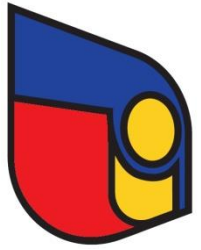




Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Departamento de Telemática



Sistemas de Conmutación

Introducción a las Redes de Conmutación



Dr. Ing. Álvaro Rendón Gallón
Popayán, abril de 2019

Red Inalámbrica GSM/GPRS (13 RBS)

Red Inalámbrica WIMAX (RFP)

Red Inalámbrica TETRA (7 SBS)

Unidades de Acceso Multiservicio UAM

Red de Datos ATM/FR

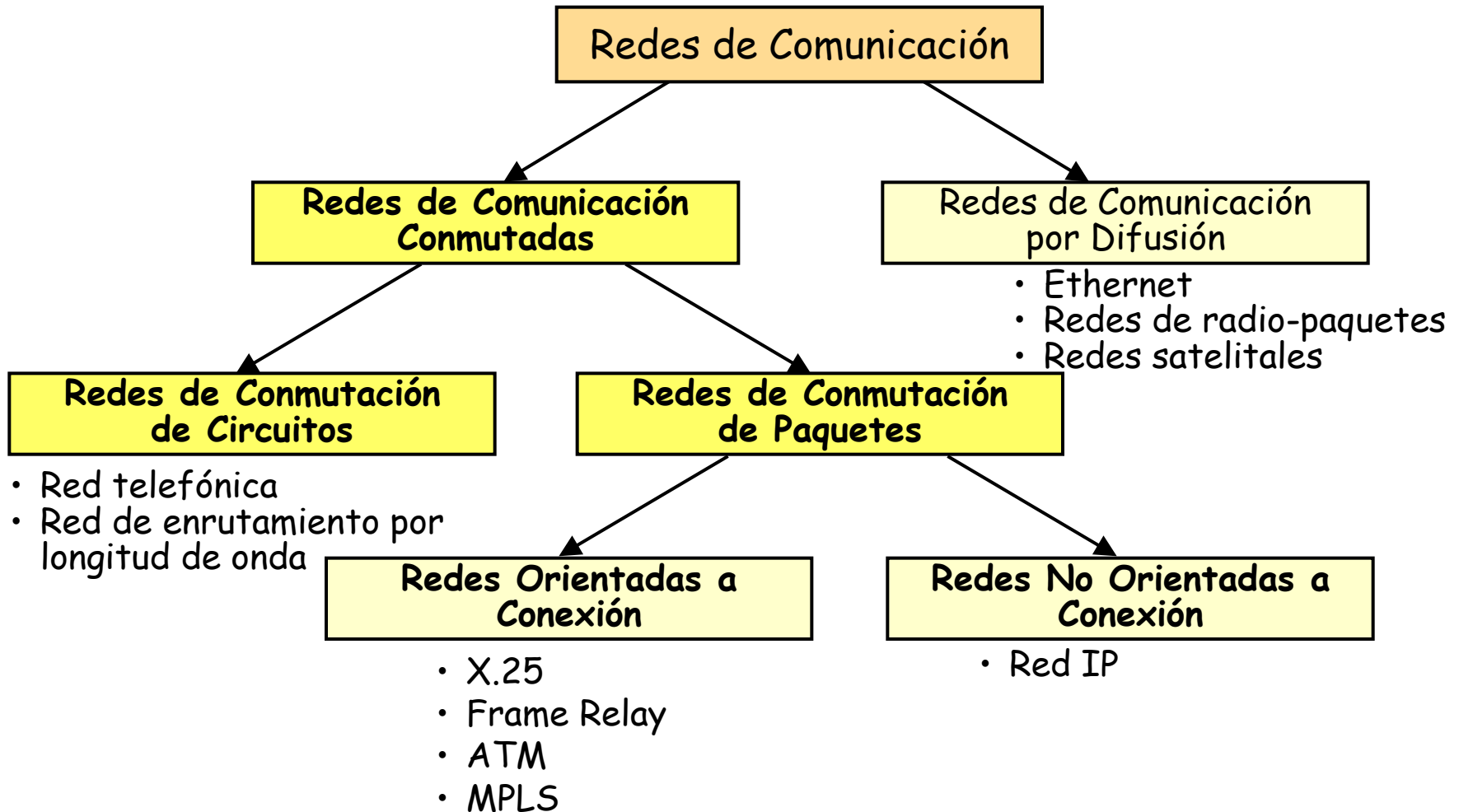


Temario

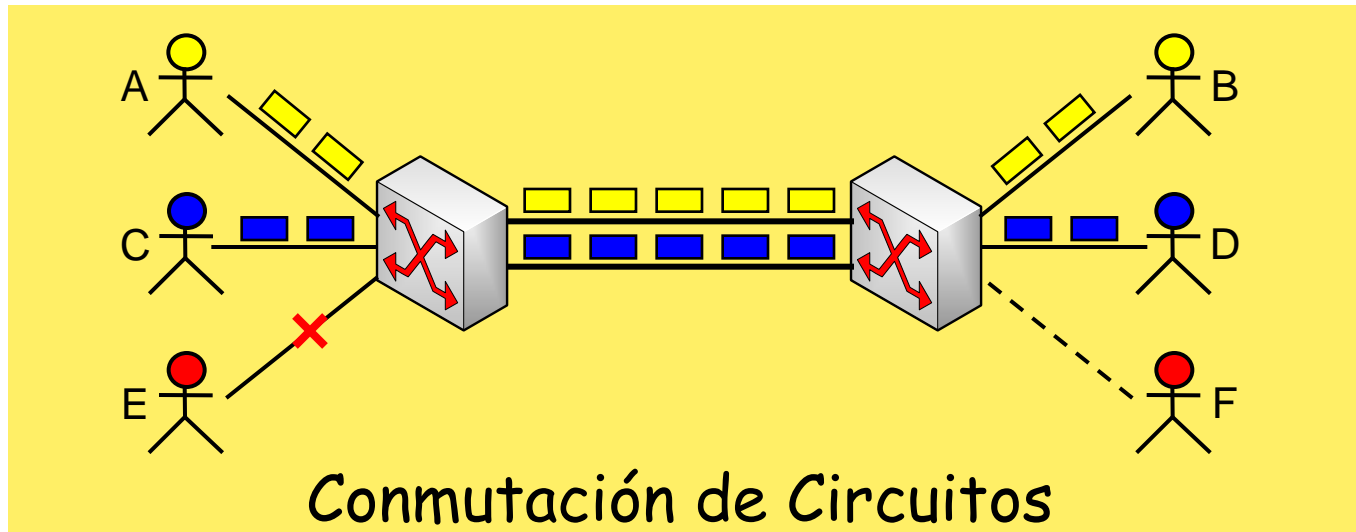
- Conmutación de Circuitos y de Paquetes
- Evolución y Convergencia
- Redes de Nueva Generación (NGN)
- Arquitectura de la Red Multiservicios
- Subsistema Multimedia IP (IMS)



Redes de comunicaciones



Conmutación de Circuitos vs Conmutación de Paquetes

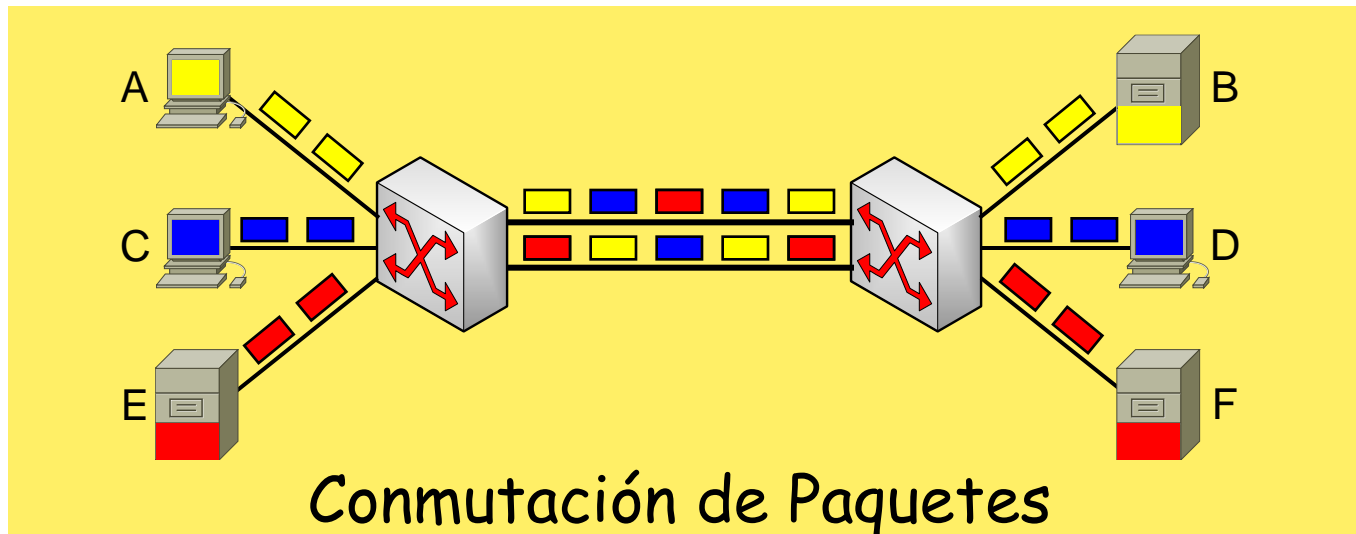


Un circuito (físico o un canal) dedicado para la comunicación entre los usuarios (apropiado para telefonía)

Requiere establecimiento y liberación

El establecimiento requiere capacidad disponible de circuitos y conmutadores

Conmutación de Circuitos vs Conmutación de Paquetes



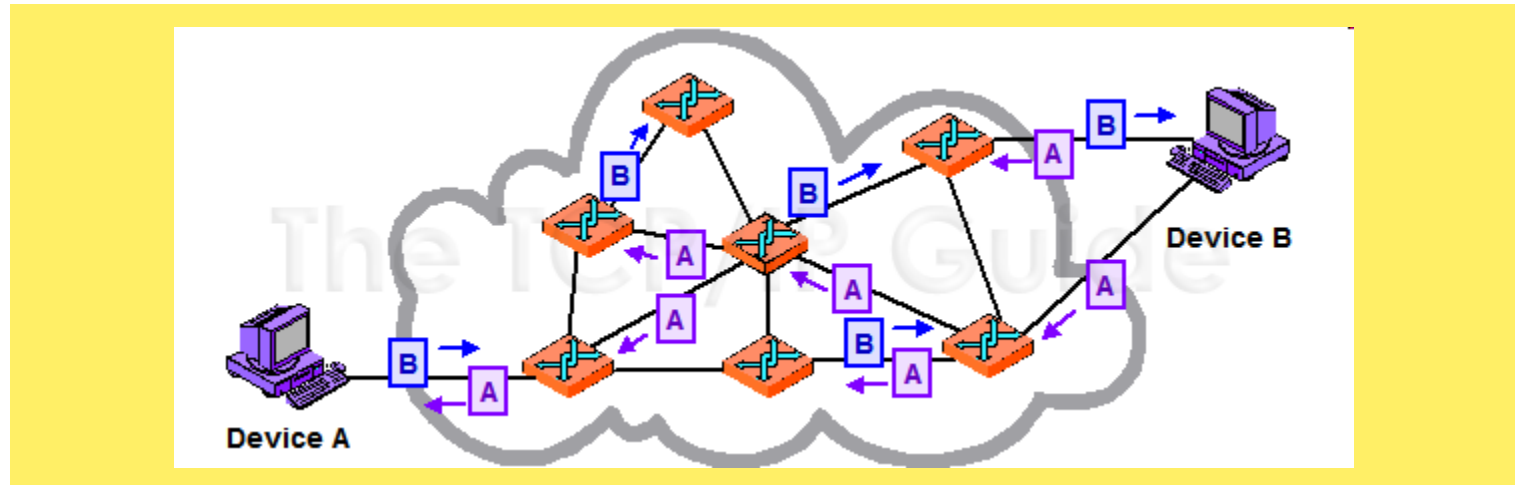
Los circuitos son compartidos entre las diferentes conexiones (uso más eficiente en transmisión de datos)

Todos los datos son agrupados en paquetes

La velocidad de transferencia de los paquetes varía en función del estado de la red

Comunicación Orientada a Conexión vs No Orientada a Conexión

Comunicación No Orientada a Conexión (*Connectionless*)



Cada paquete se procesa en forma independiente en los nodos y puede seguir una ruta distinta: **Datagrama**

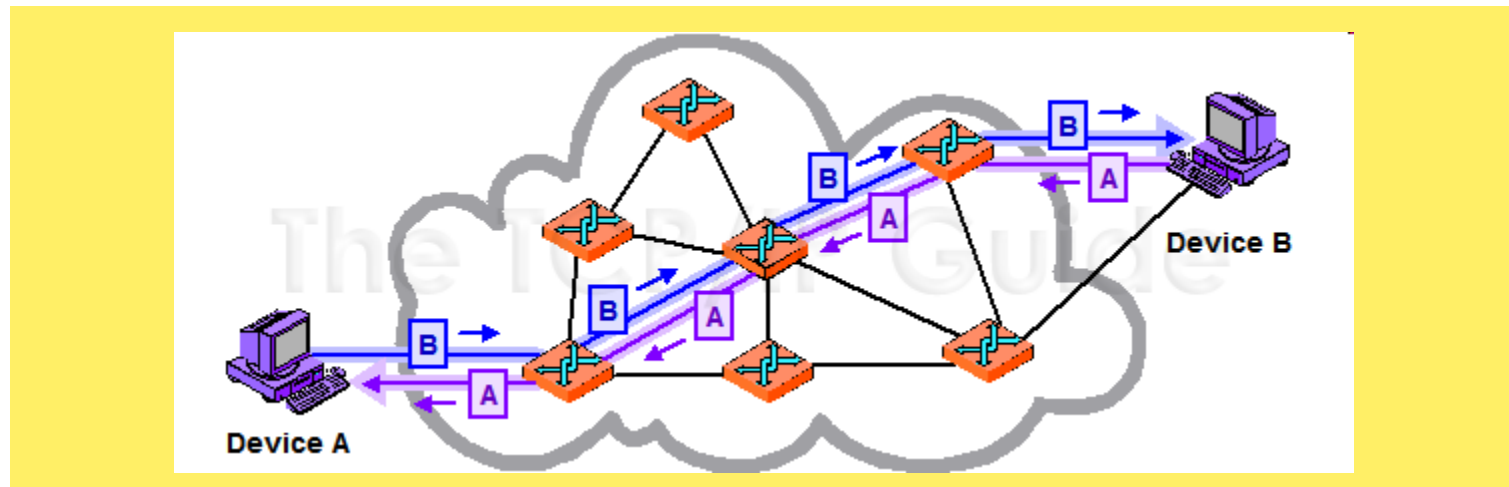
Cada paquete lleva la identificación del **destino**

Los paquetes pueden llegar en desorden o perderse

El receptor reordena y recupera los paquetes

Comunicación Orientada a Conexión vs No Orientada a Conexión

Comunicación Orientada a Conexión (Connection-Oriented)



Los paquetes siguen una ruta establecida antes de iniciar la transferencia: **Circuito Virtual** (conmutado o permanente)

