

Redes de Comunicación

Introducción General y
Modelos para Redes

Instructor:
Dr.-Ing. K. D. HACKBARTH
Ultima versión 15.08. 2012

- 1. Definiciones y clasificación de servicios y redes de telecomunicación**
2. Modelos para la descripción redes de telecomunicación
3. Progreso de las redes de telecomunicación
4. Descripción de servicios
5. Redes y Servicios de Telecomunicación más importantes

Servicio (de telecomunicación) :

*Conjunto de **funciones (e información)** que una **organización** ofrece a un conjunto de **usuarios**, a fin de satisfacer una necesidad de telecomunicación específica.*

Red (de telecomunicación) :

*Conjunto de **nodos y enlaces** que proporcionan conexiones entre dos o más puntos definidos para realizar un servicio de telecomunicación entre ellos. En los nodos y enlaces se instalan sistemas y medios correspondientes desarrollados y fabricados por fabricantes de equipos de telecomunicación.*

Nombre del atributo	Valores típicos
Funcional	Conmutación, transmisión
Estructural	Acceso del usuario, local, regional, nacional
Tecnológico	Análogo, digital- eléctrico, óptico
Movilidad	Termina fijo o móvil
Económico	Propio, alquilado

1. Definiciones y clasificación de servicios y redes de telecomunicación
- 2. Modelos para la descripción redes de telecomunicación**
3. Progreso de las redes de telecomunicación
4. Descripción de servicios
5. Redes y Servicios de Telecomunicación más importantes

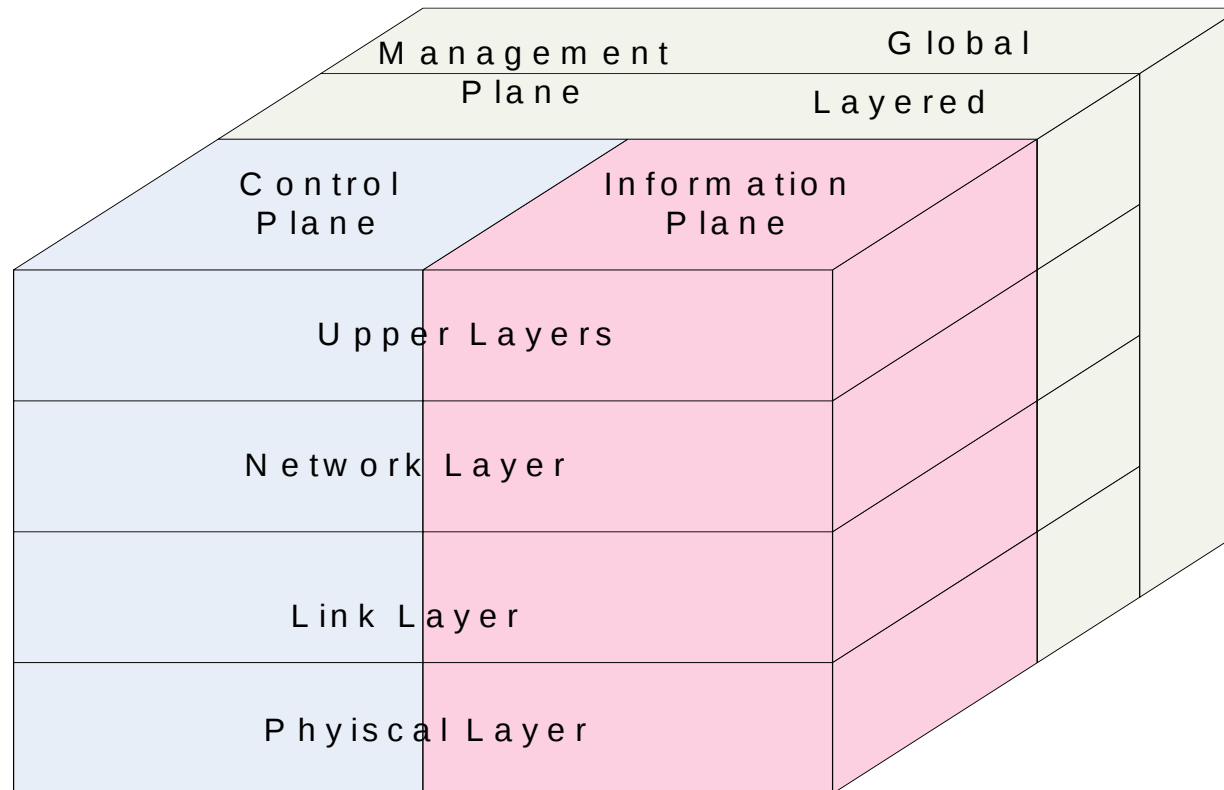
Son modelos descriptivos para clasificar y identificar una red o parte de ella y asignar atributos a sus elementos que permite identificar su arquitectura, su situación geográfica o jerárquica y finalmente la entidad que le opera, mantiene y administra, facilitan pero no son suficiente para el diseño el dimensionamiento de una red

- Modelo funcional
- Modelo estructural
- Modelo económico sobre la operación y posesión
- Modelo sobre el desarrollo temporal

Se identifican ocho funciones que se agrupan en tres planos:

- Plano de transporte de la información del usuario (IPL)
- Plano de Control (CPL) (en estándares del IEEE y IETF incluye el plano de gestión)
- Plano de Gestión (MPL) (solamente en recomendaciones de la ITU pero no en las de la IETF)

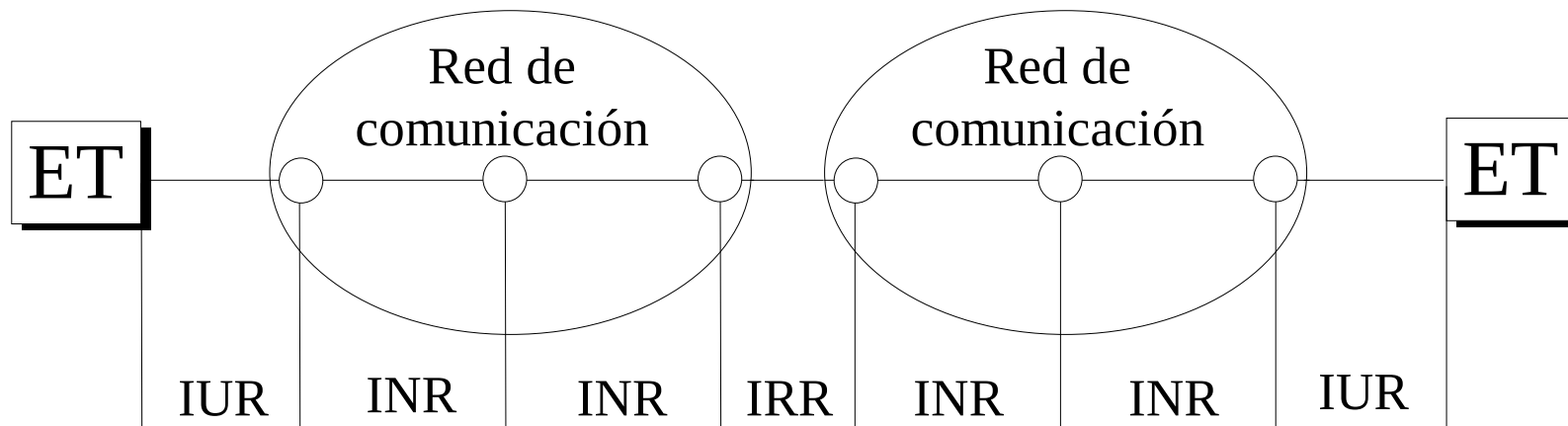
Función	Plano y capa OSI	Comentarios
Routing	I 3	Transporte lógico
Layer 2 switch, Transconexión, multiplexación estocástica	I 2	Distribución lógica
Transconexión y multiplexación determinísticas	I 1	Distribución física
Transmisión	I 1	Transporte físico
Señalización	C 3 - 1	Control inferior
Inteligencia	C 7- 4	Control superior
Gestión de capa	M X-1	
Gestión global	M global	

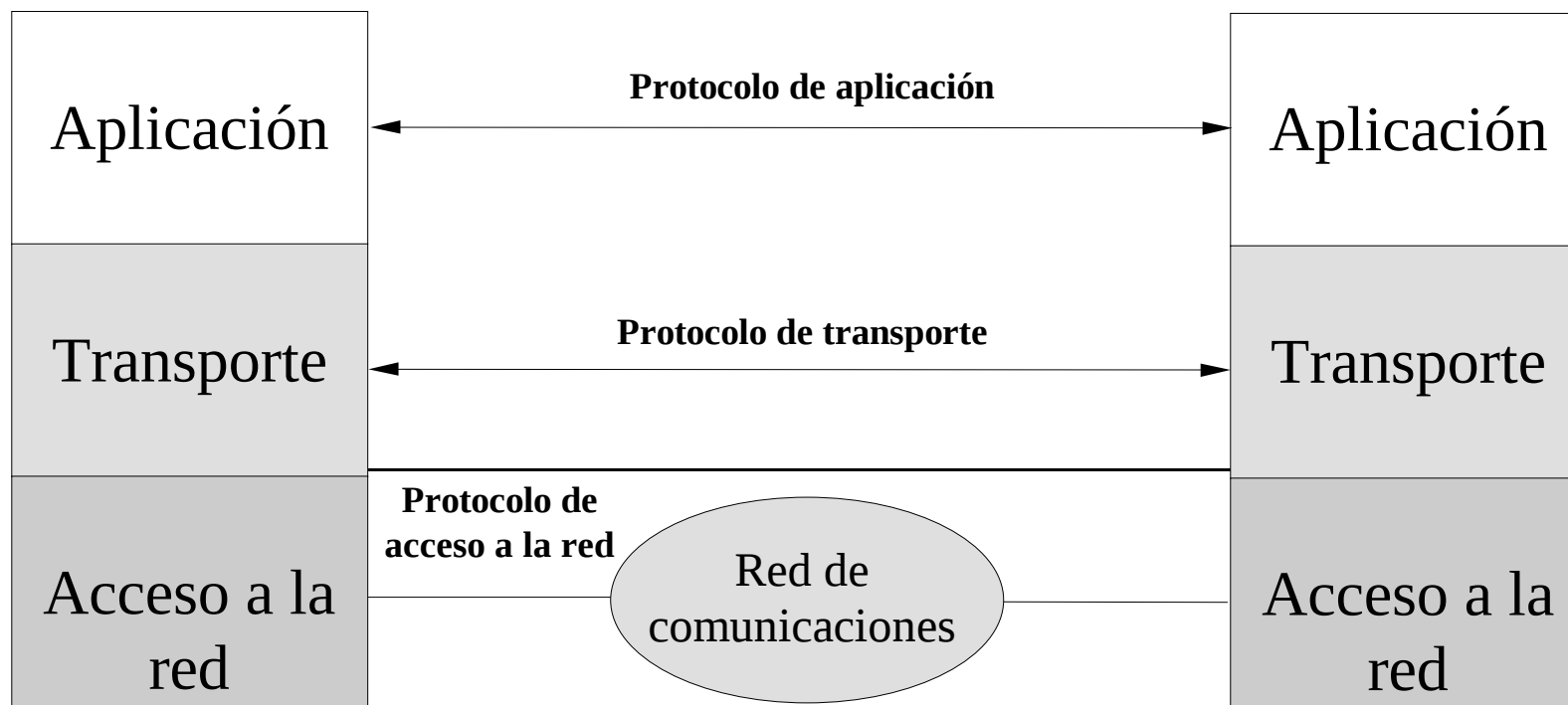


Modelo Funcional para la descripción de Redes de Comunicación fuente ITU

Tipos de Interfaz:

