

# Conceptos Básicos de Sistemas de Telecomunicaciones

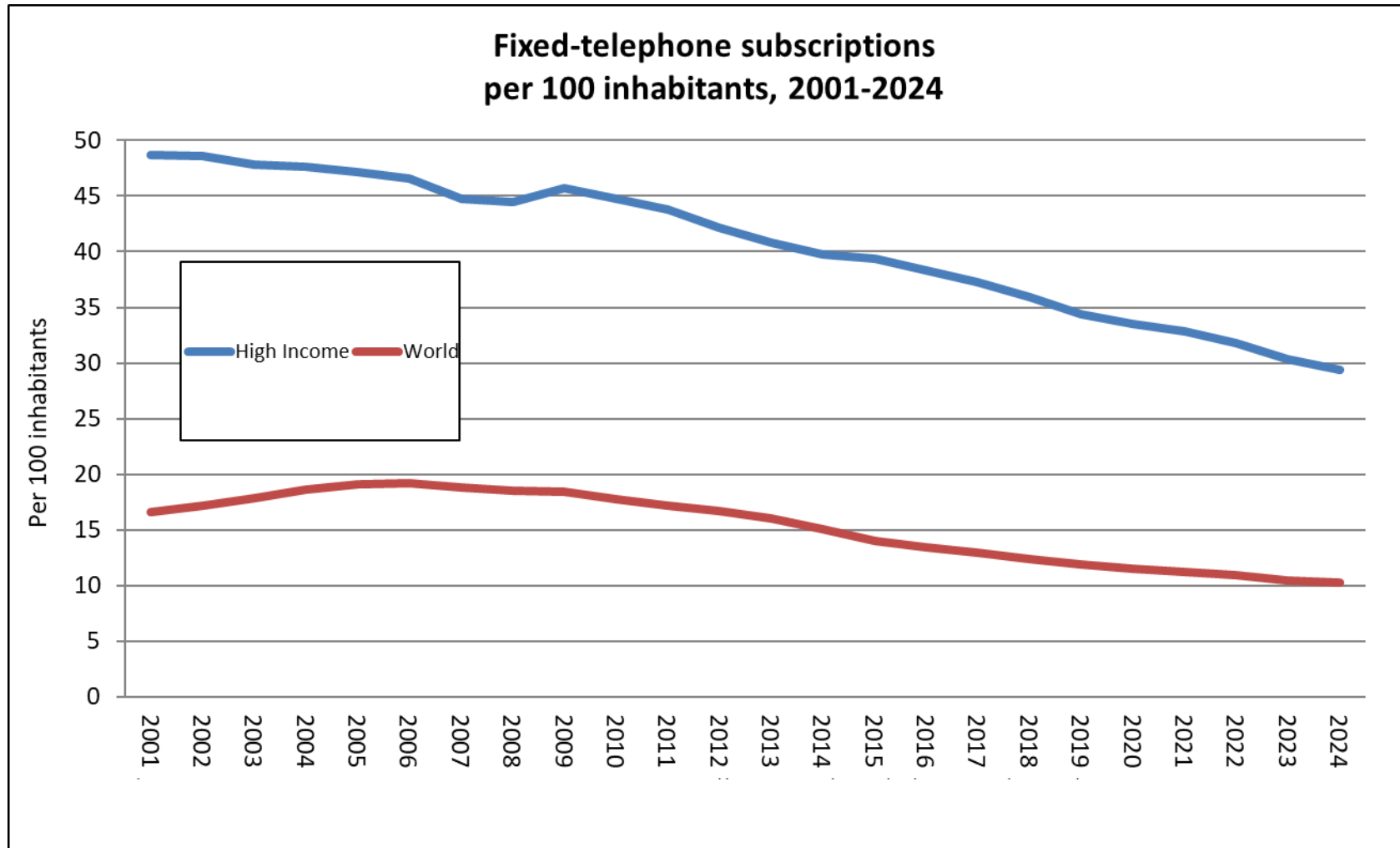
---

# Introducción

---

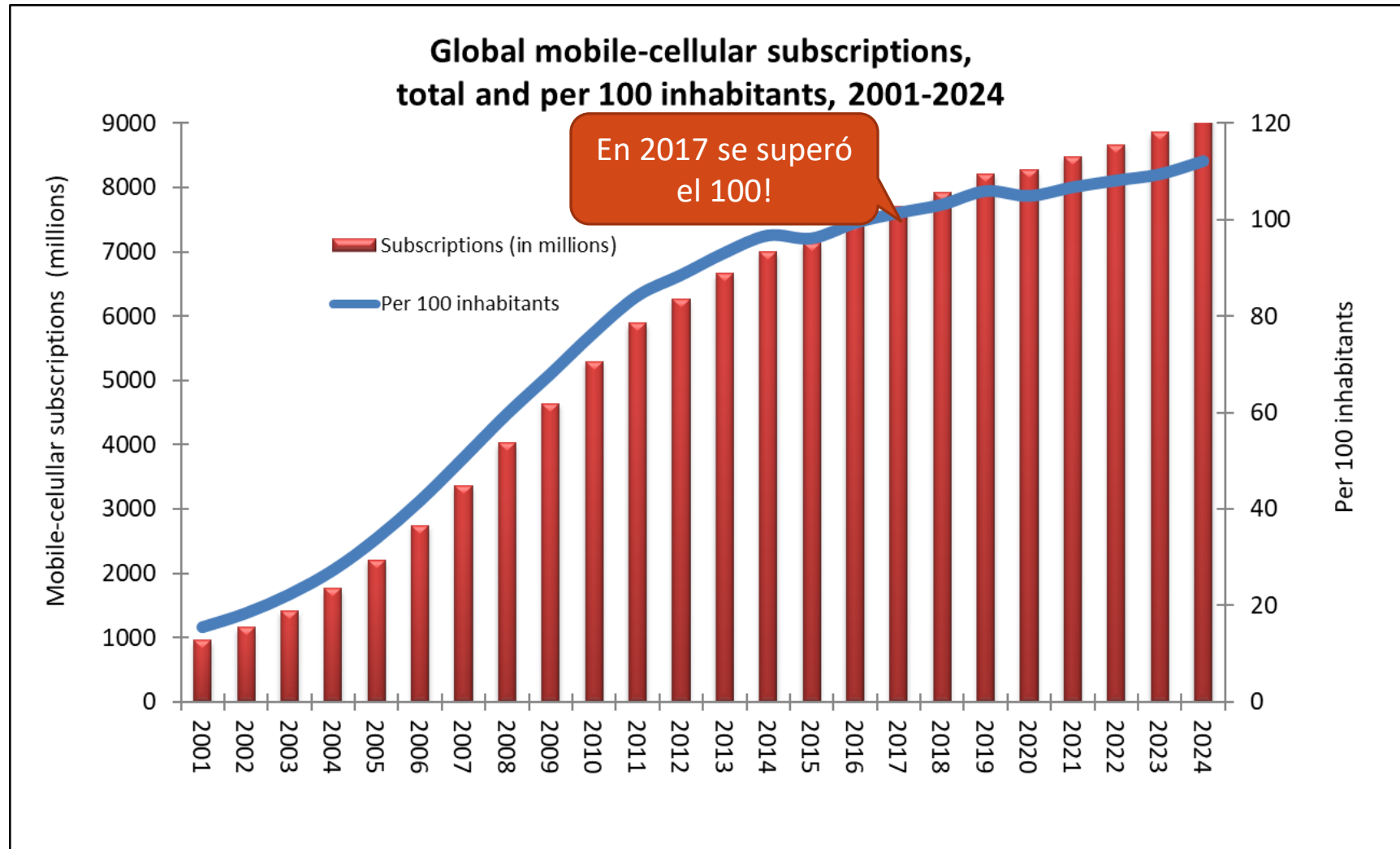
CONCEPTOS BÁSICOS DE  
SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES

# Evolución de la Telefonía Fija



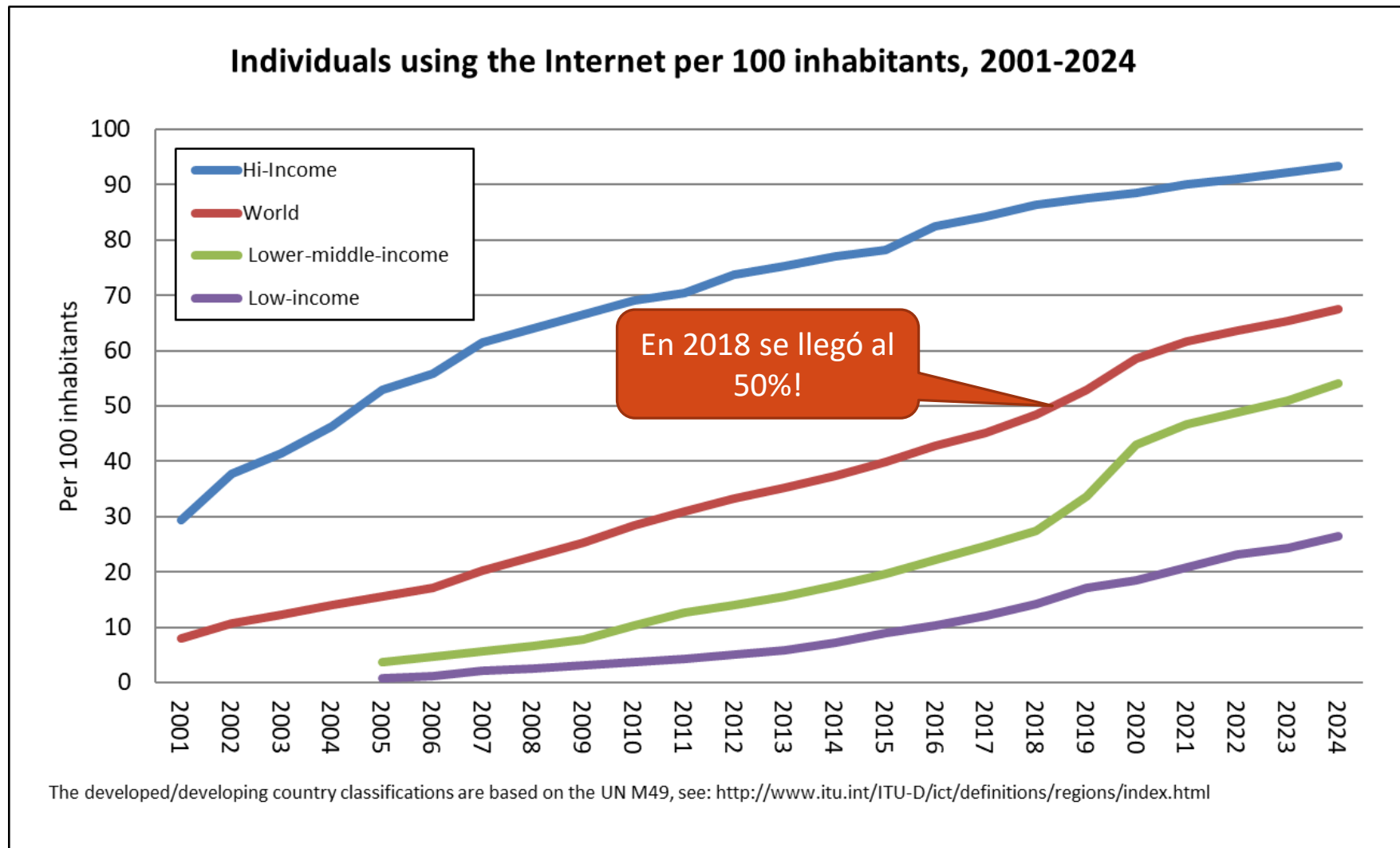
(Basado en <http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/stat/default.aspx> )

