

Presentación

Area de Ingeniería Telemática
<http://www.tlm.unavarra.es>

Arquitectura de Redes, Sistemas y Servicios
Grado en Ingeniería en Tecnologías de
Telecomunicación, 2º

Arquitectura de Redes, Sistemas y Servicios

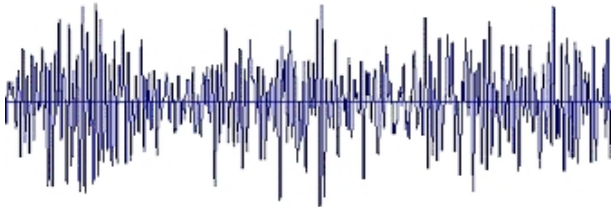
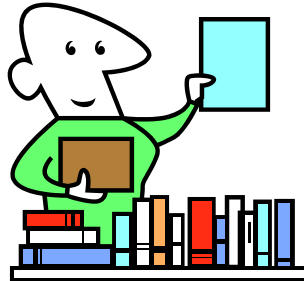
- Veremos hoy qué se esconde detrás de este nombre
- Hasta ahora (1º curso) asignaturas básicas
- Tendréis otras asignaturas sobre los Fundamentos de las comunicaciones
- Esta asignatura es sobre...

REDES

- Internet
- Redes privadas de datos
- Red telefónica
- Tecnologías (Ethernet, WiFi, DSL, ATM, SDH, MPLS, etc)
- Conceptos fundamentales sobre redes
- en seguida detallamos más, pero primero una introducción...

La sociedad de la información

- Ingenieros de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
- La información es un bien con el que se comercia
- La información puede ser analógica o digital
- La información analógica se puede *digitalizar* (...)

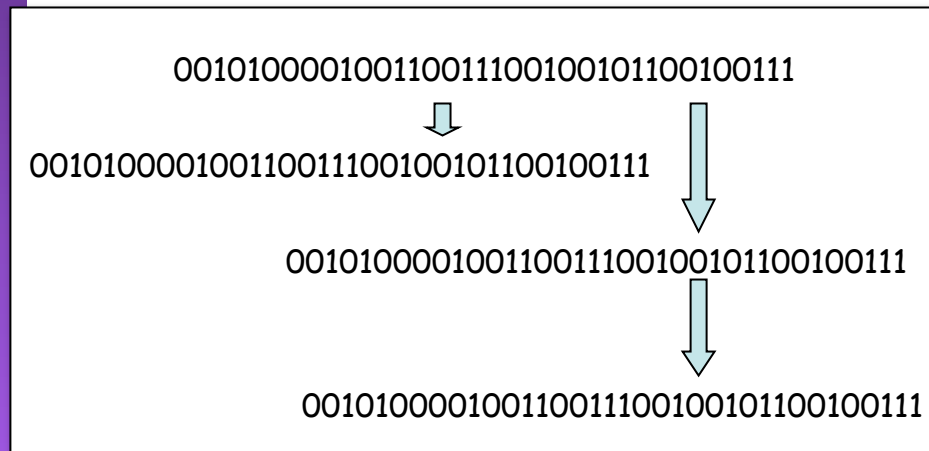


101111111000101000010011001
bits

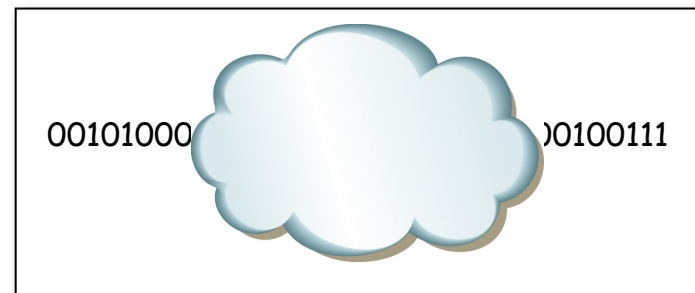


Información digital

- La pueden manejar con sencillez los ordenadores
- Se pueden hacer copias perfectas

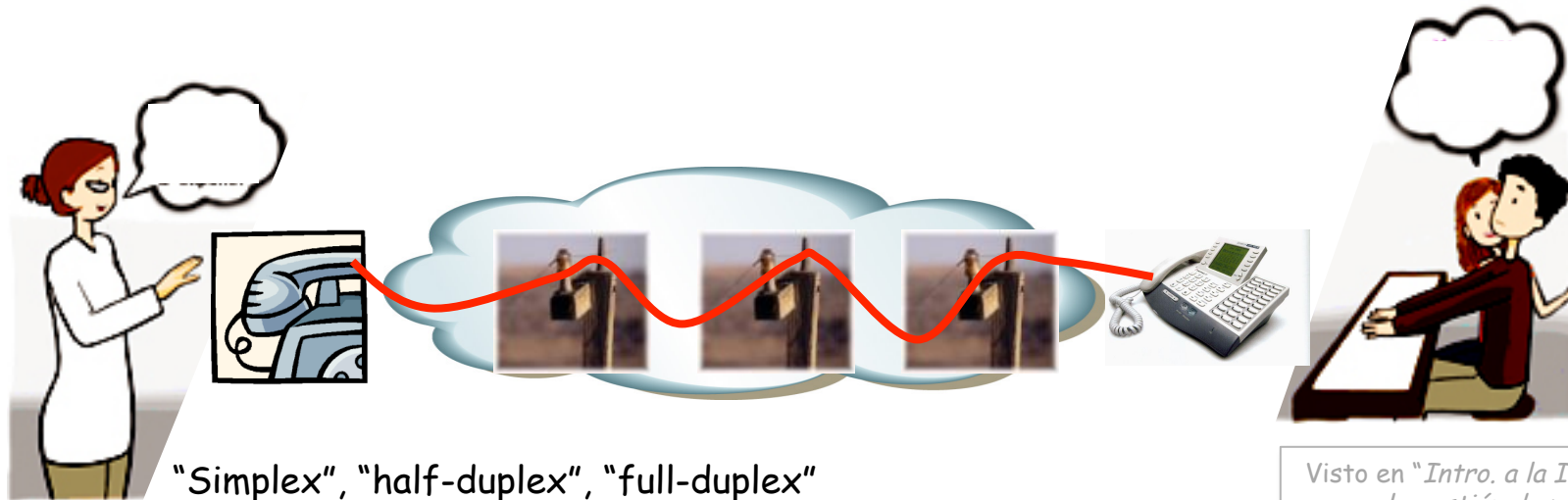


- Se puede transportar por una red como Internet sin pérdidas

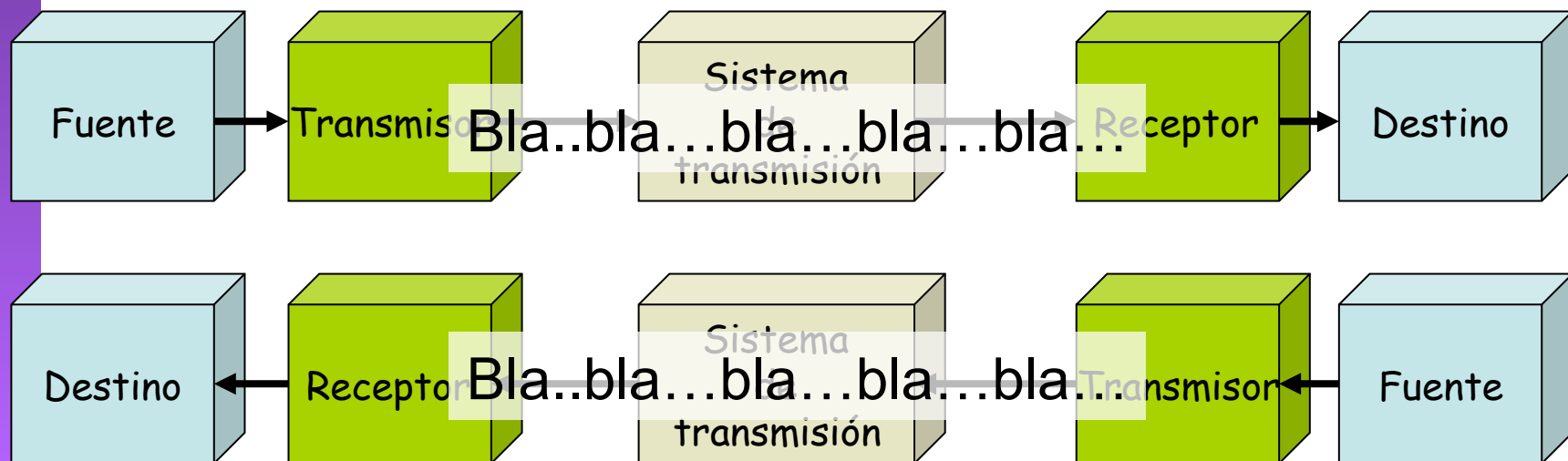


Sistema de comunicación

Objetivo: Intercambiar información (analógica o digital)

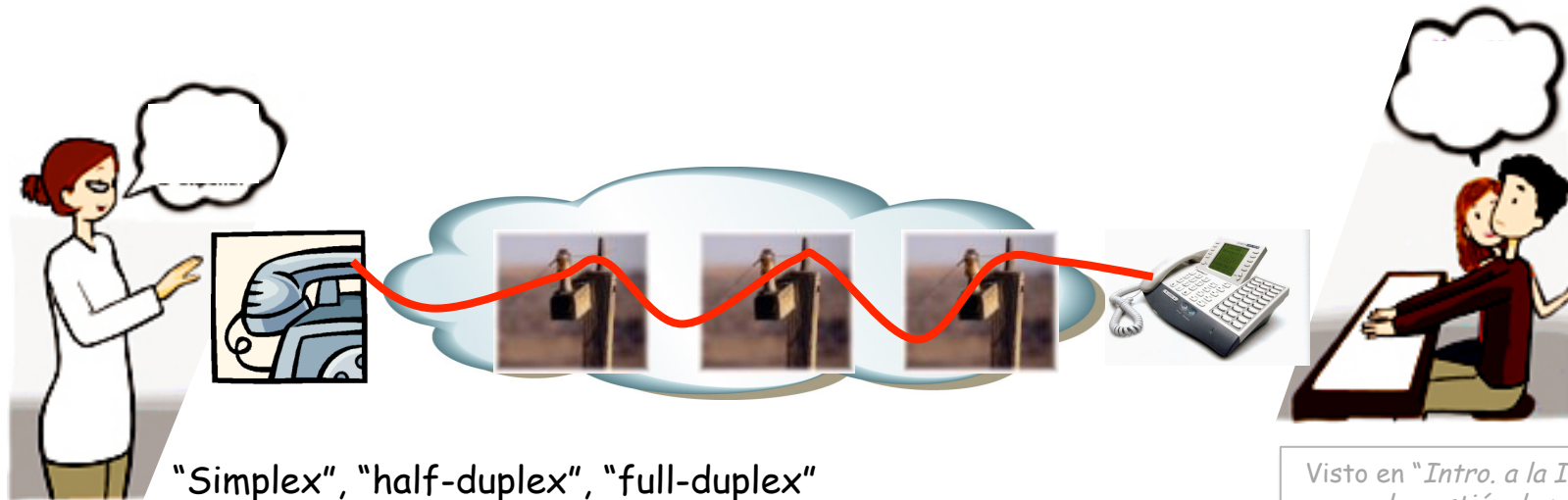


Visto en "Intro. a la Ingeniería
y a la gestión de proyectos"

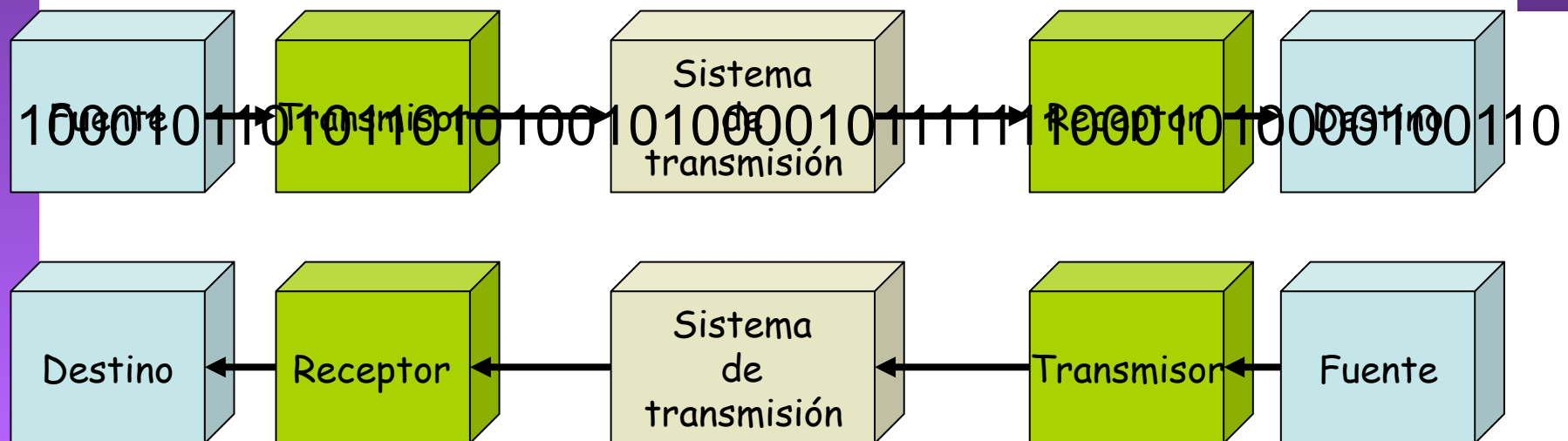


Sistema de comunicación

Objetivo: Intercambiar información (analógica o digital)

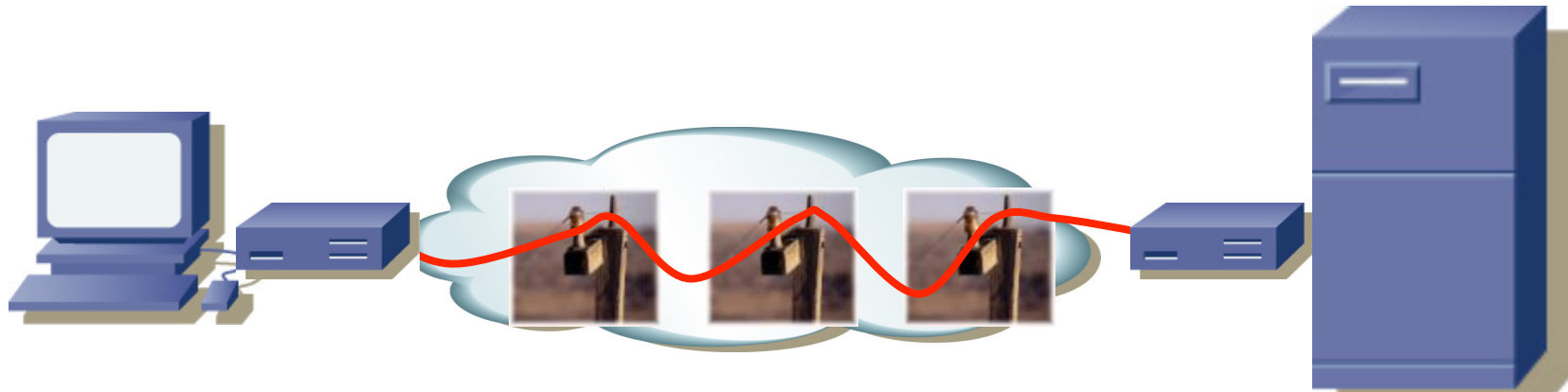


Visto en "Intro. a la Ingeniería
y a la gestión de proyectos"

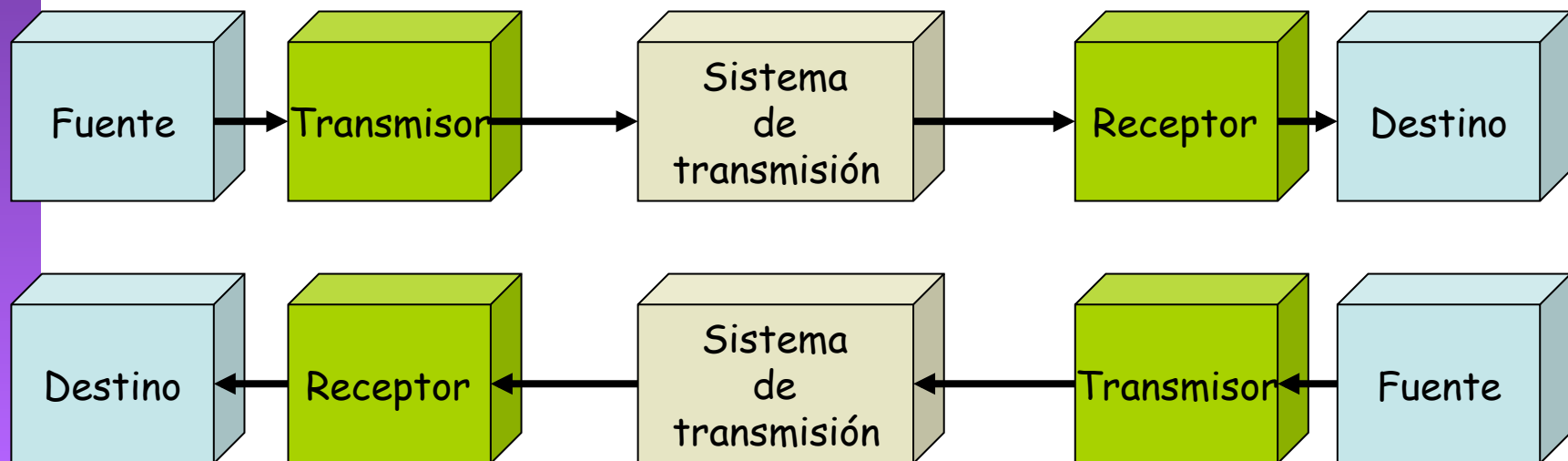


Sistema de comunicación

Objetivo: Intercambiar información (analógica o digital)



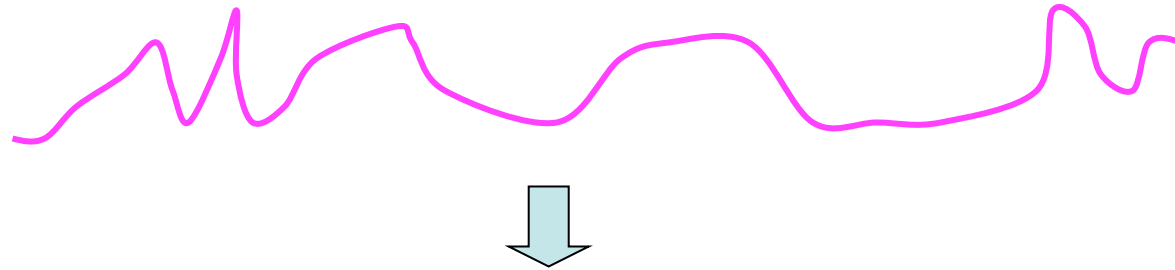
Visto en "Intro. a la Ingeniería
y a la gestión de proyectos"



Digitalización

Visto en "Intro. a la Ingeniería
y a la gestión de proyectos"

- Voz, imágenes...



001010000100110011100100101100100111000111000001001010101010010101010

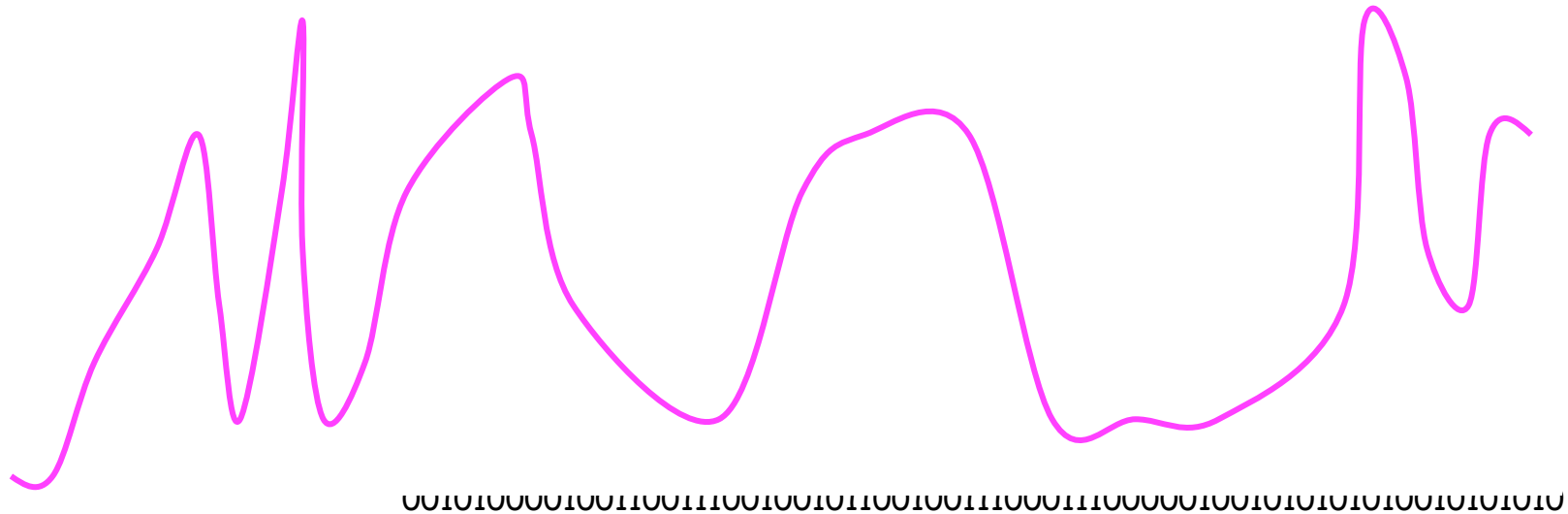


```
10011101010010101000001001010  
000100110011100100101100100111  
00011100000100101010101001010  
1010000111110110111111000001001  
000010100010100110101111111100  
00010000000000000000000001111  
000000000001111111111000101010  
01010000010000010111100101010  
111110110010110110011000000010  
10111
```

Digitalización

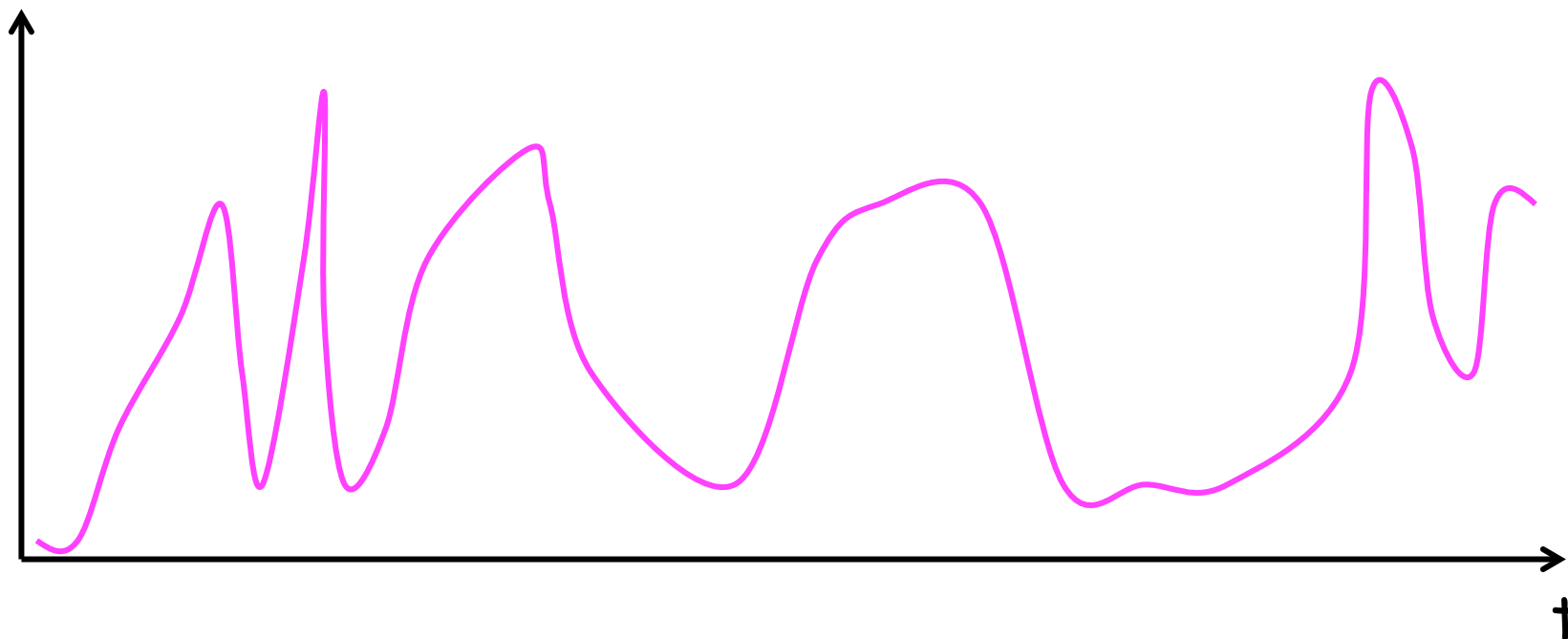
Visto en "Intro. a la Ingeniería
y a la gestión de proyectos"

- Voz, imágenes...



```
10011101010010101000001001010  
000100110011100100101100100111  
00011100000100101010101001010  
1010000111110110111111000001001  
000010100010100110101111111100  
00010000000000000000000001111  
000000000001111111111000101010  
01010000010000010111100101010  
111110110010110110011000000010  
10111
```

Visto en "Intro. a la Ingeniería
y a la gestión de proyectos"