- Interfaz del usuario con la red (**IUR**), que describe los protocolos en los planos y capas del modelo funcional de la parte de acceso a la red.
- Interfaz de nodos de la red (**INR**), que describe los protocolos en los planos y capas del modelo funcional entre dos nodos conectados en una misma red de comunicación.
- Interfaz de red a red (**IRR**), que describe los protocolos en los planos y capas del modelo funcional entre dos nodos conectados entre diferentes redes de comunicación.





TCP/IP	OSI
Aplicación	Aplicación
	Presentación
	Sesión
Transporte (origen-destino)	Transporte
Internet	Red
Acceso a la red	Enlace
Física	Física

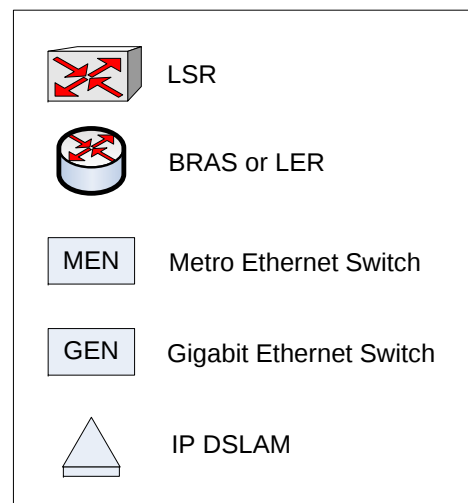
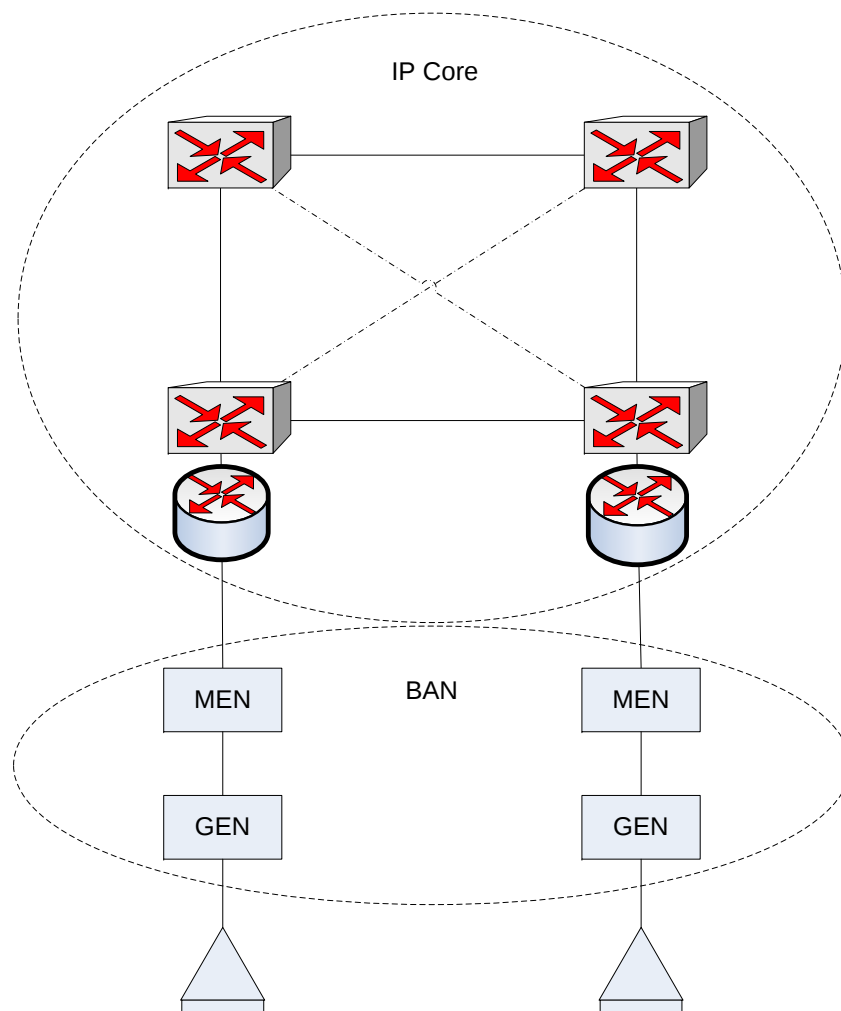
- Describe la división de una red grande en diferentes partes funcionalmente independientes.
- A cada parte se le aplica una arquitectura adecuada, interconectando cada parte mediante los interfaces correspondientes.
- División tradicional en la RPT:
 - Red de acceso del usuario a la red nacional
 - Red nacional
 - Red urbana
 - Red interurbana
- División moderna en las redes (voz, datos y ambos integrados):
 - Red de acceso del usuario a la red de interconexión (Subscriber Access Network, (SAN))
 - Red de Interconexión (Interconexion Network)
 - Aggregagtion
 - Metro
 - Core

Miles	Typical range [km]	Denomination in PSTN/ISDN	Denomination in broadband networks	ICT currently used in broadband network
First	1 - 5	SAN	User access	xDSL, cable modem, FTTx
Second	10 -50	Local	Aggregation	ATM o Ethernet concentrator
Third	50 -150	Regional	Metro	ATM o Ethernet switch
Fourth	> 150	National	Core	IP router and Core Edge

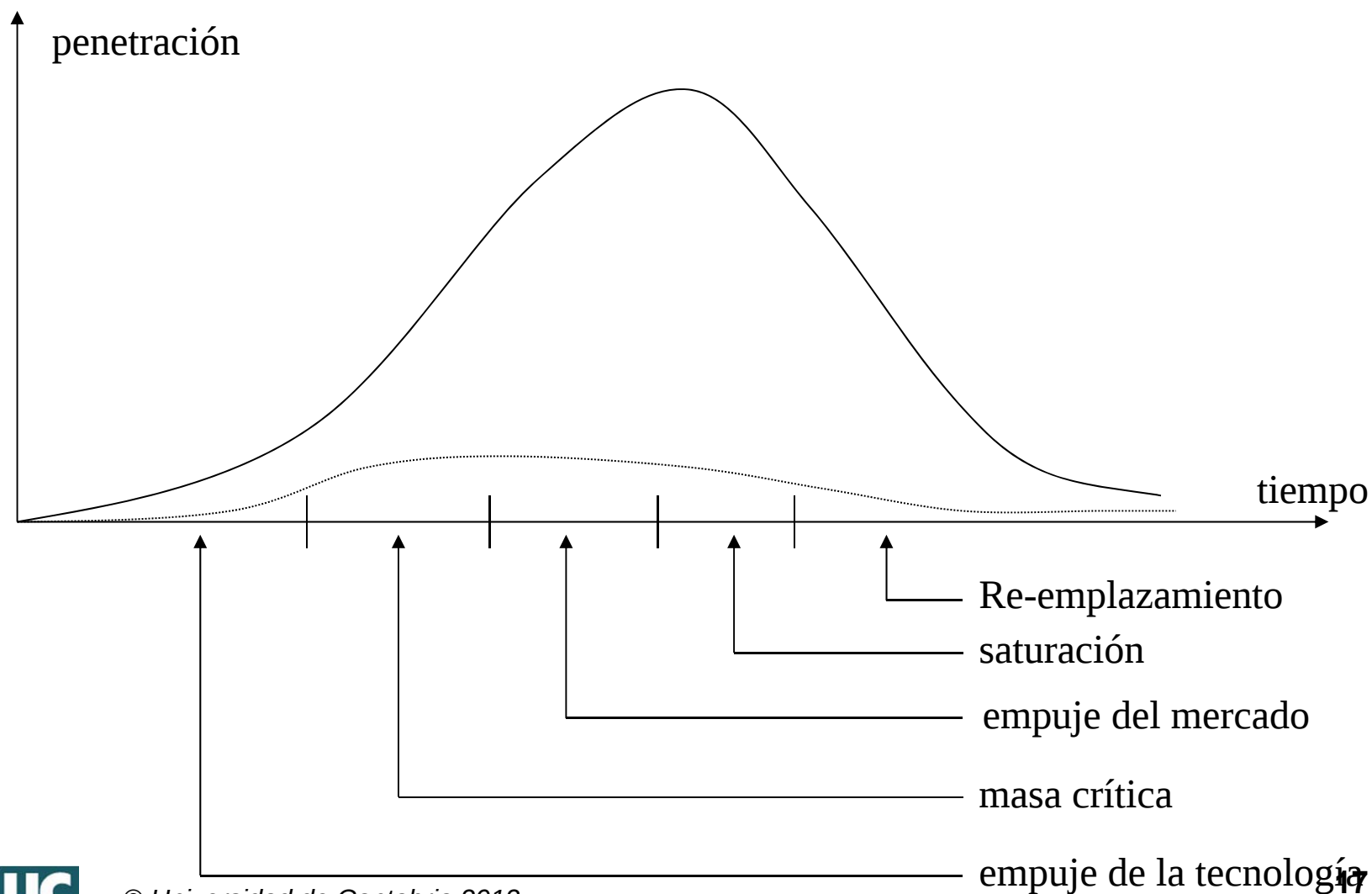
RPT/RDSI		(Broadband) NGN	
Type of node	Nr. of locations	Type of node	Example of locations number
Remote concentrator	6200	Stand alone DSLAM	4000 (FTTO) / 32000 (FTTC)
---	---	Aggregation node	1000
Local switch	525	Metro node	250
Tandem switch	475	PoP IP (LER)	50
Transit switch	23	Transit IP (LSR)	5