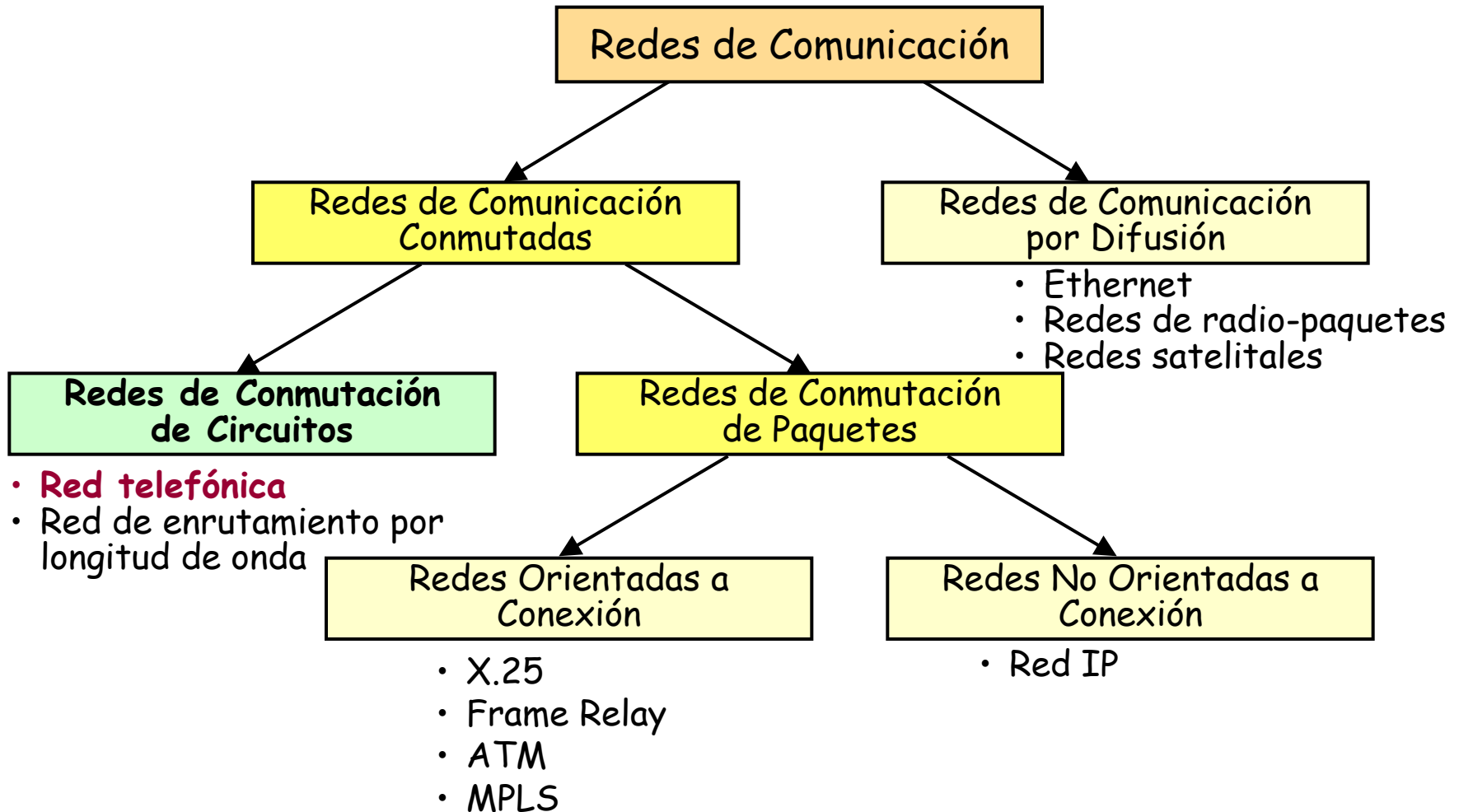
Requiere establecimiento y liberación

Cada paquete lleva la identificación del **circuito virtual** \rightleftarrows

La red puede hacer secuenciación y control de errores



Evolución y Convergencia





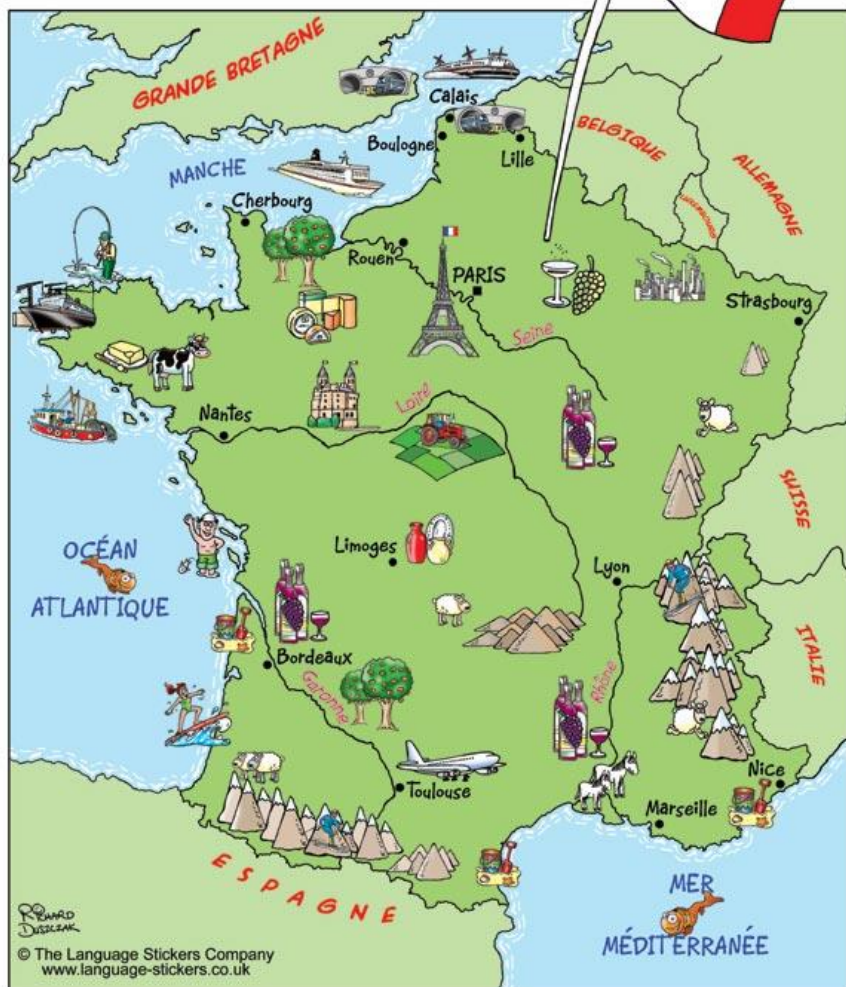
Los inicios (1794)



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Libertad, igualdad, fraternidad
... y telecomunicaciones !

LA FRANCE





Los inicios (1794)

El 15 de agosto de 1794, en plena Revolución Francesa, el ejército francés recuperó la localidad de Condé-sur-l'Escaut, en la actual frontera con Bélgica, del dominio de austriacos y prusianos, quienes hacían parte de una poderosa coalición que tenía rodeada la naciente república.

La noticia llegó a París, a 230 Km, menos de una hora después de terminada la operación, gracias al primer mensaje oficial enviado a través de la línea de **telegrafía óptica** instalada entre Lille y París por Claude Chappe.

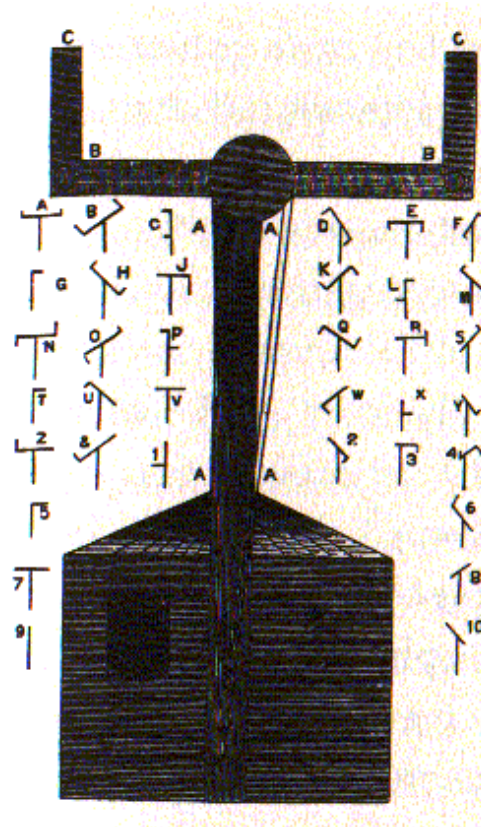
Este hecho es considerado como el inicio de la era de las telecomunicaciones (Hurdeman, 2003).



Telegrafía Óptica



Semáforo de Chappe (1)



Telégrafo y código (2)



Semáforo óptico de Claude Chappe en Nalbach (Alemania) (3)

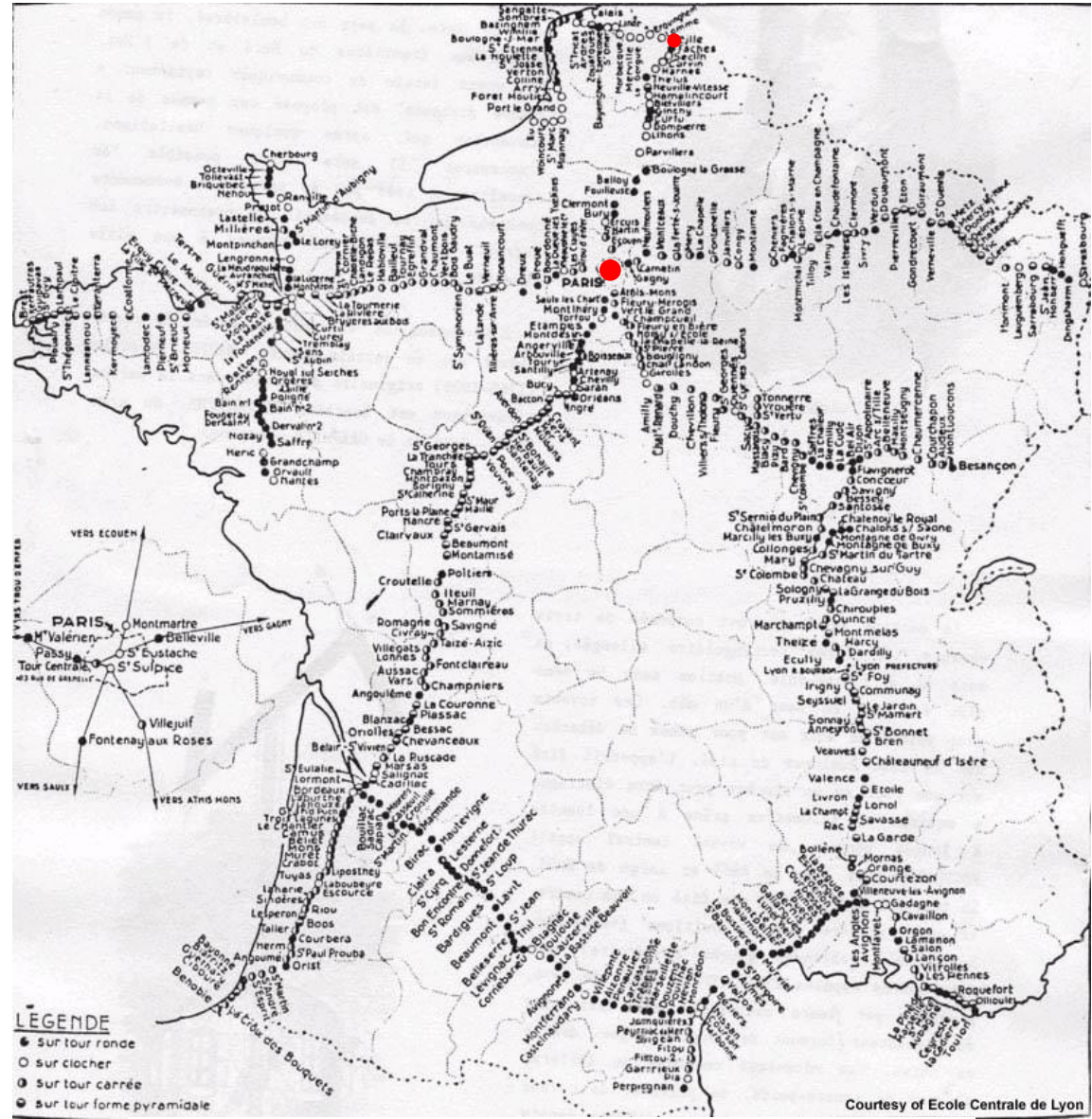
(1) http://en.wikipedia.org/wiki/Claude_Chappe

(2) http://people.ucalgary.ca/~bakardji/ElectricComm/optical_telegraph.html

(3) http://en.wikipedia.org/wiki/Semaphore_line



Red francesa de Telegrafía Óptica

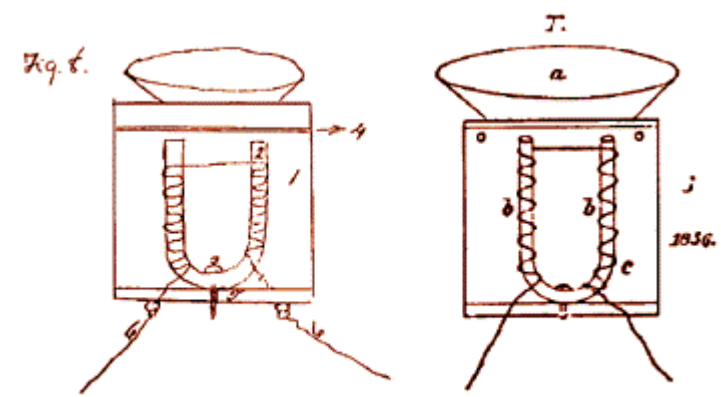
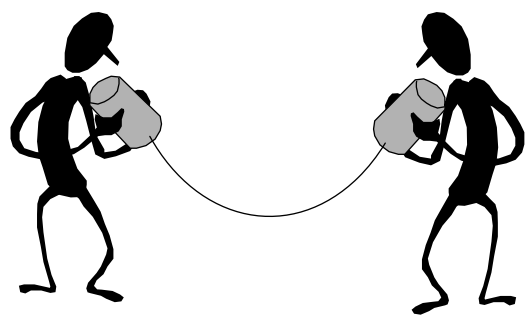




Invención del teléfono (Antonio Meucci, 1871)



El primer teléfono de Antonio Meucci





Centrales manuales (Tivadar Puskás, 1877)¹



1922 PABX Hasler

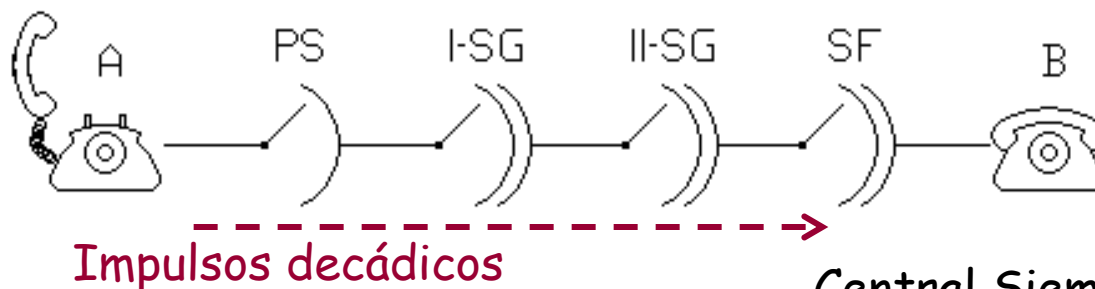


La conexión entre los abonados
es establecida de manera
manual por las operadoras
(Strowger: el factor humano!)

¹ Hungarian Patent Office, 1996



Centrales de mando directo (1892)



Central Siemens F1



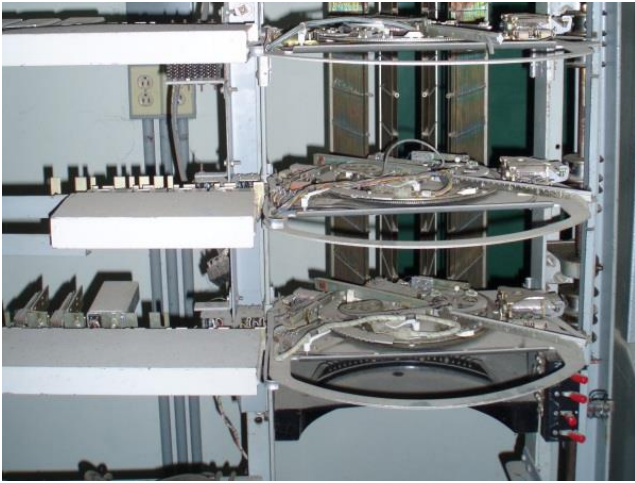
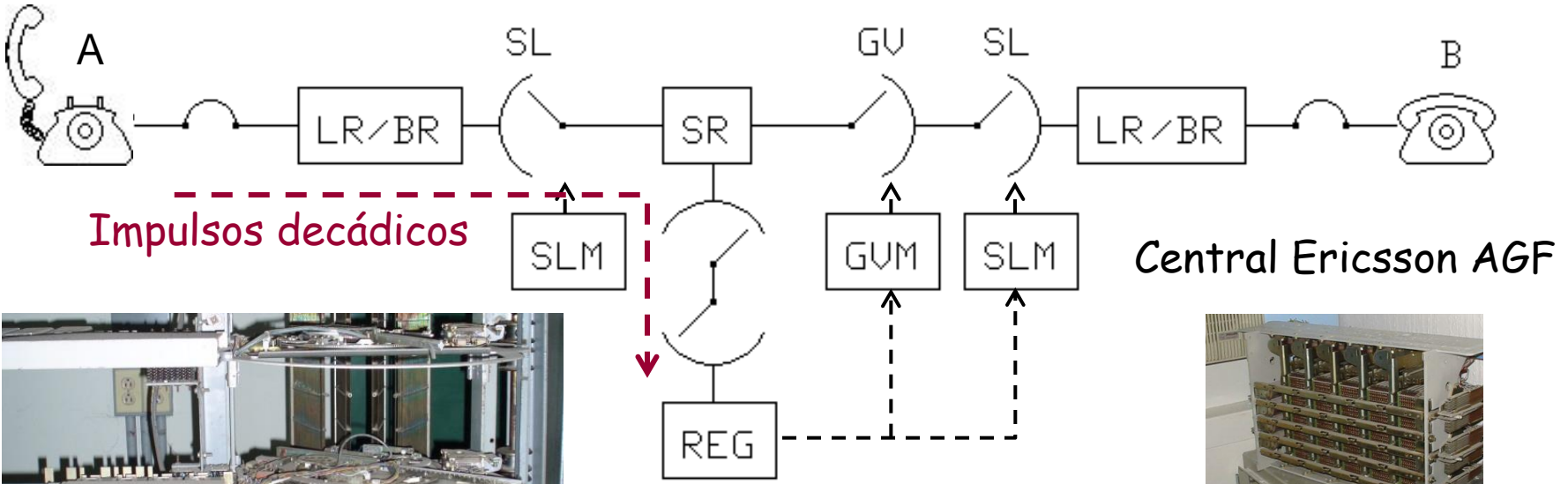
Uniselector
(10 salidas)



Selector de elevación
y giro (100 salidas)

La conexión entre los abonados es establecida por los selectores, a partir de los impulsos generados por el teléfono del abonado llamante

Centrales de mando indirecto (1910)



Selector de 500 líneas

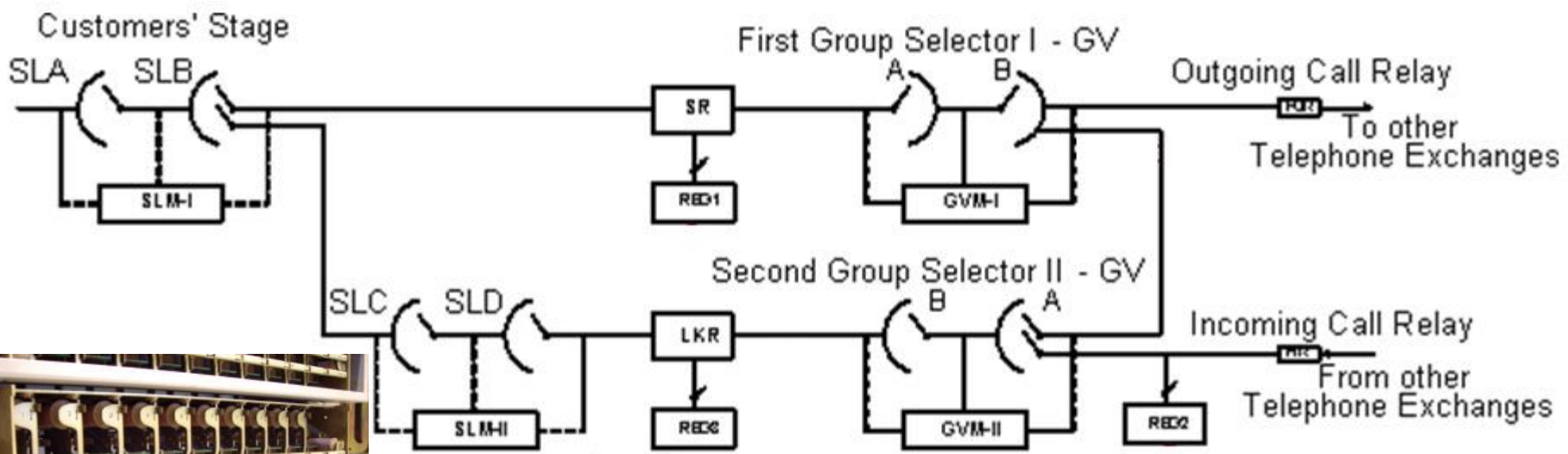


Los impulsos enviados por el abonado A se almacenan en un Registro

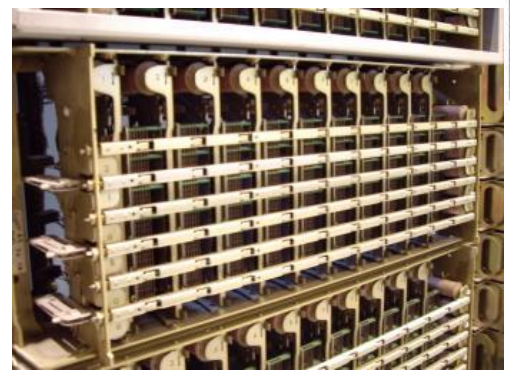
Esta información (número de B) es usada para controlar los selectores