# Evolución de la Telefonía Móvil



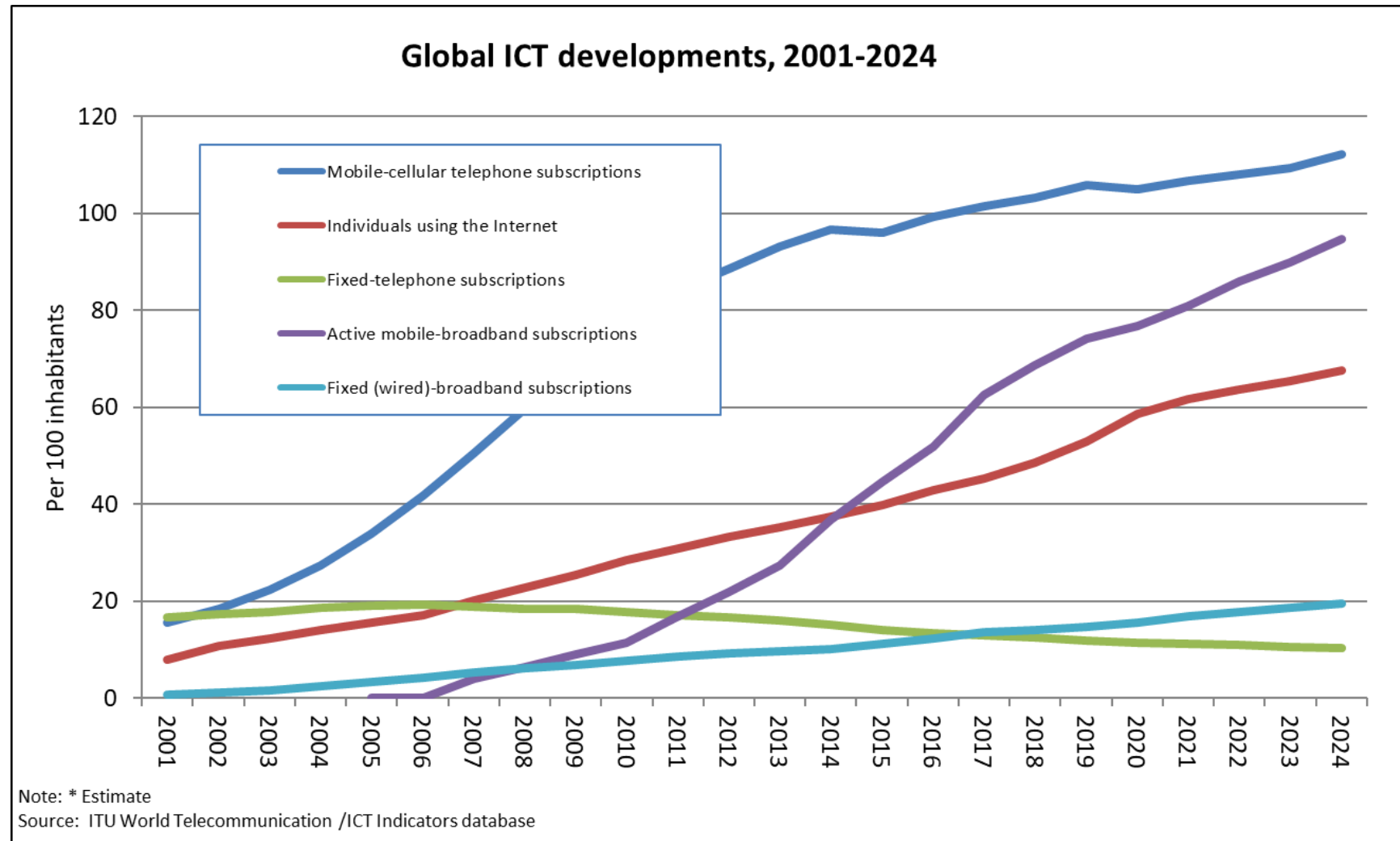
(Basado en <http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/stat/default.aspx>)

# Evolución del acceso a Internet



(Basado en <http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/stat/default.aspx> )

# Penetración de las TICs

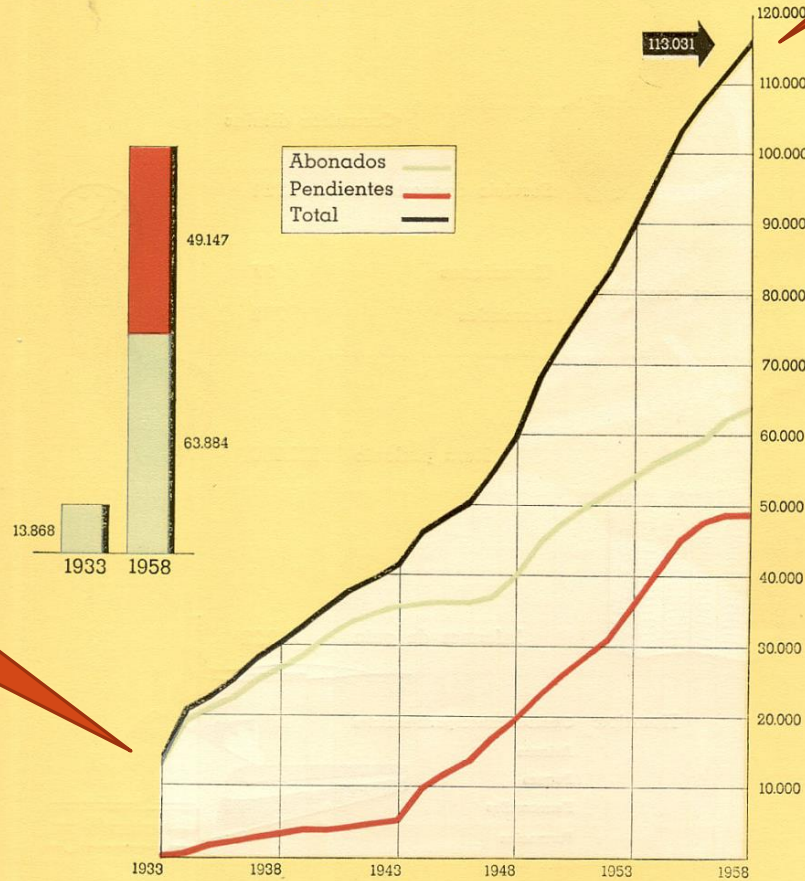


(Basado en <http://www.itu.int/ITU-D/ict/statistics/ict/index.html> )

# Uruguay en 1960....

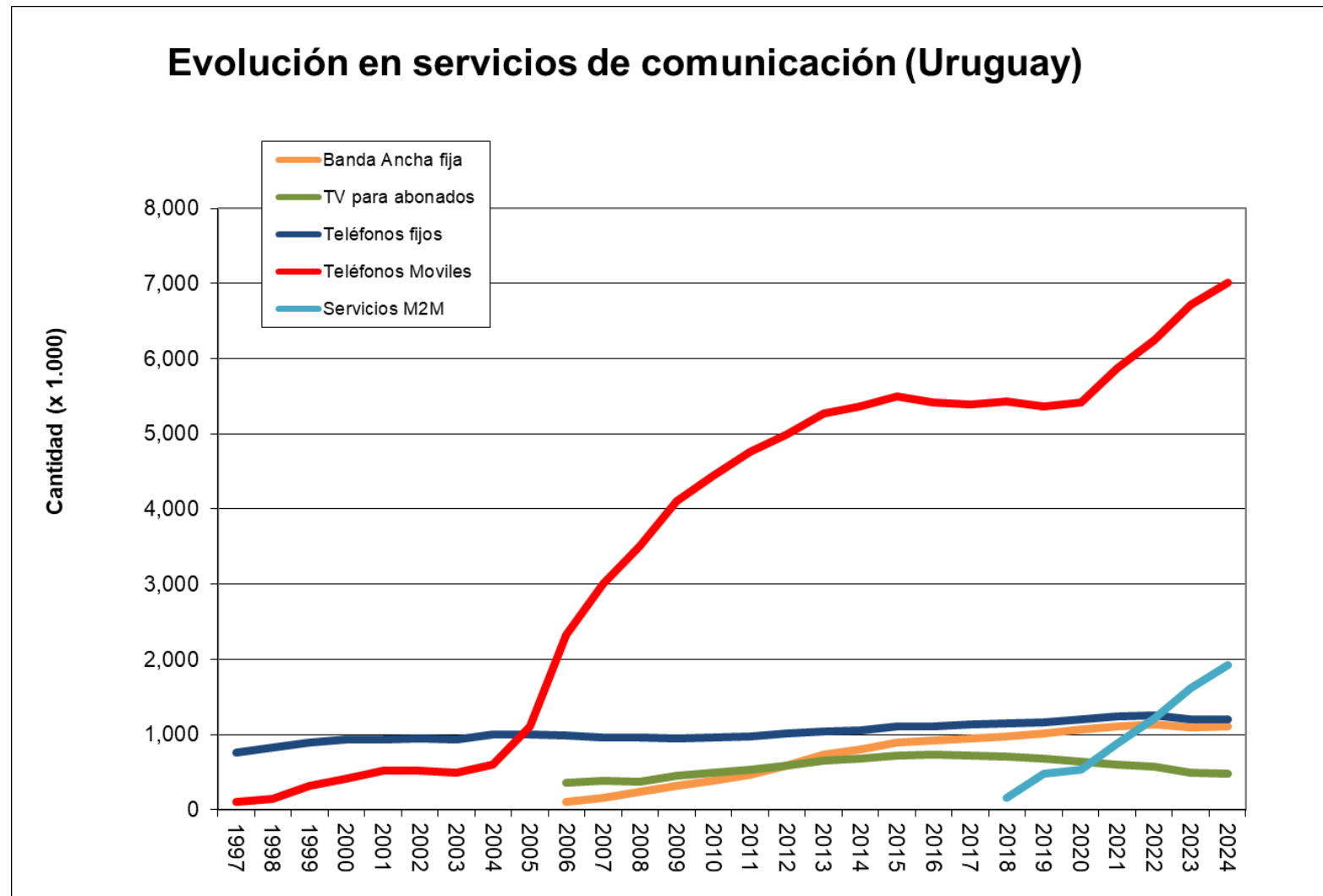
1958 –  
113.000  
teléfonos

INCREMENTO DE ABONADOS  
Y SOLICITUDES PENDIENTES  
1933 - 1958



1933 –  
12.000  
teléfonos

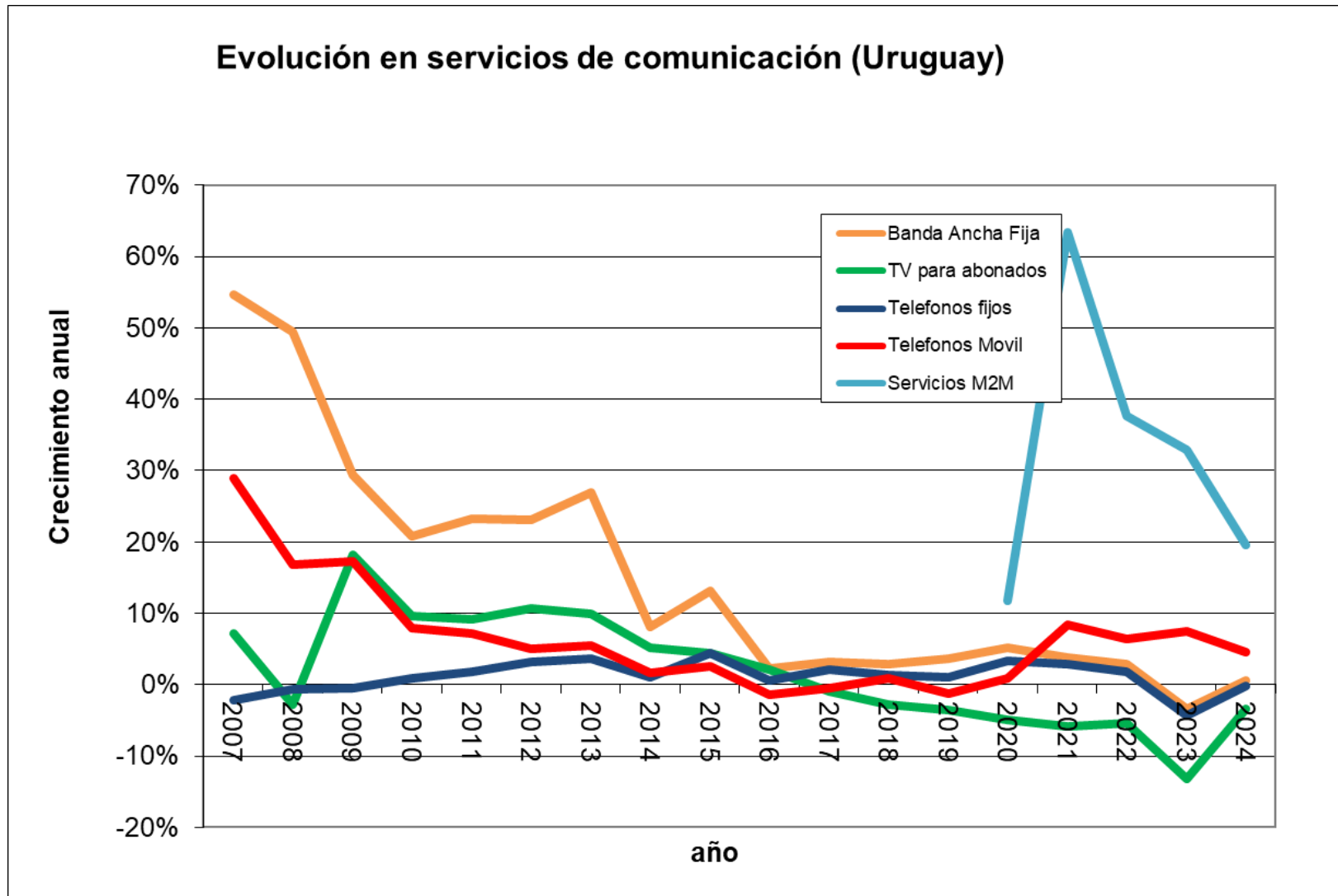
# Uruguay



(Según datos de URSEC)