Modelo estructural (IV)

Estructura jerárquica de una red de banda ancha



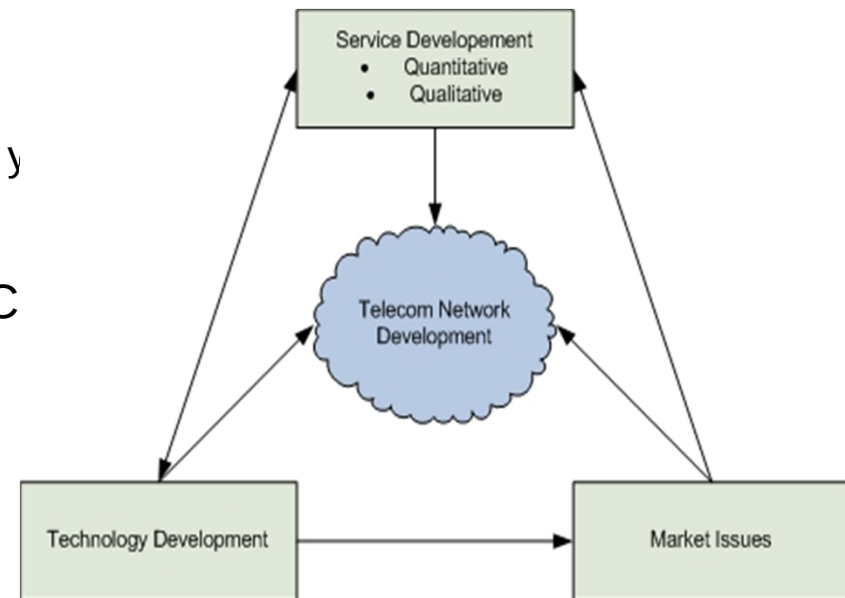
- Identifica la entidad que financia, opera, mantiene y administra la red o parte de ella
 - Redes publicas
 - Redes privadas
 - Redes corporativas
 - Redes privadas/corporativas virtuales



1. Definiciones y clasificación de servicios y redes de telecomunicación
2. Modelos para la descripción redes de telecomunicación
- 3. Progreso de las redes de telecomunicación**
4. Descripción de servicios
5. Redes y Servicios de Telecomunicación más importantes

Triángulo del desarrollo de redes de telecomunicaciones

- Son tres aspectos que influyen fuertemente en el desarrollo de las redes de telecomunicación:
 - Desarrollo de los Servicio (cualitativo y cuantitativo)
 - Desarrollo de la tecnología de información y comunicación **TIC**
 - Desarrollo de las tarifas y costes
- Anteriormente el factor clave estuvo el TIC y los costes y tarifas
- actualmente el factor clave en redes fijas es el desarrollo de los servicios, sobre todo los de banda ancha bajo el lema “triple play” o incluso “cuad-tuple play”
- en redes móviles el desarrollo de terminales inteligentes (smart handset) como iPhone, iPad que empuja el desarrollo de nuevos servicios y exige a las redes más ancho de banda y más adelante aplicaciones M2M



- Current services divide into three main categories
 - Legacy
 - Mobile
 - Online

Service	Tendency
PSTS	Decrease and migrates to GSM and VoIP
Fax G.3	Decrease and migrate to ON-Line Internet applications
Data Services	Increase but partially migrates to ON-Line Internet applications
Services over GSM/GPRS	Saturates and might migrate to UMTS
Services and application over EDGE, UMTS HSPA	Strong increase of data traffic mainly due to “smart handsets”
Internet Online services	Increase but under a strong diversification
Broadband and Multimedia Services	Certain increase but tendency open

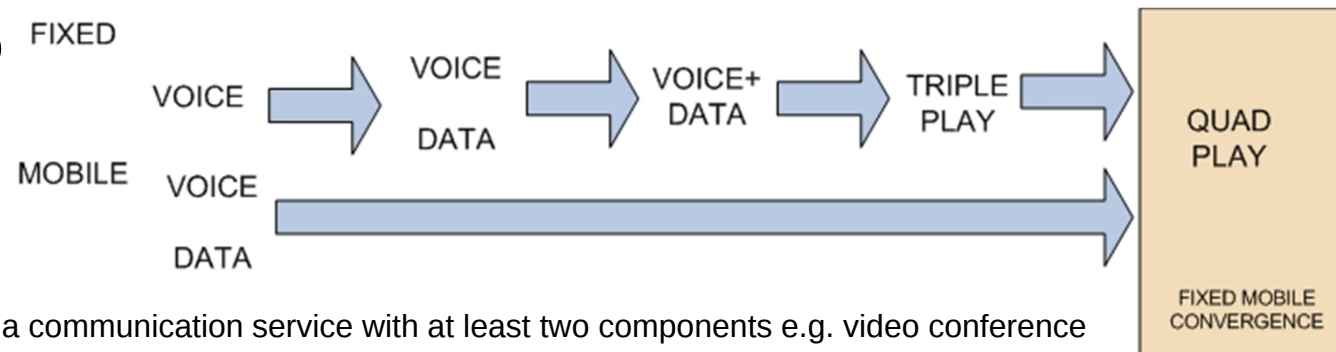
ci3n de los servicios II

Source "Media
Perspektiven"
Frankfurt 2007

ON Line Application type	% of application
e-mail	79
Search engine	76
Target search of a determine offer	57
Searching without special target	38
Home-banking	34
Data download	23
Forum, Newsgroup, Chats	20
Online auctions	16
Listening or download of audio-data files	14
Looking or download of video data files	14
Online-Shopping	13
Internet radio	11
Internet Computer gaming	11
Online-gaming	10
Book or CD ordering	6
contact-partner portals	5
Ticket service	3
Internet TV	2

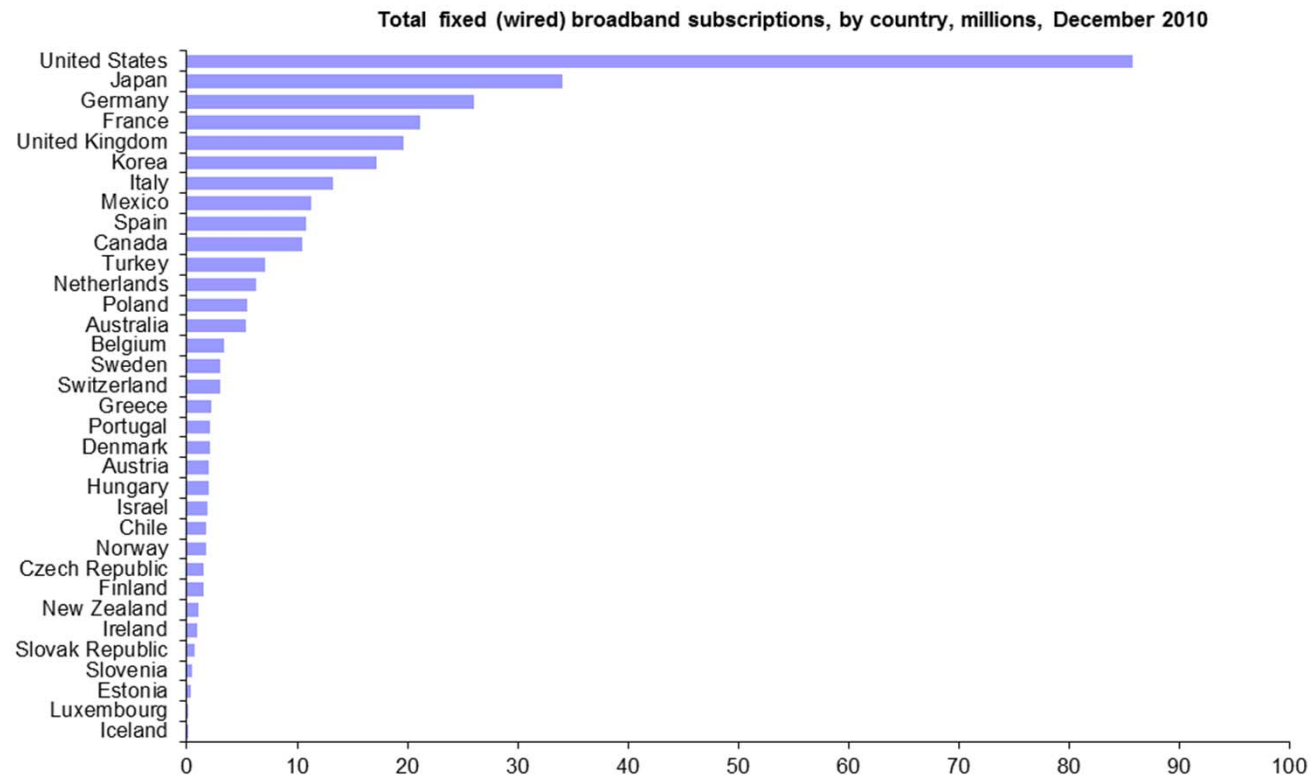
Tendency in the service development :

- Strong increase for broadband and multimedia services *)
- Extension of the service offer in direction to new applications and content services
- Service Integration into an unified platform and a strong loss in legacy services over PSTN/ISDN
- Offer of Service basket to reduce churn rate **)
- Tendency to