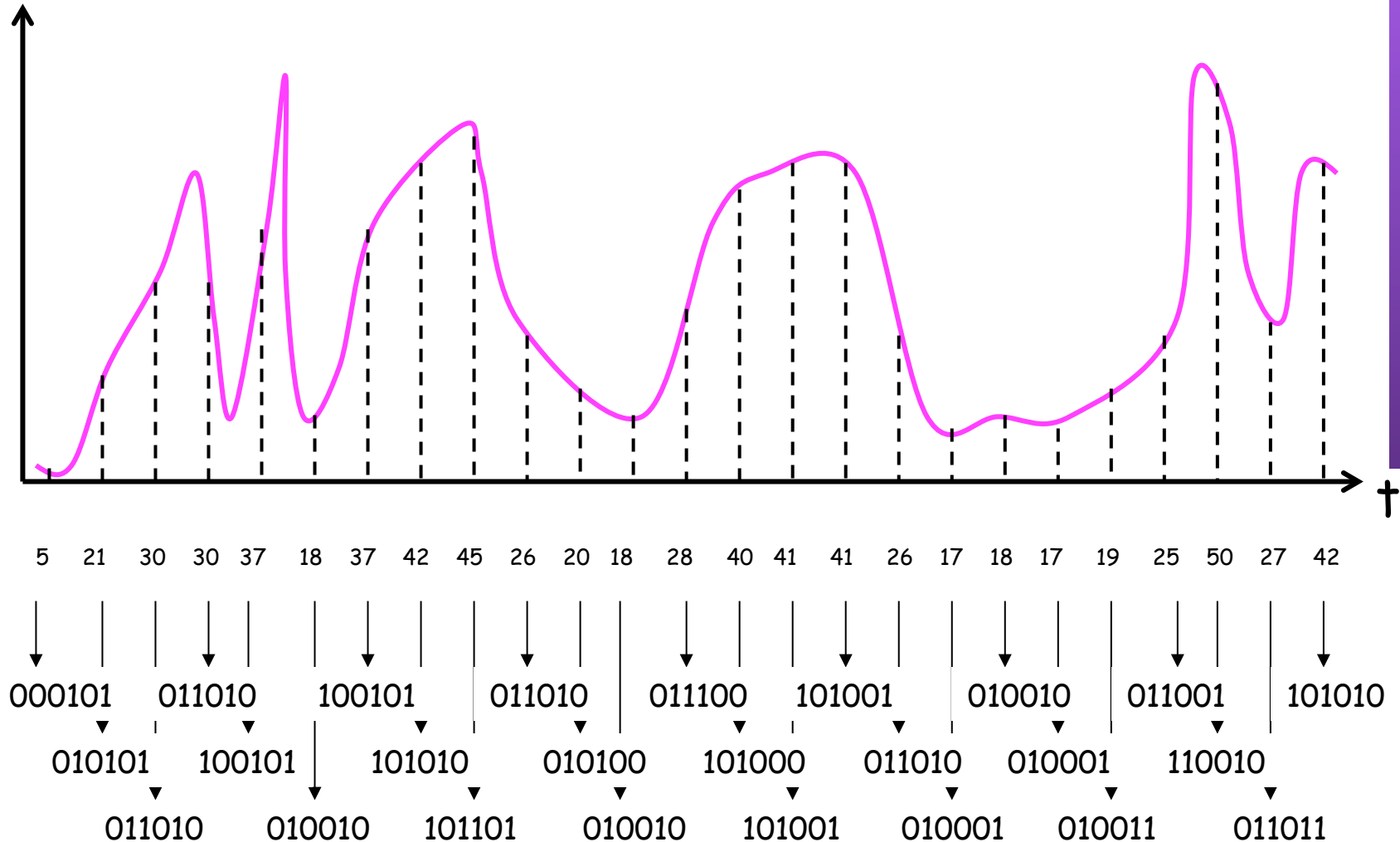


Digitalización

Visto en "Intro. a la Ingeniería
y a la gestión de proyectos"

- Muestreo y cuantificación

ARQUITECTURA DE REDES,
SISTEMAS Y SERVICIOS
Área de Ingeniería Telemática

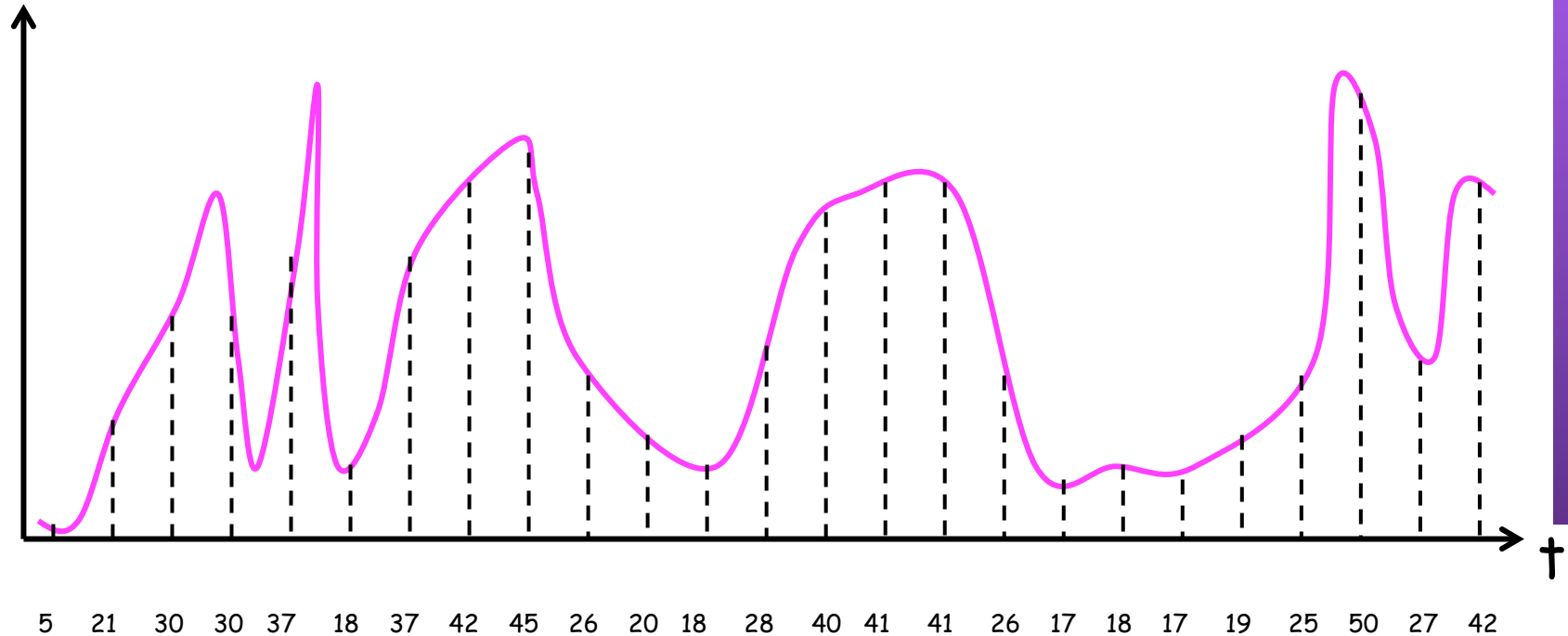


Digitalización

Visto en "Intro. a la Ingeniería
y a la gestión de proyectos"

- Muestreo y cuantificación

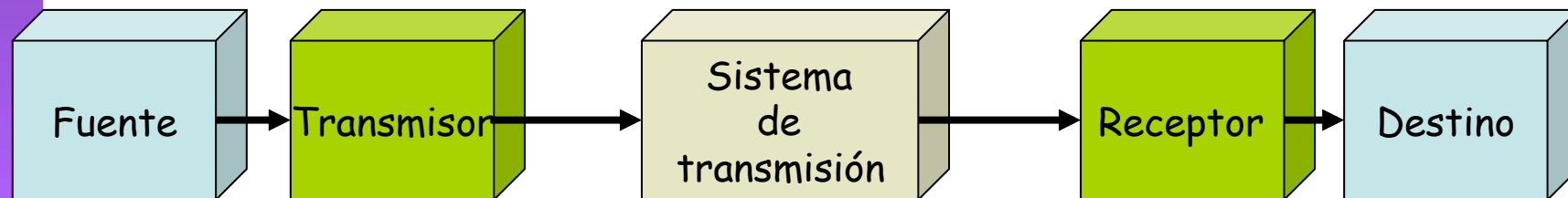
ARQUITECTURA DE REDES,
SISTEMAS Y SERVICIOS
Área de Ingeniería Telemática



```
000101010101011010011010100101010010100101101010101101011010010100010010011...
100101000101001101001011010010001010010010001010011011001110010011011101010
```

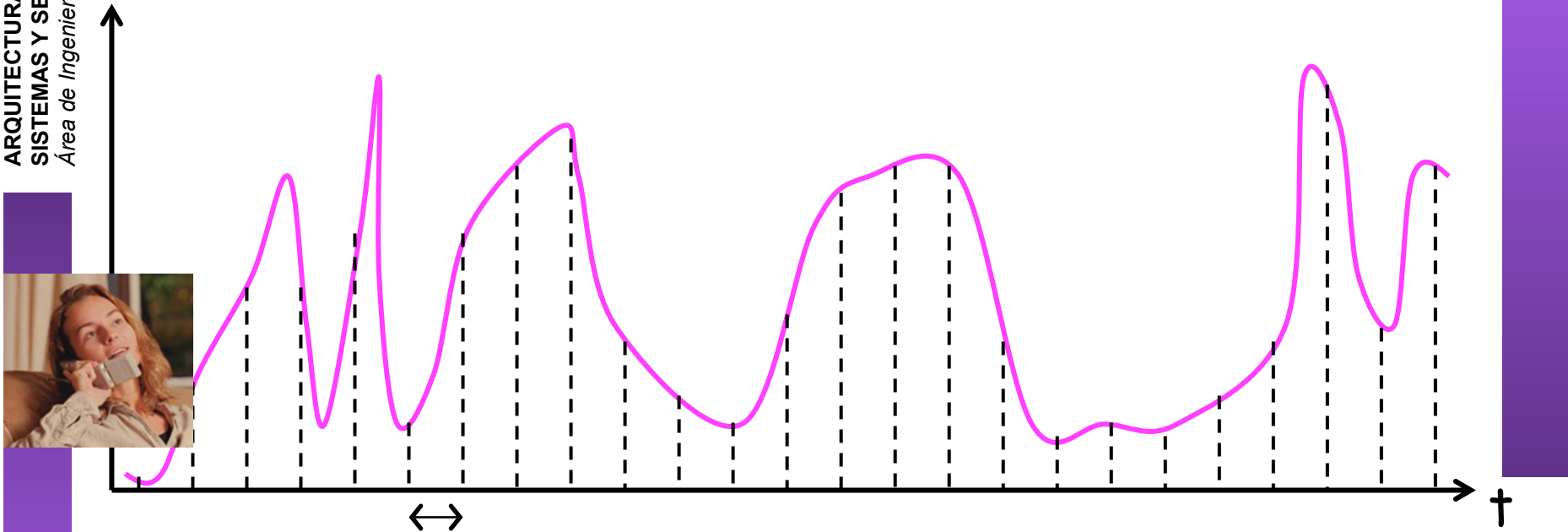
¿ A qué velocidad transmitir ?

- La velocidad a la que se genera la información es una característica de la fuente
- El sistema de transmisión debería ser capaz de transportar la información luego requiere al menos esa velocidad (¿verdad?)
- La velocidad también es una característica del canal
- Hablaremos de “bits por segundo (bps)” y sus múltiplos en sistema internacional (1 Kbps = 1.000 bps, 1Mbps = 1.000.000 bps, etc.)
- Hablar de “Bytes por segundo” no es tan habitual pero si se hace recordad que 1 Byte (octeto) = 8 bits
- Normalmente si se dice “KiloBytes por segundo” se entiende KiloBytes de $2^{10}=1.024$ Bytes (que no 1.000 Bytes)



¿ A qué velocidad transmitir ?

Ejemplo I: Telefonía



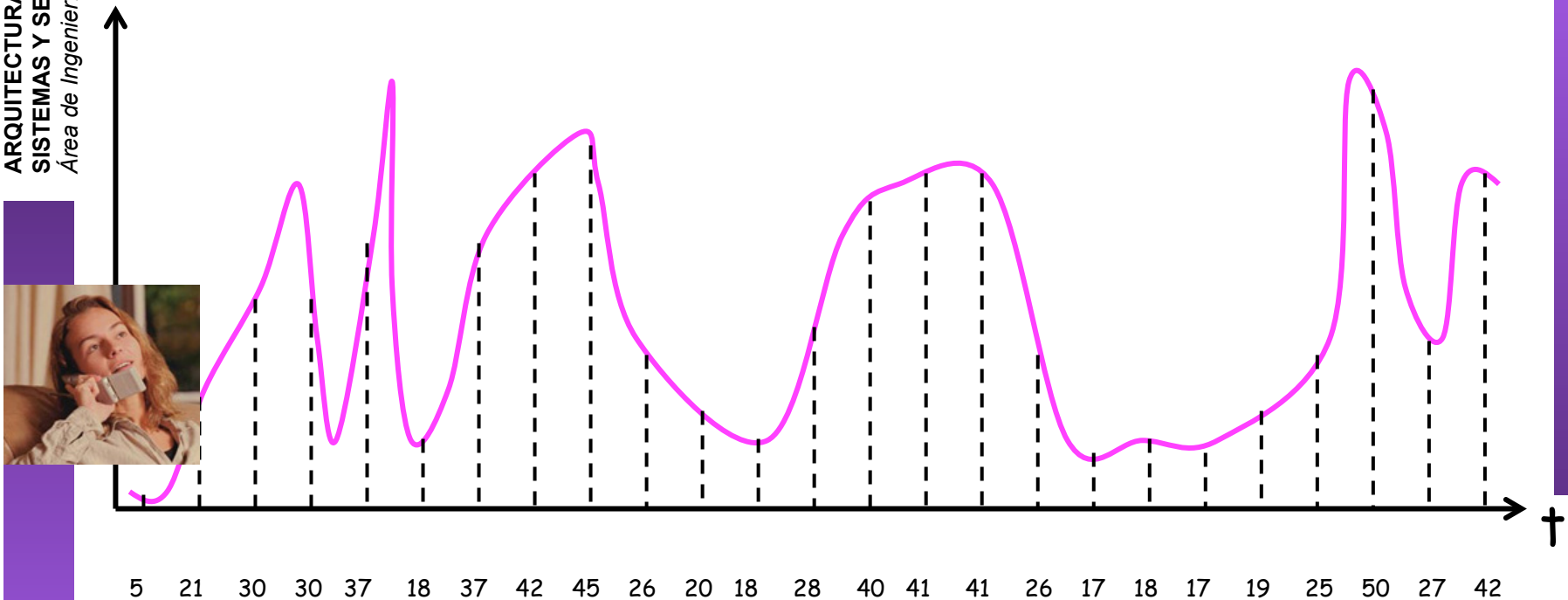
Periodo de muestreo (T_s)

Frecuencia de muestreo $f_s = 1/T_s$

Ejemplo: En telefonía $f_s = 8 \text{ KHz} = 8.000 \text{ muestras/seg}$ ($T_s = 125 \mu\text{seg}$)

¿ A qué velocidad transmitir ?

Ejemplo I: Telefonía ($f_s=8\text{KHz}$)

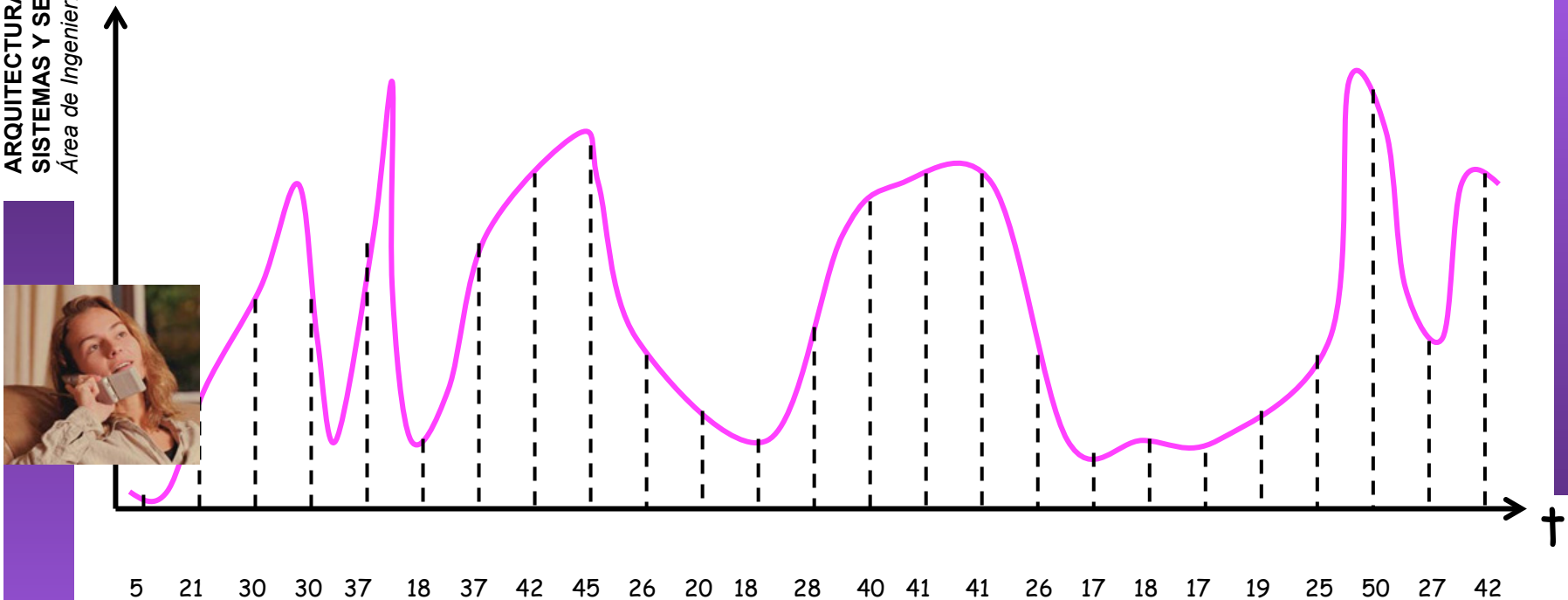


00000101

- Cada muestra tiene un tamaño en bits (fijo o variable)
- En telefonía muestras de 8 bits

¿ A qué velocidad transmitir ?

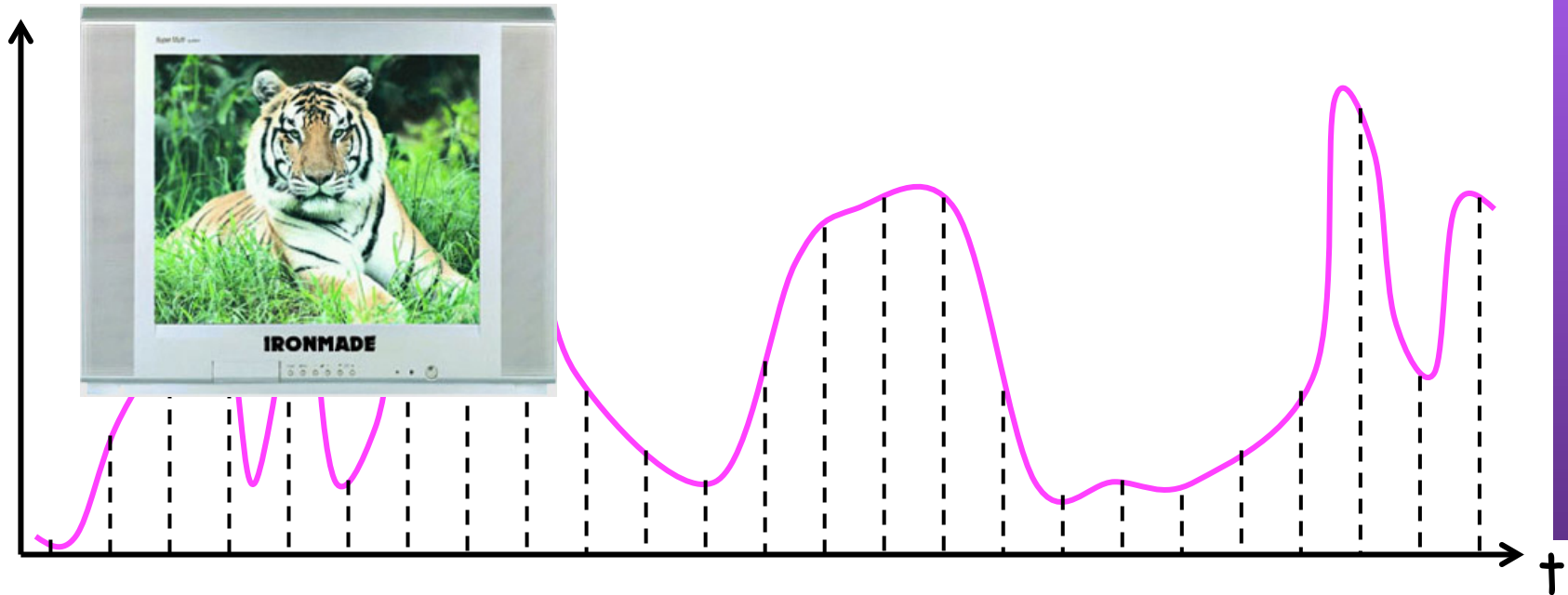
Ejemplo I: Telefonía ($f_s=8\text{KHz}$, 8bits/muestra)



$$8.000 \text{ muestras/seg} \times 8 \text{ bits/muestra} = 64.000 \text{ bits/seg} = 64\text{Kbps}$$

¿ A qué velocidad transmitir ?

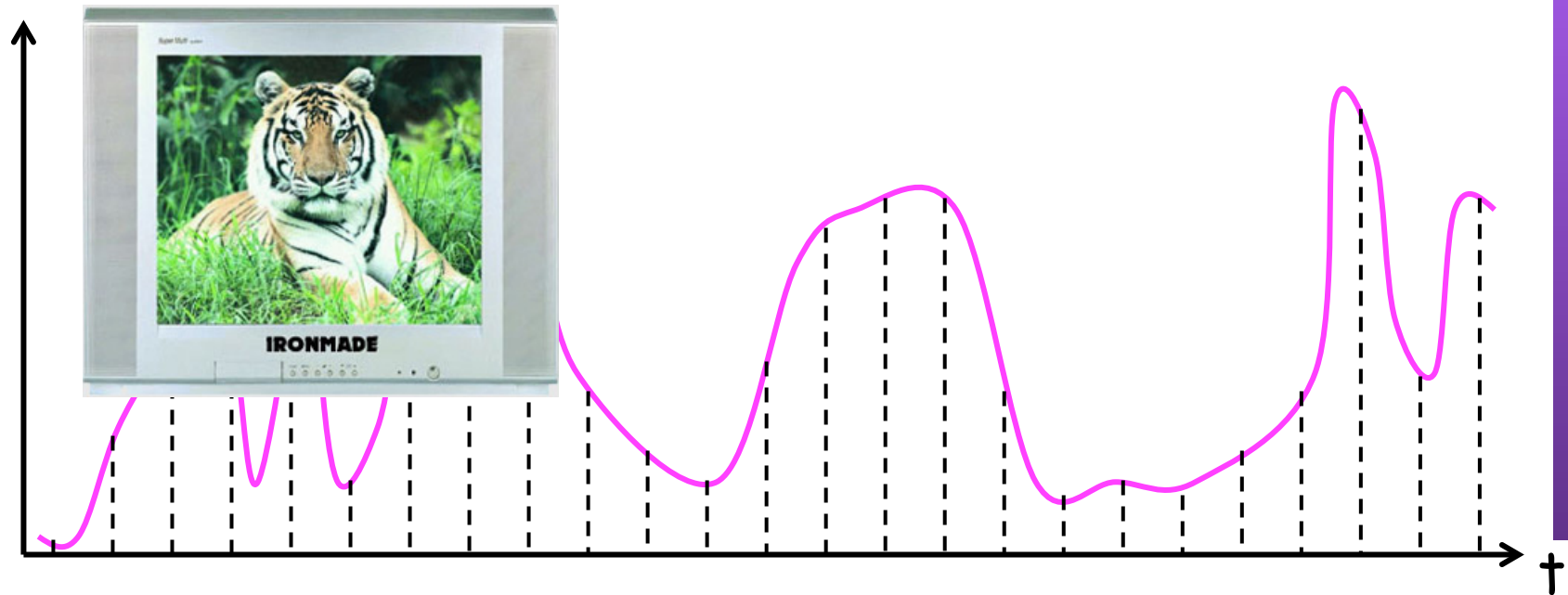
Ejemplo II: Televisión



$720 \times 576 \text{ pixeles (muestras)/imagen} \times 25 \text{ imágenes/seg} \times 24 \text{ bits/pixel} \approx 248 \text{ Mbps}$

¿ A qué velocidad transmitir ?