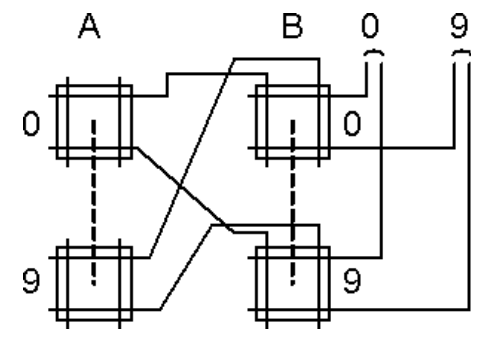
Centrales de selectores de coordenadas (crossbar) (1926)



Central Ericsson ARF

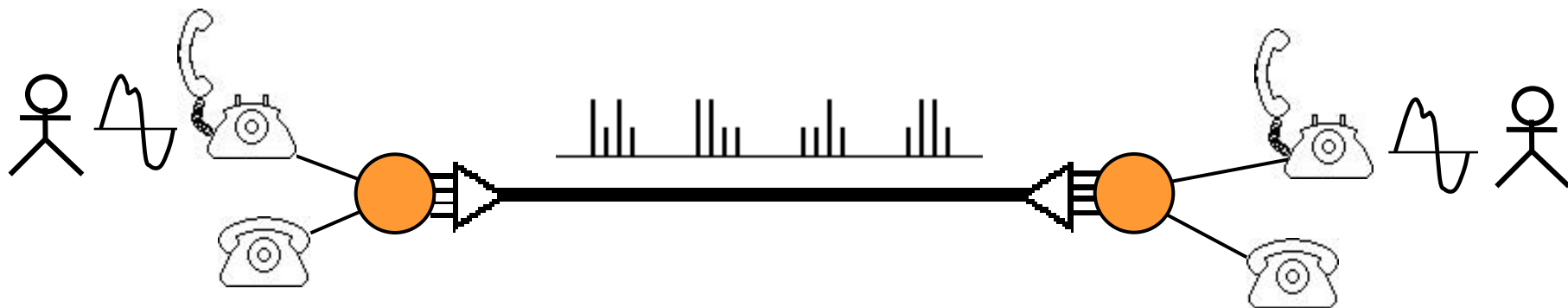


Selector de coordenadas



El control evalúa las salidas y elige una ruta antes de establecer la conexión

Digitalización de los enlaces (1962) (Modulación por Impulsos Codificados)



La voz es digitalizada y multiplexada en las troncales:
Red TDM (Time Division Multiplex)

Jerarquía Digital Plesiócrons (PDH)

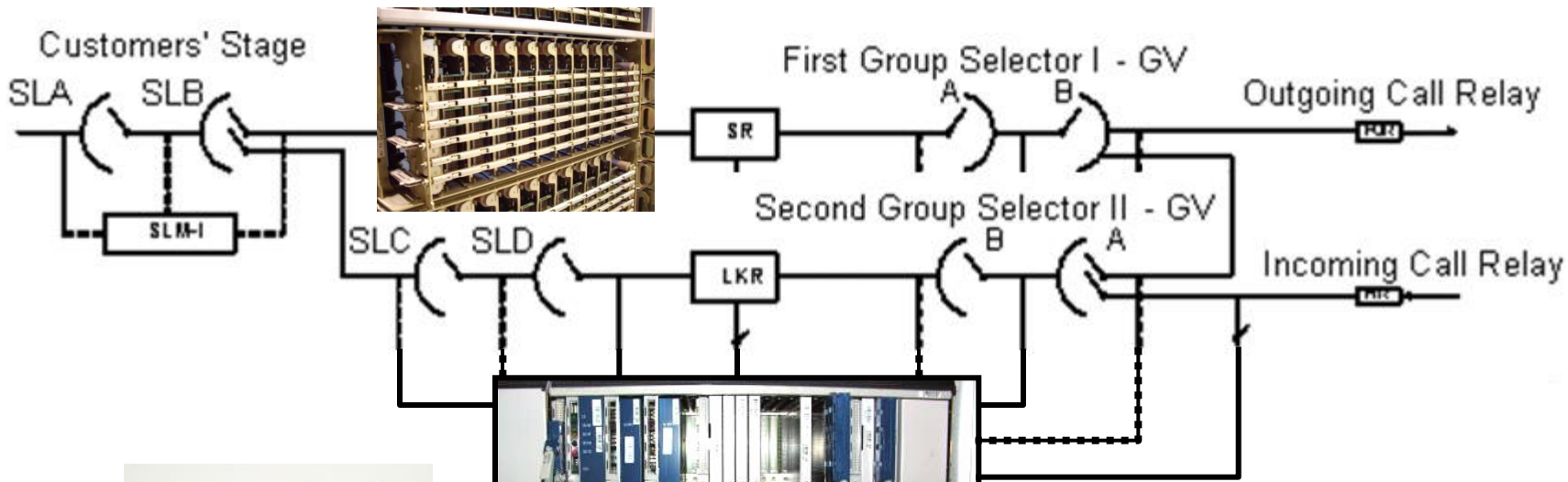
Orden	Canales	Tasa (Kbps)
E1	30	2.048
E2	120	8.448
E3	480	34.368
E4	1.920	139.264
E5	7.680	565.148

Jerarquía Digital Síncrona (SDH)

Nivel	Velocidad de bit	Vel. Abrev.
STM-0	51,84 Mbps	51 Mbps
STM-1	155,52 Mbps	155 Mbps
STM-4	622,08 Mbps	622 Mbps
STM-16	2.488,32 Mbps	2,5 Gbps
STM-64	9.953,28 Mbps	10 Gbps
STM-256	39.813,12 Mbps	40 Gbps

480.000 aprox. ←

Centrales de Control por Programa Almacenado (SPC) (1965)



Procesador APZ

Central Ericsson ARE

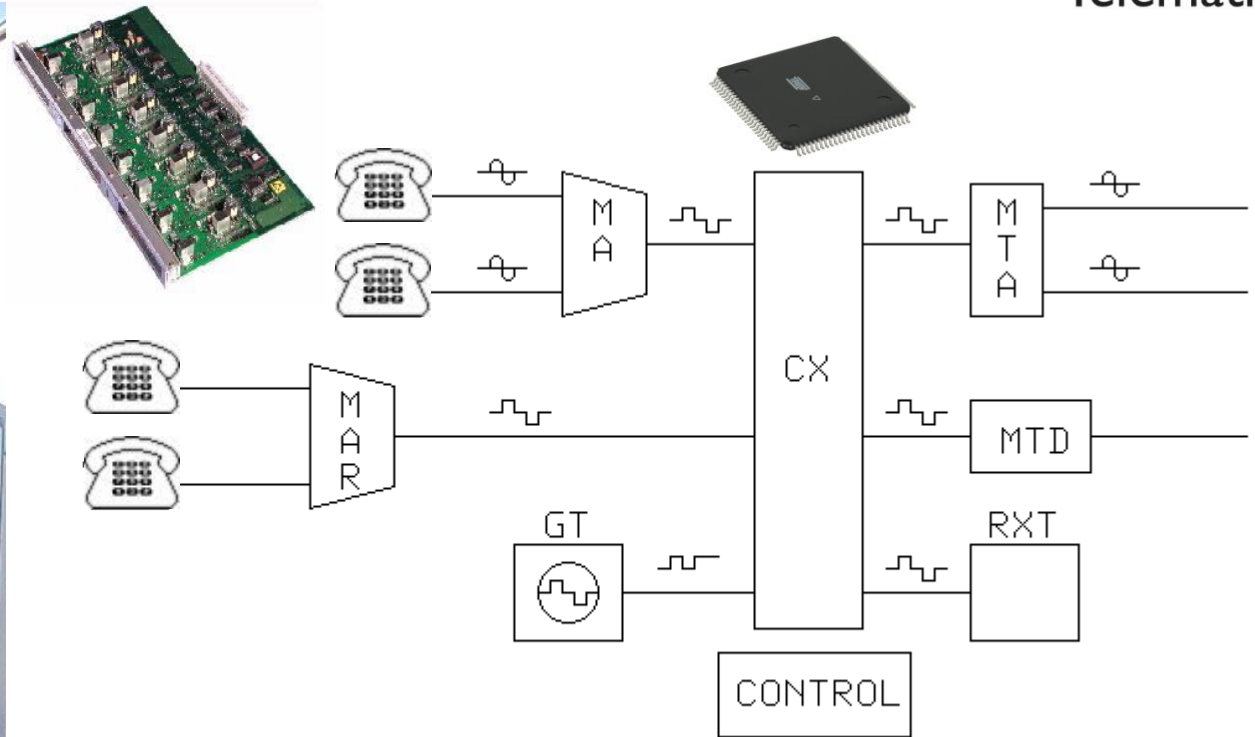
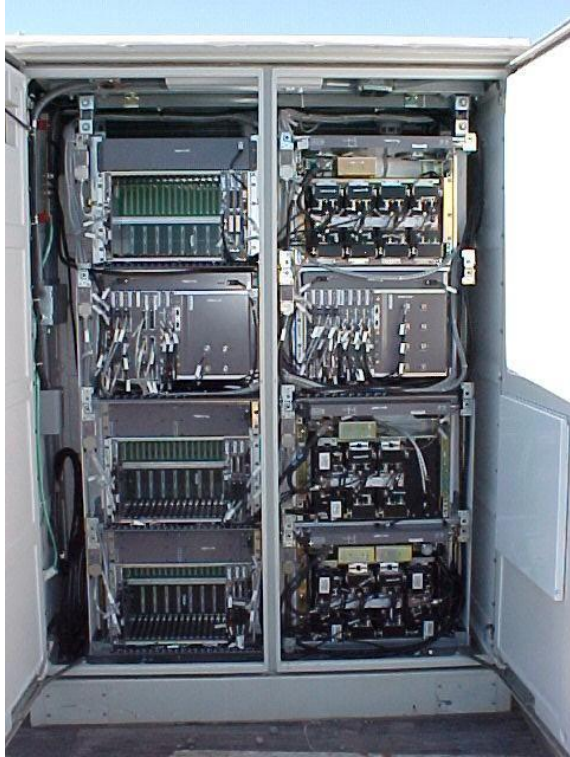
SPC: Stored Program Control
 El control es realizado por un procesador digital
 Ericsson:

- Procesador APZ
- Lenguaje PLEX

- ENIAC (tubos, diodos, relés): 1946
- 1er transistor silicio: 1954
- PDP-8 (DTL): 1965



Centrales digitales (1971)



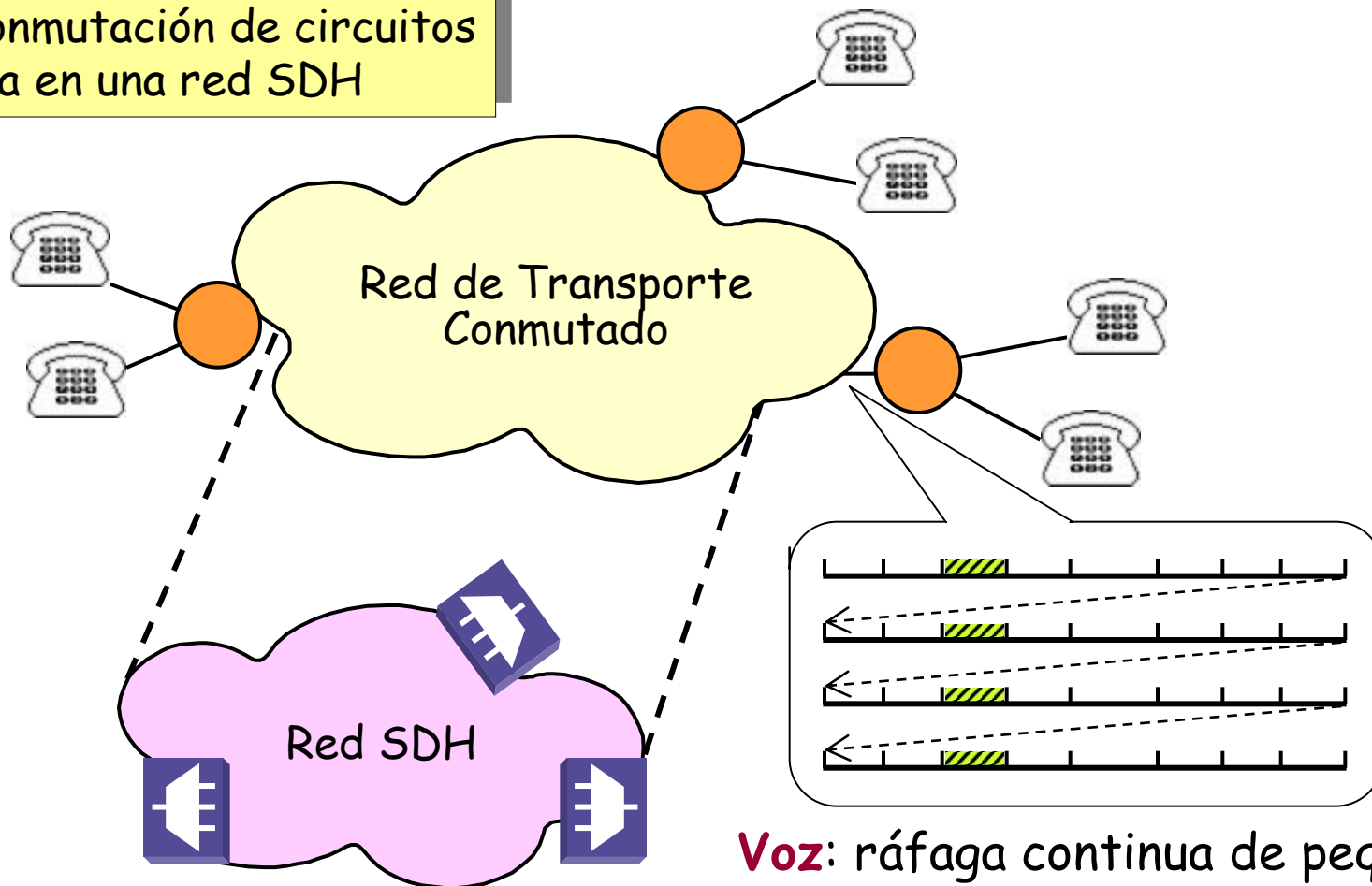
La voz es digitalizada en la interfaz de abonado

La conmutación es realizada por circuitos electrónicos



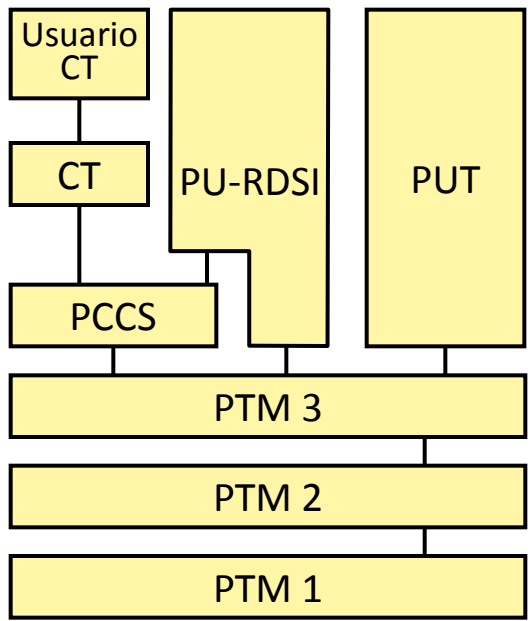
Red Digital Integrada

Red de conmutación de circuitos
Soportada en una red SDH



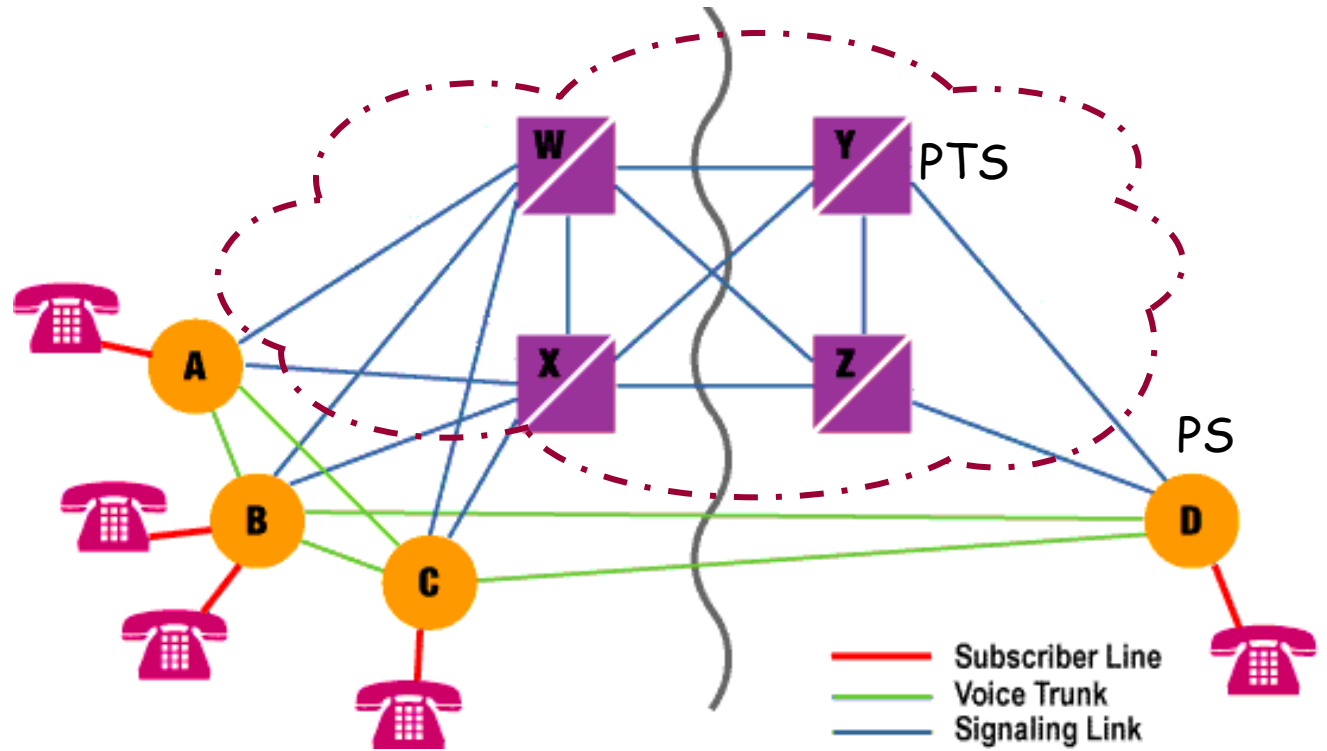
Voz: ráfaga continua de pequeños paquetes de datos a 64 Kbps