# Uruguay



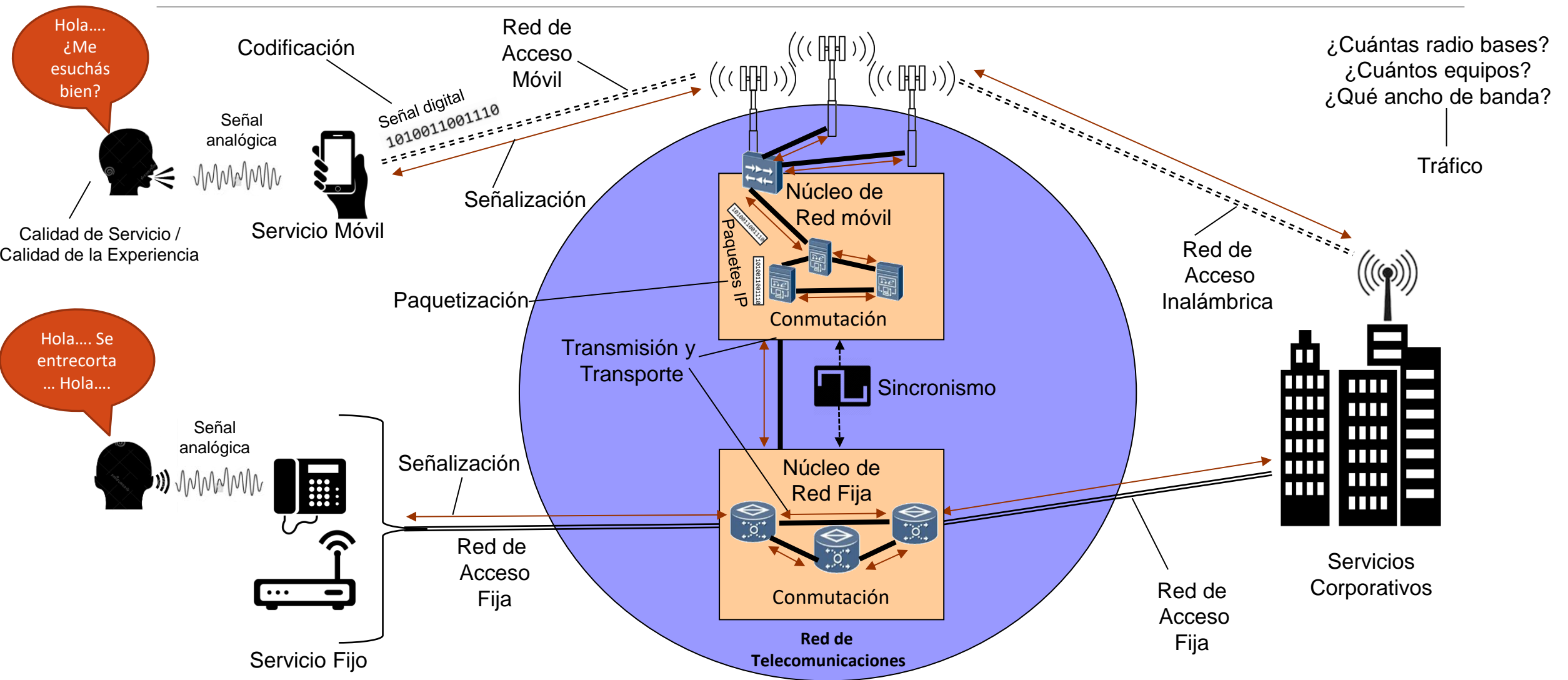
(Según datos de URSEC)

# Redes de Telecomunicaciones

---

CONCEPTOS BÁSICOS DE  
SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES

# Redes de Telecomunicaciones



# Tecnologías de Redes de Telecomunicaciones

---

Digitalización / Codificación / Paquetización

Acceso

Conmutación

Transmisión

Sincronismo

Señalización

Núcleo de Redes Fijas

Núcleo de Redes Móviles

Técnicas de teletráfico

Calidad de Servicio y Calidad de la Experiencia

# Digitalización Codificación Paquetización

---

CONCEPTOS BÁSICOS DE  
SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES

# Terminal Telefónico - Historia

---

Los primeros teléfonos instalados por Bell, y por la Western Union, utilizaban un único hilo de cobre por el que se enviaba tanto la señalización como el audio (el retorno era por tierra)

El sistema de “campanilla” fue ideado y patentado por Thomas A. Watson en 1878

- 2 años después de presentada la primer patente de Bell, y ya con la primer central telefónica funcionando en New Haven, Connecticut, con 21 abonados

# Teléfono de Bell, 1877

---



(Extraído de <http://www.sciencemuseum.org.uk>)

# Primer teléfono con “tubo”, 1884

Ericsson combina el auricular y el micrófono en un único accesorio



(Extraído de <https://twitter.com/commsarchives/status/700721839572516865> )



# Primer Teléfono de “disco”, 1908

---

En 1881 (con más de 50.000 teléfonos ya en funcionamiento), Graham Bell presentó una patente por “teléfonos de 2 hilos de cobre”

El sistema de disco conocido hasta hace pocos años, con teléfonos de 2 hilos sin necesidad de cable de tierra, fue originalmente diseñado en 1908



(Extraído de <http://www.collection.poehlchen.de> )

# Teléfono automático de disco - Uruguay, 1933

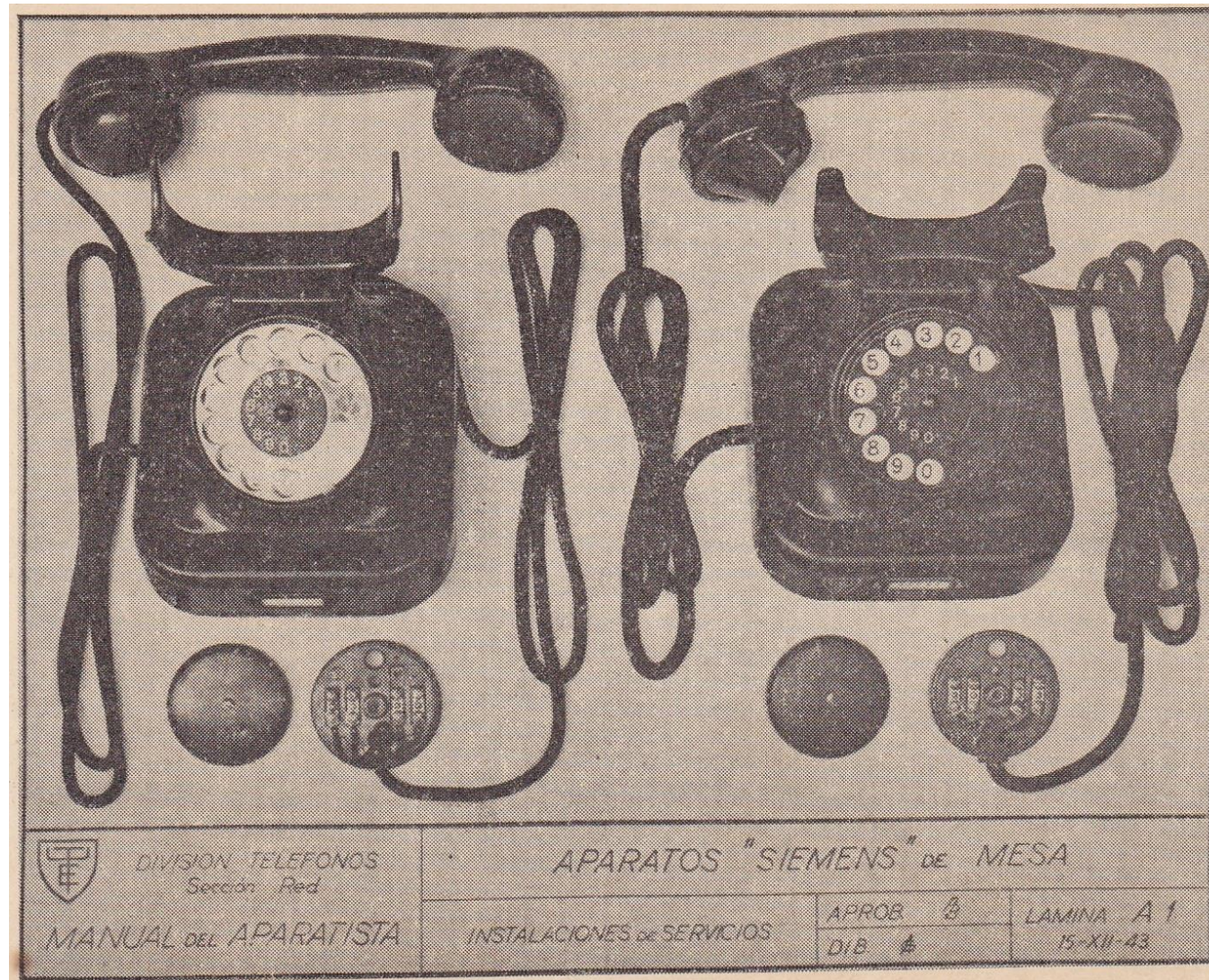
---



(Extraído de Diario El Día, 26 de febrero de 1933)



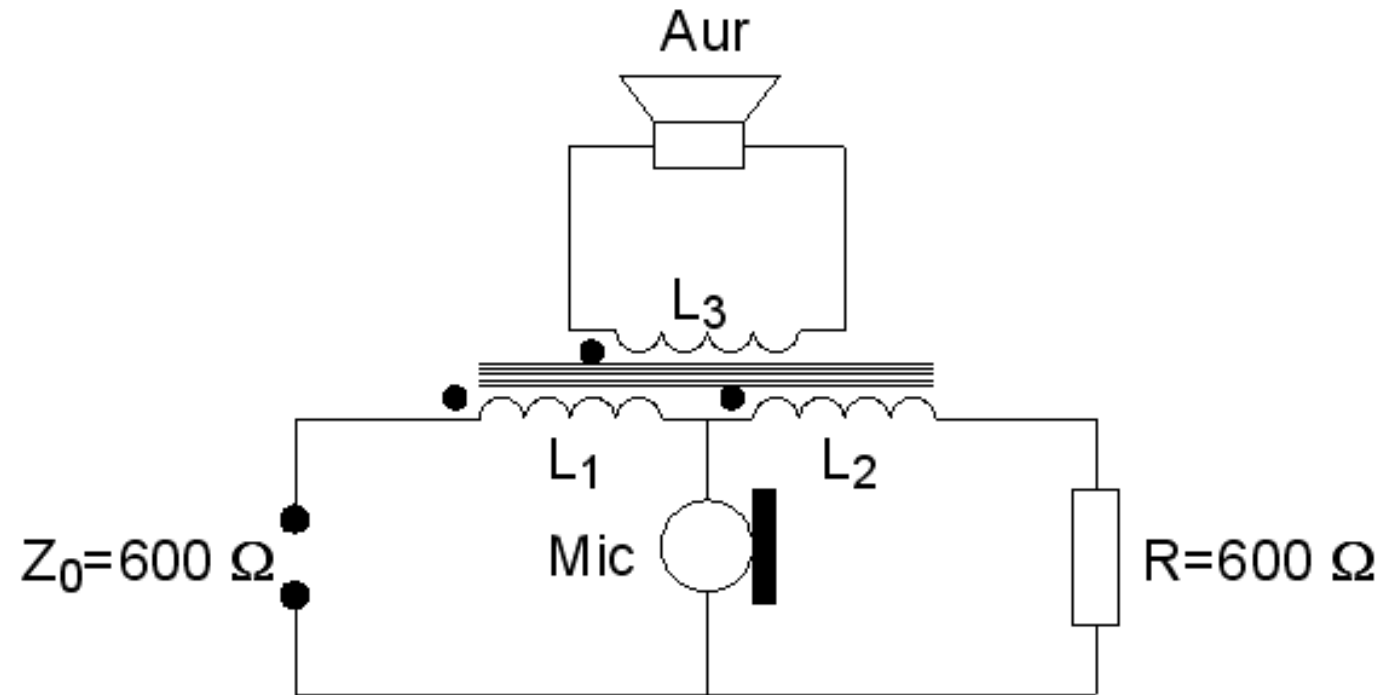
# Teléfono automático de disco- Uruguay, 1943 (UTE)