Ejemplo II: Televisión



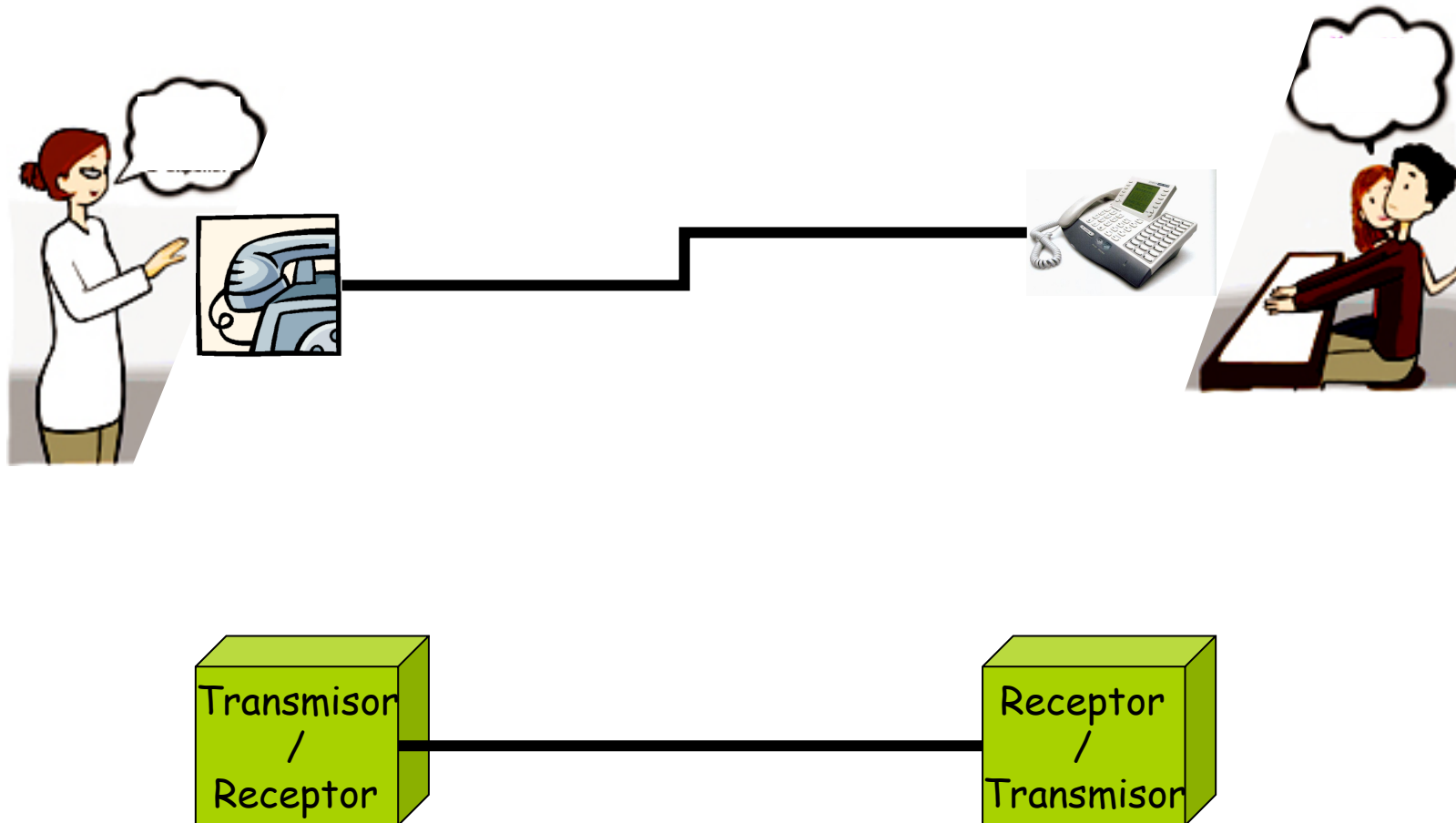
$720 \times 576 \text{ pixeles (muestras)/imagen} \times 25 \text{ imágenes/seg} \times 24 \text{ bits/pixel} \approx 248 \text{ Mbps}$

Compresión

$\approx 8 \text{ Mbps}$

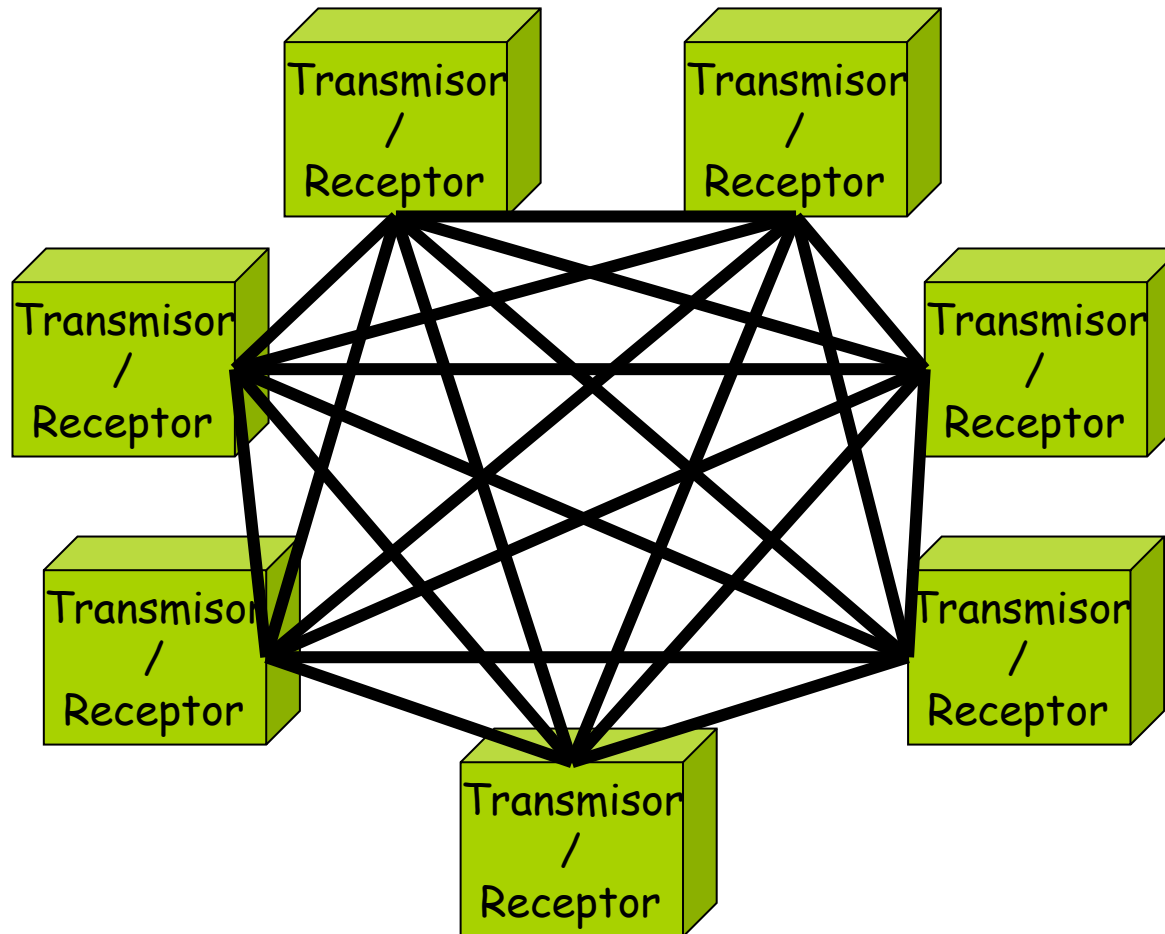
El sistema de transmisión

- Podría ser mínimo:



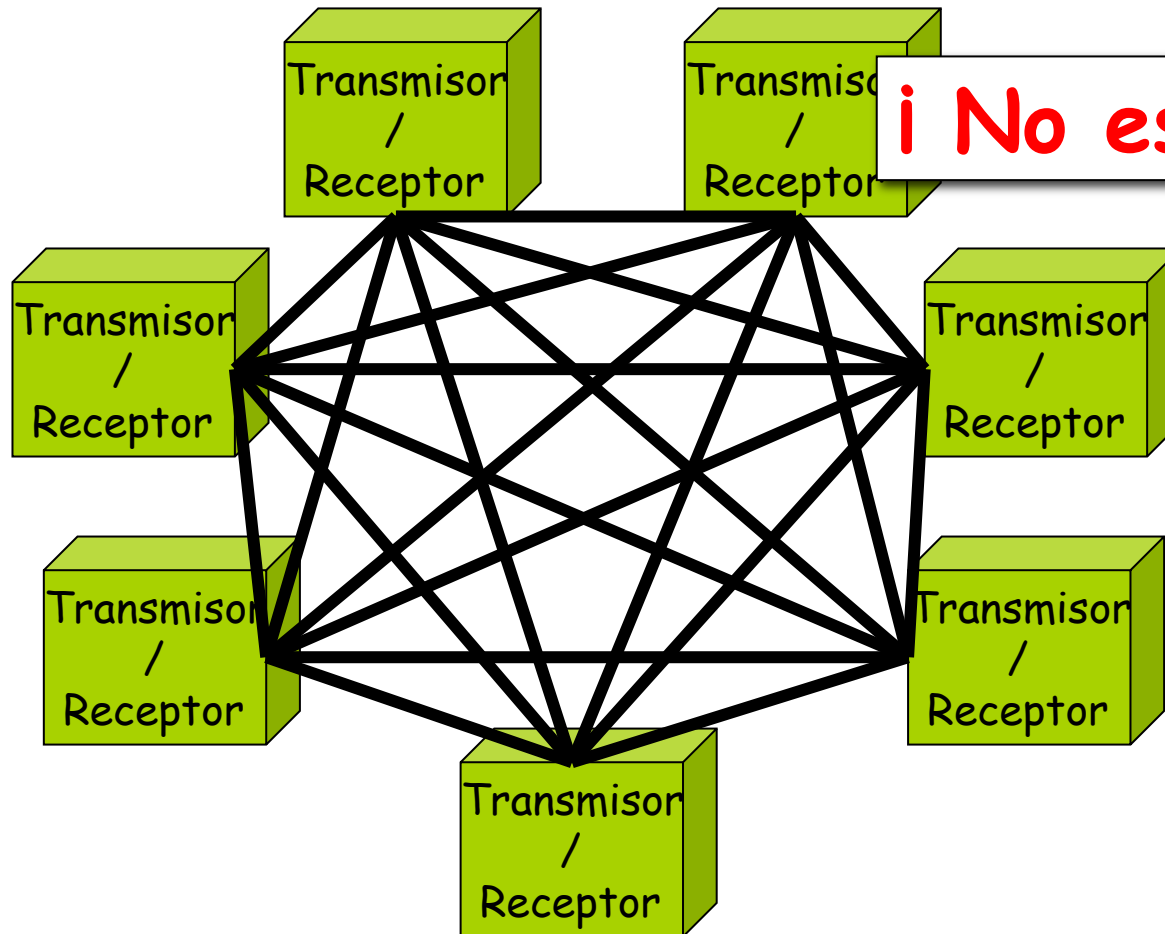
El sistema de transmisión

- ¿Y si hay muchos posibles transmisores y receptores?
- Quiero que cualquier pareja pueda intercomunicarse



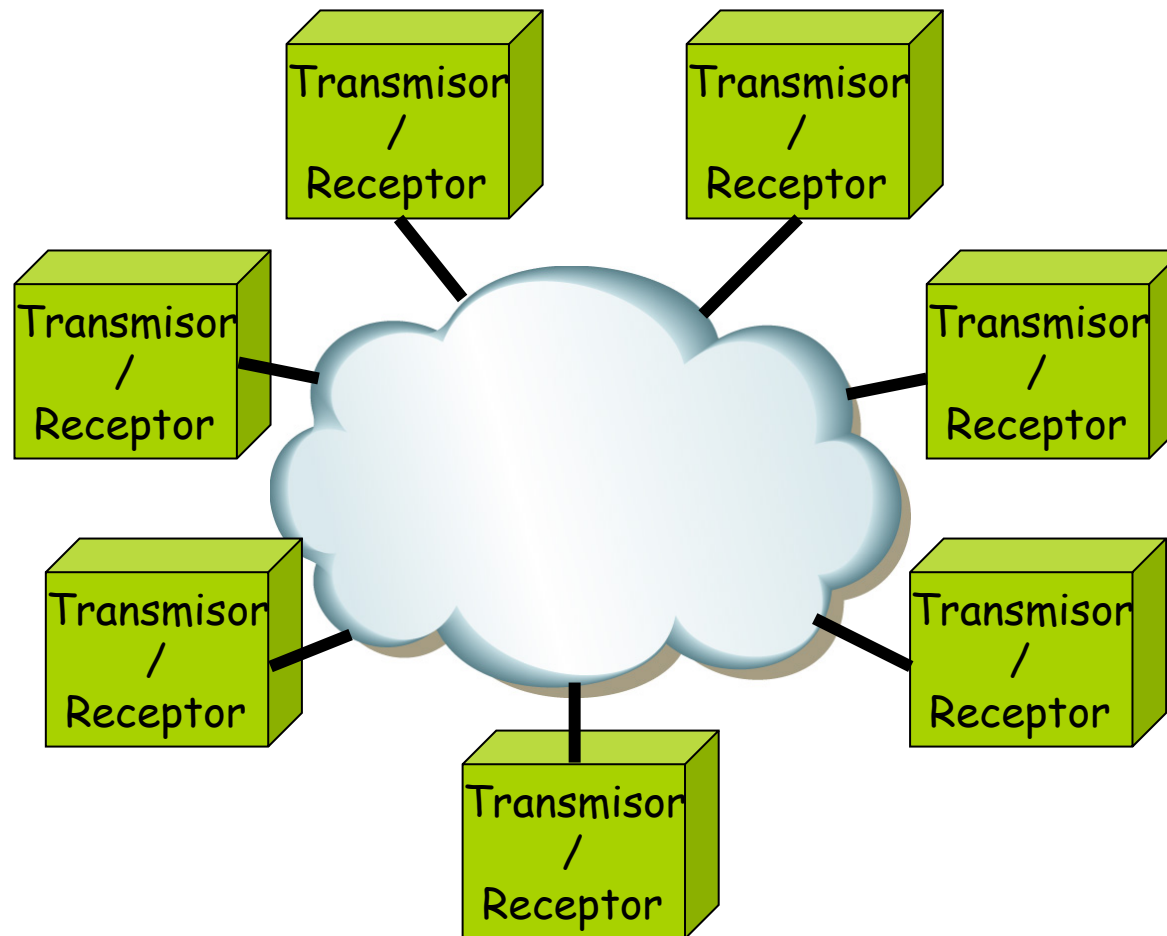
El sistema de transmisión

- Estructura de comunicación *completamente mallada*
- N nodos $\rightarrow (N \times (N-1))/2$ interconexiones bidireccionales
- 19 millones de usuarios $\rightarrow$ 171 millones de conexiones



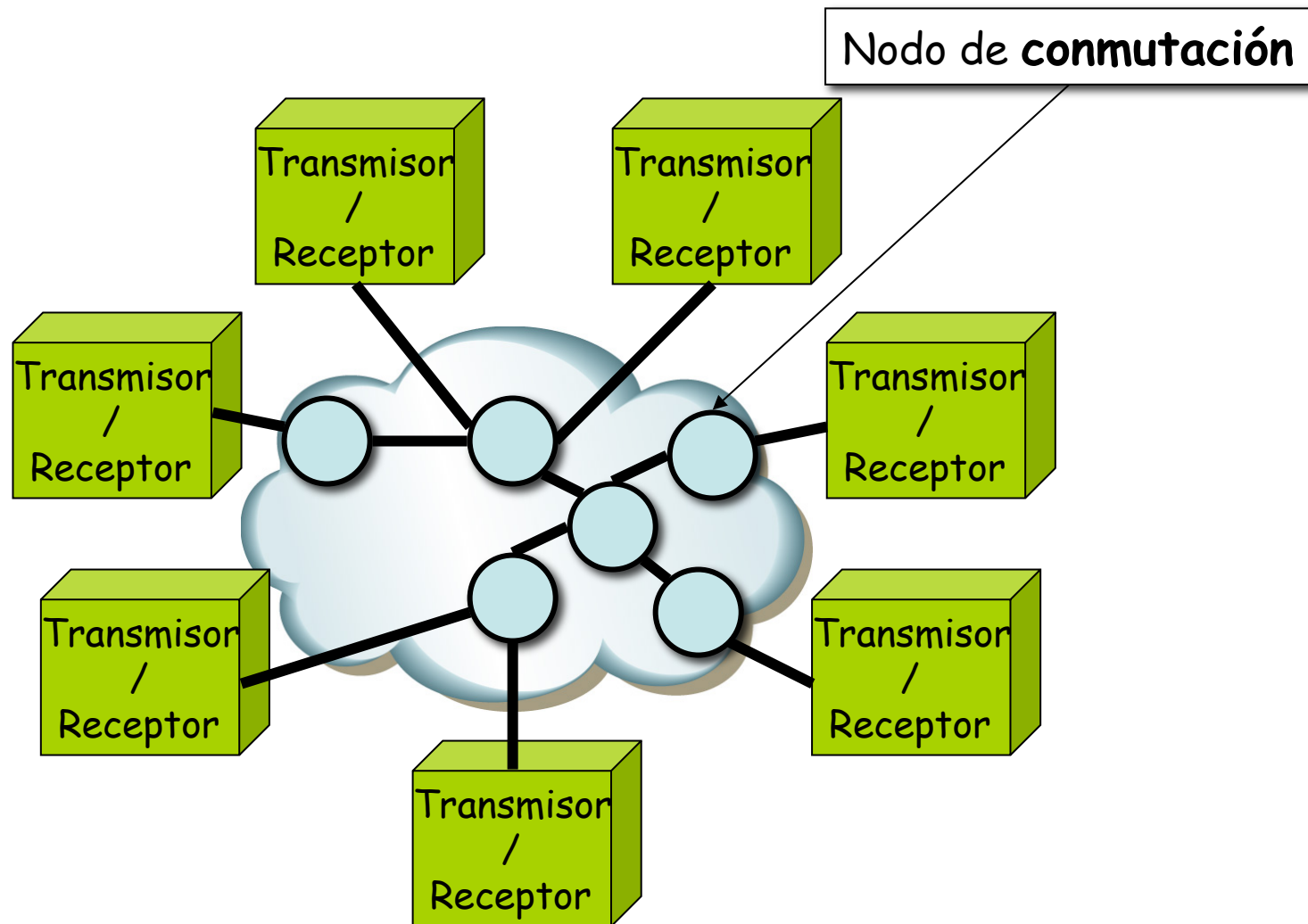
El sistema de transmisión

- Alternativa: **Red** de comunicaciones (...)

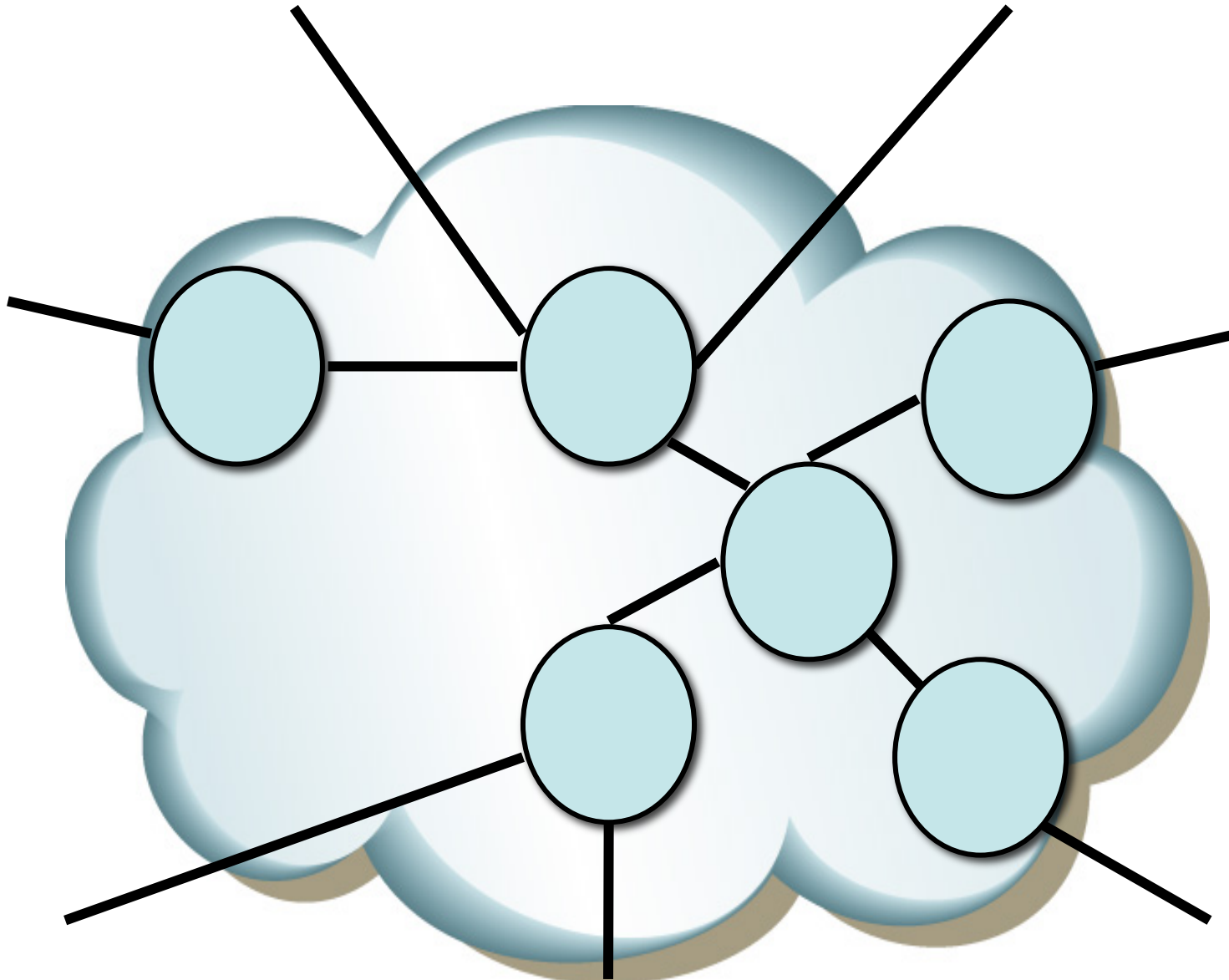


El sistema de transmisión

- Alternativa: **Red** de comunicaciones (...)

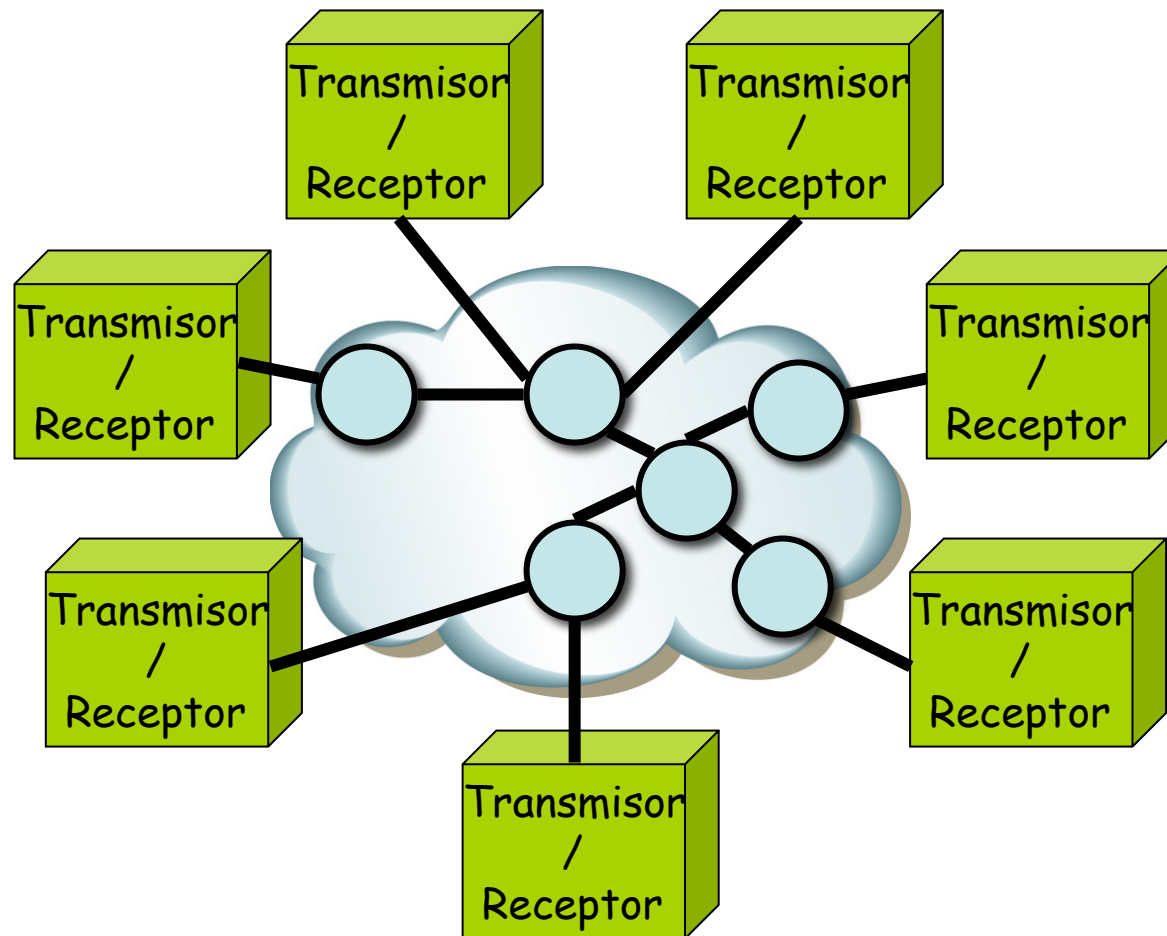


Arquitectura de **Redes** Sistemas y Servicios



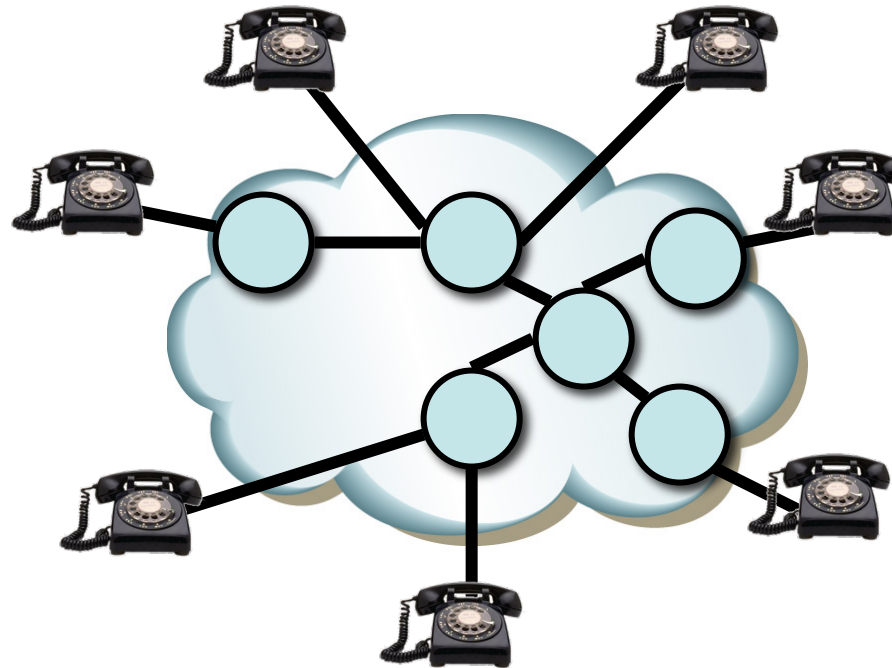
Las redes de comunicaciones

Ejemplo



Ejemplo

- Los extremos podrían ser teléfonos



Ejemplo

- Los nodos conmutadores telefónicos



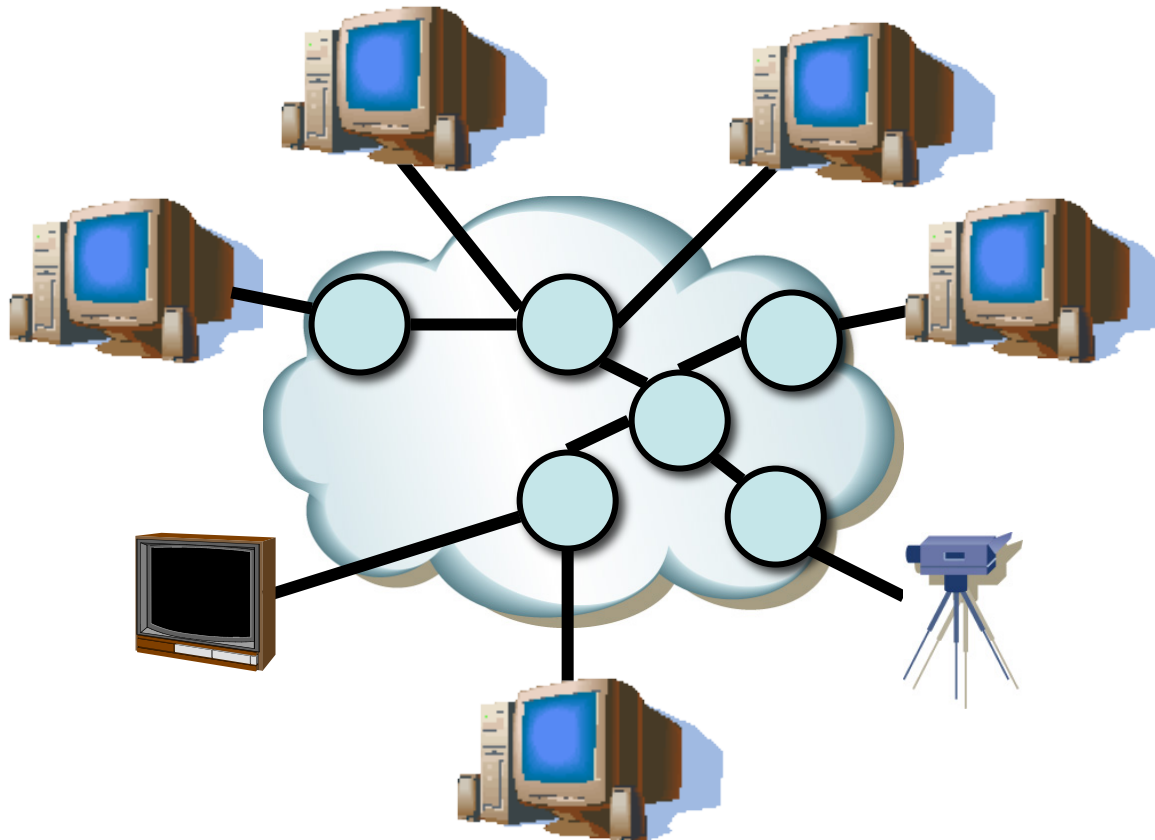
Ejemplo: PSTN

- La red podría ser la red telefónica convencional
- PSTN = *Public Switched Telephone Network*
- Servicio POTS = *Plain Old Telephony Service*
- Además...



