



# Nuevas Tecnologías de Banda Ancha para el Hogar

Roberto Conte Galván

## *New technologies of broadband for home*

Recibido: abril 19, 2011

Aceptado: junio 22, 2011

Palabras clave: Banda ancha; internet; xDSL

### **Abstract:**

*This paper presents an overview of broadband services and applications. We describe the development of data transmission systems since its inception and how it has developed the technology. The presentation includes the following topics: Applications and broadband services, links for telephone modems, dedicated lines and Digital Subscriber Connection (xDSL), Cable TV Systems, Wireless and Satellite Systems, Services and future applications, and finally give some conclusions.*

**Keywords:** Broadband; internet; xDSL

**P**ODEMOS comenzar por hacernos varias preguntas ¿Que es Banda Ancha? Es la tecnología de comunicaciones que permite el transporte de información multimedia de alta calidad (384 kbps - 2 Mbps) a distancia. Cada vez más implica acceso rápido a Internet.

¿Porqué al usuario? Escuelas y lugares de trabajo ya ofrecen este servicio, pero aún falta llegar al domicilio de muchos usuarios.

Históricamente la capacidad estaba limitada por varias razones:

- Compañías de telecomunicaciones basadas en la transmisión telefónica al hogar.
- La telefonía básica utiliza cable trenzado telefónico desde la central telefónica hasta el hogar.
- Capacidad máxima del canal telefónico de 4 kHz.
- Transmisión de datos limitada por la capacidad y tecnología del módem telefónico.
- Máxima capacidad teórica en modems actuales: 56 kbps.

- Máxima capacidad real de modems actuales: 28, 33 o 50 kbps.

## Aplicaciones y sistemas de banda ancha

Canal telefónico limitado a 4 kHz, suficiente para transmitir voz con buena calidad (1920's).



*Figura 1. Central telefónica (1920's).*

Redes de Teletipo y Telegrafía de baja capacidad (menor a 50 bps).



*Figura 2. Teletipo (menor a 50 bps).*

Aparición de primeros modems en 1960's (150, 300 bps).  
Aplicación inicial en terminales tontas remotas conectadas a mainframes mediante cables telefónicos (datos s/canal de voz).

Uso de modems externos con acopladores acústicos (1966).

Con la revolución de las computadoras personales se inició la demanda de acceso digital desde el hogar. Conectivi-



*Figura 3. Adaptador acústico para modem (1966).*

dad remota sólo mediante red telefónica pública conmutada (RTPC).

Los usuarios pioneros buscaban el acceso remoto a servicios de tableros digitales (Bulletin Board Services, BBS). BBSs permitían intercambiar textos y pocos gráficos. Usaban modems de 600, 1200 y 2400 bps (1980's).

Los impulsores de servicios y aplicaciones de banda ancha son:

- La explosión del Internet en la sociedad global.
- Navegación Web, correo electrónico, charlas (chat).
- Bajo precio de computadoras personales y periféricos (PCs, impresoras, scanners, cámaras de video, teléfonos).
- Popularidad de servicios multimedia (Juegos, videos, CDs, música / MP3, teleconferencia, etc.).

La red telefónica pública conmutada tiene la mayor cobertura a nivel mundial, tanto local como internacional. Esta red, aún con su inmensa area cableada, tiene la limitante de su bajo ancho de banda.

Las redes telefónicas fueron diseñadas para transmitir señales analógicas (voz) a 4 kHz. Las redes telefónicas NO fueron diseñadas para transmitir señales digitales (datos).

## Limitaciones de las redes digitales actuales

La digitalización de la sociedad ha originado una explosión de redes digitales, tanto públicas como privadas, Aunque las redes digitales disponen de mayor ancho de banda que la

RTPC, aún tienen menor cobertura, por lo que ésta se sigue usando para acceso remoto doméstico.

Las redes digitales fueron diseñadas para transmitir señales digitales (datos) a altas velocidades. Las redes digitales no fueron diseñadas para transmitir información analógica (voz).