Sistema de Señalización No. 7 (SS7) (1980)



Pila de protocolos

Red de Señalización



Enlaces de voz y señalización separados

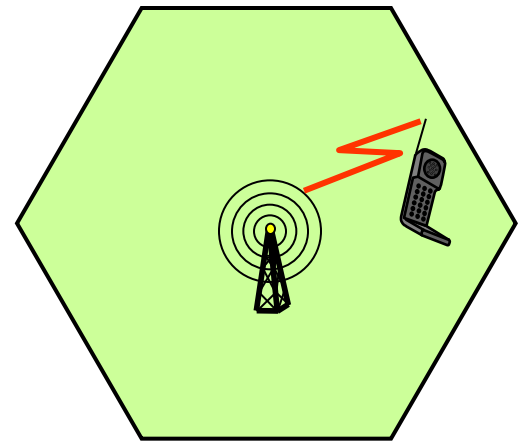
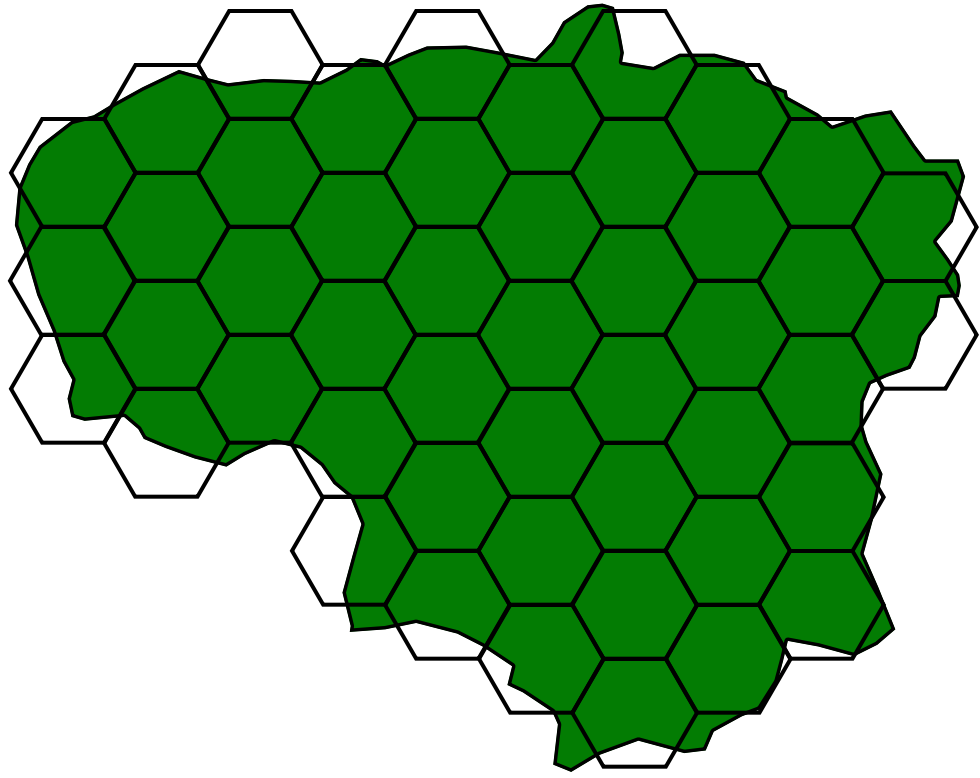
PS: Punto de Señalización
 PTS: Punto de Transferencia de Señalización

Sistema de Señalización No. 7 (SS7)

SS7 ofrece soporte para:

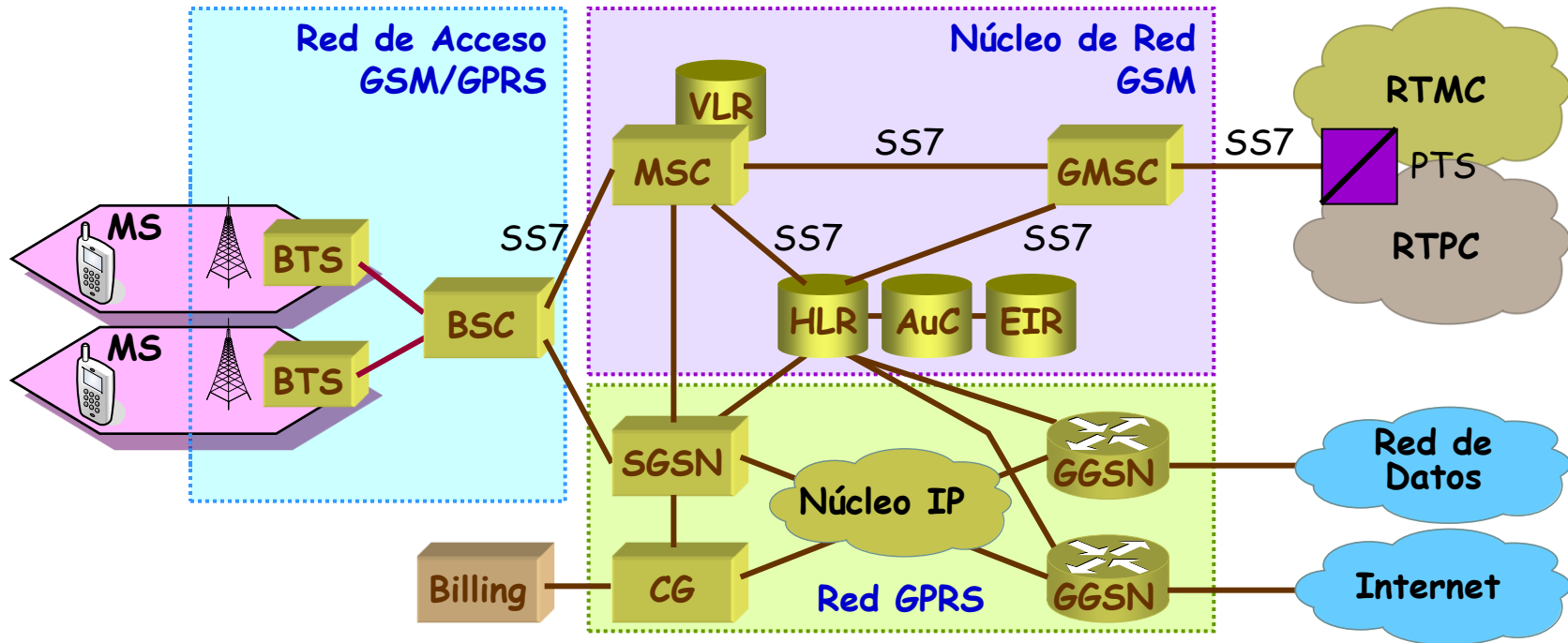
- Red de Telefonía Móvil Celular (RTMC)
- Red Digital de Servicios Integrados (RDSI)
- Redes Inteligentes (RI)
- Interconexión Red Inteligente/Telefonía IP
- OA&M: Operación, Administración y Mtto.

Telefonía Móvil Celular (1983)





Telefonía Móvil Celular



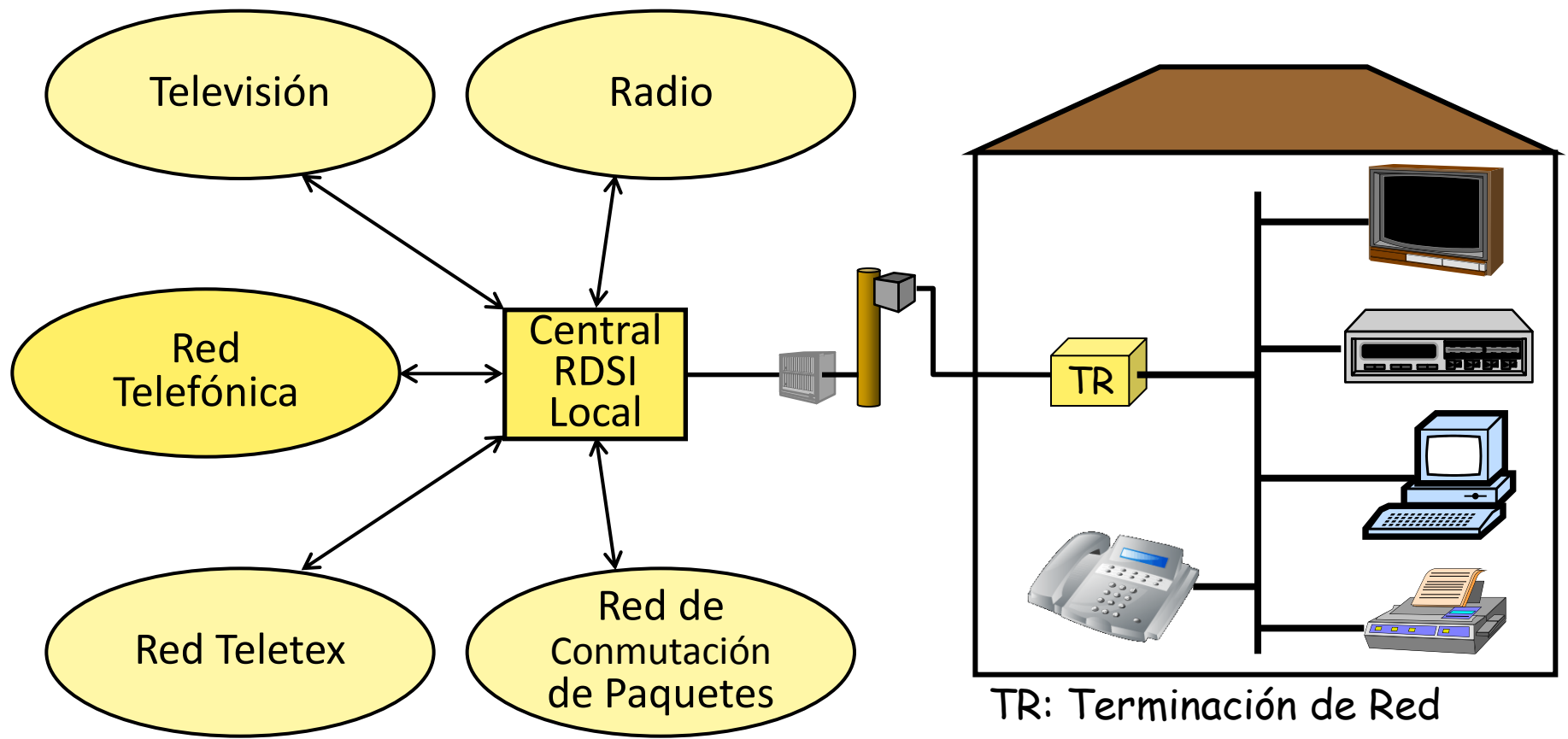
MS Mobile Station
 BTS Base Transceiver Station
 BSC Base Station Controller
 HLR Home Location Register
 VLR Visitor Location Register

MSC Mobile Services Switching Center
 EIR Equipment Identity Register
 AuC Authentication Center

SGSN Serving GPRS Support Node
 GGSN Gateway GPRS Support Node
 CG Charging Gateway

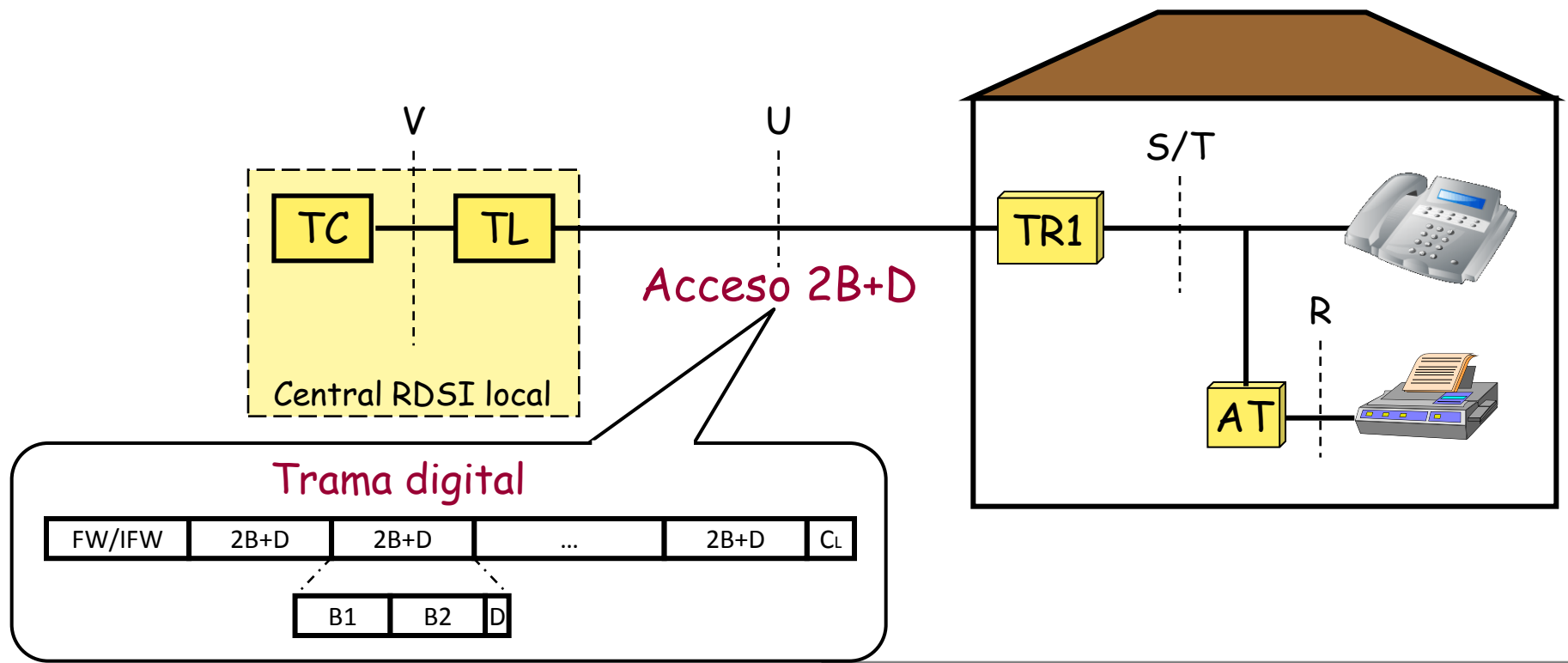
RTPC: Red Telefónica Pública Conmutada
 RTMC: Red de Telefonía Móvil Celular

Red Digital de Servicios Integrados (RDSI) (1988)



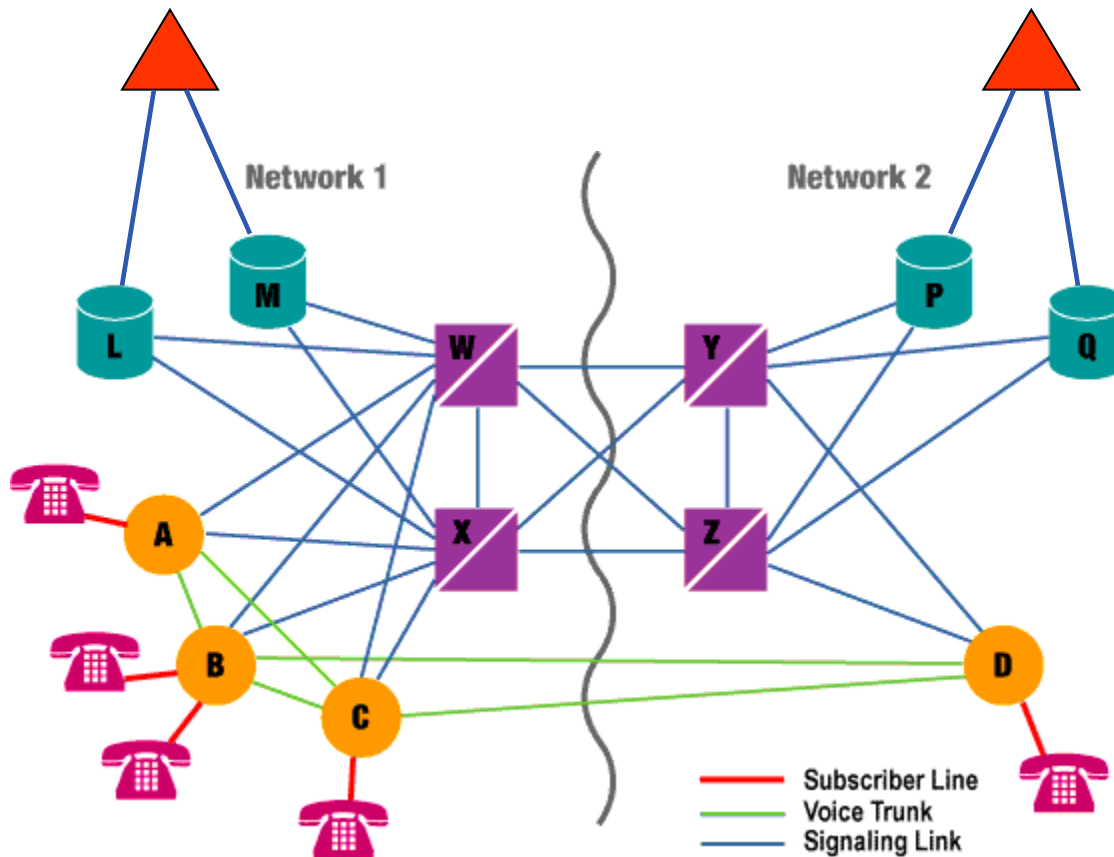
Define un **acceso integrado** a los distintos servicios