(Extraído de "Manual del Aparatista", UTE, 1943)

# Esquema de un teléfono: Audio

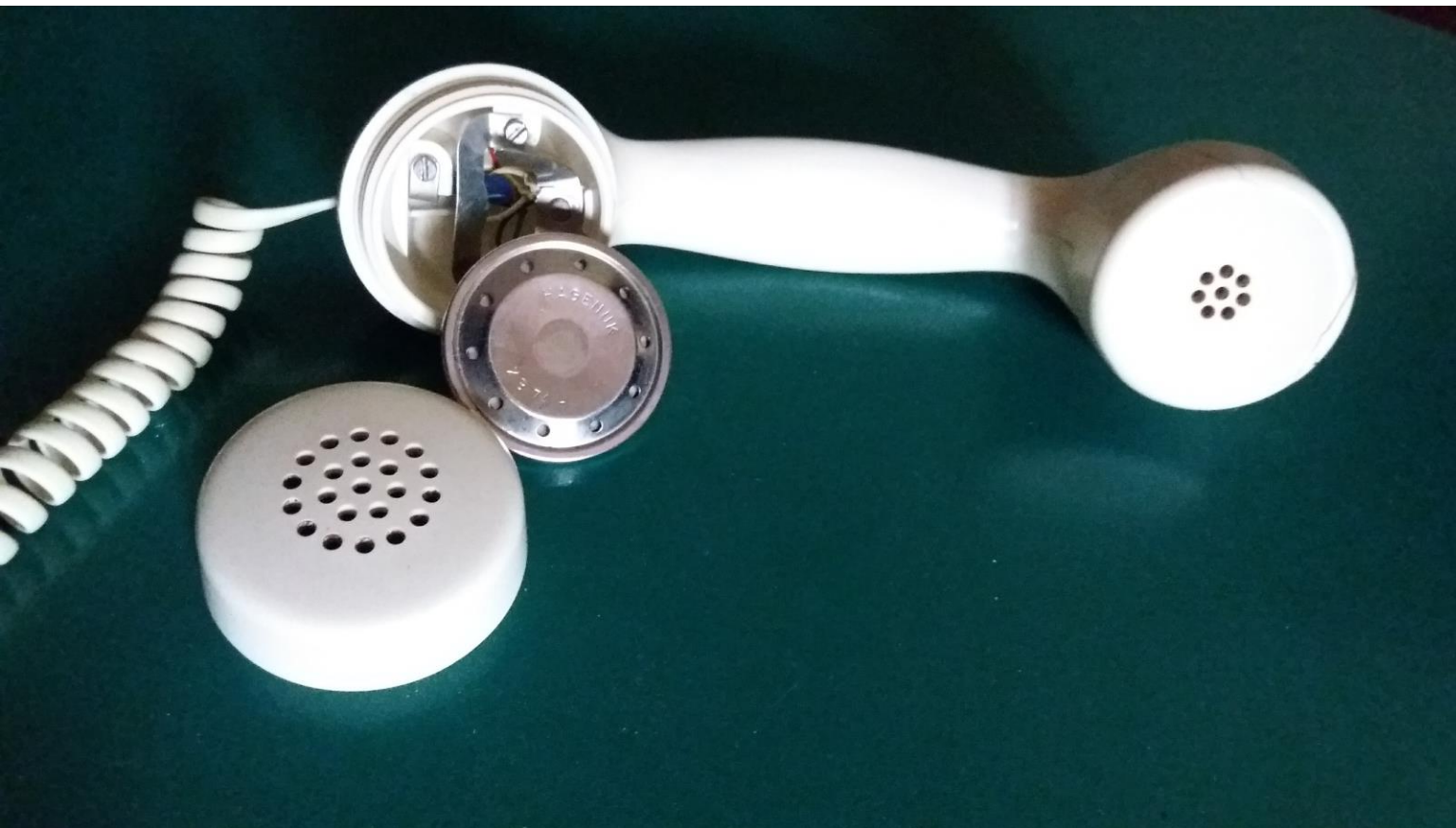
---





# Micrófono de carbón

Patentado por Thomas Alva Edison, en 1878



(Extraído de [http://www.oviedo.es/personales/carbon/carbon\\_mineral/carbon%20mineral.htm](http://www.oviedo.es/personales/carbon/carbon_mineral/carbon%20mineral.htm) )

# Teléfono Fijo de Disco (analógico)

---





# Teléfono fijo de “Tonos” (analógico)

---

Primer teléfono de tonos de 10 botones



Teléfono de tonos de 12 botones



# Teléfono fijo “ISDN” (Digital)

---





# Teléfono fijo “IP”

---



# Primer teléfono celular y su evolución

---



# Digitalización / Codificación / Paquetización

---

Actualmente conviven en las redes de telecomunicaciones tecnologías analógicas, digitales e IP

El proceso de **Digitalización** transforma la señal analógica (audio / video) en información digital

El proceso de **Codificación** utiliza técnicas que permiten codificar la señal digital en formatos eficientes (poca cantidad de bits / información)

El proceso de **Paquetización** introduce la información codificada dentro de una red de paquetes (por ejemplo IP), para que pueda ser transportada y conmutada.



# Redes de Acceso

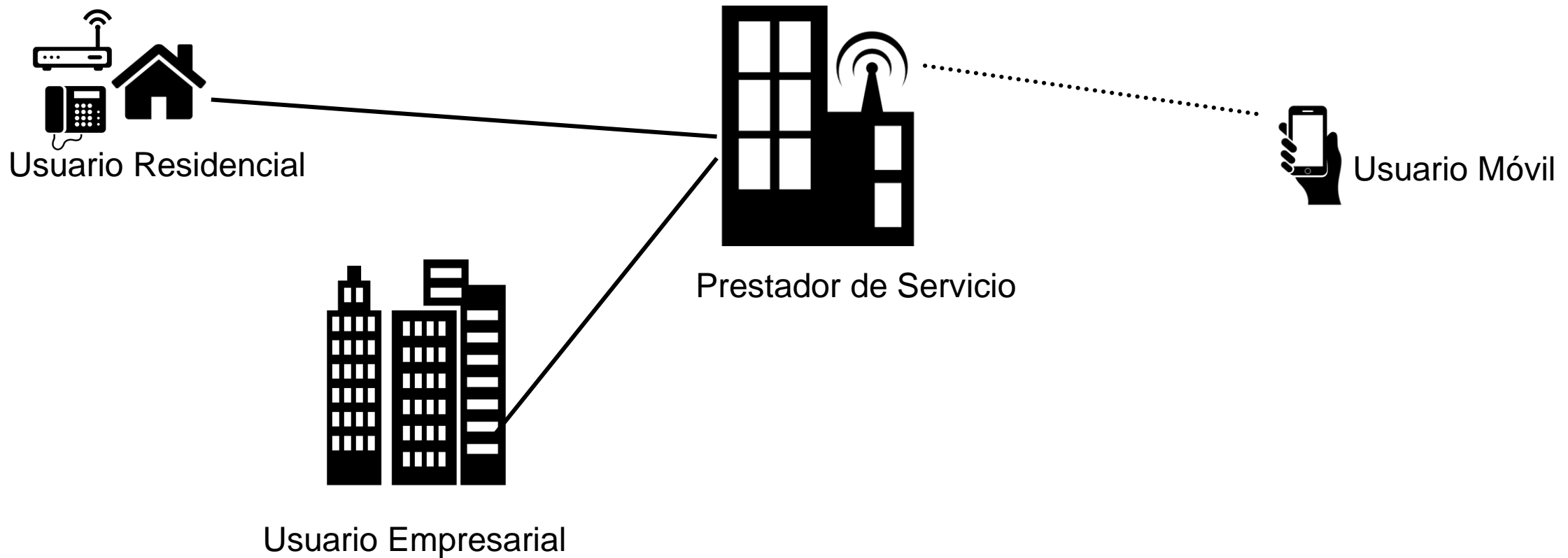
---

CONCEPTOS BÁSICOS DE  
SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES

# Redes de Acceso

---

Es la parte de la red que conecta a los usuarios con el prestador de servicios



# Tecnologías de Acceso

Par de cobre

Fibra óptica

Cable coaxial

Inalámbrico

Satélite

Red eléctrica



Extraído de <http://www.spw.cl/spip.php?rubrique62>

# Conmutación

---

CONCEPTOS BÁSICOS DE  
SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES

# Conmutación

---

Conexión que realizan los diferentes elementos para lograr un camino apropiado entre dos nodos de una red

## Conmutación de circuitos

- Se establece un camino “confiable y seguro” de punta a punta, el que se mantiene durante toda la comunicación

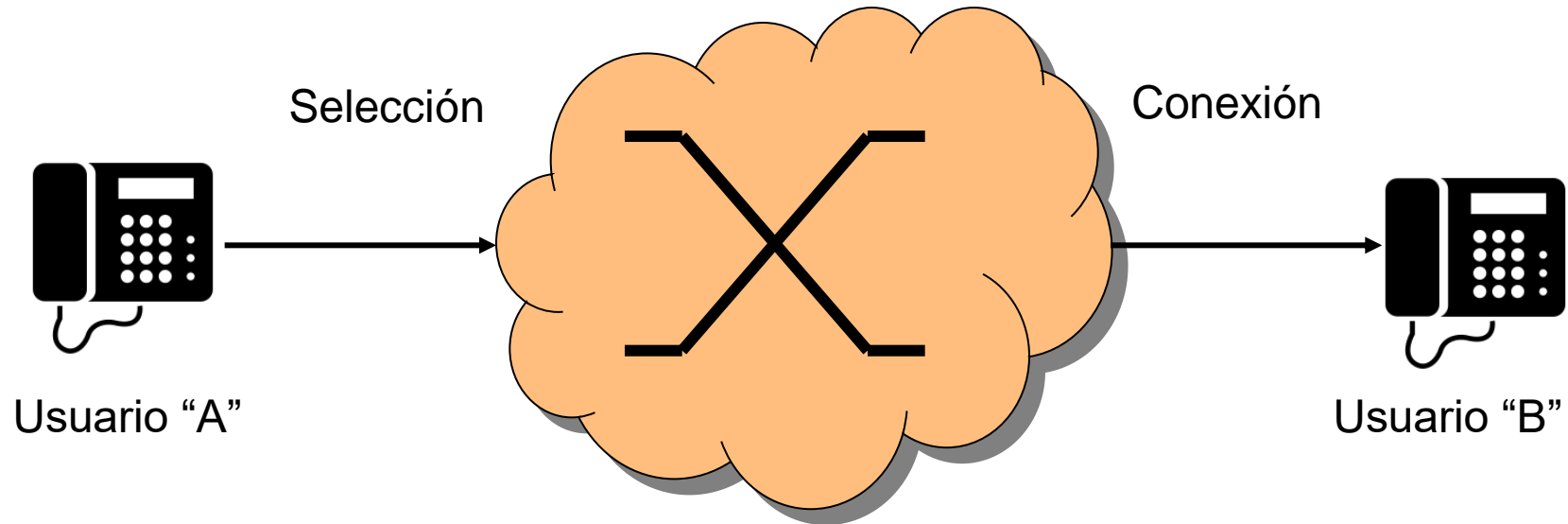
## Conmutación de paquetes

- Cada mensaje es enviado sin establecer previamente una conexión entre origen y destino



# Conmutación

---



Es el proceso para establecer una conexión individual desde un punto de entrada (nodo "A"), hacia un punto de salida (nodo "B")

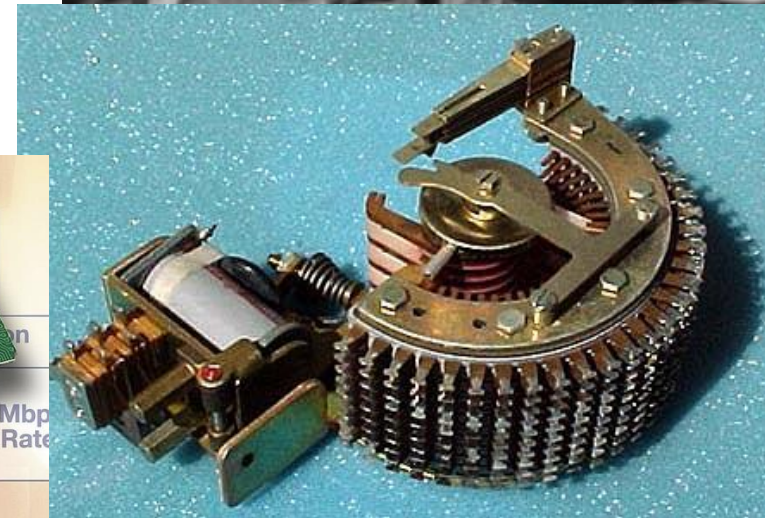
# Evolución de la conmutación

Manual

Automática analógica

TDM Digital

IP



Step-by-step (Solenoid Stepper Switch )