## Conectividad mediante Modems y Codecs

### REDES ANALOGICAS

Se necesita un convertidor digital/analógico (D/A) para transmitir señales digitales sobre redes analógicas, como datos sobre voz (DoV). A este convertidor se le conoce como MODEM (MODulador-DEModulador).



Figura 4. Red telefónica analógica.

### REDES DIGITALES

De igual manera, se necesita un convertidor analógico/digital (A/D) para transmitir información analógica sobre redes digitales. A este convertidor se le conoce como CODEC (CODificador-DECodificador).

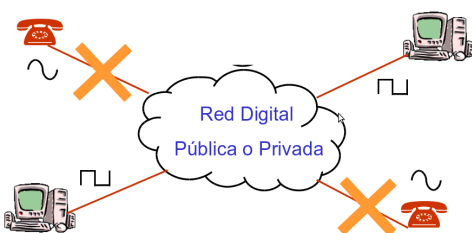


Figura 5. Red telefónica digital.

## Redes de Comunicaciones Analógicas

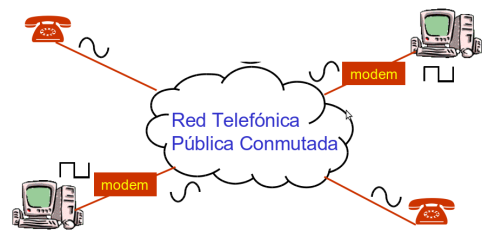


Figura 6. Red analógica y modem.

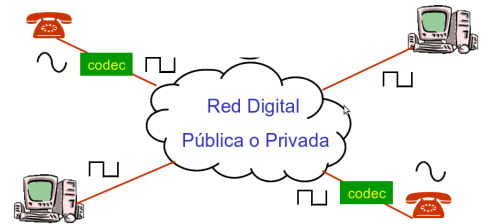


Figura 7. Red digital y codec.

## Redes de Comunicaciones Digitales

### Enlaces por Modems Telefónicos

El usuario está conectado a la RTPC mediante un modem telefónico entre la computadora y la central telefónica.

#### Ventajas

- Muy bajo costo de modems por producción en muy alta escala.
- Pueden conectarse en casi cualquier punto de la RTPC global.
- No requieren de ningún tipo de cableado interior extra.
- Se adapta a las velocidades que permita el cableado local.

#### Desventajas

- Acapara y obstaculiza el servicio telefónico de voz a la RTPC.
- Aplicaciones y servicios nuevos requieren mayores velocidades.
- Baja capacidad de ancho de banda, con límite teórico casi agotado.

Limitaciones por ruido en capacidad del enlace de subida. Capacidad de tráfico de RTPC basada en estadísticas de voz, no de datos, causando bloqueos e interrupciones por congestión.



Tecnología	Nombre	Subida	Bajada	Distancia	cable
Modem	V.34	< 33.6 kbps	< 33.6 kbps	> 300 km	1 p.
telefónico	V.90	< 33.6 kbps	< 56 kbps	> 300 km	1 p.

Figura 8. Modem y RTPC.

**Líneas dedicadas y Conexión digital de abonado (xDSL)**

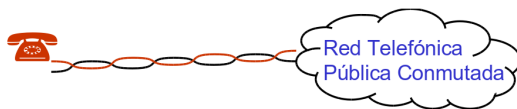


Figura 9. Abonado a red digital.

- El usuario está conectado a la RTPC mediante un par de cables trenzados entre el domicilio y la central telefónica.
- La RTPC tiene filtros de 4 kHz conectados a la entrada del par trenzado en la central telefónica.
- El par trenzado puede llevar señales digitales de mucho mayor capacidad y ancho de banda, pero se reducen con la distancia.

**Líneas dedicadas y Conexión digital de abonado (xDSL)**

El elemento más importante en redes xDSL es el modem DSL en casa del abonado (usuario). La capacidad del enlace DSL depende de la velocidad de datos disponible en cada sentido. La mayoría de las aplicaciones de datos al abonado son asimétricas: El enlace directo del abonado a la red (uplink, upload) suele ser de baja velocidad (¡64 kbps). El enlace de retorno de la red al abonado (downlink, download) suele ser de alta velocidad (¡ 2 Mbps).