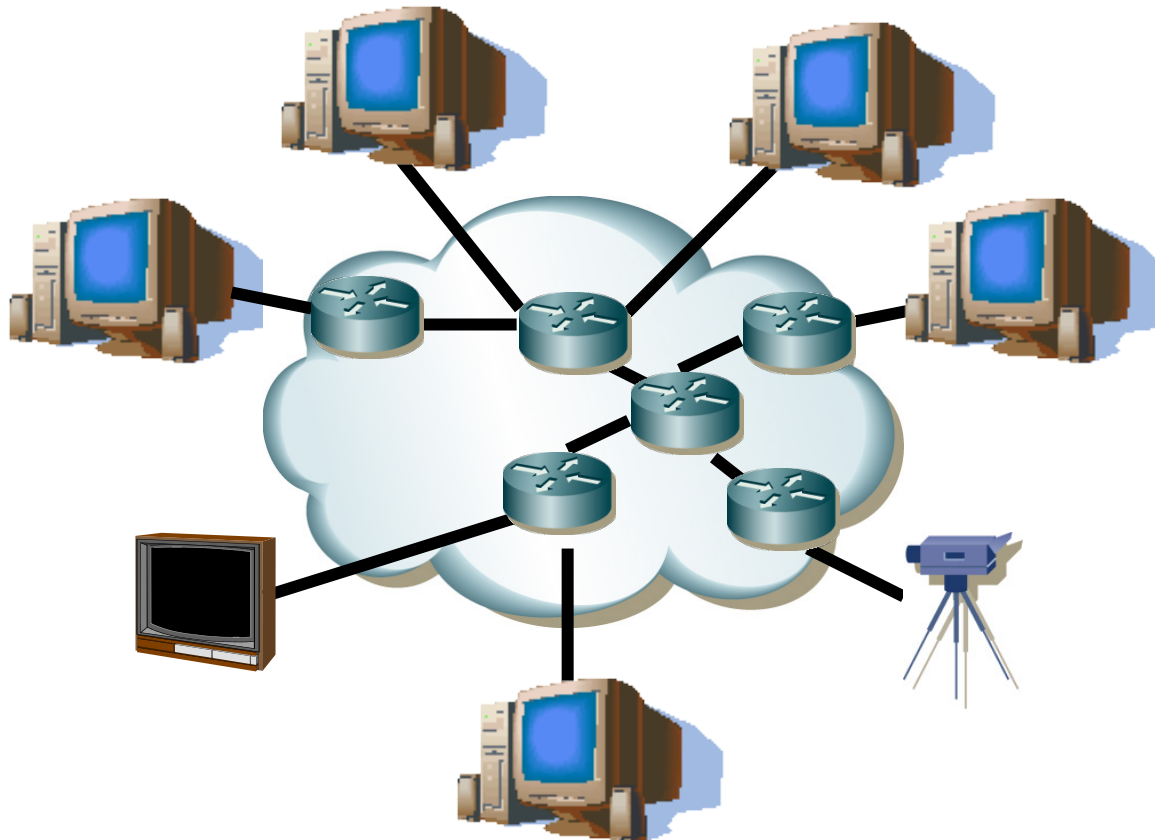
Ejemplo

- Con información digital no hay diferencia fundamental entre voz, vídeo y datos
- Los extremos podrían ser computadoras
- La información dividirse en bloques independientes (paquetes)



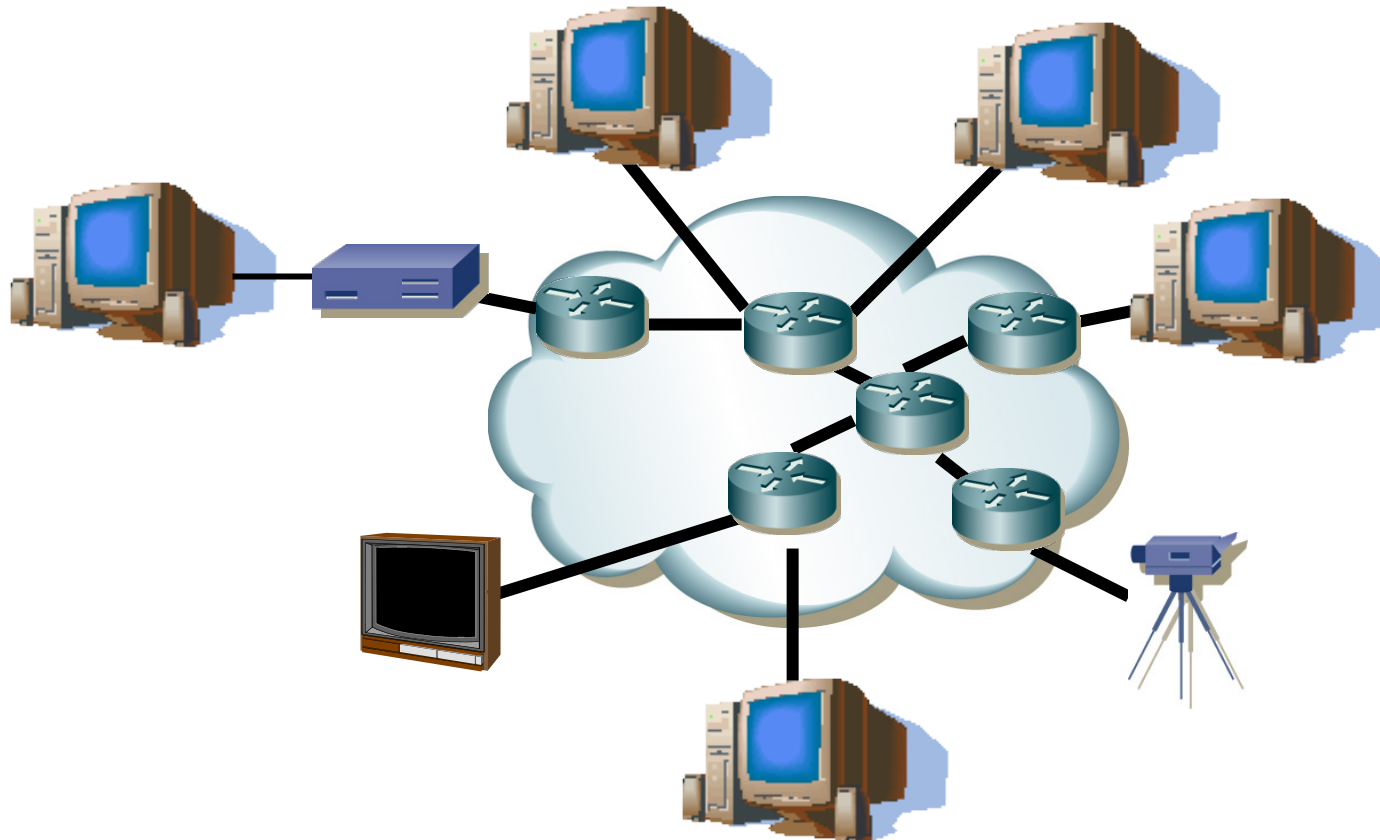
Ejemplo

- Los nodos *Routers IP*
- Son equipos de computación específicos para comunicación de datos



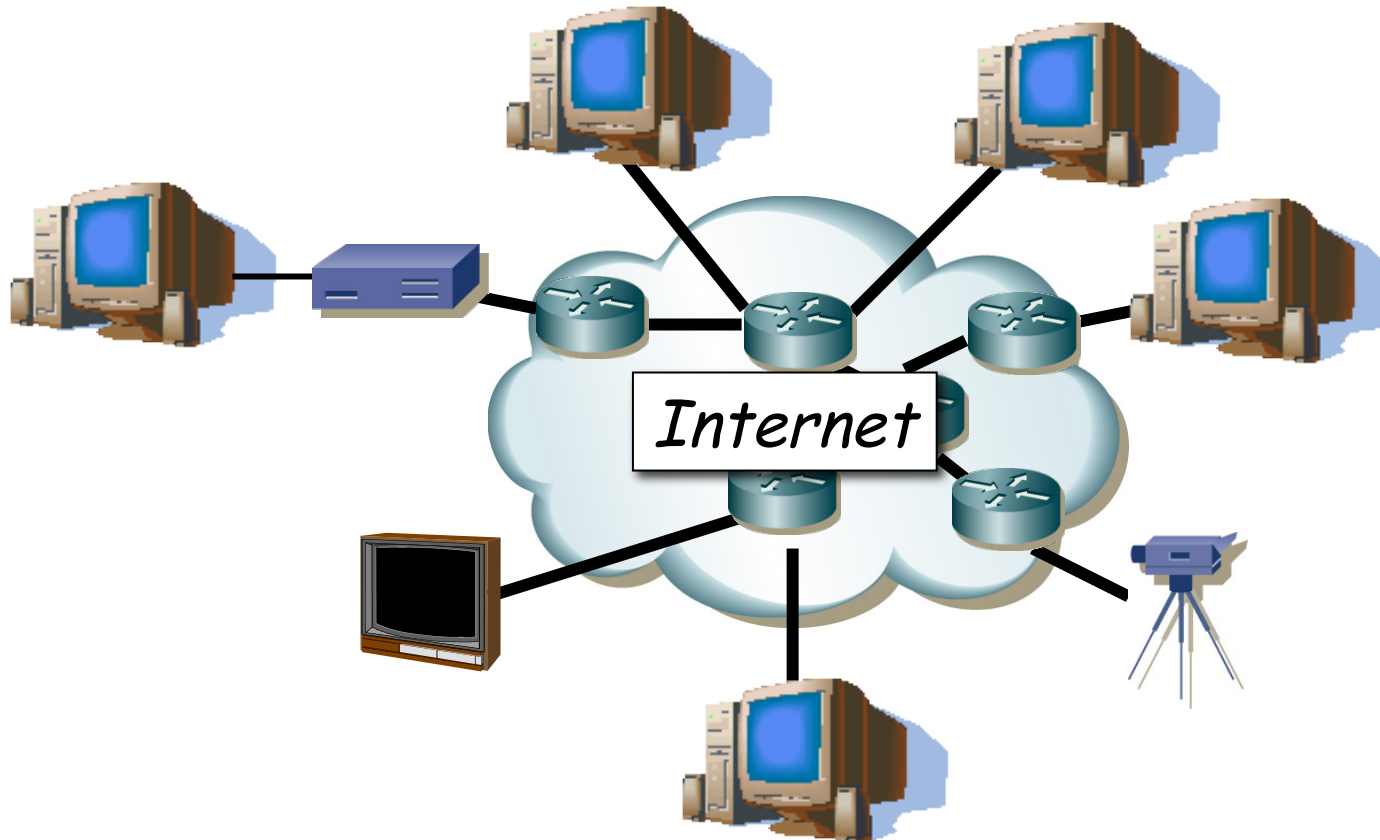
Ejemplo

- Un usuario podría ser uno de vosotros empleando por ejemplo un *modem ADSL* para transmitir datos al primer conmutador



Ejemplo

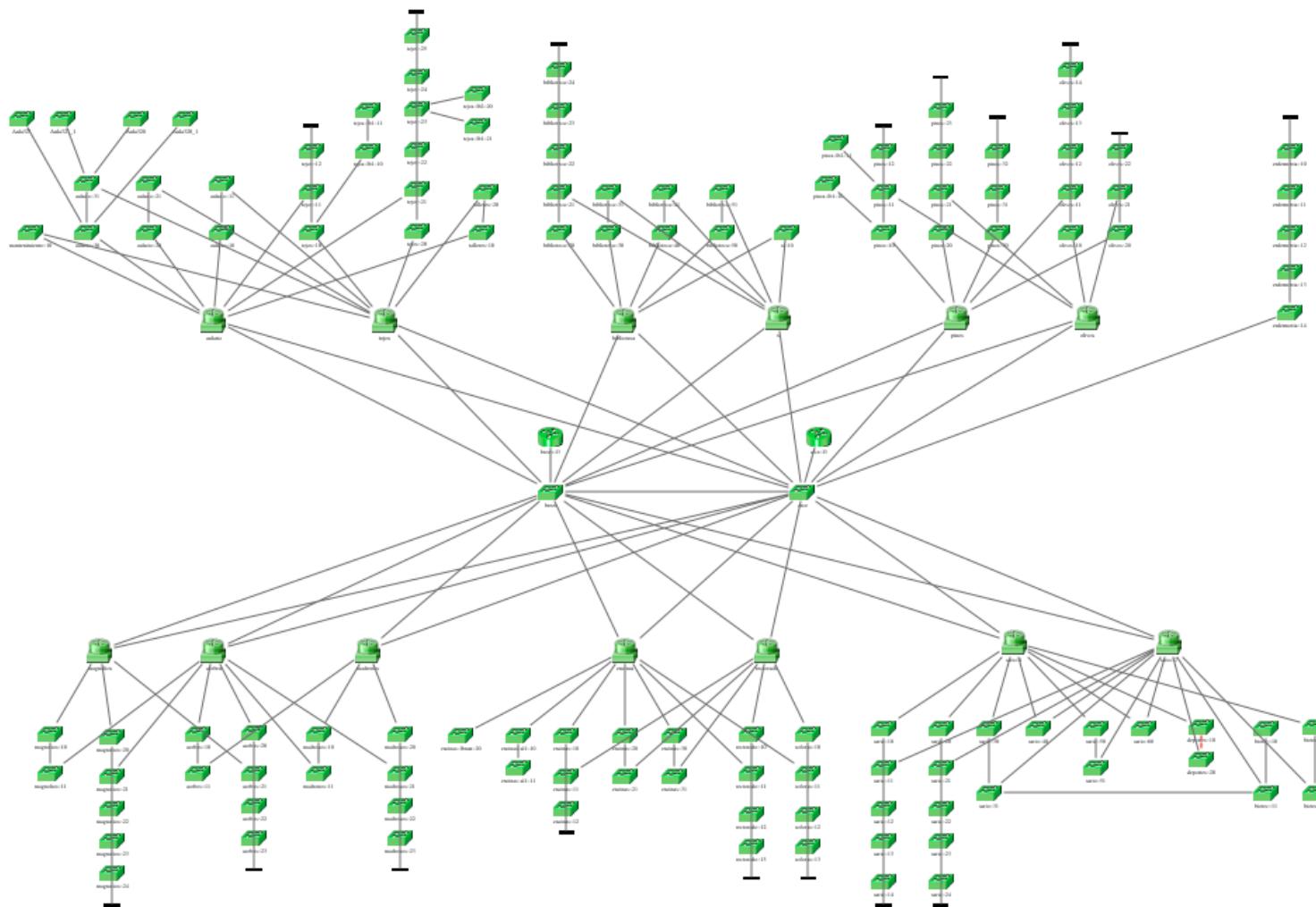
- La red puede ser la *Internet*
- Veremos en esta asignatura los conceptos básicos de las tecnologías en que se basa Internet
- Protocolos de Internet en el segundo semestre (“Redes de Ordenadores”)
- Veremos que no es simplemente una red sino una *red de redes*



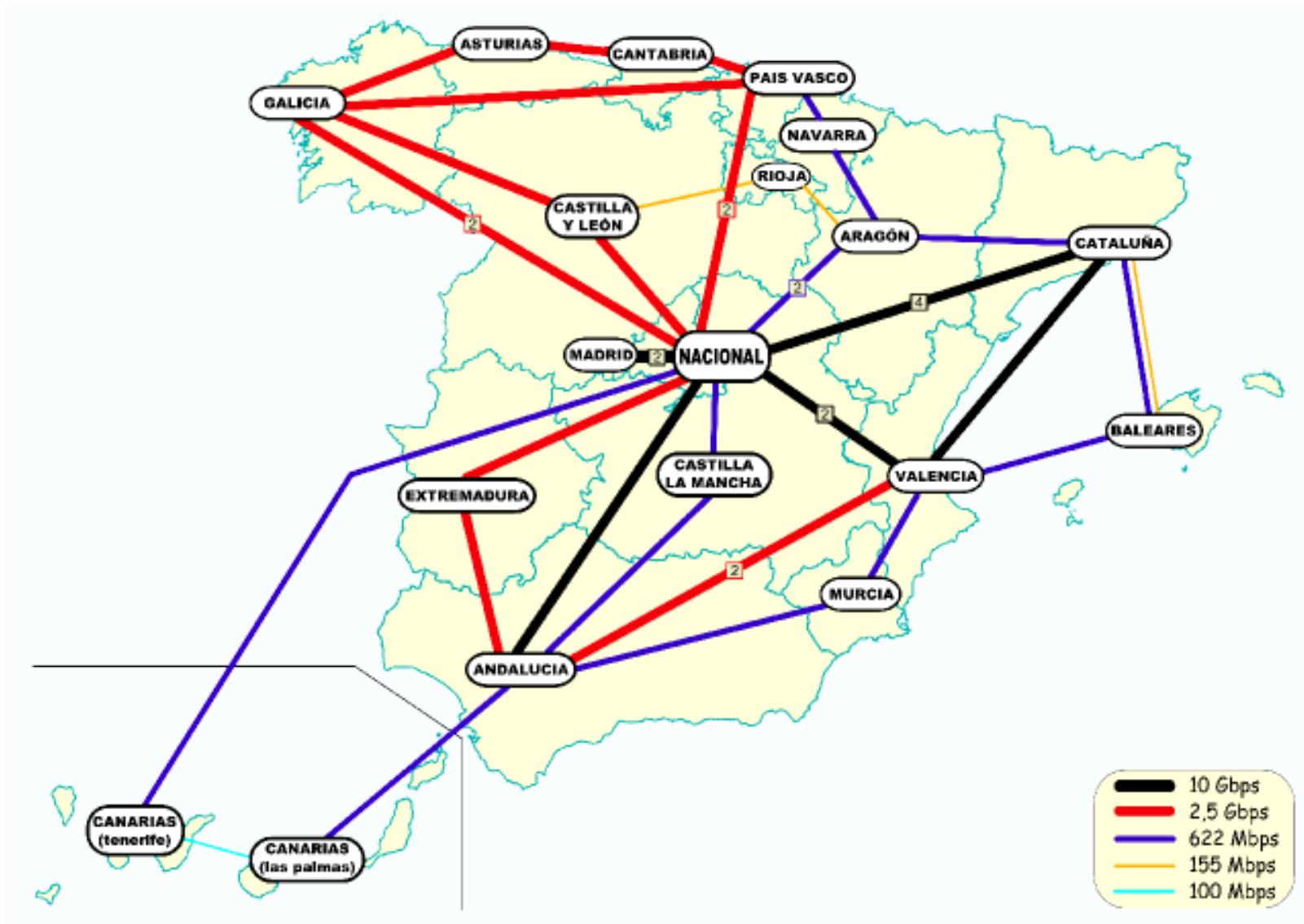
¿ Esto es complejo ?

- Tomaremos modelos muy simples para el sistema de transmisión
- Es decir, para lo que va entre un transmisor y un receptor (digamos que los extremos de cada cable)
- Simplemente parámetros macroscópicos como capacidad (bits por segundo), retardo (segundos), probabilidad de error ...
- No entramos en el detalle de las señales, modulaciones, ruido, electrónica, etc.
- ¿ Las redes, sin todo eso, son un sistema complejo ?
- Veamos un ejemplo (...)