10 GB Ethernet Switch Chip

1024 x 1024 channel TDM switch

# Centrales de conmutación públicas TDM

---

## Capacidad

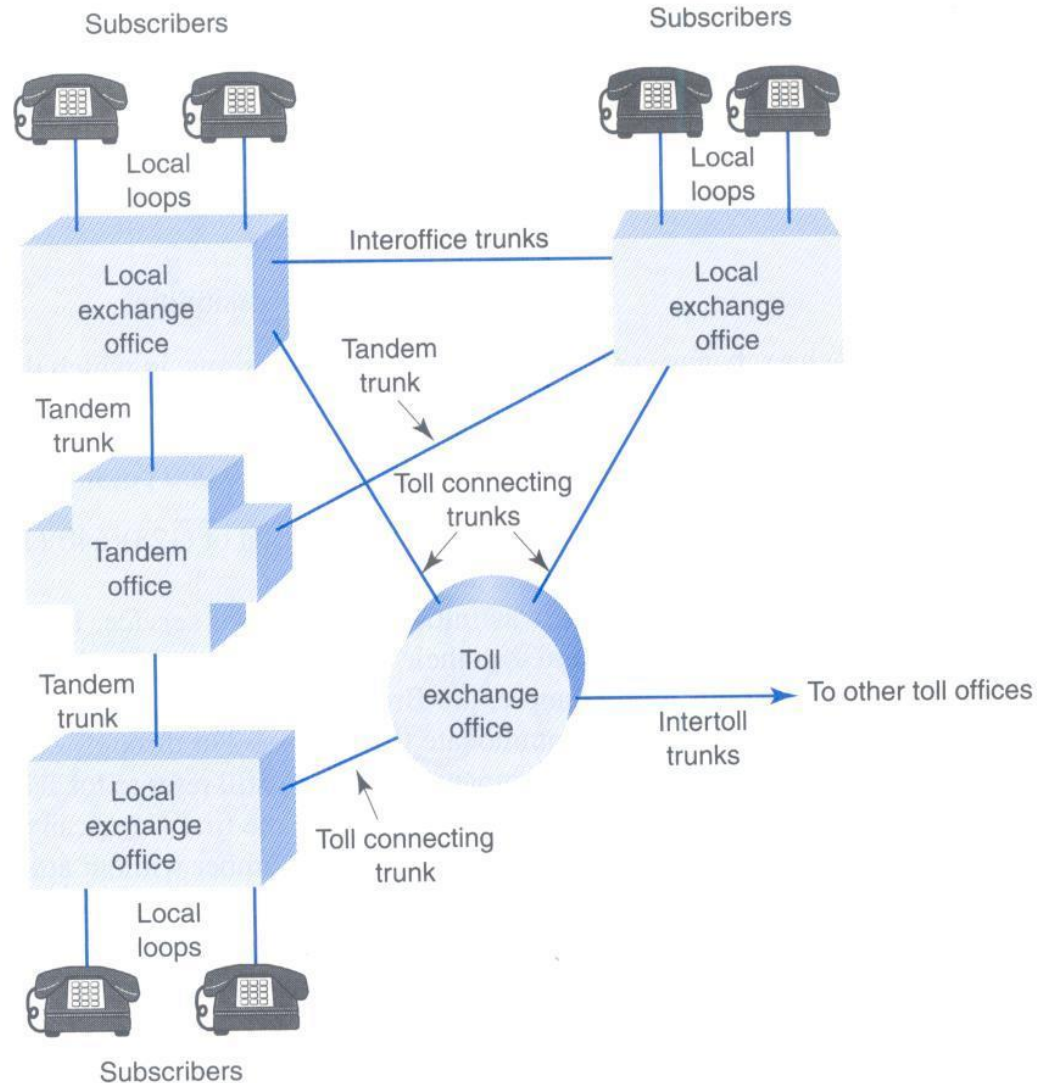
- Generalmente atienden a 10.000+ usuarios

## Alcance

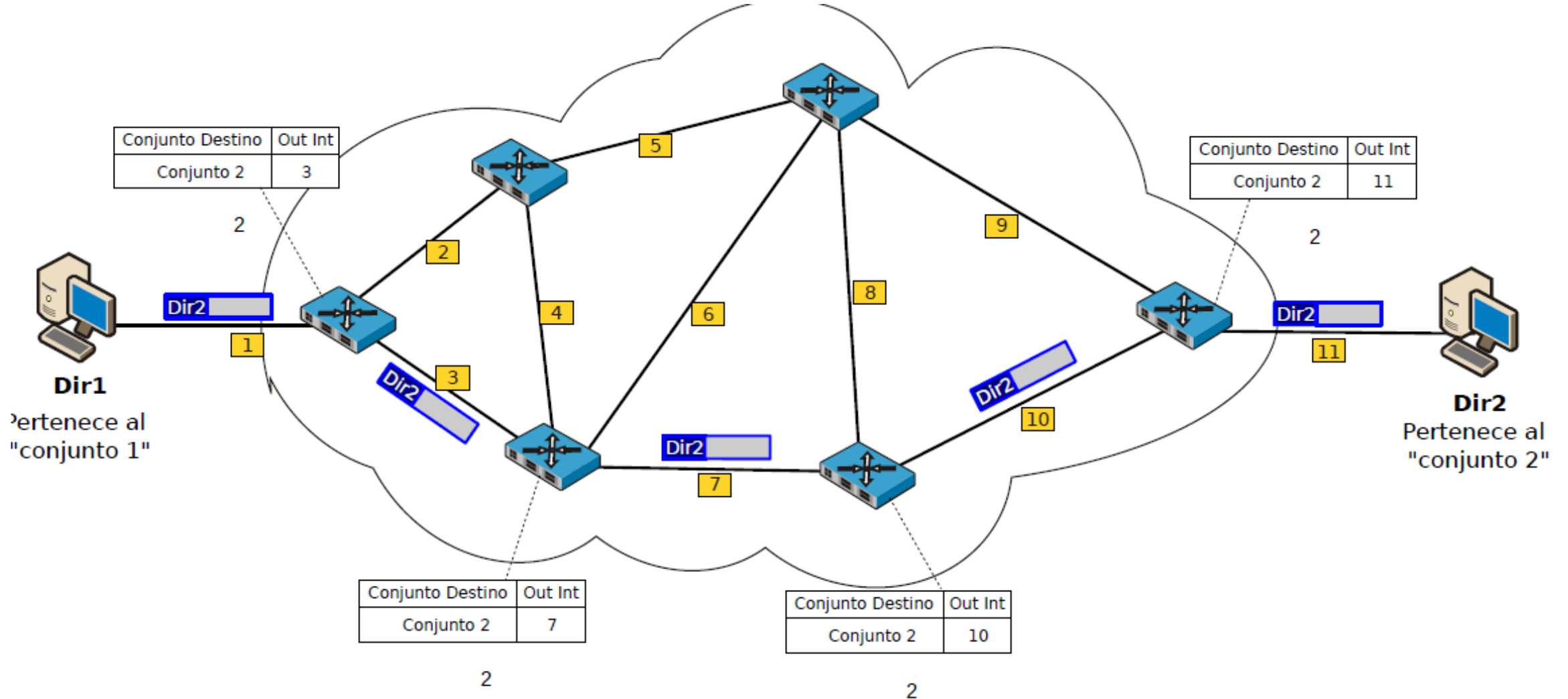
- Locales
- De Tránsito
- Internacionales
- Celulares



# Red de conmutación pública TDM



# Conmutación de paquetes



# Sincronismo

---

CONCEPTOS BÁSICOS DE  
SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES

# Necesidad de Sincronismo

---

Redes digitales, en constante aumento en las velocidades de transmisión

Necesidad de integrar múltiples tecnologías

Facilita la comunicación efectiva

- Entre diferentes sistemas de la misma red de telecomunicaciones
- Entre diferentes operadores
- En las interconexiones de redes

En redes inalámbricas

- Handover o Handoff entre BTSs (Base Transceiver Stations)



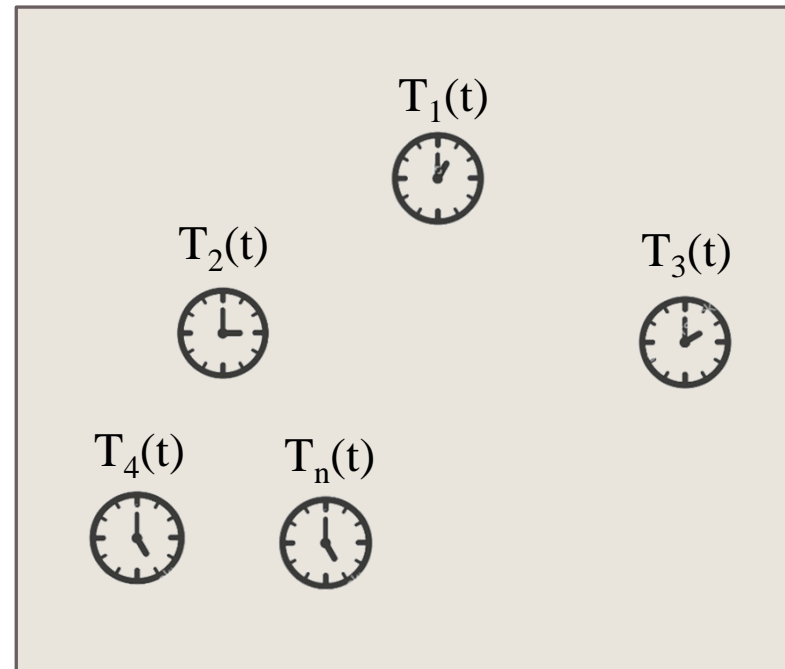
# Redes plesiócronas

---

Cada nodo tiene un reloj propio

No hay señal de control que coordine la operación entre estos relojes

La frecuencias de relojes corren libres, causando errores crecientes de tiempo.





# Redes sincrónicas

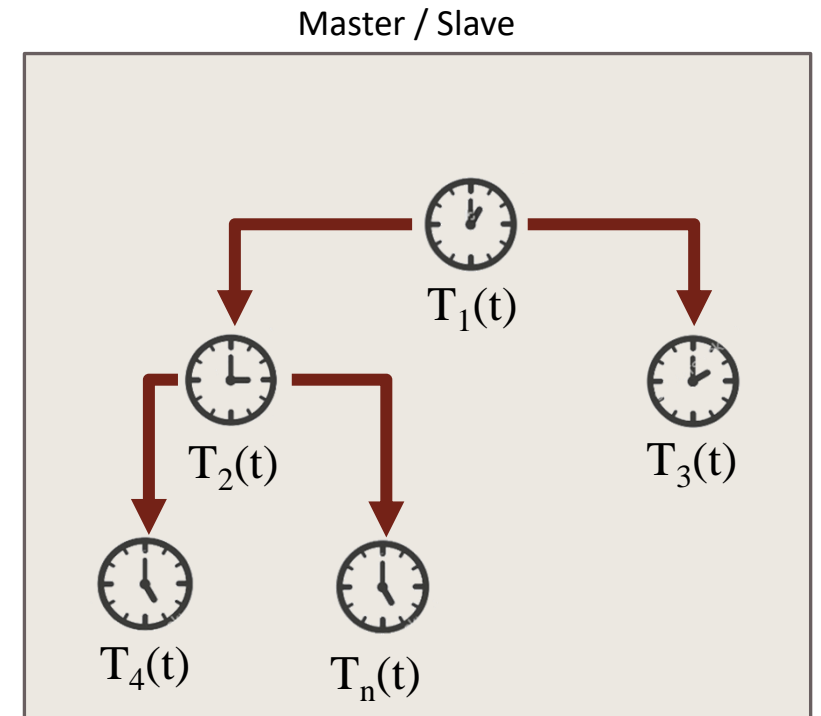
Los relojes de todos los nodos una red síncrona están enganchados en fase y frecuencia

## Sincronismo centralizado

- Reloj central Maestro (“Master”)
- Relojes remotos Esclavos (“Slaves”), de alguna manera subordinados al “master”

## Sincronismo descentralizado

- Sincronía mutua
- Todos los relojes de la red contribuyen a la determinación de tiempo y frecuencia