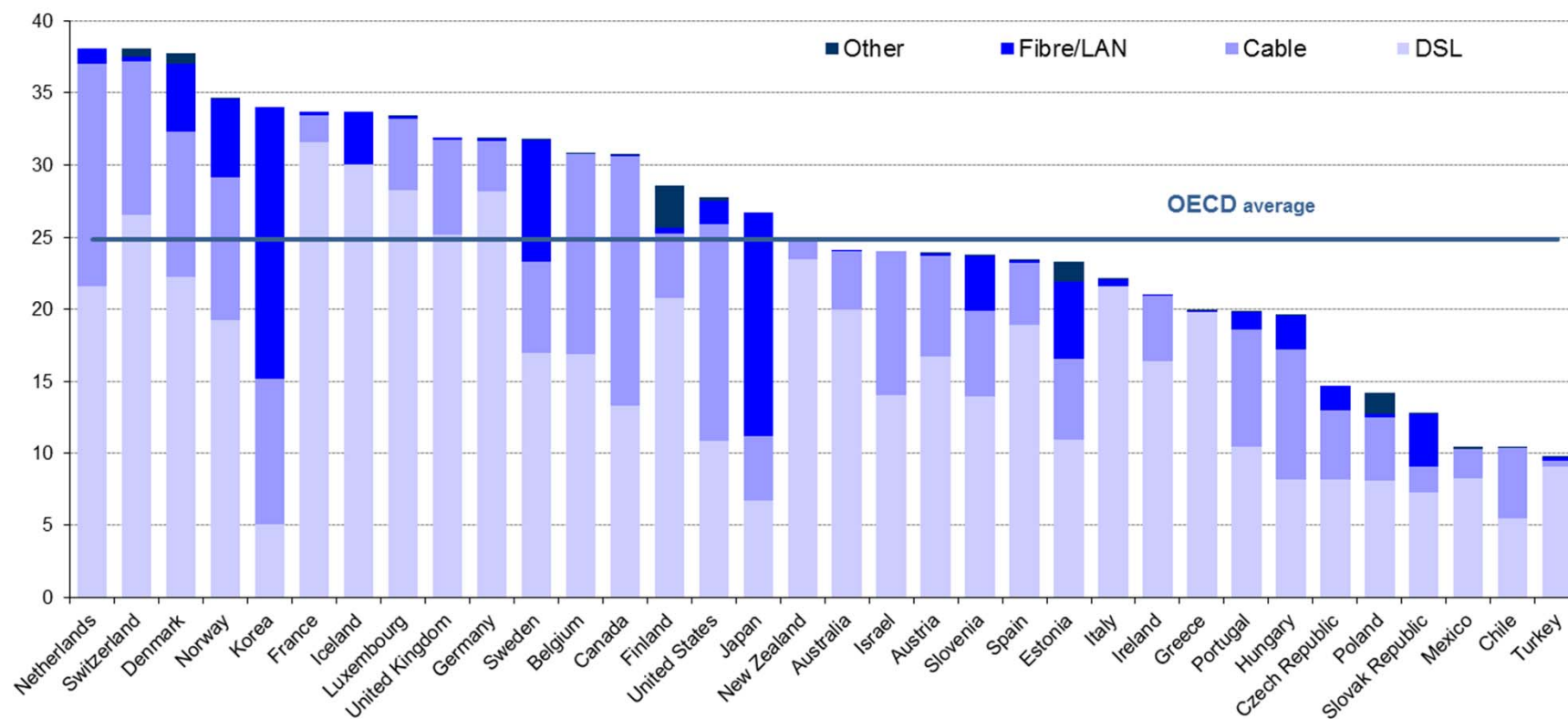
*) A multimedia service is a communication service with at least two components e.g. video conference

***) Churn rate is expressed by the relative number of customer which change in a given time interval the operator or service provider



Broadband Penetration development (source OECD 2010)

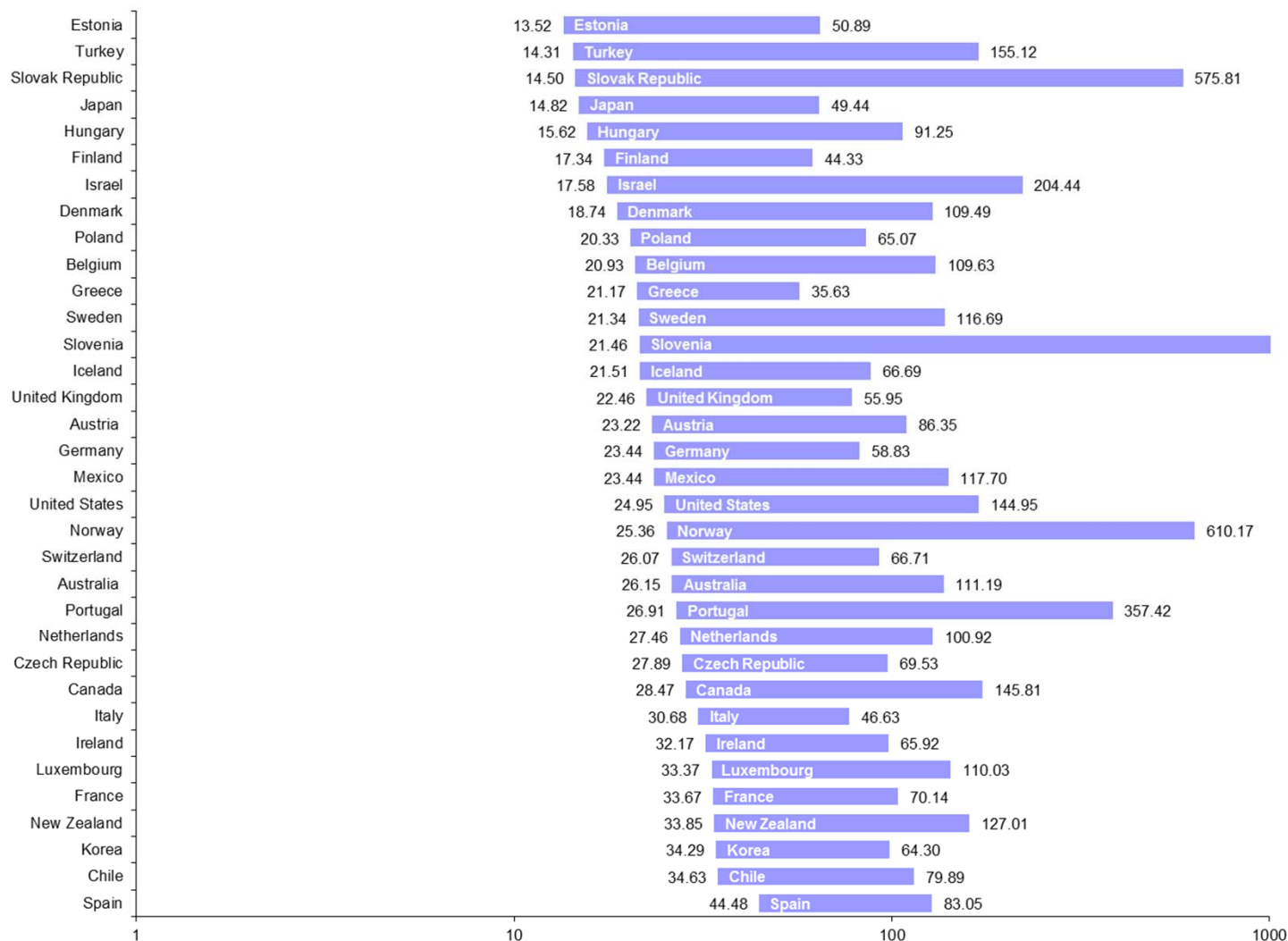
OECD Fixed (wired) broadband subscriptions per 100 inhabitants, by technology, December 2010



Source: OECD

Evolución de los servicios VI

Broadband subscription price ranges, Sept. 2010, all platforms, logarithmic scale, USD PPP



1. Definiciones y clasificación de servicios y redes de telecomunicación
2. Modelos para la descripción redes de telecomunicación
3. Progreso de las redes de telecomunicación
- 4. Descripción de servicios**
5. Redes y Servicios de Telecomunicación más importantes

- En general un servicio de telecomunicación se define por una serie de atributos funcionales (estáticos y dinámicos) y sus valores correspondientes
- Los futuros y actuales servicios cubren un amplio rango de valores en estos atributos que debe integrarse en un número de redes limitadas de acceso y agregación y en la parte dorsal en una única (NGN) bajo el lema **FMI**
- Tendencia en la diversificación de redes de acceso con tendencia a la integración fijo móviles, wireline, wireless

Nombre del atributo	Valores
Modo de transporte	circuito, paquete, trama, célula
Ancho de banda	Fijo, variable [s, S, E(s(t))]
invocar	Por demanda, reservado, permanente
Simetría	Unid. Bidir –simtr. Bidr-asimtr.
configuración	Punto- punto, punto-multipunto, distribución (broadcast, multicast)
Tipo de información	Voz, sonido, texto, imagen, video, data
Parámetros de rendimiento (transparencia de la comunicación)	Retardo [E, V], error (BER,PER), pérdida (PLR)

- La transparencia de un servicio se describe por dos parámetros fundamentales
 - **Transparencia semántica** significa que el receptor recibe la misma información que manda el emisor (sin o con baja tasa de errores)
 - **Transparencia temporal** significa que se recibe la información con un retardo mínimo τ
- Sus valores definen la Calidad del servicio de forma objetiva que forman la base de arreglos de servicios entre el operador y el cliente (SLA)
- Últimamente se aplica el concepto de Calidad de Experiencia (QoE) para
- La diferencia entre QoS y QoE reside que en QoS los parámetros se garantizan siempre mientras en QoE solamente al nivel estadística

- Los mas importantes parámetros de la transparencia semánticas son:
 - Tasa de errores de bits (BER)
 - Tasa de errores de paquetes (PER)
 - Tasa de paquetes perdidos (PLR)
 - Tasa de paquetes insertados (PIR)
- Los más importantes parámetros de la transparencia temporal son:
 - Diferencia temporal entre la llegada del **primer** bit de un bloque de información al receptor y su salida desde el emisor (valor media, varianza)
 - Diferencia temporal entre la llegada del **ultimo** bit de un bloque de información al receptor y la salida del primer bit desde el emisor (valor media, varianza, jitter= Varianza/valor media)