Red Digital de Servicios Integrados (RDSI)



Culmina el proceso de digitalización de la red de telecomunicaciones

Redes Inteligentes (1989)

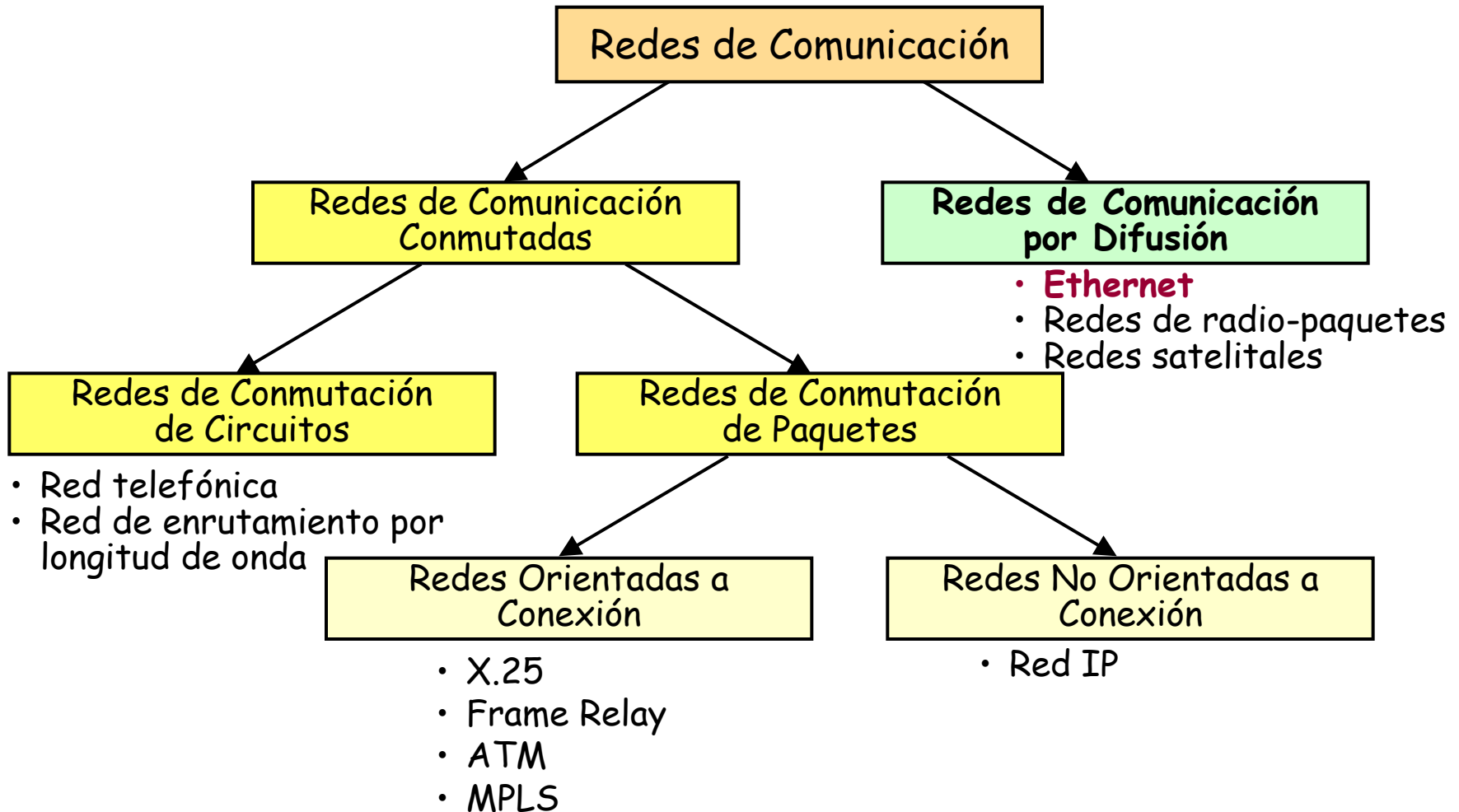


- Servicio 800 avanzado
- Servicio 900
- Televotación
- Red Privada Virtual
- Tarjeta de Llamada
- Número Personal
- Portabilidad de Número Local

Primera **arquitectura convergente Telco-TI** para la implementación de servicios avanzados



Evolución y Convergencia

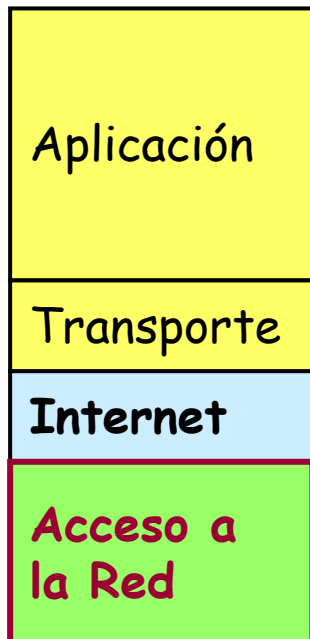




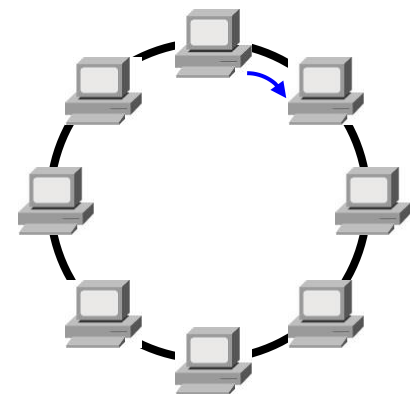
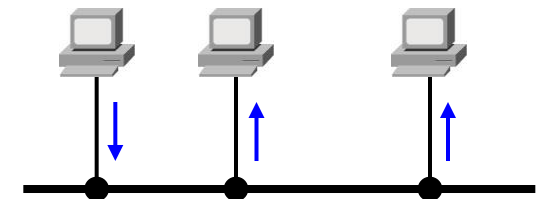
Redes de Área Local (LAN)

- Interconectan computadores
- Protocolos de acceso al medio (nivel 2)
- Establecen a cuál nodo se le permite acceder al medio (único) de comunicación en un instante dado
 - CSMA/CD: Ethernet (IEEE 802.3)
 - Token Bus: IEEE 802.4
 - Token Ring: IEEE 802.5

Modelo TCP/IP



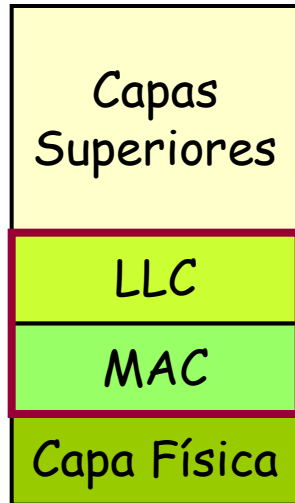
La información es transferida a todos los computadores conectados: Difusión





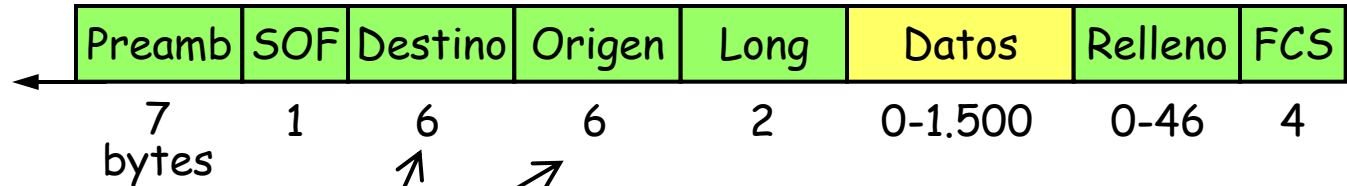
CSMA/CD (Ethernet) (1976)

Pila de protocolos



LLC: Logical Link Control
MAC: Media Access Control

Formato de la Trama MAC



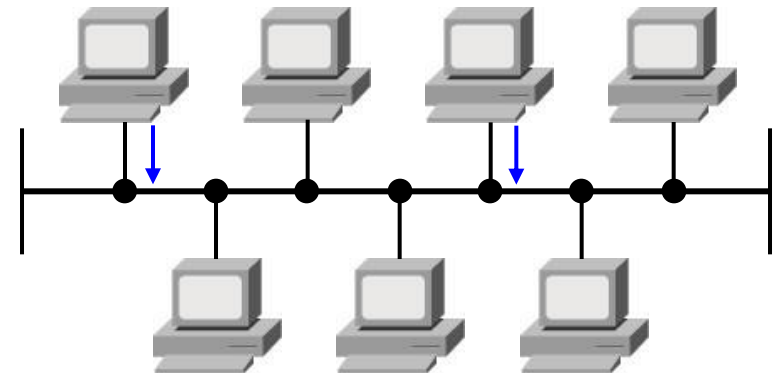
Direcciones MAC
Ej: 00-B0-D0-86-BB-F7

Preamb.: 10101010101010...

SOF: Start Of Frame
101010**11**

Relleno: trama \geq 64 bytes

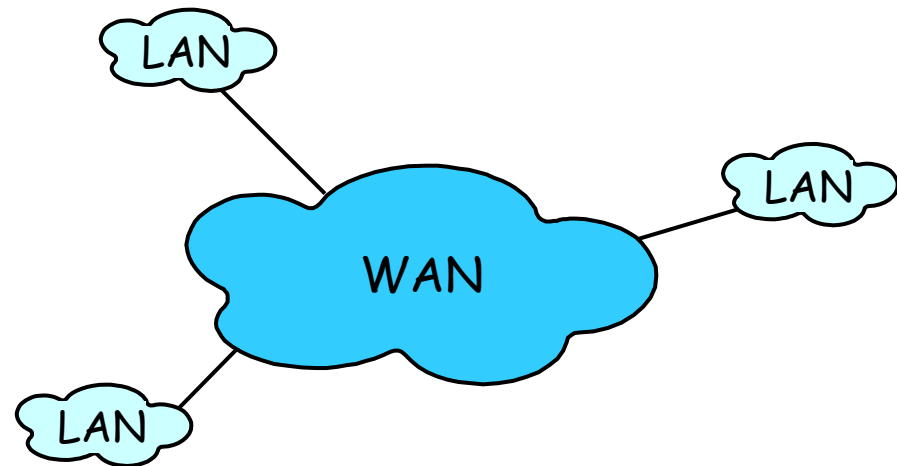
FCS: Frame Check Sequence





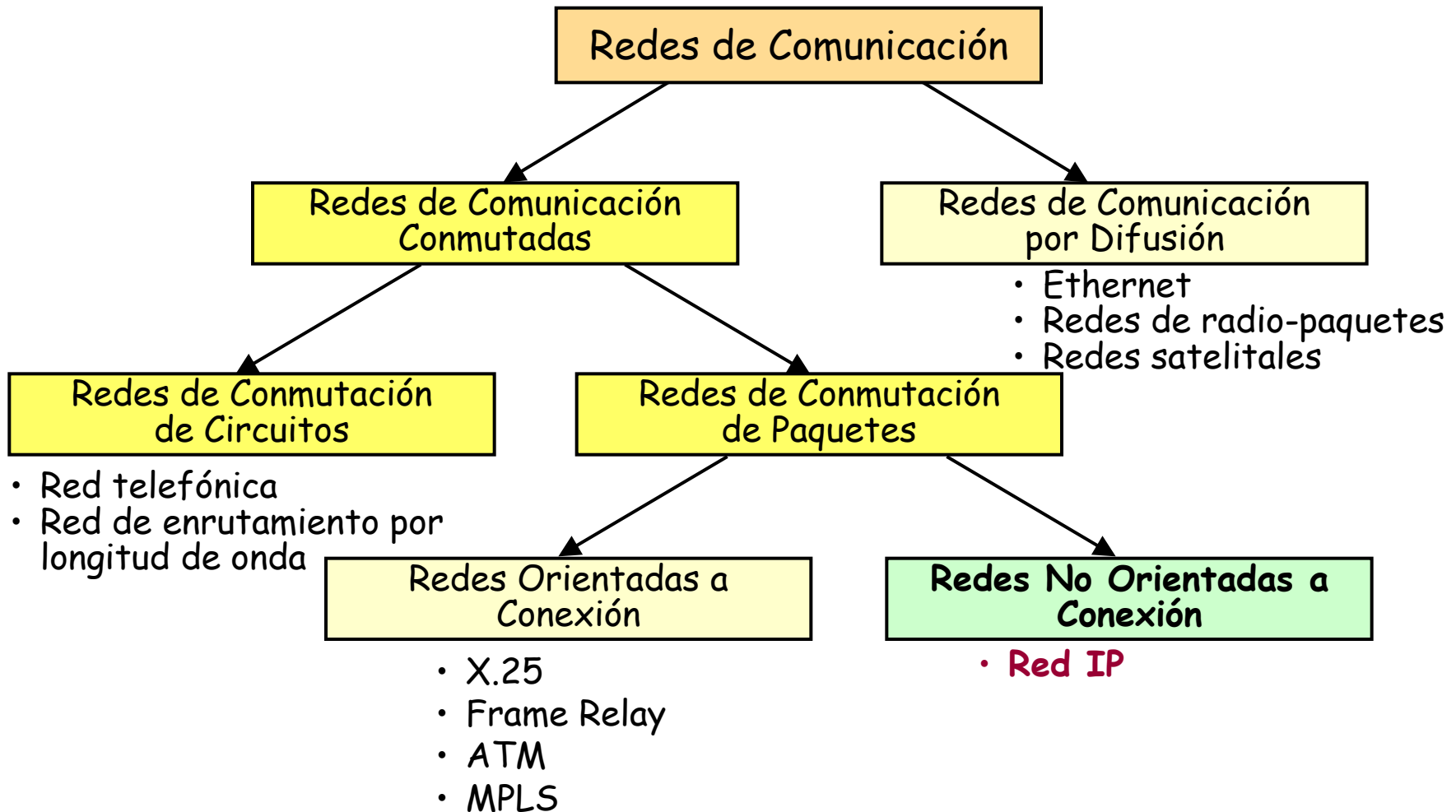
Redes de Área Amplia (WAN)

- Interconectan LAN
- Protocolos de red (nivel 3)
- Establecen a cuál red local se debe entregar la información
 - TCP/IP
 - X.25
 - Frame Relay
 - ATM
 - MPLS





Evolución y Convergencia

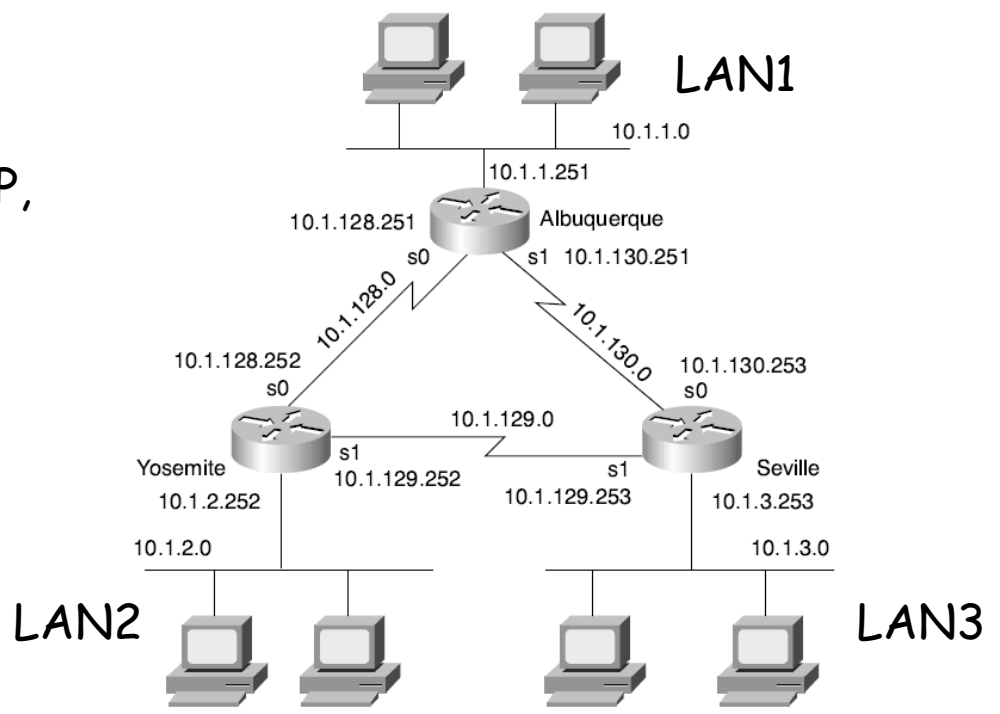
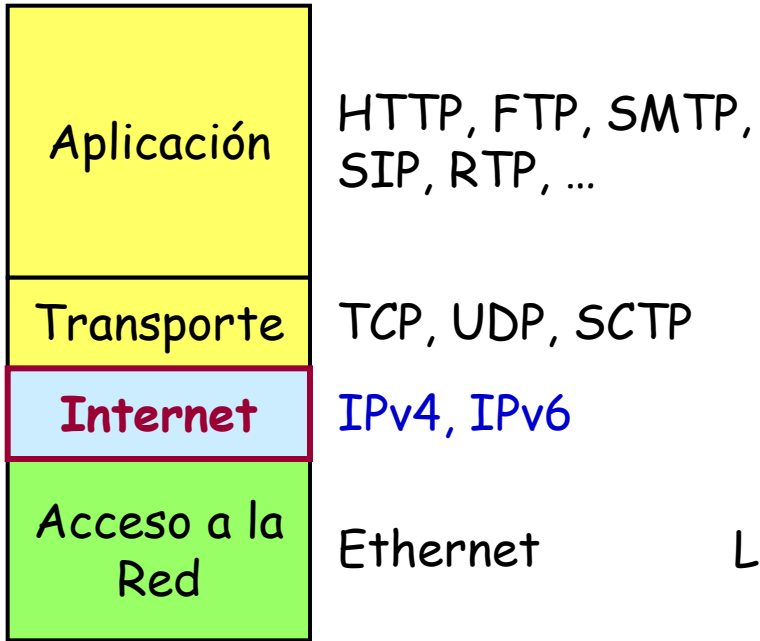




Red IP (Internet Protocol) (1974)

