que:
 - Una vez fijado el rendimiento/calidad requeridos, ofrece el precio más bajo, o el que
 - Dado un presupuesto limitado, consigue el máximo rendimiento/calidad posibles en el conjunto
- En un buen diseño todos los componentes deben ser equilibrados (en rendimiento y calidad).

Ford Modelo T. (1908-1927)
Hasta 1972 el coche mas vendido de la historia
En 1910: \$900
En 1925: \$260

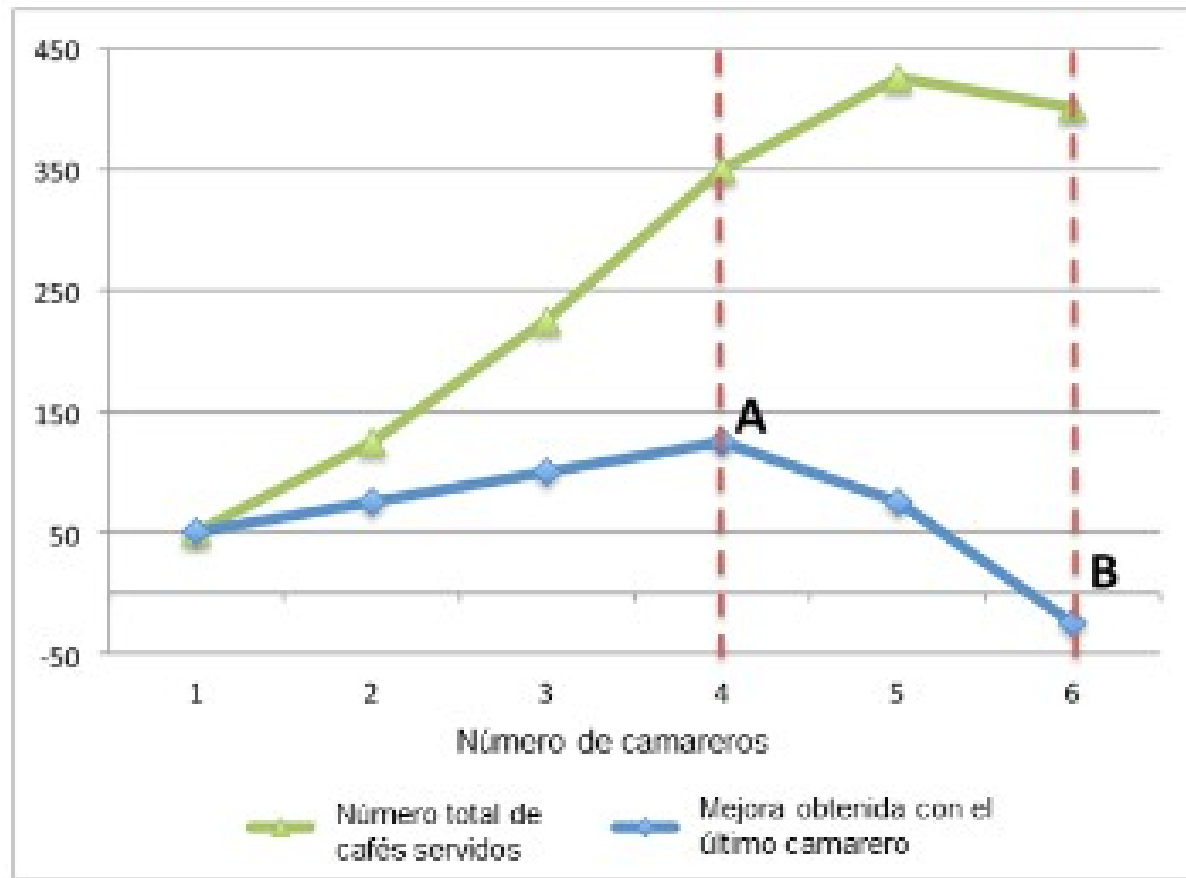


Henry Ford
(1863-1947)

¿Qué es un diseño equilibrado?

- Generalmente el caudal real en una comunicación viene limitado por un elemento concreto de la cadena (lo que llamamos el cuello de botella)
- Hay que identificar ese cuello de botella y actuar allí. Mejorar las prestaciones en otro sitio no aporta ninguna ventaja, y es un despilfarro
- También hay que tomar en cuenta los objetivos que se persiguen, la evolución tecnológica y la previsible variación de precios.
- A menudo el cuello de botella es el servidor.

La optimización también tiene sus límites (ley de los rendimientos menguantes)



Cafés servidos por hora en función del no. de camareros