- Para la mejora de la transparencia semántica se puede aplicar un conjunto de procedimientos para compensar imperfecciones en los sistemas y la operación
 - Corrección de errores por redundancia (FEC)
 - Corrección de errores por retransmisión (CRC)
 - Suavizar tráfico (“traffic shaping”)
- Similar para la mejora de la transparencia temporal:
 - incremento de la velocidad en los servidores
 - reducción del tráfico
 - buffers de jitter (estático o dinámico)

Requerimientos de diferentes componentes de servicios a la transparencia de la información

servicio	BER	PLR	PIR	τ_{e2e} [ms]
voz	10-6	10-3	10-3	25 /150
sonido	10-5	10-7	10-7	500
Vídeo (distribución)	10-6	10-8	10-8	500
Datos	10-7	10-6	10-6	1000
Computación distribuida	10-7	10-6	10-6	50
Control de procesos remotos	10-5	10-3	10-3	500

- Trafico producido por el uso de servicios se expresa con un valor relativo que describe el uso de un conjunto de dispositivos al que se dirigen peticiones de comunicación
- Su unidad es Erlang que indica el uso de un dispositivo durante un periodo de tiempo de una hora
- Se describe al menos en tres niveles
 - Nivel de activación de una conexión (llamada)
 - Nivel del señal en una conexión activa (ráfaga)
 - Nivel de unidad de datos del protocolo (paquete, trama célula)

El tráfico causado por una fuente se caracteriza por dos variables aleatorias

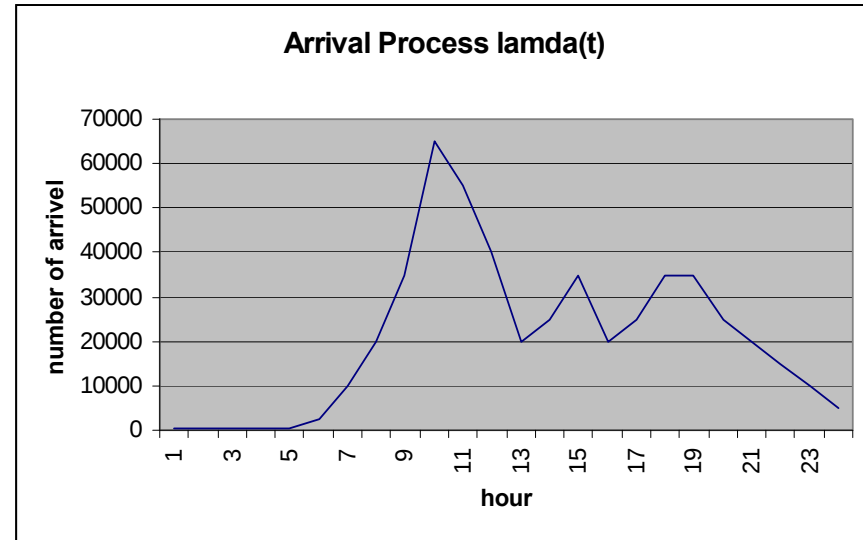
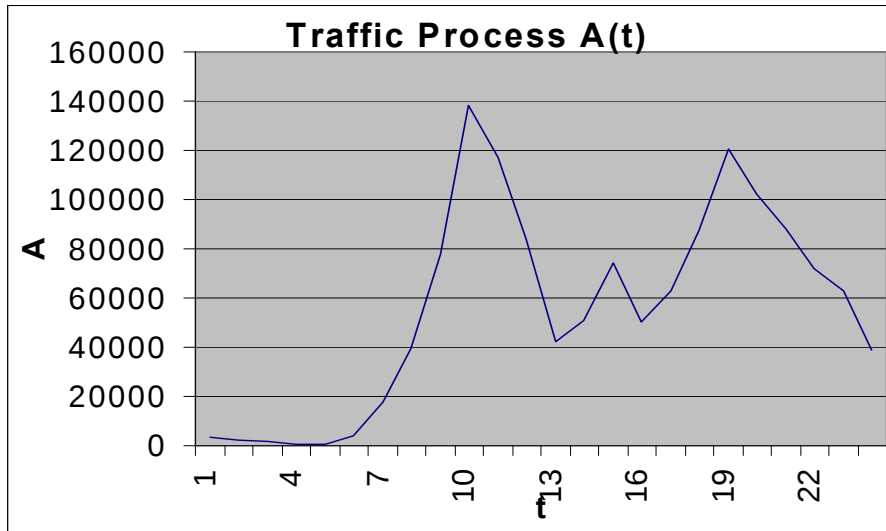
Tasa de llamada α con fdp discreta y

Duración media t_s con fdp continua

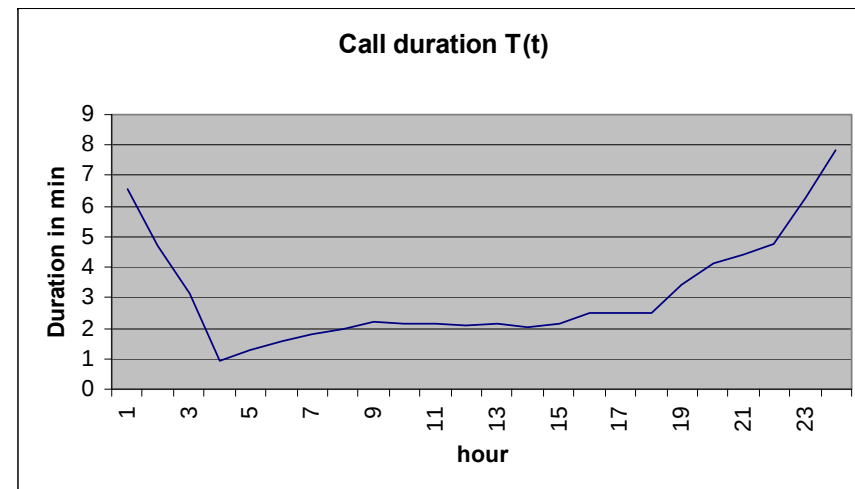
$$\Rightarrow a = \alpha * t_s$$

y por M fuentes independientes con las mismas características

$$\Rightarrow A = \lambda * t_s \text{ con } \lambda = M * \alpha$$



Ejemplo de una curva de trafico diario en gran un conmutador digital

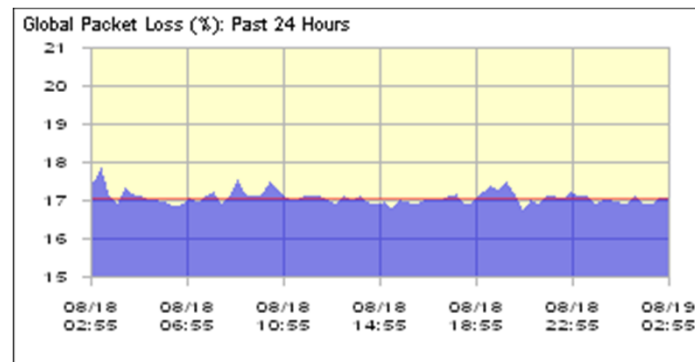
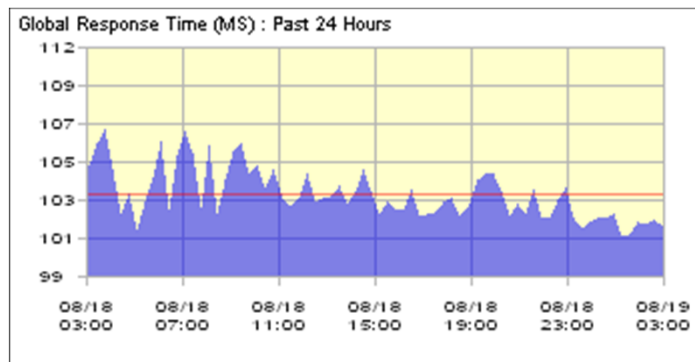
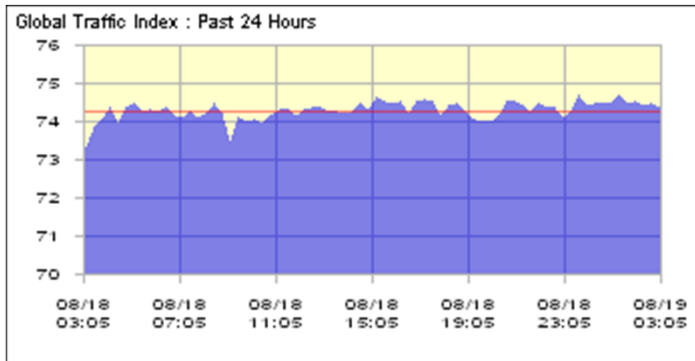


- Se describe en la forma más general por un proceso estocástico:
 - $s(t)$ con $E[s(t)]$ y $V[s(t)]$ en cualquier punto de $t \in [0, T_s]$
 - una función de correlación $C(t_1, t_2)$ entre cualquier pareja de valores temporales
- Modelos correspondientes:
 - Fuente markoviana/nonmarkoviano ON-OFF
 - Cadenas de Markov modulado MMP (MMPP, MMDP)
 - Cadenas semimarkovina modulado

- **Parámetros de un señal $s(t)$ de un proceso estocástico:**

- $s_{\min} = \min s(t) / t \in [0, T_s]$, valor mínimo
- $S_{\max} = \max s(t) / t \in [0, T_s]$, valor máximo
- $E(s) = [\int_0^{T_s} E(s(t) dt) / T_s]$, valor medio
- $B(s) = S_{\max} / E(s)$ Burstiness
- $V(s) = [\int_0^{T_s} V(s(t) dt) / T_s]$ Varianza
- $I(s) = V(s) / E(s)$ Índice de dispersión