**DSL - Basic, Single o Symmetric Digital Subscriber Line**  
 Uso residencial básico, capacidad similar a ISDN - BRI.

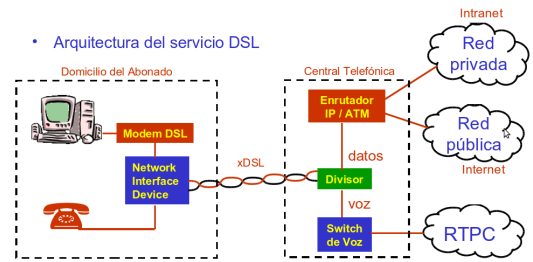


Figura 10. Arquitectura del servicio DSL

**ADSL - Asymmetric Digital Subscriber Line**

Uso residencial a bajo costo, asimétrico hasta 30:1.

**HDSL - High bit rate Digital Subscriber Line**

Uso en PyMEs y trabajo en el hogar (telecommuters).

**VDSL - Very high bandwidth Digital Subscriber Line**

Uso residencial y extensión de Ethernet en campus y edificios. Líneas dedicadas y Conexión digital de abonado (xDSL)

Tecnología	Nombre	Subida	Bajada	Distancia
DSL	Single DSL	128 kbps	128 kbps	6 km
HDSL	High bit rate DSL	2 Mbps	2 Mbps	2.5 km
ADSL	Asymmetric DSL	16 kbps	<2 Mbps	4 km
		<640 kbps	<8 Mbps	2 km
		64 kbps	2 Mbps	4 km
VDSL	Very high DSL	2 Mbps	12 Mbps	1.5 km
		5 Mbps	54 Mbps	300 m
		34 Mbps	34 Mbps	300 m

Figura 11. Tabla XDSL.

**Sistemas de TV por Cable**

Los sistemas de TV por cable proporcionan servicio de TV analógico con amplia cobertura residencial mediante FDM. Amplio ancho de banda disponible debido a privacidad del cable coaxial, y fibra óptica en el futuro próximo. Utilización de segmentos de banda ancha que la TV no ocupa para transmitir telefonía y datos en altas velocidades.

La red de distribución por cable usa una topología de árbol, entregando la señal de TV por colonias, barrios y calles hasta los domicilios de los suscriptores de esa ruta.

Voz, datos y TV utilizan la infraestructura de la red de cable. Los modems por cable envían datos mediante portadoras moduladas digitalmente sobre el cable coaxial. Los modems de cable pueden entregar datos a formato Ethernet (10 o 100 Mbps) y en formato USB. Se puede multicanalizar

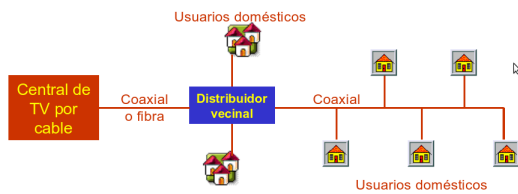


Figura 12.

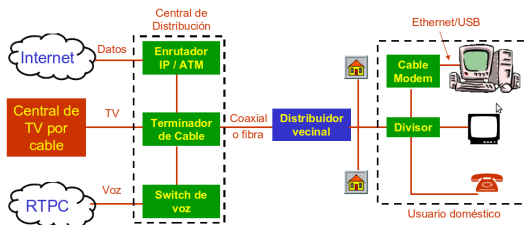


Figura 13. Sistema de TV por cable.

TV, voz y datos en bandas separadas. Usuarios de PyMEs pueden conectar el modem de cable a un switch, hub o enrutador para interconectar PCs y dar cobertura LAN.

**VENTAJAS**

- Funcionan sobre redes de TV por cable existentes.
- Los componentes de RF son baratos y abundantes.
- Permite multicanalizar TV, telefonía y datos.
- Próxima evolución hacia fibra óptica al hogar (FTH).

**DESVENTAJAS**

- Topología en bus obliga a compartir el canal entre usuarios.
- Baja eficiencia en alto tráfico residencial.
- Problemas potenciales de seguridad y privacidad.
- Compañías de cable son casi monopolios locales (poca variedad).