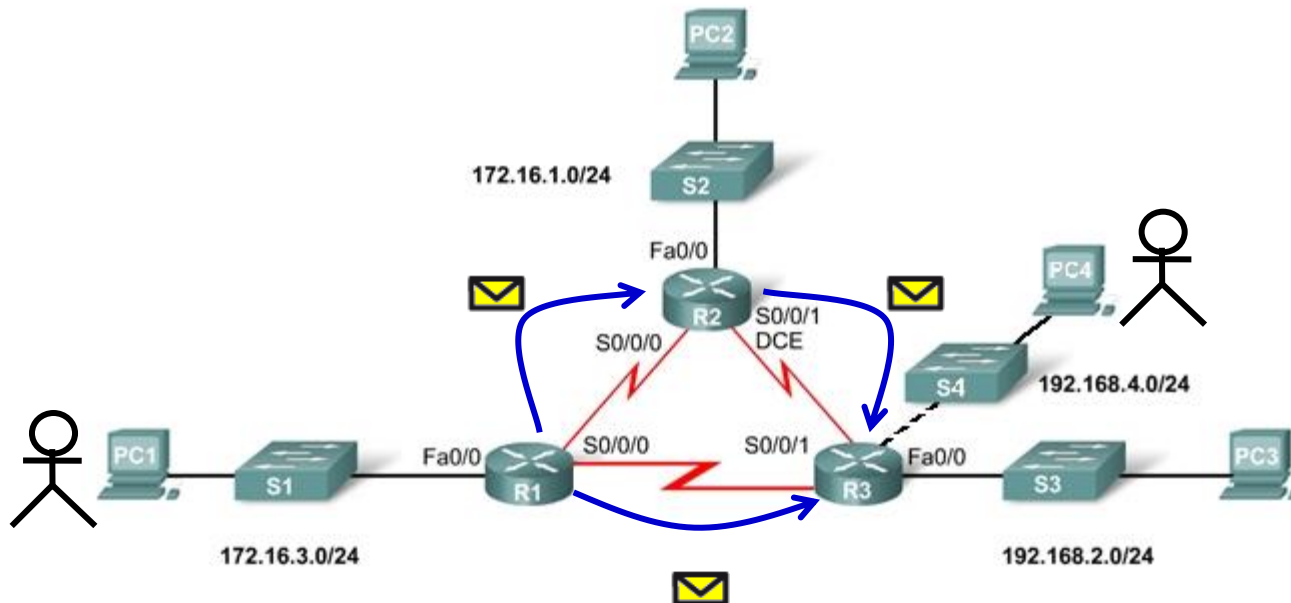
- Vint Cerf y Bob Kahn, "Un protocolo para la interconexión de redes de paquetes": dio origen a TCP/IP
- Estándares del **IETF**: Request for Comments (RFC)
- IPv4: RFC 791 (1981), IPv6: RFC 2460 (1998)
- En 1983 ARPANET adopta TCP/IP: **Internet**

Modelo TCP/IP



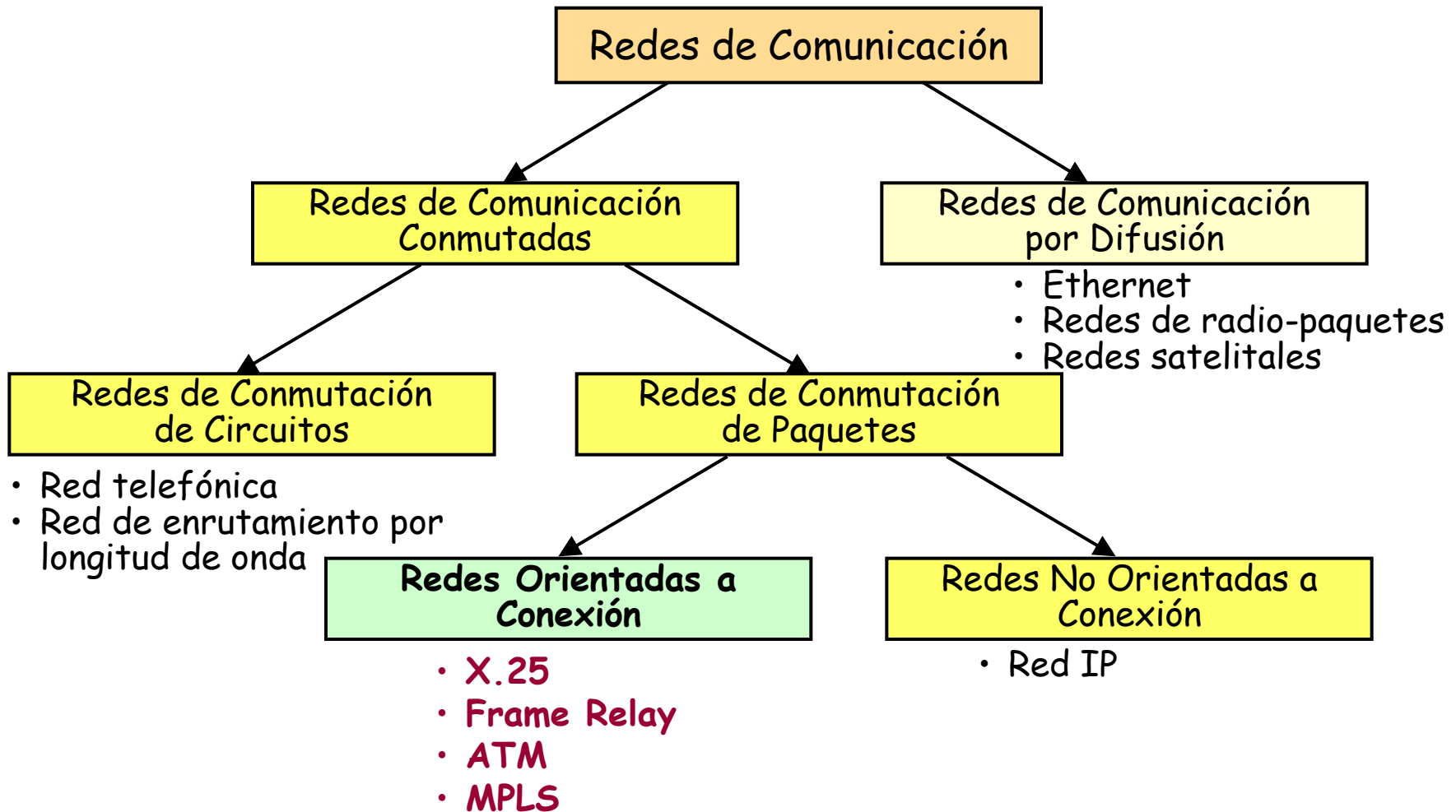
Red IP

- Las direcciones IP (nivel 3) permiten identificar distintas redes y los equipos ubicados en ellas
- Servicio no orientado a conexión (datagrama)
- Los paquetes se pueden corromper, perder, duplicar o llegar en desorden
- Optimizada para datos, no para voz/video en tiempo real





Evolución y Convergencia

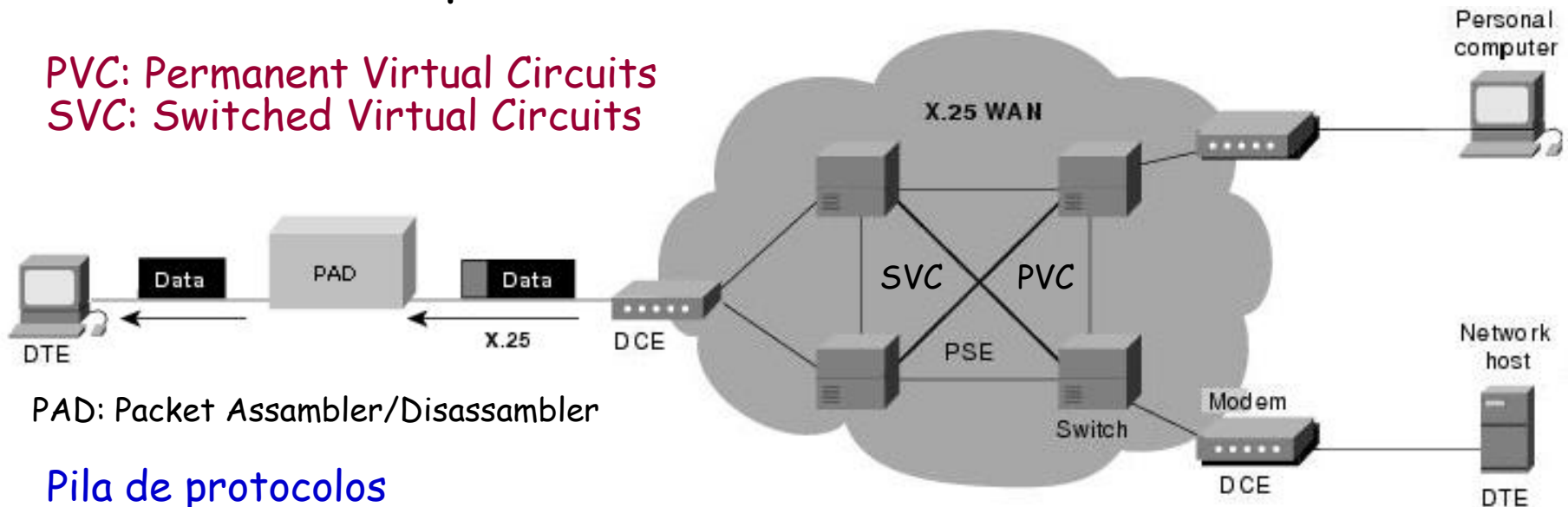




X.25 (1976)

- Primeras redes de datos públicas nacionales: Datapac (Canadá), Coldapaq, Iberpac
- Publicado por la UIT-T en 1976

PVC: Permanent Virtual Circuits
SVC: Switched Virtual Circuits



PAD: Packet Assambler/Disassambler

Pila de protocolos

Capas Superiores
PLP
LAP-B
X.21

Enlaces de baja confiabilidad
Velocidad típica: 19,2 a 64 kbps

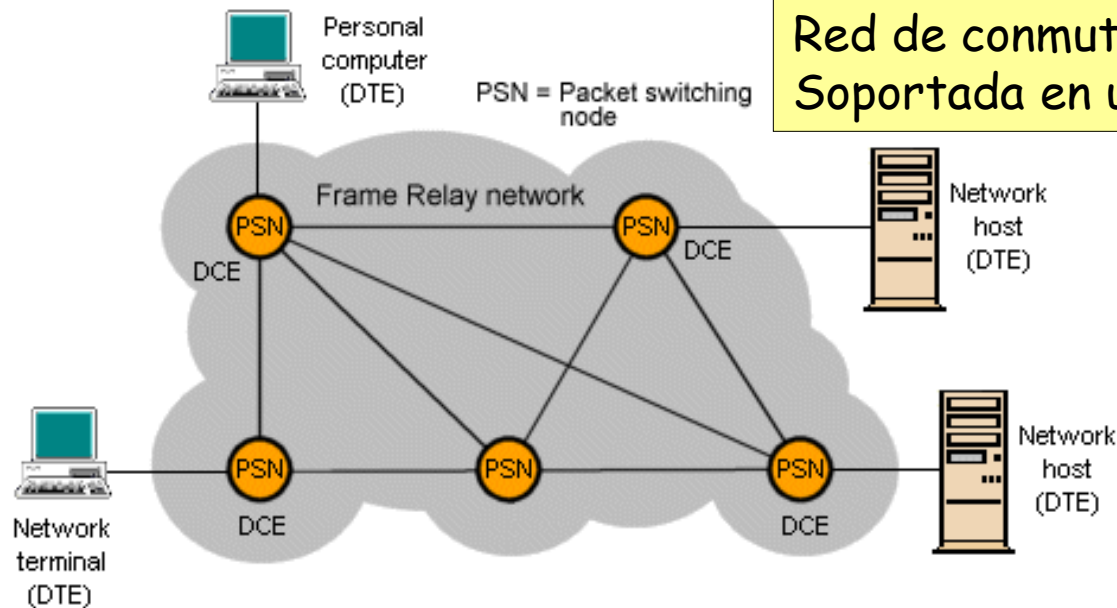
+procesamiento
+retardo

- En cada nodo: control de errores y flujo
- Si hay error, se retransmite el paquete



Frame Relay (1988)

- Transporte de datos sobre circuitos RDSI
- Publicado por la UIT-T en 1988 (Rec. I.122)



Pila de protocolos

Capas Superiores
LAP-F
I.430/431

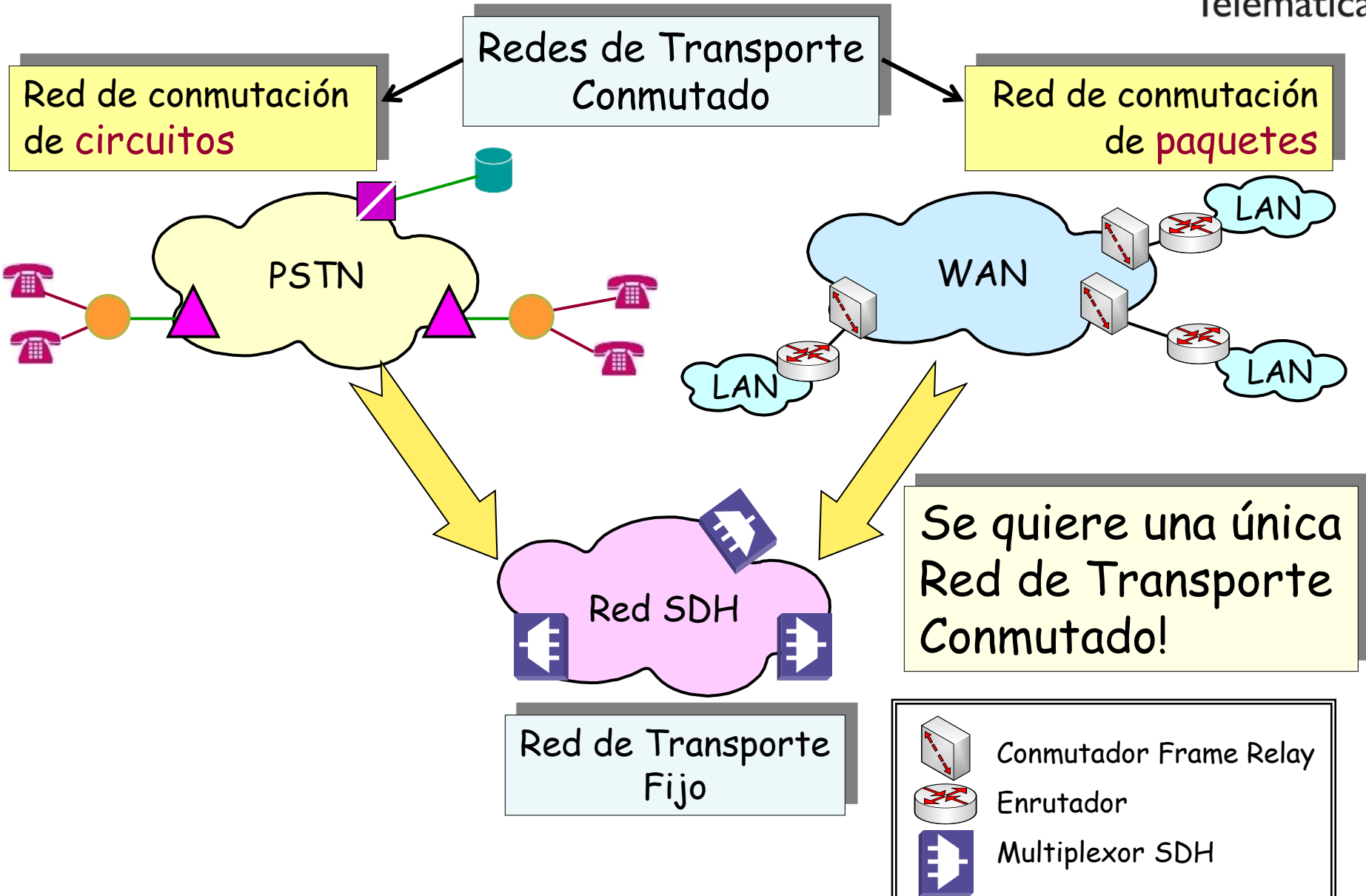
Enlaces de fibra óptica
Velocidades: 64 kbps - 50 Mbps

- En cada nodo: sólo control de error
- Si hay error, se descarta el paquete

-procesamiento
-retardo

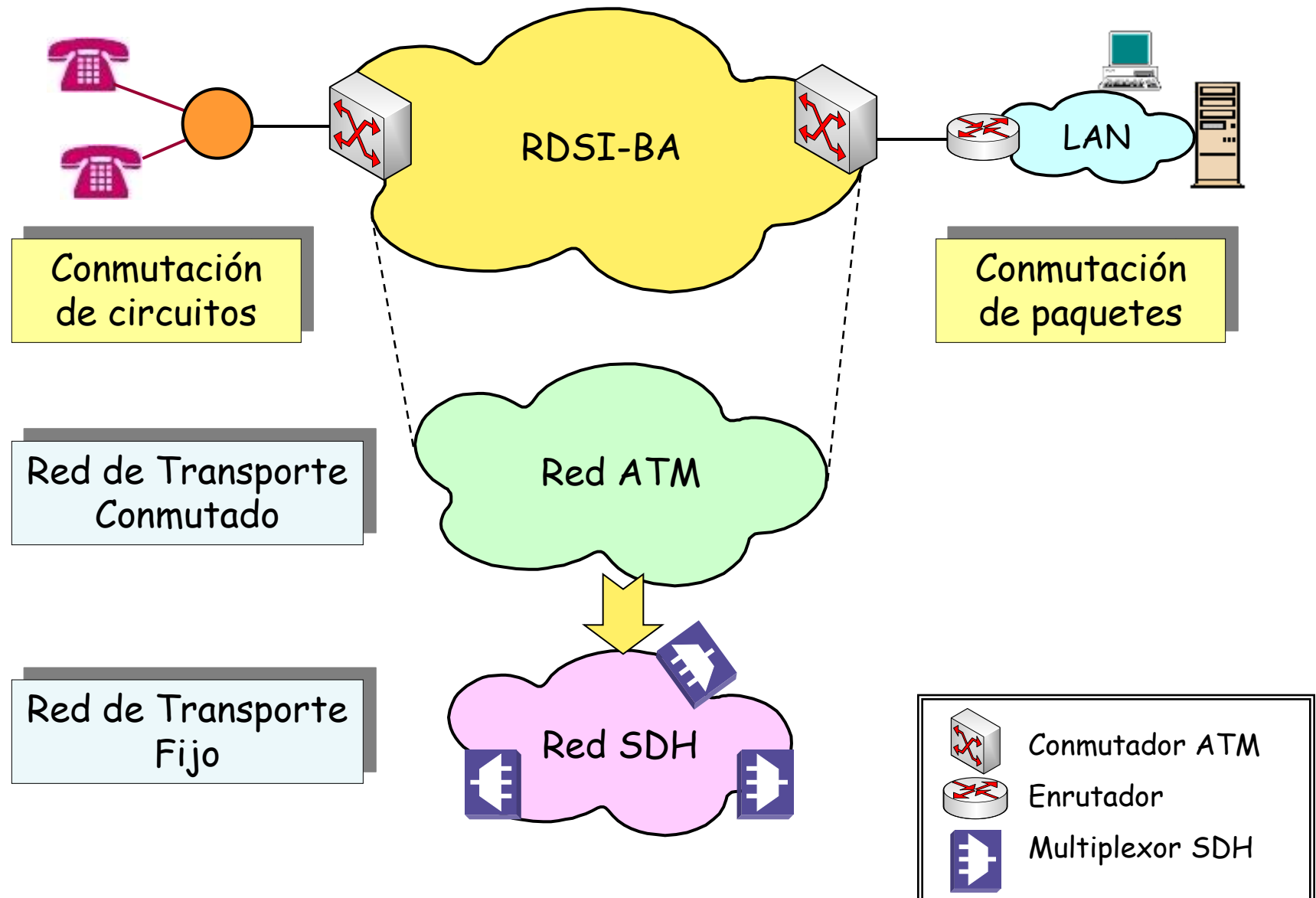


Resumiendo...