Nivel del señal de la conexión activa III

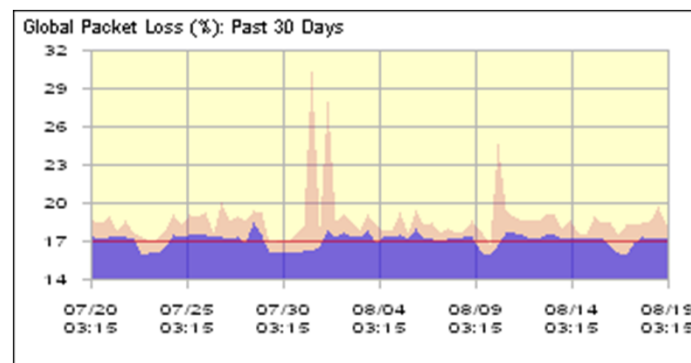
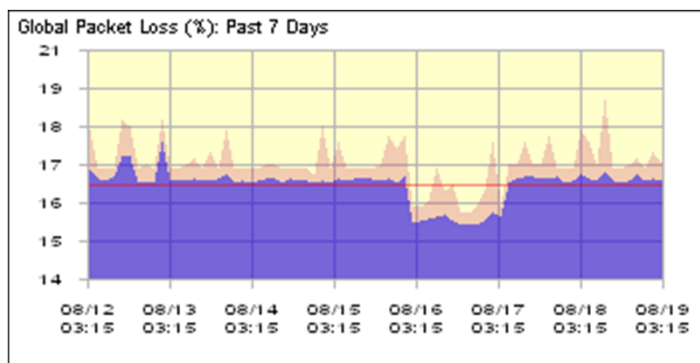
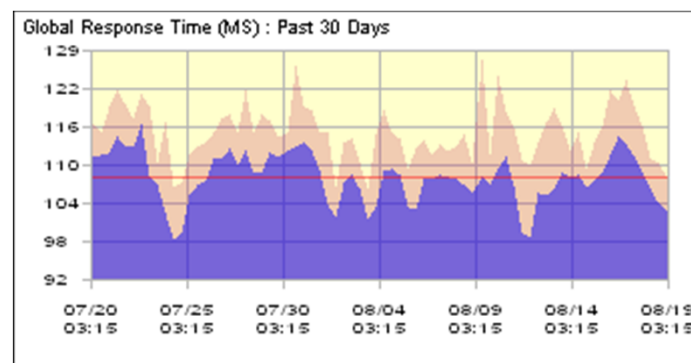
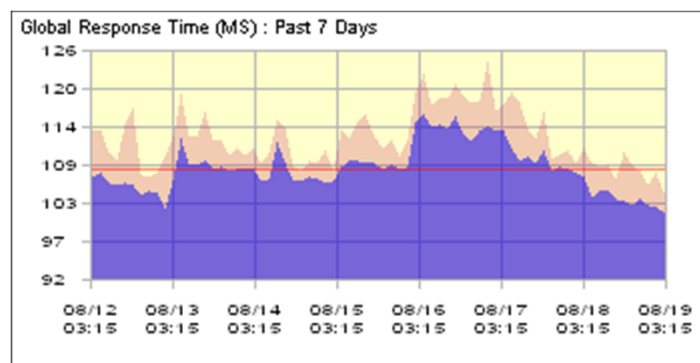
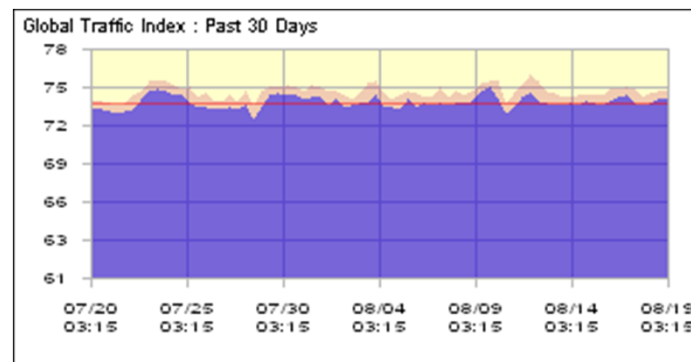
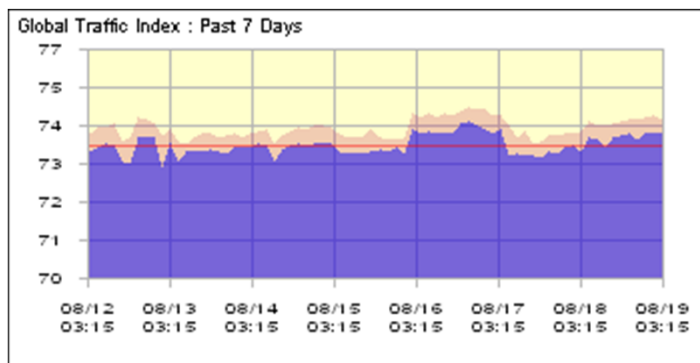


- The "**traffic index**" is a score from 0 to 100 where 0 is "slow" and 100 is "fast". It is determined by comparing the current response of a ping echo to all previous responses from the same router over the past 7 days. A score of 0 to 100 is then assigned to the current response depending on if this response is better or worse than all previous responses from that router.
- **Response Time** in reference to Internet traffic is how long it takes for a chunk of data to travel from point A to point B and back (round trip). A typical response time on the Internet is 200 ms, which is 200 milliseconds (thousandths of a second) = 1/5th of one second.
- **Packet Loss** measures the reliability of a connection. A known chunk of data is sent to the router and then the router is supposed to send the same data back unaltered (echo). In the case of something like ping, several packets are sent out over the course of a couple seconds

Daily traffic pattern on a typical router ,

Source: <http://www.internettrafficreport.com>

Nivel del señal de la conexión activa IV



1. Definiciones y clasificación de servicios y redes de telecomunicación
2. Modelos para la descripción redes de telecomunicación
3. Progreso de las redes de telecomunicación
4. Descripción de servicios
- 5. Redes y Servicios de Telecomunicación más importantes**

=> Desde el punto de vista de tecnología

- Servicios y **Redes inalámbricas y móviles**
- Servicios y Redes de **Banda Ancha (NGN)**
- Tecnología de **Acceso del usuario** a la red

=> Desde el punto de OAM y posesión

- redes corporativas
- redes virtuales
- problema de la última milla

- Una red móvil es una red (fija) con servicios prestados a usuarios móviles
- mediante una infraestructura de acceso vía radio con estructura celular y “handover”
- Se han implementado tres generaciones de arquitectura de redes móviles con diferente tecnología y servicios

Generación	Tecnología	Servicios	Situación actual
1º	analógica	voz	Completamente reemplazado
2º	Digital TDMA	Voz, datos	reemplazamiento
3º	Digital WCDMA	varios	empuje por el mercado
LTE	Digital OFDMA/SC- FDMA	Varios	Empuje por la tecnología

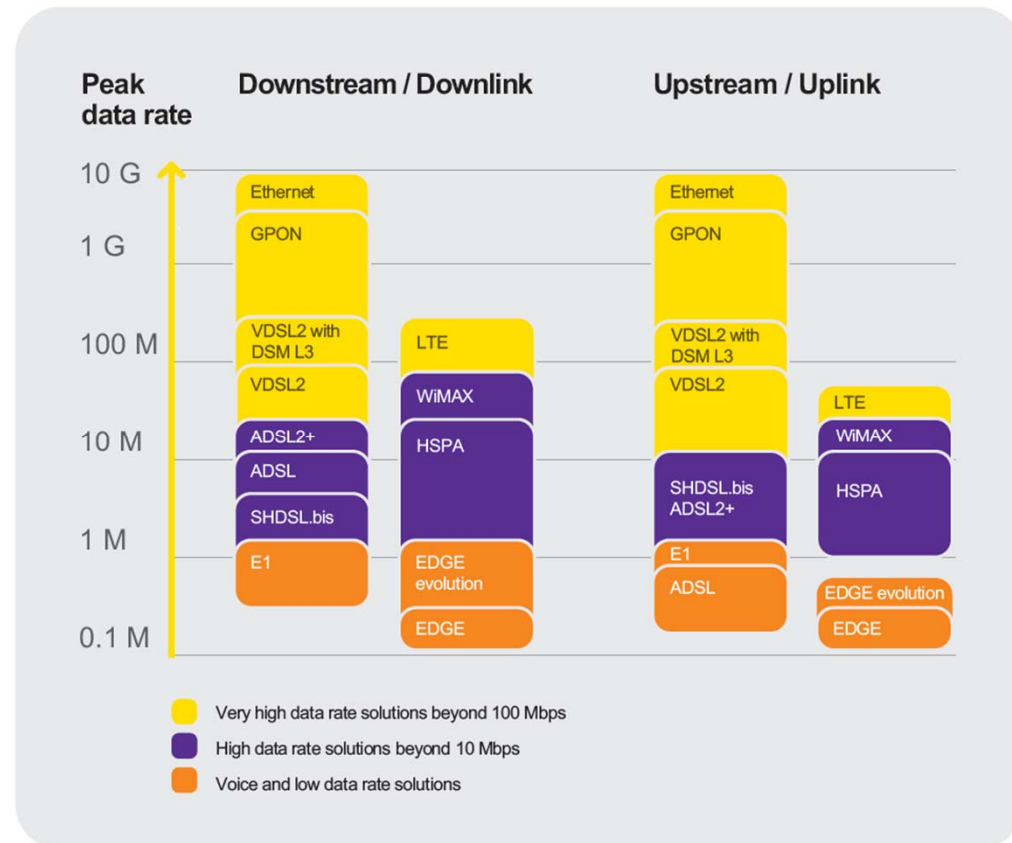
3GPP R5	3GPP R6	3GPP R7	3GPP R8
HSDPA 14.4 Mbps	HSUPA 5.76 Mbps	HSDPA 28.8 Mbps and HSUPA 11.5 Mbps	Further HSPA evolution up to 43 Mbps
IP transport	Multimedia broadcast multicast (MBMS)	I-HSPA flat architecture	LTE scalable bandwidth 1.4 - 20 MHz
		EDGE evolution up to 1.4 Mbps	Long term evolution (LTE): New radio with peak rate of 173 Mbps
		Most feature- rich 3GPP release since R99	

Evolución de las redes móviles basando en los estándares del 3GPP

- Para las redes de banda ancha se encuentran según el modelo de evolución temporal en la fase de ser empujado por el mercado
- Las redes actuales se realizaron en la parte dorsal con una combinaciones de Arquitectura
 - IP con ATM y SDH
 - IP con SDH
- Actualmente la arquitectura esta cambiando
 - en la capa 2 desde ATM hacia “**Carrier Ethernet**”
 - En la capa 1 desde SHD hacia NG-SDH
- Se esta desarrollado un tecnología puramente óptica en la parte física (**OTN-ASON**) integrado los routers IP (GMPLS)