**Sistemas Inalámbricos y por Satélite**

Los sistemas de banda ancha inalámbricos son aquellos que utilizan enlaces de radio para comunicar dos puntos a distancia. El objetivo es interconectar al usuario doméstico con

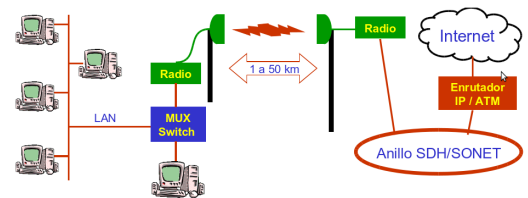


Figura 14. Sistema inalámbrico por satélite.

proveedores de servicios de banda ancha mediante un enlace de radio.

Los sistemas de radio son más rápidos de instalar y operar que los sistemas cableados y, por lo tanto, más baratos. La calidad del servicio depende de las condiciones de propagación que afectan la señal de radio.

Los sistemas inalámbricos utilizan sistemas de radio para dar acceso remoto de banda ancha a usuarios móviles o distantes.

**Sistemas Inalámbricos y por Satélite**

- Los sistemas móviles personales de banda ancha surgen de la evolución en la telefonía celular.

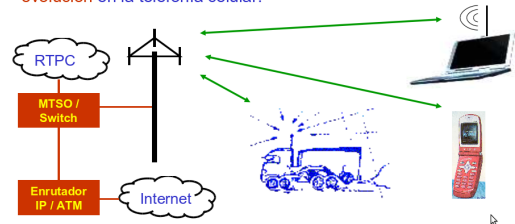


Figura 15. Sistema de telefonía móvil.

Los sistemas inalámbricos de banda ancha se pueden dividir en tres tipos principales:

- Radio enlaces punto a punto.
- Microondas multipunto MMDS, LMDS.
- Espectro extendido (SS-CDMA).

**Sistemas móviles personales de banda ancha**

Los sistemas móviles de banda ancha incluyen:

- Telefonía celular de tercera generación (3G)
- Sistemas vía satélite

- Sistemas fijos GEOS: Enlaces y redes VSAT, DirectPC.
- Sistemas móviles GEOS (Spaceway©) y LEOS (Teledesic©).
- ... y un pariente lejano: Redes Locales Inalámbricas (WLANs).

**Radio enlaces punto a punto**

**LMDS (Local Multipoint Distribution Service):** Radiobase local sirve a una área pequeña. Hasta 54 Mbps con enlaces < 5 km a 30 GHz. Requiere línea de vista entre antenas.

**MMDS (Multichannel Multipoint Distribution Service)** Radiobase local sirve a una área urbana mediana. Basado en espectro original para TV restringida. Hasta 40 Mbps con enlaces < 50 km a 5 GHz.

**Espectro extendido (Spread Spectrum - CDMA)**

Enlaces punto a punto de baja capacidad (< 2Mbps) Servicio confiable protegido contra interferencia.

Los sistemas móviles personales de banda ancha surgen de la evolución en la telefonía celular. Brindan mayor capacidad de tráfico para aplicaciones de banda ancha mediante dispositivos inalámbricos portátiles. Tecnología celular de tercera generación (3G) está próxima a implementarse en México. Capacidad variable depende de movilidad: 144 kbps a bordo de vehículos en movimiento. 384 kbps terminal paseando en exteriores. 2 Mbps terminal fijo en interiores.

Los sistemas móviles personales de banda ancha surgen de la evolución en la telefonía celular.

Los sistemas de banda ancha vía satélite permiten la interconexión de usuarios domésticos desde cualquier lugar de la tierra bajo la huella del satélite. Los sistemas geoestacionarios (GEOS) mantienen el satélite fijo sobre el ecuador. Los más comunes emplean tecnología VSAT de mediana y alta capacidad (>2 Mbps). Costoso pero eficiente: (PyMEs).

Los otros usan tecnología DBS/DTH:

- Sistema DirectPC / Direct TV.
- Barato pero limitado (¡2Mbps).