# Distribución de sincronismo en redes de datos

## SyncE (Synchronous Ethernet)

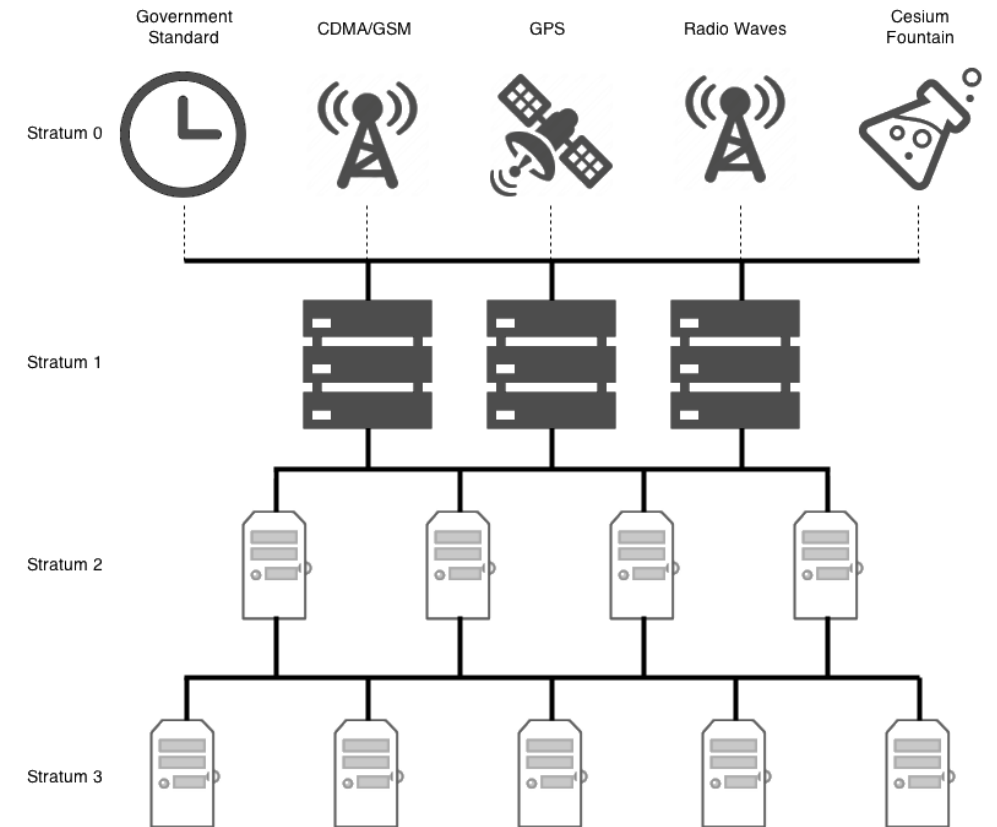
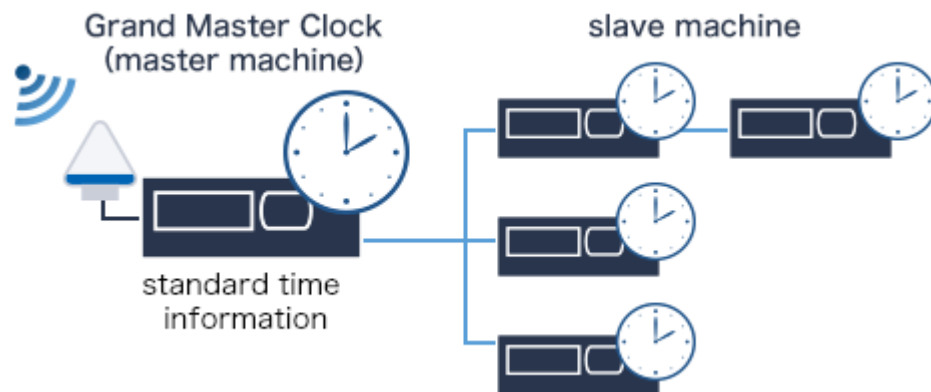
- Transmisión de información de reloj para recuperar frecuencia

## NTP (Network Time Protocol)

- Transmisión de estampas de tiempo, recuperación de tiempo y frecuencia.

## PTP (Precision Time Protocol)

- Transmisión de estampas de tiempo, recuperación de frecuencia, tiempo y fase.



# Transmisión y Transporte

---

CONCEPTOS BÁSICOS DE  
SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES

# Transmisión y Transporte

---

La transmisión es el proceso de transportar información entre dos puntos de una red

En las redes de telecomunicaciones, los sistemas de transmisión interconectan puntos distantes, por ejemplo, centrales telefónicas

- Entre ellas es necesario enviar un gran número de canales

# Medios físicos

Pares de cobre

Cables coaxiales

Radio enlaces

Fibras ópticas

Comunicaciones por Satélites



Fibra Optica Submarina



ANTEL Atlántida



Ruta 1, 2016

# Historia

---

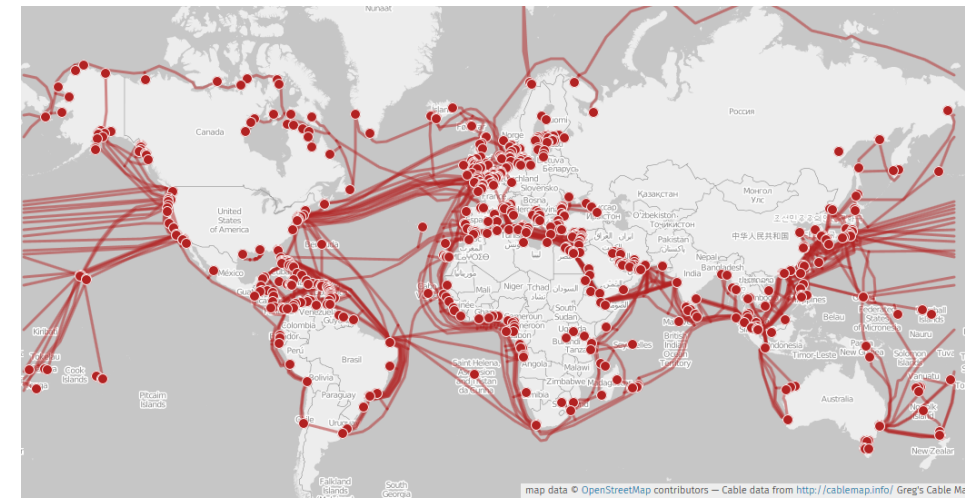
Las primeras tecnologías de transmisión y transporte estaban basadas en tendidos de cables de cobre

El primer satélite de comunicaciones fue puesto en órbita por la empresa AT&T, en 1962

Sobre la década de 1980 se extendieron los tendidos de fibras ópticas, diseñadas originalmente en la década de 1970.

El primer cable de fibra óptica transatlántico, el TAT-8, fue tendido en 1988, con una capacidad de 40.000 conversaciones

El (prácticamente) ilimitado ancho de banda de las fibras ópticas la ha convertido en el medio de transporte mayormente utilizado actualmente para los sistemas de transmisión de telecomunicaciones



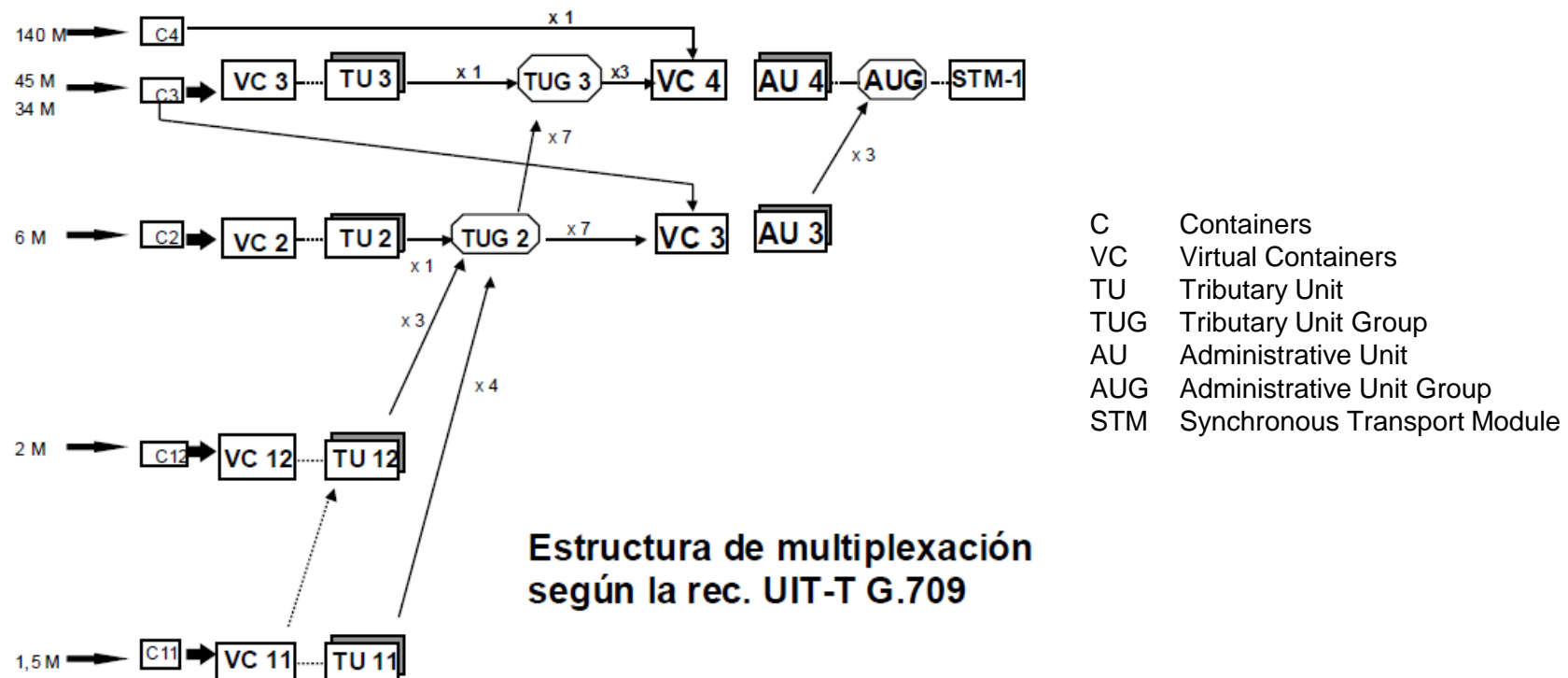
Fuente: [https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Submarine\\_cable\\_map\\_umap.png](https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Submarine_cable_map_umap.png)



# Jerarquías digitales

La tecnología digital TDM permitió la multiplexación de varios canales de voz en “tramas digitales”, las que conforman “jerarquías digitales”

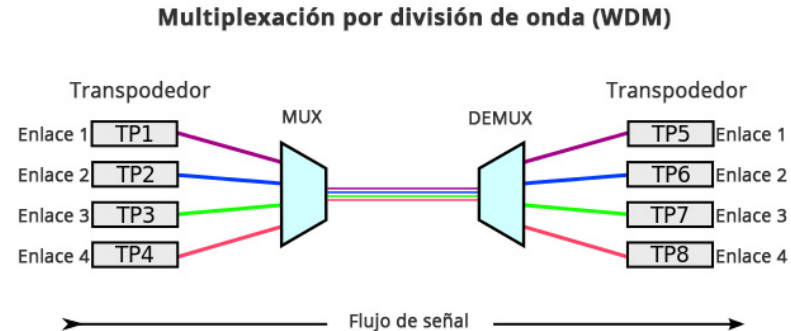
- **PDH: Plesiochronous Digital Hierarchy**, o Jerarquía Digital Plesiócrona
- **SDH: Synchronous Digital Hierarchy**, o Jerarquía Digital Sincrónica



# Transporte óptico

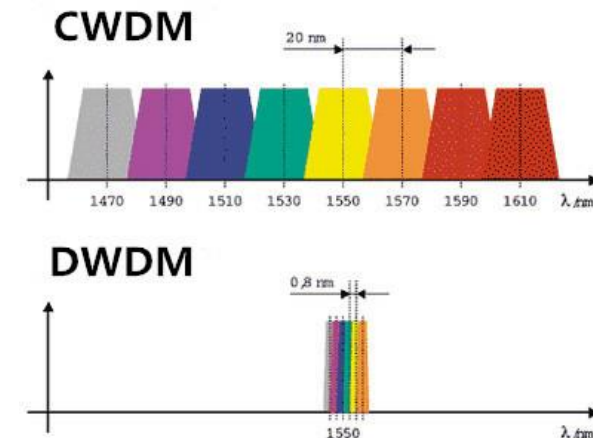
La tecnología de transporte óptico permitió desarrollar un sistema de Multiplexión por División en longitud de Onda:

- **WDM (Wavelength Division Multiplexing):**



Esta tecnología emplea múltiples longitudes de onda (“lambda”) para transmitir diferentes flujos de datos sobre una misma fibra óptica.