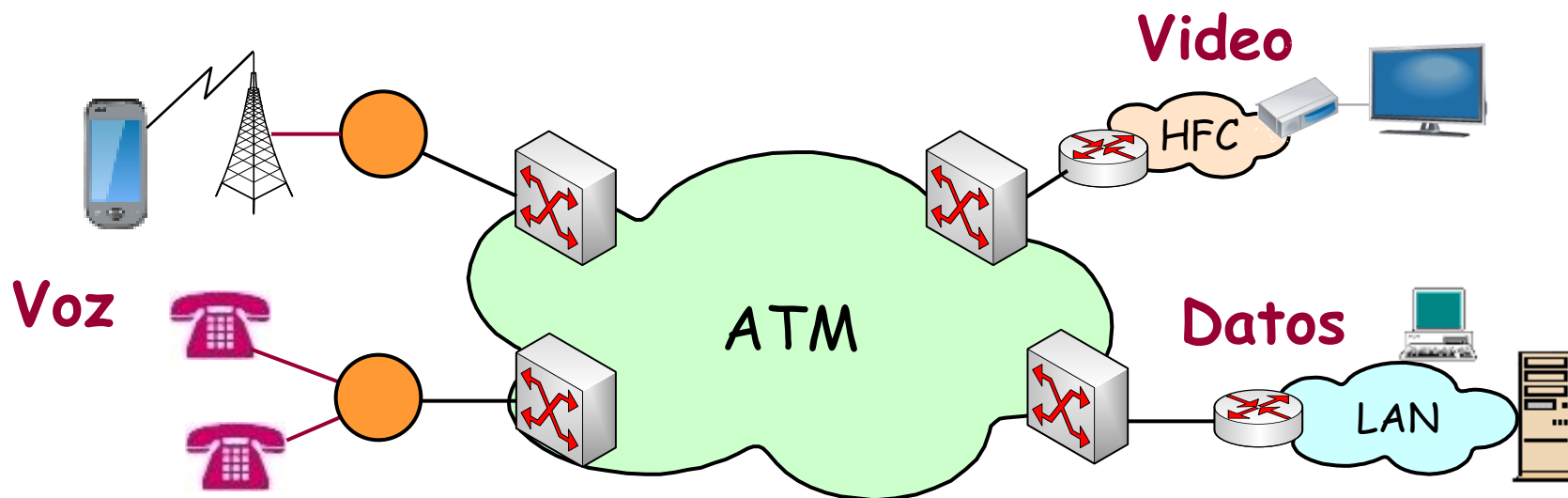




Asynchronous Transfer Mode (ATM) (1988)



Asynchronous Transfer Mode (ATM) (1988)

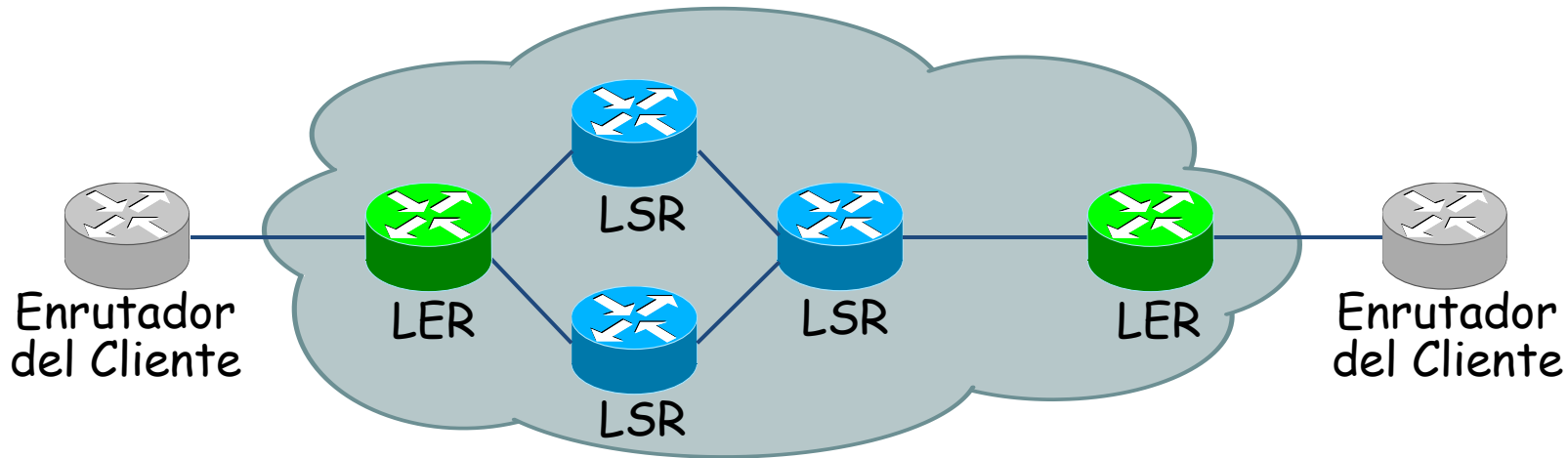


Concebida para transmitir voz, video y datos
Publicada por la UIT-T en 1988 (Rec. I.121)

Uso actual:

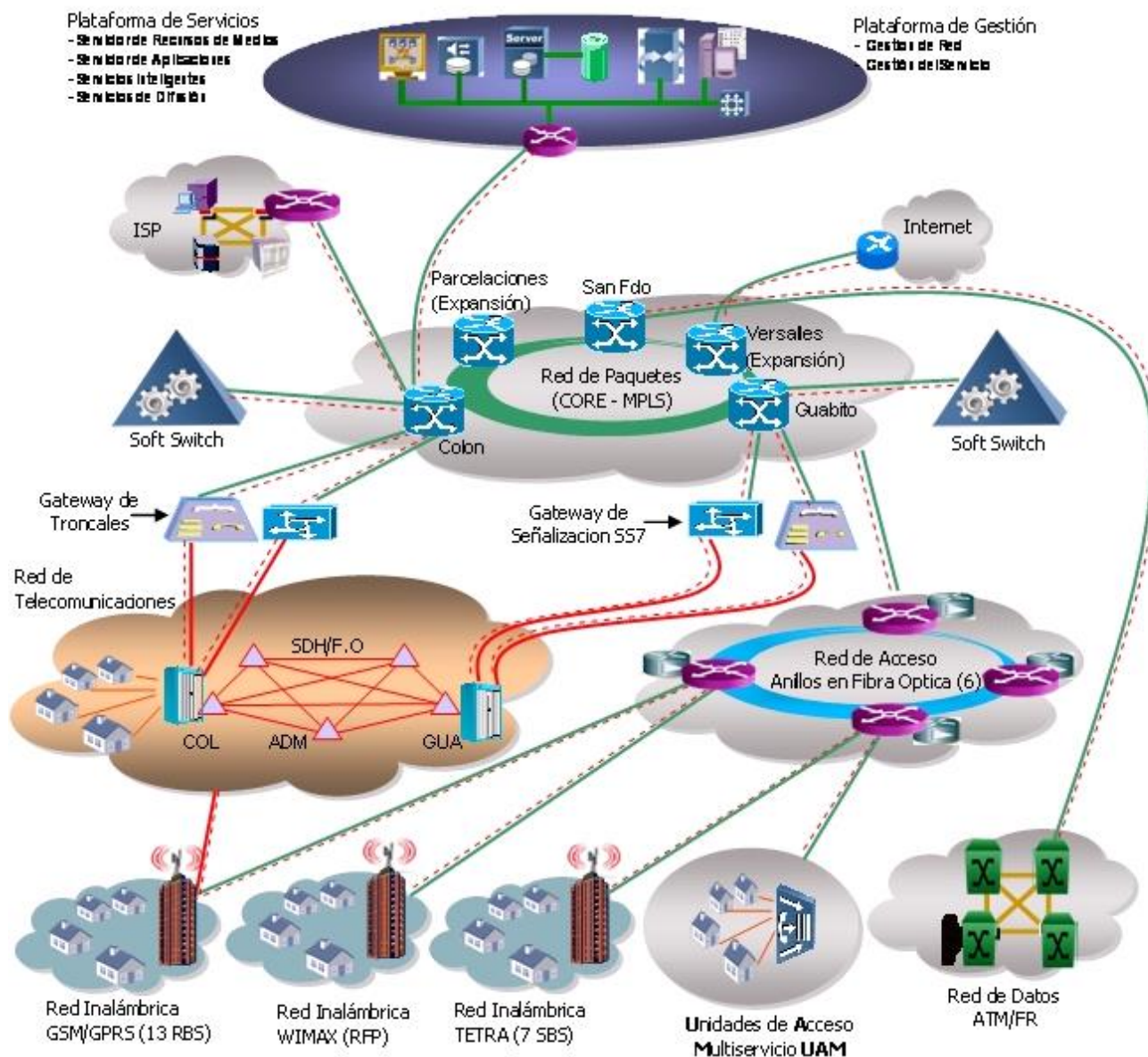
- Red troncal (backbone) para ISP
- Conexiones de video punto a punto y punto-multipunto
- Conexiones de voz para telefonía celular
- Emulación de circuitos E1 sobre la red ATM
- Soporte a redes de acceso residencial basadas en ADSL

Conmutación de Etiquetas Multiprotocolo (MPLS) (1997)



- Convergencia de voz y datos sobre redes IP
- Publicado por el IETF en 2001 (RFC 3031)
- Introduce un esquema orientado a conexión en una red IP normalmente no orientada a conexión
- Velocidad, escalabilidad, gestión de QoS, e ingeniería de tráfico

Red de un Operador





Evolución y Convergencia

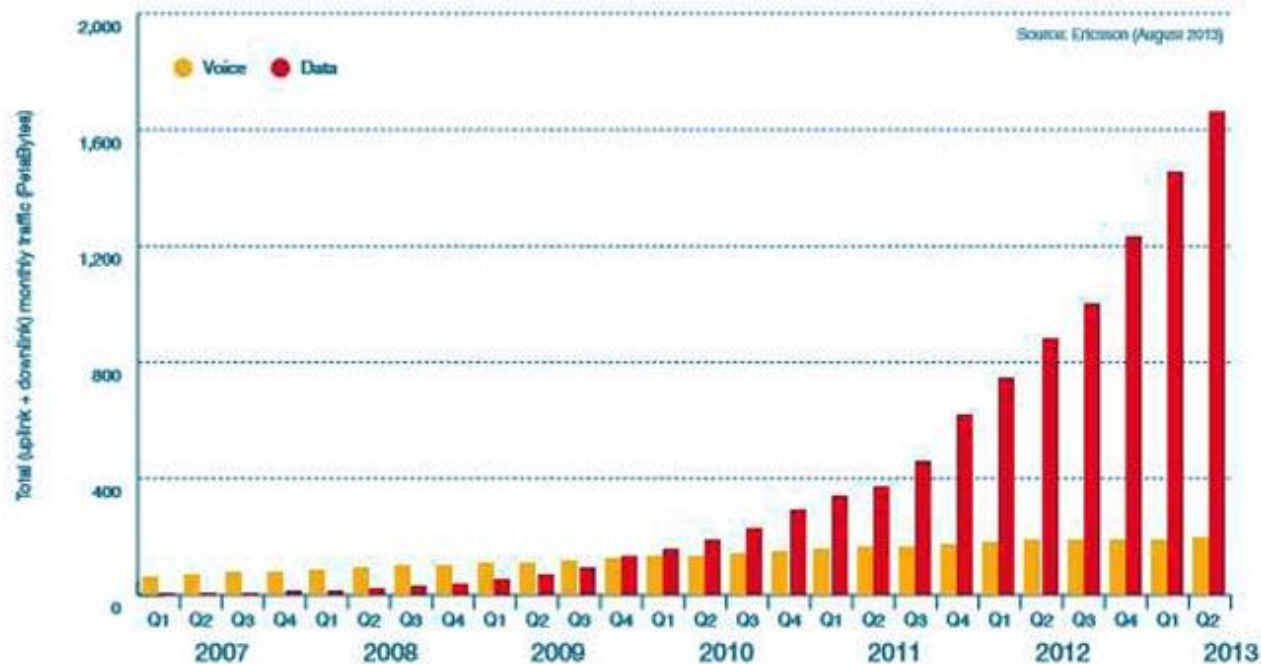
- Han surgido nuevas redes a medida que la tecnología ha avanzado
- Como resultado, los operadores tienen hoy muchas plataformas para administrar: RTPC/RDSI, RTMC, IP, X.25, FR, ATM, MPLS, etc.
- El problema de esta aproximación multi-redes es que ha creado una maraña que resulta en:
 - gestión compleja
 - ineficiencia operacional
 - menores economías de escala
 - problemas de mantenimiento



Cambios en las tendencias de las telecomunicaciones

- **Líneas fijas:** su uso se está reduciendo a los servicios "clásicos"
- **Líneas móviles:** su uso crece en forma sostenida aunque su penetración ya es alta
- **Internet banda ancha:** su despliegue presenta una tendencia de crecimiento rápido