Servicios y Redes de Banda Ancha

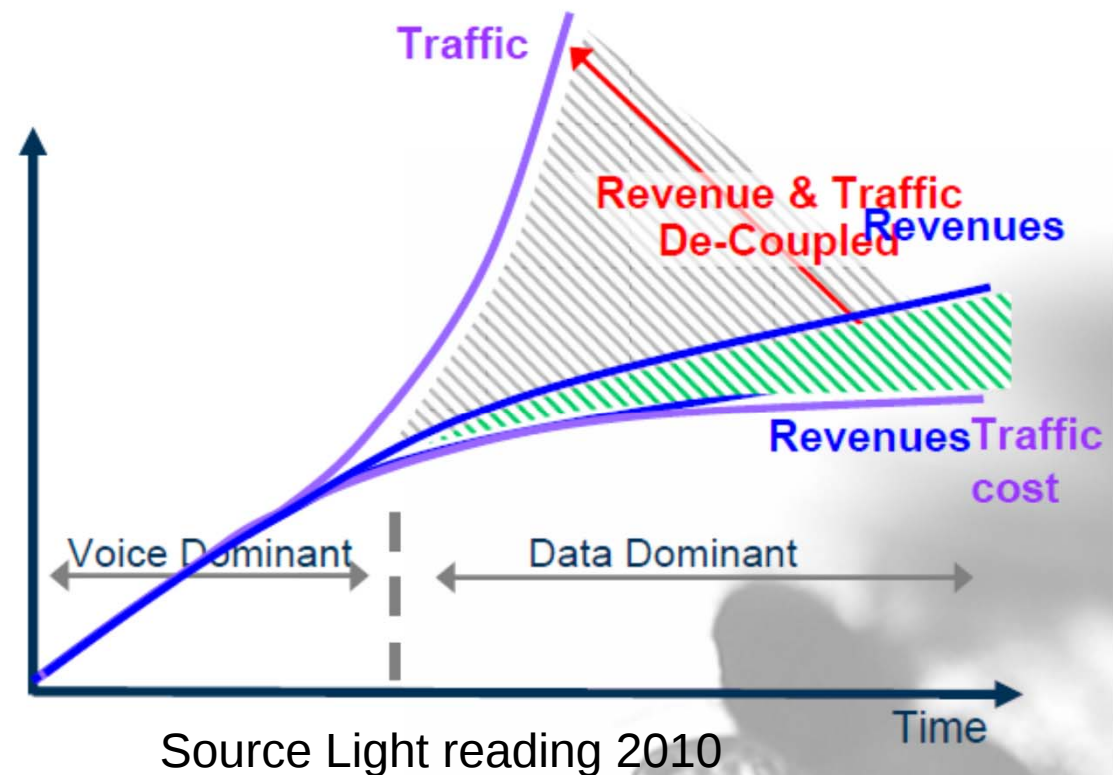
- El punto clave para su éxito coste de servicio y actualmente se sustituye la búsqueda de una aplicación clave (killer application) por la larga previsión del tráfico (long term evolution **LTE**)
- El servicio actual más importante es “triple Play” (Voz, Video-TV, Internet)
- En la parte de las redes móviles los servicios que se desarrollan vía **HSPA**



Source: Broadband Access for All – A Brief Technology Guide
www.nokiasiemensnetworks.com

Problema clave

- Trafico crece en forma convexa
- Ingreso (revenue) crece solamente en forma cóncava



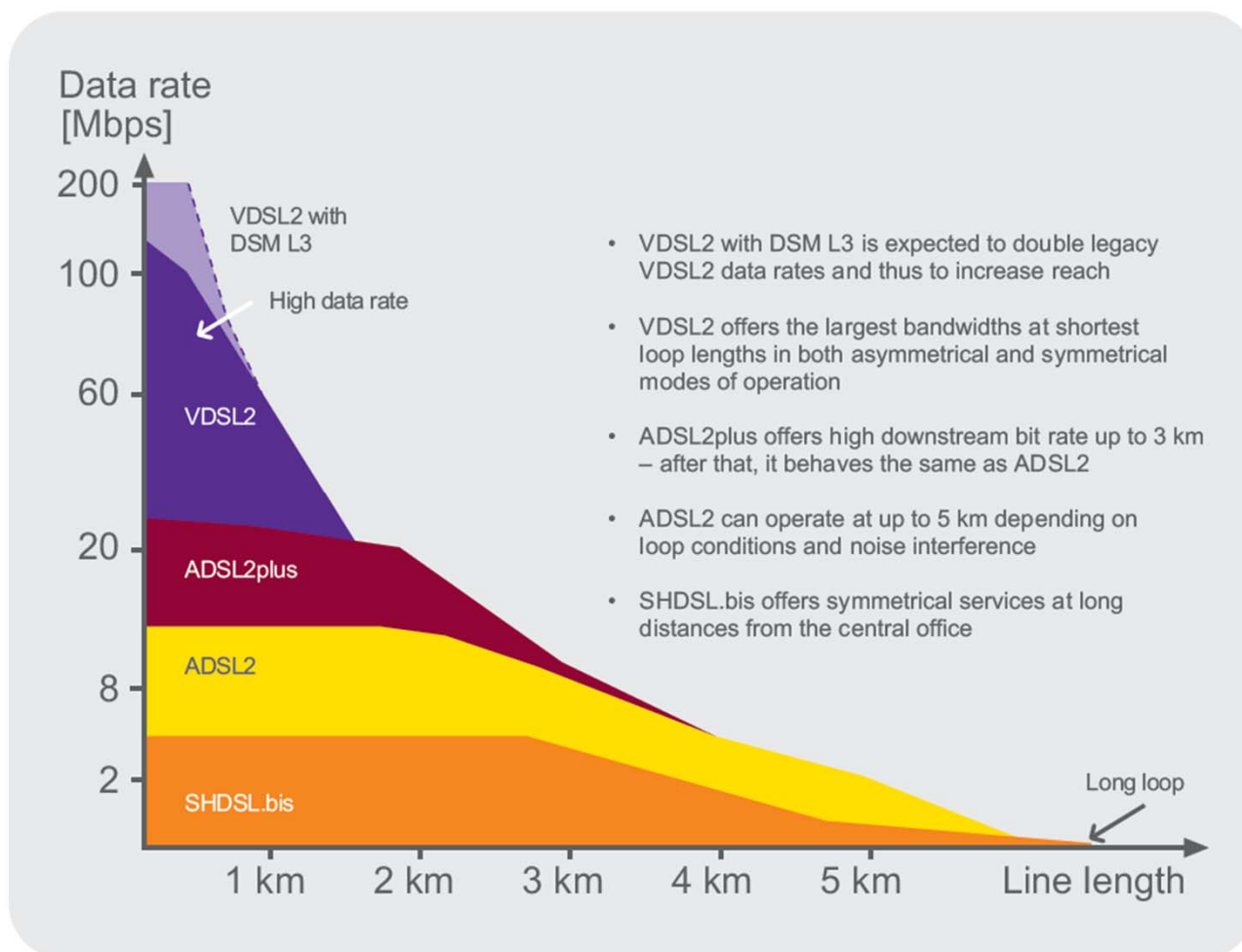
Estructura y arquitectura de redes de Banda Ancha por un operador tradicional

- La redes de Banda Ancha se dividen en tres partes
 - Red de acceso del usuario (bucle de abonado), (BB)SAN
 - Red de agregación, metro (acceso al IP)
 - Red dorsal IP

Network part	Traditional technology	Current
BBSAN	ADSL, SDSL	ADSL2+
BBAgr	ATM/SDH	Carrier Ethernet/NG-SDH
BBcore	IP/ATM/SDH	IP/Ethernet/OTN

- Absorbe entre 70-80% de los costes totales de una red de telecomunicación
- Hay diferentes tipos con alta variedad de interfaces usuario red (IUR)
 - FTTx, (usado por el operador tradicional)
 - HFC (CATV), (usado por los operadores que posean una infraestructura CATV)
 - radio (wireless), (usado por algunos nuevos operadores o en zonas de baja población), en la tendencia con WIMAX (abreviación para el estándar IEEE 802.16 Wireless MAN)
 - Radio access vía HSPA o LTE (usado por los operadores de redes móviles) y en algunos casos condicionado a la licencia de espectro

Tecnología de acceso del usuario a la red II

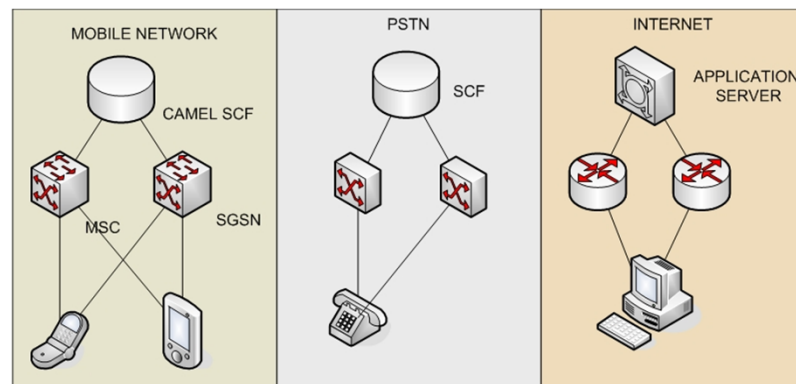


- Next Generation happens when a continues quantitative evolution inside of a period causes a qualitative change and hence introduce a new period