UPNA

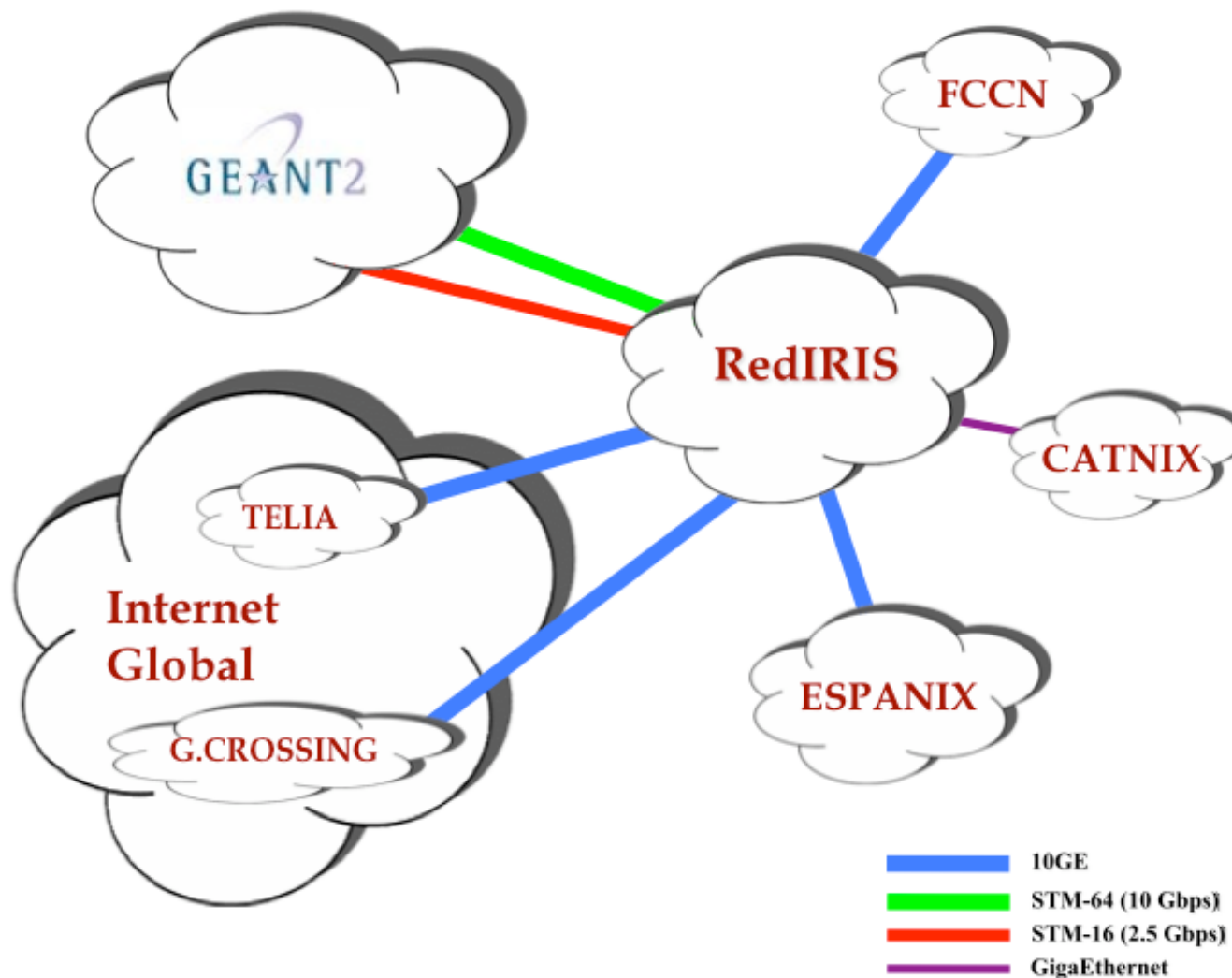


RedIRIS

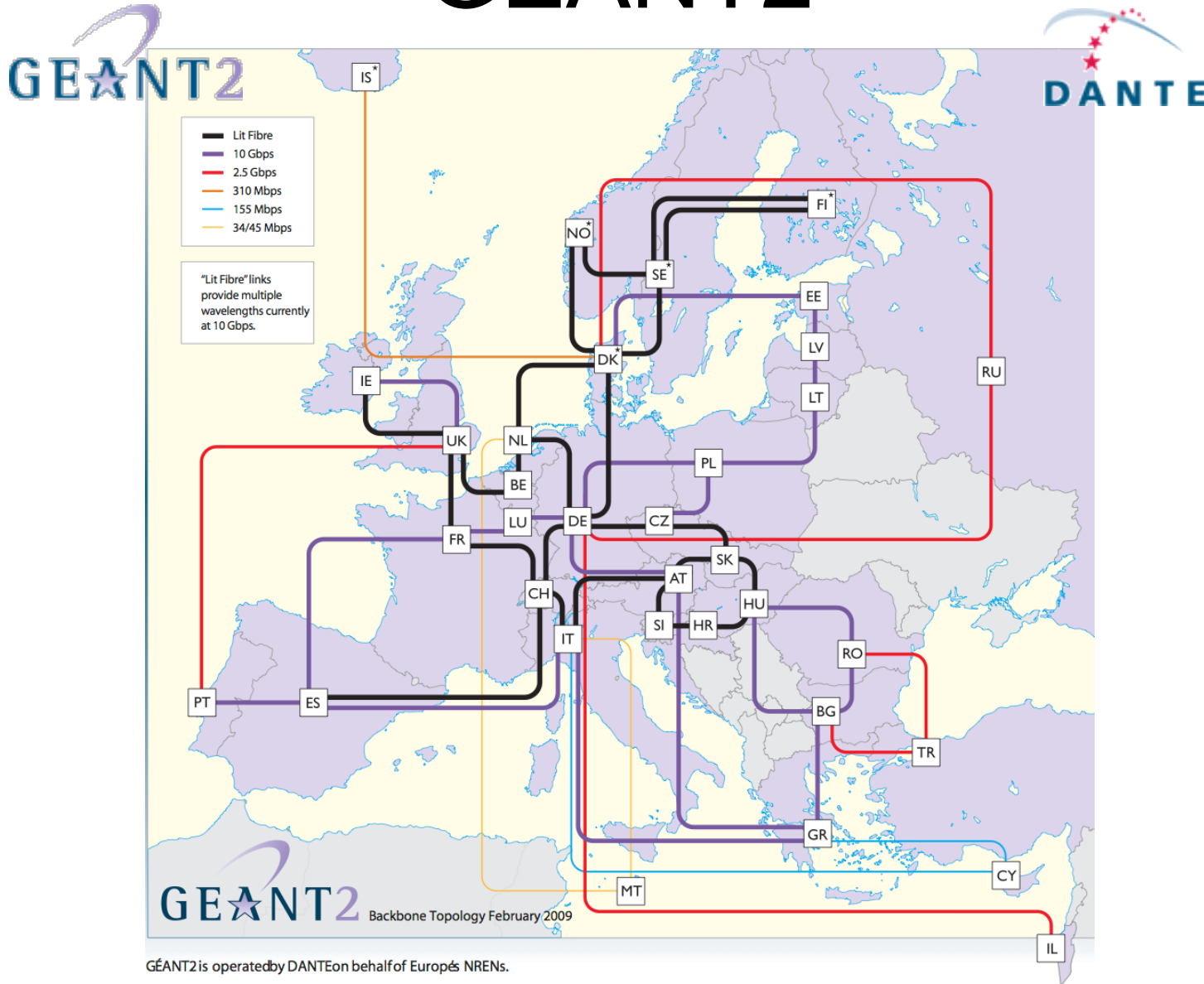


<http://www.rediris.es/lared/mapa.html>

Conectividad de RedIRIS

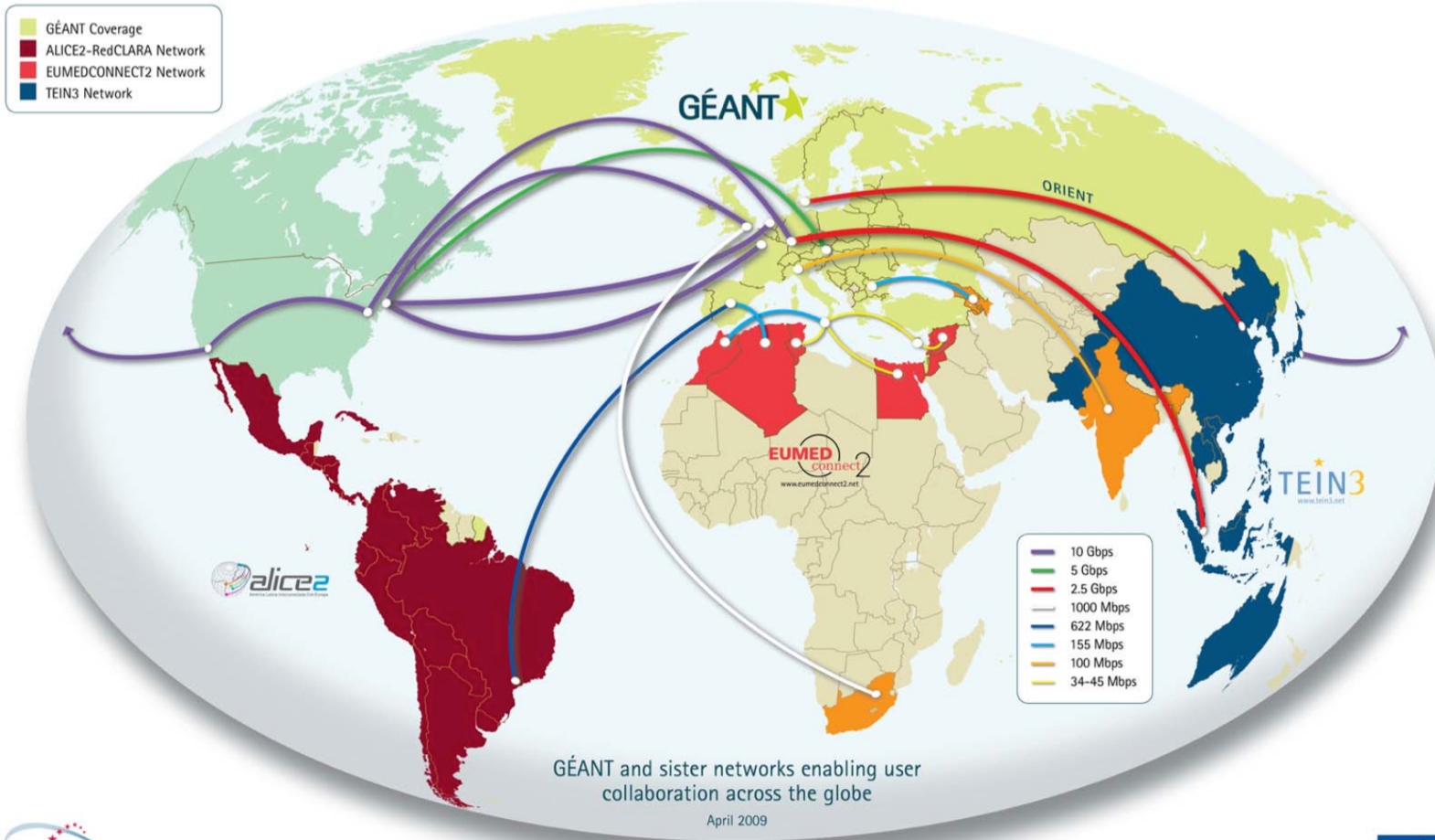


GEANT2

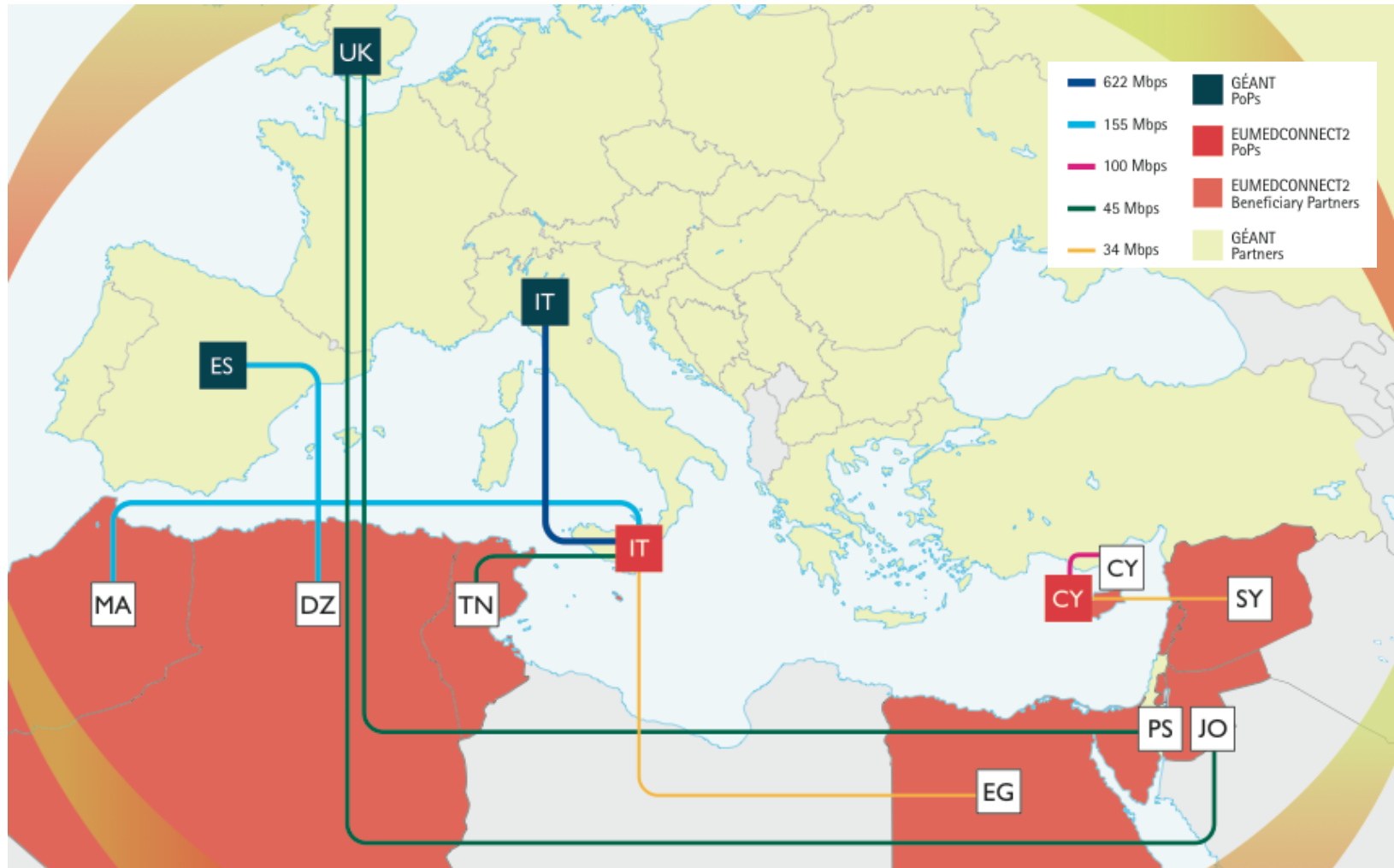


http://www.geant2.net/upload/pdf/GN2_Topology_Feb_09.pdf

Conectividad global de GEANT



EUMED connect 2

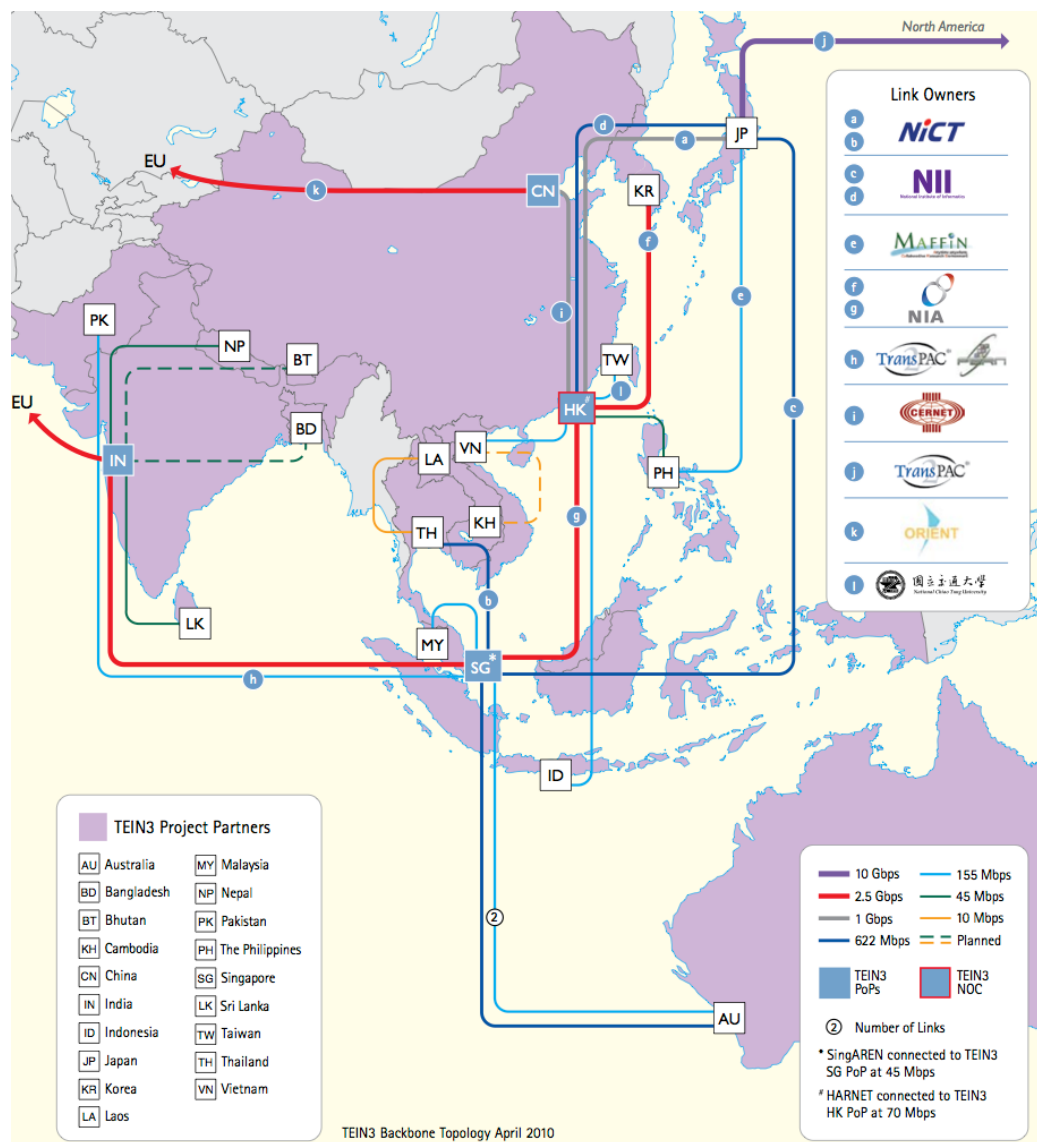


ALICE RedCLARA



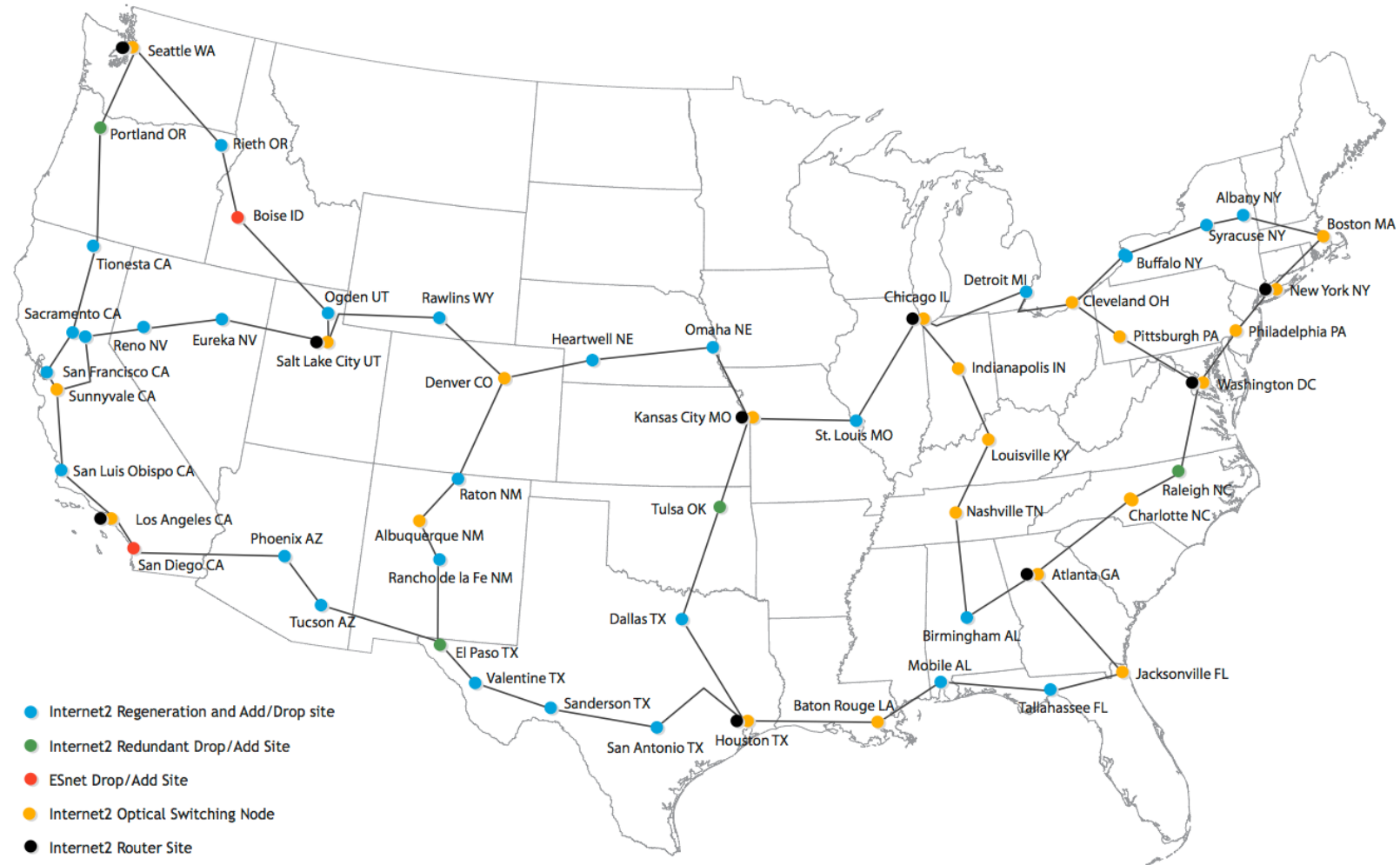
http://global.dante.net/upload/pdf/Topology_RedCLARA_June_2008.pdf

TEIN3



http://global.dante.net/upload/pdf/TEIN3_Topology_04.10_low_res.pdf

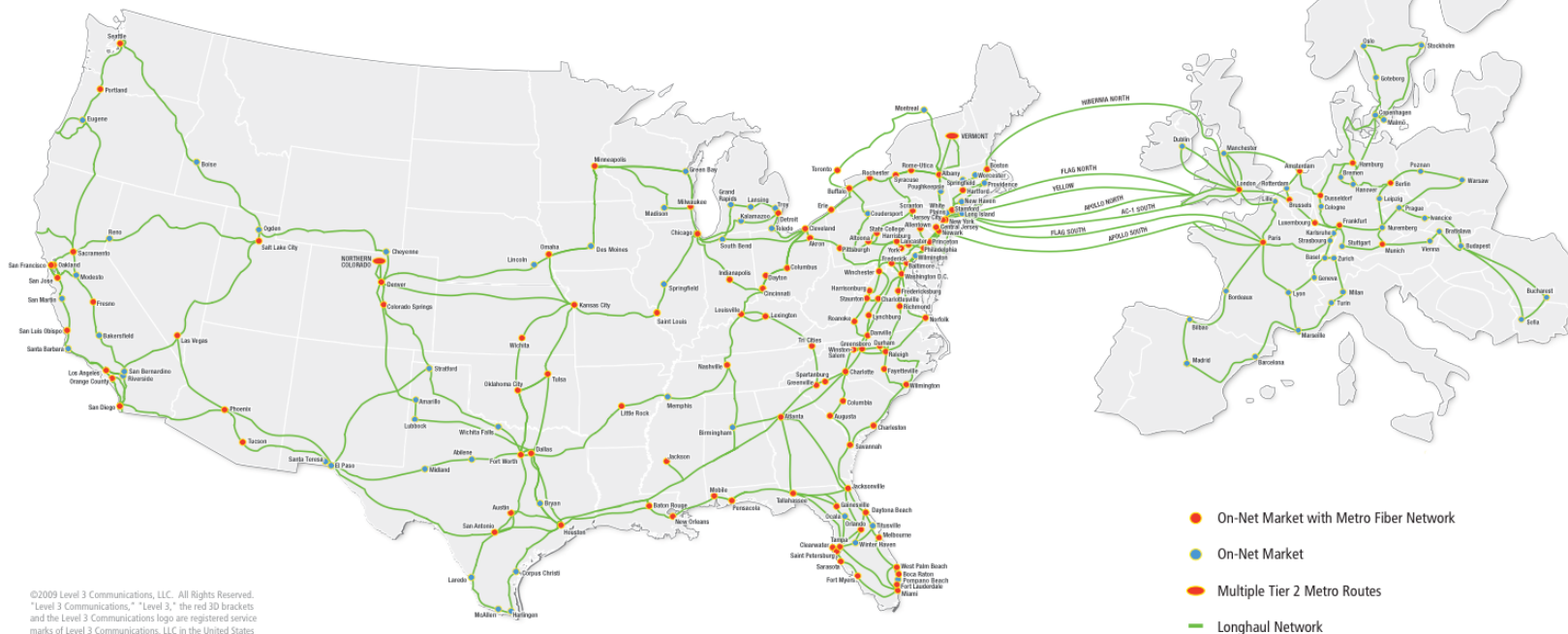
Internet 2



Level 3

COMMUNICATIONS

The Level 3 Network

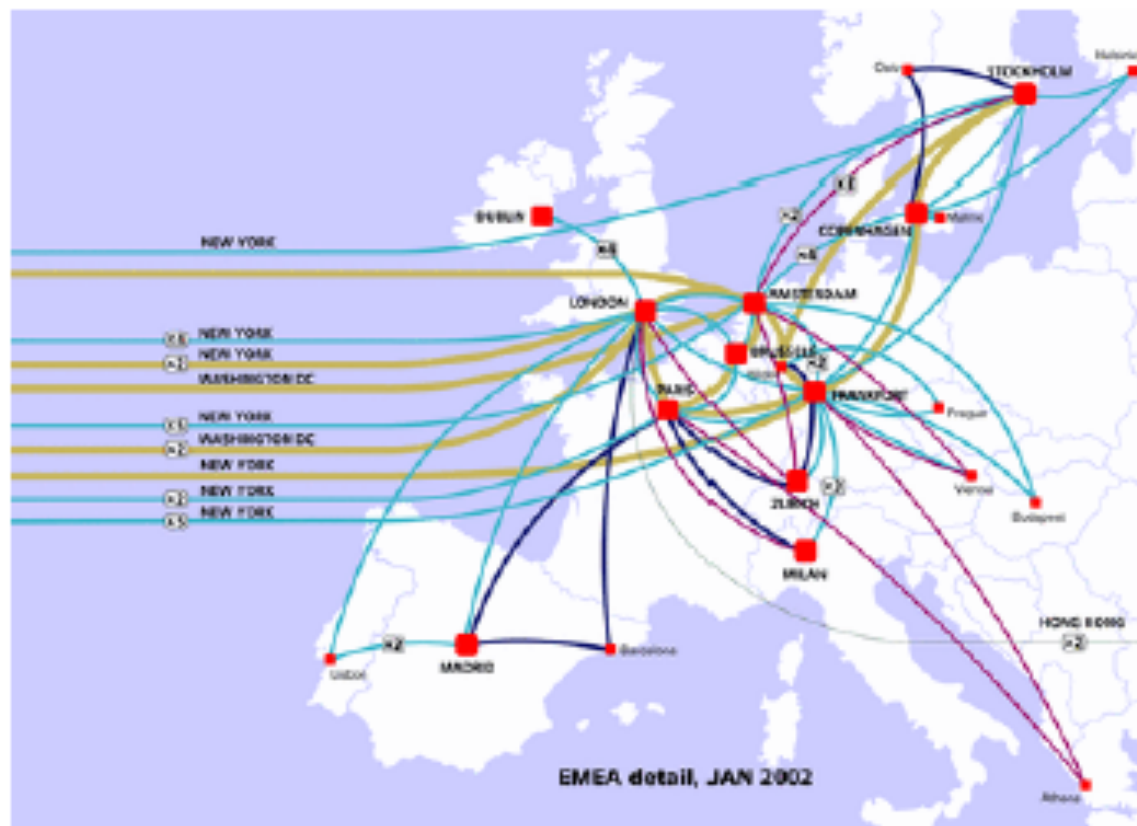


©2009 Level 3 Communications, LLC. All Rights Reserved.
"Level 3 Communications," "Level 3," the red 3D brackets
and the Level 3 Communications logo are registered service
marks of Level 3 Communications, LLC in the United States
and/or other countries. Level 3 services are provided by
wholly owned subsidiaries of Level 3 Communications, Inc.