Tráfico de voz y datos en operadores móviles a nivel mundial



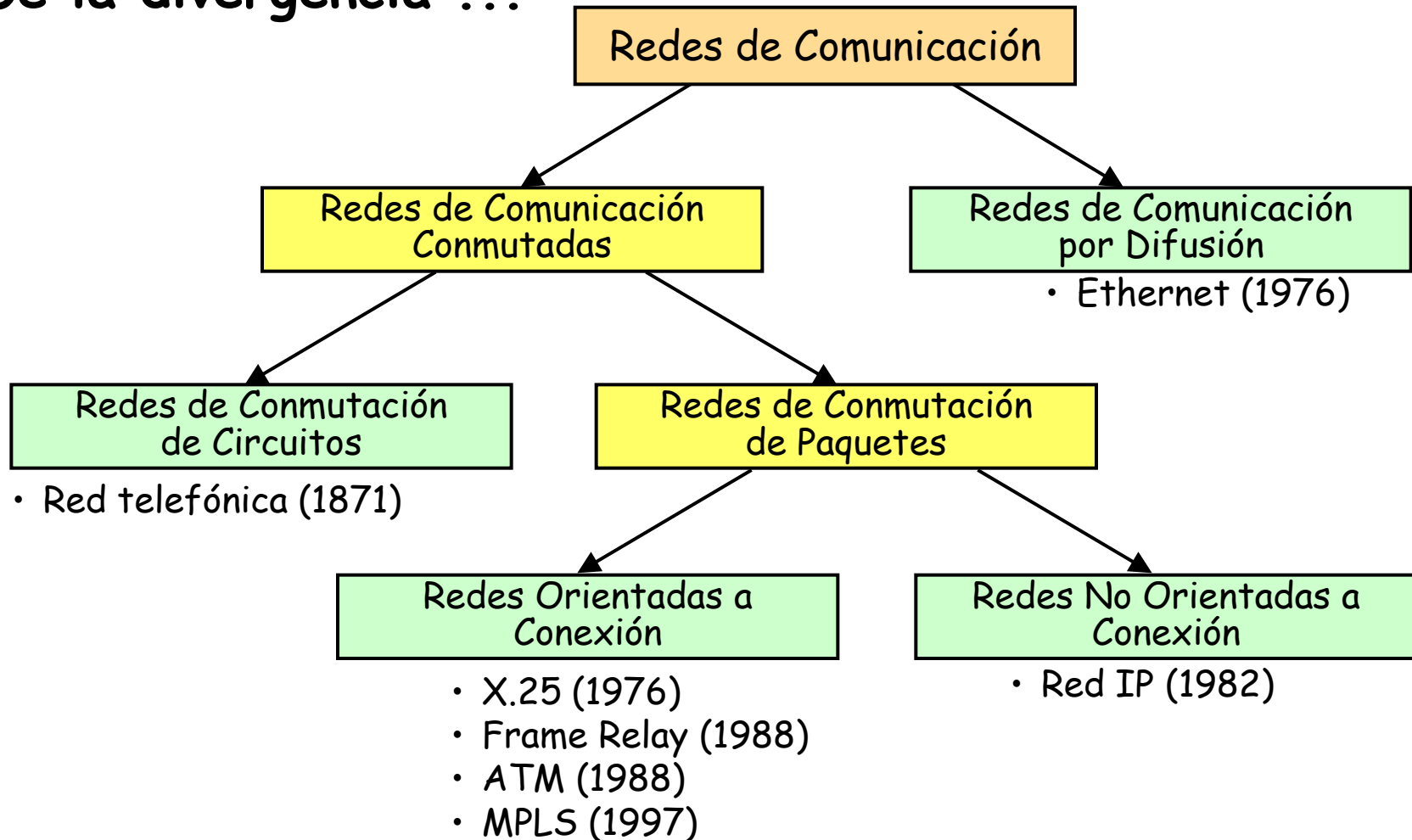
Datos

Voz



Evolución y Convergencia

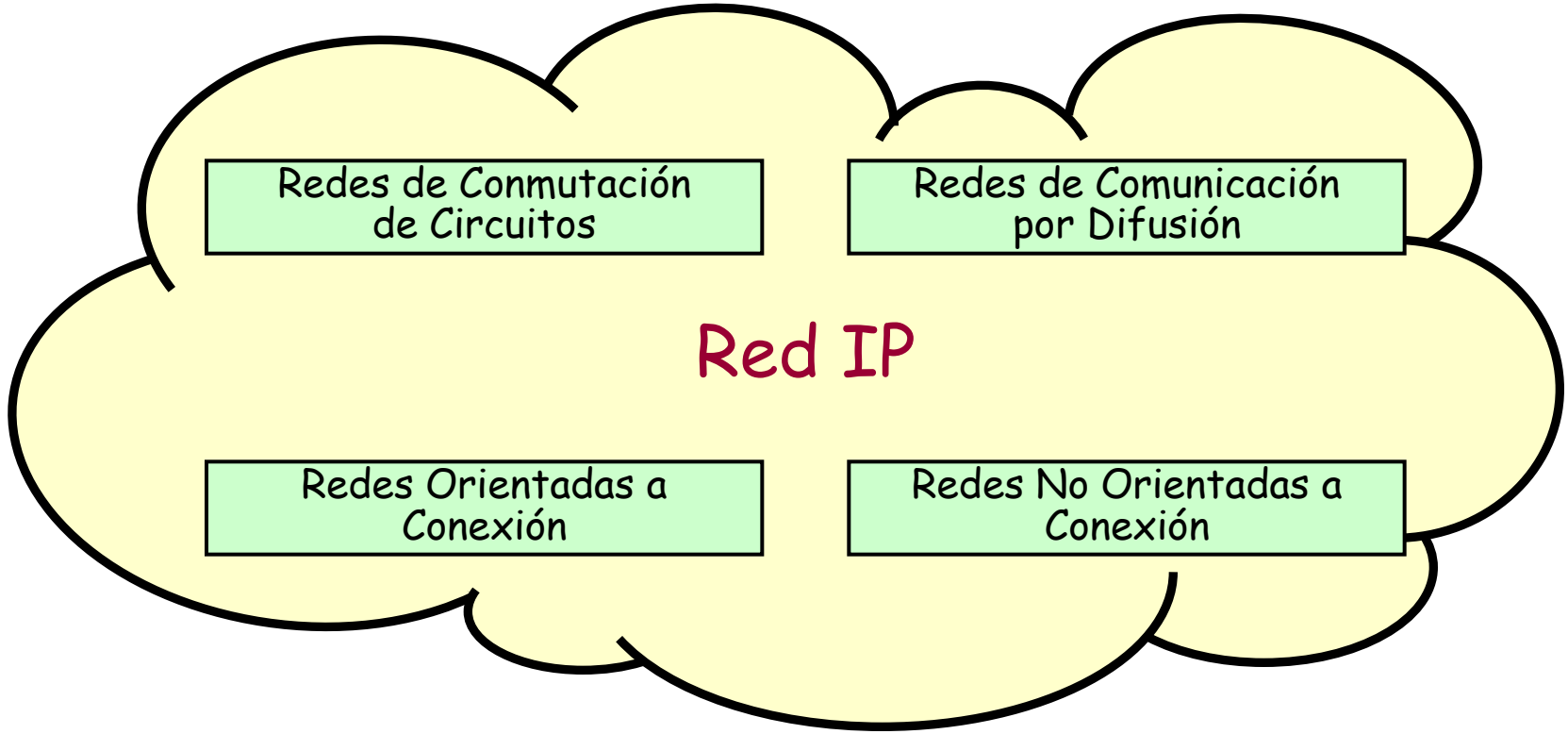
De la divergencia ...



Evolución y Convergencia

... a la convergencia

Redes de Comunicación



Evolución y Convergencia

- **Convergencia en las redes**
 - Redes ópticas, protocolos IP
 - Acceso ubicuo
- pero también...
- **Convergencia en los servicios**
 - Integración fijo-móvil
 - Servicios Telco + Servicios Web

**Redes de Nueva
Generación
(NGN)**

**Subsistema
Multimedia IP
(IMS)**



Redes de Nueva Generación

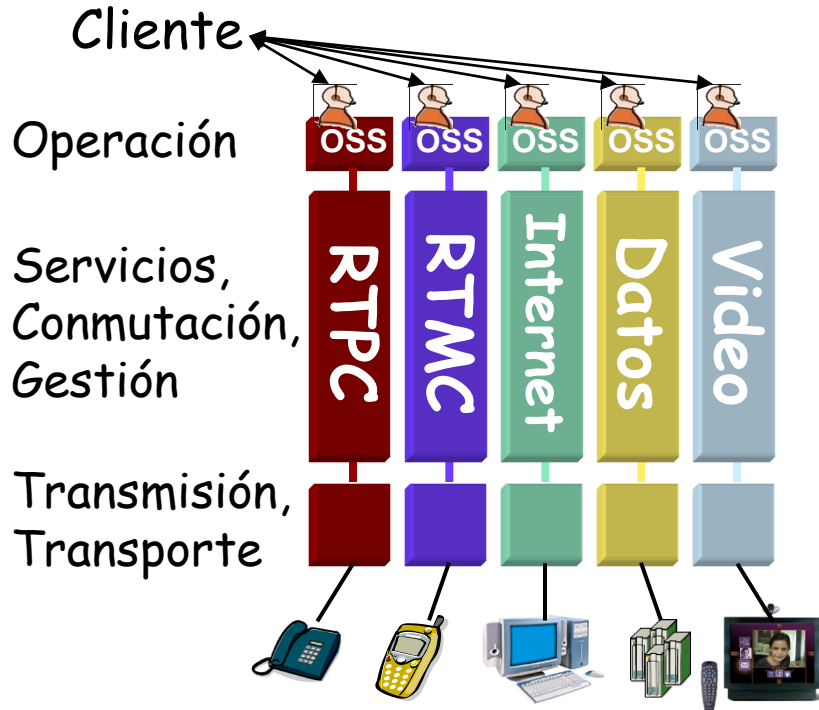
Definición NGN (ETSI)

- NGN es un concepto para la definición e implantación de redes, que debido a su separación formal en **diferentes capas** y planos y al uso de **interfaces abiertas**, ofrece a los proveedores de servicios y a los operadores una plataforma que puede evolucionar paso a paso para crear, instalar y administrar servicios innovadores.

ETSI: European Telecommunications Standards Institute

Nuevo paradigma para las redes de telecomunicaciones

Modelo de red heredado



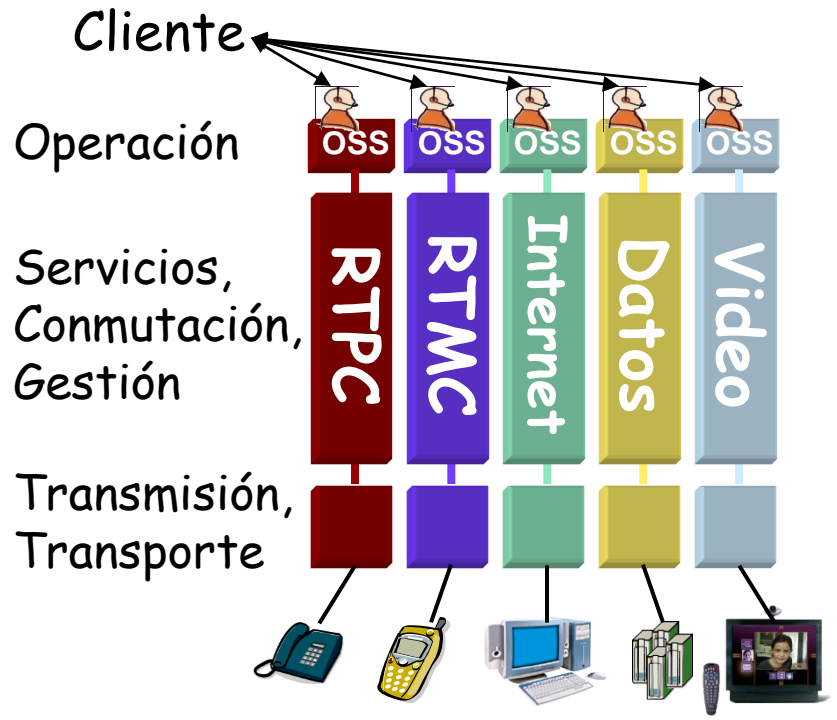
- Cada servicio tiene su propia red
- Costos operacionales multiplicados
- Cada red gestionada por aparte
- No hay interacción de servicios
- Múltiples perfiles de usuario

Aspectos a resolver:

- Interfuncionamiento entre las diferentes arquitecturas
- Convergencia funcional
- Aprovechamiento de una infraestructura óptica común

Nuevo paradigma para las redes de telecomunicaciones

Modelo de red heredado



Modelo NGN

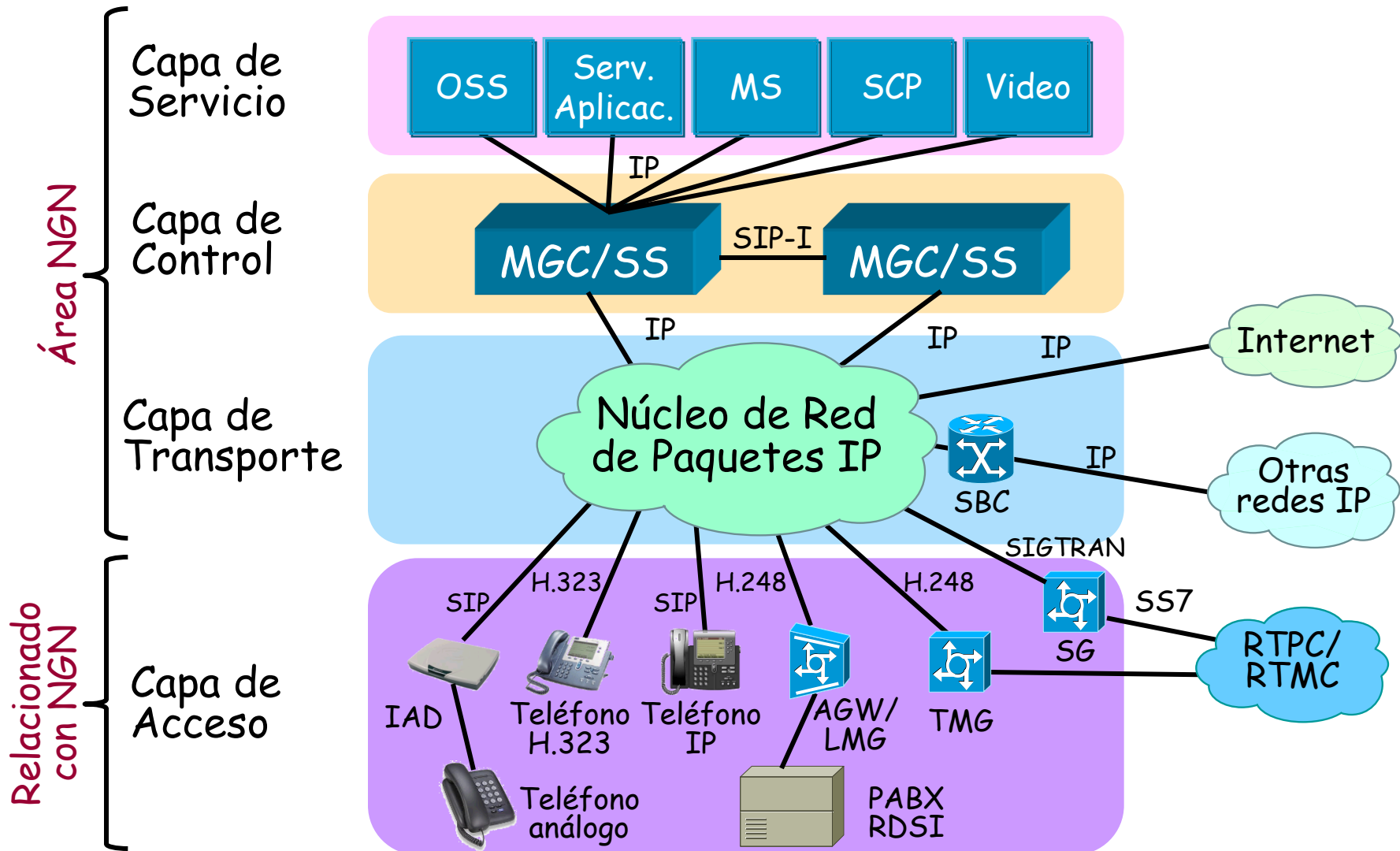


NGN:

- Encadenamiento fluido de servicios
- Todos los servicios en cualquier acceso
- Una red para cualquier servicio
- Estructura de gestión unificada
- Perfil único de usuario (Krishnan, 2006; Sushant et al., 2010)



Modelo de capas de la Arquitectura de NGN

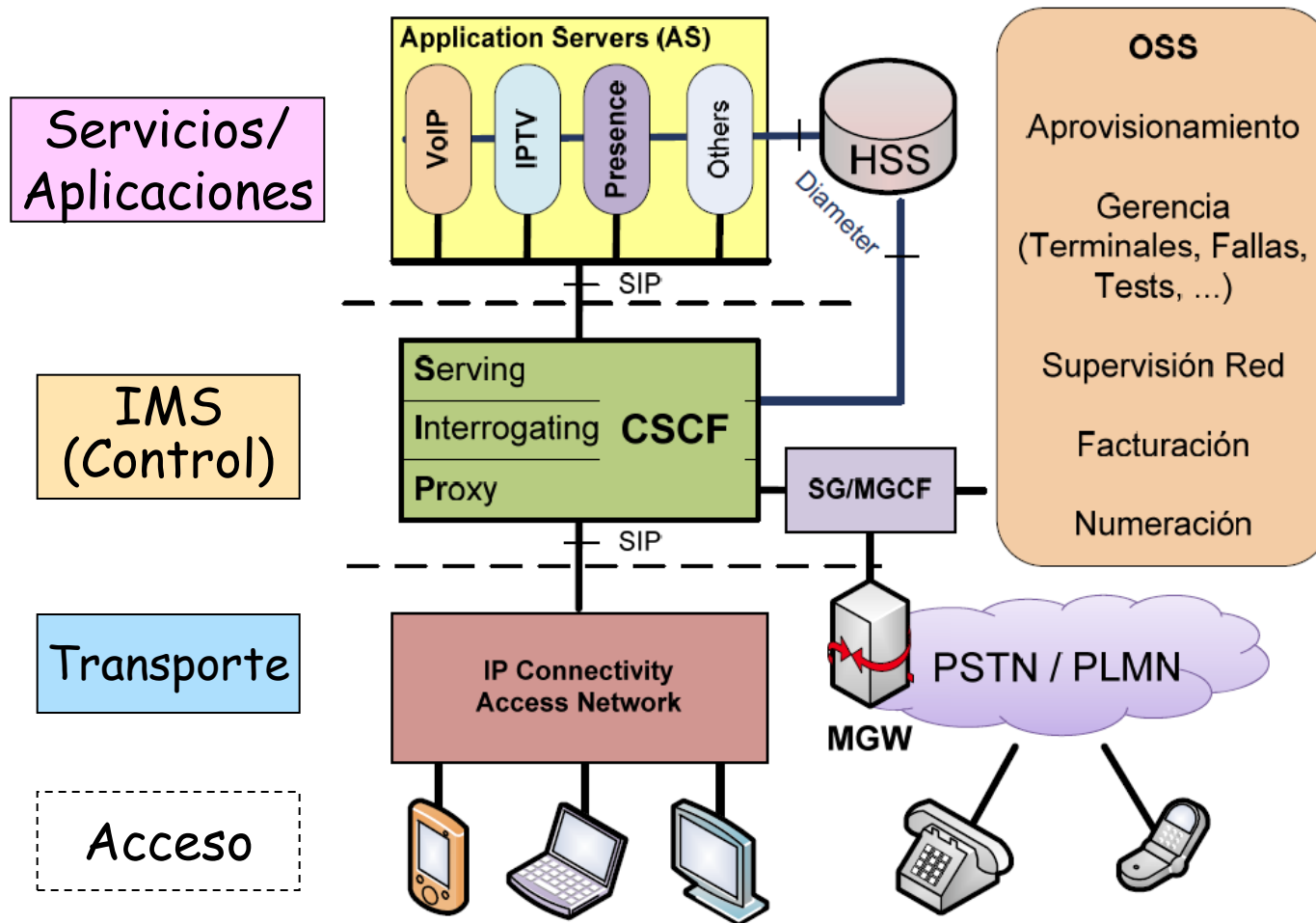




Características de NGN

- Transferencia basada en paquetes en el núcleo de la red
- Independencia de las funciones relacionadas con los servicios, de las tecnologías de transporte subyacentes
- Acceso sin restricciones para los usuarios a los diferentes proveedores de servicio
- Soporte a una amplia gama de servicios, aplicaciones y mecanismos (incluyendo tiempo real, flujos de audio/video, servicios sin tiempo real y multimedia)
- Capacidades de banda ancha con QoS requerido extremo a extremo
- Movilidad generalizada
- Convergencia de servicios entre fijo y móvil

Subsistema Multimedia IP (IMS)



Arquitectura para la provisión de **servicios multimedia** basados en el protocolo IP



Referencias

- CRT (2007). "Estudio Integral de Redes de Nueva Generación y Convergencia". Comisión de Regulación de Telecomunicaciones, República de Colombia. Disponible en: http://www.crcom.gov.co/images/stories/crt-documents/BibliotecaVirtual/NGN-EstudioIntegral_DA.pdf
- Abd Majid, S. (2009). "NGN Implementation Guideline". Awareness Seminar on Telecommunication Standards & Practices. Cyberjaya, Malasia.
- Hurdeman, A. A. (2003). "The Worldwide History of Telecommunications". Wiley-Interscience, Hoboken (USA).
- Krishnan, R. (2006). "NGN Strategies and Services". CANTO 2006. Punta Cana, República Dominicana.
- Kristiansen, L. (2006). "6. Next Generation Networks". Convergence in ICT ttm7 (fall 2007, fall 2009), Department of Telematics, Norwegian University of Science and Technology (NTNU). Disponible en: http://www.item.ntnu.no/fag/ttm7/Lectures06/Topic_6.ppt
- Lee, C. (2009). "Architectural Overview of ITU-T NGN". Workshop on Next Generation Networks and Applications, Atenas, Grecia.
- Sushant et al. (2010). "NGN : Next Generation Network". Regional Telecom Training Centre Rajpura, India. E-Magazine. Disponible en: <http://www.rttcrajpura.bsnl.co.in/emagzine/NGN.ppt>