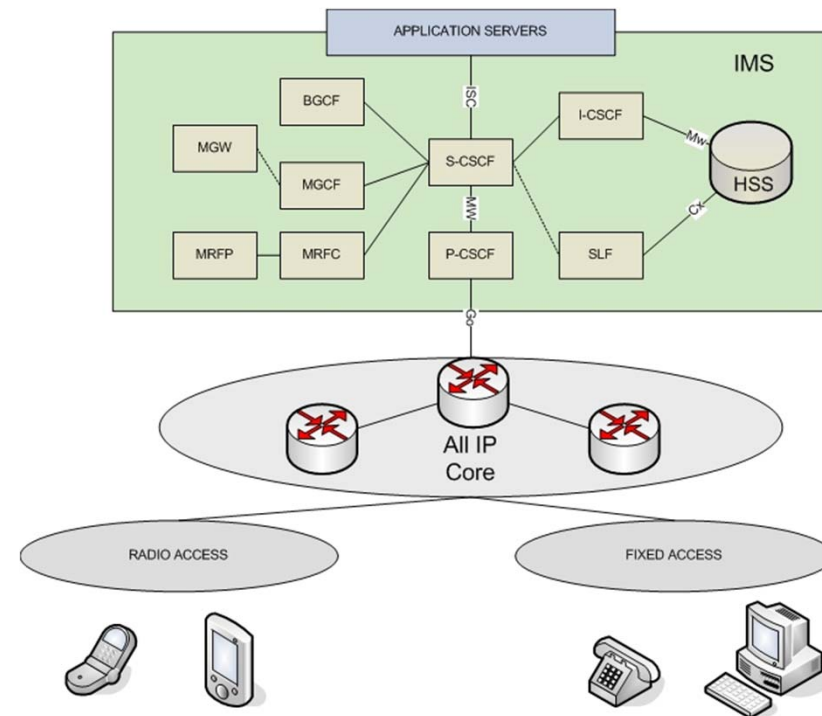
Period	Network type	Substitute by	Implication
XVIII - XIX	Signal Tower	Telegraph	Strong reduction of intermediate agents
XIX- XX	Telegraph	Telex	End to End communication
XX	Telex	(Tele-text) Fax	User to user communication
XX	Data (X.25, FR)	ATM	Scalable bandwidth
XX - XXI	Voice-Data integration	NGN	From integrated service networks to network integrated services

From a vertical service structure to a horizontal one

• *The old world*



• *The new world*

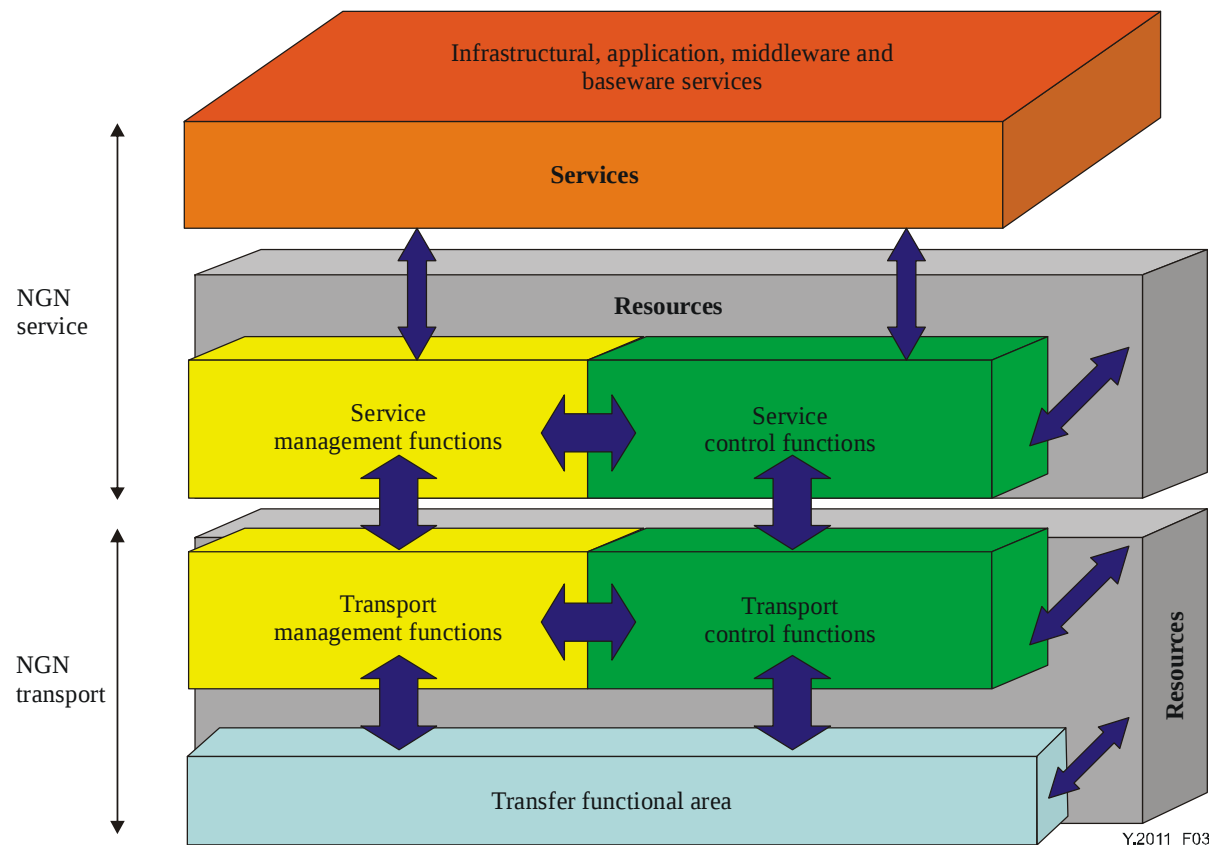


NGN definition (ITU-2005)

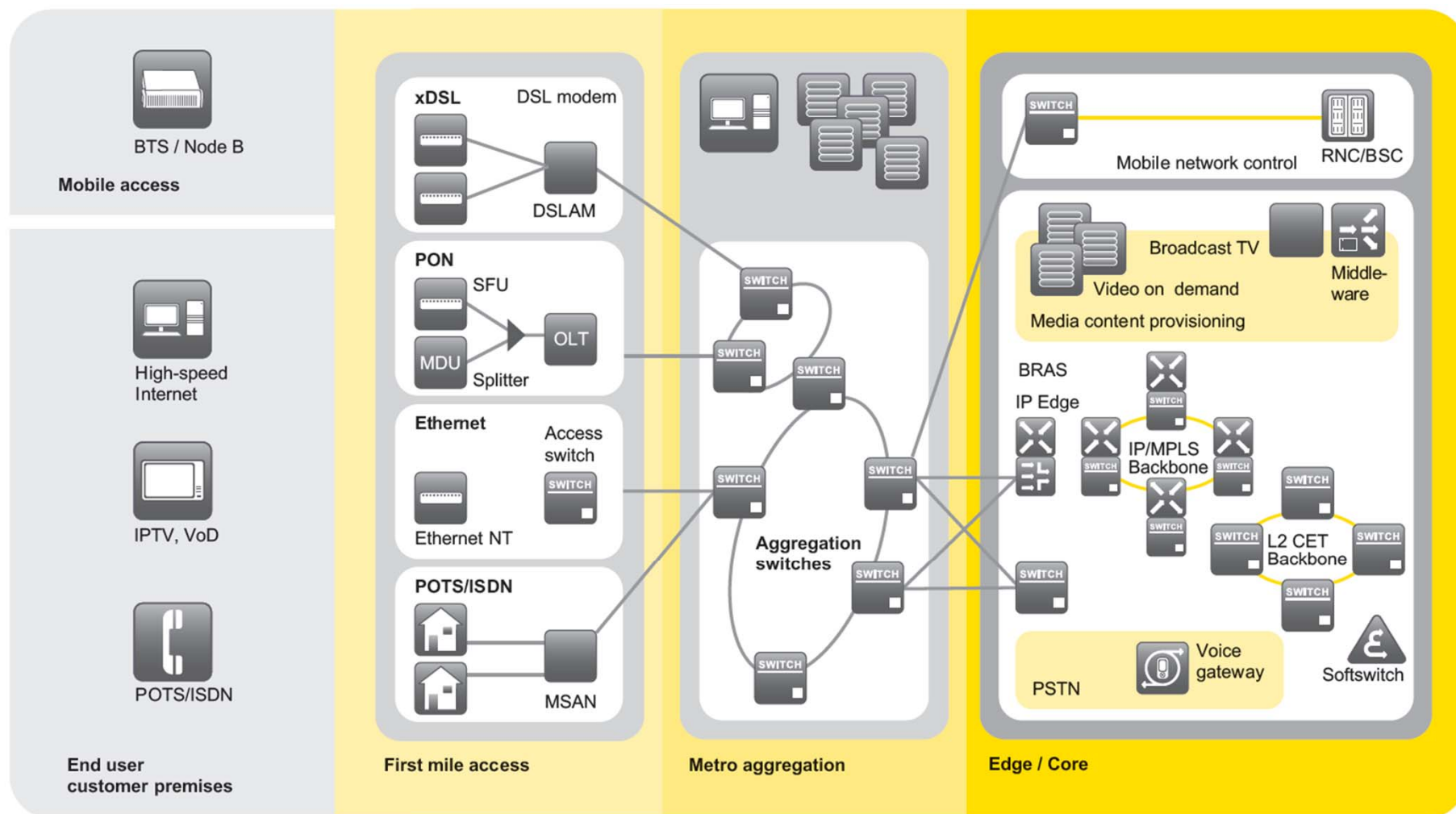
- Next Generation Network (NGN) is a platform which
 - is able to make use of multiple broadband, QoS-enabled transport technologies and in provides service-related functions independent from the underlying transport technologies.
 - offers unrestricted access by users from different service providers.
 - contains a packet-based network providing multimedia services including Telecommunication Services
 - supports generalized mobility allowing consistent and ubiquitous provision of services to users

Layering concepts of the ITU-NGN

Source ITU-2004



Jerarquía y componentes de una NGN



- Referencias:

- Flood: Telecommunication Switching, Traffic and Networks, The Institution of Electrical Engineers, London, 1997
- García, Widjaja: Redes de Comunicación, Mc Graw Hill, 2002
- Schiller, J.: Mobile Communication, Addison Wesley, sec. ed. 2003
- Kurose, Ross: Redes de Computadores, Pearson seg. ed. 2004
- Ericsson: IMS – IP Multimedia Subsystem, White paper 2004
- Hardy, Malléus, Méreur: Networks, Internet, Telephony, Multimedia, Springer, de Boeck, Berlin-Paris, 2º ed. 2006
- Redes e Internet de Alta Velocidad W. Stalling Pearson seg. ed. 2007
- Horak Telecommunication and data communication handbook John Wiley & Son 2007