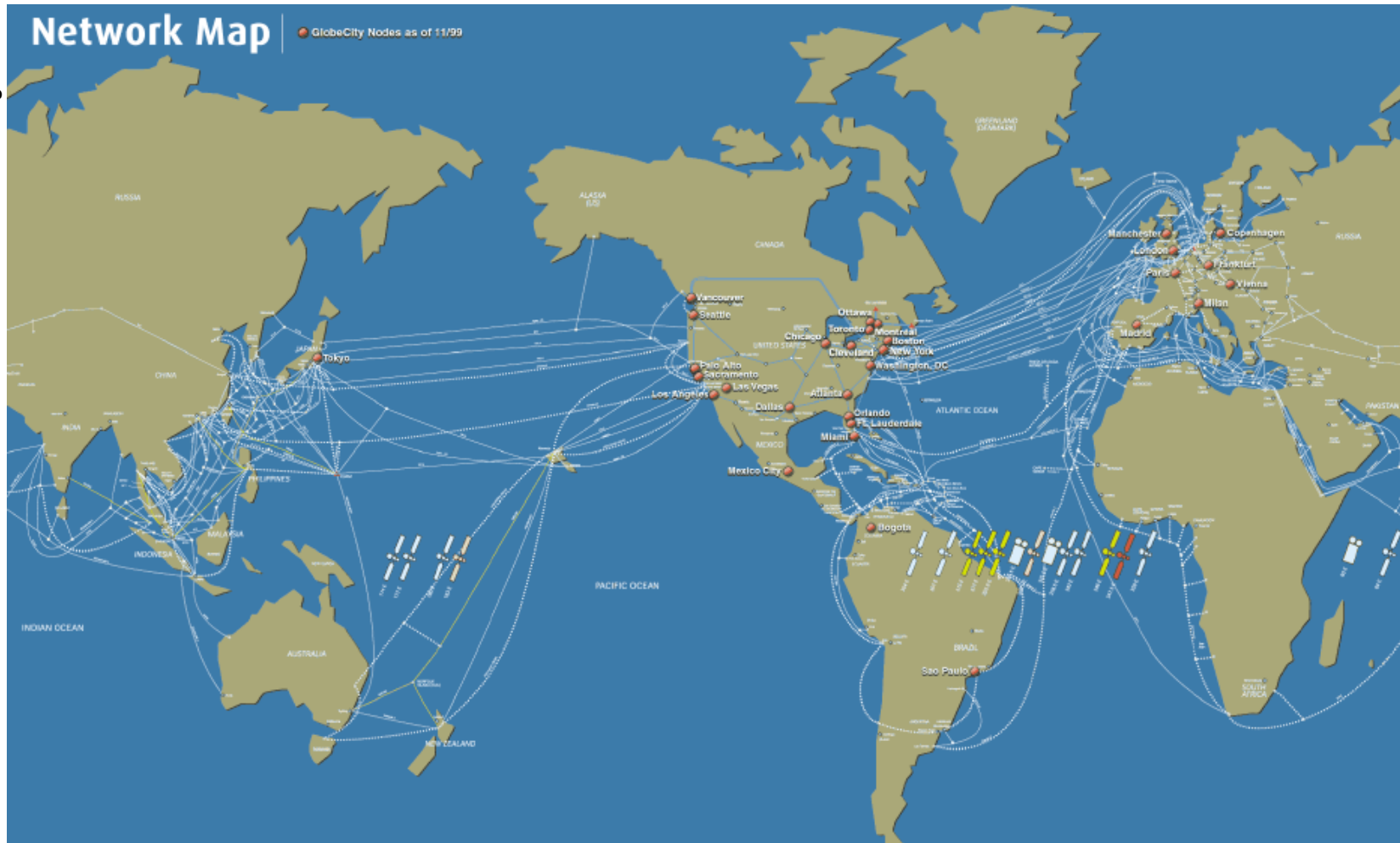
Canarie



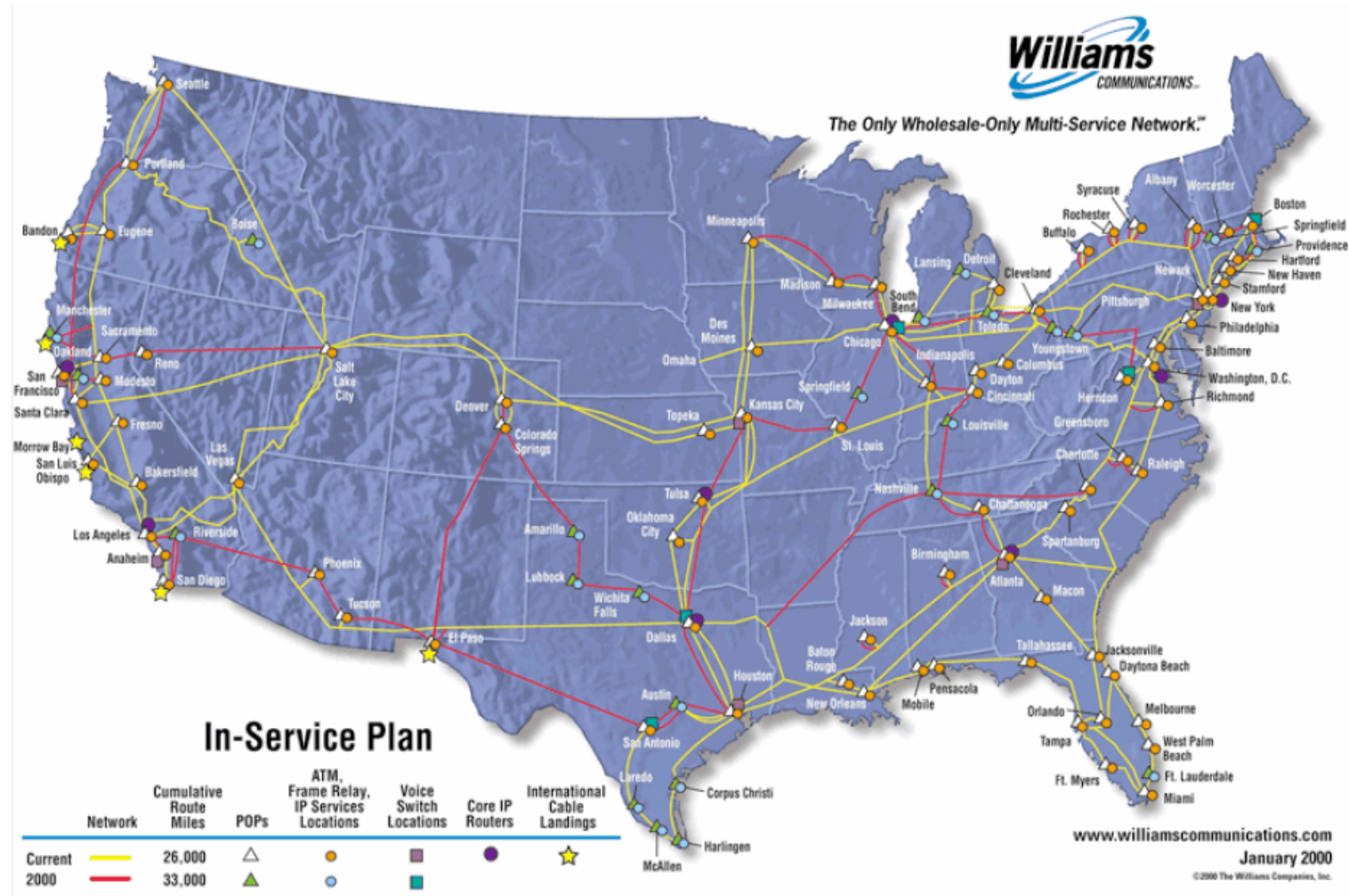
Red de WorldCom en el 2002



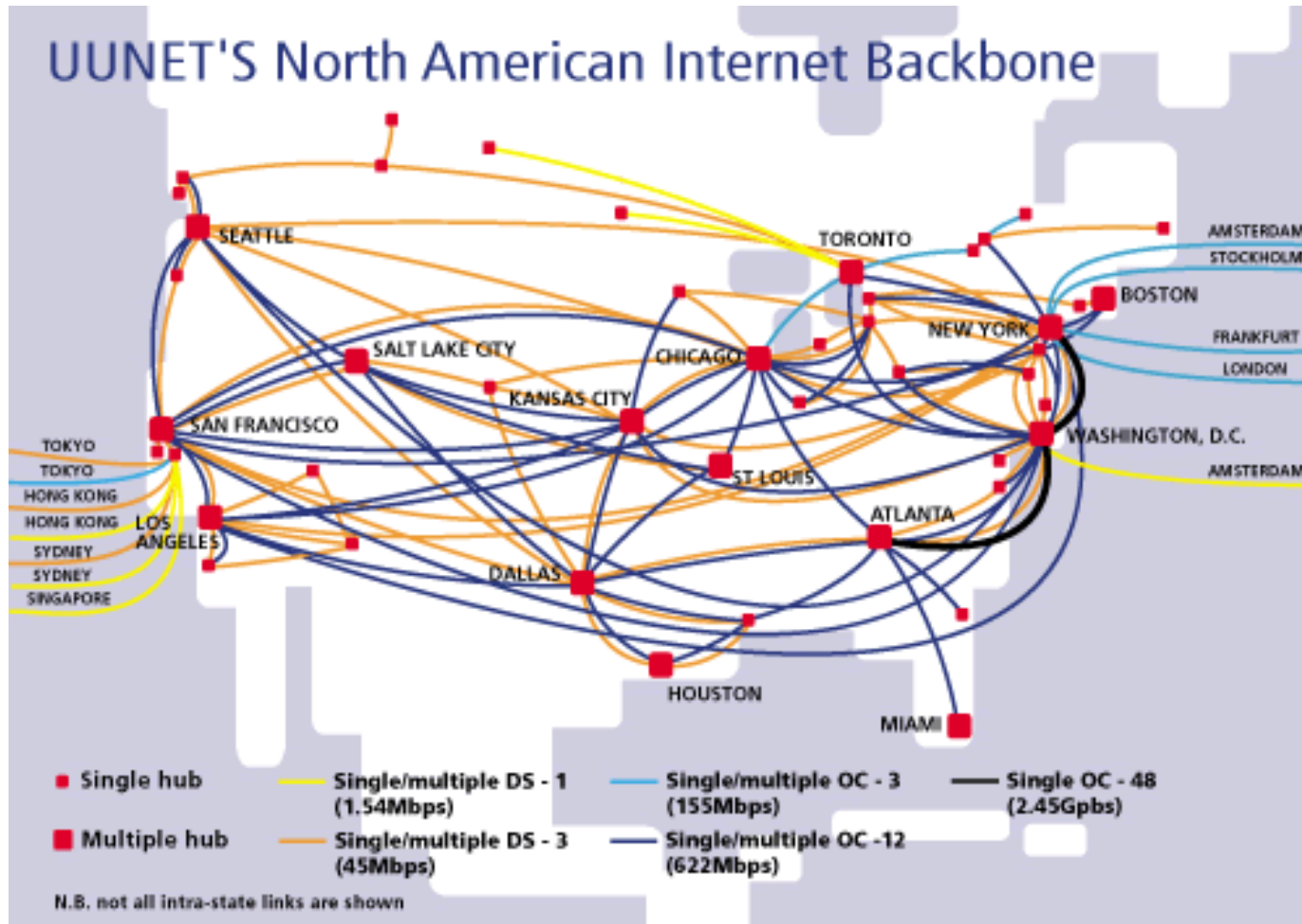
Teleglobe (1999)



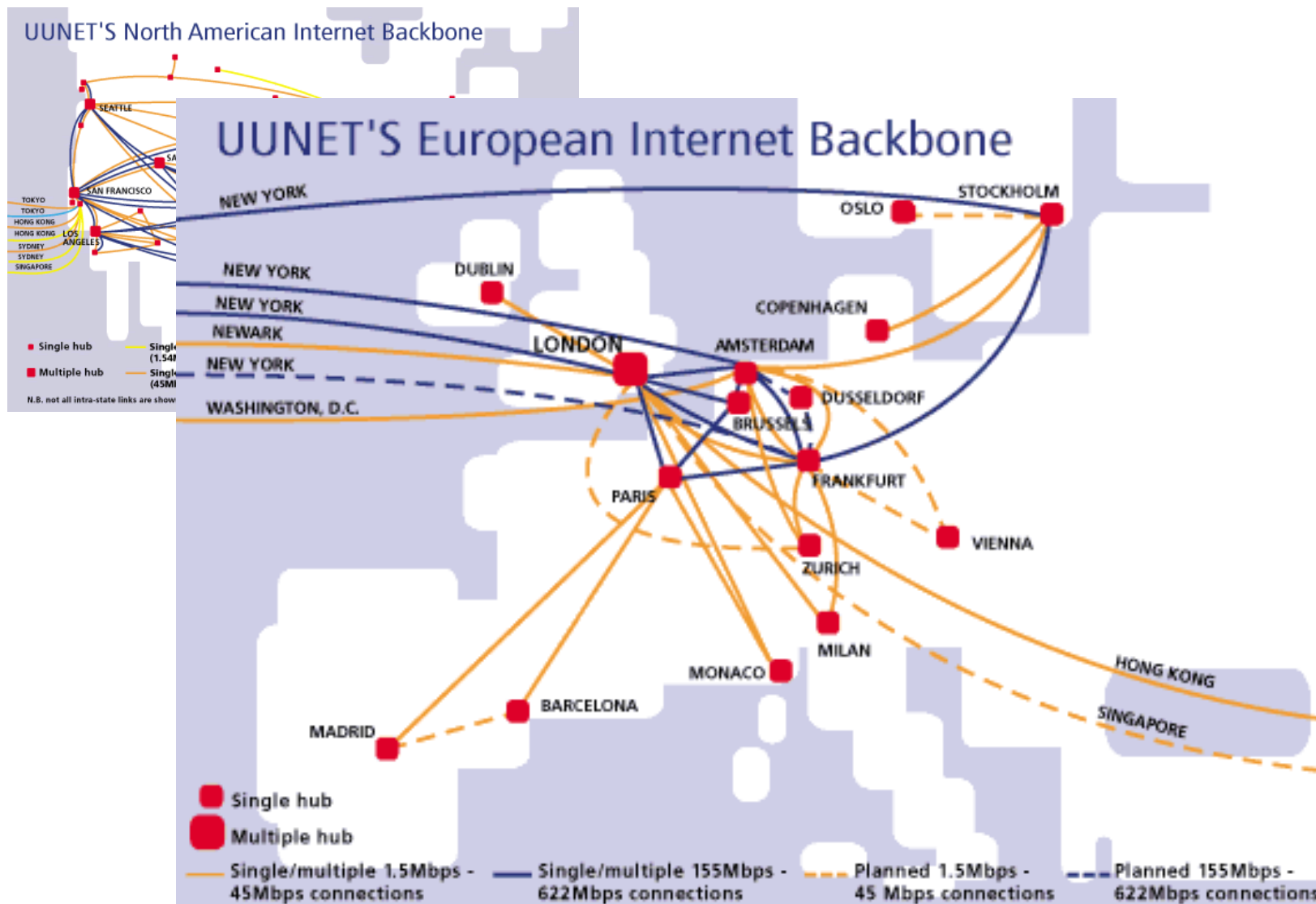
Williams Communications (1999)



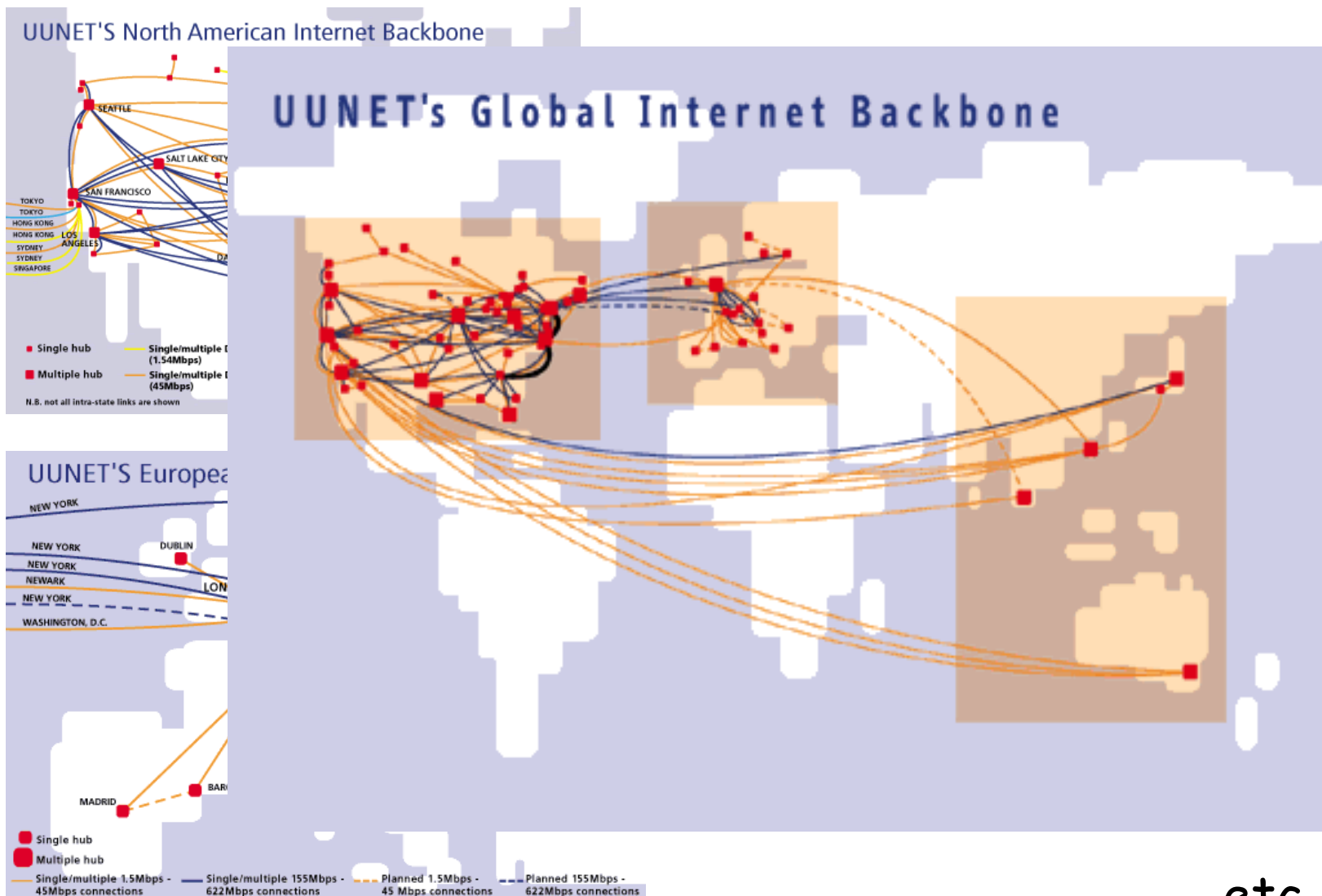
UUNET



UUNET



UUNET



etc...

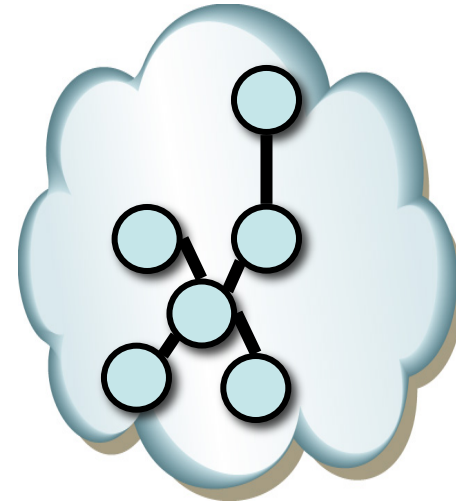
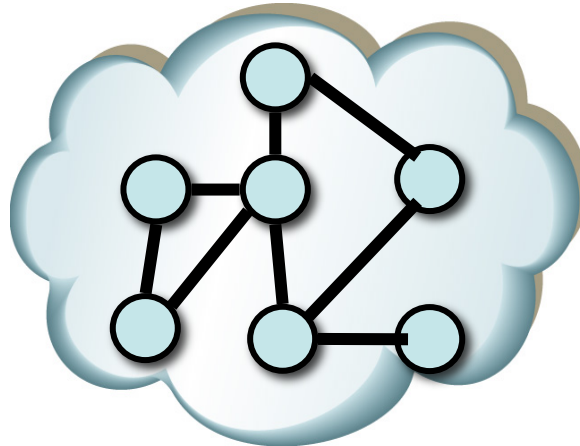
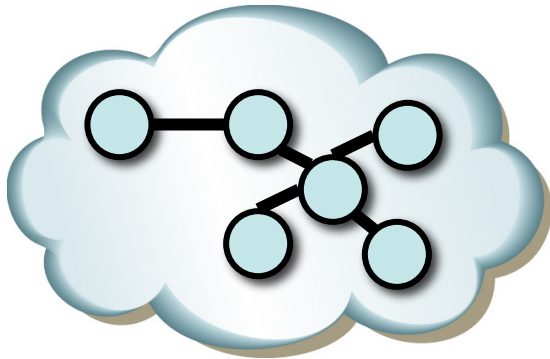
Vale, puede que tenga algo de complejidad



Cada punto un Proveedor de acceso a Internet

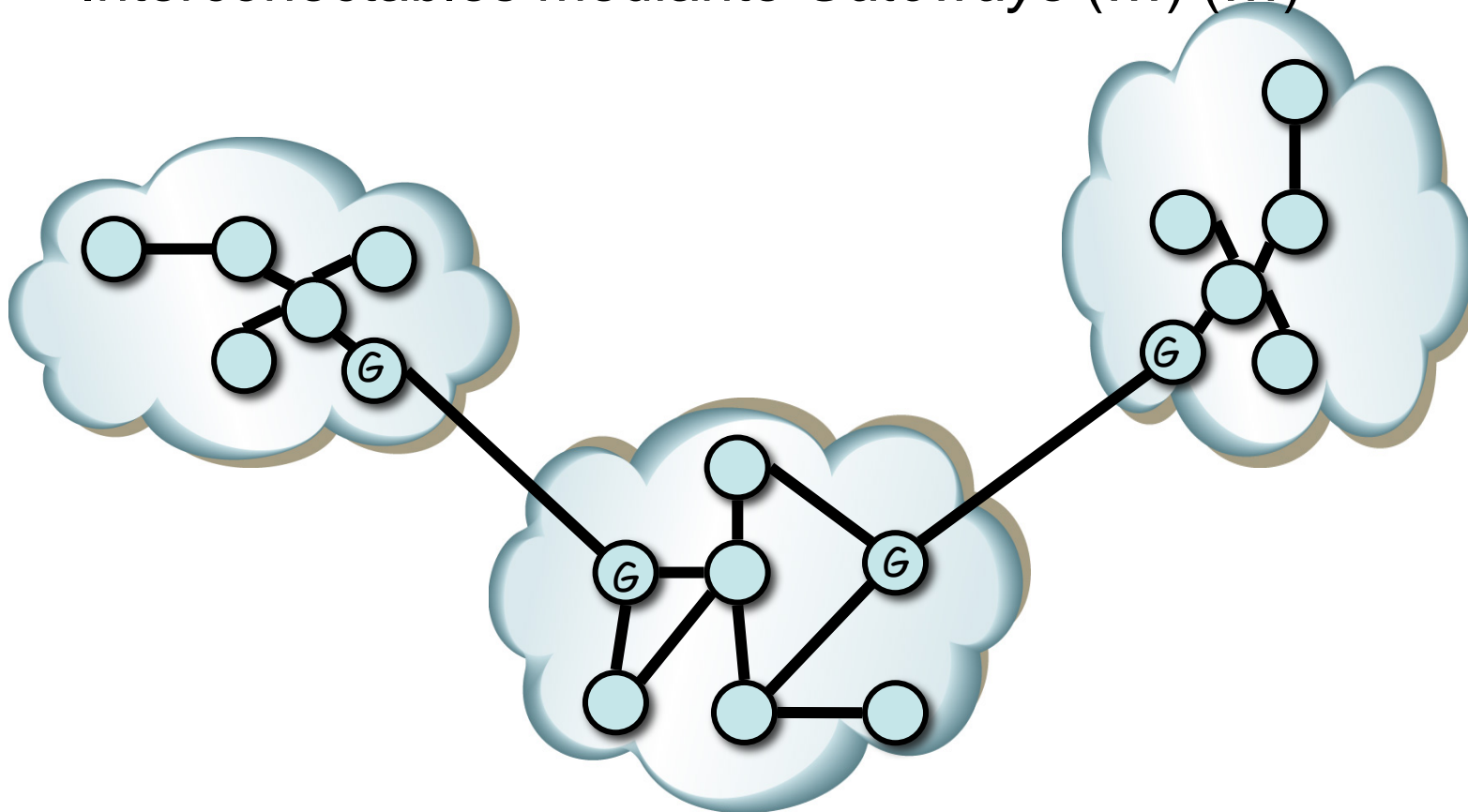
Interconexión de redes

- Desde el comienzo de las comunicaciones se han desarrollado muchas redes en el mundo
- Gran complejidad en cada una (...)
- (...)