- **CWDM (Coarse Wavelength Division Multiplexing)**  
Espacios amplios entre “lambdas”
- **DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing)**  
Alta densidad entre “lambdas”

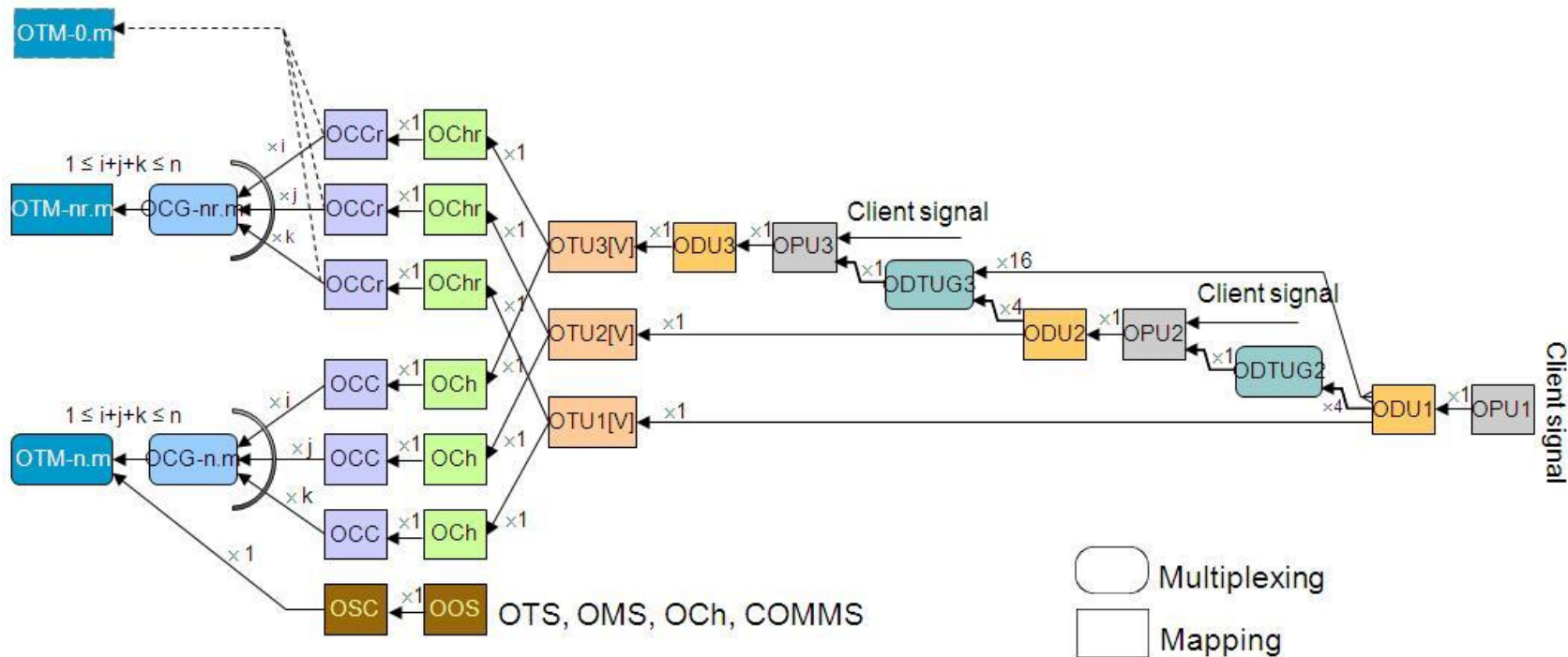


# Jerarquías ópticas

Sobre la tecnología de fibra óptica se estandarizaron “jerarquías ópticas”:

- o **OTH Optical Transport Hierarchy**

Utiliza los mismos principios básicos que SDH, pero con mayor capacidad y menos “overhead” por agregación de señales, trabajando directamente sobre el medio óptico.



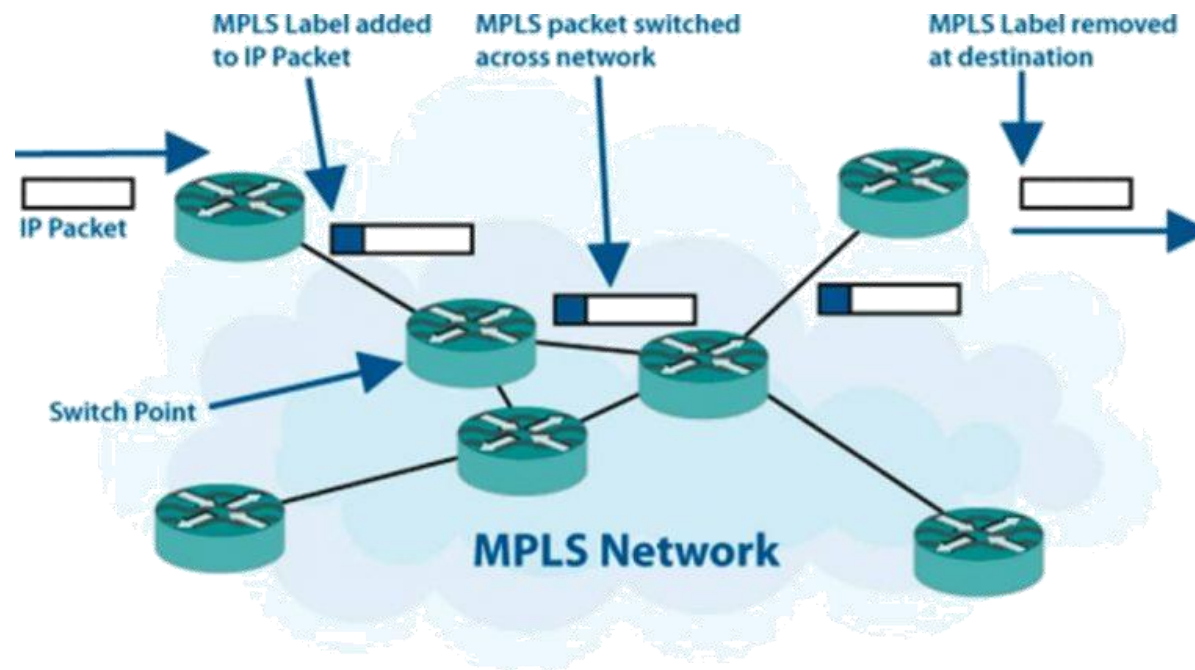
Fuente: <http://mapyourtech.com/entries/general/optical-transport-network-otn-a-comprehensive-study>

# Transmisión en redes de paquetes

Actualmente las redes de paquetes se usan para transportar servicios telefónicos, voz, video y otros medios tanto a demanda como en tiempo real

Dentro de las tecnologías de transporte se destaca **MPLS** (Multi Label Protocol Switching)

- Protocolo de transporte de paquetes en una posición dominante frente a los demás. IETF RFC 3031
- Permitted el desarrollo de “routers en hardware” con mayor capacidad que los IP



# Señalización

---

CONCEPTOS BÁSICOS DE  
SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES

# Señalización

---

Para establecer una comunicación entre dos dispositivos, es necesario implementar protocolos de señalización

- Permiten indicar el destino, confirma el establecimiento de una sesión, terminar una sesión, etc.

Esta necesidad de señalización ha estado presente desde los orígenes de la telefonía

- Ha evolucionado, con el crecimiento de las redes y la evolución de las tecnologías.

La señalización existe a todos los niveles en las redes de telecomunicaciones

- Entre el núcleo de la red y los terminales
- Entre el núcleo de la red sistemas privados o corporativos
- Dentro del núcleo de la red
- Entre sistemas privados o corporativos



# Señalización entre el núcleo y los terminales

## Analógica

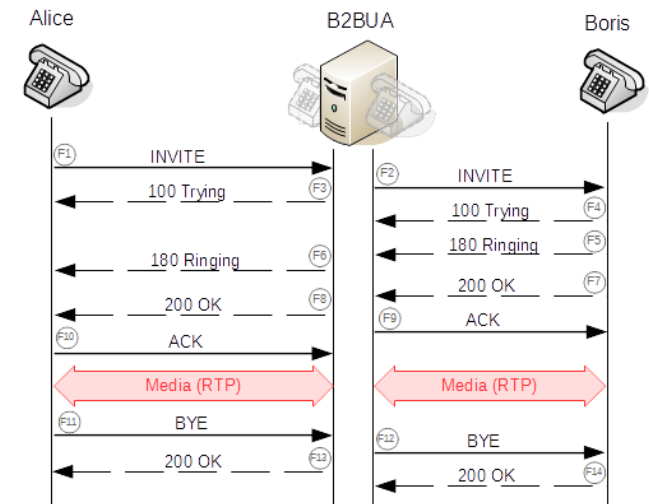
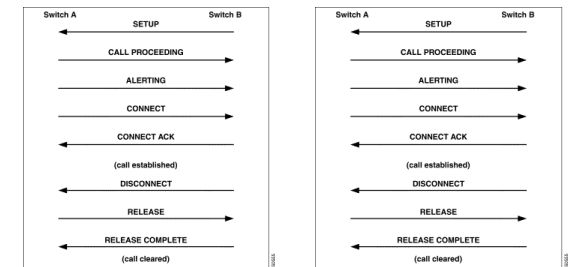
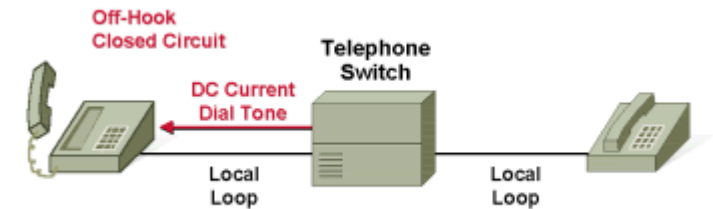
- Loop Start, muy estándar

## Digital

- Estándar: ISDN
- Proprietaria: Usada típicamente en sistemas corporativas PBX

## IP

- Estándar: H.323, SIP
- Proprietaria: Usada típicamente en sistemas corporativas PBX



# Señalización entre el núcleo y centrales privadas

---

## Analógica

- La central privada es vista como un “teléfono” por la central pública

## Digital

- ISDN
  - Servicio Básico (BRI)
  - Servicio Primario (PRI)
- R2

## IP

- El protocolo SIP está comenzando a ser utilizado por los operadores de telefonía pública para brindar servicios de acceso a la red por VoIP

# Señalización dentro del núcleo

---

La red de señalización entre centrales públicas TDM más difundida es la conocida como SS7 (Signaling System Number 7).

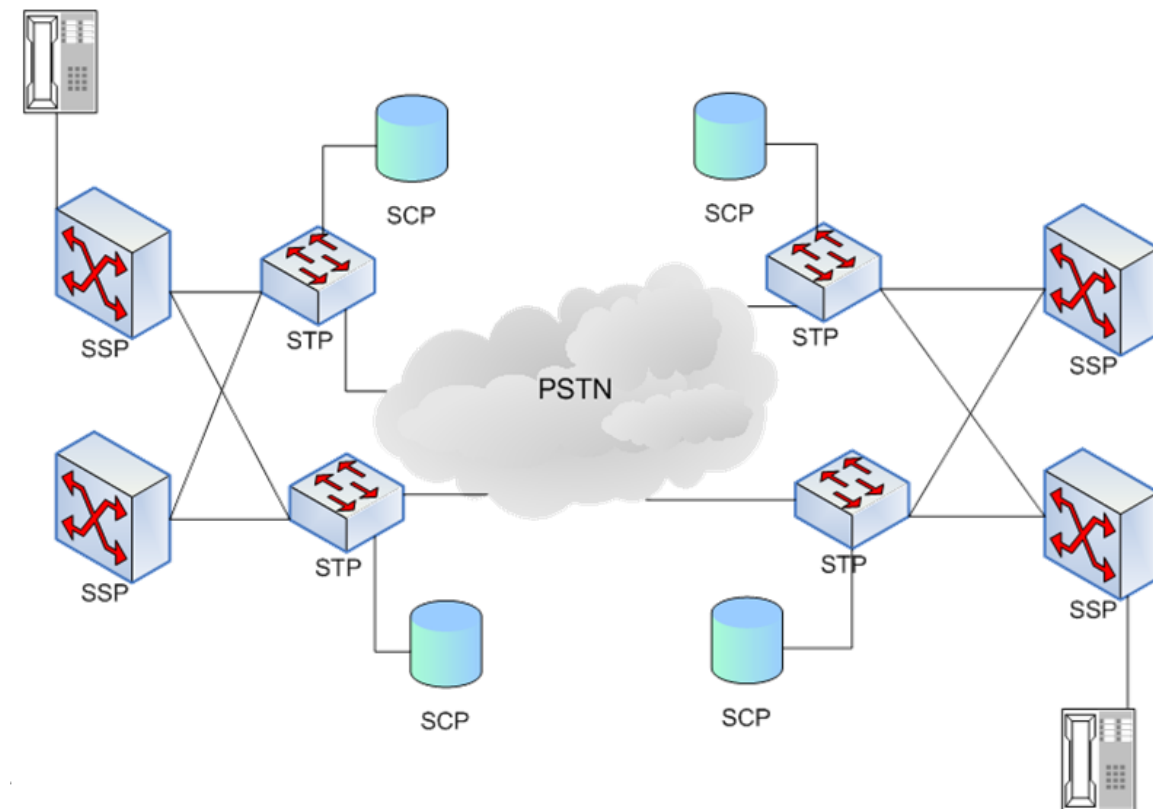
Es típicamente el sistema de señalización actualmente utilizado internamente en las redes ISDN y en las IN (“Intelligent Networks” o “Redes Inteligentes”).