Los sistemas móviles de banda ancha vía satélite están aún en su etapa de desarrollo. Pueden operar mediante satélites GEOS para usuarios móviles tal como el sistema Spaceway©.

Los sistemas móviles de banda ancha vía satélite están aún en su etapa de desarrollo. Pueden operar mediante satélites LEOS para usuarios móviles (Teledesic).

**Sistemas Inalámbricos y por Satélite**

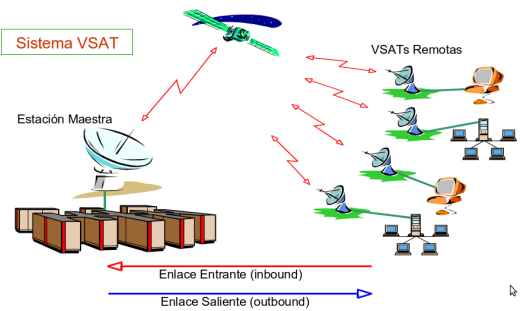


Figura 16. Sistema VSAT.

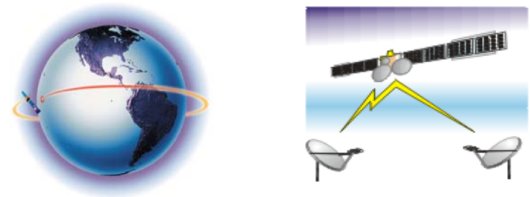


Figura 17. Sistema satelital GEOS.

Las Redes Locales Inalámbricas (WLANs) no son propiamente un sistema de comunicaciones al usuario residencial. Más bien, son un elemento de acceso local una vez que se cuenta con acceso de banda ancha a redes como Internet.

A la fecha no hay gran demanda de servicio de banda ancha al hogar por las siguientes razones: En México aún no se ofrece abiertamente, aunque PSIs y Telcos así lo anuncien (no es banda ancha).

Japón, Europa y E.U. sólo disponen de algunas tecnologías, y también a precios altos. No hay “killer application” que justifique los costos de banda ancha al hogar. Velocidad no es suficiente.

Navegar la web, e-mails y “chatear” no bastan para pagar un servicio más caro.

Bajar música o películas tampoco es negocio (legal).



Figura 18.

Internet ha creado tal cambio de paradigma que muy pocos se han beneficiado económicamente.

## Nuevo desarrollo de software

Internet ha creado tal cambio de paradigma que muy pocos se han beneficiado económicamente. El mercado de servicios y aplicaciones al usuario común y corriente debe crecer y madurar. ¡Ya basta de desperdiciar recursos! (ciclos de CPU, memoria, espacio de disco, ancho de banda, etc). Se necesitan BUENOS PROGRAMADORES con imaginación, creatividad y, sobre todo, con buen conocimiento de las distintas áreas necesarias para llevar banda ancha a la sociedad.

## Conclusiones

Banda ancha llegará. La tecnología existe, pero el mercado aún no se convence de pagar extra.

Se necesita creación de nuevos servicios y aplicaciones que justifiquen el mercado de banda ancha. Los proveedores de servicios necesitan bajar sus expectativas de utilidades. La competencia será salvaje, hasta lograr servicios aceptados. Muchas empresas de banda ancha (PSIs, Telcos y fabricantes) quedarán en el camino. Habrá nuevas tecnologías, mejores y más baratas.

Este es un problema interdisciplinario:

¿Áreas necesarias? Casi obligatorias. ¿Todólogos? Puede que no haya de otra. ¿Empleo?

### ¿Qué podemos esperar en el futuro?

Que la tecnología siga avanzando. Debemos seguir de cerca los continuos avances en las tres áreas. Debemos ser expertos en un tema específico y conocer bien los demás. Ya estamos en la primera mitad del siglo XXI, el de la información. Es muy fácil quedar obsoleto.

## Acerca del autor o autores

Roberto Conte es investigador del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, del grupo de Comunicaciones Inalámbricas, del Departamento de Electrónica y Telecomunicaciones del CICESE, de Ensenada, B.C.