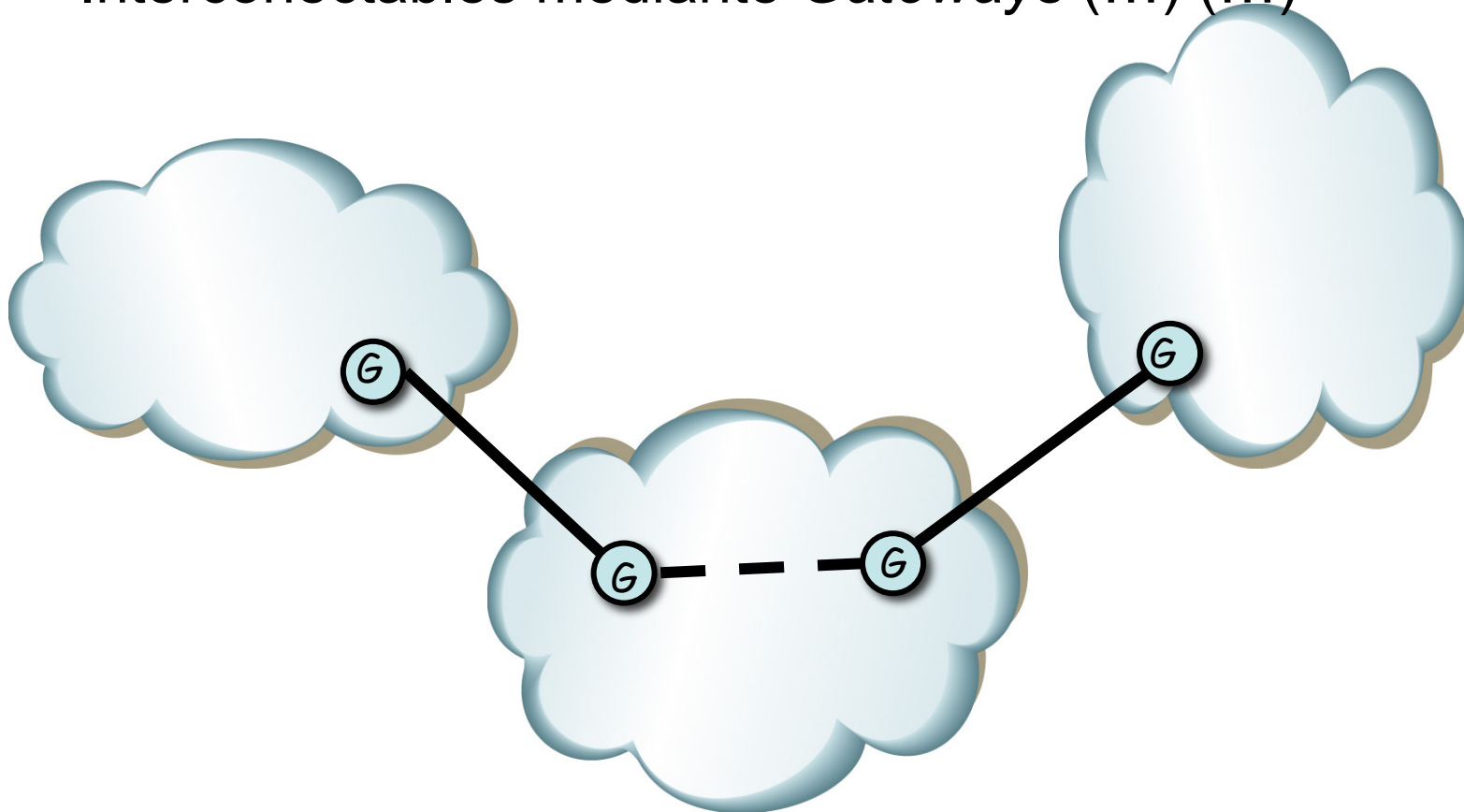
Interconexión de redes

- Desde el comienzo de las comunicaciones se han desarrollado muchas redes en el mundo
- Gran complejidad en cada una (...)
- Interconectables mediante *Gateways* (...) (...)



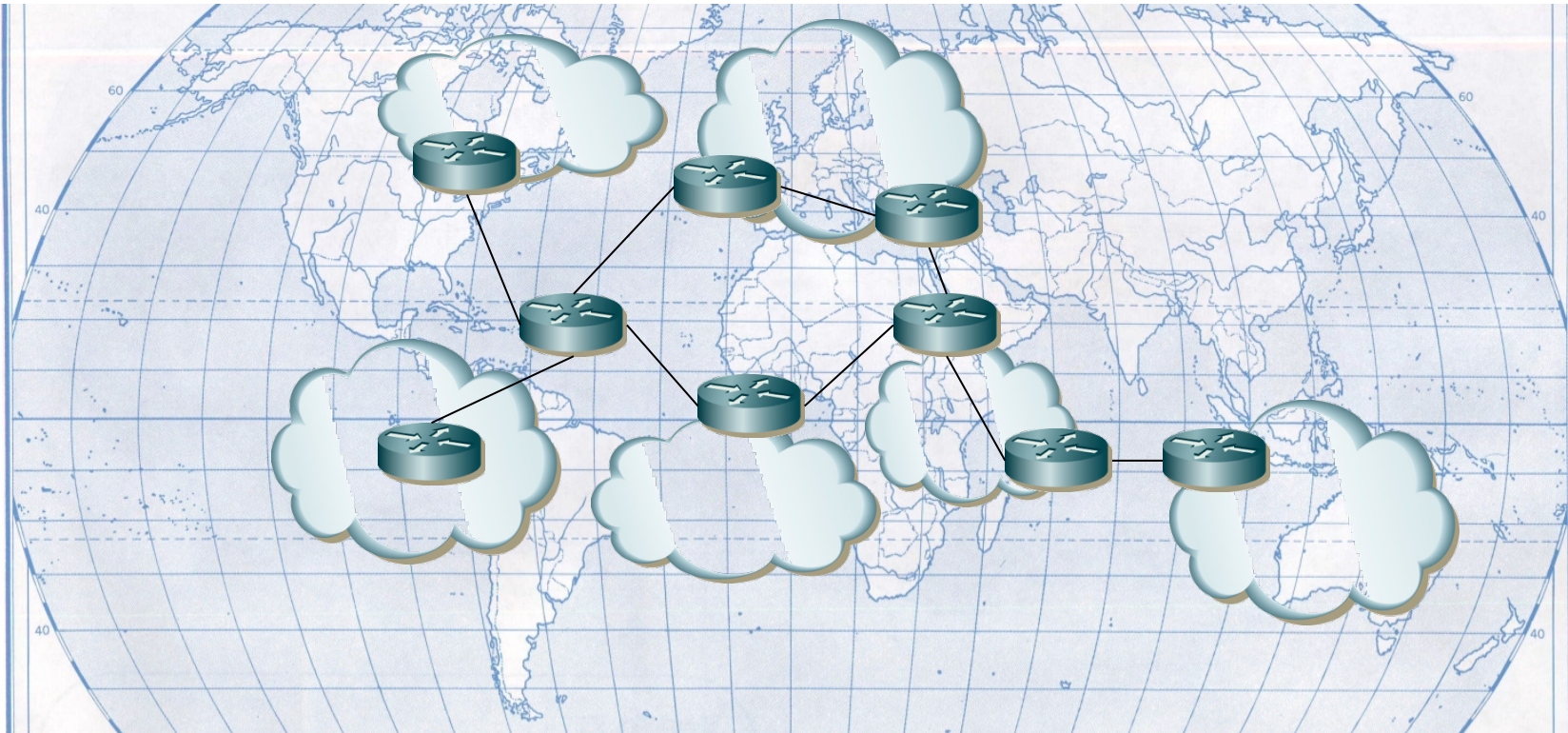
Interconexión de redes

- Desde el comienzo de las comunicaciones se han desarrollado muchas redes en el mundo
- Gran complejidad en cada una (...)
- Interconectables mediante *Gateways* (...) (...)



Internetworks

- Interconexión de redes
- Pueden ser de tecnologías diferentes
- Puede abarcar el globo
- ¿Tipos de redes que interconecta?...



Redes de datos según el alcance

Internetwork

- Interconexión de redes WAN y LAN

LAN

- Local Area Network (Red de área local)
- Desde una habitación al tamaño de un campus

MAN

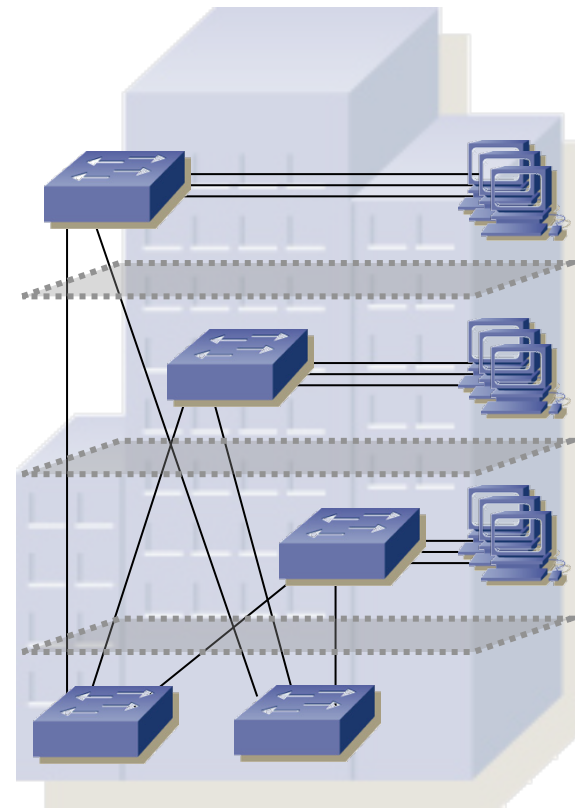
- Metropolitan Area Network (Red de área metropolitana)
- Hasta el tamaño de una ciudad

WAN

- Wide Area Network (Red de área extensa)
- Generalmente abarcan continentes

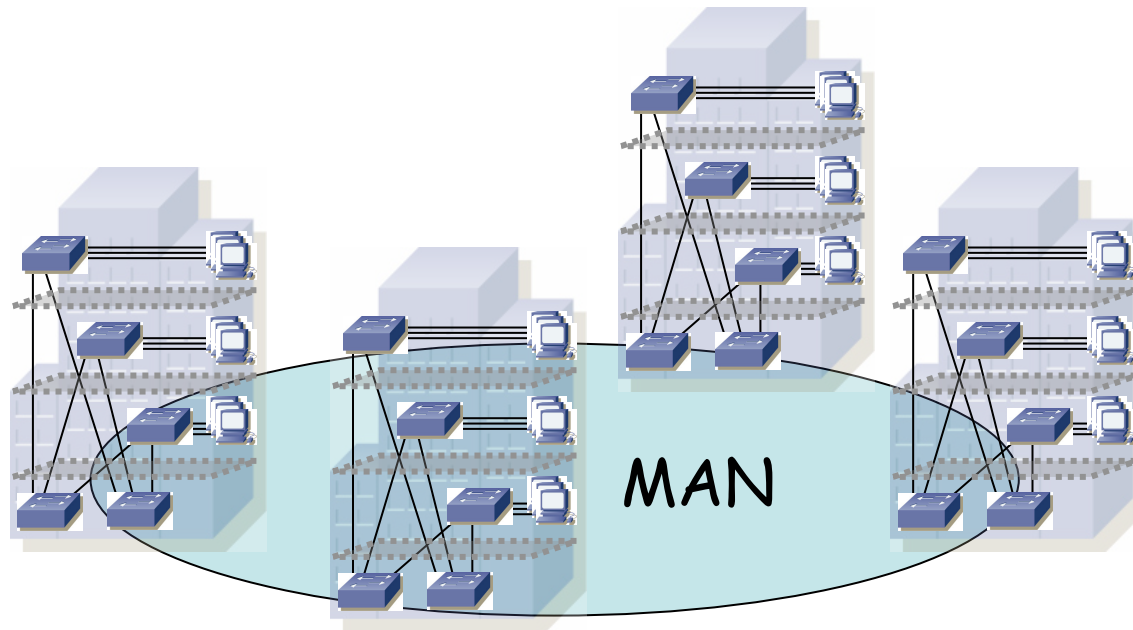
Local Area Networks (LANs)

- Son redes privadas
 - Principalmente para datos
 - Voz usa otra red en paralelo (hasta llegar VoIP)
 - Conmutación de paquetes
 - Se limitan a un edificio o una zona local (1 ó 2Km)
 - Velocidades 10 - 1000Mbps
 - Conectan workstations, periféricos, terminales, etc
 - Muchos usuarios
 - Se producen pocos errores
 - Suelen ser tecnologías basadas en medios de *broadcast*
- Tecnologías: Ethernet, WiFi, Token Ring, Token Bus, etc



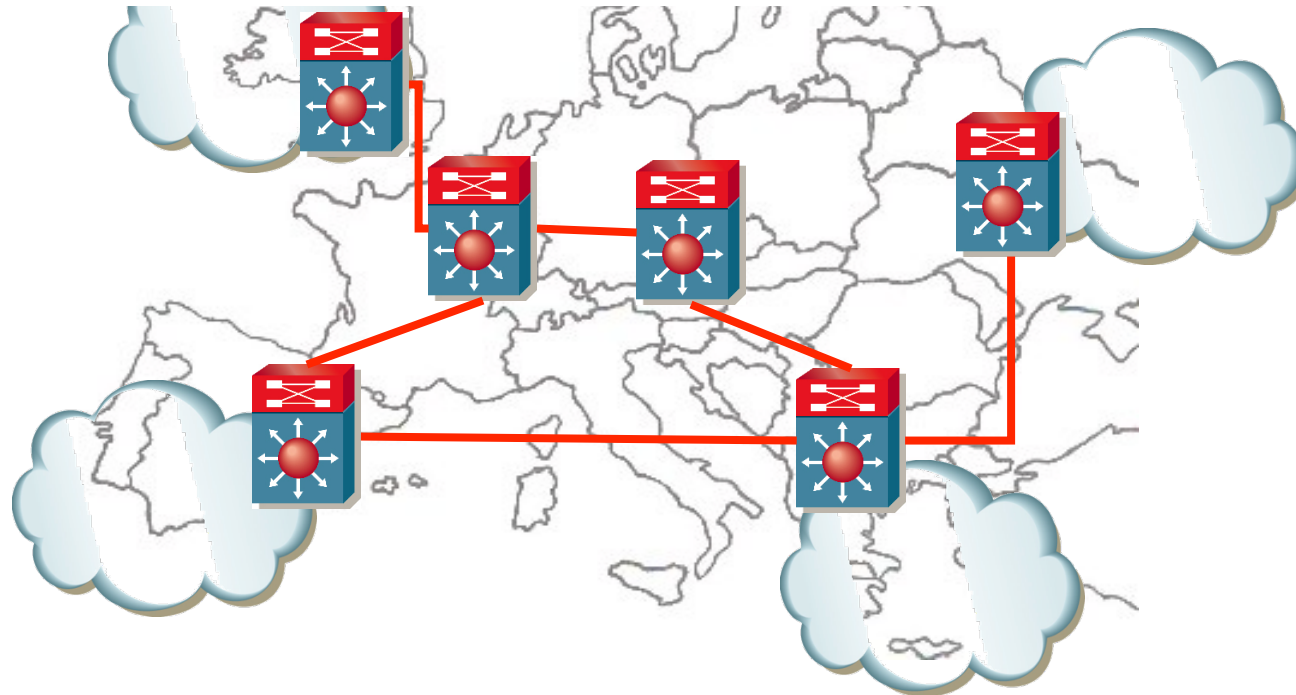
MANs

- Se extiende por un área *metropolitana*
- Interconectan LANs separadas
- Pueden ser públicas o privadas
- Las velocidades típicas van de centenares de Mbps a Gbps
- Tecnologías: DQDB, WiMax, ATM, Ethernet conmutada, MPLS, etc.



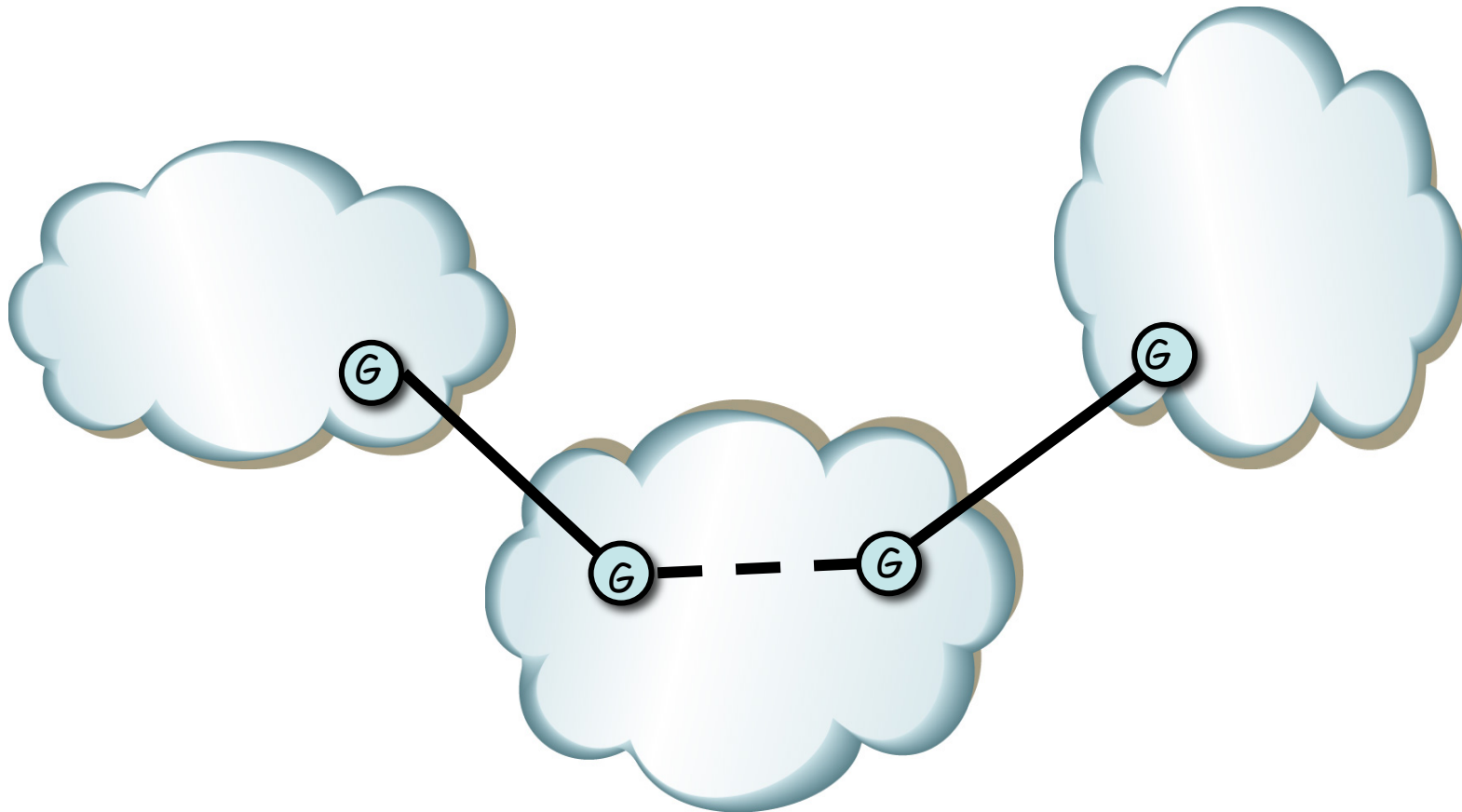
WANs

- Cubre un area muy amplia (un país, un continente, un planeta...)
- Datos y voz
- Interconecta LANs y MANs
- Mediante conmutadores (circuitos y/o paquetes)
- Normalmente controlada por un operador
- Tecnologías: ATM, SDH, Frame Relay, MPLS, etc.



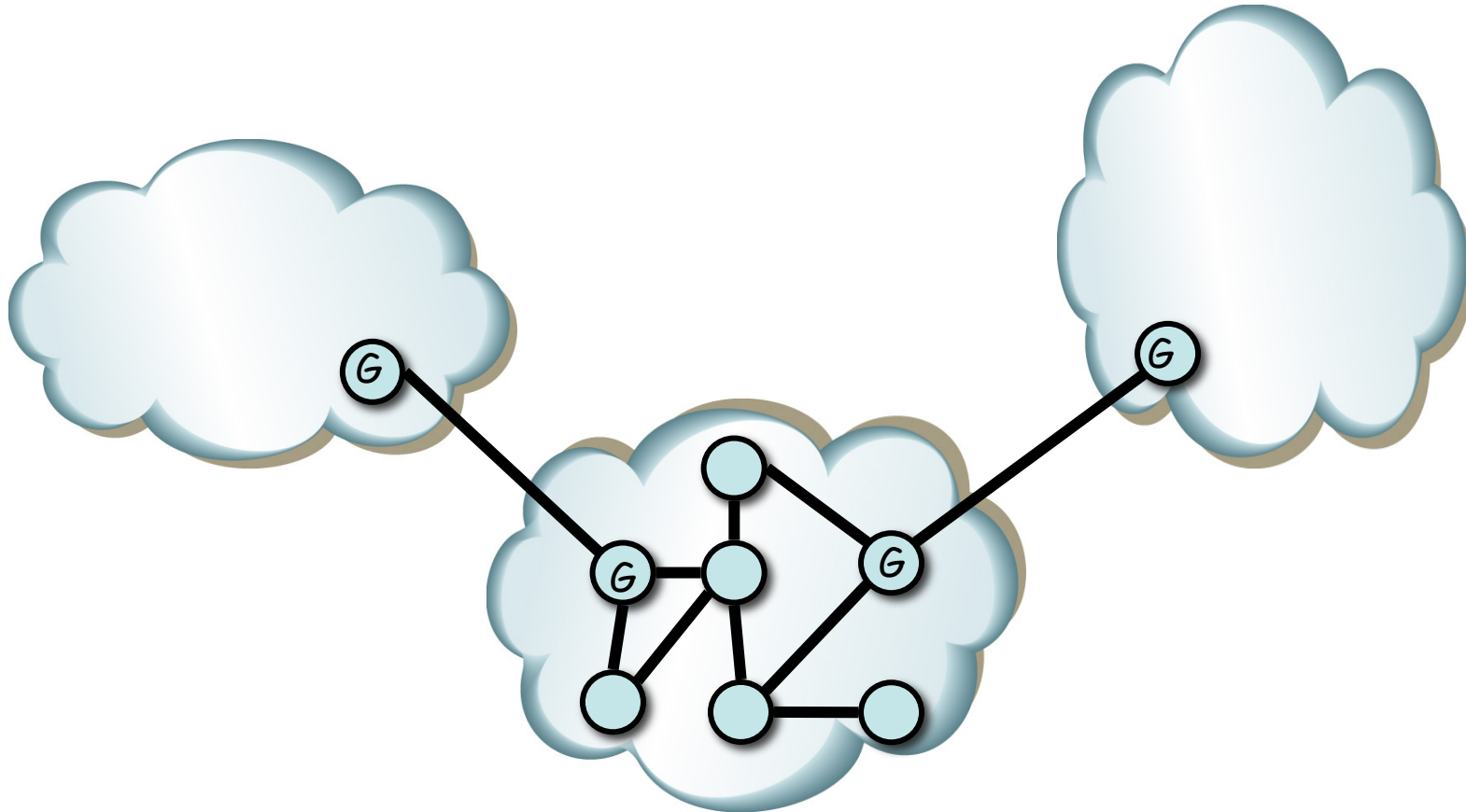
Estructura multicapa

- La interconexión de redes se puede analizar en forma de “capas” (...)



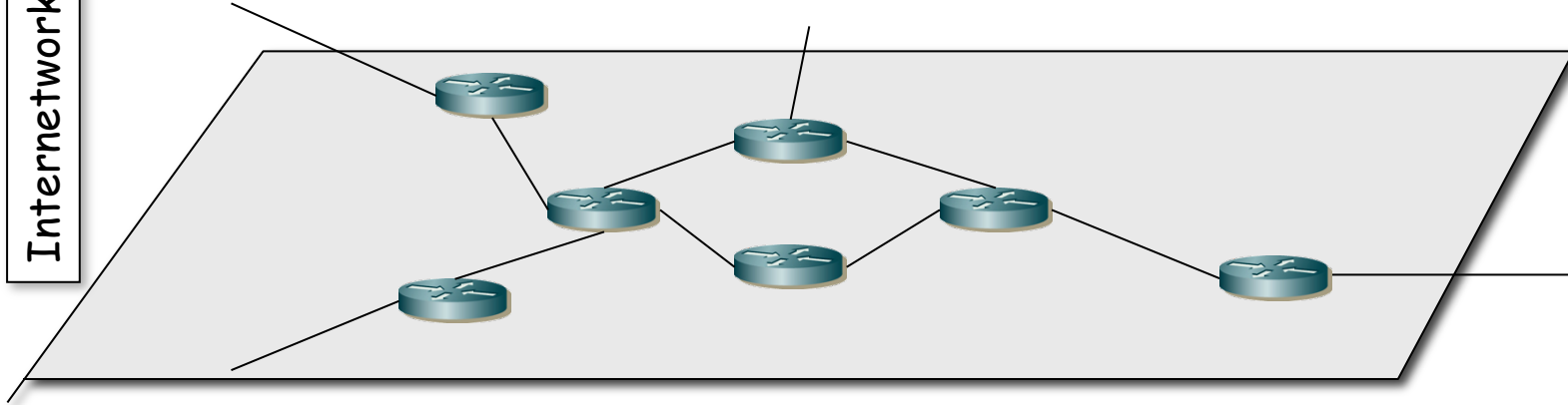
Estructura multicapa

- La interconexión de redes se puede analizar en forma de “capas”
- Tomamos una de esas redes (...)

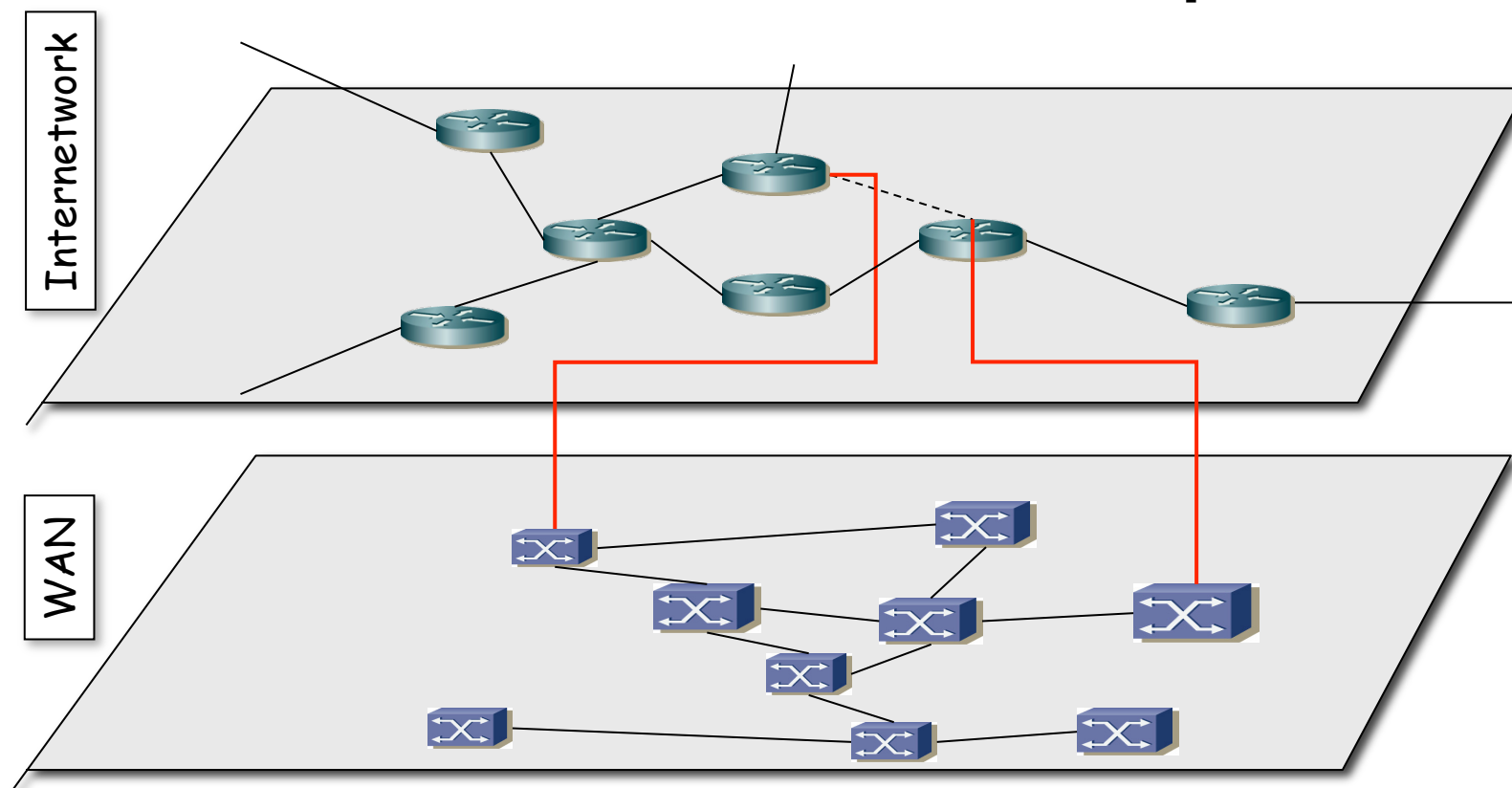


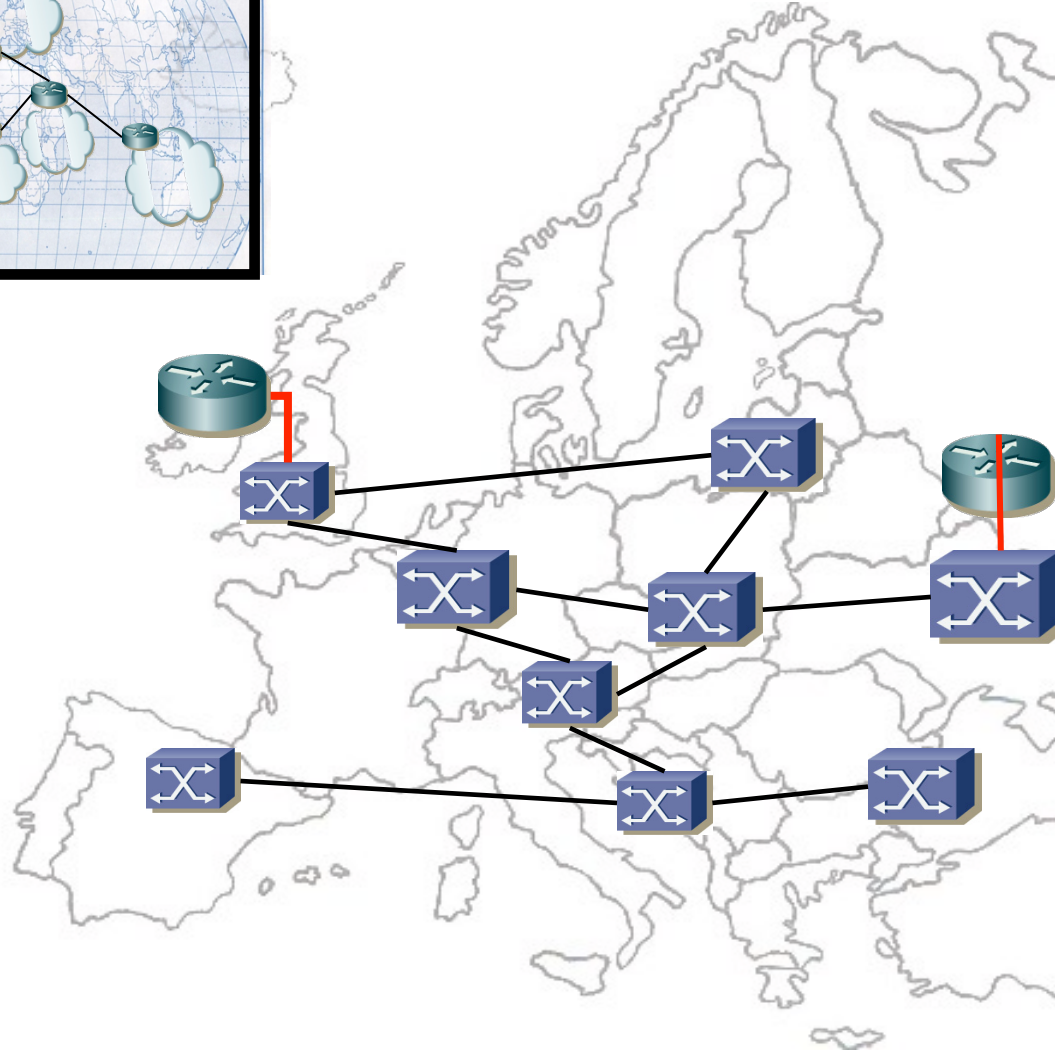
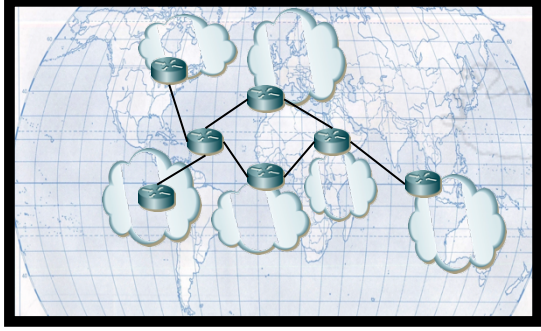
Internetwork

Estructura multicapa



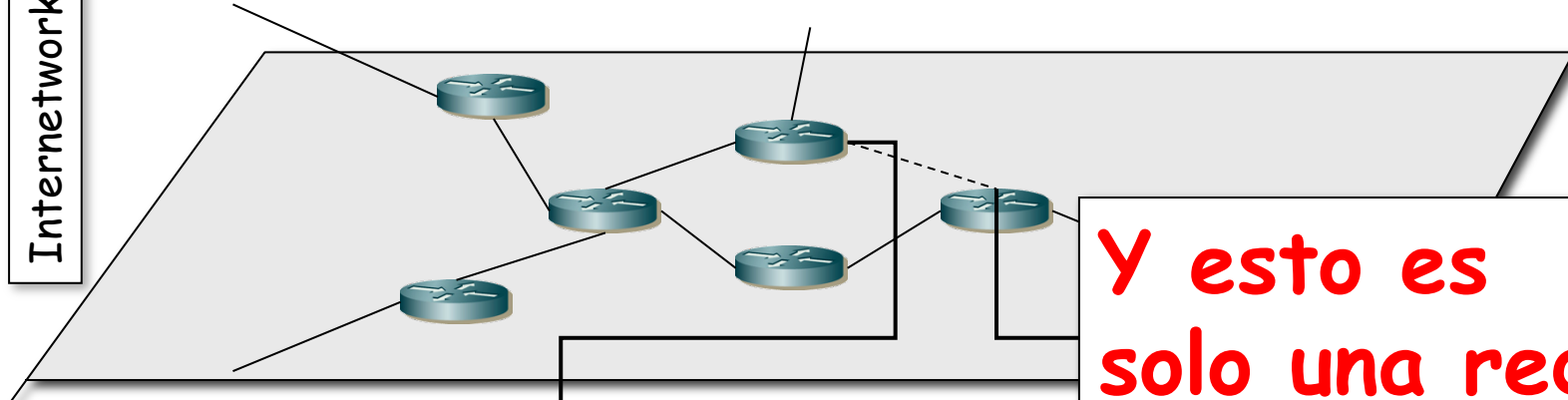
Estructura multicapa





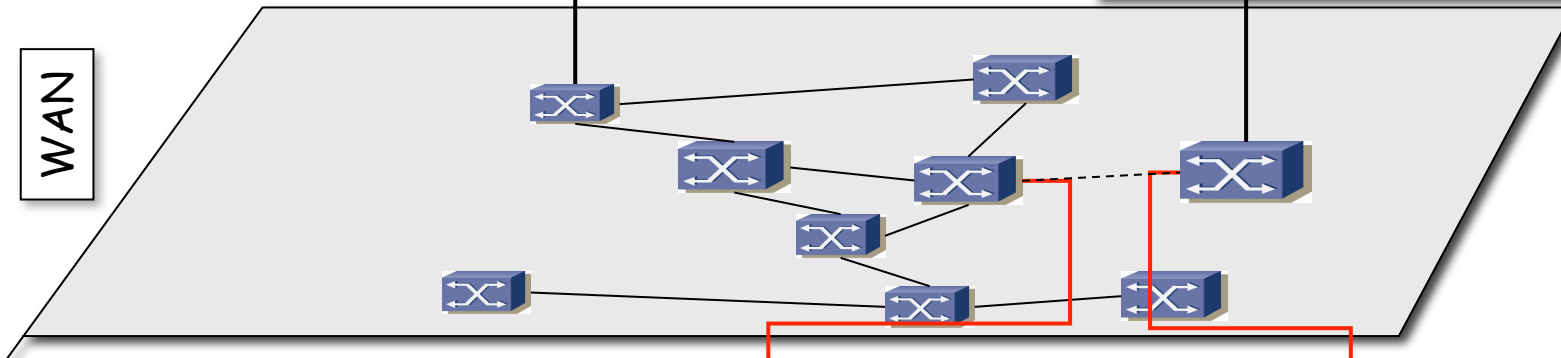
Estructura multicapa

Internetwork

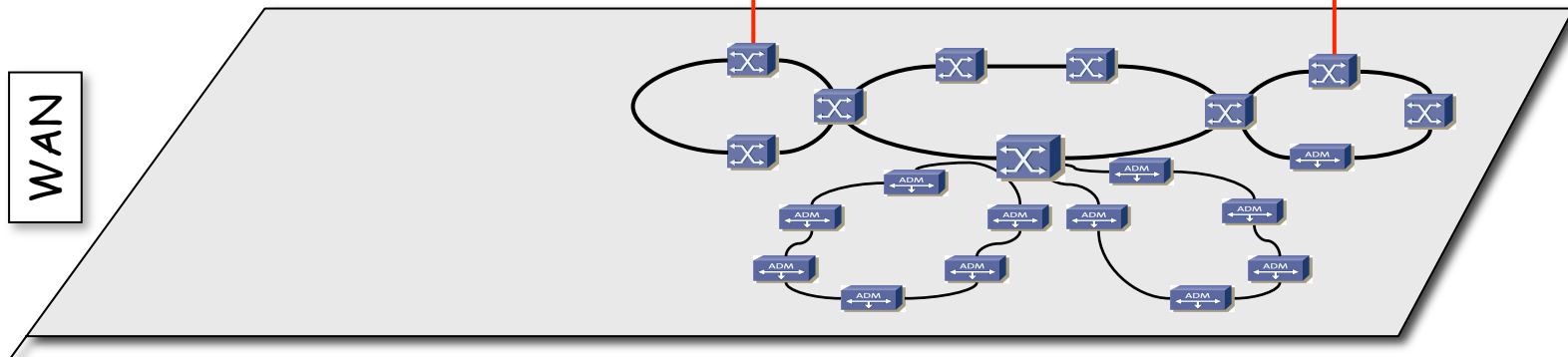


Y esto es
solo una red

WAN

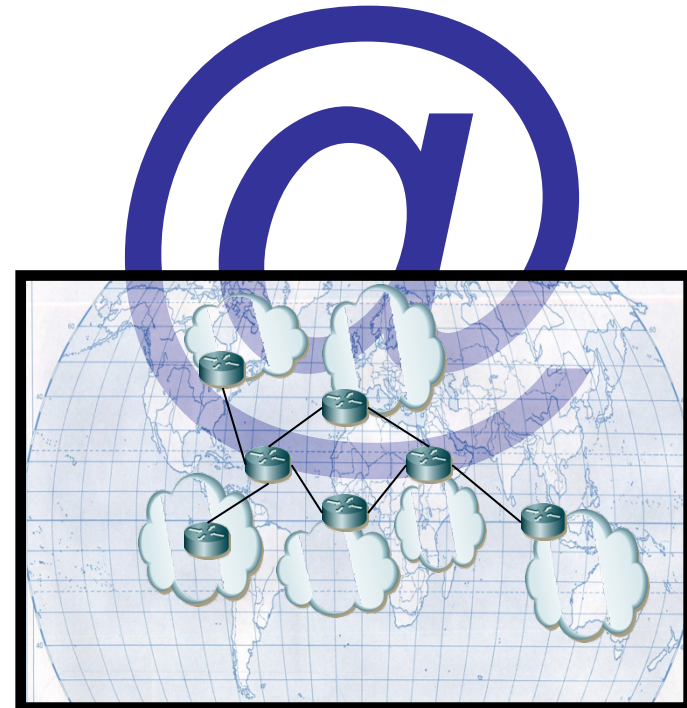


WAN



Internet

- Internetwork mundial que emplea la familia de protocolos **TCP/IP**
- Datos
- Está compuesta por diferentes tipos de redes:
 - Backbones: grandes redes que interconectan otras redes (NSFNET en USA, EBONE en Europa...)
 - Redes regionales: conectan por ejemplo universidades
 - Redes comerciales: redes privadas para usuarios de pago u organizaciones
 - Redes locales
- Un gran número de aplicaciones
 - World wide web, e-mail, FTP, login remoto, flujos de vídeo...
- En **Redes de Ordenadores**



ARSS: Temario y organización

¿ Qué vamos a ver ?

- Conceptos **BÁSICOS** sobre redes

Temario

1. Introducción
2. Arquitecturas de conmutación y protocolos
3. Introducción a las tecnologías de red
4. Control de acceso al medio
5. Conmutación de circuitos
6. Transporte fiable
7. Encaminamiento
8. Programación para redes y servicios

Plan de trabajo

- **Semana 1:**

5 Sept: Teoría, 2h, Tema 1

Información digital. Redes de comunicaciones. Plan de clases. Metodología y evaluación. Relación con otras asignaturas

6 Sept: Teoría, 2h, Tema 2

Protocolos: concepto y necesidad. Arquitectura OSI y TCP/IP, funcionalidades ofrecidas por cada capa, interfaces.

- **Semana 2:**

12 Sept: Teoría, 2h, Tema 2

Circuitos virtuales y datagramas. Problemática. Retardos

13 Sept: Práctica en Laboratorio, 2h

Práctica 1

- **Semana 3:**

19 Sept: Problemas en grupo (**incluye problema evaluable**), Tema 2

20 Sept: Teoría, 2h, Temas 3 y 8

Arquitectura IEEE 802 para LANs

Introducción a la programación en Java



Plan de trabajo

- **Semana 4:**

26 Sept: Teoría, 2h, Temas 3 y 8

LANs Ethernet

Programación en Java

27 Sept: Práctica en Laboratorio, 2h

Práctica 2

- **Semana 5:**

3 Oct: Teoría, 2h, Temas 3 y 8

Puentes. Conmutación Ethernet

Programación en Java

4 Oct: Teoría, 2h, Temas 3 y 8

Introducción a las tecnologías 802.11 (WiFi)

Programación en Java

- **Semana 6:**

10 Oct: Teoría, 2h, Tema 3

Tecnologías de WAN. ATM. PDH

11 Oct: Práctica en Laboratorio, 3h

Práctica 3



Plan de trabajo

- **Semana 7:**
 - 17 Oct: Problemas en grupo, Tema 2
 - 18 Oct: Teoría, 2h, Tema 4
MAC, Aloha
- **Semana 8:**
 - 24 Oct: Práctica en Laboratorio, 2h
Práctica 4 – grupo 1
 - 25 Oct: Teoría, 2h, Tema 4
CSMA/CD
- **Semana 9:**
 - 31 Oct: Práctica en Laboratorio, 2h
Práctica 4 – grupo 2
 - 1 Nov: *Festivo*
- **Semana 10:**
 - 7 Nov: Problemas en grupo (**incluye problema evaluable**), Tema 4
 - 8 Nov: Teoría, 2h, Tema 5, **PRIMER PARCIAL**, hasta Tema 3, 0.5h
Red Pública Telefónica Conmutada. Intensidad de tráfico



Plan de trabajo

- **Semana 11:**
14 Nov: Teoría, 2h, Tema 5
Modelado del tráfico de usuarios en redes de conmutación de circuitos. Bloqueo. Erlang-B
15 Nov: Práctica en Laboratorio, 3h
Práctica 5
- **Semana 12:**
21 Nov: Problemas en grupo (**incluye problema evaluable**), Tema 5
22 Nov: Teoría, 2h, Tema 6
Enrutamiento distance-vector
- **Semana 13:**
28 Nov: Teoría, 2h, Tema 6
Enrutamiento link-state
29 Nov: *Festivo*
- **Semana 14**
5 Dic: Problemas en grupo (**incluye problema evaluable**), Tema 6
6 Dic: *Festivo*



Plan de trabajo

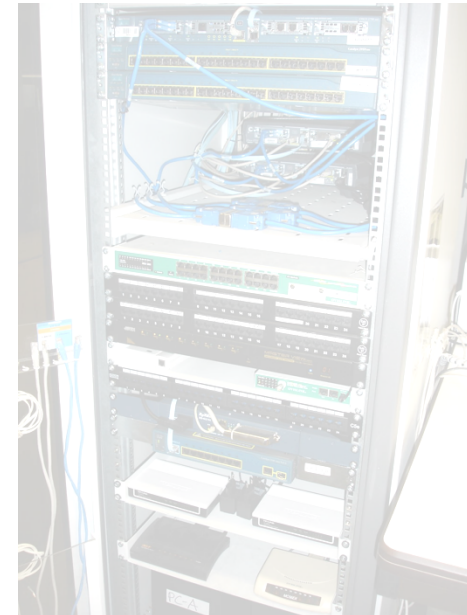
- **Semana 15:**
 - 12 Dic: Teoría, 2h, Tema 7
Transporte fiable. ARQ
 - 13 Dic: Teoría, 2h, Tema 7, **SEGUNDO PARCIAL**, hasta Tema 6, 0.5h
Ventana deslizante
- **Semana 16:**
 - 19 Dic: Problemas en grupo, Tema 7
 - 20 Dic: Práctica en Laboratorio, 3h
Práctica 6
- *Navidades*
- 18 Ene: **EXAMEN FINAL**, 16:00, 2h

Diciembre



Prácticas de laboratorio

1. Familiarización con Linux
2. Analizadores de red
3. Familiarización con Java
4. Retardos en LAN
5. Programación para problemas de redes I
6. Programación para problemas de redes II



Programación: ¿por qué?

- *Arquitectura de Redes, Sistemas y Servicios*
- Veremos que todos ellos se basan en protocolos
- Estos protocolos se implementan en software
 - Para hardware de propósito general (PC)
 - Para hardware especializado (ASIC)
- Ejemplos:
 - Software en router IP para calcular camino que deben seguir los paquetes de origen a destino
 - Software en PC para descargar un fichero de un servidor web
 - Software para el envío de un canal de TV sobre IP
 - Software para transmisión de Voz sobre una red de paquetes
 - etc.
- Vamos a ir viendo en varias asignaturas cómo se implementan estos protocolos y aplicaciones
- Es una forma de entender cómo funcionan servicios como la web, VoIP, las decisiones de encaminamiento de routers, etc

```
return unless admin_or_seller  
respond_to do |format|  
  if @person.update_attributes(params)  
    flash[:notice] = 'Person was successfully updated'  
    format.html { redirect_to(person_path(@person), :notice => false) }  
    format.xml { head :ok }  
  else  
    format.html { render :action => :update }  
    format.xml { render :action => :update }  
  end  
end  
end
```

Java: ¿por qué?



- Gran cantidad de lenguajes de programación
- Ejemplos:
 - Pascal
 - Útil en aprendizaje de conceptos básicos de programación
 - Bajo uso en implementaciones reales
 - C
 - Muy potente, muy bajo nivel, mucho control sobre lo que se hace
 - Muy empleado en SS.OO. Unix, en embebidos, cuando se debe programar muy cerca del lenguaje máquina
 - “Duro”
 - C++
 - Similar a C pero más estructurado
 - Python, ruby, PHP, perl ...
 - Lenguajes de script (normalmente interpretados en vez de compilados)
 - Muy flexibles (APIs), más sencillos pero con peor rendimiento
 - Java
 - Gran cantidad de APIs
 - Máquina virtual (más protección ante fallos en el programa)
 - Muy utilizado en servicios web

Programación en Java: ¿Cómo?

- Iremos poco a poco en varias asignaturas introduciendo conceptos y practicando
- Mayor uso en la especialización en Telemática
 - Desarrollo de servicios (Web, VoIP, IPTV, P2P, etc)
 - Diseño de protocolos
 - Simulación de redes

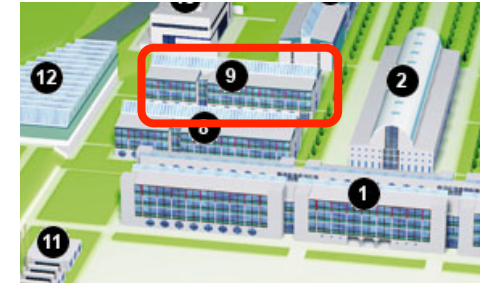


Prácticas: ¿dónde?

- Edificio de Los Pinos
- Laboratorio de Telemática 1
 - Segunda planta
 - Al fondo a la izquierda



- Laboratorio de Telemática 2
 - Primera planta
 - Pasillo central a mano izq.



Laboratorio de Telemática 1



Laboratorio de Telemática 1



Laboratorio de Telemática 2



Evaluación

- 53% evaluación continua durante el semestre
 - 17% *homeworks* individuales casi todas las semanas
 - 16% ejercicios en grupos en el aula (4 x 4%): 19 Sept, 7 Nov, 21 Nov y 5 Dic
 - 20% parciales (2 x 10%): 8 Nov y 13 Dic
- 30% prácticas de laboratorio
 - Algunas corregidas en el momento de su realización
 - Otras entrega o enseñar un software
- 25% examen final (2h, con libros y apuntes)
- Notas mínimas:
 - Parciales + Final (45%) : al menos 15% (en total)
 - 50% del total (no 54%) para aprobar ($55+20+35 = 108\%$)



Organización de las sesiones

- Sesiones de 2h de teoría
 - 1h+1h con una breve pausa
 - Sed puntuales
- Sesiones de 2h de problemas en grupo
 - Sin pausa
 - En los últimos 20-30min el evaluable
 - Sed puntuales
- Parciales
 - Extendiendo 30min una clase de 2h
- Prácticas de laboratorio
 - Sesiones de 2h o de 3h
 - Sed puntuales



Horas presenciales

- 60 Horas en el aula/laboratorio
 - 32h de Clases Magistrales (grupo grande)
 - Transparencias
 - 12h de Problemas en grupo (grupo grande)
 - Hojas de problemas, grupos creados por los profesores para cada sesión
 - Al final problema evaluable
 - 15h de Prácticas en Laboratorio (grupo pequeño)
 - En grupo según el número de matriculados
 - 1h en 2 Exámenes parciales (grupo grande)
 - 8 de Noviembre y 13 de Diciembre
- 2h en Examen final (plenario)
 - 18 de Enero, 16:00

Evaluación

Resuelve la ecuación:

$$\frac{1}{n} \sin x = ?$$

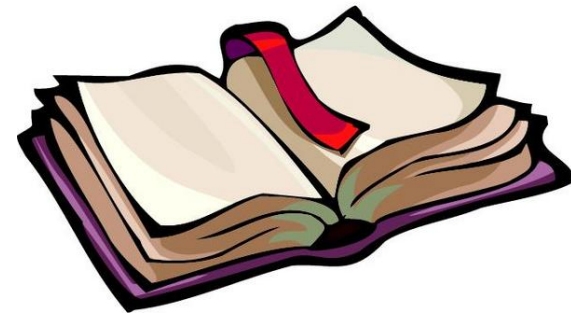
$$\frac{1}{n} \sin x =$$

$$\sin x = 6 \quad ?$$

- ¿Qué debo hacer para suspender?
 - Memorizar sin entender
 - Estudiar solo el contenido de las transparencias de clase
 - No leer ningún libro
 - Ver soluciones de problemas sin intentarlos antes
 - No hacer las prácticas, intentar copiarlas y no intentar entenderlas
- Yo quiero aprobar... ¡Incluso quiero aprender!
 - Intenta entender cómo funcionan las cosas

Bibliografía básica

- [Kurose10] James F. Kurose, Keith W. Ross. “Computer Networking. A top-down approach”, Ed. Addison-Wesley, 5ª edición (2010)
- [Stallings11] William Stallings. “Data and Computer Communications”, Ed. Prentice Hall, 9ª edición (2011)



Administrativo

Profesores

Daniel Morató

- Temas 1, 2, 3 y 5
- Prácticas de laboratorio



Míkel Izal

- Temas 4, 6, 7 y 8
- Prácticas de laboratorio



Cómo localizarme



- daniel.morato@unavarra.es
- <http://www.tlm.unavarra.es/~daniel>
- Despacho en la segunda planta del edificio de Los Pinos
- Despacho en la ETSIIT
- Mirad mi agenda pública (en mi web)
- Tutorías:
 - Lunes 11:00-12:00
 - Martes 10:00-11:00
 - Miércoles 10:00-12:00
 - Viernes 10:00-12:00
 - Mirad antes: <http://tinyurl.com/drmorato-public-cal>



Cómo localizar a Míkel

- mikel.izal@unavarra.es
- <http://www.tlm.unavarra.es/~mikel>
- Despacho en la segunda planta del edificio de Los Pinos
- Tutorías:
 - Martes 10:30-12:30 y 16:30-18:30
 - Miércoles 17:30-19:30



Sobre nosotros...

- Ingenieros de Telecomunicación y Doctores Ingenieros de Telecomunicación por la UPNA
- Investigación:
 - Redes:
 - Redes ópticas de alta velocidad. Diseño y análisis de rendimiento
 - Monitorización:
 - Creación de herramientas de monitorización de tráfico
 - Análisis de la calidad obtenida por los usuarios
 - Protocolos:
 - Funcionamiento de TCP/IP, rendimiento y mejoras
 - Servicios:
 - Diseño y creación de servicios web
 - VoIP
 - Streaming de vídeo
 - Proyectos: Nacionales (ministerio), Europeos, DARPA (EE.UU.), aceptamos colaboradores!!!