Su migración a IP se conoce como SIGTRAN (SIGnaling TRANsport), que básicamente paquetiza la señalización SS7 y la envía sobre redes de paquetes basadas en IP, utilizando el protocolo SCTP (Stream Control Transmission Protocol) definido en el RFC 4960.

# SS7

Incluye los siguientes componentes

- SSP (Service Switching Point)
  - Son los nodos encargados de conectar los terminales de la red
- STP (Signaling Transfer Point)
  - Son ruteadores de señalización SS7.
  - Deciden la ruta a tomar para cada mensaje de señalización SS7
- SCP (Signaling Control Point)
  - Brindan servicios de almacenamiento y procesamiento de datos, como por ejemplo la facturación ("Billing"), traducción de números (por ejemplo 0800, 0900), etc



# DIAMETER

---

Diseñado para ofrecer servicios AAA, típicamente utilizado en aplicaciones IP Móviles.

- **Authentication:** Verificar la identidad de quien envía información y de quien la recibe
- **Authorization:** Mediante la asignación de privilegios al poseedor de determinadas credenciales.
- **Accounting:** recolección de información sobre el uso de recursos con el fin de realizar funciones como facturación y asignación de costos

Se basa en el protocolo “RADIUS”

# Teletráfico

---

CONCEPTOS BÁSICOS DE  
SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES



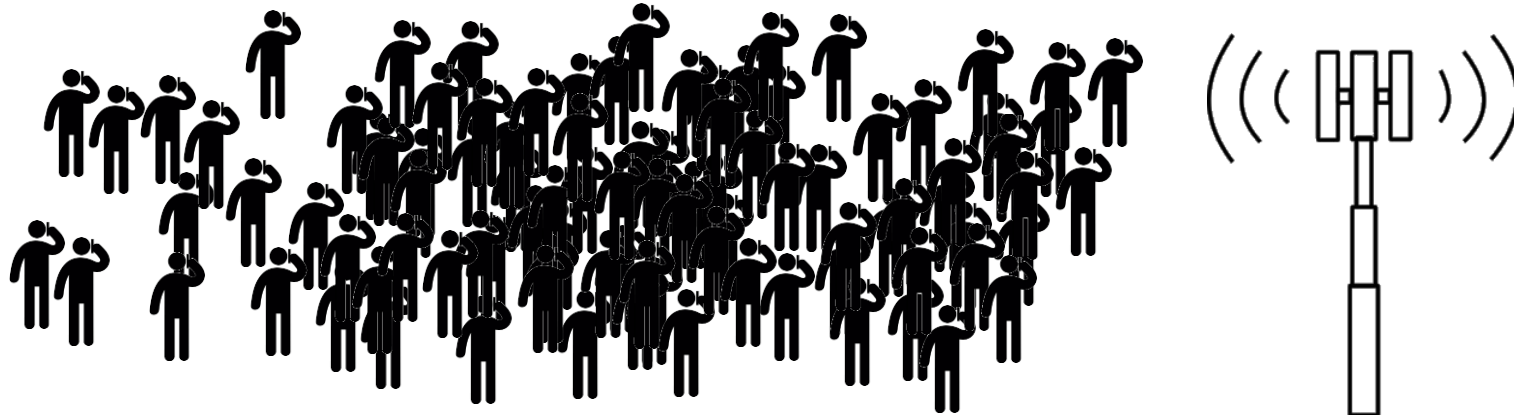
# ¿Qué es la “Teoría de Teletráfico”?

Es la aplicación de las teorías de probabilidades a la solución de problemas de planificación, evaluación de desempeño, operación y mantenimiento de sistemas de telecomunicaciones

Principales funciones de la Ingeniería de Teletráfico:

- Caracterización de la demanda de tráfico
- Objetivos del grado de servicio (GoS)
- Controles y dimensionamiento del tráfico
- Vigilancia de la calidad de funcionamiento

¿Cómo brindamos un servicio de buena calidad con recursos limitados?



# QoS y QoE

---

## CONCEPTOS BÁSICOS DE SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES

# QoS y QoE

---

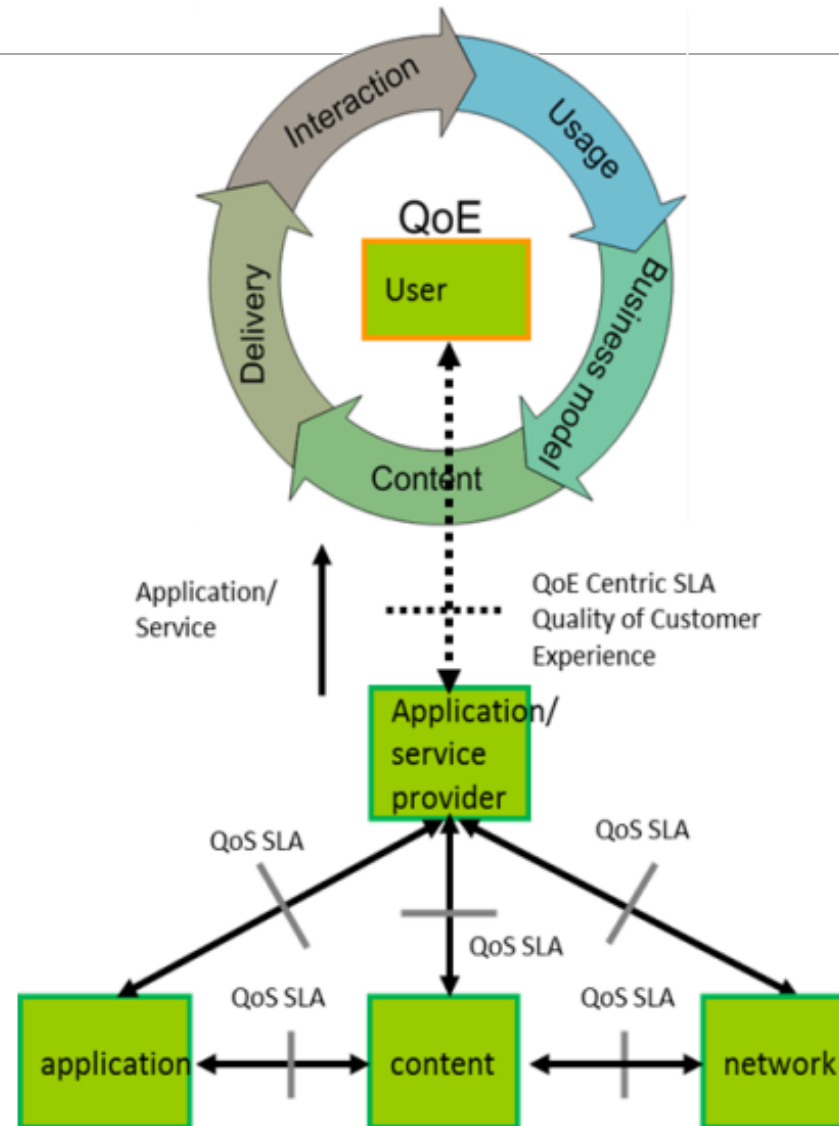
## Calidad de Servicio (QoS):

- La totalidad de las características de un servicio de telecomunicaciones que determinan su capacidad para satisfacer las necesidades explícitas e implícitas del usuario del servicio.
- Ejemplo de aspectos de QoS relacionados al desempeño de la red:
  - Bitrate, Latencia, Tasa de errores, ...
- Ejemplo de aspectos de QoS independientes del desempeño de la red:
  - Tiempo de aprovisionamiento del servicio, Tiempo de reparación ante fallas, Tiempo de resolución de quejas, Esquema tarifario, ...

## Calidad de Experiencia (QoE):

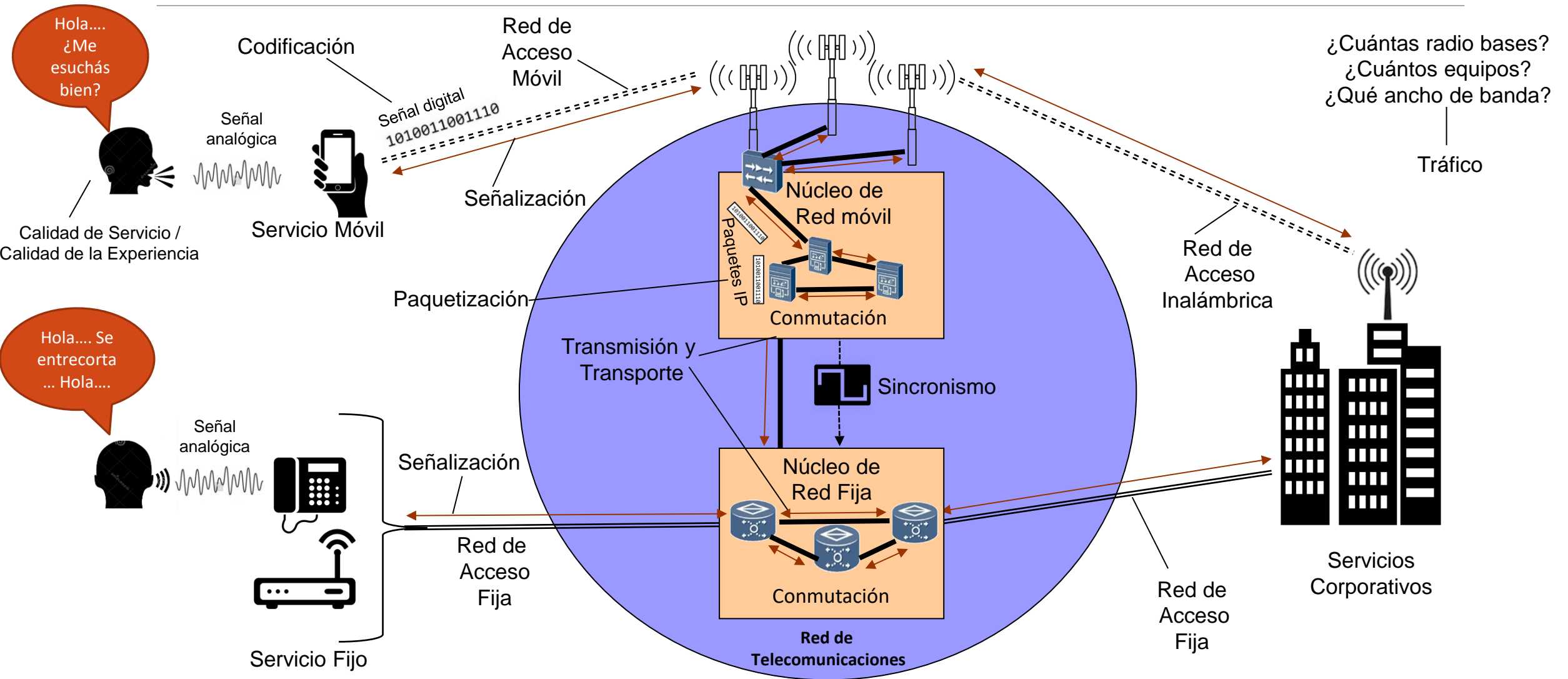
- Es el grado de deleite o molestia del usuario respecto de una aplicación o servicio

# QoE vs QoS



Tomado de: Qualinet White Paper on Definitions of Quality of Experience, Output from the fifth Qualinet meeting, Novi Sad, March 12, 2013

# Redes de Telecomunicaciones



# Muchas Gracias!

---

CONCEPTOS BÁSICOS DE  
SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES