



UIT-D COMISIÓN DE ESTUDIO 2 4.º PERIODO DE ESTUDIOS (2006-2010)

CUESTIÓN 20-2/2:

*Examen de las tecnologías de
acceso para las telecomunicaciones
de banda ancha*



LAS COMISIONES DE ESTUDIO DEL UIT-D

De acuerdo con lo dispuesto en la Resolución 2 (Doha, 2006), la CMDT-06 mantuvo dos Comisiones de Estudio y determinó las Cuestiones que éstas habrían de tratar. Los procedimientos de trabajo que han de aplicar dichas Comisiones de Estudio se definen en la Resolución 1 (Doha, 2006) adoptada por la CMDT-06. Para el periodo 2006-2010, se encomendó a la Comisión de Estudio 1 el estudio de nueve Cuestiones en el ámbito de las estrategias y políticas para el desarrollo de las telecomunicaciones. A la Comisión de Estudio 2 se le encomendó el estudio de diez Cuestiones en el ámbito del desarrollo y la gestión de los servicios y redes de telecomunicaciones, y aplicaciones de las TIC.

Para toda información

Sírvase ponerse en contacto con:

Sr. Désiré KARYABWITE
Oficina de Desarrollo de las Telecomunicaciones (BDT)
UIT
Place des Nations
CH-1211 GINEBRA 20
Suiza
Teléfono: +41 22 730 5009
Fax: +41 22 730 5484
E-mail: desire.karyabwite@itu.int

Para solicitar las publicaciones de la UIT

No se admiten pedidos por teléfono. En cambio, pueden enviarse por telefax o e-mail.

UIT
Servicio de Ventas
Place des Nations
CH-1211 GINEBRA 20
Suiza
Fax: +41 22 730 5194
E-mail: sales@itu.int

Librería electrónica de la UIT: www.itu.int/publications

CUESTIÓN 20-2/2:

*Examen de las tecnologías de
acceso para las telecomunicaciones
de banda ancha*



DECLINACIÓN DE RESPONSABILIDAD

En la elaboración del presente informe han participado muchos voluntarios, provenientes de diversas administraciones y empresas. Cualquier mención de empresas o productos concretos no implica en ningún caso un apoyo o recomendación por parte de la UIT.

ÍNDICE

	<i>Página</i>
Glosario	v
Resumen de decisiones	ix
Sección I – Matrices tecnológicas	1
I.1 Tecnologías alámbricas de acceso en banda ancha.....	1
I.1.1 Matriz tecnológica DSL	1
I.1.2 Matriz de cable básica	3
I.1.3 Matriz de sistemas de fibra hasta las instalaciones (FTTP).....	5
I.1.4 Matriz de multiplex por división de longitud de onda densa.....	7
I.1.5 Matriz de jerarquía digital síncrona.....	9
I.2 Tecnologías de acceso de banda ancha inalámbricas.....	11
I.2.1 Matriz de la tecnología de red de área local inalámbrica (RLAN).....	12
I.2.2 Sistemas de acceso inalámbrico en banda ancha fijos.....	16
I.2.3 Sistemas de acceso inalámbrico en banda ancha móviles	24
I.2.4 Acceso en banda ancha como posible solución para la radiodifusión de la televisión digital interactiva.....	45
I.3 Matriz de sistemas de satélite	50
I.3.1 Acceso en banda ancha por satélite	50
I.3.2 Matriz de red de los terminales de muy pequeña apertura (VSAT)	56
ANNEX I – General Broadband Matters	58
I.1 Social and Economic Benefits of Broadband in Telecommunications.....	58
I.2 Broadband Applications in Telecommunications.....	59
I.2.1 E-Health.....	59
I.2.2 E-Working.....	61
I.2.3 E-Government	62
I.2.4 E-Agriculture.....	64
I.2.5 E-Learning.....	66
I.2.6 E-Tourism.....	67
I.2.7 E-Commerce.....	67
I.2.8 E-Environment	68
I.2.9 Telecommunications for Public Safety, for Disaster Prevention and Disaster Relief	70
I.2.10 Small Business Applications	71
I.2.11 Entertainment Applications	71
I.2.12 Information Gathering.....	71
I.2.13 Capacity Requirements for Selected Applications	72
I.3 Broadband Technology Deployment	72
I.3.1 Analysis of Broadband Access Questionnaire: Main Findings	73
I.3.2 Gender Issues Surrounding Broadband Technology Deployment	74
I.3.3 Access to Broadband Services for Persons with Disabilities	76
I.3.4 Strategies for Promoting Broadband Deployment.....	76
ANNEX II – Technology Matrices (Standardization in Progress)	80
II.1 Canopy Solution for Fixed Broadband Wireless Access Matrix	80
II.1.1 <i>Airstar</i> : A Multi-Service Broadband Fixed Wireless Access System	81
II.1.2 <i>angel</i> : A Non-Line-Of-Sight Broadband Fixed Wireless Access System.....	85
II.1.3 <i>SR 500-ip</i> : A Broadband Fixed Wireless Access System for Remote Areas	87
ANNEX III – Country Experiences	91
III.1 Africa	91
III.1.1 Deployment of Broadband Wireless Access in Mali, Africa	91
III.1.2 Deployment of Mobile Broadband Wireless Access in South Africa	91

	<i>Página</i>
III.2 Americas	91
III.2.1 Brazil	91
III.2.2 Canada	94
III.2.3 Ecuador	98
III.2.4 Mexico	98
III.2.5 Peru	99
III.2.6 United States	101
III.3 Asia	102
III.3.1 Australia	102
III.3.2 Bangladesh: Access technologies for broadband telecommunications	104
III.3.3 China: The Development of Broadband Services and Applications in China	105
III.4 Europe	108
III.4.1 eEurope Action Plan 2005	108
III.4.2 Ireland	110
III.4.3 Norway	111
III.4.4 Sweden	111
III.4.5 Israel: 802.16 Deployment in Rural Areas	114
III.5 Asia Pacific	116
III.5.1 Niue: Wi-Fi in Niue, South Pacific	116
ANNEX IV – Definition of the Question	117
ANNEX V – Analysis of the replies to the questionnaire	119
ANNEX VI – Broadband Questionnaire	147
ANNEX VII – Other ITU Sector Relevant Study Groups, Questions and Recommendations	151
ANNEX VIII – Best Practice Guidelines for the Promotion of Low-Cost Broadband and Internet Connectivity	152

GLOSARIO

3G	Comunicaciones móviles de la tercera generación (<i>third-generation mobile communications</i>)
3GPP	Proyecto sobre asociación para comunicaciones móviles de la tercera generación (<i>third-generation partnership project</i>)
3GPP2	Proyecto 2 sobre asociación para comunicaciones móviles de la tercera generación (<i>third-generation partnership project 2</i>)
ADSL	Línea de abonado digital asimétrica (<i>asymmetric digital subscriber line</i>)
ANT	Hipótesis de transporte de red de acceso (<i>access network transport scenarios</i>)
AP	Punto de acceso (<i>access point</i>)
APON	Redes ópticas pasivas asíncronas (<i>asynchronous passive optical networks</i>)
ATM	Modo de transferencia asíncrona (<i>asynchronous transfer mode</i>)
ATSC	Comité para sistemas de televisión avanzados (<i>advanced television system committee</i>)
BS	Estación de base (<i>base station</i>)
BWA	Acceso inalámbrico de banda ancha (<i>broadband wireless access</i>)
CATV	Sistema de televisión por antena colectiva (<i>community antenna television system</i>)
CCK	Modulación por código complementario (<i>complementary code keying</i>)
CDMA	Acceso múltiple por división de código (<i>code division multiple access</i>)
CMTS	Sistema de terminación en modo cable (<i>cable mode termination system</i>)
CO	Oficina central (<i>central office</i>)
COFDM	Multiplexión por división de frecuencia ortogonal codificada (<i>code orthogonal frequency division multiplex</i>)
CPE	Equipo en las instalaciones del cliente (<i>customer premises equipment</i>)
CWDM	Multiplexión por división de longitud de onda aproximada (<i>coarse wave division multiplexing</i>)
DBS	Radiodifusión directa por satélite (<i>direct broadcasting by satellite</i>)
DFS	Selección dinámica de frecuencias (<i>dynamic frequency selection</i>)
DMB-T	Radiodifusión digital terrenal de multimedios (<i>digital multimedia broadcasting – terrestrial</i>)
DRB	Radiodifusión sonora digital (<i>digital radio broadcasting</i>)
DSL	Línea de abonado digital (<i>digital subscriber line</i>)
DSL RDSI	Línea de abonado digital basada en la RDSI (<i>ISDN based digital subscriber line</i>)
DSP	Tratamiento de señales digitales (<i>digital signal processing</i>)
DSSS	Espectro ensanchado con secuencia directa (<i>direct sequence spread spectrum</i>)
DVB	Radiodifusión digital de televisión (<i>digital video broadcasting</i>)
DVB-H	Radiodifusión digital de televisión a dispositivos de mano (<i>digital video broadcasting – Handheld</i>)
DVB-T	Radiodifusión digital terrenal de televisión (<i>digital video broadcasting – terrestrial</i>)

DWDM	Multiplexión por división de longitud de onda densa (<i>dense wavelength division multiplex</i>)
DXC	Transconexión digital (<i>digital cross connect</i>)
EPON	Red óptica pasiva Ethernet (<i>Ethernet passive optical network</i>)
ETS	Norma europea de telecomunicación (<i>European telecommunication standard</i>)
ETSI	Instituto Europeo de Normalización de las Telecomunicaciones (<i>European Telecommunications Standards Institute</i>)
FDD	Dúplex por división de frecuencia (<i>frequency division duplex</i>)
FHSS	Espectro ensanchado con salto de frecuencia (<i>frequency hopping spread spectrum</i>)
FTTC	Fibra hasta el punto de acometida (<i>fiber to the curb</i>)
FTTH	Fibra hasta el hogar (<i>fiber to the home</i>)
FTTP	Fibra hasta los locales (<i>fiber to the premises</i>)
FWA	Acceso inalámbrico fijo (<i>fixed wireless access</i>)
GoS	Grado de servicio (<i>grade of service</i>)
GSO	Satélite en órbita geostacionaria (<i>geostationary orbit satellite</i>)
HDSL	Línea de abonado digital a alta velocidad binaria (<i>high-bit rate digital subscriber line</i>)
HEO	Satélites en órbita elíptica muy inclinada (<i>highly-enclined elliptical orbit satellites</i>)
HFC	Sistema híbrido de fibra óptica/cable coaxial (<i>hybrid fiber-coax</i>)
IEEE	Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>)
IETF	Grupo Especial sobre Ingeniería de Internet (<i>Internet Engineering Task Force</i>)
IDU	Unidad de interior/interna (<i>indoor/internal unit</i>)
IMT-2000	Telecomunicaciones móviles internacionales (<i>international mobile telecommunications</i>)
IMT-DS	Telecomunicaciones móviles internacionales con ensanchamiento directo (<i>international mobile telecommunications direct spread</i>)
IMT-FT	Telecomunicaciones móviles internacionales – frecuencia/tiempo (<i>international mobile telecommunications frequency time</i>)
IMT-MC	Telecomunicaciones móviles internacionales multiportadora (<i>international mobile telecommunications multi carrier</i>)
IMT-SC	Telecomunicaciones móviles internacionales monoportadora (<i>international mobile telecommunications single carrier</i>)
IMT-TD	Telecomunicaciones móviles internacionales con división en el tiempo (<i>international mobile telecommunications time division</i>)
IMS	Subsistema multimedia IP (<i>IP multimedia subsystem</i>)
IP	Protocolo Internet (<i>Internet Protocol</i>)
iTV	Radiodifusión de televisión interactiva (<i>interactive television broadcasting</i>)
LAN	Red de área local (<i>local area network</i>)
LEO	Satélites en órbita terrena baja (<i>low earth orbit satellites</i>) Informe sobre la Cuestión 20-1/2 vii
MAC	Control de acceso a medios (<i>medium access control</i>)

MEO	Satélites en órbita terrestre media (<i>medium earth orbit satellites</i>)
MEPG	Grupo de Expertos sobre imágenes en movimiento (<i>moving picture experts group</i>)
MHP	Plataforma multimedia doméstica (<i>multimedia home platform</i>)
NAC	Canal de acceso a red (<i>network access channel</i>)
NTN	Nodo de terminación de red (<i>network termination node</i>)
NGSO	Satélites en órbita no geostacionaria (<i>non-geostationary orbit satellites</i>)
NLOS	Sin visibilidad directa (<i>non line-of-sight</i>)
NRN	Nodo repetidor de red (<i>network repeater node</i>)
ODU	Unidad de exterior/externa (<i>outdoor/external unit</i>)
OFDM	Multiplexión por división ortogonal de frecuencia (<i>orthogonal frequency division multiplexing</i>)
OFDMA	Modo de acceso a multiplexión por división ortogonal de frecuencia (<i>orthogonal frequency division multiplexing access mode</i>)
OSI	Interconexión de sistemas abiertos (<i>open system interconnect</i>)
OSP	Planta exterior (<i>outside plant</i>)
P2MP	Punto a multipunto (<i>point-to-multipoint</i>)
P2P	Punto a punto (<i>point-to-point</i>)
PC	Computador personal (<i>personal computer</i>)
PDH	Jerarquía digital plesiócrona (<i>plesiochronous digital hierarchy</i>)
PDSN	Nodo servidor de datos por paquetes (<i>packet data serving node</i>)
PHY	Capa física (<i>physical layer</i>)
PONs	Redes ópticas pasivas (<i>passive optical networks</i>)
POTS	Servicio telefónico ordinario (<i>plain old telephone service</i>)
PYME	Pequeñas y medianas empresas (<i>small and medium sized enterprises</i>)
QAM	Modulación de amplitud en cuadratura (<i>quadrature amplitude modulation</i>)
QoS	Calidad de servicio (<i>quality of service</i>)
QPSK	Modulación por desplazamiento de fase en cuadratura (<i>quadrature phase shift key</i>)
RDSI	Red digital de servicios integrados
RF	Radiofrecuencia (<i>radio frequency</i>)
RGT	Red de gestión de las telecomunicaciones
RLAN	Red radioeléctrica de área local (<i>radio local area network</i>)
ROW	Derecho de paso (<i>right of way</i>)
RTPC	Red telefónica pública conmutada
SDAF	Función de adaptación dependiente del satélite (<i>satellite dependent adaptation function</i>)
SHDSL	Línea de abonado digital de alta velocidad de un solo par (<i>single pair high bite rate digital subscriber line</i>)
SI-SAP	Punto de acceso al servicio independiente del satélite (<i>satellite-independent service access point</i>)
SSMF	Fibra monomodo normalizada (<i>standard single mode fiber</i>)

STs	Terminales de satélite (<i>satellite terminals</i>)
STLs	Enlaces estudio-transmisor (<i>studio-to-transmitter links</i>)
STM	Módulo de transporte síncrono (<i>synchronous transport module</i>)
TCPAM	Modulación de impulsos en amplitud con codificación reticular (<i>trellis coded pulse amplitude modulation</i>)
TDD	Dúplex por división en el tiempo (<i>time division duplex</i>)
TD-SCDMA	Acceso múltiple por división de código con sincronismo y división en el tiempo (<i>time division synchronous code division multiple access</i>)
TIA	Asociación de industrias de telecomunicación (<i>telecommunications industry association (USA)</i>)
UHF	Ondas decimétricas (<i>ultra high frequency</i>)
USB	Bus serial universal (<i>universal serial bus</i>)
UWB	Ultra banda ancha (<i>ultra wide band</i>)
VDSL	Línea de abonado digital de muy alta velocidad (<i>very high digital subscriber line</i>)
VHF	Ondas métricas (<i>very high frequency</i>)
VoIP	Protocolo de transmisión de la voz por Internet (<i>voice-over-Internet protocol</i>)
VSAT	Terminal de muy pequeña apertura (<i>very small aperture terminal</i>)
WAN	Red de área extensa (<i>wide area network</i>)
WCDMA	Acceso múltiple por división de código de banda ancha (<i>wideband code division multiple access</i>)
WCS	Servicios de comunicaciones inalámbricas (<i>wireless communication services</i>)
WDM	Multiplexión por división de longitud de onda (<i>wavelength division multiplex</i>)
WEP	Privacidad equivalente a la alámbrica (<i>wired equivalent privacy</i>)
Wi-Fi	Fidelidad inalámbrica (<i>wireless fidelity</i>)
WiMAX	Interoperabilidad mundial del acceso por microondas (<i>world wide interoperability for microwave access</i>)
WLAN	Red de área local inalámbrica (<i>wireless local area network</i>)
WLL	Bucle local inalámbrico (<i>wireless local loop</i>)
WMAN	Red de acceso metropolitano inalámbrico (<i>wireless metropolitan access network</i>)
WPAN	Red de acceso personal inalámbrica (<i>wireless personal access network</i>)
ZWPF	Fibra con atenuación nula debida al agua (<i>zero water peak fibers</i>)

RESUMEN DE DECISIONES

Una de las tendencias más recientes para mejorar los sistemas de comunicaciones entraña la utilización de tecnología de banda ancha. Muchas personas asocian la banda ancha con una velocidad de transmisión determinada o cierto conjunto de servicios y/o aplicaciones, tales como el bucle de abonado digital (DSL) o las redes de área local inalámbricas (WLAN). Sin embargo, puesto que las tecnologías de banda ancha están en continua evolución, la definición de la banda ancha también se va modificando. La UIT define la banda ancha como la velocidad binaria igual o mayor a 256 kbit/s¹. A cada incremento de un punto porcentual de la penetración de servicios móviles en los países en desarrollo corresponde, en promedio, un aumento del ingreso *per cápita* del 4,7 %. Del mismo modo, a cada incremento de un punto porcentual de la penetración de Internet en los países en desarrollo corresponde, en promedio, un aumento del ingreso *per cápita* del 10,5 %². El estudio de la banda ancha en los países en desarrollo reviste gran interés en un momento en que se dispone de numerosas opciones en la materia.

La tecnología de banda ancha permite la transmisión a alta velocidad de señales vocales, vídeo y de datos por redes. La introducción de las tecnologías de banda ancha, las cuales incluyen, entre otras, la línea de abonado digital (DSL), la antena colectiva, la fibra óptica, los satélites y los servicios inalámbricos fijos y móviles, ha permitido transformar en realidad en todo el mundo a las formas de telecomunicación tradicionales y nuevas. Puesto que la geografía y la topografía son muy distintas de un país a otro, las tecnologías que funcionan bien en una zona geográfica podrían no funcionar tan bien en otra. Así pues, corresponde a cada localidad individual – ya se trate de una aldea, una ciudad, un estado, una provincia o un país – determinar cuáles son las tecnologías que mejor se adaptan a sus necesidades.

La finalidad de este Informe es proporcionar información a las esferas decisorias y a los representantes de la industria de los países menos adelantados de todo el mundo sobre los factores de orden técnico, económico y evolutivo que influyen en el despliegue eficaz de tecnologías de acceso de banda ancha y sus aplicaciones. El Informe está organizado en tres secciones:

- a) En el cuerpo principal del Informe se incluye una breve sinopsis de las tecnologías disponibles para ofrecer acceso de banda ancha a los usuarios finales.
- b) En los Anexos figura información sobre cuestiones generales en materia de banda ancha, en especial sus ventajas económicas y sociales, las estrategias para fomentar la implantación y utilización de tecnologías de acceso de banda ancha y sus aplicaciones, junto con un análisis del Cuestionario (CA 25/Documento 004), que se refiere a los factores económicos, técnicos y de desarrollo que inciden en la implantación de la banda ancha. En 2006 fue distribuido un cuestionario a los Estados Miembros. La BDT llevó a cabo el análisis de las respuestas, que puede consultarse en la correspondiente página web del UIT-D. También se contemplan en los Anexos las experiencias de ciertos países que ilustran los factores tecnológicos, económicos y sociales que inciden en la implantación de tecnologías de acceso de banda ancha y en los que dichas tecnologías también tienen consecuencias. En el presente Informe las experiencias de los países resultan sumamente útiles porque son ejemplos de situaciones reales en las cuales los gobiernos y organizaciones han debido aplicar estrategias creativas e innovadoras para ofrecer servicios de banda ancha a sus habitantes. Después de estudiar las experiencias de los países que figuran en el presente Informe, los países en desarrollo podrán ahorrar tiempo, dinero y recursos pues habrán aprendido de los ejemplos de otras comunidades que han tenido que afrontar problemas similares de instalación de tecnologías de banda ancha y acceso a las mismas.

Los países y tecnologías mencionados en el presente Informe se han escogido porque se mencionan en una contribución sobre la Cuestión 20-1/2 o se han puesto de relieve en algunos Informes de la UIT sobre banda ancha y otras publicaciones. Se invita a otros países y a los Miembros de Sector interesados a presentar contribuciones para la futura actualización de este Informe.

¹ Indicadores de las Telecomunicaciones Mundiales de la UIT (abril de 2007).

² Grupo de Gestión de las Telecomunicaciones 2007.

CUESTIÓN 20-2/2

Sección I – Matrices tecnológicas

El término matriz es genérico y puede utilizarse de diversas formas. En este contexto se refiere a una breve descripción de una determinada tecnología en relación con la cual se presentan ciertas aplicaciones y los últimos avances en la materia, junto con las correspondientes referencias.

En líneas generales, las tecnologías de las telecomunicaciones de banda ancha se pueden dividir en alámbricas e inalámbricas. Las tecnologías alámbricas comprenden las líneas telefónicas tradicionales, líneas de antena colectiva y líneas de fibra óptica. Las telecomunicaciones inalámbricas abarcan la tecnología inalámbrica celular y fija, las telecomunicaciones de corta distancia a alta velocidad tales como las RLAN y las transmisiones ópticas en el espacio libre, y las transmisiones por satélite. Las redes de satélite comprenden la órbita de los satélites geoestacionarios (OSG) y no geoestacionarios (no OSG). Estos últimos abarcan los satélites en órbita terrestre baja (LEO), satélites en órbita terrestre media (MEO) y satélites en órbitas muy elevadas (HEO), con una aplicación especial que trasciende la órbita de satélites geoestacionarios, que se define como satélites en órbitas elípticas muy inclinadas (HEO). La banda ancha utiliza una sola tecnología, alámbrica o inalámbrica, o una combinación de las mismas para ofrecer al usuario acceso a alta velocidad.

I.1 Tecnologías alámbricas de acceso en banda ancha

En lo tocante al acceso a una red de área extensa existen numerosas opciones tecnológicas alámbricas que compiten actualmente para conquistar una parte del mercado. Estas opciones se originan en los entornos de red de área extensa (WAN) y de red de área local (LAN) e incluyen distintos sistemas tales como, por ejemplo, RDSI, ATM, retransmisión de trama con conmutación Ethernet, varias tecnologías de transmisión de datos por antena colectiva (CATV) y la familia de tecnologías de línea de abonado digital.

I.1.1 Matriz tecnológica DSL

La introducción de nuevos servicios que requieren señales digitales con velocidades cada vez más altas exige que se aumente la anchura de banda utilizable de los bucles de abonado existentes con complejas tecnologías o que se reemplacen los pares trenzados por medios de transmisión de banda ancha tales como cables de fibra/cables coaxiales o transmisión inalámbrica.

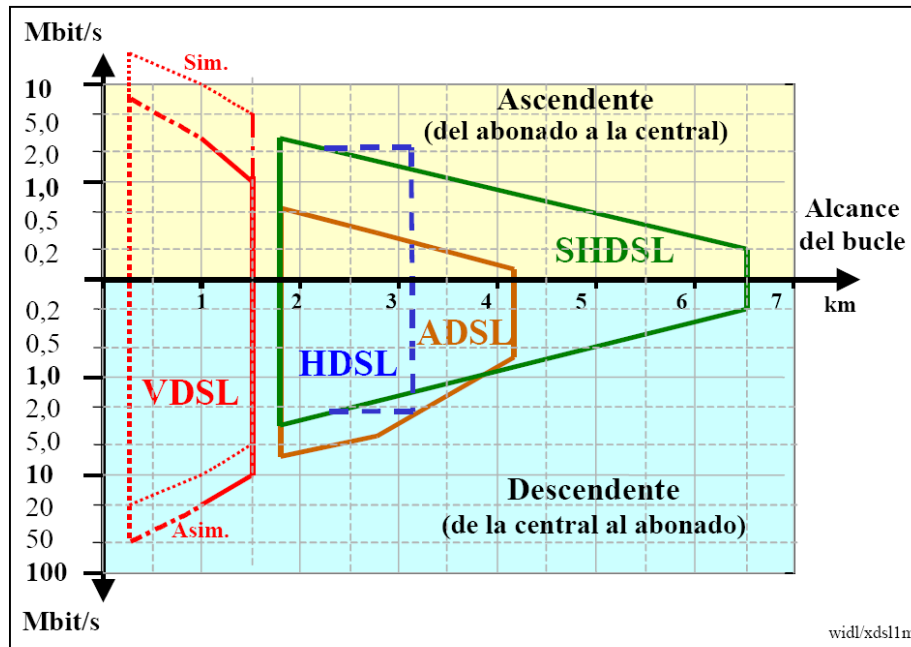
Históricamente los bucles de abonado contienen pares de alambre de cobre trenzados ensamblados en cables multipar. Los bucles de abonado se llevan estudiando muchos años y se definen por tipo de cable, longitud de cable, estructura de bucle y fuentes de ruido. El espectro del bucle de abonado utilizado para señales vocales de hasta 4 kHz puede ampliarse hasta unos 1 100 kHz para la transmisión de señales digitales mediante tecnologías DSL. El elevado costo que entraña la sustitución de los bucles de abonado existentes y al mismo tiempo el desarrollo en el terreno del procesamiento de las señales digitales influyó en el desarrollo de tecnologías de bucle de abonado digital (DSL, *digital subscriber loop*) con miras a lograr una mejor utilización del ancho de banda disponible y, por consiguiente, la transmisión a velocidades más elevadas. La tecnología DSL permite que las señales digitales compartan el bucle de abonado con las señales telefónicas ordinarias.

Sistemas DSL típicos:

- línea de abonado digital de alta velocidad binaria (HDSL);
- línea de abonado digital asimétrica (ADSL);
- línea de abonado digital de muy alta velocidad (VDSL);
- línea de abonado digital de alta velocidad binaria de un solo par (SHDSL);
- línea de abonado digital basada en la RDSI (DSL RDSI).

En la Figura 1 se ilustra el diagrama de alcance y velocidad de transmisión de datos típicos de los sistemas que utilizan un solo par (sin ningún repetidor, es decir, sin regenerador).

Figura 1 – Alcance del bucle en relación con los diversos sistemas DSL



Los valores indicados en el cuadro dependen de varios parámetros tales como calibre del hilo, derivaciones puenteadas, perturbaciones (incluida la diafonía entre pares), márgenes, etc. Ahora bien, como aparecen continuamente nuevas tecnologías, estos valores pueden cambiar.

La HDSL es la tecnología DSL más ampliamente instalada y utiliza dos o tres pares de cobre trenzados. La mayoría de las aplicaciones proporcionan 1,5 Mbit/s (T1) o 2 Mbit/s (E1) simétricas hasta 3 000 m de la central. Esta distancia se puede aumentar con regeneradores.

La ADSL tiene las mejores perspectivas a corto plazo para proporcionar acceso de banda ancha a los mercados de las oficinas pequeñas y los hogares. Se atribuye más ancho de banda a la transmisión «descendente» (tráfico del proveedor de servicio al abonado) que a la «ascendente» (tráfico del abonado al proveedor de servicio). Las atribuciones de ancho de banda permiten cursar simultáneamente tráfico del servicio telefónico ordinario (POTS) de la RDSI. Existen dos versiones de la ADSL: la ADSL total que utiliza aproximadamente 1 MHz y la ADSL Lite que utiliza aproximadamente 0,5 MHz de ancho de banda. La ADSL total exige la instalación de un divisor, la ADSL Lite funciona sin divisores o sólo necesita instalaciones simplificadas de filtros en línea.

La VDSL está concebida para velocidades binarias mucho más elevadas y distancias de bucle de abonado extremadamente cortas. La VDSL se utiliza a menudo con instalaciones de fibra tales como, por ejemplo, instalaciones de fibra hasta la acometida. Con ayuda de divisores se puede cursar simultáneamente tráfico telefónico ordinario.

En el futuro se prevé que la SHDSL sustituya a la HDSL y sea el único sistema que trabaje normalmente en un solo par. Se puede aumentar en el alcance utilizando dos pares y/o regeneradores. La utilización de la codificación avanzada limita las necesidades de ancho de banda que conducen a la coexistencia con otros sistemas DSL.

La familia de tecnologías DSL permite muchas posibilidades de transmisión y puede satisfacer diferentes necesidades del mercado, para infraestructuras actuales o futuras. En el contexto de las DSL, ya sean de uno o dos pares, simétricas o asimétricas, de velocidad adaptativa o multicanal, todas las tecnologías de línea de abonado digital permitirán afrontar las dificultades del mercado. Las necesidades del mercado y las tecnologías DSL siguen evolucionando. Además de la velocidad, los sistemas DSL ofrecen otra ventaja fundamental, a saber, la conexión constante. Como los módems DSL utilizan tecnologías sin conexión, a semejanza de una LAN de oficina, el PC del abonado siempre está conectado a la red.

Lista resumida de referencias

- a) Informe sobre tecnologías DSL, Doc. UIT-D/2/082(Rev.3), 2002
Understanding Digital Subscriber Line Technology
Thomas Starr e.a.
Communication Engineering
- b) Prentice Hall PTR, NJ 07458, 1999
DSL, Simulation Techniques and Standards
Dr. Walter Y. Chen
Macmillan Technical Publishing, Indianapolis, Indiana, 1998

I.1.2 Matriz de cable básica

Gracias a la cobertura casi generalizada en algunos países de la antena colectiva de banda ancha para la TV por cable, las conexiones de antena colectiva constituyen una plataforma muy útil para ofrecer a abonados residenciales y pequeñas empresas un acceso de datos de alta velocidad. No obstante, se han de mejorar los sistemas de televisión por cable unidireccionales para convertirlos en modernas redes bidireccionales a fin de que admitan servicios de telecomunicaciones avanzados.

El estudio de la «acometida de TV por cable» llevado a cabo por la Comisión de Estudio 9 del UIT-T puede ser una introducción útil a las redes de TV por cable. Se podrá encontrar información adicional sobre las redes de TV por cable en los siguientes epígrafes del Fascículo 4 de la Comisión de Estudio 2 del UIT-D:

- 5.3.9 Distribución de televisión por cable
 - 5.3.9.1 Componentes esenciales de los sistemas de televisión por cable
 - 5.3.9.2 Sistemas de cable HFC
 - 5.3.9.3 Servicios interactivos bidireccionales de televisión
 - 5.3.9.4 Sistemas de cable para datos de alta velocidad

Acometida de TV por cable

Los sistemas de cable se concibieron originalmente para transmitir señales de televisión eficazmente a los hogares de los abonados. Para cerciorarse de que los consumidores puedan recibir un servicio por cable con los mismos aparatos de TV que utilizan para recibir señales de televisión por ondas hertzianas, los operadores de cable crean de nuevo una porción del espectro de frecuencias radioeléctricas hertzianas (RF) en una línea de antena colectiva sellada y la distribuyen al domicilio de los abonados.

Los sistemas de antena colectiva tradicionales suelen funcionar con una capacidad de 330 MHz o 450 MHz, mientras que los modernos sistemas híbridos fibra/coaxial (HFC) alcanzan hasta 750 MHz o más.

Lógicamente, las señales de programas de vídeo descendentes comienzan alrededor de 50 MHz, lo equivalente al canal 2 de las señales de televisión hertzianas. La parte de 5 MHz-42 MHz del espectro suele reservarse a las telecomunicaciones ascendentes desde el hogar del abonado.

Por ejemplo, en el caso de los países que utilizan la norma de transmisión del Comité Nacional de Normas de Transmisión (NTSC) de los Estados Unidos, cada canal de televisión normal ocupa 6 MHz de espectro. Por lo tanto, un sistema de cable tradicional con 400 MHz de ancho de banda descendente puede transmitir un tráfico equivalente a 60 canales de TV analógicos y un sistema HFC moderno con 700 MHz de ancho de banda descendente tiene capacidad para unos 110 canales.

Redes de acceso por módem de cable

Para proporcionar servicios de datos por una red de cable, un canal de televisión (en la gama de 50-750 MHz) se suele atribuir al tráfico descendente hacia los hogares y otro canal (en la banda 5-42 MHz) se utiliza para transmitir las señales ascendentes.

Un *sistema de terminación de módem de cable (CMTS)* de cabecera comunica a través de esos canales con *módems de cable* en el hogar del abonado, para crear una conexión virtual de red de área local (LAN). La mayoría de los módems de cable son dispositivos externos que se conectan a un ordenador personal (PC) a través de una caja externa 10Base-T Ethernet normalizada o una tarjeta PCI o PCMCIA interna, o a través de una conexión por bus serie universal BUS (USB, *universal serial bus*).

La red de acceso por módem de cable funciona en la capa 1 (física) y en la capa 2 (control de acceso a los medios/control de enlace lógico) del modelo de referencia de interconexión de sistemas abiertos (OSI). Por lo tanto, los protocolos de capa 3 (red), tales como el tráfico IP, pueden transitar sin solución de continuidad por la plataforma de módem de cable hacia los usuarios finales.

Un solo canal de televisión descendente de 6 MHz puede admitir hasta 27 Mbit/s de caudal de datos descendentes desde la cabecera de cable, mediante tecnología de transmisión 64 QAM (modulación por amplitud en cuadratura). Las velocidades pueden acelerarse hasta 36 Mbit/s utilizando 256 QAM. Los canales ascendentes pueden cursar de 500 kbit/s a 10 Mbit/s desde los hogares utilizando técnicas de modulación 16QAM o QPSK (modulación por desplazamiento de fase en cuadratura), dependiendo del volumen de espectro atribuido al servicio. Este ancho de banda ascendente y descendente es compartido por los abonados de datos activos conectados a un determinado segmento de red de cable, habitualmente entre 500 y 2 000 hogares en una red HFC moderna.

Además de la velocidad, los módems de cable ofrecen una ventaja fundamental, a saber, la conexión constante. Como los módems de cable utilizan tecnologías sin conexión, a semejanza de una LAN de oficina, el PC del abonado siempre está conectado a la red.

Prestación de Internet por cable

Para entrar en el mercado de Internet de alta velocidad, los operadores de cable no pueden limitarse a instalar sencillamente equipos de módem de cable. Más bien al contrario, deben instalar en cada comunidad a la cual prestan servicio una avanzada infraestructura de red IP de extremo a extremo que sea suficientemente robusta para admitir decenas de miles de abonados de datos. Esta infraestructura comprende conexión medular Internet, encaminadores, servidores, herramientas de gestión de red, así como sistemas de seguridad y facturación. Fundamentalmente, los operadores de cable deben afrontar la tarea de crear algunas de las «intranet» más grandes del mundo, un gran desafío de ingeniería y explotación.

Los operadores de cable tratan de proporcionar un acceso *intranet* de alta velocidad en lugar de un acceso *Internet* directo por un motivo muy sencillo: una conexión de red es tan rápida como su segmento más lento y, por consiguiente, la ventaja de un enlace de cable de 1 Mbit/s se pierde si un abonado trata de acceder a contenido almacenado en un servidor web conectado a Internet a través de una línea de 56 kbit/s. La solución de este problema consiste en acercar aún más el contenido al abonado, es decir, idealmente, hasta la cabecera del cable. Esto se logra grabando o registrando copias de contenido Internet muy solicitado en servidores locales y, cuando un abonado de módem de cable accede a una página web, se le encamina hacia el servidor en el extremo a gran velocidad, en lugar de que deba viajar por la Internet congestionada.

Varias empresas ofrecen servicios de red y de integración de sistemas completos a operadores de cable que necesitan una Internet de alta velocidad.

Calidad de funcionamiento de las plataformas de red compartidas

La mayoría de los sistemas de módem de cable dependen de una plataforma de acceso compartida, similar a una LAN de oficina. A diferencia de las redes telefónicas con conmutación de circuitos en las cuales el llamante dispone de una conexión particular, los usuarios de módems de cable no ocupan un volumen fijo de ancho de banda durante su sesión en línea, comparten la red con otros usuarios activos y utilizan los recursos de la red únicamente cuando envían o reciben datos en rápidas ráfagas. Por lo tanto, en lugar de que 200 usuarios en línea puedan disponer cada uno de 135 kbit/s, durante el milisegundo que necesitan para

telecargar sus paquetes de datos, pueden utilizar todo el ancho de banda disponible de hasta muchos megabits por segundo.

Si una alta tasa de utilización empieza a provocar una congestión, los operadores de cable pueden añadir ancho de banda para servicios de datos. Un operador de cable puede atribuir un canal de vídeo de 6 MHz adicional para datos de alta velocidad y duplicar así el ancho de banda descendente disponible para los usuarios. Otra posibilidad para añadir ancho de banda consiste en subdividir la red de cable física prolongando las líneas de fibra óptica. De este modo se reduce el número de hogares que reciben servicio por cada segmento de red y, por lo tanto, aumenta el ancho de banda disponible para cada usuario.

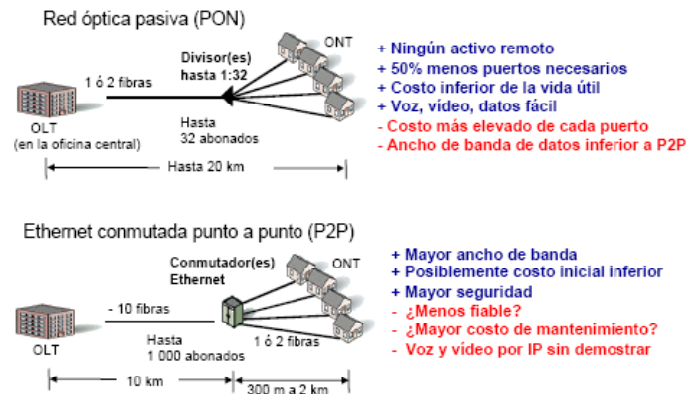
I.1.3 Matriz de sistemas de fibra hasta las instalaciones (FTTP)

La fibra hasta las instalaciones (FTTP, *fiber to the premises*) se está transformando en la arquitectura de red de acceso preferida, puesto que trae consigo una inmensa reducción de los costos de equipo y de los costos que entraña la instalación de la planta exterior (SOP). Varios de los operadores tradicionales más importantes de los Estados Unidos ya han anunciado que prevén transformar sus instalaciones externas («Greenfield») en FTTP. Análogamente, el propio ciclo económico de la rehabilitación de las redes de cobre, a tenor del cual la planta de cobre debe sustituirse a causa de la degradación, hace que estas instalaciones («brownfield») resulten cada vez más atractivas para la utilización de sistemas FTTP. Por último, habida cuenta de los gastos considerables que exige la ampliación del alcance de las redes de cobre para prestar servicio a los consumidores de zonas rurales a causa de sus limitaciones de distancia, la FTTP se está transformando rápidamente en la arquitectura de red de acceso preferida por los proveedores de servicios en zonas rurales que tratan de ofrecer a los consumidores una «tríada de servicios» de voz, vídeo y datos.

Las tecnologías de equipos de red de acceso FTTP pueden clasificarse principalmente como activas o pasivas (las soluciones pasivas suelen llamarse redes ópticas pasivas o PON (*passive optical networks*)). Las soluciones activas consisten en componentes electrónicos instalados en el terreno y suelen ofrecer un mayor ancho de banda, mientras que las soluciones pasivas no tienen componentes electrónicos en el terreno y permiten ahorrar gastos de instalación y explotación.

Estas soluciones pueden subdividirse además en punto a punto (P2P), que consiste en un enlace directo de uno a uno entre la oficina central del proveedor y/o cabecera y las instalaciones del cliente, o punto a multipunto (P2MP) en las cuales la señal de la oficina central del operador se separa y envía a múltiples instalaciones de clientes. Habitualmente las soluciones P2P ofrecen un mayor ancho de banda mientras que las soluciones P2MP tienen gastos de instalación y explotación menos elevados.

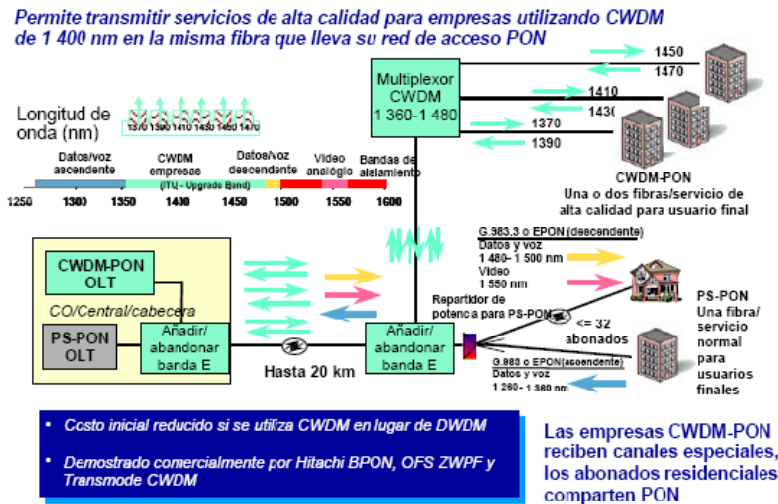
Por último, en las soluciones activas, pasivas, P2P y P2MP se dispone de diversas opciones de protocolo de red que permiten distinguir aún más entre cada posibilidad. Por ejemplo, entre las PON hay soluciones APON (y sus variantes BPON) basadas en el protocolo ATM (modo de transferencia asíncrono) de la telefonía de voz tradicional, y soluciones EPON basadas en el utilizadísimo protocolo Ethernet basado en el IP. Las BPON/APON se basan en la Recomendación G.983.3 del UIT-T y su versión actual ofrece 622 Mbit/s descendentes a 1 490 nm y 155 Mbit/s ascendentes a 1 310 nm con una relación de división de 1:32 (una señal dividida en 32 clientes), con vídeo de cable analógico a 1 550 nm, y es ofrecida por empresas como Optical Solutions, Alcatel, Hitachi y otras. La tecnología de la norma GPON (ofrecida por las mismas empresas) se basa en la norma G.984.2 del UIT-T y también se basa en el protocolo ATM tradicional, pero con velocidades superiores y ofrece 2 422 ó 1 244 Mbit/s descendentes a 1 490 nm y 155, 622, 1 244 ó 2 422 Mbit/s ascendentes a 1 310 nm con una relación de división de hasta 1:64 y vídeo de cable analógico a 1 550 nm. Las soluciones EPON se basan en la norma IEEE 802.3ah, completada por la norma IEEE P802.3ah Ethernet en el Grupo Especial sobre el último kilómetro en 2004, y utilizan IP para servicios de voz y datos, amén de ofrecer 1 000 Mbit/s descendentes a 1 490 nm, 1 000 Mbit/s ascendentes a 1 310 nm con una relación de división de 1:32 y vídeo de cable analógico a 1 550 nm (las empresas que comercializan estos productos son Alloptic, Calix, FlexLight y otras). En la Figura 2 se resumen gráficamente las posibilidades de arquitectura FTTP.

Figura 2 – Arquitecturas FTTP: PON y P2P


Además de la selección entre activo y pasivo y APON, BPON, GPON o EPON, hay evoluciones tecnológicas notables en soluciones de planta exterior que pueden afectar notablemente los costos y las ventajas que entraña la instalación de redes de acceso FTTP.

Una cuidadosa selección de la fibra puede reducir en gran medida los costos derivados de la instalación de redes ya que permite a los operadores adaptar el componente de la red de acceso FTTP junto con el componente de su red de borde de empresa y transporte en una sola unidad de fibra. La avanzada tecnología actual de fibras con pico de absorción del agua nulo (ZWPF, *zero water peak fibers*) está sustituyendo a las antiguas fibras monomodo (SSMF) y permite instalar redes de borde de multiplexión por división de longitud de onda aproximada (CWDM) de 16 canales en la misma fibra que lleva una red FTTP con distribución de 1:32 ó 1:64. Los canales CWDM son 60% menos onerosos que los canales de multiplexión por división de longitud de onda densa (DWDM) y, por lo tanto, las instalaciones de red de acceso/borde permiten a las empresas instalar dos redes en una sola infraestructura, y proporcionar arquitecturas de red metropolitanas sumamente rentables mediante la utilización de canales CWDM mucho menos onerosos. La Figura 3 representa ese tipo de CWDM por arquitectura PON y las ventajas de proporcionar servicios de transporte de red o servicios de longitud de onda de empresas con recargo por la misma infraestructura que lleva una red de acceso PON.

Figura 3 – La fibra con pico de absorción del agua nulo permite la multiplexión por división de longitud de onda aproximada (CWDM) por redes dos a uno PON



Del mismo modo que al seleccionar la fibra adecuada (ZWPF) se obtienen las ventajas de dos redes por el precio de una, la selección de fibras y componentes de baja pérdida puede permitir a las empresas alcanzar hasta dos veces la distancia prevista de los equipos comerciales. Con esta distancia adicional las empresas pueden prestar servicio a hasta dos veces más clientes por la misma inversión en planta exterior, y conectar así a todos sus clientes, lo que les permite realizar hasta 30% de ahorros de costos de sistema gracias a una relación más eficaz entre distribución y fibra de alimentación.

En algunos casos se dispone de un cierto número de pares de hilos de cobre entre el proveedor de servicio y un abonado. Esos pares pueden combinarse, esto es, agruparse, tal como se indica en las Recomendaciones del UIT-T de la serie G, lo cual da lugar a un aumento considerable de la capacidad de un solo tren. Dos pares de hilos de cobre doblan la capacidad de transmisión, tres pares la triplican, y pueden agruparse hasta 32 pares. La carga útil en los pares puede estar basada en ATM, en Ethernet o bien estar relacionada con señales que utilizan multiplexión inversa por división en el tiempo.

1.1.4 Matriz de múltiplex por división de longitud de onda densa

La invención de las fibras ópticas de baja pérdida a principios de los años 70 con ventanas de baja pérdida a aproximadamente longitudes de onda de 1 300 nm permitió transmitir señales de luz a distancias de decenas de kilómetros sin regeneración gracias a la utilización de diodos electroluminiscentes y fibras multimodo. En los años 80 se introdujeron las fibras monomodo conectadas a transmisores láser en modo multilongitudinal (MLM) que permitían transmitir aproximadamente 100 Mbit/s. Con las fibras de dispersión desplazada y sistemas láser con realimentación distribuida en modo longitudinal único se podían instalar sistemas con secciones de hasta 100 km entre repetidores y una velocidad de transmisión de unos 2,5 Gbit/s. En los años 90, los regeneradores que contenían amplificadores de fibra dopados con erbio permitían la transmisión simultánea de muchas longitudes de onda adyacentes, lo cual condujo a los sistemas de multiplexión por división de longitud de onda densa (DWDM). Estos sistemas evolucionaron hasta permitir la transmisión de dos longitudes de onda en la misma fibra, una onda en la ventana 1 310 nm y la otra en la ventana 1 550 nm, lo cual condujo a los primeros sistemas de multiplexión por división de longitud de onda (WDM). No obstante, los sistemas de multiplexión por división de frecuencias ópticas heredaron algunos de los problemas de los sistemas FDM por hilo de cobre, tales como las limitaciones de la longitud de cada sección entre regeneradores y el número de secciones consecutivas entre regeneradores. Un sistema de transmisión

DWDM típico ofrecía hasta 32 longitudes de onda, $0,8 \text{ nm} = 100 \text{ GHz}$ entre longitudes de onda adyacentes, y cada longitud de onda llevaba 2,5 Gbit/s a una distancia de aproximadamente 600 km con 6 secciones entre regeneradores, lo cual daba una capacidad de transmisión total de 80 Gbit/s.

La DWDM ofrece notables ventajas con respecto a la transmisión óptica de onda única:

- *Menos efectos de dispersión.* Para un caudal determinado, la velocidad de cada canal puede disminuirse y, por lo tanto, se reducen los efectos de la dispersión cromática y por polarización. Por consiguiente, se puede aumentar la distancia entre regeneradores, aunque se sigue necesitando una amplificación óptica para mantener el balance de potencia, y la capacidad se puede aumentar en una planta instalada no ideal.
- *Adaptabilidad mejorada.* La adición de nuevas longitudes de onda, conforme al principio de «pago por longitud de onda», puede aumentar de manera sencilla el caudal. No es necesario que todas las longitudes de onda adicionales tengan la misma frecuencia, aumentándose así la flexibilidad.
- *Especificaciones menos estrictas.* La DWDM reduce las limitaciones tecnológicas de los componentes optoelectrónicos necesarios para instalar un sistema, ya que esos componentes sólo necesitan funcionar al máximo de su propia longitud de onda en lugar de al caudal total.
- *Funcionamiento dúplex completo* en una sola fibra.

Con la aparición de sistemas DWDM se ofrecen varias alternativas para aumentar la capacidad de transmisión influenciando el número de longitudes de onda por par de fibras (espaciamento), la velocidad binaria por longitud de onda, la banda de frecuencias óptica y la distancia (con o sin regeneración de temporización). En la Figura 4 se indican los parámetros que influyen la evolución prevista de los sistemas DWDM.

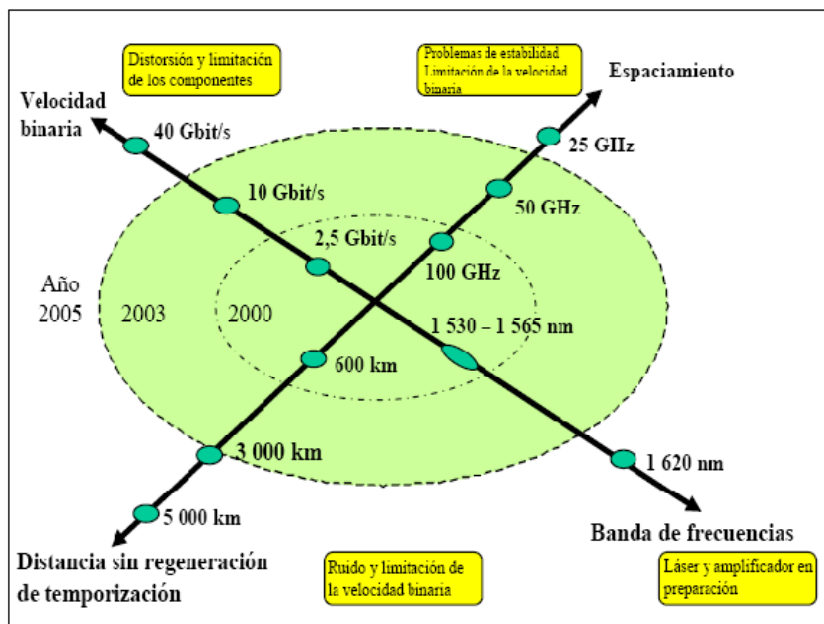
- *El aumento de la velocidad binaria* está limitado por efectos físicos tales como la dispersión cromática (que podría exigir una gestión de la dispersión), la dispersión en modo de polarización (fundamental para las fibras ya instaladas), la falta de linealidad de la fibra (que conduce a una modulación de fase cruzada y a la mezcla de cuatro ondas), componentes electrónicos más rápidos y onerosos (por ejemplo, conversión O/E).
- *El aumento del número de longitudes de onda* está limitado por el ancho de banda óptico total disponible (en las fibras y los amplificadores) y el espaciamento entre longitudes de onda (que entraña problemas de estabilidad, limitaciones de la velocidad binaria y una mayor desacentuación de los efectos de no linealidad).
- *El aumento de la distancia* está limitado por la ganancia del amplificador (que depende de la ganancia de ancho de banda y longitud de onda), el número de secciones consecutivas entre regeneradores (dependiendo de la acumulación de ruido y de la fluctuación de fase, y de que los regeneradores tengan o no función de reajuste de la temporización).

Los parámetros dependen unos de otros, es decir que aumentar el valor de un parámetro podría disminuir los valores admisibles de otros parámetros.

En las publicaciones se describen sistemas DWDM de alta capacidad como sigue:

- Señales de 10 Gbit/s en 32 longitudes de onda, lo cual da 320 Gbit/s. Se habla de secciones de transmisión óptica de 80 a 140 km para obtener trayectos de transmisión óptica de más de 600 km.
- Señales de 20 Gbit/s en 50 longitudes de onda, lo cual da más de 1 Tbit/s en una fibra.
- Señales de 10 Gbit/s en 150 longitudes de onda con espaciamento de 50 GHz, lo cual da 1,5 Tbit/s. Para este sistema se necesitó una fibra con compensación de la dispersión para obtener secciones de transmisión óptica de 100 km y trayectos de transmisión óptica de 400 km.

Figura 4 – Evolución de los sistemas DWDM



Habida cuenta de la evolución previsible, es probable que próximamente se añadan instalaciones de conmutación óptica, comenzando con elementos de adición/supresión no reconfigurables, siguiendo con anillos autorregenerables protegidos ópticamente y terminando por conexiones cruzadas ópticas para la interconexión de anillos o como base de redes ópticas en malla. Ahora bien, es probable que consideraciones físicas limiten las dimensiones de las redes fotónicas, que sólo podrían ampliarse mediante la utilización parcial o total de regeneradores optoelectrónicos o fotónicos.

I.1.5 Matriz de jerarquía digital síncrona

La creciente demanda de mayores velocidades de transmisión binaria, de un tratamiento de canales más flexible y las necesidades de gestión más complejas conducen al concepto de transmisión síncrona. El concepto fue mencionado por primera vez en Estados Unidos por Bellcore, que lo bautizó SONET (red óptica síncrona, *synchronous optical network*). La UIT ha perfeccionado y generalizado esos principios para obtener la jerarquía digital síncrona, SDH. El espíritu de cooperación internacional dio lugar a la aceptación mundial de una norma para SDH. Esta jerarquía amplía los principios de la jerarquía digital plesiócrona (PDH) y evita algunos de sus inconvenientes, con los siguientes resultados:

- Pueden añadirse o extraerse canales o grupos de canales de 64 kbit/s digitales directamente de las señales SDH sin etapas de multiplexión intermedias, lo cual abarata los equipos de inserción/extracción.
- Las señales plesiócronas de distintos niveles y pertenecientes a jerarquías diferentes (por ejemplo, ETSI Europa, ANSI-USA) pueden hacerse corresponder con SDH y transmitirse como señales SDH.
- Los canales y grupos de canales de 64 kbit/s digitales pueden conmutarse en transconexiones digitales (DXC) síncronas.

- El encaminamiento en las redes DXC puede controlarse por comando y permite crear configuraciones de red lógica diferentes de manera flexible en la misma red física. Configuraciones de red lógica diferentes pueden aparecer en momentos diferentes.
- Las DXC permiten discriminar el tráfico. Por ejemplo, una señal digital entrante que lleva una mezcla de datos, voz y vídeo puede convertirse en señales digitales separadas para datos, voz y vídeo.
- Las DXC permiten empaquetar el tráfico. Por ejemplo, señales digitales entrantes con intervalos de tiempo en reposo pueden combinarse en señales digitales sin esos tiempos de reposo que aprovechan plenamente el medio de transmisión.
- Una DXC puede coubicarse con una central telefónica. En ese caso, la DXC trata la carga de tráfico básico constante y la central se ocupa de las crestas de tráfico, lo cual resulta más económico que un solo conmutador telefónico de mayor capacidad.
- Por último, pero no por ello menos importante, las SDH y DXC son los primeros tipos de equipos concebidos específicamente para redes de gestión de las telecomunicaciones (TMN) con gran capacidad de gestión.

La unidad de base de la jerarquía SDH es el módulo de transporte síncrono, STM-1, que contiene 19 440 bits. El STM-1 se repite 8 000 veces por segundo y da las velocidades binarias STM-N siguientes:

STM-1 155,520 Mbit/s

STM-4 622,08 Mbit/s

STM-16 2 488,32 Mbit/s

STM-64 9 953,28 Mbit/s

La necesidad de transportar señales PDH de distintas jerarquías junto con señales ATM dio lugar a un complejo sistema de multiplexión. Un sistema STM-1 puede transmitir varios sistemas PDH y un sistema ATM como se ilustra a continuación:

3 sistemas de 34 ó 45 Mbit/s;	84 sistemas de 1,5 Mbit/s
21 sistemas de 6 Mbit/s;	1 sistema de 140 Mbit/s
63 sistemas de 2 Mbit/s;	1 sistema ATM

Se han normalizado cuatro tipos de multiplexores (MUX) SDH básicos

- 1) MUX para la conversión de señales plesiócronicas (conforme a la Recomendación G.703) a señales STM-N síncronas. Es posible una asignación flexible de un afluente a cualquier posición en la trama STM-N. Adecuado para el establecimiento de enlaces SDH en un entorno plesiócronicos.
- 2) MUX para conversión entre varias señales STM. Pueden multiplexarse varias señales STM-1 a una velocidad binaria más elevada. Se puede asignar de manera flexible un VC-3/4 a cualquier posición en un STM-N. Permite utilizar eficazmente la capacidad de los cables de fibra óptica.
- 3) MUX para inserción/extracción de señales plesiócronicas y síncronas a STM-N sin demultiplexión y terminación de la señal completa. Pueden añadirse o suprimirse canales individuales o grupos de canales de un flujo binario síncrono. Una utilización típica son multiplexores de inserción/extracción en configuraciones de anillo autorregenerable.
- 4) MUX para traducción (interfuncionamiento) para permitir que cargas C-3 en VC-3 transiten entre, por ejemplo, redes basadas en EE.UU. y redes europeas.

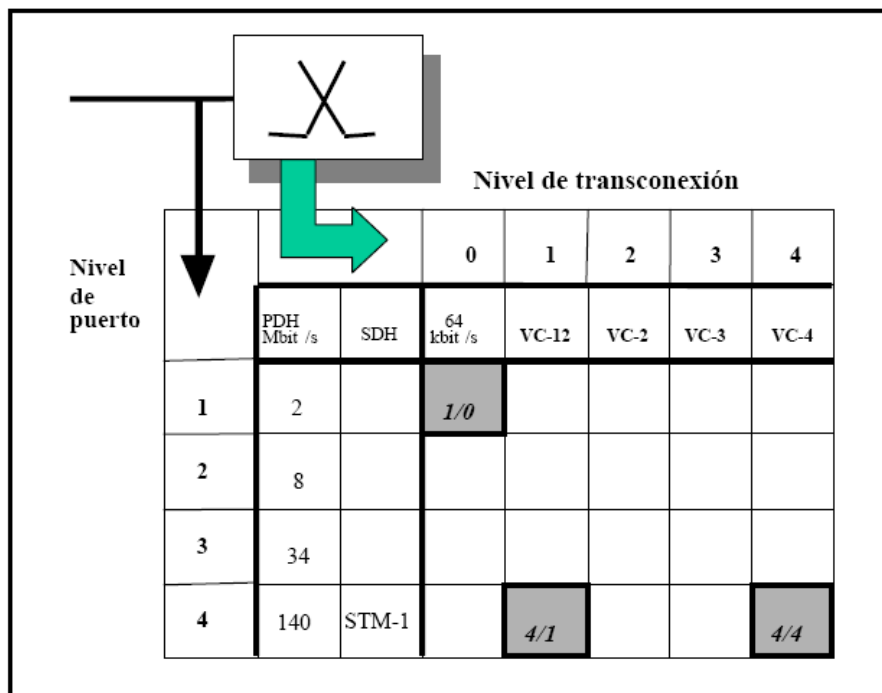
Se han normalizado tres tipos de transconexiones digitales (DXC) básicas

- 1) Transconexiones DXC para señales plesiócronicas a 140 Mbit/s o señales STM-1.
- 2) Transconexiones DXC para señales plesiócronicas a 2, 34 y 140 Mbit/s.
- 3) Las DXC combinan las funcionalidades de los tipos 1 y 2.

Las DXC se caracterizan por niveles de puerto y niveles de transconexión, como se indica en el ejemplo de la Figura 5.

- DXC 1/0 nivel de puerto 2,048 Mbit/s y nivel de transconexión 64 kbit/s para, por ejemplo, redes de líneas arrendadas de 64 kbit/s
- DXC 4/1 nivel de puerto 140 Mbit/s y nivel de transconexión VC-12 para, por ejemplo, redes de líneas arrendadas de 2 Mbit/s DXC 4/4 nivel de puerto 140 Mbit/s o STM-1 y nivel de transconexión VC-4 para, por ejemplo, protección de red, junto con
- DXC 4/4 nivel de puerto 140 Mbit/s o STM-1 y nivel de transconexión VC-4 para, por ejemplo, protección de red, junto con DXC 4/1 para administración de red.

Figura 5 – Ejemplos de equipo de transconexión digital



Una aplicación importante de la SDH es la utilización de anillos de protección compartida de sección múltiplex (MS-SP). La carga útil total de cada enlace STM-N se divide por partes iguales en capacidad de trabajo y de protección. El tráfico es bidireccional: dos anillos de fibra se utilizan para el sentido dextrógiro y dos para el sentido levógiro. La capacidad de protección es compartida por todas las secciones de trabajo. Si se produce un fallo del enlace se proporciona un bucle en los nodos adyacentes al enlace o nodo averiado. Los parámetros de anillo típicos son: 8 VC-4 por enlace, tiempo de conmutación inferior a 50 ms y hasta 16 nodos en un anillo. En las configuraciones de red modernas los anillos se utilizan en tándem y cada uno representa, por ejemplo, una capa de red. Los fallos de cables y nodos se eliminan utilizando los principios descritos *supra*. En ese caso, la conexión de dos anillos a través de dos nodos utiliza las ventajas de anillos MS-SP y conduce a configuraciones de red a prueba de fallos.

1.2 Tecnologías de acceso de banda ancha inalámbricas

Las telecomunicaciones inalámbricas abarcan una amplia gama de tecnologías, servicios y aplicaciones que han sido creadas para satisfacer las necesidades específicas de los diferentes sectores del mercado y entornos del usuario. En líneas generales, los diferentes sistemas se caracterizan por:

- bandas de frecuencias de funcionamiento;
- normas (en la UIT se utilizan Recomendaciones en lugar de normas) que definen los sistemas;
- velocidades de datos admitidas;
- mecanismos de distribución bidireccionales y unidireccionales;
- grado de movilidad;
- contenido y aplicaciones que se ofrecen;
- requisitos de reglamentación; y
- costos.

La tecnología inalámbrica es quizá una de las opciones más viables para un gran número de regiones y países en desarrollo que buscan acceso a alta velocidad o simplemente acceso. En comparación con otras tecnologías de infraestructura, la inalámbrica se instala rápidamente y tiene una cobertura geográfica relativamente amplia. Por otra parte, permite a los países con una infraestructura incipiente o inexistente «dar un salto» hacia el desarrollo, evitando totalmente la construcción de un sistema alámbrico fijo para pasar directamente al acceso a Internet. Gracias a su movilidad y portabilidad, las tecnologías inalámbricas tienen la ventaja de estimular la demanda y fomentar la aparición de nuevas estrategias para acceder a Internet y utilizar esta red.

1.2.1 Matriz de la tecnología de red de área local inalámbrica (RLAN)

Se están comercializando sistemas RLAN en todo el mundo. Hay varias normas principales (no necesariamente reconocidas por la UIT en algunas Recomendaciones) para los sistemas RLAN de banda ancha y en el Cuadro 1 se da información al respecto.

La velocidad de los ordenadores portátiles y de los dispositivos informáticos de mano aumenta constantemente, lo que les permite establecer comunicaciones interactivas entre usuarios de una red alámbrica, aunque a costa de su portabilidad cuando se conectan. Las aplicaciones multimedios necesitan instalaciones de comunicaciones de banda ancha para los terminales alámbricos y también para los dispositivos de comunicaciones portátiles y personales. Las normas de redes de área local alámbricas, admiten aplicaciones multimedios de alta velocidad. Para mantener la portabilidad, las futuras LAN inalámbricas tendrán que admitir velocidades de datos más elevadas. Se consideran RLAN de banda ancha las que admiten un caudal superior a 10 Mbit/s.

Arquitectura de sistema

Las RLAN de banda ancha tienen casi siempre una arquitectura punto-multipunto. Las aplicaciones punto a multipunto suelen utilizar antenas omnidireccionales. La arquitectura multipunto emplea dos configuraciones de sistema:

- sistema punto-multipunto centralizado (múltiples dispositivos conectados a uno central o punto de acceso a través de una interfaz radioeléctrica);
- sistema punto-multipunto no centralizado (múltiples dispositivos que se comunican en una pequeña zona cuando conviene).

Algunas veces se utiliza tecnología RLAN para realizar enlaces punto a punto fijos entre edificios de un complejo. Los sistemas punto a punto suelen utilizar antenas direccionales que admiten distancias superiores entre los dispositivos con un ancho de haz estrecho. Se puede así aprovechar la compartición de bandas mediante la reutilización de canales con una interferencia mínima respecto a otros sistemas RF.

Requisitos de espectro de frecuencias

Las RLAN podrían funcionar en espectro sin licencia o exento de licencia y a menudo deben permitir la coexistencia de redes no coordinadas adyacentes a la vez que proporcionan una alta calidad de servicio a los usuarios. Para las RLAN ya se utilizan 83,5 MHz en la banda 2,4 GHz y se han atribuido 455 MHz

adicionales en la banda 5 GHz³. En las bandas 5 GHz es obligatorio proteger los servicios primarios. Aunque las técnicas de acceso múltiple pudieran permitir que un canal a una sola frecuencia fuera utilizado por varios nodos, el soporte de muchos usuarios con alta calidad de servicio requiere que suficientes canales estén disponibles para garantizar que el acceso al recurso radioeléctrico no esté limitado por puestas en cola excesiva, etc. Una técnica que logra una compartición flexible del recurso radioeléctrico es la selección dinámica de frecuencias (DFS, *dynamic frequency selection*). (Véase en el Anexo 2 una explicación de esta técnica).

Movilidad

Las RLAN de banda ancha pueden ser seudofijas, como los ordenadores de mesa que pueden ser transportados de un lugar a otro, o portátiles, como los dispositivos informáticos móviles o de mano que funcionan con baterías y pueden ser transportados de una oficina a otra, por ejemplo. La velocidad relativa entre dispositivos sigue siendo reducida. En las aplicaciones industriales, las RLAN pueden utilizarse para mantener contacto con carros elevadores que llevan velocidades de hasta 20 km/h. Los dispositivos RLAN no se conciben, en general, para utilizarse a velocidades de automóvil o superiores.

Entorno operacional y consideraciones de interfaz

Las RLAN de banda ancha se instalan preferentemente en el interior de edificios, en oficinas, fábricas, almacenes, etc. En el caso de los dispositivos RLAN instalados en el interior de edificios, las emisiones son atenuadas por la estructura.

Las RLAN utilizan niveles de potencia reducidos gracias a las cortas distancias necesarias para el funcionamiento en el interior de edificios, como se estipula en el Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT. Los requisitos en cuanto a densidad de potencia espectral se basan en la zona de servicio básica de una RLAN simple definida por un círculo de un radio comprendido entre 10 y 50 m. Cuando se necesitan redes de mayores dimensiones, las RLAN multicelulares pueden encadenarse lógicamente mediante funciones de puente o de encaminamiento para constituir redes más amplias sin aumentar su densidad de potencia espectral compuesta.

Para lograr las zonas de coberturas especificadas anteriormente, se supone que las RLAN requieren una densidad de potencia espectral de cresta de aproximadamente 12,5 mW/MHz en la gama de frecuencias de funcionamiento de 5 GHz. Para la transmisión de datos, algunas normas utilizan una densidad de potencia espectral superior en la inicialización y controlan la potencia de transmisión de acuerdo con la evaluación de la calidad del enlace RF. Esta técnica se llama control de potencia de transmisión (TPC, *transmit power control*). La densidad de potencia espectral requerida es normalmente proporcional al cuadrado de la frecuencia de funcionamiento. A medida que aumenta la escala, la densidad espectral de potencia media será sustancialmente inferior al valor de cresta. Los dispositivos RLAN comparten el espectro de frecuencias sobre una base temporal. La relación de actividad variará dependiendo de la utilización, en función de la aplicación utilizada y de la hora del día.

Compatibilidad con las IMT-2000

Las RLAN pueden ser sinérgicas con las IMT-2000 y otras redes móviles (celulares). Si bien las IMT-2000 ofrecen grandes posibilidades de movilidad y una cobertura de zona extensa rentable, las RLAN permiten una gran capacidad de caudal de datos de alta calidad en determinadas zonas (*hotspots*), y las RLAN de banda ancha permiten actualmente velocidades de datos de hasta 54 Mbit/s⁴.

Selección dinámica de frecuencias

En la selección dinámica de frecuencias (DFS), todos los recursos radioeléctricos están disponibles en todos los nodos RLAN. Un nodo (habitualmente un nodo controlador o punto de acceso (AP, *access point*)) puede

³ «RLANS: UIT-R Developments», presentado en el seminario del GT 8A del UIT-R sobre nuevas tecnologías y servicios, Ginebra, 2 de diciembre de 2003.

⁴ Para más información, véase la Resolución 229 (CMR-03).

asignar temporalmente un canal, y la selección de un canal adecuado se efectúa sobre la base de la interferencia detectada o de determinados criterios de calidad tales como, por ejemplo, la intensidad de la señal recibida, C/I , etc. Para obtener criterios de calidad pertinentes, los terminales móviles y el punto de acceso efectúan mediciones a intervalos periódicos e informan sobre las mismas a la entidad que hace la selección.

La DFS se puede utilizar para garantizar que todos los canales de frecuencia disponibles sean utilizados con igual probabilidad. De este modo se garantiza al máximo la disponibilidad de un canal a nodo cuando está preparado para transmitir y se garantiza también que la energía RF se extienda uniformemente en todos los canales cuando son integrados para un gran número de usuarios. Esto último facilita la compartición con otros servicios que pueden ser sensibles a la interferencia global en cualquier canal determinado, tales como los receptores a bordo de satélites.

La TPC está destinada a reducir el consumo innecesario de potencia del dispositivo, pero ayuda también para la reutilización del espectro reduciendo la gama de interferencia de los nodos RLAN.

Ejemplo de sistema RLAN de gran capacidad

El Communications Research Centre (Canadá) ha elaborado un sistema experimental RLAN de alta capacidad basado en la tecnología DVB-S PHY en el sentido hacia adelante (descendente) y la tecnología 802.11 PHY en el sentido de retorno (ascendente). Funciona en la banda de 5 GHz exenta de licencia y su elevada capacidad se debe a la amplia reutilización de frecuencias resultante de una antena en roseta de estación de base que genera 24 microcélulas (llamadas pétalos) aisladas electromagnéticamente en las cuales cuatro frecuencias se repiten sucesivamente en el plano horizontal. En cada pétalo se puede facilitar a los abonados hasta 22 Mbit/s de ida y 9 Mbit/s de retorno. El sistema utiliza tecnología radioeléctrica cognoscitiva que controla las bandas de funcionamiento de los enlaces de ida y retorno y ajusta automáticamente las asignaciones de frecuencia del sistema y las p.i.r.e. de modo que se reduzca o evite la interferencia causada a otros sistemas próximos que utilizan las mismas frecuencias. El sistema incorpora DFS como parte de su funcionamiento radioeléctrico cognoscitivo. El equipo completo en los locales del cliente (CPE) está compuesto por una antena cuadrada plana de 18 cm de costado y 2,5 cm de profundidad, y contiene toda la electrónica necesaria. Habitualmente, el sistema utiliza redes de retroceso metropolitanas de fibra óptica para transmitir los masivos volúmenes de tráfico inalámbrico que recibe. El radio operacional puede ampliarse a 4,8 km, pero es nominalmente de unos 1 500 m en visibilidad directa y menos en instalaciones con obstáculos, y proporciona servicios TCP/IP tales como vídeo a la carta, VoIP e Internet.

Cuadro 1 – Parámetros técnicos para aplicaciones de RLAN de banda ancha

Estos requisitos responden a la reglamentación nacional y regional

Norma de RLAN	Proyecto IEEE, 802.11a ⁽¹⁾	Proyecto IEEE 802.11		ETSI, BRAN HIPERLAN 1 ETS 300-652	ETSI, BRAN HIPERLAN 2 ^{(1), (2)}	MMAC HSWA HiSWANa ⁽¹⁾
		.11b	.11g			
Método de acceso	AMDP/AC	AMDP/AC, AMEE	AMDP/AC	AMDT/EY-NPMA	AMDT/DDT	AMDT/DDT
Modulación	MAQ-64-MROF MAQ-16-MROF MDP-1-MROF MDP-2-MROF 52 subportadoras (véase la Fig. 1)	CCK (dispersión de 8 chips complejos)	MAQ-64-MROF MAQ-16-MROF MDP-1-MROF MDP-2-MROF 52 subportadoras	GMSK/FSK	MAQ-64-MDFO MAQ-16-MDFO MDP-1-MDFO MDP-2-MDFO 52 subportadoras (véase la Fig. 1)	MAQ-64-MDFO MAQ-16-MDFO MDP-1-MDFO MDP-2-MDFO 52 subportadoras (véase la Fig. 1)
Velocidad de datos	6, 9, 12, 18, 24, 36, 48 y 54 Mbit/s	1, 2, 5,5, 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48 y 54 Mbit/s		23 Mbit/s (HBR) 1,4 Mbit/s (LBR)	6, 9, 12, 18, 27, 36 y 54 Mbit/s	6, 9, 12, 18, 27, 36 y 54 Mbit/s
Banda de frecuencias	5 150-5 250 MHz 5 725-5 825 MHz 5 250-5 350 MHz ⁽³⁾	2 400-2 483,5 MHz		5 150 a 5 300 MHz Limitada en algunos países a 5 150 a 5 250 MHz ⁽³⁾	5 150-5 350 y 5 470-5 725 MHz ⁽³⁾	5 150-5 520 MHz ⁽³⁾
Disposición de canales	Separación de canal de 20 MHz	Separación de canal de 25/30 MHz 3 canales		23,5294 MHz (HBR) 3 canales en 100 MHz y 5 canales en 150 MHz 1,4 MHz (LBR)	Separación de canal de 20 MHz 8 canales en 200 MHz 11 canales en 255 MHz	Separación de canal de 20 MHz 4 canales en 100 MHz

⁽¹⁾ Los parámetros para la capa física son comunes entre la norma IEEE 802.11a-y ETSI BRAN HIPERLAN e HiSWANa.

⁽²⁾ Se prevé utilizar WATM (Wireless ATM) e IP avanzado por el transporte físico ETSI BRAN HIPERLAN 2.

⁽³⁾ En la banda 5 150-5 250 MHz se aplica el número 5.447 del Reglamento de Radiocomunicaciones (RR).

Parámetros técnicos para aplicaciones de RLAN de banda ancha (*fin*)

Normas 802.11 suplementarias en proceso de validación por parte de organizaciones nacionales y/o regional⁵

Norma	Descripción
802.11d	Complementa la capa MAC (control de acceso al medio) de 802.11 para tener en cuenta las restricciones reglamentarias que varían en cada país y permite la localización de equipos mediante la selección de la versión del microprograma.
802.11e	Complementa la capa MAC con funciones de gestión de la calidad del servicio. Se aplicará a las distintas capas físicas (802.11a, b y g).
802.11f	Comunicación entre puntos de acceso para garantizar su interfuncionamiento en un entorno de numerosos fabricantes, en especial cuando se trata de la itinerancia.
802.11h	Complemento para que sea conforme con las reglamentaciones europeas relativas a los equipos utilizados en la banda 5 GHz (de amplio uso en las comunicaciones por satélite). Facilita la selección dinámica de canal y el control de la potencia de emisión.
802.11i	Complementa la capa MAC para dar mayor seguridad ofreciendo una alternativa al mecanismo WEP (privacidad equivalente a la inalámbrica). Utiliza 802.1x y utilizará la encriptación AES (norma de encriptación perfeccionada). Se aplicará a 802.11a, b y g.

I.2.2 Sistemas de acceso inalámbrico en banda ancha fijos

I.2.2.1 IEEE 802.16 y Matriz ETSI HiperMAN

Las normas IEEE 802.16 y ETSI HiperMAN se refieren al acceso de banda ancha y ofrecen una conexión DSL inalámbrica a usuarios residenciales, SoHo y PYME para aplicaciones fijas y nómadas, principalmente para zonas en las cuales no puede ofrecerse una conexión DSL mediante la instalación de hilos.

IEEE 802.16 e IEEE 802.16a

En 2003 la IEEE publicó la norma 802.16a [2] que es una enmienda de la norma IEEE 802.16 [1], y trata de «Modificaciones del control de acceso al medio y especificaciones de la capa física adicional para 2-11 GHz».

La característica principal de la interfaz inalámbrica IEEE 802.16 es la capa de control de acceso al medio (MAC, *medium-access control layer*), que especifica un mecanismo de control de acceso a las ondas hertzianas. La MAC IEEE 802.16 se basa en acceso múltiple con asignación por demanda en el cual las transmisiones se programan según su prioridad y disponibilidad. Este concepto se debe a la necesidad de soportar un acceso a redes públicas de clase telefónica en el último kilómetro, con pleno soporte QoS. El sistema podría soportar fácilmente datos de tipo Internet genéricos y datos en tiempo real y, en particular, aplicaciones bidireccionales tales como voz, videoconferencia o juegos interactivos.

En la norma 802.16a se definen tres modos de capa física para bandas de 2-11 GHz:

- SCa (portadora única para 2-11 GHz);
- Multiplexión por división ortogonal de frecuencia (OFDM), basado en 256 puntos FFT; se define una topología en malla adicional para este modo;
- OFDMA, basado en 2K puntos FFT; se utiliza OFDMA en subida/retorno y bajada/ida.

Estos modos no pueden interfuncionar y un sistema compatible sólo puede utilizar uno de ellos.

Todos los modos tienen las características siguientes:

- Soporte FDD y TDD, incluido semidúplex CPE en modo FDD.
- Eficacia espectral y velocidades de datos elevadas, hasta 72 Mbit/s en un canal de 20 MHz.

⁵ Recomendación UIT-R M.1450-2; *Características de las redes radioeléctricas de área local de banda ancha* (Cuestiones UIT-R 212/8 y UIT-R 142/9).

- Modulación adaptativa, de 1/2 QPSK a 3/4 64 QAM para modos OFDM y OFDMA, e incluso modulaciones más elevadas para el modo SC.
- Amplia gama de anchos de canal, 1,25 MHz a 28 MHz, los perfiles de interfuncionamiento reales deben definirse en la norma 802.16REVd.
- Gran radio de célula, hasta 50 km en modo P-MP con antenas directrices montadas en exteriores.

Ganchos para sistemas de antena avanzados

- Algoritmos de encriptado TEK de alta seguridad:
 - 3-DES con clave de 128 bits (tipo 1);
 - RSA con clave de 1 024 bits.

Normalización adicional IEEE 802.16

A finales de 2003, 802.16 está elaborando:

- una revisión 802.16REVd para mejorar los modos de capa física (PHY) existentes y definir perfiles de interfuncionamiento;
- una enmienda (P802.16e) para soportar operación móvil, en particular manos libres y ahorro de energía; los sistemas móviles utilizarán los modos PHY mejorados definidos en 802.16REVd; su finalización está prevista en otoño de 2004.

Los futuros sistemas de radiocomunicaciones móviles soportarán altas velocidades de datos, una gran movilidad, gran capacidad y elevada QoS. Como el espectro de frecuencias disponible es limitado, una gran eficacia espectral es el principal reto para los futuros sistemas de radiocomunicaciones móviles. Además, las velocidades binarias y la calidad de funcionamiento deben poderse adaptar a diversos entornos y aplicaciones (zonas metropolitanas, suburbanas y rurales).

ETSI HiperMAN

ETSI BRAN HiperMAN ha producido tres normas, ya aprobadas:

- TS 102 177, que trata de la capa física;
- TS 102 178, que trata de la capa de enlace de datos;
- TS 102 210, en la que se definen perfiles de interfuncionamiento.

ETSI HiperMAN ha llevado a cabo un proceso de selección y mejora de dos años:

- adoptó como base las normas 802.16 y 802.16a; esta selección permite las mismas características descritas anteriormente para sistemas 802.16;
- seleccionó el modo OFDM 256 puntos FFT como solución más rentable para la explotación en condiciones de ausencia de visibilidad directa en banda ancha;
- mejoró el modo OFDM añadiendo subcanalización de subida/retorno (OFDMA), 16 subcanales, utilizando un planteamiento agrupado específico para lograr:
 - 12 dB más de ganancia del sistema de enlace ascendente, debido a la concentración de potencia;
 - velocidad de datos de banda ancha por subcanal, en el margen de la célula (150 kbit/s en 3,5 MHz, a 1/2 QPSK); la velocidad de datos disminuye con el número de subcanales;
 - capacidad máxima y retardo reducido con diversos tipos de tráfico (IP y TDM);
 - funcionamiento robusto, diversidad de frecuencias, buen soporte de sistemas de antena avanzados (AAS, *advanced antenna systems*).

HiperMAN DLC ha adoptado gran parte del modo 802.16 MAC-OFDM. Además, la norma HiperMAN DLC contempla el soporte de subcanalización de enlace ascendente y modos perfeccionados ARQ/solicitud de ancho de banda/atribución de ancho de banda.

Se contempla la posibilidad de que la parte OFDM de IEEE 802.16REVd (2004) se armonice con ETSI HiperMAN.

Normalización adicional de ETSI HiperMAN

La ETSI está elaborando actualmente cuatro nuevas normas para soportar el interfuncionamiento y la gestión del sistema HiperMAN:

- prueba de conformidad para la capa de control de enlace de datos (DLC) – Parte 1: PICS;
- prueba de conformidad para la capa de control de enlace de datos (DLC) – Parte 2: Especificación de estructura de serie de pruebas y objetos de prueba (TSS & TP);
- prueba de conformidad de capa de control de enlace de datos (DLC) – Parte 3: Serie de prueba resumida (ATS);
- gestión de red: MIB.

Las pruebas de conformidad son dirigidas por especialistas del ETSI PTCC (*protocol & testing competence center*).

Se ha previsto elaborar perfiles de interfuncionamiento para soportar atribuciones 5,8 GHz.

En el futuro, el ETSI BRAN podría contemplar también aplicaciones móviles.

Ejemplo de instalación

Referencias

- [1] Norma IEEE 802.16: *Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems* – 2001.
- [2] Norma IEEE 802.16a: *Amendment 2: Medium Access Control Modifications and Additional Physical Layer Specifications for 2-11 GHz* – 2003.
- [3] IEEE L802.16-03/16: IEEE 802.16 *Liaison Letter to ITU-R: Appendix* www.ieee802.org/16/liaison/docs/L80216-03_15.pdf
- [4] ETSI TS 102 177 2003-09; Broadband Radio Access Networks (BRAN); HiperMAN; Physical (PHY) Layer.
- [5] ETSI TS 102 178 2003-08; Broadband Radio Access Networks (BRAN); HiperMAN; Data Link Control (DLC) Layer.
- [6] ETSI TS 102 210 2003-08; Broadband Radio Access Networks (BRAN); HiperMAN; System Profiles.

1.2.2.2 Acceso en banda ancha de bucle local inalámbrico basado en IMT-2000

El mercado actual de los servicios celulares inalámbricos sigue experimentando un rápido crecimiento. La mayoría de los operadores inician o continúan el proceso de instalación de los sistemas WLL, llamados también sistemas de acceso inalámbrico fijo (FWA), basándose en las tecnologías IMT-2000. Aunque en un principio las tecnologías IMT-2000 están pensadas para suministrar servicios de telecomunicaciones móviles, también aportan alternativas eficaces y rentables a las tecnologías por cable y de banda ancha fijas.

En concreto, la utilización de los sistemas WLL basados en IMT-2000 permite a los operadores reducir sustancialmente las inversiones iniciales necesarias para instalar una red WLL utilizando la mayoría de los componentes de red normalizados que constituyen una red móvil. Esto viene a sumarse a la elevada eficacia y compatibilidad espectral de las tecnologías IMT-2000. El operador tiene la opción de complementar su red móvil actual para suministrar servicios WLL o construir un sistema WLL totalmente nuevo. Para los operadores que prevén ofrecer servicios WLL, los sistemas IMT-2000 resultan una opción ideal, dado su alto grado de recuperación.

Aunque existen muchas otras tecnologías IMT-2000 y tecnologías ajenas a las IMT-2000 que pueden prestar servicios WLL, esta sección se centra en la adaptabilidad y solidez del CDMA2000 para prestar servicios WLL.

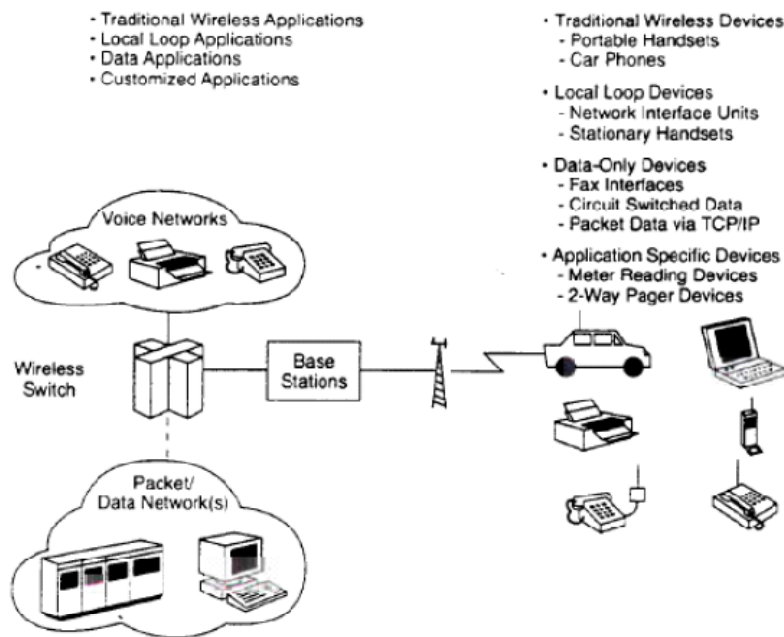
A continuación se presentan las características principales del servicio WLL basado en CDMA2000, además de las que ya figuran en la sección I.2.3.1 del presente Informe:

- Permite una sólida evolución hacia un sistema de red totalmente IP (3G y redes posteriores) utilizando las arquitecturas de dominio de multimedios (MMD) y/o subsistemas multimedios IP (IMS).
- Aporta servicios simultáneos de voz y de datos de alta velocidad. 3 M/bits en DL y 1,8 Mbit/s en UL, utilizando CDMA2000-1X EV-DO.
- Arquitectura centralizada.
 - Aporta importantes beneficios con agrupamiento de codificadores vocales, selección de trama y algoritmos de control de potencia.
- Permite combinar redes de CDMA-1X y portadora 1X-EV.
- Proporciona características de llamada de cliente y tasas de facturación especiales para ciertos grupos de usuarios o usuarios individuales en ubicaciones geográficas predefinidas.
 - Facturación común y atención al cliente.
- La funcionalidad durante la comunicación (OTAF) y las características de soporte lógico permiten una reconfiguración de las redes sencilla y flexible.
- Servicios basados en la ubicación.
 - Planes múltiples de tasas de abonados.
 - Servicios estructurados en niveles.
 - Más ingresos por abonado.
- Proporciona servicios IP basados en la posición y criptación de flujo de paquetes.
- Responde a los requisitos más estrictos en materia de reglamentación debido a la proliferación de servicios.

Aplicaciones de la tecnología de bucle local inalámbrico basadas en CDMA2000:

El sistema WLL basado en CDMA2000 admite muchos tipos de aplicaciones. Los operadores pueden asociarse con los actuales proveedores de servicios radioeléctricos, como proveedores de televisión por cable, compañías eléctricas y/o con proveedores de servicios inalámbricos y ofrecer diferentes aplicaciones. Si bien estas aplicaciones pueden ser admitidas en la misma plataforma de red e informática, será necesaria la utilización de dispositivos de bolsillo especiales. En la figura que aparece a continuación (Figura 3) se muestran diferentes tipos de aplicaciones que pueden proporcionarse utilizando los sistemas WLL basado en CDMA2000. Estos servicios WLL pueden funcionar en todas las bandas en las que opera el sistema CDMA2000, por ejemplo, de 800 MHz, de 1 900 MHz, etc.

Figura 3 – Aplicaciones de la tecnología de bucle local inalámbrico que utilizan CDMA2000



Entre las aplicaciones WLL figuran elementos de una infraestructura de movilidad así como otros elementos complementarios:

- Equipo de abonado fijo (teléfonos móviles o equipo en las instalaciones del cliente (CPE)) – Un grupo de vendedores de teléfonos móviles está fabricando unidades de abonado WLL compatibles con la infraestructura CDMA2000. Entre las opciones de equipo inalámbrico fijo actuales se incluye un teléfono móvil tradicional, una unidad inalámbrica de escritorio completamente integrada, una interfaz de red inalámbrica, teléfonos de previo pago inalámbricos, estaciones de base unipersonales, etc. Los vendedores de teléfonos móviles tienen previsto incluir características adicionales a las unidades de abonado para mejorar la experiencia del usuario.
- *Prestación de transparencia* – Para que un dispositivo WLL tenga aceptación, la unidad debe parecerse a los teléfonos tradicionales y ofrecer servicios y características que resulten transparentes para el usuario final. Entre las características figuran las siguientes:
 - prestación de transparencia en el hogar o en la empresa;
 - aspecto y percepción consistente (tono de llamada);
 - reenvíos de llamada;
 - llamada tripartita;
 - restricción de la línea llamante;
 - llamada en espera y transferencia de llamada;
 - transparencia operacional;
 - prestación de código;
 - planes y convenciones de marcación;
 - planes de marcación privados;
 - transparencia de la puesta en servicio;
 - mensajería vocal/centros de mensajes;

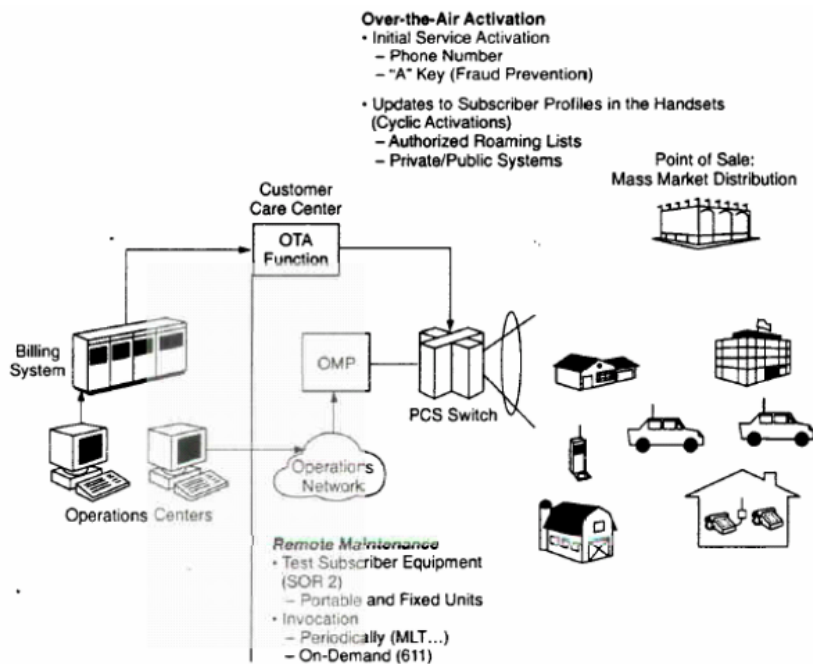
- nodos de servicio;
- puntos de control del servicio.

En el futuro se tiene previsto incorporar prestaciones adicionales a los dispositivos WLL.

- **Habilitación de servicios** – Una de las principales características relativas a la prestación de servicios fijo y móvil es la capacidad de la red para distinguir entre usuarios del servicio fijo y del móvil en lo que respecta a la facturación. El CDMA2000 proporciona eficazmente esta capacidad. La red privada CDMA y la prestación de zonas de usuarios posibilitan la división de las redes públicas. Mediante la utilización de los identificadores de red, los proveedores de servicio pueden distinguir entre las diferentes clases de servicio y facturar la utilización a sus usuarios de manera diferenciada a partir del mismo equipo y ubicación físicos. Esto permite la existencia de zonas de facturación personal con la capacidad mejorada de la red para avisar al usuario, por medio de un indicador (banner), mediante el dispositivo que designa la(s) tasa(s) o zona(s) de facturación cuando el usuario se desplaza de una región a otra. Por otra parte, la red proporciona acceso restringido que prohíbe el origen, la terminación y la transferencia de una llamada fuera de una zona predefinida.

Otra de las características principales de la red es la prestación de servicios comunes de facturación y atención al cliente con el fin de facilitar la utilización cotidiana del operador WLL. En la Figura 4 que aparece a continuación se muestra la convergencia de los centros de atención y facturación al cliente en un sistema WLL basado en CDMA2000.

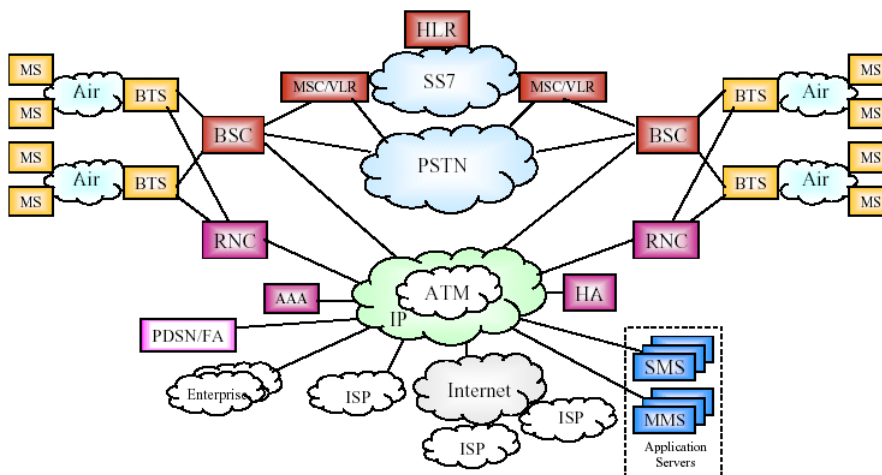
Figura 4 – Centro conjunto de atención al cliente y facturación de un sistema WLL basado en CDMA2000



Arquitectura de sistema

La arquitectura de sistema típica con red de acceso radioeléctrico (RAN) y la red medular IP⁶ de un sistema WLL CDMA2000-1X/CDMA2000-1X-EV-DO presenta el aspecto siguiente:

Figura 5 – Red medular IP típica de sistemas WLL basados en CDMA2000



El sistema WLL basado en CDMA2000 utiliza un enfoque de arquitectura distribuida formado por una estación de base (BS), un controlador de estación de base (BSC), un agente propio (HA), una autenticación, autorización y contabilidad (AAA) y otras interfaces asociadas. Esta arquitectura es la misma que se utiliza para prestar servicios de movilidad que permiten la integración de aplicaciones de servicios fijos a la infraestructura existente. Esta estrategia de integración protege la inversión en infraestructura del proveedor, los usuarios finales y los servicios. A continuación se describen los elementos de la red medular:

- El sistema tranceptor de base (BTS) es una entidad que proporciona capacidad de transmisión a través de la interfaz radioeléctrica.
- El controlador de estación de base (BSC) es una entidad que proporciona control y gestión para uno o más BTS.
- El nodo servidor de datos por paquetes (PDSN) proporciona la red de acceso radioeléctrico (RAN) con acceso a la red medular IP.
- La autenticación, autorización y contabilidad (AAA) proporciona funciones de autenticación, autorización y contabilidad basadas en IP. La AAA mantiene además asociaciones de seguridad con entidades AAA pares.
- El agente propio (HA) proporciona dos funciones principales: el HA registra el punto de conexión actual del usuario (por ejemplo la dirección IP actual que debe utilizarse para transmitir y recibir paquetes IP) y reenvía paquetes IP hacia y desde el punto actual de conexión del usuario.
- El registro de posiciones propio (HLR) almacena la información del abonado.
- RAN CDMA2000 proporciona interconexión al RTPC mediante la interfaz del sistema de señalización N.º 7 (SS7).

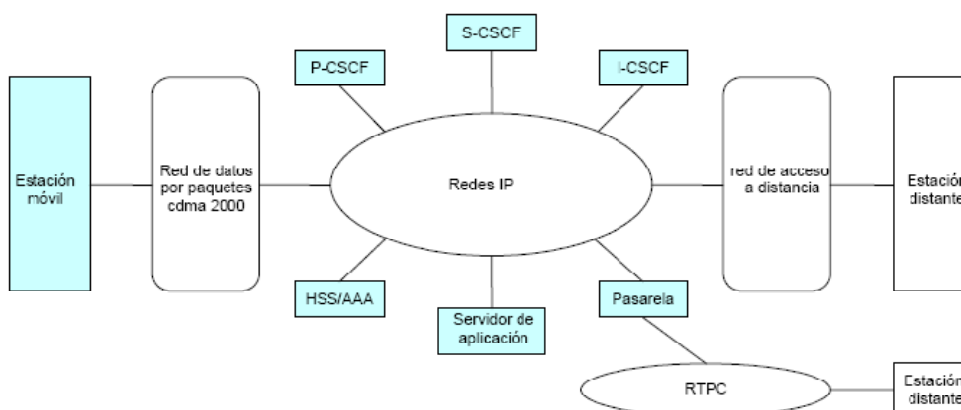
⁶ Para obtener información más detallada sobre la red medular IP de los sistemas CDMA2000, véanse las normas TIA/EIA/ISCDMA2000.

La capacidad de adaptar una red a otra red íntegramente IP, denominada a veces sistema posterior al sistema de tercera generación o redes de próxima generación (RPG), constituye la ventaja más importante para los operadores que utilizan CDMA2000 como un servicio WLL. Entre los beneficios que proporciona una red medular IP figuran los siguientes:

- servicios vocal y de datos mejorado;
 - VoIP;
 - transferencia de datos a alta velocidad;
 - acceso a Internet;
- facilidad de introducción del servicio;
- protocolos y servicios normalizados;
- itinerancia e interfuncionamiento de tecnología cruzada.

Los operadores pueden diseñar una evolución de su red actual mediante la arquitectura del dominios multimedia (MMD)⁷. La transición es ininterrumpida y eficaz con una perturbación mínima para los servicios existentes. En el gráfico que aparece a continuación se presenta un ejemplo típico de una red CDMA2000 que utiliza la arquitectura MMD.

Figura 6 – Visión general de la arquitectura de MMD



Las entidades funcionales MMD son:

- AAA – Ampliación del HLR a fin de incluir datos del usuario para los subsistemas multimedia IP.
 - Acceso desde la función de control de sesión de llamada (CSCF). Utiliza protocolos IETF (DIAMETER).
- Función de control de sesión de llamada (CSCF) – Proporciona funciones de control de llamada.
 - CSCF intermediaria o proxy.
 - Servidor apoderado SIP para el móvil, actúa en nombre de la Unión Europea dentro del IMS.
 - Envío de mensajes entre servidores móviles y otros servidores SIP.

⁷ Para obtener una descripción completa de la arquitectura y funcionalidad del MMD, véanse las normas CDMA2000 correspondientes.

- CSCF servidora.
 - Registrador SIP con la colaboración de AAA (servidor de ubicación).
 - Máquina de estados de la llamada de control de sesión para el punto extremo registrado.
 - Interacción con plataformas de servicio para control del servicio que proporciona activadores de servicio.
- CSCF interrogadora.
 - punto de entrada desde otras redes.
 - asigna o determina la S-CSCF.
 - puede ocultar topología de red.

I.2.3 Sistemas de acceso inalámbrico en banda ancha móviles

I.2.3.1 Matriz IMT-2000

Las soluciones inalámbricas de tercera generación (3G) constituyen una posibilidad de acceso de banda ancha relativamente nueva e innovadora que conviene examinar para sustituir otras tecnologías, como la fibra, la línea de abonado digital (xDSL) o el cable. La expresión IMT-2000 (Telecomunicaciones móviles internacionales) es empleada por la UIT para referirse a un conjunto de normas mundiales armonizadas destinadas a los servicios y equipos de telecomunicaciones móviles de tercera generación (3G). Las IMT-2000 prevén una plataforma para la distribución conjunta de servicios fijos, móviles, de voz, de datos, Internet y multimedia. Es posible que las IMT-2000 ofrezcan mayores velocidades de transmisión «de banda ancha», comprendidas entre 144 kbit/s, 500 kbit/s y 2 Mbit/s respectivamente para aplicaciones fijas, portátiles y móviles. Las IMT-2000 abarcan un conjunto flexible de cinco interfaces radioeléctricas terrenales que ofrecen servicios vocales de gran capacidad y velocidades de datos más altas. El objetivo de las IMT-2000 es ofrecer servicios transparentes, a través de diversos medios (móvil, por satélite y fijo), lo que hace que esta plataforma sea apropiada desde el punto de vista del operador y del consumidor. Este conjunto de tecnologías tiene como objetivo satisfacer las necesidades de un mercado liberalizado más pequeño y sujeto a la competencia en la era de la información, y se espera que llegue a ser parte integral del crecimiento económico general tanto para los países desarrollados como para los países en desarrollo.

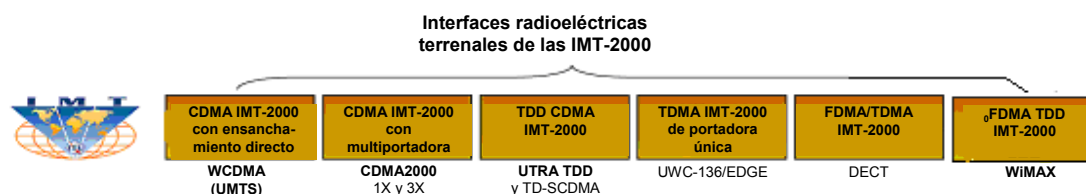
Las características más sobresalientes de las IMT-2000 son⁸:

- alto grado de uniformidad de concepción en todo el mundo;
- compatibilidad de servicios en los sistemas IMT-2000 y con las redes fijas;
- excelente calidad;
- terminal pequeño que se puede utilizar en todo el mundo;
- capacidad de itinerancia mundial;
- datos a alta velocidad;
- capacidad para aplicaciones multimedia dentro de una amplia gama de servicios y terminales.

Las IMT-2000, fruto de la colaboración de muchas entidades dentro de la UIT (UIT-R y UIT-T) y fuera de ella (3GPP, 3GPP2 y otras), incluyen diversas tecnologías simplificadas por la UIT y denominadas IMT-DS, IMT-MC, IMT-TD, IMT-SC e IMT-FT. En la Figura 7 siguiente se muestra un diagrama de las cinco normas de especificación de interfaces radioeléctricas terrenales de las IMT-2000.

⁸ Definición de las IMT-2000 aportada por la UIT.

Figura 7 – Normas de interfaces radioeléctricas terrenales de las IMT-2000



Las tecnologías IMT-2000 basadas en CDMA (Acceso Múltiple por División de Código) utilizan la tecnología de espectro ensanchado para dividir las conversaciones en segmentos pequeños, digitalizados y codificados con el fin de identificar cada llamada. De este modo, una gran cantidad de usuarios puede compartir la misma banda del espectro y aumentar de manera considerable la capacidad del sistema. En otras palabras, el CDMA permite a los proveedores de servicios inalámbricos insertar más señales digitales en un determinado sector de la red radioeléctrica.

La tecnología OFDMA se acepta por lo general como opción en la evolución de la tecnología móvil hacia las 4G. Las tecnologías IMT-2000 basadas en OFDMA pueden ofrecer una alta velocidad de datos y tener en cuenta nuevas características, tales como tecnologías de antena avanzadas para maximizar la cobertura y el número de usuarios admitidos por la red. OFDMA prevé el multitrayecto y la tolerancia de interferencia en condiciones sin visibilidad directa (NLOS) a fin de obtener una cobertura ubicua de banda ancha en una amplia variedad de entornos de funcionamiento y modelos de utilización, incluida la plena movilidad.

Entre los nombres genéricos de las tecnologías IMT-2000 figuran los siguientes: CDMA2000, WCDMA, y TD-SCDMA, cuyas especificaciones se definen en varias Recomendaciones de la UIT, en especial en la Recomendación UIT-R M.1457 y en las Recomendaciones UIT-T de la serie Q.174x, donde se describen, respectivamente, las interfaces radioeléctricas y las redes básicas de las IMT-2000.

En la actualidad, las tecnologías comerciales de las IMT-2000 alcanzan velocidades máximas de datos de 2 Mbit/s mientras que las versiones futuras de las IMT-2000 alcanzarán velocidades de datos de 3,1 Mbit/s y superiores. La alta velocidad que se alcanza con las tecnologías IMT-2000 hace posibles varias aplicaciones que aportan ventajas considerables a las sociedades rurales. Entre algunas de estas aplicaciones tenemos la ciber salud, el comercio electrónico, el gobierno electrónico, la localización de posiciones y la asistencia en casos de emergencia. Por otra parte, las tecnologías IMT-2000 utilizadas en las bandas de frecuencia más bajas proporcionan importantes mejoras de cobertura a las zonas rurales.

Desde 2000, más de 50 países (más de la mitad de ellos países en desarrollo) han comenzado a instalar tecnologías IMT-2000⁹, permitiendo en muchos casos a los operadores adaptar sus actuales redes utilizando las frecuencias de las redes móviles existentes. Varios países han adjudicado bajo licencia frecuencias suplementarias para redes IMT-2000 terrenales. Las tecnologías CDMA2000 y WCDMA han sido las principales tecnologías utilizadas para el lanzamiento comercial de las IMT-2000.

Actualmente, numerosos operadores están realizando inversiones en la tecnología IMT-2000 basada en WiMAX¹⁰. Los consumidores utilizan las IMT-2000 como soporte de la banda ancha en sistemas fijos, portátiles y/o móviles.

Por otra parte, las tecnologías IMT-2000 proporcionan servicios de banda ancha eficaces. Creadas en un principio para ofrecer a los usuarios servicios de voz y de datos de baja a media velocidad, estas tecnologías proporcionan actualmente velocidades de datos de hasta 2 Mbit/s y una excelente calidad vocal. Al utilizar

⁹ www.3gtoday.com/operators_flash.html

¹⁰ www.wimaxforum.org/resources/documents/marketing/casestudies

un sistema IMT-2000 comercial para prestar servicios de banda ancha, el operador puede beneficiarse de los importantes avances que han tenido lugar en el mercado de las tecnologías IMT-2000 comerciales, entre los que figuran servicios de datos de banda ancha mejorados, mejoras del rendimiento espectral (antenas adaptativas, modulación avanzada y técnicas de codificación), mayor seguridad de la red, así como otras características relativas a las tecnologías; todas estas prestaciones tendrán una función principal en el enriquecimiento de la experiencia de los usuarios del servicio de banda ancha. Por otra parte, el empleo de las tecnologías IMT-2000 permitirá a los operadores aprovechar importantes economías de escala que reducirán los gastos de capital y gastos de explotación asociados a la red.

La ampliación a las tecnologías IMT-2000 con arreglo y en apoyo a la norma, permitirán satisfacer las necesidades de los futuros usuarios de banda ancha, a medida que surjan nuevas demandas y aplicaciones. Así, las redes modulares IP con conmutación de paquetes que emplean las tecnologías IMT-2000 proporcionan una plataforma abierta y eficaz para añadir nuevas características y tecnologías que soportan aplicaciones de banda ancha. Todo ello facilitará en un futuro la distribución de contenido multimedia y de banda ancha a los usuarios, a medida que aumente la demanda de velocidad de datos de banda ancha.

Las tecnologías IMT-2000 disfrutan de una posición principal entre el resto de las tecnologías de banda ancha ya que no sólo proporcionan servicios de banda ancha para la telefonía fija o portátil sino que también proporcionan estos servicios en un entorno móvil. Las características más sobresalientes de las IMT-2000, tales como la movilidad, la capacidad de superponer redes, el alto grado de uniformidad de concepción, los terminales pequeños, la capacidad de itinerancia mundial y otros, permiten la prestación de servicios de banda ancha a los usuarios cuando éstos se desplazan de un lugar (fijo o móvil) a otro. Por otra parte, hoy en día las tecnologías IMT-2000 proporcionan servicios de datos de banda ancha seguros y fiables que superan con mucho a las capacidades del servicio de datos de los actuales servicios radioterrestres móviles y de algunas tecnologías de acceso inalámbrico fijo.

Es importante señalar que distintas tecnologías, tales como la RLAN, los sistemas de conectividad de corto alcance y las IMT-2000, pueden estar incorporadas en un mismo dispositivo que funciona a través de varias redes en un momento determinado. Por ejemplo, un asistente digital personal puede contener numerosas interfaces radioeléctricas que le permiten comunicarse con un terminal portátil (dominio de la zona personal), una RLAN privada o pública (dominio de la zona inmediata) o un proveedor de servicios en una zona extensa, por ejemplo una red móvil (celular) (dominio de la zona extensa).

1.2.3.1.1 Componentes de satélite y terrenal de las IMT-2000

Los componentes de satélite y terrenal de las IMT-2000 suelen completarse el uno al otro proporcionando una cobertura de servicio en zonas en las cuales el uno o el otro pueden no resultar económicamente rentables. Cada componente tiene ventajas e inconvenientes. El componente de satélite puede dar cobertura en zonas que podrían quedar fuera del alcance económico del componente terrenal, particularmente en las zonas rurales y apartadas y especialmente para los países en desarrollo. Además, al proporcionar esta cobertura complementaria, en algunas zonas más densamente pobladas el componente de satélite puede preceder e incluso fomentar una cobertura posterior por el componente terrenal. Los sistemas de satélite también pueden completar las redes móviles terrenales con una cobertura de multidifusión. Es posible, por lo tanto, que la evolución siga dos caminos: uno que consiste en aumentar la componente terrenal IMT-2000 y el otro que es el precursor de la componente terrenal IMT-2000.

En la familia IMT-2000 están definidos actualmente seis sistemas de satélite, a través de sus interfaces radioeléctricas (véanse las Recomendaciones UIT-R M.1455-2 y UIT-R M.1457-3) y se supone que todos pueden funcionar independientemente unos de otros. El objetivo de todos ellos es dar cobertura a zonas de servicio regionales, multirregionales o mundiales y, por lo tanto, puede haber varios sistemas de satélite capaces de proporcionar servicio en cualquier país.

Existen numerosas posibilidades de evolución y el UIT-R está estudiando los puntos siguientes en particular:

- Efecto de la gran evolución prevista de la infraestructura IMT-2000 de componentes terrenales sobre la instalación y evolución de sistemas de satélite móviles IMT-2000.
- Inicialmente es más probable que haya elementos comunes entre los niveles de red que entre los otros niveles. ¿A qué nivel se considerará un sistema como IMT-2000?

- El impacto y los aspectos prácticos de los terminales de usuario en modo dual capaces de funcionar en varios sistemas que proporcionan servicios de voz y de datos, sea cual sea la red móvil utilizada (satélite o terrenal).
- El UIT-R está estudiando el uso de satélites para la prestación de servicios de Internet en zonas rurales y zonas escasamente pobladas, etc., en respuesta al punto 1.19 del orden del día correspondiente a la próxima Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones prevista para 2007.

1.2.3.1.2 Mejoras del servicio IMT-2000

Se espera que las normas, las tecnologías y los servicios IMT-2000 sigan evolucionando. A continuación se dan varios ejemplos de ese tipo de mejoras que se están estudiando actualmente.

Ya se está contemplando la evolución futura de las UMTS. La tecnología de acceso radioeléctrico UMTS se mejorará para admitir acceso de alta velocidad por paquetes en los enlaces descendente y ascendente para la transmisión a velocidades de hasta 14,2 Mbit/s. Del mismo modo que EDGE aumenta la eficacia espectral en comparación con GPRS, HSDPA aumenta la eficacia espectral en comparación con las IMT-2000 CDMA de ensanchamiento directo. La mayor eficacia espectral y las velocidades superiores no sólo permiten nuevas clases de aplicaciones, también admiten que un mayor número de usuarios acceda a la red, y la HSDPA ofrece más de dos veces la capacidad. Habrá otras tecnologías complementarias que permitirán proporcionar velocidades de datos realmente elevadas y grandes densidades de usuarios, tales como las que se encontrarán en centros de conferencias, por ejemplo las redes de área local inalámbricas (WLAN), que pueden completar las IMT-2000 en el futuro, y ofrecen velocidades binarias teóricas de hasta 54 Mbit/s. Aunque también pueden instalarse redes WLAN públicas independientemente de las redes móviles, éstas tienen ventajas para los operadores móviles, en el sentido de que tienen capacidad para gestión de movilidad, gestión de abonados, alta seguridad e itinerancia.

Otra mejora es el subsistema multimedia IP (IMS). Permite ofrecer servicios de persona a persona en tiempo real, tales como telefonía de voz o de vídeo, por medio de una tecnología con conmutación de paquetes en común con servicios de información y de datos, mediante la utilización de control de llamada multimedia IP. Permite la integración e interacción de servicios de comunicaciones y de información, así como el establecimiento de sesiones de comunicaciones simultáneas entre varios usuarios y dispositivos.

Se están contemplando asimismo evoluciones adicionales de la tecnología CDMA2000. Por ejemplo, si se incluyesen nuevos codificadores en modo seleccionable (SMV, *selectable mode vocoders*) y técnicas de diversidad de antena, un sistema CDMA2000 1X podría proporcionar una capacidad vocal aproximadamente tres veces superior a la de los sistemas IS-95.¹¹

CDMA2000 1xEV-DO es un perfeccionamiento de la tecnología CDMA2000 que se ha optimizado esencialmente para ofrecer servicios de datos y permite la transmisión de datos a velocidades más elevadas. La interfaz inalámbrica CDMA2000 1xEV-DO está concebida para ofrecer un interfuncionamiento completo con redes CDMA2000 1X y proporciona una velocidad de datos máxima de hasta 3,1 Mbit/s en el enlace hacia adelante y de 1,8 Mbit/s en el enlace hacia atrás con un ancho de banda de la portadora de 1,25 MHz. Además, CDMA2000 1xEV-DO proporciona actualmente multidistribución/difusión (punto a multipunto) y transmisión punto a punto de voz, datos y contenido multimedia y ofrece a los operadores la posibilidad económica de suministrar numerosos servicios de datos IMT-2000 a precios asequibles. Los sistemas 1xEV-DO ya comercializados¹² recogen numerosas características avanzadas del diseño de sistemas de comunicación inalámbricos. La elevada capacidad de datos de la tecnología 1xEV-DO se explica por la incorporación de sistemas de modulación de orden superior, tales como 16-QAM, adaptación de enlace

¹¹ «SMV Capacity Increases», Andy Dejaco, Qualcomm Inc., CDG-C11-2000-1016010, 16 de octubre de 2000.

¹² Al 1 de mayo de 2003 había operadores en tres continentes, por ejemplo: SK Telecom (República de Corea), KTF (República de Corea), Monet Mobile (Estados Unidos), Giro (Brasil). Fuente: www.3gtoday.com.

dinámica, modulación adaptativa, redundancia incremental, diversidad multiusuarios, diversidad de recepción, codificación turbo y otros mecanismos de control de canal¹³.

La tecnología CDMA2000 1xEV-DV es un perfeccionamiento de los sistemas multiportadora CDMA IMT-2000, pues combina las características de los sistemas CDMA2000 1X y CDMA2000 1xEV-DO. Así pues, ofrece la posibilidad de optar por la capacidad de voz más elevada de los sistemas CDMA2000 1X o la mayor capacidad de datos de los sistemas CDMA2000 1xEV-DO, o incluso una combinación equilibrada de alta capacidad de voz y datos en una sola portadora de 1,25 MHz.

Igual que el subsistema multimedia IP (IMS) de ensanchamiento directo IMT-2000 permite ofrecer servicios de persona a persona en tiempo real, tales como la telefonía de voz o de vídeo, por medio de una tecnología con conmutación de paquetes, el dominio de multimedia (MMD) en IMT-2000 multiportadora permite la distribución a los usuarios de una serie de aplicaciones con un elevado coeficiente de datos y multimedia, tales como VoIP, punto a punto y multidistribución de imágenes, voz, contenido musical y otros, utilizando una red medular IP común con conmutación de paquetes. Todo ello aporta importantes beneficios y capacidades a los operadores que quieren ofrecer una combinación de aplicaciones y servicios utilizando la misma plataforma de radiocomunicaciones para varios usuarios y dispositivos.

El Grupo de Trabajo del UIT-D sobre la Cuestión 18/2 ha preparado una serie completa de directrices sobre la transición de los sistemas existentes a los IMT-2000. Este Informe figura en el sitio web de la Comisión de Estudio 2 del UIT-D.

1.2.3.1.3 CDMA2000 y EV-DO

I) Introducción

CDMA2000 es la tecnología que ofrecen actualmente más de 193 operadores en 83 países a más de 345 millones de abonados¹⁴. CDMA2000 representa parte del conjunto de normas IMT-2000 e incluye las tecnologías CDMA2000 1X y CDMA2000 1xEV-DO¹⁵. La versión 0 de CDMA2000 1xEV-DO transmite datos a velocidades máximas de 2,4 Mbit/s y a velocidades promedio de 300-600 kbit/s por segundo.

La Revisión A de CDMA2000 1xEV-DO, disponible actualmente en el mercado, proporciona velocidades máximas de 3,1 bit/s en el enlace directo y de 1,8 Mbit/s en el enlace inverso. Esta Revisión aprovecha la infraestructura IP de CDMA e introduce mejoras que admiten aplicaciones sensibles a la latencia y que consumen gran anchura de banda como, por ejemplo, el protocolo de transmisión de la voz por Internet (VoIP) y la mensajería multimedia instantánea (IMM), permitiendo además a los operadores ofrecer servicios integrados de voz, datos y vídeo a menor costo y por numerosas redes. Los equipos correspondientes a la Revisión A de EV-DO ya están disponibles en el mercado y son compatibles con tecnologías CDMA2000 1X anteriores y con la Versión 0 de EV-DO.

La Revisión B de 1xEV-DO permitirá la agregación de hasta 15 portadoras de 1,25 MHz cuando estén disponibles mayores anchuras de banda para proporcionar caudales de datos aún más importantes. La norma correspondiente a la Revisión B de CDMA2000 EV-DO admite hasta 4,9 Mbit/s en cada canal para una velocidad de datos de tres canales combinada de hasta 14,7 Mbit/s por enlace descendente. Dicha norma puede aumentar el caudal de datos a 73,5 Mbit/s por enlace descendente y a 27 Mbit/s por enlace ascendente a través de numerosas portadoras y del sistema de modulación por amplitud en cuadratura-64. La tecnología correspondiente a la Revisión B de CDMA2000 EV-DO prevé también mejoras considerables en la calidad de funcionamiento y capacidad de la red. QUALCOMM es el primer producto comercial de módems de

¹³ «CDMA/HDR: a bandwidth efficient high speed wireless data service for nomadic users», (un servicio de datos inalámbrico de alta velocidad y ancho de banda eficaz para usuarios nómadas), Bender, P., Black, P., Grob, M., Padovani, R., Sindhushyana, N., Viterbi, S., Communications Magazine, IEEE, Volume: 38, Issue: 7, julio de 2000, páginas 70 a 77.

¹⁴ www.cdg.org desde marzo de 2007 y Servicios mundiales de información celular (WCIS), wcis.emc-database.com/pub/emcdata.nsf/WCIS%20main3

¹⁵ CDMA2000 1xEV-DO, o CDMA2000 1xEvolución-Datos optimizados, se suele conocer como EV-DO. El proyecto de asociación 2 de la tercera generación, www.3gpp2.org, tiene la atribución de normalizar los integrantes del conjunto de las IMT-2000 basadas en CDMA2000. En el marco del 3GPP2, ya se ha llevado a cabo la normalización de las revisiones 0 y A de esta tecnología, conocidas como IS-856.

datos derivado de la Revisión B de EV-DO, disponible desde fines de 2007, cuyos dispositivos inalámbricos adicionales se comercializaron poco después.

II) Información relativa a las normas

Las especificaciones de la tecnología IMT-2000 se definen en una serie de Recomendaciones de la UIT, en especial la Recomendación UIT-R M.1457 y las Recomendaciones de la serie Q.174x del UIT-T, que describen respectivamente las interfaces radioeléctricas y las redes modulares para el conjunto de normas de las IMT-2000. UIT-2000 es el resultado de la colaboración entre numerosas entidades dentro de la UIT (UIT-R y UIT-T) y fuera de ella (3GPP, 3GPP2, etc.).

III) Capacidades EV-DO

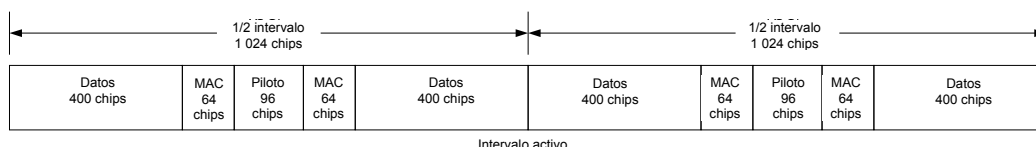
El conjunto de normas EV-DO proporciona las siguientes capacidades/características esenciales:

- calidad de servicio completa y soporte eficaz para una amplia variedad de aplicaciones de datos por paquetes, tales como VoIP, videotelefonía, juegos inalámbricos, «pulse y hable» (PoC, Push to talk Over Cellular), radiodifusión/multidistribución;
- compatibilidad con multipotadoras anteriores de hasta 20 MHz;
- radiodifusión/multidistribución;
- dúplex flexible;
- reutilización de frecuencias híbridas.

Versión 0 de 1xEV-DO

Como en los sistemas IS-95 e IS-2000, se atribuye una anchura de banda de 1,25 MHz a las portadoras de la versión 0 de 1xEV-DO, que utilizan una forma de onda con ensanchamiento en secuencia directa (DS) a 1,2288 Mcps. La unidad de tiempo fundamental para las transmisiones de enlace descendente es un intervalo de 1,66 ms que contiene canales piloto y MAC, y una porción de datos que puede contener los canales de tráfico o control, como se indica en la Figura 8. A diferencia de los sistemas IS-2000 donde la trama es de 20 ms, en la versión 0 de 1xEV-DO la trama es de 26,66 ms.

Figura 8: Estructura del intervalo de enlace descendente de la versión 0 de 1xEV-DO



El canal piloto se transmite a plena potencia para 96 chips en todos los 1/2 intervalos proporcionando no sólo una referencia para la demodulación coherente de los canales de tráfico y MAC sino también un muestreo del estado del canal inalámbrico a 1 200 Hz. El canal MAC consiste en un canal de actividad inversa (RA) y hasta canales de control de potencia inversa (RPC). El canal RA de un determinado sector proporciona una retroalimentación de 1 bit a todos los terminales que pueden recibir ese enlace directo a los sectores indicando si su carga de tráfico de enlace ascendente excede un umbral. El canal de tráfico es transmitido a cada usuario una vez. En lugar del enlace descendente CDM utilizado en los sistemas IS-2000, la versión 0 de 1xEV-DO utiliza un enlace descendente TDM. La velocidad de datos del canal de tráfico utilizado por la red de acceso para la transmisión al terminal de acceso está determinada por el mensaje de control de velocidad de datos (DRC) enviado por la terminal de acceso en el enlace ascendente. La combinación del método H-ARQ y la diversidad multiusuario mejora la calidad en una variedad de condiciones de canal,

puesto que el primero da lugar a una ganancia de capacidad en canales de desvanecimiento rápido y la segunda, en canales de desvanecimiento lento.

El enlace ascendente en la versión 0 de 1xEV-DO es similar al del sistema IS-2000 pero tiene una diferencia esencial: utiliza el control de velocidad distribuida estocástico con medición directa del índice de congestión de la red (RoT, *Rise-over-Thermal*). El protocolo del canal MAC de enlace ascendente define las reglas utilizadas por cada terminal de acceso y utiliza un algoritmo distribuido sujeto al control de retroalimentación.

Revisión A de 1xEV-DO

Las principales mejoras que ofrece la revisión A de cdma2000 1xEV-DO son las siguientes:

- Una capa física de enlace ascendente con soporte del método ARQ híbrido (H-ARQ, Hybrid ARQ), modulación de orden superior (QPSK y 8-PSK), velocidad máxima más alta (1,8 Mbit/s), cuantificación de velocidad más precisa.
- Una capa MAC de enlace ascendente con soporte de QoS multiflujo gestionada por contención, control exhaustivo de la eficacia espectral y el equilibrio de latencia de la red para cada flujo y un mecanismo de control de interferencias más sólido que permite el funcionamiento del sistema a un índice RoT o carga de tráfico más elevados.
- Una capa física de enlace descendente con velocidad máxima más alta (3,1 Mbit/s), cuantificación de velocidad más precisa y pequeños paquetes que prevén una reducción en la demora de transmisión y una mejor utilización de los recursos del enlace descendente.
- Una capa MAC de enlace descendente con acceso múltiple por división de paquetes (PDMA), reducción de la demora de transmisión permitiendo la transmisión a terminales que indican una DRC de velocidad cero y selección de servidor adaptable compatible que elimina los retardos de transmisión debido a los cambios de servidor del enlace descendente. Con la PDMA, la red de acceso puede transmitir datos a numerosos usuarios utilizando el mismo paquete de capa física, mejorando de esta forma no sólo la eficacia de empaquetamiento de la capa física sino también la latencia de transmisión.
- El establecimiento rápido de la conexión en aplicaciones que requieren «conexión instantánea» mediante la utilización de intervalos más cortos entre paquetes (que permiten un equilibrio razonable entre el establecimiento de la conexión y el máximo aprovechamiento de la batería del terminal) y un canal de acceso a velocidades superiores.

Enlace descendente

Las principales mejoras de la capa física y la capa MAC en los enlaces descendentes de la revisión A de cdma2000 1xEV-DO son las siguientes:

- Paquetes cortos, es decir 128-bit, 256-bit y 512-bit.
- Velocidades máximas de datos más altas (3,1 Mbit/s) y cuantificación de velocidad más precisa.
- Asociación entre índice DRC y formatos de transmisión de uno a muchos.
- Acceso múltiple por división de paquetes a través de la utilización de paquetes multiusuario.
- Selección de servidor adaptable compatible.

Pueden obtenerse mejoras sustanciales en la eficacia del enlace (o empaquetamiento) mediante la utilización de paquetes multiusuario, es decir, transmitiendo datos a numerosos terminales de acceso utilizando el mismo paquete de capa física. Esta técnica permite admitir un gran número de aplicaciones sensibles al retardo y de baja velocidad. El planificador de enlace descendente sigue prestando paquetes de usuario único mediante una planificación oportunista para explotar en lo posible la diversidad multiusuario.

Enlace ascendente

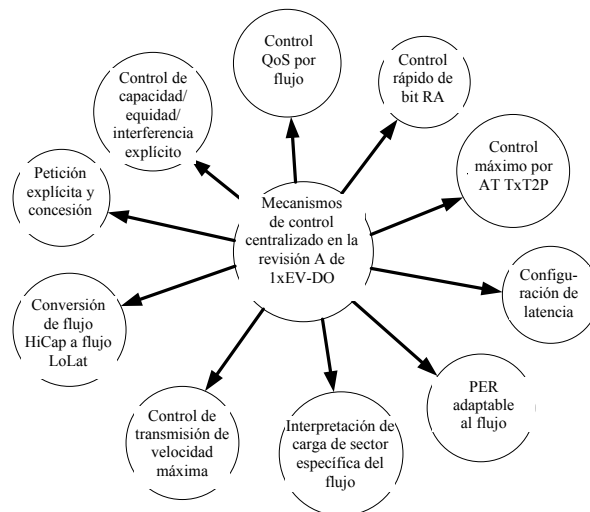
Las principales mejoras en el enlace ascendente de la capa física en la revisión A de cdma2000 1xEV-DO son las siguientes:

- Capa física H-ARQ.
- Velocidades de datos más altas (velocidad máxima de 1,8 Mbit/s/1,25 MHz) y cuantificación de velocidad más precisa.
- Amplio control centralizado con tara de señalización mínima.

Amplio control centralizado

La revisión A de cdma2000 1xEV-DO proporciona a la red de acceso varios mecanismos de control centralizado, aparte de los ya proporcionados por la versión 0. En la Figura 9 se observan dichos mecanismos de control.

Figura 9: Mecanismos de control centralizado del enlace ascendente en la revisión A de 1xEV-DO



Revisión B de 1xEV-DO (EV-DO multiportadora)

Las normas EV-DO multiportadora son compatibles con sistemas antiguos de la revisión A de 1xEV-DO. Aunque se necesitan terminales más modernos para una operación multiportadora, los terminales de portadora única basados en la revisión 0 o la revisión A de 1xEV-DO pueden funcionar en redes EV-DO modernas que admiten ese tipo de operación. La revisión B de 1xEV-DO ofrece a los usuarios servicios más interesantes, responde mejor a las exigencias del usuario y permite disminuir los costos por bit del operador. Las normas EV-DO multiportadora especifican un sistema con anchura de banda de hasta 20 MHz y portadoras de 1,25 MHz cada una, así como terminales que admiten una o más portadoras. Los operadores pueden prestar servicios basados en esta norma a través de una actualización del soporte lógico a tarjetas de canal de la revisión A de 1xEV-DO. Los dispositivos multiportadora pueden funcionar en modo portadora única con la norma 1x (IS-2000) o 1xEV-DO o en modo multiportadora con dos o más portadoras de la revisión A de 1xEV-DO. Los dispositivos EV-DO multiportadora pueden admitir la operación de canal CDMA no contiguo para ganancias máximas debido a la selectividad de frecuencias de canal y al equilibrio de carga en las portadoras.

Conceptos fundamentales

Los conceptos fundamentales introducidos en la norma EV-DO multiportadora son los siguientes:

- 1 Agregación de canal a través del protocolo de enlace radioeléctrico multienlace (ML-RLP).
- 2 Modos de funcionamiento simétricos y asimétricos.
- 3 Equilibrio de carga adaptable.
- 4 Asignación de portadora dúplex flexible.
- 5 Mayor duración de las baterías del terminal (mejoras en el tiempo de conversación y de espera).

I.2.3.1.4 WCDMA y matriz HSPA

I) Introducción

La tecnología WCDMA forma parte del conjunto de normas de la UIT sobre las IMT-2000 que, actualmente, ofrecen más de 134 operadores en 59 países a más de 100 millones de abonados¹⁶. La versión 99 de WCDMA ofrece la máxima velocidad teórica de enlace descendente que alcanza apenas unos 2 Mbit/s. Aunque el caudal exacto depende de las dimensiones del canal que elige el operador, las capacidades de los dispositivos y el número de usuarios activos en la red, los usuarios pueden obtener caudales máximos de 350 kbit/s en redes comerciales. La velocidad máxima de la red de enlace descendente es de 384 kbit/s. La velocidad máxima de los caudales de la red de enlace ascendente es también de 384 kbit/s en las instalaciones más modernas, con velocidades máximas para el usuario de 350 kbit/s.

La mayoría de las redes WCDMA en América del Norte, Europa, Australia, Japón, Corea, Hong Kong, Filipinas, República Sudafricana y Oriente Medio han activado el HSDPA con objeto de ofrecer sistemas de banda ancha inalámbrica completos¹⁷. Estudios regulares de la Asociación de proveedores mundiales de sistemas móviles (GSA) confirman que 147 operadores de red en 67 países han optado por sistemas WCDMA-HSDPA, 100 redes de los cuales han lanzado al mercado servicios de acceso inalámbrico de banda ancha en 54 países. Hay más de 200 dispositivos con HSDPA, 80 de los cuales son teléfonos¹⁸.

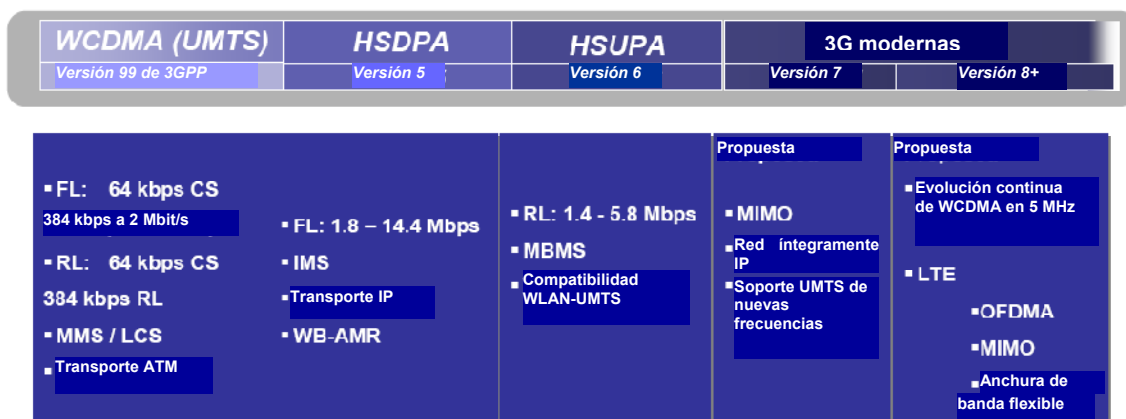
WCDMA consiste en un trayecto de evolución muy preciso que proporciona capacidades de banda ancha móvil manteniendo al mismo tiempo la compatibilidad con sistemas anteriores. En la figura siguiente se observa la evolución del WCDMA y se enumera una serie de importantes mejoras:

¹⁶ Servicio Mundial de Información Celular (WCIS), weis.emc-database.com/pub/emcdata.nsf/WCIS%20main3 desde noviembre de 2006.

¹⁷ Asociación de proveedores mundiales de sistemas móviles (GSA) en www.gsacom.com

¹⁸ Ibid.

Figura 10 – Evolución del WCDMA



El acceso por paquetes de alta velocidad (HSPA) hace referencia a las mejoras introducidas en la interfaz radioeléctrica WCDMA en las versiones 5 y 6 de las normas 3GPP; HSPA+, a las mejoras en la interfaz radioeléctrica WCDMA en las fases 7 y 8. El enlace directo o descendente se denomina acceso por paquetes de alta velocidad en enlace descendente (HSDPA) y el enlace inverso o ascendente, acceso por paquetes de alta velocidad en enlace ascendente (HSUPA). HSDPA permite velocidades de transmisión de datos de hasta 14,4 Mbit/s y HSUPA, de hasta 5,76 Mbit/s. HSDPA y HSUPA pueden incorporarse en la norma de la portadora de 5 MHz de las redes WCDMA. HSPA+ ofrecerá una mejor capacidad para servicios en tiempo real, tales como VoIP, MIMO y compatibilidad con sistemas anteriores. HSPA+ proporcionará velocidades máximas de 14-42 Mbit/s en enlace descendente, y de hasta 11 Mbit/s en enlace ascendente, según la aplicación de características avanzadas.

II) Información relativa a las normas

Las especificaciones de la tecnología IMT-2000 se definen en numerosas Recomendaciones de la UIT, en especial en la Recomendación UIT-R M.1457 y en las Recomendaciones UIT-T de la serie Q.174x, que describen respectivamente las interfaces radioeléctricas y las redes medulares del conjunto de normas IMT-2000. UIT-2000 es el resultado de la colaboración entre numerosas entidades dentro de la UIT (UIT-R e UIT-T) y fuera de ella (3GPP, 3GPP2, etc.).

III) Capacidades WCDMA/HSPA

Versión 99 de WCDMA

- Mayor capacidad
 - Importantes mejoras en la calidad y capacidad de la señal vocal. Se estima que la capacidad de la señal vocal es aproximadamente de 70 a 100 usuarios¹⁹ en un GoS de 2% en un canal de 5 MHz de la versión 99 de WCDMA que utiliza codificadores de señales vocales AMR (7,95 a 12,2 kbit/s).
 - Importantes mejoras en el caudal del enlace descendente y ascendente
- Velocidades de datos más altas

¹⁹ «Comparing HSDPA vs R99 Capacity v7», documento interno de QUALCOMM: Thomas Klingenbrunn, enero de 2005.

- La versión 99 de WCDMA ofrece una velocidad máxima de datos por paquetes de 384 kbit/s tanto para el enlace descendente como para el enlace ascendente. Sin embargo, la norma especifica una velocidad máxima de datos de 2 Mbit/s para ambos enlaces.
- Utilizando velocidades de propagación variables, la versión 99 de WCDMA define diversos canales de velocidad de datos. Cuanto menor sea la propagación, mayor será la velocidad del canal de datos.
- La tecnología de la versión 99 de WCDMA especifica un canal de datos con conmutación de circuitos que proporciona una velocidad de datos constante de 64 kbit/s.
- Mejores servicios y aplicaciones a través de la QoS
 - Considerables mejoras en las aplicaciones existentes que responden a las exigencias del usuario.
 - Videotelefonía con conmutación de circuitos.
 - Mayor practicidad en aplicaciones simultáneas de voz y datos.
- Compatibilidad con sistemas anteriores
 - Reutilización de nodos de red medular GPRS.
 - Admisión de traspasos entre sistemas (WCDMA-GSM).

Acceso por paquetes de alta velocidad en enlace descendente (HSDPA)

HSDPA es una tecnología que proporciona a los operadores móviles de banda ancha una calidad mejorada de datos en el enlace descendente y permite servicios de datos avanzados. Esta tecnología, actualmente muy utilizada por los operadores en el mundo, combina datos de alta calidad en el enlace descendente con altas velocidades máximas de datos, una capacidad mejorada del sistema, latencia considerablemente baja así como capacidades de balance y cobertura del enlace superior y alta capacidad de borde de célula.

HSDPA es un nuevo canal de transmisión de datos por paquetes a alta velocidad que forma parte de las mejoras introducidas en la tecnología WCDMA a través de la versión 5 como superposición en el nivel superior de los canales regulares de la versión 99 del WCDMA. La portadora de la versión 5 está diseñada para admitir el modo HSDPA y los usuarios de la versión 99 simultáneamente; como opción, el HSDPA puede implantarse en su propia portadora exclusiva.

Esta tecnología de acceso ofrece datos a una velocidad máxima de 14,4 Mbit/s en un solo canal, aunque las actuales velocidades máximas de datos comerciales disponibles oscilan entre 3,6 Mbit/s y 7,2 Mbit/s. HSDPA responde considerablemente mejor a las exigencias del usuario de sistemas 3G en materia de datos puesto que ofrece una capacidad de datos tres veces mayor en comparación con la versión 99 en el enlace descendente y una calidad muchas veces superior en comparación con las tecnologías GPRS y EDGE.

HSDPA logra que WCDMA adquiera un nuevo nivel de calidad elevado puesto que puede admitir aplicaciones de banda ancha más interesantes con latencias más bajas, retardos más cortos, mayor rapidez de respuesta de la red y una mejor calidad de servicio en materia de datos.

HSDPA proporciona un operador con una transición armoniosa y opciones de instalación flexibles, dado que es compatible con sistemas de la versión 99 de la tecnología. Las redes HSDPA pueden ampliarse mediante inversiones en la red.

Pasar de la versión 99 al HSDPA trae consigo cambios de menor importancia en la funcionalidad del Nodo B y del RNC. El nodo B podrá entonces realizar funciones que ya amplía anteriormente el RNC (versión 99) y que proporcionan:

- Mayor rapidez de respuesta puesto que la operación del nodo B permitirá retardos de ida y vuelta más cortos debido a una adaptación y planificación más eficaz del enlace.
- Utilización más eficaz de los recursos debido a una rápida planificación.
- HSDPA incorpora H-ARQ, mejorando la eficacia de la retransmisión.

A continuación se enumeran las nuevas técnicas avanzadas incorporadas. Las mejoras que dan lugar a una mayor calidad en el modo HSDPA se deben a los nuevos conceptos y técnicas avanzadas siguientes incorporados en el diseño de la tecnología:

- Nuevos canales físicos de alta velocidad
 - El modo HSDPA introduce nuevos canales de datos de alta velocidad, llamados canales físicos compartidos de enlace descendente de alta velocidad (HS-PDSCH), que se asignan a los usuarios en un dominio de tiempo. Hay 15 canales de este tipo que funcionan en un canal radioeléctrico WCDMA de 5 MHz. Los recursos son asignados en los dominios de tiempo y de código (canales HS-DSCH).
- Adaptación rápida de enlace, modulación y codificación superior
 - HSDPA admite esquemas de modulación de orden superior que incluyen QPSK y 16QAM. La modulación 16QAM aumenta el caudal de datos, en tanto que QPSK está disponible en condiciones adversas.
 - HSDPA utiliza velocidades de codificación de $R = 1/3$ a $R=1$.
 - Según la señal de recepción y el entorno del canal, se asigna al usuario HSDPA un esquema de modulación y codificación adecuado para maximizar la velocidad de los datos transmitidos. El proceso de seleccionar y actualizar de forma adaptable la modulación y velocidad de codificación óptima se denomina adaptación rápida de enlace.
- Planificación rápida
 - Sobre la base de la información recopilada con respecto a la calidad del canal rápido, y los intervalos TTI más cortos, es posible efectuar una planificación más rápida de los recursos en el modo HSDPA. Se asignan a los usuarios recursos de tráfico con las mejores condiciones para la radiocomunicación instantánea, garantizando la equidad entre los usuarios. El planificador puede elegir un usuario con la mejor calidad de la señal instantánea asegurándose al mismo tiempo que cada usuario recibe un nivel mínimo de servicios del caudal de datos. Este método de asignación de recursos se conoce como planificación equitativa proporcional.
- Diversidad multiusuario
 - Como las condiciones del canal son diferentes para los distintos usuarios, cada uno de ellos es atendido cuando está en condiciones ideales para la radiocomunicación. De hecho, este método ayuda a aprovechar al máximo el caudal del sector, dado que la red alcanza una importante diversidad de usuarios y una eficacia espectral considerablemente alta, es decir el caudal del sector resultante será mayor cuando el sistema tenga más usuarios y no menos usuarios.
- Retransmisiones rápidas a través de ARQ híbrida
 - La petición automática de repetición híbrida (Hybrid ARQ, *Automatic Repeat Request*) es un proceso de combinación de transmisiones repetidas de datos para aumentar la probabilidad de una decodificación correcta. Esta técnica se lleva a cabo a través de mecanismos de la capa MAC en el nodo-B junto con la planificación y las técnicas de adaptación de enlace. Este proceso ayuda a responder de manera óptima a las variaciones radioeléctricas en tiempo real en la estación de base con objeto de aprovechar al máximo el caudal general de datos y reducir al mínimo los retardos.
- Tramas de intervalo de tiempo de transmisión (TTI) más corto
 - HSDPA introduce por primera vez tramas de datos por paquetes con un TTI muy corto de 2 ms, considerablemente menor que el intervalo de 10 a 20 ms utilizado en la versión 99 de WCDMA. Los datos por paquetes se atribuyen a diferentes usuarios, a los que se asignan uno o más de estos canales para un TTI corto de 2 ms. La red puede entonces reajustar la manera en que se asignan a los usuarios los diferentes HS-PDSCH cada dos milésimas de segundo. El resultado es que los recursos se asignan en un corto intervalo que permite retransmisiones más rápidas y un control más riguroso sobre la asignación de recursos.

Acceso por paquetes de alta velocidad en enlace ascendente (HSUPA)

HSUPA, modo normalizado en la versión 6, incorpora las ventajas del HSDPA al enlace ascendente. El modo HSUPA introduce un nuevo canal físico llamado canal especializado mejorado (E-DCH, *Enhanced Dedicated Channel*), que ofrece esencialmente una serie de mejoras que optimizan la calidad del enlace ascendente. Este método incorpora conceptos y principios similares a los del modo HSDPA que incluyen los siguientes:

- Planificación rápida del enlace ascendente.
- Transmisiones rápidas y eficaces utilizando el enlace ascendente ARQ híbrida.
- Tramas de intervalo de tiempo de transmisión (TTI) más corto para el enlace ascendente.

Este nuevo modo para el enlace ascendente logra una calidad notablemente mejorada con respecto al aumento de caudal, a la reducción de la latencia y a la mayor eficacia espectral. La activación del modo HSUPA sólo requiere cambios de la capa PHY y MAC al nodo Bs, y de la capa MAC a los RNC.

El modo HSUPA proporcionará velocidades máximas de datos mucho más elevadas que alcanzarán hasta 5,76 Mbit/s, y prácticamente duplica la capacidad de la célula del enlace ascendente, disminuye la latencia hasta en un 85% con respecto a un sistema de la versión 99 y logra velocidades de datos notablemente mejoradas para el usuario. Técnicas adicionales, como la cancelación de interferencia y la diversidad de recepción 4-Rx, mejoran la capacidad de la célula de un sistema HSUPA en casi un 400%.

El modo HSUPA también reduce considerablemente los retardos de paquetes. La combinación de TTI cortos, la planificación rápida y la ARQ híbrida rápida, similares al enlace descendente, contribuye a reducir la latencia. Este modo proporciona un control de la calidad de servicio mejorada, permitiendo una mejor utilización de los recursos del sistema de enlace ascendente. Con el HSUPA se obtiene un control más estricto de los recursos del enlace radioeléctrico en el nodo B y la rápida planificación para actualizar el enlace ascendente, características muy similares a las del HSDPA en el enlace descendente.

Los equipos de usuario con HSUPA son compatibles con sistemas de la versión 99 y de HSDPA puesto que se admiten los usuarios de los modos HSUPA y HSDPA, así como los de la versión 99, que utilizan la misma portadora.

El modo HSUPA con calidad mejorada del enlace ascendente, además del modo HSDPA, aportan a la tecnología WCDMA un nivel enteramente nuevo que permite una mejor admisión de servicios móviles de banda ancha. La combinación de los modos HSDPA y HSUPA, conocida como HSPA, proporciona mayor compatibilidad en aplicaciones sensibles al retardo como, por ejemplo, VoIP, videotelefonía y otras aplicaciones de juegos. HSPA responde considerablemente mejor a las exigencias del usuario en aplicaciones intensivas de enlace ascendente, como el envío de archivos y la mensajería de videos y fotos.

Las nuevas mejoras en el enlace ascendente aportadas por el modo HSUPA proporcionan un mejor balance del enlace que, a su vez, se traduce en una mayor cobertura de implantación en zonas urbanas y rurales con mayor tamaño de célula.

I.2.3.1.5 WiMAX

El 18 de octubre de 2007, la Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT tomó una decisión de importancia mundial que consistió en incluir la tecnología WiMAX en el marco del conjunto de normas IMT-2000. Este acuerdo prepara el terreno para la implantación de una diversidad de servicios de voz, datos y multimedia tanto en dispositivos fijos como móviles. De manera significativa, da lugar a la Internet móvil, atendiendo a la demanda de los mercados urbanos y rurales. La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT (AR-07) reconoció oficialmente la tecnología derivada de las normas IEEE 802.16 incorporándola como la sexta interfaz radioeléctrica terrenal de las IMT-2000. Es ésta la primera adición a las IMT-2000 desde las cinco originales adoptadas hace años como parte de las normas para sistemas de radiocomunicaciones 3G utilizadas en todo el mundo e impulsa considerablemente la dotación tecnológica de las capacidades de las IMT-2000²⁰.

²⁰ www.itu.int/newsroom/press_releases/2007/30.html

Las normas IEEE 802.16, también conocidas como WiMAX (*World Interoperability for Microwave Access*, interoperabilidad mundial para acceso por microondas), permiten velocidades de banda ancha reales por redes inalámbricas íntegramente IP a un costo que favorece su adopción en el mercado. WiMAX tiene la capacidad de ofrecer velocidades de banda ancha reales y contribuye a que la perspectiva de una conectividad absoluta se convierta en realidad. Actualmente, hay más de 475 redes WiMAX comerciales en todo el mundo. Se han elaborado normas WiMAX para aplicaciones fijas, nómadas y móviles. WiMAX, que ofrece una combinación de banda ancha y movilidad, propicia la prestación de servicios cuádruples.

La tecnología WiMAX móvil se basa en la tecnología de acceso a multiplexión por división ortogonal de frecuencia (OFDMA, *Orthogonal Frequency Division Multiple Access*), que tiene ventajas en materia de caudal, latencia, eficacia espectral y soporte avanzado de antenas, gracias a las cuales, en definitiva, puede ofrecer una calidad superior a la de las actuales tecnologías inalámbricas de área amplia. Probablemente, numerosas tecnologías inalámbricas 4G de la próxima generación utilizarán OFDMA y todas las redes IP puesto que constituyen el medio ideal para la prestación rentable de servicios de datos inalámbricos.

A través de redes WiMAX, los usuarios podrán obtener servicios de banda ancha inalámbrica a precios razonables. Con más de 500 miembros en el Foro WiMAX (www.wimaxforum.org), los productos certificados WiMAX™ se están utilizando en todo el mundo. La tecnología WiMAX favorecerá la competencia en el mercado de banda ancha, lo cual reducirá los costos asociados a esta tecnología para los consumidores. Entre las aplicaciones que utilizan esta tecnología pueden mencionarse las correspondientes a la salud, la educación, el cibergobierno, el comercio electrónico y la seguridad. En enero de 2006, el Foro WiMAX anunció los primeros productos de la red de banda ancha inalámbrica, que en la actualidad suman 112 productos certificados. Diversos proveedores ofrecen productos certificados WiMAX móviles. Dado que se trata de una tecnología inalámbrica de banda ancha avanzada, WiMAX puede aplicarse simultáneamente en países desarrollados y países en desarrollo, lo cual permite tener en cuenta la brecha digital que afecta actualmente a numerosos países (comprendidos los países desarrollados).

Normas WiMAX: Hay dos normas WiMAX que deben tenerse en cuenta;

- IEEE 802.16-2004/ETSI Hiperman (Completada en junio de 2004 – Para aplicaciones fijas y nómadas).
- IEEE 802.16e-2005 (Completada en diciembre de 2005 – Para aplicaciones fijas, nómadas y móviles).

Las normas WiMAX son reconocidas en la UIT y están armonizadas en el ETSI

- Norma IEEE 802.16-2004, reconocida en la Recomendación UIT-R F.1763.
- Norma IEEE 802.16-2005 (llamada también IEEE 802.16e), reconocida en la Recomendación UIT-R M.1801.

La norma IEEE 802.16-2004 (aplicaciones fijas y nómadas): Se ha comprobado que la norma WiMAX fija, basada en la norma de interfaz radioeléctrica IEEE 802.16-2004, es una opción de servicios inalámbricos fijos rentable en comparación con los servicios de cable y DSL.

Esto se basa en la versión 802.16-2004 de la norma IEEE 802.16 y en ETSI HiperMAN. Utiliza el modo multiplexión por división ortogonal de frecuencia (OFDM, *Orthogonal Frequency Division Multiplexing*) y admite el acceso fijo y nómada en entornos con visibilidad directa (LOS) y sin visibilidad directa (NLOS). Los perfiles iniciales del Foro WiMAX se sitúan en las bandas de frecuencias de 3,5 GHz y 5,8 GHz.

La norma IEEE 802.16e (WiMAX móvil): En diciembre de 2005, el IEEE ratificó la enmienda IEEE 802.16e introducida en la norma IEEE 802.16-2004. Esta enmienda añade a la norma las características y los atributos necesarios para admitir la movilidad. La norma IEEE 802.16e admite servicios fijos, nómadas y móviles.

La interfaz radioeléctrica WiMAX móvil adopta el modo OFDMA para mejorar la calidad de numerosos trayectos en entornos sin visibilidad directa. Este modo es incorporado en la enmienda IEEE 802.16e para admitir anchuras de banda de canal adaptables.

El sistema WiMAX móvil aprovecha de la mejor manera los canales de radiocomunicaciones móviles dinámicos y admite trasposos e itinerancia. Utiliza el modo OFDMA, una técnica de modulación multiportadora que utiliza la subcanalización.

El Grupo Técnico Móvil (MTG) del Foro WiMAX está elaborando perfiles para el sistema WiMAX móvil que definen las características obligatorias y opcionales de la norma IEEE necesarias para crear una interfaz radioeléctrica compatible con dicho sistema y que pueden ser certificadas por ese Foro. El perfil del sistema WiMAX móvil permite la configuración de los sistemas móviles teniendo en cuenta una característica básica común establecida y garantizando de esa forma la funcionalidad básica de los terminales y estaciones de base que son totalmente compatibles. Algunos elementos de los perfiles de la estación de base son opcionales y proporcionan una flexibilidad de implantación adicional basada en marcos de implantación específicos que pueden necesitar que las diferentes configuraciones sean óptimas en materia de capacidad o cobertura.

Los perfiles de la tecnología WiMAX móvil, versión Wave-1, abarcan anchuras de bandas de canales de 5, 7, 8,75 y 10 MHz para la asignación de espectro autorizado a nivel mundial en las bandas de frecuencias de 2,3 GHz, 2,5 GHz, 3,3 GHz y 3,5 GHz.

Los perfiles de la tecnología WiMAX móvil, versión Wave-2, incluirán características avanzadas esenciales, como MIMO y formación de haces. Éstas y otras características añadidas mejoran los márgenes del enlace, el caudal del canal, y añaden otras mejoras para admitir nuevos servicios de banda ancha.

Características básicas de la tecnología WiMAX móvil (IEEE 802.16e)

Altas velocidades de datos: Las técnicas de antena MIMO con sistemas de subcanalización flexible y codificación y modulación avanzadas permiten que la tecnología WiMAX móvil admita velocidades de datos máximas del sector DL de hasta 46 Mbit/s, partiendo de una relación DL/UL de 3:1, y velocidades de datos máximas del sector UL de hasta 14 Mbit/s, partiendo de una relación DL/UL de 1:1, en un canal de 10 MHz.

Calidad de Servicio (QoS): La premisa fundamental de la arquitectura IEEE 802.16e MAC es QoS. En ella se definen flujos de servicios que pueden corresponder a los puntos de código DiffServ o a los indicadores de flujo MPLS que permiten una QoS de extremo a extremo basada en IP. Además, los sistemas de subcanalización y de señalización MAP proporcionan un mecanismo flexible para la planificación óptima de los recursos en materia de espacio, frecuencia y tiempo en la interfaz radioeléctrica trama por trama. Con altas velocidades de datos y una planificación flexible, se puede aplicar mejor la QoS. A diferencia de los sistemas QoS basados en prioridades, con este enfoque se consiguen niveles de servicios garantizados, entre ellos velocidades de información concertada y velocidades máximas de información, latencia y fluctuación de fase para diversos tipos de tráfico cliente por cliente.

Adaptabilidad: A pesar de la creciente mundialización de la economía, la asignación de recursos del espectro en materia de banda ancha inalámbrica en todo el mundo sigue siendo muy heterogénea. Por ese motivo, la tecnología WiMAX móvil está concebida para que funcione en diferentes canalizaciones y cumpla diversos requisitos a escala mundial puesto que la intención es lograr la armonización del espectro a largo plazo. De esta forma, las diversas economías podrán aprovechar las numerosas y variadas ventajas de esta tecnología para responder a sus necesidades geográficas específicas, tales como dar acceso a Internet en zonas rurales a precios razonables y, como contrapartida, aumentar la capacidad del acceso móvil en banda ancha en zonas metropolitanas y suburbanas.

Trasposos e itinerancia: La admisión de trasposo es otra adición de importancia decisiva en la enmienda 802.16e relativa al acceso móvil. La capacidad de mantener una conexión durante el desplazamiento por las fronteras de la célula, que constituye un requisito previo de la movilidad, se incluye como requisito en el perfil del sistema 802.16e. La tecnología WiMAX 802.16e admite diferentes tipos de trasposos, del discontinuo (*hard*) al gradual (*soft*), cuya elección corresponde al operador. Las capacidades de itinerancia por los proveedores de servicio pueden aplicarse tanto en la WiMAX 802.16-2004 como en la WiMAX 802.16e, pero son especialmente valiosas para el acceso portátil y móvil.

Admisión de movilidad: Los productos 802.16e son los más óptimos para la movilidad y admitirán trasposos. Con el soporte de los modos ahorro de energía e inactivo, la batería de los dispositivos móviles de usuario tendrá una mayor duración.

Mejor cobertura en interiores: Esto se logra a través de las ventajas de la subcanalización y la opción AAS de las aplicaciones fijas y móviles, puesto que los usuarios suelen permanecer en interiores o sin visibilidad directa.

Mayor flexibilidad en la gestión de los recursos del espectro: La subcanalización también ofrece la posibilidad de utilizar la inteligencia de la red para asignar recursos a los dispositivos de usuario en caso necesario. De esta forma, se consigue una utilización más eficaz del espectro, que da lugar a un mayor volumen de información, a una mejor cobertura en interiores, y, en algunos casos, a la reducción de los costos de instalación, lo cual resulta particularmente interesante para los operadores con espectro limitado.

Tolerancia al multitrayecto y a la autointerferencia: Se logra a través de la ortogonalidad del subcanal en ambos sentidos: enlace descendente (DL) y enlace ascendente (UL).

Dúplex por división en el tiempo (TDD): Se define para los perfiles iniciales de la tecnología WiMAX móvil debido a su eficacia adicional en apoyo del tráfico asimétrico y a la reciprocidad de sus canales para dar soporte efectivo a sistemas de antena avanzados.

Peticion automática de repetición híbrida (H-ARQ): Proporciona mayor robustez con condiciones de trayecto que cambian rápidamente en situaciones de gran movilidad.

Planificación selectiva de frecuencias y subcanalización: Dispone de numerosas opciones de permutación para que la tecnología WiMAX móvil tenga la capacidad de lograr la calidad óptima de la conexión basada en las intensidades relativas de la señal en cada conexión.

Gestión del ahorro de energía: Su objetivo es garantizar que el funcionamiento de los dispositivos portátiles y móviles cargados con baterías consuma poca energía en los modos inactivo y en espera.

Servicio de multidistribución y radiodifusión (MBS): Combina las características de DVB-H y 3GPP E-ULTRA.

Sistema de antena avanzado (AAS): La subcanalización y la reciprocidad de canales permite una amplia gama de sistemas de antena avanzados, entre ellos MIMO, formación de haces, codificación espacio-tiempo (STC) y multiplexión espacial (SM).

Reutilización fraccional de frecuencias: Controla la interferencia cocanal (ICC) para la reutilización universal de frecuencias con una degradación mínima de la eficacia espectral.

Servicios de banda ancha con valor añadido: En particular, servicios de datos y vídeo, así como servicios VoIP.

Cobertura ubicua: En condiciones sin visibilidad directa en una amplia gama de entornos demográficos.

Seguridad: Autenticación EAP, encriptación con AES-CCM, autenticación CMAC, certificados X.509, vinculación de teclas (*key binding*), autenticación mutua, autenticación de dispositivos y de usuario.

Aplicaciones en tiempo real: Baja latencia y calidad de servicio.

Interfuncionamiento: Las redes WiMAX móviles serán compatibles con otras tecnologías y admitirán nuevas arquitecturas, como el subsistema multimedia IP (IMS), que permite a los operadores poner a disposición los mismos servicios y aplicaciones en numerosas interfaces de cable e inalámbricas.

La tecnología WiMAX tiene otras ventajas como, por ejemplo, el enfoque de normas abiertas y un ecosistema sano. Centenares de empresas han contribuido a la evolución de esta tecnología. La importante participación del sector privado y la adopción de esta tecnología en todo el mundo garantizará economías de escala que ayudarán a bajar los costos de suscripción y favorecerán la implantación de una gran variedad de servicios móviles de banda ancha en los mercados de países desarrollados y en los nuevos mercados.

1.2.3.2 IEEE 802.16 – Modo 2k 2000 OFDMA – Matriz de Extensión móvil

Se trata de una extensión OFDMA de ETSI EN-301958 (DVB-RCT, DVB-T que se utiliza ampliamente en todo el mundo) por medio de 2K FFT. El modo 2k OFDMA soporta una explotación fija y móvil conforme a la norma 802.16REVd, aún no reconocida en ninguna Recomendación del UIT-R.

OFDMA combina sistemas de acceso FDMA y TDMA con concepto de espectro ensanchado. OFDMA divide los recursos de ancho de banda entre los usuarios mediante la asignación de múltiples subcanales y múltiples intervalos de tiempo por usuario. Las subportadoras están distribuidas pseudoaleatoriamente en todo el espectro para lograr la diversidad de frecuencias.

El 2k OFDMA tiene las características más recientes necesarias para futuros sistemas BWA IP móviles:

- elevado número de subcanales – 80 (factor de ganancia de tratamiento de 19 dB);
- tara reducida – máximo 15%;
- FFT de grandes dimensiones – gran selectividad de frecuencias, soporta el despliegue de largos tiempos de propagación; para el funcionamiento con grandes células y baja frecuencia, gran capacidad de ancho de banda (2,5-28 MHz) y caudal muy elevado (cresta de 4 bit/(s*Hz))
- soporta nuevos sistemas de antena como MIMO, STC, AAS (sistema de antena adaptativo) y diversidad de antena MRC regular;
- tramas cortas para pequeños retardos de ida y vuelta y todos los niveles de movilidad de la UIT (incluidos 250 km);
- sistemas de codificación adaptativos eficaces (sistemas Turbo).
- sistemas ARQ de retardo corto;
- modulaciones y velocidades de codificación adaptativas (QPSK, 16QAM, 64QAM y 5/6, 3/4, 2/3 1/2, 1/3, 1/4, 1/6, 1/8, 1/12) que permite extender la gama y funciona con SNR negativa (-5 dB);
- soporte de QoS (varios niveles) que aprovecha la pequeña granularidad de los subcanales (6 bytes);
- control adaptativo de subcanal;
- transformada discreta de Fourier (FFT) para cubrir agujeros;
- modo de potencia seguro muy eficaz;
- APC hacia adelante y hacia atrás;
- traspaso sumamente eficaz que comprende IP móvil;
- capacidades de traspaso gradual (SHO) en el nivel PHY (diversidad macro);
- traspaso suave por encima de la capa 2 (sin pérdida de paquetes);
- red de frecuencia única para información de radiodifusión en toda la red, como vídeo/audio;
- difusión para convergencia de red de radiodifusión y telecomunicaciones y aplicaciones.

Rendimiento del sistema

En la reutilización 1 (todos los sectores y células utilizan la misma frecuencia) la capacidad es 0,7-1,1 bit/(sólo/Hz)/sector utilizando la solución SISO o MIMO de bucle abierto. Con 6 sectores la capacidad puede ascender a 6 bit/(sólo/Hz)/célula y en 24 sectores más agresivos la capacidad prevista es ~18 bit/(sólo/Hz)/célula. Este rendimiento puede obtenerse en condiciones superiores a 95% de cobertura, incluidas condiciones B vehiculares del UIT-R, log-normal 10 dB y desvanecimiento de Rayleigh.

El tamaño de las células es similar al de los sistemas celulares actuales (en distintos casos y potencias de transmisión, pero con velocidades de datos superiores) con dimensiones pequeñas y grandes para zonas urbanas, suburbanas y rurales, incluidos en interiores y exteriores. El 2k OFDMA soporta todos los demás requisitos de sistema-seguridad y modo IP. Si se utiliza una antena direccional fija en el lado de usuario, la distancia puede alcanzar 50 km y la capacidad del sistema puede cuadruplicarse.

I.2.3.3 Acceso múltiple de división espacial de gran capacidad (HC-SDMA), tecnología de interfaz radioeléctrica y matriz de sistema inalámbrico de banda ancha iBurst™

I.2.3.3.1 Descripción general de HC-SDMA

El HC-SDMA es una nueva norma ANSI creada por la Alliance of Telecommunications Industry Solutions (ATIS), antiguamente denominada Comisión T1, conforme a los requisitos de acceso a Internet inalámbrico

en banda ancha (WWINA) e incorporado al sistema inalámbrico de banda ancha iBurst, cuya instalación ya ha sido llevada a cabo en varios continentes. Basada en una tecnología de rentabilidad comprobada, la norma HC-SDMA especifica la interfaz radioeléctrica para el sistema iBurst de banda ancha móvil de área extensa que ofrece una combinación de elevada velocidad, amplio alcance y elevada capacidad de estación base. iBurst es una solución IP pura de extremo a extremo y basada en normas para datos inalámbricos y de voz, cuyos equipos pueden obtenerse en los principales fabricantes. Los dispositivos de usuario actuales comprenden tarjetas PCMCIA destinadas a ordenadores portátiles, agendas digitales personales (PDA) y unidades de escritorio para el hogar y pequeñas empresas. Encaminadores y puntos de acceso que se pueden adquirir en el comercio se conectan directamente con la unidad de escritorio. La solución iBurst ofrece actualmente velocidades de datos por usuario superiores a 1 Mbit/s. Las estaciones de base iBurst, que funcionan en espectro no emparejado, ofrecen un caudal neto utilizable de 20 Mbit/s en 5 MHz y 40 Mbit/s en 10 MHz. El sistema iBurst se comercializa en Australia y Sudáfrica, y se han realizado instalaciones de prueba en América, Asia, Europa y África.

La norma HC-SDMA aprovecha las tecnologías del sistema dúplex por división en el tiempo (TTD) y de la antena adaptativa (AA) junto con las características más recientes de los algoritmos de procesamiento espaciales, lo que da lugar a uno de los sistemas de telecomunicaciones móviles de mayor eficacia espectral en el mundo que presta un servicio de banda ancha móvil implantado en apenas una banda de 5 MHz (no emparejada) de espectro con licencia para servicios móviles. El sistema iBurst está concebido para funcionar en un espectro con licencia por debajo de 3 GHz a fin de ofrecer plena movilidad y una amplia zona de cobertura, que es la más adecuada para las aplicaciones móviles. Dado que se basa en tecnología TDD y no precisa bandas emparejadas simétricas separadas por un espacio entre bandas o un espaciado entre duplexores apropiado, iBurst puede reconfigurarse fácilmente para distintas bandas de frecuencias.

1.2.3.3.2 Descripción de la interfaz radioeléctrica HC-SDMA

Las principales características de la interfaz radioeléctrica HC-SDMA son las siguientes:

- TDD/TDMA, separación entre canales de 625 kHz;
- velocidades de datos máximas por usuario de hasta 16 Mbit/s en sentido descendente, 5,5 Mbit/s ascendente²¹;
- eficacia espectral de 4 bit/s/Hz/célula (20 Mbit/s en 5 MHz);
- asimetría del caudal descendente/ascendente 3:1;
- modelación estructurada en niveles y codificación de canal para una adaptación de calidad del enlace;
- corrección de errores en recepción (FEC) y petición automática de repetición (ARQ) para un enlace sin error en el marco de la zona de cobertura;
- banda ancha a petición, asignación de recursos dinámicos;
- procesamiento espacial de antena adaptativa para una calidad mejorada de la señal, gestión de recursos y resolución de colisiones;
- soporte de movilidad (traspaso);
- soporte de calidad del servicio (QoS) con incorporación de interfaz inalámbrica.

Traspaso de interfaz inalámbrica

El traspaso de una sesión IP de extremo a extremo resulta del traspaso, en una red radioeléctrica, de una célula a otra mediante el reencaminamiento de la sesión IP del usuario final de acuerdo con la nueva célula. Uno de los tipos de portadora que soporta la interfaz inalámbrica HC-SDMA son datos IP encapsulados mediante protocolo punto a punto (PPP) entre un proveedor de servicios IP y un dispositivo del usuario final,

²¹ Las velocidades máximas se logran por medio de la agregación de portadoras. Las tarjetas PCMCIA y los modelos de escritorio disponibles actualmente admiten una portadora única correspondiente a una velocidad máxima por usuario de 1 Mbit/s en sentido descendente, 345 kbit/s en sentido ascendente. Se espera que los módems que agrupan portadoras estén disponibles a finales de 2005.

por ejemplo un ordenador portátil. El PPP (cf. IETF RFC 1661, *et al*) es un protocolo de tunelización de tara baja – uno o dos bytes por paquete IP – con las ventajas de una disponibilidad casi universal sobre los dispositivos IP, combinado con una instalación universal del equipo para la terminación, abastecimiento, facturación, clasificación, etc., del PPP en las redes del proveedor de servicios. Por otra parte, el PPP presenta la ventaja de separar sesiones IP en la red de transporte, por lo que permite espacios de dirección superpuestos tal como los usan las RPV de las empresas. Un tipo de traspaso que actualmente soporta la interfaz inalámbrica es el modelo IP simple y liviano utilizado por el 3GPP2 (cf. 3GPP2 P.S0001-B, «Norma de red IP inalámbrica») para micromovilidad, complementado si es necesario por IP móviles (cf. IETF RFC 2002, *et al*), por ejemplo en los casos de traspaso a redes de acceso diferentes tales como 802.11.

El esquema de traspaso denominado «construir antes de romper» de la interfaz inalámbrica HC-SDMA está centrado en el terminal de usuario (UT). Cada UT controla los canales de radiodifusión desde estaciones de base (BS) cercanas y clasifica a los candidatos basándose en la potencia de la señal y otros factores. Un terminal de usuario puede llevar a cabo esas mediciones así como registrarse con una nueva estación de base candidata, al tiempo que intercambia datos con su estación de base actual. El traspaso de los datos de usuario de acuerdo al esquema indicado se efectúa dirigiendo una vez más los datos TCH a la nueva estación de base tras haberse llevado a cabo con éxito el registro.

Tecnología de antena adaptativa (AA)

La característica principal de la norma HC-SDMA es la tecnología de antena adaptativa (procesamiento espacial) que hace extraordinariamente más eficaz el uso del espectro de frecuencias radioeléctricas, lo que da lugar a una mejora excepcional en lo que respecta a la capacidad, cobertura y calidad de servicio de las redes inalámbricas.

La tecnología AA proporciona estos considerables beneficios por medio de la gestión de la interferencia y la mejora de la calidad de la señal. Una estación de base típica utiliza una sola antena o un par de antenas para comunicarse con sus usuarios. Una estación de base con AA utiliza un pequeño grupo de antenas simples, es decir un «sistema de antenas» que cuenta con un sofisticado tratamiento de la señal que reduce enormemente el exceso de energía irradiada por la estación de base. Al mismo tiempo, el tratamiento de la señal permite a la estación de base escuchar a sus usuarios de manera selectiva, con lo que se mitigan los efectos de interferencia producidos por otros usuarios en la red. Por otra parte, el sistema de antenas supone una ganancia en lo que respecta a la potencia de la señal, con lo que mejora la calidad del enlace radioeléctrico para la misma cantidad de potencia total irradiada por la estación de base y el terminal de usuario. Una mejor calidad del enlace supone velocidades de datos más elevadas, un alcance más amplio y mayor duración de las baterías en los terminales de usuario.

Mediante la tecnología AA, cada célula en la red puede utilizar la misma asignación de frecuencia eliminando la interferencia entre las células. De hecho, la tecnología AA permite a un sistema reutilizar una asignación de frecuencia varias veces en una célula dada transmitiendo la energía solamente en los casos necesarios.

Eficacia espectral de la interfaz radioeléctrica HC-SDMA

La eficacia espectral calibra la capacidad de un sistema inalámbrico de suministrar información, «servicios de datos», con una determinada cantidad del espectro radioeléctrico. En los sistemas radioeléctricos celulares, la eficacia espectral se mide en bits/segundo/Hertzio/célula (bit/s/Hz/célula). Son varios los factores que contribuyen a la eficacia espectral de un sistema, entre ellos, los formatos de modulación, la «tara» de la interfaz inalámbrica (información de la señalización distinta de los datos de usuario), el método de acceso múltiple y el modelo de uso, entre otros. Todos estos factores afectan a las dimensiones de la unidad en bits/segundo/Hertzio. El aspecto de una dimensión «por célula» puede resultar sorprendente, pero el caudal de una estación de base de una determinada célula en una red celular es casi siempre sustancialmente menor que el de una célula única aislada. Esto se debe a la autointerferencia generada en la red, lo que supone que el operador debe asignar frecuencias en bloques separados en espacios de una o más células. Esta separación se representa por un factor de reutilización, en el que un número más bajo es representativo de un sistema más eficaz.

La eficacia espectral del sistema HC-SDMA aparece representada en el cálculo siguiente:

- portadoras de 625 kHz;
- tres intervalos de tiempo por portadora;
- 475 kbit/s de datos de usuario por intervalo;
- diagrama de reutilización de frecuencia efectiva de 1/2;

el cual arroja la siguiente eficacia espectral:

$$(3 \text{ intervalos de tiempo} \times 475 \text{ kbit/s/intervalo}) / 625 \text{ kHz} / \text{reutilización } 0,5 = 4,28 \text{ bit/s/Hz/célula}$$

Capacidad y economía del sistema radioeléctrico

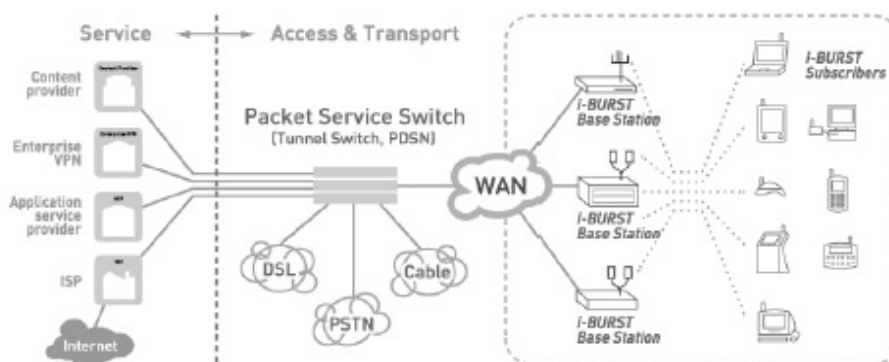
Una eficacia espectral del sistema HC-SDMA de 4 bit/s/Hz/célula significa que una red radioeléctrica HC-SDMA soporta una base móvil de usuario con muchos menos sitios y mucho menos espectro del que sería necesario mediante el uso de otras tecnologías y, por ello, con una enorme reducción de los costos de capital y de funcionamiento. Con 10 MHz de espectro utilizable, por ejemplo, cada estación de base HC-SDMA puede proporcionar una capacidad de acceso de 40 Mbit/s. La mejora de la tecnología AA en lo que respecta a la calidad del enlace o a la intensidad de la señal supone aproximadamente la duplicación del alcance (o el cuádruplo de zona) para el sistema HC-SDMA.

I.2.3.3.3 Arquitectura de la red iBurst

Arquitectura de la red de acceso y transporte comunes

En la Figura 11 se presenta una red iBurst de acceso y transporte comunes que permite a varios proveedores de servicios prestar simultáneamente servicios particularizados a sus respectivos usuarios finales. Una unidad comercial separada del operador de acceso y transporte puede, por sí misma, constituir uno de esos proveedores de servicio.

Figura 11 – Red de acceso y transporte comunes



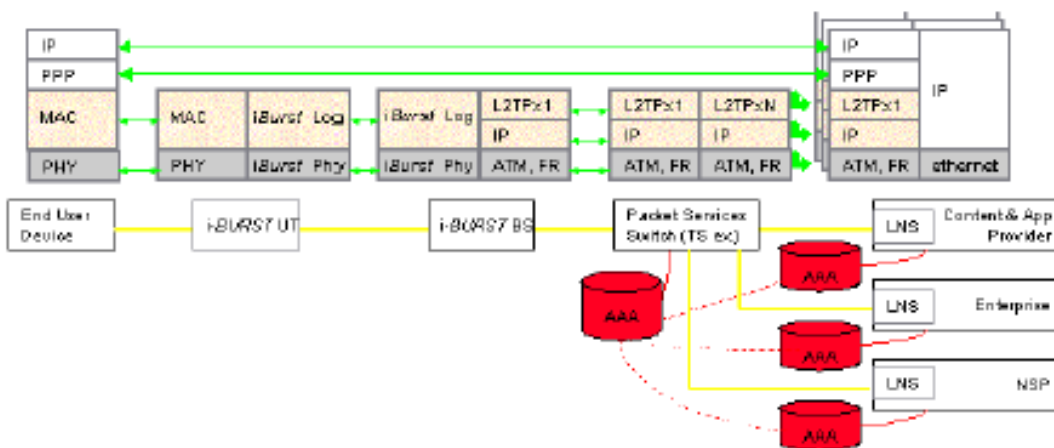
El operador de acceso y transporte agrega una diversidad de tecnologías de acceso del «último kilómetro» y luego conmuta sesiones del usuario final al proveedor de servicio correspondiente. El elemento principal de este esquema es el conmutador del servicio de paquetes (PSS) que funciona como un punto de agregación y como una «central» para encaminar las sesiones del usuario. Las decisiones de conmutación se suelen tomar sobre la base de nombres de usuario estructurados que proporciona el usuario en el proceso de autenticación del PPP. Por ejemplo, si el usuario se registra como «joe@aol.com», su sesión de usuario se dirigirá al sitio de AOL y solicitará autenticación para el usuario «joe», mientras que si el usuario se registra como

«mary@hercompany.com», su sesión de usuario se conectará al sitio de su empresa, quizá para un acceso a la RPV de la empresa, y solicitará autenticación para el usuario «mary». El uso de la tecnología PSS está muy extendido en las redes de los proveedores de servicios Internet (PSI) y portadoras más importantes. Además de sesiones de usuario agrupadas a partir de diversos medios, el PSS presenta estas sesiones de manera unificada a la red del proveedor de servicios, liberándolo así de la necesidad de mantener contenidos y bases de servicio diferentes para cada clase de acceso.

I.2.3.3.4 Pila de protocolos iBurst

El sistema iBurst permite una conectividad IP por PPP de extremo a extremo entre los proveedores de servicios y sus clientes, coherente con el modelo de servicio predominante en el ámbito de acceso por cable. En la Figura 12, puede observarse, de izquierda a derecha, cómo se cursa la sesión PPP del usuario por diversos medios y protocolos.

Figura 12 – Pilas de protocolo y elementos de la red de datos de usuario iBurst



La Figura 12 muestra servidores AAA y conexiones AAA entre el dominio de acceso y transporte y el dominio de servicio.

I.2.3.3.5 Ofertas del servicio de red iBurst

Oferta de servicio móvil

La conectividad móvil se proporciona por medio de una tarjeta de acceso iBurst. Cuando está conectada a un dispositivo móvil como un ordenador portátil o una agenda digital personal, se mantiene en conexión siempre que el dispositivo se desplace dentro de la zona de cobertura de la red.

Oferta de servicio fijo/portal

El puente de acceso iBurst proporciona conectividad en un modo principalmente fijo. El dispositivo tiene el aspecto de un módem tradicional. Está conectado a la red eléctrica, tiene una pequeña antena y puertos para conectarlo por Ethernet o USB. Ofrece pues las ventajas de una conexión en banda ancha fija con el añadido de la portabilidad, y se puede desconectar desenchufándolo simplemente de la red eléctrica y enchufándolo en otro lugar para disponer de nuevo del puente de acceso iBurst. Este puente puede conectarse a un solo ordenador para darle acceso o conectarse a una red de área local o una red inalámbrica para que el acceso se comparta entre diversos dispositivos en un hogar u oficina.

ArrayComm es una marca registrada e iBurst es una marca de ArrayComm, Inc

I.2.4 Acceso en banda ancha como posible solución para la radiodifusión de la televisión digital interactiva

El acceso radioeléctrico en banda ancha para la radiodifusión de televisión digital interactiva (iTV) presenta las siguientes características principales:

- amplia capacidad de datos: hasta 20 Mbit/por canal de 5, 6, 7 u 8 MHz. (Normas ASTC, DVB, DMB-T, RDSI-T con arreglo a la Recomendación UIT-R BT.1306);
- amplia cobertura.

A Televisión interactiva

- las tecnologías de acceso en banda ancha tienen gran importancia para las aplicaciones de la televisión interactiva;
- en principio, el sistema de televisión interactiva es un paquete de microprogramas que conecta al proveedor de servicios de televisión con el televidente mediante dos canales de comunicación, uno de radiodifusión y el otro, interactivo. Las normas europeas de telecomunicaciones (ETS 300 800 – ETS 300 802) del ETSI proporcionan el diagrama de bloques generalizado que mejor ilustra el sistema de televisión interactivo;
- en el sistema de televisión interactivo, una señal de televisión se combina en el adaptador de la red con los datos del proveedor de servicios interactivos y, mediante el instrumento de distribución, llega hasta el terminal del usuario final de la televisión interactiva. En el terminal se decodifica el contenido, que comprende vídeo, sonido y datos, y se representa en la pantalla normal del aparato de televisión con extensiones en forma de menús gráficos, campos de entrada de consultas, etc.;
- el usuario final puede elegir un elemento del menú con la ayuda de un panel de control a distancia o mediante la introducción de datos por medio de un teclado inalámbrico;
- el terminal de usuario de la televisión interactiva (normalmente denominado caja de adaptación multimedia o STB), que transforma el aparato de televisión habitual en un aparato de televisión inteligente, ocupa el lugar principal en la plataforma. Todas las STB conocidas se dividen normalmente en tres categorías: STB para difusión de televisión, STB de TV mejorada y STB para servicios avanzados. Esta última categoría se asemeja a los ordenadores de escritorio multimedia. Su potencia es muchísimo mayor y suelen tener un disco duro para registrar información de vídeo y de datos;
- actualmente, el ETSI elabora los protocolos de distribución, y están en curso las pruebas de tales protocolos.

B Tecnologías básicas de la difusión de televisión

Se ha establecido una clasificación de los principales tipos de redes de acceso radioeléctrico:

- las redes de acceso personal inalámbricas (WPAN) se utilizan para la conexión inalámbrica de dispositivos en una estación de trabajo. *Bluetooth* es un ejemplo de este tipo de tecnología;
- las redes de área local inalámbricas (WLAN) tiene por finalidad, en primer lugar, proporcionar acceso a las fuentes de información dentro de un edificio. En segundo lugar; organizar puntos de acceso destinados a la comunidad comercial (puntos de acceso inalámbrico) en lugares públicos tales como hoteles, aeropuertos y cafeterías, así como crear redes temporales que funcionarán durante la celebración de ciertos acontecimientos (talleres, exposiciones y otros). Las WLAN, que se basan en la norma IEEE 802.11, son conocidas también como Wi-Fi (fidelidad inalámbrica);
- redes inalámbricas distribuidas de acceso inalámbrico y redes de cobertura urbana WMAN y WiMAX. (IEEE 802.16);
- MMDS (servicio de distribución multipunto por microondas) es una opción de acceso inalámbrico en banda ancha a las redes de cable.

B.1 Situación específica de WiMAX en las tecnologías de acceso inalámbrico

A diferencia de otro tipo de redes, las redes distribuidas de acceso inalámbrico (también conocidas como BWA, WiMAX) son redes a una escala metropolitana o WMAN (red de acceso metropolitano inalámbrica), a escala regional y redes de clase operador. Las redes de esta clase se diseñan ante todo para otras categorías de usuarios y, en lo que respecta a sus funciones, difieren enormemente, por ejemplo, de las Wi-Fi.

Las tecnologías de red distribuida utilizan desde un principio (a diferencia de las WLAN, Wi-Fi), un método de acceso de no colisión gracias al cual el usuario dispone de un canal de transmisión de datos fijo con un retardo fijo (mínima fluctuación de fase), lo que constituye un requisito indispensable para la creación de las redes de clase operador.

Normalización del equipo

Hasta ahora, los equipos para construir las redes WMAN funcionaban mediante protocolos de marcas registradas de fabricantes de equipos que no estaban normalizados ni eran compatibles. La normalización de los equipos de acceso inalámbrico en banda ancha fabricados surgió en el verano de 2004, cuando se dio a conocer la norma IEEE 802.16 y aparecieron en el mercado distintos equipos con certificación de los fabricantes.

La norma IEEE 802.16

IEEE 802.16 es la primera norma (grupo de normas) aplicada a las redes inalámbricas distribuidas (acceso inalámbrico).

La norma se creó para construir redes inalámbricas a escala metropolitana que proporcionan a los abonados todo tipo de servicios modernos accesibles mediante conexiones de cable. Se trata de la primera norma para sistemas inalámbricos de la MAN inalámbrica, clase de acceso inalámbrico en banda ancha.

La norma describe estaciones de base y aparatos telefónicos de abonado.

Cuadro comparativo del grupo de normas 802.16

Norma	802.16	802.16a
Aprobada	Diciembre de 2001	Enero de 2003
Gama de frecuencias, GHz	10-66	2-11
Condiciones de trabajo	Visibilidad directa	Posibilidad de funcionamiento sin visibilidad directa
Velocidad binaria de transmisión, Mbit/s	32-134	1,0-75
Modulación	QAM, una subportadora	QAM, una subportadora, OFDM, 256 subportadoras, OFDM, 2048 subportadoras
Radio de la célula, km	2-5	4-6

La primera versión de la norma abarca la gama de frecuencias de 10-66 GHz y funcionaba según un modo de frecuencia única (portadora única, SC – una subportadora). El modo particular de propagación de las ondas radioeléctricas en la banda restringe el funcionamiento de los sistemas debido a los límites en el alcance de la visibilidad directa.

En un entorno típicamente urbano permite la conexión de aproximadamente la mitad de los abonados. Por regla general, no hay visibilidad directa para el 50% restante. Esto impulsó la creación de un suplemento a la norma 802.16 relativa a la banda 2-11 GHz con lo que, además del funcionamiento en una sola frecuencia, prevé el uso de la multiplexión por división ortogonal de frecuencia (OFDM) y el acceso múltiple sobre la base de esta última. (OFDMA, modo de acceso a multiplexión por división ortogonal de frecuencia.)

La transmisión simultánea en el modo OFDM de 256 subportadoras resulta posible al permitir la recepción simultánea de señales directas o reflejadas o funcionar sobre señales reflejadas sólo más allá de los límites de visibilidad directa.

En 2004, el Instituto IEEE ratificó la norma 802.16-2004 que reemplazaba a las anteriores versiones 802.16, 802.16a y 802.16REVd.

Actualmente, el consorcio WiMAX, que prepara especificaciones para garantizar la compatibilidad de equipos de distintos fabricantes sobre la base de la norma final 802.16-2004, tiene la vía abierta en el mercado.

Así, WiMAX es una tecnología de clase operador que proporciona a la población servicios multimedios de gran calidad en materia de acceso inalámbrico en banda ancha.

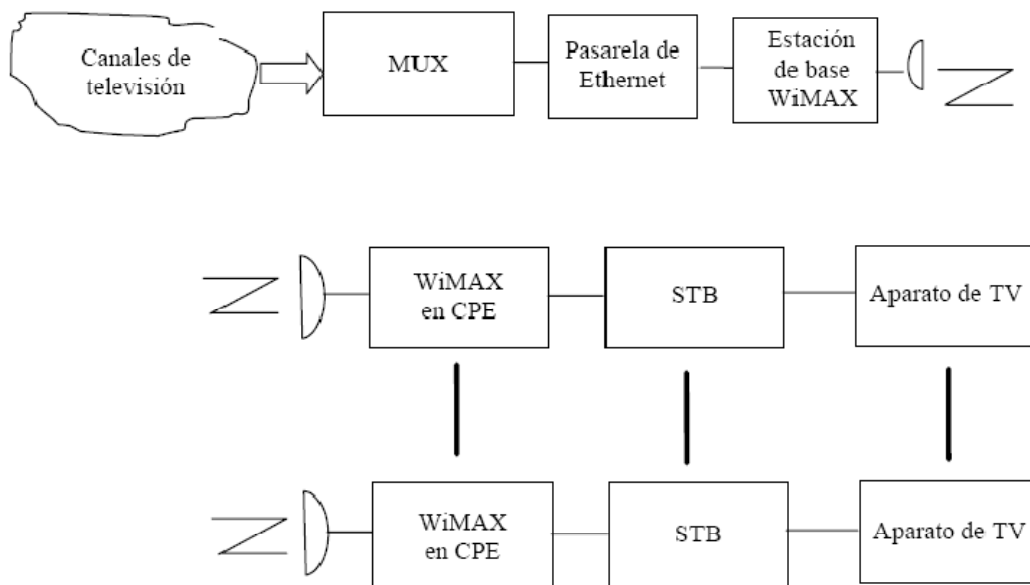
Las tendencias actuales en el desarrollo del acceso inalámbrico se caracterizan por la prestación de servicios múltiples y, por consiguiente, de banda ancha.

Teóricamente, un usuario moderno no debería tener restricciones en ningún servicio actualmente accesible mediante conexiones de cable, como SDH o Ethernet. Se da por supuesto que los últimos sistemas con certificación, como WiMAX, permitirán a los operadores de redes de acceso en banda ancha prestar a los usuarios servicios tales como IP y E1 y sustituir la infraestructura del acceso ADSL y las correspondientes líneas asignadas.

Televisión interactiva sobre la base de la tecnología WiMAX.

En la Figura 13 se observa el diagrama en bloques de la televisión interactiva sobre la base de la tecnología WiMAX.

Figura 13 – Diagrama en bloques de la televisión interactiva sobre la base de la tecnología WiMAX



Principales componentes del equipo

- 1) Equipo de la estación de base:
 - módulo radioeléctrico externo con conector de tipo N para la conmutación de una o varias antenas sectoriales mediante un divisor. La opción consiste en utilizar varios módulos radioeléctricos con antenas sectoriales correspondientes al número de sectores;
 - módulo de tratamiento de la red interno con un controlador de la estación de base que controla todos los componentes del equipo de la estación de base y los dispositivos de los abonados;
 - equipo DVB para la creación de señales de color en la entrada del equipo WiMAX y una pasarela DVB-Ethernet.
- 2) Equipo de abonado:
 - módulo de transmisor-receptor externo con una antena integrada o modelo de transmisor-receptor externo con un conector de tipo N para la conmutación en una antena con el fin de garantizar la máxima cobertura con una antena individual;
 - módulo interno con las funciones de un adaptador multimedios de televisión interactiva y las interfaces necesarias para conectarlo con el aparato de televisión del abonado;
 - en el caso más simple de visibilidad directa desde una estación de base, es posible utilizar una sola estructura de bloques con una antena incorporada.

B.2 Tecnología MMDS• **Definición**

En los últimos años, los sistemas MMDS (servicio de distribución multipunto por microondas) han experimentado una amplia difusión ya que constituyen una opción a las redes de cable clásicas en las que la construcción de la red de distribución se lleva a cabo mediante cables coaxiales u ópticos.

Hasta el momento, se han instalado docenas de sistemas MMDS en el hemisferio occidental que proporcionan acceso a Internet, televisión interactiva y otros servicios de banda ancha con tecnología de acceso inalámbrico. Varias empresas en el mundo fabrican equipos que garantizan el acceso de alta velocidad a Internet a cualquier abonado distante dentro de la zona de cobertura en la cual se instala una antena transeptora MMDS.

De acuerdo con el estudio llevado a cabo por el Grupo US, la demanda de servicios de acceso de banda ancha por parte de los consumidores está creciendo y se prevé que, en 2006, el número de abonados a los sistemas MMDS de Estados Unidos llegue a 900 000 (en 2000 había solamente 20 000 abonados).

Los sistemas MMDS (2,5-2,7 GHz) están incluidos en el proyecto DVB europeo junto con las redes por satélite, de cable y redes terrenales.

• **MMDS digitales interactivos**

El número de canales de televisión en los MMDS tradicionales está limitado por la anchura relativamente estrecha de la banda de frecuencias que se encuentra entre 2 500-2 700 MHz, es decir sólo 200 MHz. Por ejemplo, en la norma rusa D (8 MHz para cada canal) se pueden admitir hasta 25 canales. La difusión de programas de televisión según la norma digital DVB permite la transmisión de 5 a 7 programas digitales en cada banda del canal de televisión. En el MMDS digital se utiliza el sistema de modulación 64QAM adoptado para la televisión digital por cable DVB-C. Para recibir programas digitales, cada abonado a MMDS deberá instalar un STB por cable digital. Se trata del único inconveniente de los sistemas MMDS digitales, ya que cuenta con las siguientes ventajas:

- 1) un amplio número de canales (150 o más);
- 2) alta calidad de imagen y sonido;
- 3) servicios adicionales previstos por la norma DVB: sonido estéreo y/o multicanal, guía electrónica, sintonía automática, elección de canales de la lista, teletexto, subtítulos eliminados, etc.;
- 4) posibilidad de difusión simultánea de programas analógicos y digitales en un sistema.

- **MMDS digital interactivo**

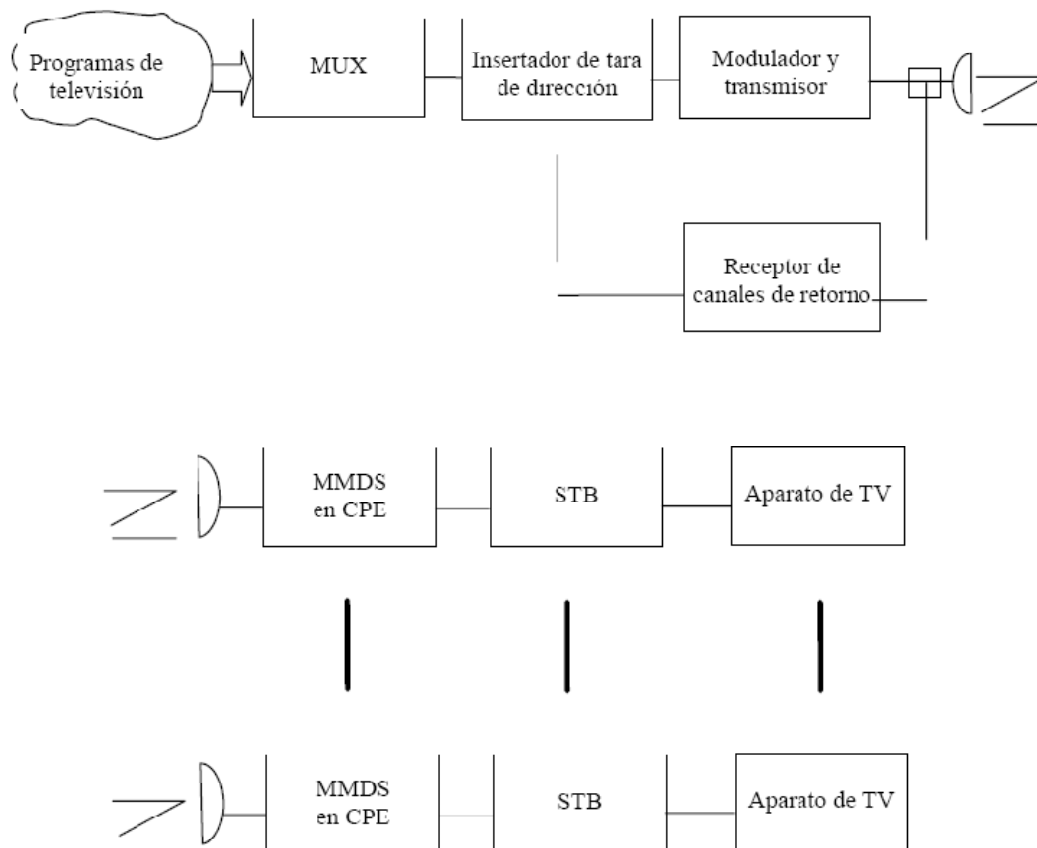
El sistema MMDS puede utilizarse para organizar la difusión de programas de televisión digital interactiva. Para ello, se debe organizar un canal de retorno para el tráfico saliente de abonado («canal de llamada»). A los abonados de MMDS interactivos se les instala un transceptor en lugar de la antena receptora con un convertidor.

Para organizar un canal de retorno se utiliza el canal de retorno MMDS con modulación QPSK. Aunque la capacidad del canal de retorno es inferior a la del canal directo, garantiza mayor distancia de transmisión con menor potencia del transmisor. En este caso, se instala un receptor y un modulador QPSK en el nodo de distribución. También es posible aumentar el número de usuarios dividiendo la zona de servicio en sectores.

- **Principales componentes del equipo MMDS digital**

En la Figura 14 se presenta el diagrama en bloques de la televisión interactiva sobre la base del sistema MMDS digital.

Figura 14 – Diagrama en bloques de la televisión interactiva sobre la base del sistema MMDS digital



Equipo

Entre los dispositivos del equipo del sistema MMDS digital se incluyen los siguientes componentes:

- moduladores;
- transmisores (o un transmisor de grupo a canales N);
- sumador de canales;
- sistema de gestión de la red;

- sistema de reservas automático o manual;
- transpondedores de banda ancha (en caso necesario);
- antenas;
- equipo DVB para la creación de señales digitales en la entrada del transmisor MMDS.

El equipo DVB es necesario para la creación de señales digitales en la entrada del transmisor MMDS y debe ejecutar las siguientes funciones:

- recepción de programas digitales desde satélites (demodulación);
- decodificación (desaleatorización) de programas codificados;
- formación de trenes de datos sin señales analógicas de los estudios de televisión (codificación MPEG-2);
- formación de trenes digitales propios sin programas de diversos trenes de datos procedentes de diferentes fuentes (multiplexión y remultiplexión);
- regeneración de la información del servicio DVB (tablas de canal, tablas de ajuste, etc.);
- codificación (aleatorización) de programas de televisión digitales – Organización de la televisión de pago;
- creación de señales de frecuencias radioeléctricas (modulación) sin tren de datos que proporcionar al transmisor.

Equipo de abonado

El equipo de abonado del sistema MMDS digital interactivo consiste en un bloque interno, normalmente un bloque de sobremesa (terminal digital de cable DVB-C con un sistema incorporado de decodificación de contenido de pago) y el módulo transceptor externo – transceptor de abonado con una antena. Para gestionar las aplicaciones interactivas es necesario contar con una unidad de adaptación multimedios para televisión interactiva.

I.3 Matriz de sistemas de satélite

I.3.1 Acceso en banda ancha por satélite

Se considera cada vez más que la banda ancha y los servicios que propicia son motores de crecimiento económico en todo el mundo. Sin embargo, las redes terrenales por sí solas no pueden ofrecer banda ancha a todos los segmentos de la población. A medida que los países evalúan la amplia gama de tecnologías de acceso y las soluciones disponibles para la implantación de la banda ancha, la banda ancha por satélite debe considerarse componente esencial de cualquier estrategia en la materia. Los servicios de banda ancha por satélite, además de las soluciones que ofrecen las redes de retroceso, brindan la posibilidad de ampliar el alcance de la conectividad, y de forma rentable, incluso a las zonas más aisladas en las que no se dispone de servicios terrenales (por cable o inalámbricos) o es muy costosa su instalación.

Los usuarios optan cada vez más por el satélite para tener acceso a Internet y a la banda ancha. Dado que los datos se pueden transmitir y recibir directamente por satélite, no se necesita teléfono ni ningún tipo de conexión terrestre. Los satélites ofrecen actualmente banda ancha a velocidades entre 200 kbit/s y 5 Mbit/s para las ofertas de servicio fijo, y entre 200 kbit/s y 500 kbit/s para las de servicio móvil. Cuando se creen las redes de satélite de la próxima generación, las velocidades serán aún mayores.

Los servicios de banda ancha por satélite ofrecen numerosas ventajas, en particular para las zonas rurales y distantes, a saber:

- cobertura ubicua de todos los rincones del planeta;
- soluciones rentables y fáciles de instalar, incluso en las zonas rurales y distantes;
- no se necesita inversión en infraestructura;
- admiten grandes poblaciones de usuarios finales;

- permiten grandes implantaciones de la red;
- aplicaciones fijas y móviles;
- servicios fiables y redundantes para situaciones de emergencia que afectan a la infraestructura terrenal.

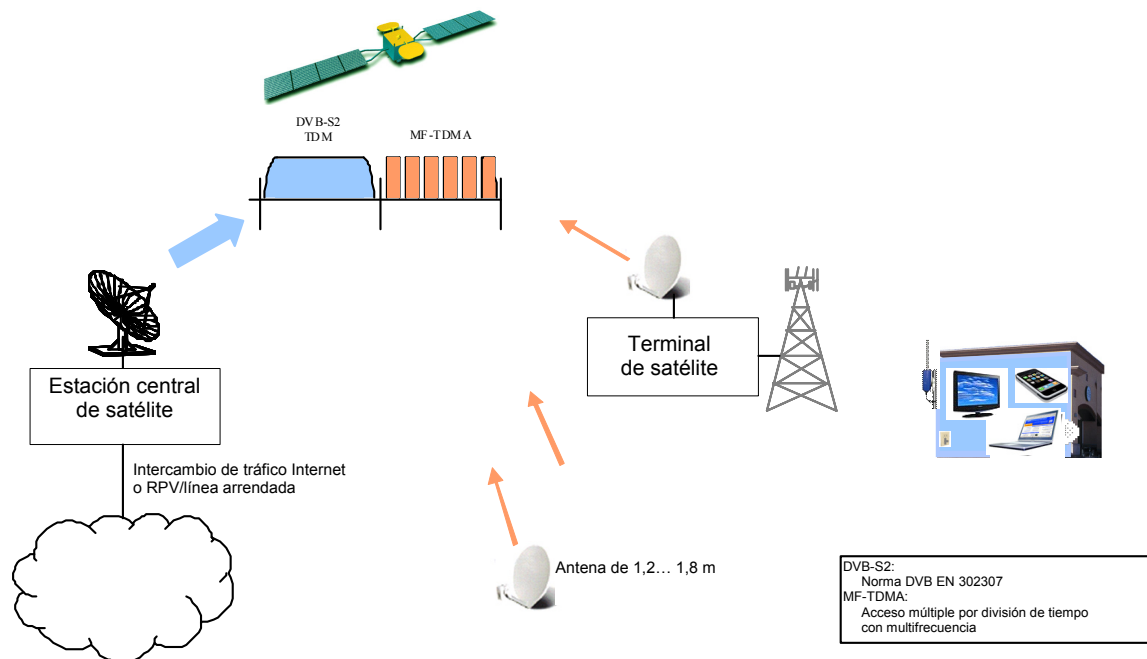
Habida cuenta de su cobertura regional y mundial única, los satélites son capaces de ofrecer conectividad inmediata a Internet y a la banda ancha utilizando las infraestructuras y recursos de satélite existentes. Eso proporciona flexibilidad y capacidad para ampliar el alcance del servicio sobre la base de la demanda del mercado, y permite cubrir de manera fácil e instantánea a las zonas rurales. Un aspecto particularmente importante en las regiones en desarrollo es que permite la conectividad de los usuarios finales y las comunidades sin necesidad de enormes inversiones de capital o vastos programas de instalación. Una vez que un sistema de satélite es operacional, la conectividad se puede ampliar para incluir emplazamientos de usuario con terminales fáciles de desplegar e instalar. A medida que aumenta el número de usuarios, las economías de escala permiten ofrecer equipos más baratos, gracias a lo cual los satélites resultan una solución aún más competitiva. Además, los servicios de antena pequeña y gran densidad que se pueden ofrecer gracias a un aumento de los niveles de la densidad de flujo de potencia permiten una conectividad aún más rentable.

La conexión por satélite está cumpliendo una función cada vez más importante en el aumento del alcance y la cobertura de las redes telefónicas móviles en todo el mundo, en particular en los mercados en desarrollo. Los avances de la tecnología han dado lugar a opciones en materia de satélite más sólidas y rentables, convirtiéndolas en un componente integral de la instalación de la red móvil. A medida que los países tratan de garantizar la conectividad de banda ancha para todos sus habitantes, la conexión por satélite seguirá siendo importante en regiones en las que las tecnologías de banda ancha móviles terrenales o de fibra por sí solas no constituye una opción viable desde el punto de vista económico.

La conexión por satélite para ampliar el alcance de los servicios de banda ancha ofrece ventajas con respecto a la cobertura, el costo, la seguridad y la redundancia. Los satélites de la órbita de satélites geoestacionarios (OSG) pueden ofrecer servicios de conexión para una vasta región con apenas un gasto mínimo en infraestructura. Las opciones de conexión por satélite facilitan a los operadores la ubicación de sus estaciones de base en lugares en que puedan ofrecer mayores ventajas a los ciudadanos, sin preocuparse por la ubicación de la infraestructura terrenal.

La conexión por satélite proporciona además redundancia de conectividad. Los daños ocasionados a la red troncal de fibra podrían interrumpir la transmisión entre las estaciones de base terrenales y las redes principales, en tanto que la extraordinaria diversidad que ofrece la conexión por satélite garantizará el mantenimiento ininterrumpido de la conexión, aunque la infraestructura terrenal sufra serios daños.

Figura 15 – Ejemplo de red de conexión por satélite



Además, la tecnología de satélite puede utilizarse en combinación con otras soluciones terrenales. Con el fin de reducir la brecha digital mundial, hoy en día pocas tecnologías para la conectividad a Internet son más prometedoras que WiFi. Esta última permite a los usuarios conectarse a Internet de manera inalámbrica cuando éstos se encuentran en zonas de conexión, es decir la zona cubierta por un punto de acceso a Internet inalámbrico.

La combinación de satélite + Wi-Fi puede proporcionar un servicio económico compartido entre los habitantes de comunidades agrícolas, aldeas rurales y pueblos de montaña e insulares. La conexión por satélite permite aportar Internet a las aldeas, en tanto que los puntos de acceso WiFi amplían el alcance de esa conectividad hasta el hogar, la escuela y los edificios públicos. Los usuarios comparten los costos de la conexión y los equipos mediante el abono o bien adoptan otros sistemas de pago conjunto.

Para aprovechar las comunicaciones por satélite, hay que tener en cuenta la reglamentación. Dadas las diferencias geográficas, políticas y económicas que existen en todo el mundo, es imposible disponer de una política de acceso de banda ancha universal. Se alientan las políticas que contemplan las elecciones del consumidor y reconocen las diversas capacidades y características técnicas de las opciones de instalación de la banda ancha. Las atribuciones nacionales de espectro, los marcos de licencias y los programas de servicio universal deben tener en cuenta la función que cumplen los satélites y cómo las decisiones en materia de reglamentación pueden facilitar, o impedir, la implantación de tecnologías de banda ancha por satélite y la utilización de redes de conexión por satélite para ampliar la cobertura a zonas aisladas.

Además de tener en cuenta soluciones de banda ancha por satélite, los países que prevén la implantación de sistemas de acceso inalámbrico de banda ancha (BWA), especialmente en zonas que podrían beneficiarse del valor añadido de la conexión por satélite, deben tomar medidas para garantizar que las redes de satélite y terrenales puedan funcionar en un entorno libre de interferencias. Por ejemplo, para facilitar una conexión por satélite segura para el BWA en países más sensibles a la atenuación debida a la lluvia (zonas tropicales), la banda de frecuencias de 3 400 a 4 200 MHz asignada al servicio fijo por satélite (SFS) debe ser protegida contra las interferencias perjudiciales causadas por otros servicios, según las disposiciones del número 4.3 del Reglamento de Radiocomunicaciones. Esta protección podría incluir requisitos obligatorios de

coordinación interna y transfronteriza para los nuevos usuarios inscritos en esa banda, junto con el mantenimiento de registros actualizados de usuarios nacionales del espectro, para ser aplicados junto con el Registro Internacional de Frecuencias de la UIT, de modo que los nuevos inscritos en la banda conozcan la ubicación de todas las estaciones terrenas de satélite. Al facilitar un funcionamiento libre de interferencias, los países en desarrollo podrán garantizar que los servicios por satélite sigan cumpliendo su función y la conexión por satélite siga ampliando el alcance de las redes a zonas rurales y distantes.

Las propiedades inherentes de las comunicaciones por satélite, es decir su amplia cobertura, su modo de funcionamiento y las posibilidades de multidifusión, les permiten ofrecer comunicaciones Internet de alta velocidad y transmisiones multimedia a larga distancia.

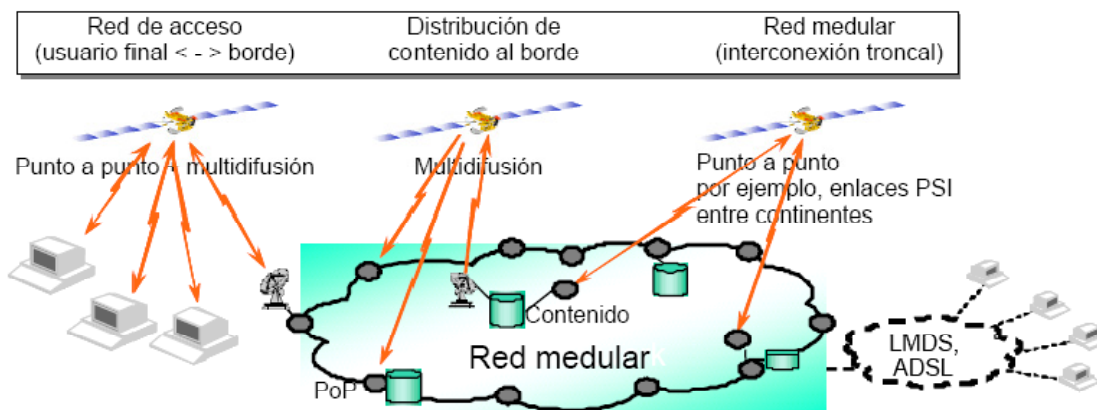
En la Figura siguiente (Figura 16) se da una visión general de las diversas ocasiones en que pueden ofrecerse servicios Internet de alta velocidad. Se ha de tener en cuenta que la red global puede abastecer a hogares individuales así como bloques de apartamentos, e interconectarlos con otras redes de telecomunicaciones con miras a realizar economías de escala para usuarios que se encuentran en zonas poco pobladas o de muy poco tráfico. La interconexión sin solución de continuidad con redes terrenales aumentará el éxito de los servicios mundiales de banda ancha por satélite proporcionados por los sistemas de satélite.

a) Arquitectura de red

En la Figura 16 se ilustran las tres principales posibilidades de instalación de sistemas mundiales de banda ancha por satélite:

- Red de acceso que proporciona servicios a usuarios finales.
- Red de distribución que distribuye el contenido en los bordes.
- Red medular que proporciona servicios troncales.

Figura 16 – Posible configuración de redes mundiales de banda ancha por satélite



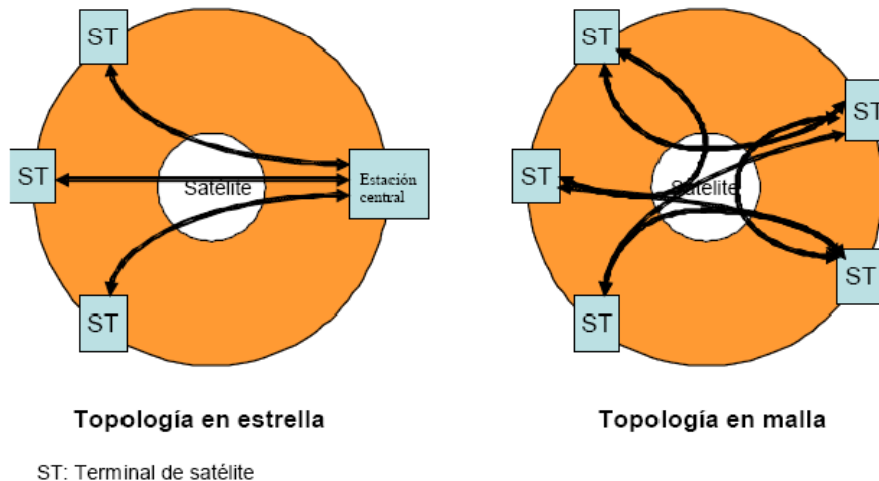
El trabajo actual trata principalmente de posibilidades de red de acceso mediante la utilización de satélites OSG y terminales de satélite fijos.

La topología de la red puede ser en malla o en estrella, como se indica en la Figura 17:

- La topología de red en estrella consiste en una disposición radial de los enlaces entre la estación central (o punto de acceso Internet) y múltiples estaciones remotas. Una estación remota sólo puede establecer un enlace directo con la estación central y no puede establecer un enlace directo con otra estación remota.

- Una red en malla consiste en una disposición en malla de los enlaces entre las estaciones, es decir, que cualquier estación puede conectarse directamente con cualquier otra estación. La topología en estrella es un caso especial de la topología en malla.

Figura 17 – Topologías en estrella y en malla



NOTA – Una topología en estrella se puede utilizar para proporcionar conexiones en malla mediante el establecimiento de un enlace indirecto entre estaciones remotas a través de la estación central.

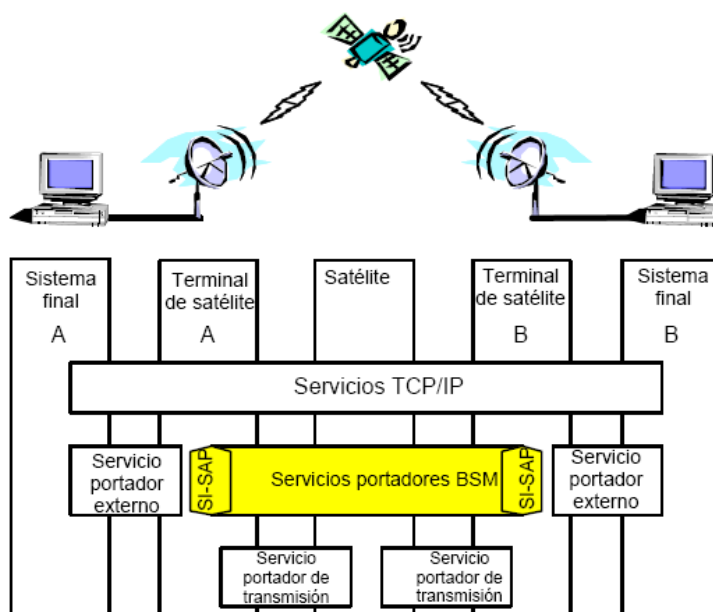
Un sistema mundial de banda ancha por satélite puede utilizar una arquitectura de satélite no regenerativa o regenerativa:

- Arquitectura no regenerativa significa una sola arquitectura, llamada habitualmente «arquitectura acodada». Esta arquitectura no termina ninguna capa de la pila de protocolo de interfaz inalámbrica en el satélite, el satélite se limita a transferir transparentemente las señales de los enlaces de usuario a los enlaces de conexión.
- Arquitecturas regenerativas son las demás arquitecturas que proporcionan funcionalidades adicionales en el satélite. En esas arquitecturas, las funciones de satélite terminan una o varias capas de la pila de protocolo de interfaz inalámbrica del satélite.

b) Arquitectura de los servicios

La arquitectura banda ancha por satélite (*BSM, broadband satellite medium*) separa el estrato de transporte en una parte superior que contiene servicios IP normalizados, y una parte inferior que contiene los servicios portadores del sistema global de banda ancha por satélite y los servicios portadores de transmisión de radio subyacentes ilustrados en la Figura 18.

Figura 18 – Arquitectura del servicio global de banda ancha por satélite



A fin de separar los servicios comunes a todos los sistemas de satélite de los que son específicos de una determinada tecnología de satélite, la arquitectura de servicio define un punto de acceso de servicio independiente del satélite (SI-SAP, *satellite-independent service access point*) como interfaz entre las capas superior e inferior. Esta interfaz corresponde a los extremos de los servicios portadores del sistema global de banda ancha por satélite indicado en la Figura 18.

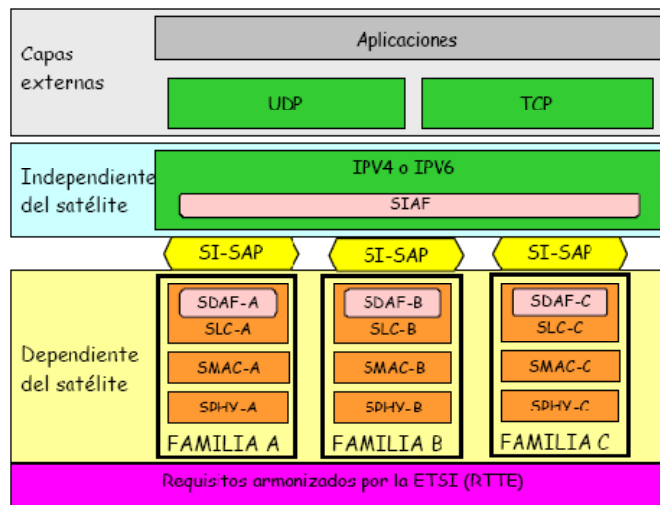
c) Arquitectura de protocolo

El sistema global de banda ancha por satélite identifica tres grupos de protocolos:

- protocolos de red IETF IP;
- protocolos adaptados del sistema global de banda ancha por satélite, que son independientes del sistema de satélite;
- protocolos dependientes de la tecnología de satélite.

La arquitectura de protocolo del sistema global de banda ancha por satélite define la interfaz del punto de acceso al servicio independiente del satélite (SI-SAP) que reside entre la capa de red IP y las capas inferiores. Inmediatamente por encima y por debajo de la interfaz, la arquitectura define dos nuevas capas de adaptación que contienen funciones del sistema global de banda ancha por satélite asociadas con la interfaz indicada en la Figura 19.

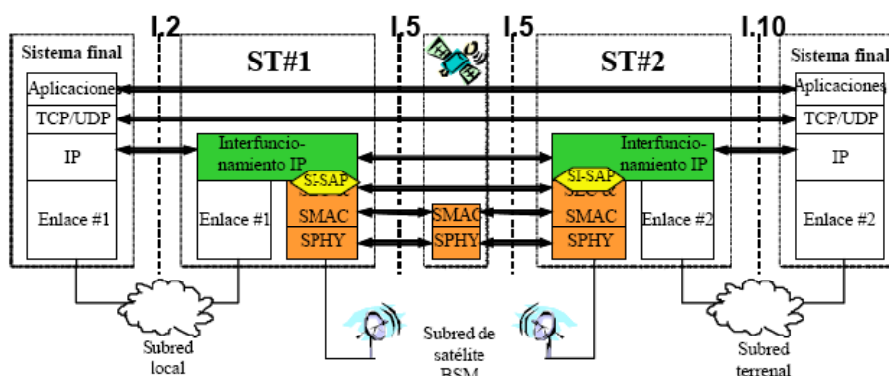
Figura 19 – Arquitectura de protocolo del sistema global de banda ancha por satélite



En la Figura 19 se indica cómo la arquitectura del sistema global de banda ancha por satélite soporta múltiples familias alternativas de protocolos de capa inferior dependientes del satélite. Cada familia corresponde a una tecnología de satélite diferente, en particular los satélites transparentes y regenerativos, así como las topologías en malla y en red. Todas las familias de capas inferiores dependientes del satélite pueden soportar estas funciones SI-SAP genéricas de distintas maneras. Cada familia define una función de adaptación dependiente del satélite (SDAF, *satellite dependent adaptation function*) que se utiliza para proporcionar la correspondencia hacia la interfaz SI-SAP y desde la misma.

La SI-SAP define una interfaz independiente del satélite que se puede utilizar para proporcionar esencialmente los mismos servicios en todas las implementaciones de BSMS. El trabajo actual trata principalmente del interfuncionamiento de la serie de protocolos IP como se indica en la Figura 20.

Figura 20 – Interfuncionamiento IP



I.3.2 Matriz de red de los terminales de muy pequeña apertura (VSAT)

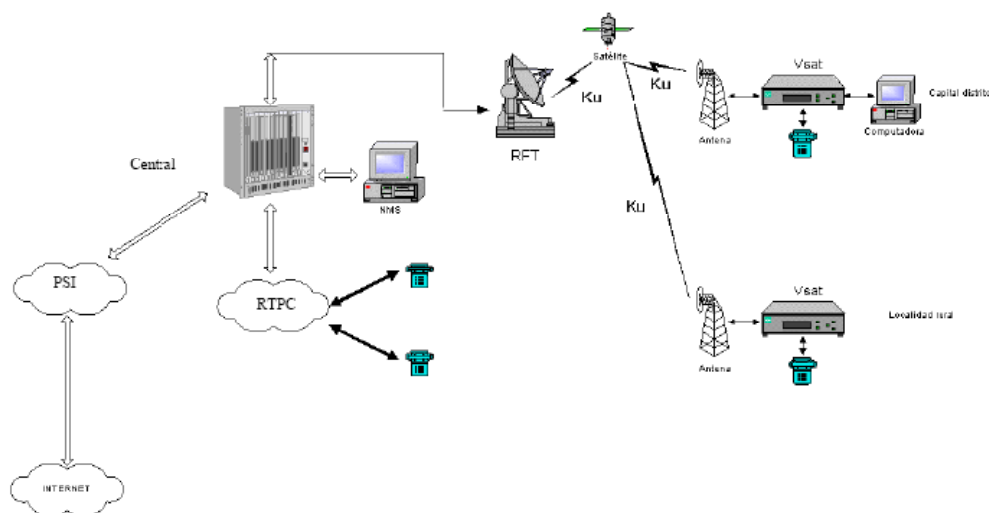
Las redes de satélite VSAT instaladas en zonas rurales suelen funcionar en la banda 10-20 GHz.

Las redes VSAT tienen una topología similar a la estrella, con múltiples estaciones remotas que comunican a través de una central con un sistema de acceso FDMA/TDMA DAMA.

La velocidad de transmisión de datos actual es de hasta 256 kbit/s para la portadora desde la central a las estaciones remotas (salida – descendente – adelante), con modulación QPSK y de 38,4 kbit/s para la portadora de las estaciones remotas a la central (entrante – hacia arriba – retorno) con una modulación MSK. Habitualmente, se proporciona también un puerto LAN Ethernet para comunicar con otros equipos.

Los principales componentes de la red VSAT son los siguientes: i) múltiples estaciones remotas; ii) estación nodal (central); iii) subsistema de pago previo²² y iv) sistema de gestión de red. La Figura 21 es un diagrama simplificado de la red VSAT.

Figura 21 – Esquema simplificado de una red VSAT



Las estaciones remotas constan principalmente de dos módulos: la unidad externa (ODU, *outdoor unit*) y la unidad interna (IDU, *indoor unit*), que comprende el VSAT, además del subsistema de alimentación en energía y el subsistema de protección.

La unidad externa (ODU) está integrada por la antena y los elementos de radiofrecuencia que permiten la comunicación entre la unidad interna (IDU) y el satélite. Entre otros, cuenta con los siguientes componentes: i) una antena cuyo tamaño va de 1,2 a 1,8 m²³, ii) un convertidor de alta potencia de 500 mW a 1 W²⁴ y iii) un bloque convertidor de bajo ruido.

Se pueden proporcionar, entre otros, los servicios²⁵ siguientes: i) voz, ii) fax de baja velocidad (Grupo 3), iii) llamadas gratuitas a centros de emergencia y iv) acceso a Internet en capitales de distrito rurales a una velocidad de 9 600 baudios.

²² El sistema de pago previo utiliza tarjetas con códigos (NIP) para efectuar llamadas. El operador debe disponer de un plan de distribución de tarjetas adecuado y velar por una capacitación adecuada de la población rural para utilizar el servicio. El procedimiento de llamada se indica al dorso de las tarjetas de pago previo, y en las cabinas telefónicas hay un cartel con indicaciones. Además, el operador forma a los usuarios sobre la utilización adecuada del teléfono público y del acceso a Internet en su caso.

²³ Las dimensiones de la antena dependen de numerosos factores (ubicación geográfica, cobertura del satélite, niveles de precipitación, velocidad de datos solicitada, etc.). En algunos casos se utilizan antenas de mayor diámetro para mejorar el rendimiento del sistema.

²⁴ 1 W de potencia en algunas ciudades de la jungla peruana debido principalmente a la cobertura del satélite y a los niveles de precipitación.

²⁵ Actualmente, todos los servicios proporcionados por operadores rurales son de pago previo, salvo el acceso a Internet, que por ahora es gratuito.

(en inglés únicamente)

ANNEX I

General Broadband Matters

I.1 Social and Economic Benefits of Broadband in Telecommunications

Broadband is extending greater access to the information society, at a lower cost, to more people worldwide. Furthermore, broadband is delivering multiple applications (voice over IP telephony, Internet applications, television/video applications and audio applications) over a single network.²⁶ For developing countries, access to the internet helps to provide previously unattainable services such as e-learning cheap telecommunications and medical know-how, and broadband has the potential to make these benefits even more achievable by bringing down costs and increasing the quantities of information exchanged. The Internet Report “The Birth of Broadband”²⁷ identifies some of the ways that broadband is impacting societies around the world:

- The sharing of knowledge is enhanced by ensuring equitable access to the Internet, which is considered as a source of information for educational, scientific, economic, social, political and cultural activities.²⁸
- Broadband is becoming a more significant tool that is accessible to all for the attainment of truly pervasive telecommunications. This goes some way towards the fulfilment of access to knowledge for all as a basic human right – a goal that has been evoked in a number of regional and international declarations and that forms one of the main tenets of the Principles developed as part of the United Nations World Summit on the Information Society (WSIS).²⁹
- The development of broadband is also bringing about a paradigm shift in levels of informatization, and therefore, accountability, particularly in government processes. Wider public access to government information, and the opening up of information on public networks, underscores a commitment to democracy and good governance.

In addition to its impact on social issues, broadband is considered an accelerator of economic development. With broadband access, it is very common that worker productivity increases. Broadband creates opportunities for bundling services together and enables telecommunication operators to offer more services to consumers at lower prices, creating added efficiencies in both time and money. In addition, new or offshoot industries are created as a result of broadband. As telecommunication broadband penetration rates grow, there will be resulting demand for computer and home network equipment, as well as wireless handheld devices and other equipment that facilitate broadband use. The economic benefits of broadband also can be attributed to indirect factors, including “increased e-commerce applications, reductions in commuting, increased consumption of entertainment, Internet telephony and savings in healthcare as a result reducing the cost of sophisticated telemedicine”³⁰. For the distribution enterprise sector, the economic benefits result from efficiencies in the distribution of goods, services and information. Thus, the economic benefits of broadband transcend from both direct and indirect sources.

In the United States, for example, several studies have been released detailing the prevailing economic benefits of broadband deployment. A July 2001 study conducted in the U.S. by Robert Crandall and Charles Jackson has estimated the benefit of broadband to the United States to be upwards of USD 500 billion per

²⁶ ITU Internet Reports: “*Birth of Broadband*”; International Telecommunication Union; September 2003. This publication has been compiled by the ITU General Secretariat.

²⁷ ITU Internet Reports: “*Birth of Broadband*”; International Telecommunication Union; September 2003.

²⁸ See: www.itu.int/osg/spu/ni/promotebroadband/PB03-PromoteBroadband.doc

²⁹ WSIS Declaration of Principles, www.itu.int/wsisis

³⁰ Ben Mackin. “*The value of Widespread Broadband*”, Entrepreneur.com, August 13, 2002.

year within the next fifteen to twenty-five years, if broadband were to become nationally available.³¹ In addition, the Corporation for Network Initiatives in California (CENIC) projects the benefits of broadband for the state to be quite substantial. California's "One Gigabit or Bust" broadband initiative promises to add 2 million jobs and an estimated USD 376 billion growth in gross state product (GSP) by 2010. This would equate to a 17 per cent increase in GDP per capita, as opposed to a mere 3 per cent increase without expanded broadband deployment.³²

Many countries and governments around the world may be concerned about the expenses of deploying broadband networks; however, with economic incentives and a favourable regulatory policy, it may be done both cost effectively and efficiently. Potential fiscal incentives for broadband build-out, such as tax credits, grants, subsidized or low-interest loans, support for research and development on broadband technologies – particularly for rural and underserved areas – can make broadband network deployment a reality.³³

I.2 Broadband Applications in Telecommunications

With the advent of broadband technologies, a myriad of applications become possible or are enhanced beyond their current capabilities limited only to dial-up Internet access. Some of the applications include:

- E-Health
- E-Working
- E-Government
- E-Agriculture
- E- Learning
- Public Safety
- Applications for persons with disabilities
- Utility applications
- Small business assistance
- Information gathering
- E-Tourism
- E-Commerce
- Entertainment

While this is not an exhaustive list, these applications are some of the most important for broadband use. The next section describes some of the most commonly used broadband applications and provides real-life examples of how broadband has been used globally to facilitate these services.

I.2.1 E-Health

E-Health (also referred to as telemedicine) has been touted as one of the primary applications made possible by broadband technology. E-Health refers not only to making diagnoses and treating patients using high-speed telecommunication access with two-way voice, video and data transmission, but it can also refer to the ability of consumers to purchase medical supplies or prescription drugs online.

Broadband deployment has led to revolutionary developments in the medical field. E-Health allows patients that are either too elderly, too sick or those in rural or remote areas too far away from medical facilities to "see" a doctor and receive medical attention using medical equipment and digital imagery technology. Thus, e-health enables improved access and better quality medical care to those who cannot visit a doctor in person, as well as offers early diagnosis and medical treatment. E-health also facilitates medical training for

³¹ Robert Crandall and Charles Jackson. "The \$500 Billion Opportunity: The Potential Economic Benefits of Widespread Diffusion of Broadband Internet Access", Criterion Economics, L.L.C., Washington D.C., July 2001.

³² Corporation for Education Initiative in California. www.cenic.org

³³ "Broadband Bringing Home the Bits". Washington D.C., National Academy Press, 2002, p. 168.

persons that can help doctors and patients in the diagnosis process from afar. While not only reducing transportation costs, it encourages the sharing of scarce resources for medical care.

Internationally, there are many examples where e-health has had a significant societal impact. The beauty of e-mail is that, with the appropriate technology, it can be performed anywhere. The following are just a few examples of where and how e-health, using broadband technology, has been employed.

- Tele-radiology in Canada's Buchanan Memorial Hospital used broadband telecommunication technology to help diagnose a problem in a patient over 270 kilometers away, thus allowing for proper patient care without the patient having to be moved.³⁴
- Using telecommunication satellite broadband technology, several patients in a remote area in Canada were treated by a dermatologist that was over 900 miles away. Had the technology not been available, those patients would have had to wait several months until the specialist could make it out to this remote area.³⁵
- In Ontario, the Canadian Hearing Society has planned several projects using broadband technology in an interactive, broadband technology to support education, employment and telecommunication opportunities for people who are blind and hard of hearing.³⁶
- In Russia, the E-health Foundation of Russia is focused on using broadband technology to conduct e-health consultations between Russia and other countries in Europe and North America, as well as within Russia's vast borders.³⁷
- The Medical Informatics and Technology Applications Consortium (MedITAC³⁸) has made several successful trips to Ecuador in recent years. Teams of medical and technical personnel have completed many projects in Ecuador, including electronic transmission of pre-operative patient data; installation of Electronic Medical Record (EMR) in Ecuador; training of collaborators in entering, exporting, and importing data; transmission of text files from remote villages to larger cities using high frequency radio; and transmission of live hernia surgery from a mobile surgical truck with images from a laparoscopic camera, while surgeons in Richmond identified key instructions.³⁹
- In Turkey, MedITAC sent two people to Turkey with Physicians for Peace (based in Norfolk, Virginia, USA) to assemble a multimedia course on landmine victim rehabilitation. The Physicians for Peace mission focused on developing an on-site multimedia curriculum that can be used for landmine relief efforts anywhere in the world.⁴⁰
- In Uzbekistan the Teleconsultation System for the Republican Centre of Emergency Medicine is one of the largest medical centres in Tashkent, the nation's capital. The principle long-term e-health goal of the centre is to connect via broadband, the primary Emergency Centre with the National Research Centre of Surgery and all 12 regional branches of the Emergency Centre. Initially, e-health transmissions will be based on store-and-forward Internet technology. Later, when the country's telecommunication infrastructure has been upgraded to ISDN, videoconference facilities are also to be implemented. The system will be focused on teleradiology.

For more information on applications for telemedicine and e-health applications, please see the ongoing work under Question 14-1/2, "Application of telecommunications in health care."⁴¹

³⁴ Canadian Broadband Taskforce Report, "Networking the Nation for Broadband Access", 2001, p. 29.

³⁵ Canadian Broadband Taskforce Report, "Networking the Nation for Broadband Access", 2001.

³⁶ Canadian Broadband Taskforce Report, "Networking the Nation for Broadband Access", 2001, p. 20.

³⁷ www.meditac.com/MedITAC/Projects/projects_main.cfm

³⁸ Stands for The Medical Informatics and Technology Applications Consortium, which has its headquarters on the Medical Campus of the U.S. Virginia Commonwealth University.

³⁹ www.meditac.com/MedITAC/Projects/projects_main.cfm

⁴⁰ www.meditac.com/MedITAC/Projects/projects_main.cfm

⁴¹ www.itu.int/ITU-D/webdocuments/list_new.asp?question=Q14-1/2&lang=en&period=2002

1.2.2 E-Working

The ability to work – either work from home or from another location, such as a telecentre that is outside of a person’s regular office – is an important telecommunication broadband application using such technology. E-Working can contribute to time and cost savings for both employers and employees, as well as enable persons with disabilities or others that are physically challenged to work. While E-Working is generally thought to mean “working from home,” it is not limited to this. It also refers to using virtual or satellite offices to work. In a virtual office, employees may share a reduced office space at a nearby employer facility, use the same facilities on a rotating basis, or participate in a fee-based telework centre arrangement.⁴²

Many people believe that E-Working can significantly change their lives. By using broadband technology for teleworking, people spend more time working and less time commuting to and from work. This becomes particularly important both in high-density areas where traffic and traffic-related pollution are both very high, as well as in remote areas that force workers to travel great distances to get to their jobs. E-Working also can improve employee productivity by reducing the number of distractions that people encounter at the office. This is because it can help eliminate competing priorities and interruptions.⁴³

For many companies, teleworking results in significant advantages for both employers and employees, and it can be a low-cost employee benefit provided by companies. E-Working can contribute to reduced office space rental and parking expenses, as well as save on business travel due to the reduced need to travel to physically attend meetings. It also can provide workers the needed flexibility that may induce well-qualified people, who otherwise may not want to work in particular jobs or areas, to accept certain jobs.

E-Working using broadband technology also can facilitate group projects and collaborative projects with professionals in different locations. This helps maximize efficiencies and sometimes-scarce economic and professional resources. With the assistance of videoconferencing, as well as streaming audio and video facilities, teleworking enables employees to collaborate on projects more easily, reduces the need for face-to-face meetings, and therefore reduces the necessity to travel, while accomplishing the same goal of “seeing” people or presentations in real-time.

E-Working may also assist persons with disabilities who currently are underemployed or unemployed due to communication difficulties or trouble with transportation to an office outside of the home or other facility. Because the high connection speeds and the facilitation of two-way voice, video and data transmission, broadband enables the presentation of information in multiple formats, such as audio, video, and captioning, which are well-suited for those with certain disabilities. Thus, broadband technology opens up a range of telecommunication choices that help present information in the most appropriate format for peoples’ needs.⁴⁴

Another advantage of using broadband to facilitate teleworking is that it can improve employee retention rates, thereby reducing recruitment costs and other costs, such as advertising, interviewing, and training, that are associated with hiring new employees. It also can reduce absenteeism because it allows people flexibility to balance work and home-related activities more easily, thereby reducing the need for people to take time off from work or use sick leave to accomplish the same goals. Overall, E-Working can be a substantial time- and money-saving application for many different industries.

Companies, both large and small, can reap the benefits of E-Working. A subsidiary of a large multinational company, Siemens Enterprise Networks, has realized substantial savings by promoting teleworking which became a mainstream part of the business model in 1996. By mid-2002, 20 per cent of the 3 000 employees were dedicated full-time E-Workers, and 40 per cent were mobile workers.⁴⁵ E-Working enabled the company to decrease office space by 35 per cent nationwide and annual real estate savings have been over USD 3 million in the 3 000-person subsidiary alone.

⁴² Positively Broadband Campaign, “Anytime, anyplace, anywhere: Broadband and the Changing Face of Work”, July 2002, p. 5.

⁴³ Positively Broadband Campaign, “Anytime, anyplace, anywhere: Broadband and the Changing Face of Work”, July 2002, p. 5.

⁴⁴ Positively Broadband Campaign, “Anytime, anyplace, anywhere: Broadband and the Changing Face of Work”, July 2002, p. 5.

⁴⁵ Siemens Enterprise Networks – Facts on Teleworking Products and Practices Press Release, 2001.

Many smaller companies and individuals have reaped the rewards of E-Working, as well. In order to assist smaller companies in rural U.S. communities, the United States Government is actively promoting the benefits of E-Working in the United States through the Farm Security and Rural Investment Act of 2002 which was signed into law on May 13, 2002. The law provides grants of USD 500 000 each to rural communities to establish telework sites. Grants will be awarded to non-profit organizations, educational institutions, and Native American tribes. The law also authorizes the U.S. Secretary of Agriculture to establish and operate a national rural E-Work institute. This institute will conduct outreach to rural communities and rural workers; develop innovative, market-driven telework projects and joint ventures with the private sector that employ workers in rural areas in jobs that promote economic self-sufficiency; support private sector businesses that are transitioning to telework; and support and assist telework projects and individuals at the State and local level.

1.2.3 E-Government

As an entity that primarily provides services to others, government is in a prime position to reap the benefits of broadband technologies. Governments can use broadband to help transform legacy systems into customer-friendly systems and create a public-centered service for such public.

E-Government applications can help citizens solve problems. E-Government allows citizens to get information on basic government services to allow citizens to fill out electronic forms and get information through self-service online. With more citizens accessing and using services online, the more expensive paper, voice and face-to-face transactions are likely to shrink, lowering the cost of providing services.⁴⁶ This also allows government agencies greater ability to concentrate on providing improved quality of service or expanding the quantity of services they provide.

Broadband allows interaction with the government to be more convenient for citizens because it reduces the time necessary to get information. It can obviate the need to make phone calls or visit government offices during business hours because tasks can be performed at the citizen's convenience. In addition, those who work long hours or shift work, the elderly and those with mobility problems or other disabilities have the same opportunities as others to get the information they need.⁴⁷

Examples of some of the services that can be provided using E-Government include: renewing a driver's licenses; registering to vote and voting; one-stop shopping for government services without having to know which government agency handles specific functions; ordering birth, death, marriage certificates; filing and paying taxes; and obtaining business licenses.⁴⁸ Other services include filing for financial aid, as well as filing applications for certain government housing, education and other programs.

Broadband technology -enabled E-Government is a win-win for both citizens and the government itself. Within government, broadband can lead to improved task management, as well as less waste, fraud and abuse. Many internal government transactions can be handled online, including travel reimbursements, changes of address, pension fund modifications, etc.⁴⁹ Broadband technology also can enable government to save money on mailing, printing and handling costs. Overall, electronic service delivery can change human resource management patterns and improve organizational performance.⁵⁰

⁴⁶ Andrew Leigh and Robert Atkinson, "Breaking Down Bureaucratic Barriers – The Next Phase of Digital Government," Progressive Policy Institute, November 2001.

⁴⁷ Andrew Leigh and Robert Atkinson, "Breaking Down Bureaucratic Barriers – The Next Phase of Digital Government," Progressive Policy Institute, November 2001.

⁴⁸ M. Cook, "What Citizens Want from E-Government", Center for Technology in Government, University of Albany/SUNY, www.ctg.albany.edu/resources/htmlrpt/e-government/what_citizens_want.html

⁴⁹ Leigh Atkinson, "Breaking Down the Bureaucratic Barriers: The Next Phase of Digital Government", November 2001, p. 7.

⁵⁰ S. Cohen. and W. Eimicke, "The Use of the Internet in Government Service Delivery", PWC Endowment for the Business of Government, 2001. See www.endowment.pwcglobal.com

There are many examples of countries that have employed broadband technology to create E-Government applications.⁵¹ The following are just a few:

- In the Dhar district in central India, the Gyandoot Project has established community-owned, technologically innovative and sustainable information kiosks in a poverty-stricken, tribal dominated rural area of Madhya Pradesh. Information kiosks have connectivity through local exchanges on optical fibre or UHF links. Citizens can use the kiosks to obtain Agriculture Produce Auction Centre Rates; get copies of land records; conduct online registration to obtain income/caste/domicile certificates; file an online public grievance redress; conduct auctions for land, agricultural machinery, equipment, and other durable commodities; and obtain updated information regarding beneficiaries of social security pension, rural development schemes and information regarding government grants given to village committees and public distributions.⁵²
- In Brazil, the state government of Bahia has created Citizen Assistance Service Centres (SAC), using broadband technology, that bring together federal, state, and municipal agencies in a single location to offer the e-services that citizens most frequently need and use. The centres have been placed in convenient public locations, such as shopping malls and major public transportation hubs. They offer citizens significant time savings, while also delivering services with greater courtesy and professionalism. A further benefit has been a reduction in the overhead expenses of government since, in many instances, agencies pay much lower rents for space in the SAC than for the properties they previously rented to interact with the public.⁵³
- The Department of Revenue in Karnataka, India, has computerized 20 million records of land ownership of 6.7 million farmers in the state. Previously, farmers had to seek out the village accountant to get a copy of the Record of Rights, Tenancy and Crops (RTC) – a document needed for many tasks such as obtaining bank loans. Currently, for a small fee, a printed copy of the RTC can be obtained online at a computerized land record kiosks (Bhoomi centres) in 140 *taluk* offices. In the next phase, all the *taluk* databases are to be uploaded to a web-enabled central database. RTCs would then be available online at Internet kiosks connected through broadband technologies, which are likely to be set up in rural areas.⁵⁴
- A European Commission study, carried out in April 2002,⁵⁵ on E-Government in Europe shows clear progress. Since the measurement in October 2001, the availability and interactivity of public services on the Internet rose by 10 per cent to reach 55 per cent. The study was part of the European Commission's "Benchmarking eEurope" initiative and measured twenty basic public services in the 15 EU Member States, plus Iceland, Norway and Switzerland. In this study, a representative sample of more than 10 000 public service providers in the 18 countries was assessed. The survey found that the overall degree of online availability of public services in the countries through broadband technologies was 55 per cent, compared to 45 per cent in October 2001. The categories of public services that were most prevalent included income-generating services, such as taxes and social contributions (79 per cent), followed by registration services, such as registration of cars and new

⁵¹ See: www.digitalopportunity.org/cgin/index.cgi?root=2822&url=http%3A%2F%2Fwww1%2Eworldbank%2Eorg%2Fpublicsector%2Fegov%2Fservdel%2Ehtm for other examples.

⁵² See: www.digitalopportunity.org/cgiin/index.cgi?root=2822&url=http%3A%2F%2Fwww1%2Eworldbank%2Eorg%2Fpublicsector%2Fegov%2Fservdel%2Ehtm

⁵³ See: www.digitalopportunity.org/cgibin/index.cgi?root=2822&url=http%3A%2F%2Fwww1%2Eworldbank%2Eorg%2Fpublicsector%2Fegov%2Fservdel%2Ehtm

⁵⁴ See: www.digitalopportunity.org/cgibin/index.cgi?root=2822&url=http%3A%2F%2Fwww1%2Eworldbank%2Eorg%2Fpublicsector%2Fegov%2Fservdel%2Ehtm

⁵⁵ See: europa.eu.int/rapid/start/cgi/file.tmp_Foot 1

companies, and social security. Services related to documents and permits, such as drivers' licenses and passports, were the least developed on the web (41 per cent).⁵⁶

- By 2003, the Japanese Government's E-Government Program was expected to result in nearly all applications and procedures being available online.⁵⁷ The government would like to deploy public Local Access Networks (LANs) that connect schools, libraries, community centres and city halls across the country by 2005.
- In Canada, the city of Yellowknife now offers many government services online. Citizens can register businesses, obtain lottery licenses, pay parking tickets, book public facilities and find information about local laws. Through a project called CityNET, the city is preparing to offer citizens information through an interactive computerized phone system and an interactive version of cable television.⁵⁸
- In the UK, the www.ukonline.gov.uk portal was created to provide a single access point to UK Government information and services. It was launched in early December 2000 and contains applications and features, such as:
 - a) "Quickfind" – a powerful search engine that guides users directly to the right information, allowing people to cut through the maze of government.
 - b) "Do It Online" – access to useful online transactions, such as applying for a passport, buying a TV license, paying bills, notifying others of changes of address and filling in self-assessment tax returns.
 - c) "Newsroom" – providing an easy way to keep in touch with government news, announcements and advices.
 - e) "CitizenSpace" – a section to make it easy for people to find out about government plans and contribute to the formulation of new policies on which the public is invited to comment.
 - f) "Easy Access" pages, which give simpler access to the portal for those who are visually impaired or have low reading skills.⁵⁹

I.2.4 E-Agriculture

Agriculture is another ideal candidate for reaping the benefits broadband technology. Broadband access creates a link between buyers and sellers, simplifies pricing determination, offers risk management and forward pricing opportunities and can facilitate improved farm productivity and environmental protection. Broadband also makes possible electronic exchange trading of agricultural commodities, and it enables farmers the ability to conduct better production management, inventory control and better marketing techniques for their commodities and products – both domestically and internationally.

Because of the geographical separation between farmers and their markets, the fact that there are far more buyers than sellers, as well as the fact that commodities are often perishable and fungible by time, broadband can play an important role in bringing farmers and their markets together more quickly and getting products to market more quickly and efficiently.

Broadband technology also can provide farmers with an easier ability to earn "off-farm income." Because the economics of farming do not allow many farmers to live off the proceeds of farming alone, many farmers need to find additional work to supplement their income. Broadband access can give them an opportunity to use their skills to work from home and not leave the farm.

The economic benefits of using broadband in the agricultural sector are significant. "According to Morgan Stanley Dean Witter, B2B e-market opportunity (in the United States) for non-equipment agricultural inputs

⁵⁶ "Online public services: Europe making progress on eGovernment", EC Website, Brussels, June 20, 2002.

⁵⁷ TISP workshop, OECD, Shinichiro Sakata, Deputy Director General for Information and Communications Policy, Ministry of Public Management, Home Affairs and P & T, Japan, December 2001.

⁵⁸ Canadian BB Taskforce Report, "Networking the Nation for Broadband Access", 2001, p. 20.

⁵⁹ UK Online Strategy Action Plan Report: [www.e-envoy.gov.uk/oeo/oeo.nsf/sections/index/\\$file/index.htm](http://www.e-envoy.gov.uk/oeo/oeo.nsf/sections/index/$file/index.htm)

such as seeds, chemicals, fertilizers and veterinary supplies alone could be USD 34 billion. Moreover, on the farmers' marketing side, efficient B2B e-commerce structures could cut marketing costs by about five cents per bushel for wheat, oilseeds, and feed grains."⁶⁰

In addition, broadband networks can provide the agricultural community with many additional advantages. For example, broadband enables the creation of "Virtual Enterprise Zones" (VEZs). These are electronic markets for citizens and businesses that could reap benefits from government assistance. With broadband technology, more rural areas could immediately join existing VEZs or create new VEZs. Precision agriculture is another application made possible by broadband technology. With this, broadband can be used for yield monitoring, soil sample analysis and access to satellite imagery for weather patterns. The information can be stored off-site and analyzed by off-site experts and then relayed back to the farm.

Other applications, such as distance agriculture education and technical services via broadband technology, can assist with crop planning, pest management, input management of goods and equipment servicing. Tele-veterinary applications are also possible with broadband technology. Because of the high cost of door-to-door veterinary services and because many farmers often perform their own routine veterinary care, broadband can deliver more accurate information on health problems in animals and more vital information on insects more quickly. Virtual livestock auctions also are made possible with broadband technology because the potential number of buyers seeing animals increases without having to transport animals from location to location. Furthermore, broadband technology can assist farmers with distributing scarce resources efficiently and effectively in times of draught or crisis by enabling farmers to transmit information quickly about product stockpiles.

An additional application of broadband technology in the agricultural sector is using broadband connections to track the identity of agricultural commodities and products. In other words, broadband connections can be used to track the production and distribution chain of various commodities and products. This can be particularly useful when products need to be recalled for health and safety concerns. In addition, broadband technology can play a role in protecting national security because it can make food tampering less effective by using product tracking to expose potential culprits.

In Canada, broadband telecommunication networks are being used to assist with farm management and electronic livestock auctions. In fact, over 60 per cent of the beef cattle sold in Quebec are now sold at electronic auctions. The selling cost for producers of grain-fed calves has dropped from CAD 11 to CAD 4 a head, thus increasing profit margins, and the animals do not have to be shipped twice – first to the auction site and then to the slaughterhouse.⁶¹

In a major step towards improving rural connectivity in Maharashtra, India, the state government has planned an integrated agricultural project using wireless in local loop (WLL) technology to provide extensive and dynamic information to farmers through internet and video-conferencing. Two pilot locations, at Baramati and Pabal, will have one WLL centre each. The proposed project will extend Internet access to surrounding villages within a 25 km radius. The villages in the vicinity of the WLL centres would be provided with Internet kiosks from where farmers can browse agriculture-related websites, download information on various agro technologies, get meteorological information as well as disaster prevention management plan, pest incidents and remedies. Similarly, farmers will be able to access global and country-wide market information, various government schemes, facilities, agro-processing and marketing information, communicate directly with scientists and other farmers and utilize e-commerce in agriculture.⁶²

One example of an agriculture portal is Agmarket, an Indian agriculture website that aims to establish a nation-wide information network for speedy collection and dissemination of market information for its efficient utilization.⁶³ Agmarket offers computerized data on market fees, market charges, total arrivals, arrivals by agencies, prices (variety wise / quality wise), storage, dispatches with destination, mode of

⁶⁰ "The Importance of Next Generation Internet Access to Agriculture and Rural America", World Perspectives, Inc., April 13, 2000, p. 2-3.

⁶¹ Canadian Broadband Taskforce Report, "Networking the Nation for Broadband Access", p. 22.

⁶² "Maharashtra draws up plan for WLL-versed villages", *The Economic Times*, 21st April'03, www.economictimes.com

⁶³ www.agmarknet.nic.in/

transportation, costs, sold and unsold stocks, sources of supply with destination, method of sale and payment. It also ensures the flow of regular and reliable data to producers, traders and consumers to derive maximum benefit of their sales and purchases.

In the United States, the “Freedom to E-File Act” directs the U.S. Department of Agriculture (USDA) to make its programs accessible via the Internet. USDA officials estimate that up to two million farms could save, at minimum, the one-hour drive from the farm to government office building to fill out forms.”⁶⁴ In addition, the 2002 U.S. Farm Bill included a specific section on the promotion of rural broadband telecommunication access. Section 601 states that the loans and loans guarantees should be provided to aid in the construction, improvement and acquisition of facilities and equipment for broadband telecommunication service in eligible rural communities. Up to USD 20 million will be made available for each of fiscal years 2002 through 2005, and USD 10 million each for fiscal years 2006 and 2007.

1.2.5 E-Learning

E-Learning is one of the most widely touted applications of broadband technology. Broadband technology enables students of all ages and from any geographic location to take advantage of educational opportunities in schools, universities and other kinds of educational institutions. Broadband can provide students the opportunity to see and interact with professors in real-time, collaborate on group projects when participants are located in different geographic locations, and give the poor, underprivileged, or disabled technology the opportunity to learn a multitude of subjects without the burden of costly and time-consuming travel to educational institutions. Many nations and localities have used broadband technology to provide distance-learning opportunities for their citizens. Below are several examples to illustrate some successful examples.

In Denmark, Sektornett⁶⁵, which was established in 1993, is an electronic network for primary, lower and upper secondary schools, vocational schools and institutes of higher education. In addition to Internet access, a number of services are offered, primarily high-security Sektornett manager training at schools and technical support. By 2002, there were more than 3 000 institutions on the Sektornett. Nearly all upper secondary schools, higher preparatory courses, adult education centres, vocational schools and institutes of higher education are now connected through broadband technology.

Also in Denmark, the Research Network (Forskningsnettet) was established in 1997 for the purpose of interconnecting Danish research institutions using high-speed transmission of text, sound, images and video. The Research Network supports applications such as videoconferencing, distance education and telemedicine.⁶⁶

A virtual university in Pakistan is providing students with an opportunity to learn computer skills. The USD 40 million project provides distance learning using the television, video conferencing and Internet, and it is intended to train nearly 60,000 computer science graduates so that they can help develop an information technology industry in Pakistan. In order to control costs and make the program affordable, educational centres are being set up where students can view the courses and access the Internet.⁶⁷

The Cisco Networking Academy Program evolved out of internal Cisco efforts to meet the training needs of students and teachers in schools being “wired”, having telecommunication networks installed, and being connected to the Internet. The Academy program focuses on training students in the skills necessary to design, implement and operate computer networks. It utilizes web-based learning to facilitate rapid evolution and dissemination of up-to-date curricula. It can also provide widespread availability of information on the strategy and the programs that support it. Currently, the Networking Academy program includes partnerships with many organizations, in addition to ITU, has been established in almost 8 500 locations in over 130 countries, including 28 of the UN’s officially designated Least Developed Countries.⁶⁸

⁶⁴ “The Importance of Next Generation Internet Access to Agriculture and Rural America”, World Perspectives, Inc., April 13, 2000, p. 6.

⁶⁵ www.fsk.dk/fsk/publ/2001/broadband/fromhardware.doc

⁶⁶ www.fsk.dk/cgi-bin/theme-overview.cgi

⁶⁷ Alfred Hermida “*Teaching Goes Virtual in Pakistan*”, BBC News Online, May 13, 2002.

⁶⁸ World Telecommunications Development Conference.

1.2.6 E-Tourism

Broadband enables people to “visit” tourist spots without having to travel long distances to see attractions in person. Broadband technology connections (video application in particular) can enable people to view art treasures, exhibits, historical landmarks and other types of tourist attractions. In addition, broadband technology can assist fans of sporting and other major events, like the World Cup or the Olympics, to “see” the events as they would in person in real time. This is particularly useful for events that may be too far to travel to and where significant time-zone differences may not enable real-time viewing of these events.

1.2.7 E-Commerce

Electronic Commerce (E-Commerce) is the term associated with buying and selling products and services over electronic systems such as the Internet and other computer networks. Recently, with widespread Internet usage, e-commerce has grown extraordinarily. E-commerce has become a general concept given the wide variety of applications that it enables including mobile banking, ticketing, coupons, payments and money transfers. E-commerce has witnessed steady growth, especially with the launch of high profile device launches including smartphones.

There has been a growth in sophisticated mobile web applications that resemble the full web experience equivalent to PC-based online shopping. Mobile banking in particular has proven to be extremely relevant in developing countries where banks seek to provide convenient services to bankers but face poor banking infrastructure (including poor fixed broadband network infrastructure).

The following are a few examples illustrating e-commerce applications that would operate productively through a broadband connection:⁶⁹

- Launched in 2007, Pay-Buy Mobile, a MNO (Mobile Network Operator) worked with the GSM Association (GSMA) to use mobile phones to make fast, secure payments in a retail environment using wireless technology. The GSMA has been working with a variety of key stakeholder groups including operators, financial institutions and handset and point-of-sale device vendors.
- In January 2008, U.S. Bank, MasterCard and Nokia introduced a mobile payments pilot program in Spokane, Washington. Programme participants received a new Nokia 6131 mobile phone equipped with MasterCard PayPass payment functionality, which allows them to pay for purchases with a tap of their mobile phone, instead of sliding a card through a magnetic stripe reader, handing it over to the cashier, or fumbling for cash and coins.
- In late 2008 it was announced that a mobile payment pilot in South America is being launched in Guatemala by Visa with Banco Industrial and Banco Uno. The trial will last for six months. 200 Visa customers will have their credit card details placed on to their mobile phones and will be able to make small value purchases at hundreds of merchants by tapping their devices against Vivotech VivoPay in 5000 payment readers.
- India’s Bharti Airtel chairs the GSMA’s Mobile Money Transfer steering committee, and Western Union agreed with the GSMA in October 2007 to develop a commercial and technical framework that mobile operators can use to deploy services that enable consumers to send and receive low-denomination, high frequency money transfers using their mobile phones.
- MoneyBoxAfrica is an initiative from Nigeria’s leading technology focused investment and financing institution, Integrated Capital Services. The service is based on Paybox’s Mobiliser Platform and the Money Mobiliser product. The service targets the 80% of Nigerians who are unbanked or under banked. MoneyBox is a new savings and payment service based on scratch cards and e-pins and enabled by any mobile phone. IT offers a fast, safe, secure and reliable cash-like way to remotely save, spend and transfer money. With MoneyBox, one can open an account, save money, pay utility bills, buy insurance, send money to friends and relatives, withdraw money at agent locations, banks or ATMs, get access to credit and make investments. MoneyBox offers

⁶⁹ “Mobile Commerce – Prospects for Payments, Ticketing, Coupons and Banking 2008 – 2013” – Juniper Research.

banking functions at agent locations by providing deposit, transfer and withdrawal services unrestricted by location or proximity to a bank.

- In April 2008, Etisalat announced the start of a pilot service for Mobile Money Transfer from the UAE to India. The service enables Indian expatriates in the UAE to transfer money to their relatives back home through Idea Cellular, with Tata Communications to the central hub for the service. HSBC India is the banking channel for the funds transfer in India with Mashreq the banking partner in the UAE. Customers enrolling for Mobile Money Transfer service are provided with a mobile wallet which can be loaded by transferring money from a partner bank account. The money transfer is a simple menu driven process. Transactions are secured using a PIN.

I.2.8 E-Environment

E-environment⁷⁰ is defined as a) The use and promotion of ICTs as an instrument for environmental protection and the sustainable use of natural resources; b) The initiation of actions and implementation of projects and programs for sustainable production and consumption and the environmentally safe disposal and recycling of discarded hardware and components used in ICTs, and c) The establishment of monitoring systems, using ICTs, to forecast and monitor the impact of natural and man-made disasters, particularly in developing countries, LDCs and small economies.

The contribution of ICTs for dealing with environmental issues can be broken into categories such as⁷¹:

- Environmental observation
- Environmental analysis
- Environmental planning
- Environmental management and protection
- Impact and Mitigating effects of ICT utilization
- Environmental capacity building

The effect of broadband and related applications on the environment:

Similar to several recent studies, a study in the USA⁷² “investigated the use of advanced technologies, including broadband services and telecommunications technologies and their specific effects on energy use and the environment” and indicated that there are significant savings that broadband technologies can bring in terms of reduced green house gas (GHG) emissions. The study concluded that the greatest potential for GHG reductions over the coming 10 years in the USA would come from the use of e-Commerce, followed by telecommuting, teleconferencing and paper reduction. “If the green house reductions noted in this study were converted into energy saved, we forecast that IT applications could save 555 million barrels of oil a year, or roughly 11 per cent of the oil imported into the USA today”.

Similarly, a study on the role of ICTs and broadband on GHG emissions and climate change commissioned by Telstra, the incumbent Australian telecommunications operator, stated that according to a survey of Australian business, their ICT use amounts to 7.9 Megatons of CO₂, amounting to roughly 1.4% of national emissions. Telstra has recently launched the “Smarter, greener, together” website after reviewing a study showing that the telecommunications industry is capable of helping Australia reduce its yearly carbon emissions by approximately 5%, amounting to roughly 27 million carbon tons by the beginning of 2015.

Many reports have shown how broadband usage and (ICT) can have a huge environmental impact by reducing energy consumption and greenhouse gas emissions.

A November 2008 report by GeSI, the Global e-Sustainability Initiative, estimates that ICT can reduce emissions in the U.S. by up to 22 percent by 2020 through environmentally friendly practices such as smart

⁷⁰ Derived from the text in the Geneva Plan of Action (2003) from the World Summit on the Information Society (WSIS) Action Line C7: E-environment (<http://www.itu.int.wsis/docs/geneva/official/poa.html#c7-20>).

⁷¹ ITU.2008. ICTs for e-Environment – Guidelines for Developing Countries, with a Focus on Climate Change.

⁷² Fuhr, J.P. and Pociask, S.B. 2007. *Broadband services: economic and environmental benefits*. The American Consumer Institute.

logistics, smart buildings, a smart power grid and reducing travel through videoconferencing and tele-work. The assessment of smart grid has many implications including broadband since broadband equipment contributes to electricity consumption. A 2007 American Consumer Institute (ACI) study found major reductions are possible over 10 years:

- Telecommuting reduces office space and car commutes, saving 588 million tons of emissions;
- Widespread teleconferencing could eliminate one-tenth of all flights, saving 200 million tons;
- E-commerce will reduce warehousing and long- distance shipping, saving 206 million tons.

The GeSI and ACI studies show how widespread adoption of high-speed broadband service could reduce up to 36 percent of U.S. oil imports each year and eliminate a billion tons of greenhouse gas emissions in 10 years.

An additional study by GeSI⁷³ indicates that while there is expected ICT and broadband growth in developed markets, the most significant growth will occur in developing countries. Currently 1 out of 10 people in China owns a PC. This is expected to increase to 7 out of 10 by 2020, comparable to the PC ownership in the United States today. In approximately 12 years, half the Chinese population will have a phone and half of all households will have broadband access.

By 2020, almost a third of the global population will own a PC, half will own a mobile phone and one in 20 households will have a broadband connection. These statistics are indicative of a parallel increase of mobile phones, chargers, internet protocol TV (IPTV) boxes, home broadband routers and telecom infrastructure in the coming years. The telecoms devices (excluding infrastructure) global footprint was 18 Million Tons CO₂ (MtCO₂) in 2002 and is expected to increase almost threefold to 51 MtCO₂ by 2020,⁷⁴ driven mainly by increases in the use of broadband modems/routers and IPTV boxes. Telecom infrastructure growth is attributed to an increased demand for telecom devices, broadband and mobile accounts, video and game sharing and other peer-to-peer content exchange. The telecoms infrastructure footprint, including ongoing energy use and carbon embodied in the infrastructure, was 133 MtCO₂ in 2002 and expected to more than double to 299 MtCO₂ by 2020.⁷⁵

The OECD is currently⁷⁶:

- Developing a framework for analysis of ICTs and environmental challenges. The aim is to comprehensively model environmental effects of ICT production, use and their application across industry sectors.
- Analyzing existing indicators and statistics on the relationship between ICTs and the environment with the aim of improving availability and comparability of official statistics.
- Identifying priority areas for policy action including life cycle analysis of ICT products and impact assessments of smart ICT applications. This work covers the potential of sensor-based technologies and broadband networks to monitor and address climate change and facilitate energy efficiency across all sectors of the economy.

In a recent paper⁷⁷, the OECD notes that governments can encourage the usage of Green ICTs by enforcing rules that can be voluntary Codes of Conduct (CoC) or mandatory national laws. “For example, the EC has formulated two CoCs for relevance for Green ICT: In the *EU Codes of Conduct for Broadband Equipment*, companies must commit to reduce energy consumption of broadband equipment (EC, 2008a). The *EU Codes of Conduct for Data Centers* sets energy efficiency goals and measures standards for data centre providers (EC, 2008b).”

⁷³ SMART 2020: Enabling the Low Carbon Economy in the Information Age.

⁷⁴ “Energy Usage of Mobile Telephone Services in Germany”, Schaefer C., C. Weber and A. Voss (2003), Volume 28, Issue 5, pp 411 – 410.

⁷⁵ “Energy Usage of Mobile Telephone Services in Germany”, Schaefer C., C. Weber and A. Voss (2003), Volume 28, Issue 5, pp 411 – 410.

⁷⁶ http://www.oecd.org/document/30/0,3343,en_2649_34223_42906974_1_1_1_1,00.html

⁷⁷ OECD – “Toward Green ICT Strategies Assessing Policies and Programs on ICT and Environment”, May 2009.

The following example illustrates an E-environment application using broadband:

- Coral disease, bleaching, climate change and pollution are harming the health of the Great Barrier Reef which stretches for thousands of square kilometers. In order to monitor and measure the health of the various factors damaging the reef, data needed to be collected and transferred back to research facilities, a challenge when dealing with over 70 kilometers offshore with no fixed line infrastructure. Telstra, Australia's 3G operator offered a solution that could transmit data from remote offshore locations that was scalable, cost-effective, fast and secure. Sensor buoys containing 3G modems were placed at various locations on the Great Barrier Reef to capture data in real-time and proceed to transmit it back to land. The signal connects to a fixed line IP metropolitan area network on the 3G network via a wireless port. The data is then relayed back to a research center for analysis. By bolting the 3G modem onto a sensor buoy, it can be deployed in less than a day.

1.2.9 Telecommunications for Public Safety, for Disaster Prevention and Disaster Relief

The use of broadband technology to support public safety initiatives, disaster prevention and disaster relief are increasingly important applications. Since 11 September 2001, U.S. public safety officials and members of the international telecommunications community have focused on the uses of broadband technologies to effectively protect public safety and security in the event of another similar terrorist attack. The ability to roll out and quickly deploy broadband wireless links in order to provide essential telecommunication connectivity to public safety agency was recognized by the entire nation.

Broadband technology can be used in a variety of ways to assist with public safety protection. Some of these applications include: biometrics screening at designated entry points into a country or locality and at sensitive facilities; enhancing remote surveillance of borders, airports, ports, and train stations to complement local surveillance; restoring public services and public confidence by enabling public officials and their staffs to telework in the event of damage to or destruction of normal work spaces; providing remote access to information systems necessary for either public or private business activities in the event of biochemical threats, attacks or quarantines; marshalling geographically dispersed medical expertise and support at crisis scenes; and supporting or replacing letter mail services with high capacity electronic service in the event of a disruption caused by destruction, contamination or quarantine of mail facilities.

Moreover, broadband telecommunication networks, and particularly wireless networks, can assist police, fire and specialized law enforcement members in many situations. Large data and image files can be quickly and wirelessly transferred, enabling images and fingerprints of wanted or missing persons, video clips of robberies, maps and layouts to be downloaded into police vehicle mobile computers as they leave their precincts. The same technology also can allow wireless uploads of videos, images and reports from the police vehicle to the command centre, enable command centres to employ full motion video for remote-controlled robotics in terrorist and other highly dangerous operations, and monitor officers or suspects in high risk situations to allow on-scene decision making and assistance based on video transmissions.⁷⁸

In addition, broadband networks can supplement conventional circuit-switched wireline and wireless telephony services with survivable, dynamically routed Voice-over-Internet Protocol (VoIP) applications capable of TV-quality videoconferencing and other applications. Broadband also can assist federal and local officials taking part in safety training to do so more cost effectively – enabling training without the expense of the travel associated with going to seminars, etc.

Broadband technology can be particularly useful in times of crisis or before, during and after disasters. With broadband technology, individuals can instantaneously alert family and friends about a person's status. Broadband connections using position location technology, particularly in rural and remote regions, can assist rescuers in recovering victims of accidents or natural disasters. Broadband, particularly wireless or satellite broadband, can assist first-responders in receiving area maps, provide videos on situations like how to pry open a rail passenger door or how to safely shut off electrical power in a facility expectation of a

⁷⁸ Motorola. "4.9 GHz Allocation to Public Safety: Motorola White Paper for Submission to FCC", July 31, 2001.

disaster and it can enable all involved responders from numerous agencies to view the same image and data and assist before, during and after the disaster.⁷⁹

Broadband technology also can be used to facilitate mobile robotics. In such cases, robots can be used to help rescue people from hazardous areas, conduct automated inspections of non-accessible areas, and assist with hazardous material, bomb disposal and landmine clearing.

Firefighting is critical field that can use broadband technology very effectively. Broadband technology can help reduce personal risk to firefighters' lives. Using a multitude of detectors, a firefighter's vital signs, as well as high-resolution signals from both visible light and infrared sensitive cameras, can help off-site managers make decisions that can save lives. In addition, the technology can provide accurate three-dimensional positioning used to determine the exact location of a firefighter inside a burning facility.

In January 2001, two international standards development organizations, the Telecommunications Industry Association (TIA) and the European Telecommunications Standards Institute (ETSI), finalized the first international standardization partnership project agreement involving users and organizations from the public protection, disaster response and civil defense sectors (also known as PPDR). The partnership, called [Project MESA](#)⁸⁰ (Mobility for Emergency and Safety Applications), brings together users, industry and researchers to facilitate advanced, dependable, secure, efficient, effective and interoperable equipment specifications and service applications that are primarily involved with public safety-oriented broadband telecommunication needs. The result of this Public Safety-oriented activity will be harmonized specifications for broadband terrestrial mobility applications and services, driven by common scenarios and spectrum allocations. MESA deliverables are being transposed, as necessary, into regional standards involving next-generation mobile broadband technology for public safety, security and emergency response (before, during and after the disaster) professionals. With the recently Tsunami disaster, this application becomes more than a necessity.

1.2.10 Small Business Applications

For small business owners, broadband technology can assist entrepreneurs with the ability to obtain information about how to establish a small business, apply for permits and licenses online, enable business owners to conduct Internet market research, advertise their products and services and correspond with customers and suppliers more easily. Broadband technology also can enable small business owners to find supplies and purchase materials faster and without the need to spend excessive time and money travelling to various locations to accomplish the same goals.

1.2.11 Entertainment Applications

Many people have used broadband to further personal hobbies, browse the Internet for fun, play games, gamble, and download music, videos and movies. In addition, position location technology, combined with broadband, can enable people to obtain restaurant information, local area maps, and museum and tourist information.

1.2.12 Information Gathering

One of the most popular applications for which broadband technology is used is to access and search for information. The always-on, high-speed broadband telecommunication connection allows users to access more information faster than with slower narrow-band connections. Thus, broadband technology can encourage more people to search for more information online and improve their ability to learn new things.

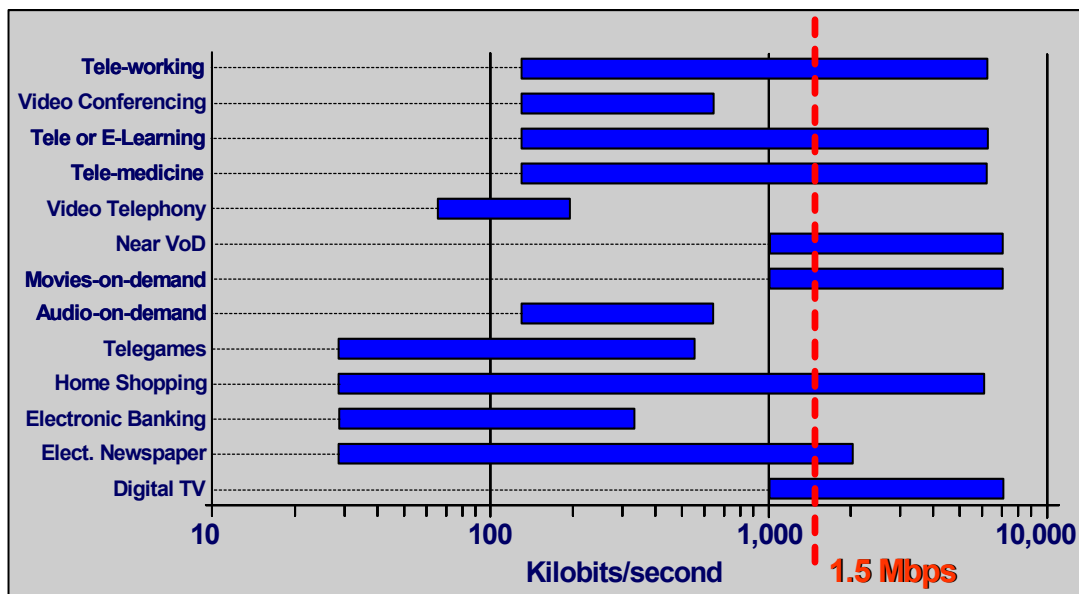
⁷⁹ Motorola. "4.9 GHz Allocation to Public Safety: Motorola White Paper for Submission to FCC", July 31, 2001.

⁸⁰ See: www.projectmesa.org/

I.2.13 Capacity Requirements for Selected Applications

While telecommunication bandwidth requirements are subject to change based on technological advancements, the chart provides a general idea of the necessary speeds to perform a variety of applications, many of which are discussed in this Report in great detail.

“Capacity: Required bit rate capacity per application”⁸¹



NOTE – Depending on a variety of compression or other techniques, the speeds mentioned in the above table may change.

I.3 Broadband Technology Deployment

Potential factors negatively affecting the widespread deployment of broadband access technologies are numerous. Not only do operators face extreme difficulties in installing a network, but acquiring customers and running a profitable business are additional challenges. Attempts at deploying and providing a profitable broadband telecommunication service are difficult for a number of reasons including:

- expensive access technology
- lack of awareness of broadband access technologies
- lack of regulatory framework conducive to network build out and deployment
- continued monopolies and low levels of competition
- lack of competition in the last mile
- state subsidies that produce market distortion
- excessive cross-ownership between telephone and cable TV networks as this reduces the potential for inter-modal competition
- environment with little or no basic infrastructure such as electricity and roads
- high maintenance and operational costs, including security, administrative and labour costs
- high equipment prices

⁸¹ Chouinard, Gerald; “*Rural & Remote Broadband Access (RRBA)*”, Communications Research Center of Canada, www.crc.ca/broadband/

- the imposition of excessive caps on volume that could be downloaded within a flat rate
- lack of technical personnel in area of service
- difficulty in dealing with subscribers with bad debt problems
- poor distribution, sales and customer service presence in area of coverage
- low usage and average revenue per subscriber
- small potential markets
- lack of localized content and applications in national languages besides English
- theft of infrastructure equipment such as cables

I.3.1 Analysis of Broadband Access Questionnaire: Main Findings

A questionnaire was distributed following the Second Rapporteur's Group meeting for Question 20/2: Examination of access technologies for broadband communications questionnaire in March 2003. The questionnaire requested Member States, Sector Members, relevant organizations and industry to identify relevant wireless and wireline broadband access technologies and their attributes. The questionnaire also aimed to identify economic, technical and development factors influencing the effective deployment and accessibility of broadband access technologies and applications. Below represents the summarized results of the responses received by the ITU-D Secretariat by June 2003. An external expert was contracted by BDT to conduct the analysis. By mid-June 2003, fifty-five responses were received from forty-nine countries from the six ITU regions.

Main Findings

The questionnaire was organised into several sections and the main findings from these sections can be summarised in brief, as follows:

Section	Main findings
Technology	<p>The current dominant technology for delivering broadband services over wire line networks is DSL, closely followed by more traditional E1/T1, fibre and cable connections. (NOTE – Cable-TV is ahead of DSL in North-America because of a few years lead in the market.)</p> <p>Satellite, fixed wireless, IMT-2000, and wireless local area networks are leading solutions used to deliver wireless broadband solutions especially where wireline solutions are inappropriate. Other solutions include ISDN, Ethernet, laser free space optics and GPRS.</p>
Competition	<p>Only four countries did not permit competition in Internet services. 28 countries have competition in the local loop and 21 do not. 10 respondent countries did not have competition between differing broadband technologies. There is no regionally dominant technology – broadband solutions vary from country to country depending on operator offerings, local economics and historic investment.</p>
Access	<p>There are huge differences between developed and developing nations when viewing access to broadband services on a business, household and rural telephone subscriber basis. Many developing (and some developed) countries estimate that rural subscriber access to broadband, if it exists at all, is often measured in fractions of a few per cent of the potential subscriber base.</p>
Pricing and usage	<p>Despite the variance in size and nature of the economies of those countries which responded to the question there is a general convergence on the average price for Internet dial up accounts across ITU-D six Regions. However broadband prices show a marked variation between these Regions especially in terms of large bandwidth capacity based services with average broadband access costs being five times as high in the Africa region than in Europe. Unlimited usage plans offered by operators did not show a marked regional bias but rather were governed by the domestic situation facing individual operators. Pricing and Usage models varied between operators, technologies and regions though broad models were identified.</p>
Barriers to broadband deployment	<p>Deployment costs are the single largest barrier followed by lack of demand for broadband service applications. Of the issues limiting the spread of broadband identified by respondents, the most common was that the monthly associated fee was too high. High monthly fees, high installation costs and lack of personal computers when combined result in insufficient demand to justify infrastructure costs and make the business case for deploying broadband services more difficult. The majority of respondent countries do not provide loans or support to enable broadband deployment.</p>
Quality of Service	<p>Average downstream speeds for DSL, cable and wireless vary based on technology constraints and pricing usage model employed.</p>
Miscellaneous	<p>The fastest growing broadband technology area was identified as Wireless, with business applications (e.g. email and access to corporate extranets) as the main adoption driver though personal use (web browsing etc) was a close secondary driver in both developed and developing countries.</p>

Additional and detailed information on the broadband questionnaire are given in Annex II: Analysis of the replies to the questionnaire.

1.3.2 Gender Issues Surrounding Broadband Technology Deployment

Advanced telecommunications technologies such as broadband, when democratically employed, constitute powerful instruments that can contribute to securing the advances in human rights, such as fuller participation of women in all spheres of activity. Nonetheless, access to these technologies may be unequal in different geographic regions and social groups. This is in part a result of women's economic position within their households and communities. This inequality contributes to increasing the gap between those who have access to abundant information resources and those who are deprived of this access, thus

reinforcing the marginalization that already exists in terms of development and technical resources. In this context broadband technology, because it promises the delivery of information at lower cost, has the potential to erode financial constraints and narrow the gendered digital divide.

Women in particular, tend to be under-represented in terms of access to these technologies, and especially women from developing countries and from marginalized groups. Ironically, women from these social groups are precisely those who make up the work force that produces computer components, in working conditions that are often damaging to their health; similarly, women in low-grade technical and service jobs also make up the largest group of computer users, while many others have lost their jobs to increasing automation. In contrast, women are less present than men in fields such as computer systems administration and in technical development. They are also proportionally under-represented as users of broadband technologies.

Many women's organizations have come to appreciate the importance for their work of creating and participating in regional and world-wide information exchange fora that enable them to share ideas, proposals, documents and information. Broadband technologies can help make this exchange of information possible. Many portals or exchange networks have arisen on diverse issues of concern to women. For example, women's networks and organisations at the national and regional levels are promoting applications related to health, agriculture, distance learning and e-commerce, etc. More specifically, some women's organizations have noted that certain applications, such as telemedicine-health, while virtually reducing distances, can speed up access to health care and increase the health and economic well-being of women in poor communities.

E-commerce applications also positively impact on the welfare of women across economic backgrounds. For example, in Cameroon ASAFE uses ICTs as a tool through which to address the needs of disadvantaged women in the urban and rural sectors by building the capacities of small women-owned businesses. Similarly, SEWA (Self-Employed Women's Association) in India works with women involved in micro enterprises and craft production to market their products internationally. There is increasing recognition that the development of such telecommunication networks will contribute to advancing the cause of gender equality and to promoting greater participation in worldwide fora and decision-making processes.

Many women and women's organizations are therefore eager to access and appropriate this technology. Nonetheless, they often face obstacles that make this endeavour more difficult for them. Such obstacles include: less access to resources (financial and technological), reduced access to training and technical assistance or non-gender sensitive methodologies, social and cultural barriers for women and girls to access technology, educational shortcomings, misconceptions about technology and its use, language barriers, etc. Special efforts are required to overcome these problems.

One such organization in the US, Women in Cable & Telecommunications (WICT). Since its founding in 1979, WICT has remained steadfast in its resolve to advance the position and influence of women in technology through proven leadership programs and services at both the national and local level. WICT embraces a spirit of collaboration within its organization and throughout the industry. They partner with cable and telecommunications industry leaders to provide leadership programs and services, and challenge these companies to create professional advancement opportunities for women.⁸²

Another organization, Women'sNet, is developing a pilot Women's Online Resource Centre (WORC), an information community building project.⁸³ WORC will be the place to find gender-related training materials relevant to individuals and organizations active in the struggle for gender justice. It is intended to serve as an online clearinghouse for gender-aware training materials in the area of ICT training, as well as a range of other fields for which there is an expressed need. The goal of WORC is to promote the inclusion of gender analysis in ICT and other areas of training, with a view towards enhancing the quality of training in support of gender justice available at global, regional, and local levels. The Association of Progressive Communications (APC) is an international network of civil society organisations dedicated to empowering

⁸² www.wict.org

⁸³ www.womensnet.org.za

and supporting groups and individuals working for peace, human rights, development and protection of the environment through the strategic use of information and communication technologies.

Gender Experience: Broadband adoption is booming in the US with women leading the way

According to figures from Nielsen/NetRatings, as of May 2003, nearly 40 million internet users in the US now connect via broadband networks, up 49 per cent in the last year.⁸⁴ The fastest adopters are women, seniors, students and affluent social groups. Women outpace men in broadband adoption slightly at 51 per cent versus 48 per cent. There are still more men (20.1 million) who access the internet via broadband than women (18.9 million), and there continues to be more females (37.8 million) who access the internet via narrowband than males (31.8 million).⁸⁵

I.3.3 Access to Broadband Services for Persons with Disabilities

An estimated 10 percent of the world's population (around 650 million people) is living with a disability, representing a significant communication challenge.⁸⁶ The ITU is committed to addressing this issue. This year, the World Telecommunication and Information Society Day (WTISD) adopted the theme: "Connecting Persons with Disabilities: ICT Opportunities for All" to address the special requirements of persons with disabilities. Furthermore, the World Summit on the Information Society (WSIS), through the Geneva Plan of Action, urged Member States to address the special requirements of persons with disabilities in their national e-strategies and encouraged the design and production of ICT equipment and services suited to their needs, including adherence to the Universal Design Principle and use of assistive technologies. Additionally, the Doha Plan of Action endorsed the Tunis Commitment of building ICT capacity for all, including people with disabilities, through the promotion of universal, ubiquitous, equitable and affordable access to ICT. Increased accessibility through the effort of policy makers, regulators, operators and industry would not only ensure an inclusive information society but would also enable Member States to meet their obligations under Article 9 of the UN Convention on the Rights of Persons with Disabilities (CRPD) adopted by the United Nations General Assembly in December 2006.

Access to broadband for persons with disabilities is vitally important for successful integration into society. Without the speed of broadband there are many problems in providing accessibility features such as real time captioning over the web for meetings and conferences. Examples are Video IP relay services for deaf or voiceless persons require the inclusion of sign language as well as real time text. Without broadband, there would be great difficulty in participating in distance learning and video conferencing. Persons with disabilities require applications and services in real time without delay. The ITU Recommendation "Total Conversation (Real Time Text, Video and Voice)" over the internet would suffer delay and errors if broadband were not deployed. The lack of real time services and the expenses associated with broadband impacts all levels of society – but especially persons with disabilities.

Persons with disabilities in developing countries may not have the income to support using the internet or may lack access altogether. This would prevent them from benefiting to modern broadband enabled applications related to e-commerce, e-health, e-medicine, e-emergency and e-disaster preparedness and relief. Therefore the speed of broadband and accuracy without delay is especially important for persons with disabilities.

I.3.4 Strategies for Promoting Broadband Deployment

Economies that have been successful in facilitating broadband access technologies have several factors in common such as: measures to inform the public about the advantage of broadband technologies effective use of broadband through applications and content, an environment that fosters broadband innovation, a competitive market structure that keeps prices low, and government policies and programs that focus on the broadband technology environment.

⁸⁴ "Broadband Adoption is Booming in the US", www.onlinepublishingnews.com/htm/n_olpn20030620.538206.htm

⁸⁵ *ibid.*

⁸⁶ <http://www.itu.int/themes/accessibility/>

Two viable methods for promoting broadband include connecting schools and using community access centres to give users access to broadband without the vast fixed costs of wiring to homes. Economies must also make best use of the existing networks since financial resources to build new networks may be scarce.

Other countries have addressed broadband through government initiatives including e-government, e-health, and e-learning applications. Projects include initiatives that focus on teaching teachers how to interact and deliver material via computers and broadband connections.

Establishing an appropriate regulatory framework is also essential to promoting the deployment and market adoption of high-speed data applications. Effective strategies of promoting broadband technology demand and supply as well as the importance of technology flexibility and universal access policies are further described below.

I.3.4.1 Promotion of broadband applications⁸⁷

There is no single method of promoting broadband applications. Promotion strategies and policies will prove most effective when various initiatives and projects are incorporated simultaneously, encompassing all stakeholder groups, and adjusted to contextual and environmental factors. Some central reasons for promoting broadband applications include:

- Benefits to users: increased speeds and always-on nature of broadband technology enables the exchange of richer content, facilitates improved, expanded and more rapid telecommunication, and allows the sharing of a connection with multiple users.
- Benefits to the economy: broadband connectivity encourages innovation, stimulates growth in an economy, and attracts foreign investment.
- Returns on investment: broadband technology holds the promise of new applications and services that will attract users and help recover infrastructure development costs.

Promoting Broadband Demand

In general, there are certain actions that a particular country or region can follow in order to foster a more conducive environment for broadband deployment and expansion. A successful broadband application economy can emerge if the following actions are taken:

Keep the public informed about broadband technology and applications

It is important to make users aware of the benefits that broadband technology and its application can provide. Both governments and the private sector can play an active role in marketing the benefits of broadband. Users should be made aware of the advantages to be gained by adopting key broadband technologies and integrating them into their daily lives. Business and government cultures can also embrace and encourage ideas such as E-working and online transactions.

Promote technological innovation

It is important to promote policies and incentives which serve to foster the development of broadband content and applications. Economies must offer an environment that fosters broadband development by giving careful consideration to intellectual property rights, support for sectors that participate in developing new, high-bandwidth applications, methods for diffusing technology, and measures to ensure security for users.

Support broadband usage with compelling applications and content

The types of applications that are available across countries make a big difference in the adoption rates for broadband technology. Applications that have been meshed into successful broadband economies include IP telephony, video chat, audio over broadband and online gaming. Furthermore, application developers must take into consideration the need for content in multiple languages.

⁸⁷ ITU/SPU, "Promoting Broadband" Background Paper, April 2003.

Create a competitive market environment

Open and fair competition in broadband will help drive down prices to an affordable rate, thus stimulating greater demand. While other mechanisms, such as subsidies, grants, and regulatory measures help to foster the development of broadband technology, a truly competitive market will be the key stimulus for increased demand. Consumers will only adopt broadband when they can justify its cost in terms of the value it adds.

Promoting Broadband Applications Supply

A broadband application economy, which affectively promotes broadband supply, can be characterized by:

a) Competition

Multiple providers offering multiple broadband technologies is key to driving prices down and increasing the broadband options available to users. Furthermore open access policies can help promote service competition. It is also beneficial to have players in the market that are capable of rivalling the incumbent operator.

b) Maximum utility of current networks and new network investment

Existing networks must be utilized to their full extent alongside new network investment. Innovative broadband networks such as wireless, satellite, railway and electrical can be used to supply broadband applications. Schools, hospitals, and community access centres can serve as initial broadband anchors in areas, eventually becoming the network access points from which future networks.

I.3.4.2 Flexibility

Establishing an appropriate regulatory framework is essential to promoting the deployment and market adoption of high-speed data applications. The convergence of services, such as data and voice should not lead to additional unnecessary regulations. The importance of technology flexibility is further described below.

Importance of Technology Flexibility

Technology flexibility (also known as technology neutrality or operator choice) is an important aspect in promoting broadband deployment. Technological flexibility in the policy arena means that policies and incentives do not create a preference for any specific technology platforms or modes of providing broadband applications (e.g. satellite, wireline, wireless, etc). Also within a given platform or mode of providing a service, technology neutral policies and incentives do not create a preference for any specific technology products or standards – e.g., circuit- or packet-switched networks, various mobile or cellular telecommunications standards, etc. If possible, it is important that service providers have the flexibility to independently choose the most suitable technology based on commercial and competitive considerations. A transparent regulatory framework, in which the market selects the most appropriate technologies for deployment, may encourage competition, spur innovation and accelerate the deployment of advanced services.

I.3.4.3 Universal Access

A transparent universal access policy aims to promote the availability of quality services at just, reasonable, and affordable rates, increase access to advanced telecommunications services and to advance the availability of such services to all consumers, including those in low income, rural, insular, and high cost areas. It is important that countries continually evaluate their universal access strategies in the face of technological advances and changing market conditions in order to maximize the size, scope, variety and efficiency of telecommunication networks. It is also important that universal access policies encourage the availability of affordable education and health and safety applications to citizens, businesses and government.

Universal access policies that are competitively neutral do not favour any one participant or group of participants. As no one technological solution is necessarily appropriate for an entire country or region, the variety of available technology platforms gives new and innovative alternatives to expanding access to services in developing countries.

I.3.4.4 Public Role in Promoting Broadband

a) *Government programs that serve to accelerate broadband supply*

Several government sponsored programs at the local, national and regional levels have been successful at increasing the overall supply of broadband. Specifically, governments can invest directly in broadband infrastructure as well as provide tax credits, low-interest loans and subsidies to the industry players looking to provide broadband networks in underdeveloped areas. It is important that in promoting development of broadband “for all” to avoid any direct or cross-subsidy by the country which would give an unfair advantage to some market stakeholders. Governments are invited to assist with the provision of broadband infrastructure and services in areas that are not served by the public sector due to unfavourable market conditions.

b) *Public institutions as effective anchors for broadband demand*

In areas where individual household connections are not yet viable, schools, hospitals, and community access centres can be utilized to offer broadband connections. The network can then expand incrementally from these key points as the technology and economy allows. Wireless broadband also offers a viable community economic alternative to fixed line solutions such as broadband via DSL or cable modem.

c) *Government participation at all levels*

National, regional and city-wide initiatives and community participation projects have been successful in expanding access. In some cases, governments have chosen to provide, or to subsidize, infrastructure to stimulate the economic development of a particular area.

d) *Best Practice Guidelines for the Promotion of Low-Cost Broadband and Internet Connectivity*

In December 2004 the Best Practice Guidelines for the Promotion of Low-Cost Broadband and Internet Connectivity were produced at the Global Symposium for Regulators (organized by the ITU-D on a yearly basis). These guidelines describe what the foundation for an enabling regulatory regime should be and how governments can help to stimulate growth in the telecommunications market for broadband applications. (Full guidelines can be found in Annex IV.) Some of these are as follows:

- “We encourage political support at the highest government levels with such support expressed in national or regional policy goals. These include an effective, separate regulator insulated from political interference, a transparent regulatory process, and adoption and enforcement of clear rules.”
- “We encourage regulators to set policies to stimulate competition among various technologies and industry segments that will lead to the development and deployment of broadband capacity. This includes addressing barriers or bottlenecks that may exist with regard to access to essential facilities on a non-discriminatory basis.”
- “We encourage regulators to allocate adequate radio spectrum to facilitate the use of modern, cost effective broadband radiocommunications technologies. We further encourage innovative approaches to managing the spectrum resource such as the ability to share spectrum or allocating on a license-exempt non-interference basis.”
- “We urge regulators to conduct periodic public consultations with stakeholders to inform the regulatory decision-making process.”
- “We recommend that regulators carefully consider how to minimize licensing hurdles.”
- “We encourage regulators to provide a clear regulatory strategy for the private sector in order to reduce uncertainty and risk, and remove any disincentives to investment.”

Technology Matrices (Standardization in Progress)

II.1 Canopy Solution for Fixed Broadband Wireless Access Matrix

For many businesses, domestically and, especially, internationally, reasonably priced broadband is not readily available, sometimes not at any price. The expense of building out new DSL networks, re-working or conditioning the lines that exist, or converting existing cable plants to carry two-way traffic might be expensive. This section provides information on BWA technology characteristics which make this broadband approach accessible.

The majority of the world is still unable to receive reliable high-speed data and/or voice connections. The promising access medium to meet this need, broadband wireless access (BWA), accounts for less than five per cent of the total broadband access connections.

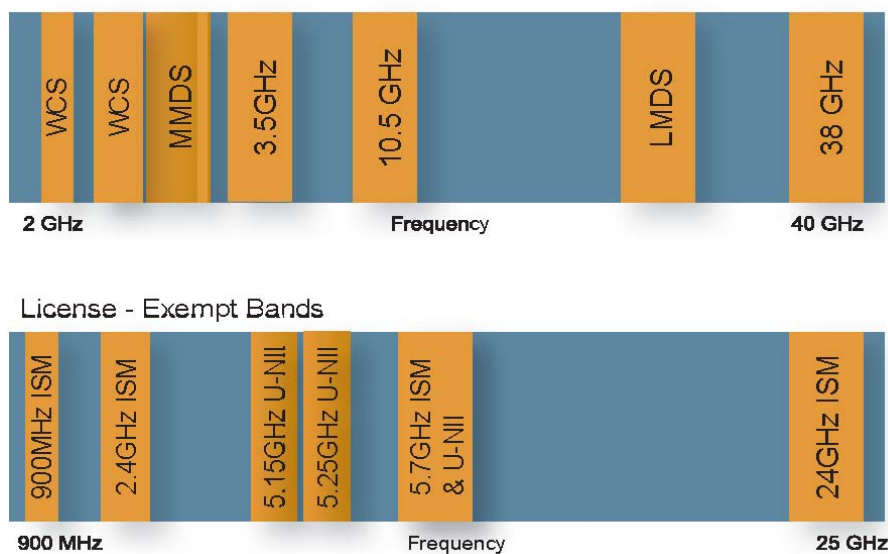
Nevertheless, BWA is developing new approaches to solving the issues that had previously stalled its growth. A big issue for service providers, for example, has been the lack of ability to avoid RF interference. This has resulted in higher costs due to additional equipment and an inability to meet service agreements with their customers.

The key challenge to making BWA ubiquitous broadband access is interference. Customers must be assured that the technology chosen is hassle-free and always available. With BWA, the number one threat is interference.

When licensed bands are designated for BWA, typically a limited number per region are granted. On the surface, this means that BWA will only be deployed in those places where the license fee can be recouped and only by a few players. Such a situation effectively reduces the number of potential competitors and, hence, reduces options available to the end customer, freezing out competing BWA options. The rules should be designed to allow multiple networks to co-exist with minimal interference, enabling multiple operators to serve a given geographic region. The bands below in Figure 22 are examples of such use on a national level in a few countries.

Broadband Wireless Frequencies Licensed Bands

Figure 22 – Global Frequency Bands



The overriding design goal of the Canopy technology has been to deliver an interference robust simple-to-use BWA system. Interference lies at the heart of the reliability design challenge, and interference in the license-exempt bands can be a much greater factor than that faced by licensed band systems.

To that end, it is critical that BWA solutions designed for the license-exempt bands address this issue head on. It is also clear that in order to do so, proper design at a very detailed level must be accommodated in the core of the product. Solid, reliable BWA networks do not happen by chance; they are a result of keeping a focus on the issues and delivering the right solutions.

The BWA Canopy solution has the following characteristics:

- Access Method: TDD/TDMA
- Modulation: High Index BFSK (Optimized for interference rejection)
- Data Rate: 10 and 20 Mbit/s (signalling rate)
- Frequency Band: 2 400-2 483.5 MHz, 5 250-5 350 MHz, 5 725-5 850 MHz
- Channelization: 3 non-overlapping channels at 2 400-2 483.5 MHz (18 overlapping channels)
- 3 non-overlapping channels at 5 250-5 350 MHz (11 overlapping channels)
- 6 non-overlapping channels at 5 725-5 850 MHz (22 overlapping channels)
- Network Standard: IPV4, UDP, TCP, ICMP, Telnet, HTTP, FTP, SNMP
- Transmitter power: Meets FCC ISM/UNII EIRP limits.

The interference effectiveness of Canopy is accomplished by:

- Employing BFSK for modulation. With this modulation the C/I ratio necessary to operate properly with an error rate of 1×10^{-4} bits per second is only 3 dB; i.e. the wanted signal needs to be only 3 dB higher in power than the unwanted interferers. A system operating with 16 QAM at these levels would require a C/I ratio of roughly 12 to 14 dB.
- Deploying networks in a cellular topology; the performance of the antenna in rejecting unwanted signals from behind is an important feature. The Canopy system, with its integrated antennas at the AP, has a front-to-back ratio of 20 dB. Coupled with the excellent C/I ratio, this means a Canopy AP receiving a signal at threshold (the weakest signal it can still detect) can be hit with an interfering signal from behind, either internal or external, on the order of -60 dBm and still support connections at an acceptable error rate.
- Delivering tight synchronization across potentially hundreds of square miles. With the Canopy system, designed for large scale, dense network deployments, TDD synchronization is a critical requirement. This has been solved with the use of a GPS signal. These precise satellite signals are used for timing and, ultimately, transmit/receive synchronization, thus tying all sectors in a Canopy network to the same “clock”.

Recognizing the dilemma of combining TCP/IP with wireless networks and the attendant error rates, the Canopy system solves the problem with a feature called Automatic Retransmission request or ARQ. ARQ actually inspects the RDPs that come into the receiving SM and looks for errors. If an error is detected, the SM (or AP) will send a request to the sending entity to re-send the RDP.

II.1.1 *Airstar*: A Multi-Service Broadband Fixed Wireless Access System

Summary of the “*airstar*TM” system

*airstar*TM is a point-to-multipoint fixed wireless access system specially designed for residential, Small Offices/Home Offices (SOHO) and Small and Medium-sized Enterprise (SME) users in urban, suburban and rural areas.

*airstar*TM is a high capacity solution for service providers that effectively handles applications ranging from toll-quality voice and data transmission to mobile base station backhaul on a single platform. Operating in the 3.5, 10, 26 and 28 GHz frequency bands, the system uses an ATM/TDMA/FDD air interface with dynamic bandwidth allocation delivering a high level of Quality of Service (QoS) for voice and data.

*airstar*TM is a field proven solution: more than 80 systems have been deployed in 37 countries and are in operation for now more than 5 years.

Applications

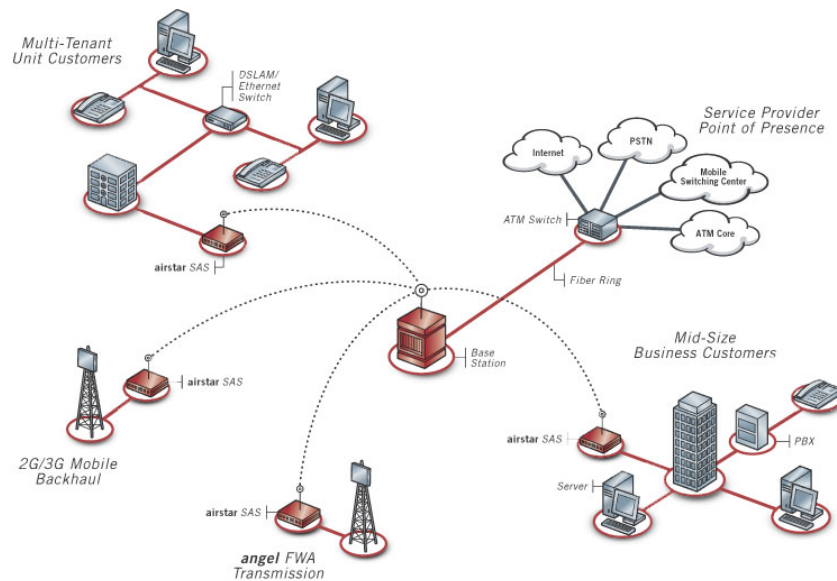
The *airstar*TM system is a high flexible platform that supports multiple applications.

- 2G/3G mobile backhaul.
Mobile operators upgrading to 3G technologies face significant increases in the capacity requirements of their transmission networks, as well as a need to migrate from TDM to ATM and IP. The system provides the transmission link to backhaul 2G and 3G mobile base stations from a single customer premises equipment. In addition, the native ATM air interface provides a future-proof backhaul infrastructure solution for supporting future 3G mobile services.
- Access for Small and Medium-sized Enterprises (SMEs).
Given the large variety of equipment and applications within a typical SME, delivering multiple services is an essential part of any service provider's business case. The system enables the delivery of E1/T1-based voice, Internet access, virtual private network (VPN), and Frame Relay services from a single Customer Premise Equipment (CPE).
- Multi-tenant unit access.
In residential multi-dwelling units, the system provides scalable and versatile solution for multi-tenant unit access and enables the delivery of Internet access and toll-quality voice or VoIP services.
- Wireless local loop backhaul.
At 3.5 and 10.5 GHz, it provides backhaul links up to 20 Kms, enabling remote towns and villages to be served with the wireless local loop and backhauled to a larger city for connection to the Public Switched telephone Network (PSTN).
- Wi-Fi hotspot backhaul.
The system also provides backhaul for Wi-Fi hotspots using the CPE 10/100 Mbit/s Ethernet interface. All backhaul links are aggregated over the airlink and delivered on a single ATM network connection at the base station. The ATM QoS implemented on the airlink guarantees the necessary bandwidth for Wi-Fi hotspots.

Architecture

Figure 23 represents an example of the Architecture of "*airstar*TM" system.

Figure 23 – Airstar™ Architecture



Main features and benefits

- **Service flexibility**

The platform efficiently supports the following voice and data services, enabling service providers to offer personalized solutions to their customers:

Voice Services:

- **E1 Lease Line** – Both unstructured and structured modes are supported. For structured E1s, only provisioned time slots are carried over the air.
- **PRI-ISDN** – with dynamic bandwidth allocation on a call by call basis.
- **Voice over IP/FR/DSL** – with statistical multiplexing gain and differentiated QoS to enable POTS and BRI-ISDN services.

Data Services:

Dynamic Bandwidth Allocation is provided for all data services.

- **Internet Access** – Without the need for external router
- **LAN to LAN Interconnection** – Through bridged Ethernet or a Frame Relay service
- **Frame Relay** – Over E1 or X.21/V.35 Serial interfaces
- **VLAN** – For providing IP services to dozens of end customers while maintaining individualized QoS.

Unique Service Offerings via Wireless

- **4xE1 Leased Line** – For an AirStar CPE, the incremental cost per customer is less than 20% for providing 2xE1 per building or 4xE1 per building.

- **8 Mbit/s IP Service** – With the 3000 Series SAS-XP, the AirStar system can deliver near wirespeed throughput on the SAS Ethernet interface.
- The Wireless + ATM benefits

Quick to deploy	High speed switching and transport
Low initial costs	One network for all traffic types
Flexible and scaleable	Bandwidth sharing of services
Easy to maintain	Simple network management
	Long architecture lifetime
- Service level agreement

The platform enables service providers to reserve bandwidth for their different customers according to the service level agreement they have purchased.
- Service availability equivalent to fibre

Features such as base station redundancy and error correction algorithms are combined to achieve a high level of reliability. This allows the system to provide up to 99.999% availability.
- Ease of deployment

CPE configurations can be pre-provisioned prior to installation to accelerate the deployment.
- Efficient spectrum utilization

The system features dynamic bandwidth allocation to enable dynamic bandwidth sharing over the airlink for the delivery of bandwidth-on-demand applications such as voice and Internet traffic.

“AirstarTM” technical characteristics

- Access method: TDMA
- Modulation: 4 or 16 QAM
- Frequency bands:
 - 3.5, 10, 26 and 28 GHz with Frequency Division Duplex (FDD) channel arrangement
 - multiple frequencies can be deployed from the same base station platform, and aggregated onto a single network interface.
- Base station capacity:
 - A single base station can cover 40 km² at 26 to 28 GHz, and up to 400 km² at 3.5 and 10.5 GHz, enabling hundreds or thousands of potential customers to be addressed from a single base station.
 - up to 28 Mbit/s of capacity per radio channel
 - from 2 to 12 sectors (48 at 10 GHz)
 - a total capacity of 384 E1s or 1½ STM-4s with only 28 MHz of available spectrum.
 - capacity is provisioned based on average utilization rather than peak utilization as is the case with fibre enabling a wireless base station configured for an STM-1 to provide the same effective capacity as an STM-4 fibre ring.
- Subscriber Access System:
 - User Interface: E1/T1 lines, 10/100BaseT port, Serial Port
 - Radio Interface: TNC connector for coax cable carrying transmit and receive IF signals, radio DC power, reference clock signal and telemetry control channel.
- Environmental specifications:
 - Indoor equipment operating temperature: 0°C to +40°C
 - Outdoor equipment operating temperature: – 33°C to + 55°C

- Power:
 - all system components operate from a nominal – 48 VDC source.
- Typical Power consumption:
 - Subscriber Access System: 38 W (– 48 VDC)
- Network management:
 - A scalable carrier-class suite of tools that allows operators to easily manage their networks.

II.1.2 *angel*: A Non-Line-Of-Sight Broadband Fixed Wireless Access System

*angel*TM is a point-to-multipoint fixed wireless access system specially designed for residential, Small Offices/Home Offices (SOHO) and Small and Medium-sized Enterprise (SME) users in urban, suburban and rural areas.

It is the first and only field-proven access network solution to use Non-Line-Of-Sight (NLOS) Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM) technology to deliver carrier-class voice and data services up to 1 Mbit/s per subscriber on a single platform.

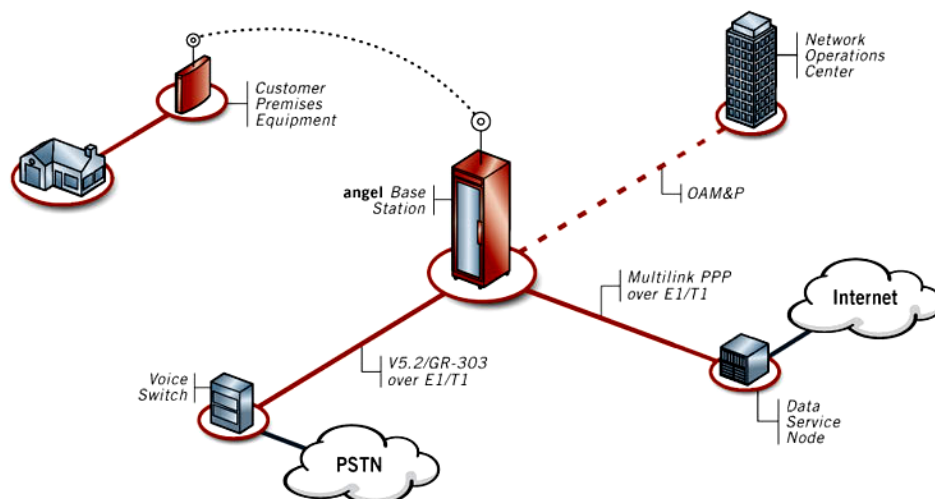
Therefore it is a natural evolutionary path to WiMax using also NLOS – OFDM technology.

Over 100 000 subscriber lines connected to over 500 base stations are commercially operational today in the US as well as in the world.

Operating in the 2.3 and 3.5 GHz frequency bands, NLOS technology provides up to 95% predictability of coverage and penetration in a given cell, while, thanks to OFDM, layouts can range from 1 to 30 km radius cells, resulting in reduced operational and installation costs .

Architecture

Figure 24 represents an example of the Architecture of *angel*.



Main features and benefits

- **Non-line-of-sight technology to maximize coverage and revenues**
OFDM technology enables *angel* to provide 95% predictability of coverage in a given cell, which ensures high installation success rates and controls deployment costs. Thanks to this NLOS

technology there is no requirement for a direct, unobstructed view of the base antenna. More customers can be served and precise alignment of the Customer Premise Equipment (CPE) antenna with the base antenna is unnecessary. High base station antennas are not required, allowing deployments in markets that have zoning restrictions on tower heights.

- **High spectral efficiency**

The net spectral efficiency of the system is 3.4 bit/s/Hz. For maximum spectral efficiency, the system adapts its modulation to the channel conditions it supports. The maximum throughput is typically available even at the edge of the cell, which enables the system to offer high data rates in smaller 1 MHz channels. Because frequencies can be re-used in adjacent cells, operators can deploy hundreds of base stations in a city or region using only 4 MHz of spectrum.

- **Flexible services**

The system enables operators to significantly enhance their revenues by providing a variety of voice and broadband data services to subscribers. As well as providing carrier-class voice that is equal to the quality and reliability of wireline service, the system supports revenue generating CLASS services, such as Call Waiting, Call ID, Three-way Calling and Voicemail.

Broadband data connectivity provides Internet access for multiple IP devices from a single subscriber unit, without impacting voice traffic. It also provides broadband data support for PCs and IP devices and enables subscribers to use standard modem and fax protocols for interoperability with legacy devices.

- **Grade of Service levels**

Service providers can offer multiple Grade Of Services (GOS) that can be customized to meet residential, SOHO or small business customers' unique needs. The data channel can be partitioned into as many as four sub-channels, called "service grades". Each service grade utilizes a portion of the available channel and can be tailored to the size that the operator chooses. Each subscriber is provisioned a maximum data rate (such as 64 kbit/s or 128 kbit/s, up to 1 Mbit/s), and is assigned to one of the grades. Thus, rigid, simple Grades of service enable operators to easily develop data "products" that can be targeted to specific segments of their diverse subscriber base. For example, a channel could be divided between business and residential subscriber "products".

- **V90 over Data IP**

A unique MAC architecture and voice coding enables the system to transmit modem traffic over packet data portion of the wireless channel. While traditional modem solutions use precious bandwidth even during idle periods, the angel™ solution frees that bandwidth for other modem and data subscribers. The amount of bandwidth used for a voice call and a modem are virtually identical. This means that the voice capacity of the airlink remains constant, regardless of modem usage. Constant capacity is imperative for the delivery of reliable voice service.

Technical characteristics

- Access method:
 - Access method: characteristics width for other modem and data subscribers. The amount of bandwidth used for a voice call and a modem are virtually identity of coverage in a given cell.
- Modulation: 64-, 16-, 8-QAM, and QPSK:
 - Modulation: 64-, 16-, 8-QAM, and QPSK: r modem and data subscribers. The amount of bandwidth used for a voice call and a modem are virtually identity of coverage
 - Modulation: 64-, 1annel (NAC/HCC) is always QPSK modulated for robustness.
 - Modulation: 64-, 1annel (NAC/HCC) is always QPSK modulated for robustness.ount of bandwidth used for a voice c
 - Modulation: 64-, 1annel (NAC/HCC) is always QPSK modulated for robustness.ount of bandink-by-link basis if necessary.

- Frequency bands:
 - Frequency bands: 1annel (NAC/HCC) is always QPSK modulated for robustness.ount of bandink-by-li
- Base station capacity:
 - Base s3 600 Voice lines or up to 12 Mbit/s of data per Base Station using as little as a single 4 MHz pair of frequency blocks.
 - Up to 4 sectors with cell radius of up to 30 km.
 - Channels can be configured to support voice-centric, data-centric or combined voice and data networks.
- Customer Premise equipment (CPE):
 - Installation without line-of-sight between the base station and the CPE.
 - Data rate:
 - Over 3 Mbit/s symmetric data rate (aggregate).
 - Up to 1 Mbit/s downstream, 256 kbit/s upstream per Customer Premise Equipment.
 - Ethernet data interface.
 - Voice capacity:
 - 1 to 6 POTS per CPE.
 - 312 active calls per base station.
 - Fax, V90, CLASS services, dial-tone from the V5.2 switch.
 - IP access: Up to 5 IP addresses per CPE.
 - Battery back-up.
- Power consumption: all lines active:
 - Base station: 2000 W, 176-264 VAC or – 48 VDC.
 - Subscriber Integrated terminal (SSU 4000): 25W, 85-264 VAC or 176-264 VAC.
- Environmental specifications:
 - Indoor equipment operating temperature: –5°C to +50°C (Base station ABS 3000).
 - Outdoor equipment operating temperature: –40°C to +60°C (Single Subs. Unit).
- Network management:
 - A scalable carrier-class suite of tools that allows operators to easily manage their Fixed Wireless Access network.

II.1.3 *SR 500-ip*: A Broadband Fixed Wireless Access System for Remote Areas

Brief description of the *SR 500-ip* system

SR 500-ip is a broadband, high-capacity wireless access system for operators and service providers serving rural and remote areas. It is the first point-to-multipoint (PMP) microwave system to economically combine highly scalable voice capacity with broadband Internet access. With **SR 500-ip**, service providers can evolve their rural networks to offer leading edge services such as ADSL at 1.5 Mbit/s, while preserving scarce spectrum resources through efficient handling of voice traffic. **SR 500-ip** makes broadband access in low-teledensity areas a reality and enables service providers to comply with universal access initiatives at the lowest cost. With ADSL capability it is the ideal solution to bring broadband Internet and voice services to rural communities. It can also overlay or replace legacy access networks to add capacity or provide broadband Internet access.

Architecture

As a packet-based PMP microwave access system with network repeater capability, the system can be configured in star, branched or linear network topologies, see Figure 25.

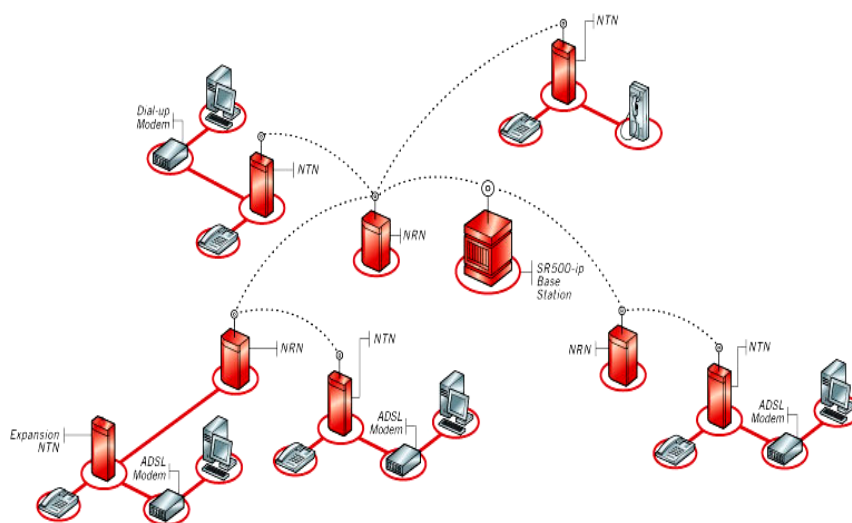
The base station (BS) provides the network interfaces to connect to the core network, and communicates with all remote radio nodes. Network interfaces are PPP over Ethernet for Internet services and V.5.2 over E1 for voice-band services. The base station can accommodate up to two 4 Mbit/s air links for a total system bandwidth of 8 Mbit/s.

The Network Termination Node (NTN) provides the subscriber interfaces. The NTN is a multi-line, multi-service, outdoor unit that serves a large number of subscribers through copper loops. Subscribers connect to the network using a 2-wire equipment, including ADSL modems, standard or payphone sets, as well as V.90 modems and faxes. Subscriber capacity can be increased using an expansion cabinet that is cabled directly to the main NTN.

The Network Repeater Node (NRN) is an outdoor unit that is used when line-of-sight between the **SR 500-ip** Base Station and NTN is compromised by rough terrain, man-made objects or distance. The NRN can also provide subscriber services using an expansion cabinet.

The system is centrally managed by insight NMS, which handles all operation, administration, maintenance and provisioning (OAM&P) and support over-the-air software downloads.

Figure 25 – Architecture of SR 500-ip



Main features and benefits

- **Wide Area Coverage**
The system offers long-range microwave links and network repeaters to ensure coverage in difficult to reach areas spread over hundred of kilometres.
- **Broadband IP access**
The system enables service providers to meet universal Internet access mandates and promote development in rural communities.

- **Advance services**
With full CLASS support, transparency to fax and V90 modem traffic and payphone support, the system enables service providers to maximize voice service revenue. Flexible dial-up and ADSL interfaces offer service provider a choice of high-speed Internet solutions.
- **Future proof**
Based on a packet switch architecture, the system is a long-term solution for IP-based services that reduces operators' technical and financial risk. With such a system, service providers will have access to future IP-based subscriber services while maintaining network stability.
- **Low cost of ownership**
The system offers high capacity and linear scalability, which results in decreased costs on hardware and support. Standard interfaces facilitate network integration, while minimal infrastructure requirements reduce capital costs. In addition, SR 500-ip is centrally managed by insight Network Management System (NMS) to maximize staff productivity and reduce travels to remote locations.
- **High availability and field-proven reliability**
SR 500-ip builds on the technology of SR 500, the most widely deployed rural wireless access system in the world. Reliable in-service performance ensures subscriber satisfaction and preserves revenues streams while minimizing maintenance expenses.

Technical characteristics

- General
 - Capacity: up to 2 air links / 8 Mbit/s per base station
 - Frequency bands: 1.5, 2.5, 3.5, 10.5 GHz
 - Access method: TDMA
 - Duplexing technique: FDD
 - V5.2 PSTN interface: Complies with ITU-T recommendation G.965
 - IP interface: PPPoE over 10Base-T
- NTN Services and Capacity
 - Voice: 2-wire VF 48 lines
 - Payphone: All 2-wire standards and prepay (12 or 16 KHz) services 48 lines
 - Dial-up Internet: V.90 modem support (up to 56 kbit/s) 48 lines
 - Broadband Internet: 2-wire ADSL, always-on, bandwidth-on-demand 5 lines
- Power
 - Base station –48 VDC
 - Network repeater node: –48 VDC
 - Network termination node: –48 VDC or 120/240 VAC (+/- 12 VDC optional).
- Power consumption:
 - Radio Base station: 110 W (average DC per sector 1.5 GHz, 30 dBm, all trunks busy)
 - Network Repeater: 59 W (average DC at 1.5 GHz, 30 dBm, 25% traffic load)
 - Termination node: 43 W (average DC at 1.5 GHz, 30 dBm, 10% traffic load)

- Environmental specifications:
 - Radio Base station (Indoor) operating temperature: 0°C to + 45°C, forced air cooling
 - Repeater and termination nodes (Outdoor) operating temperature: –40°C to + 55°C
- Standards Compliance:
 - Ethernet: IEE 802.3, 10Base-T
 - V 5.2 PSTN: ITU-T G.965
 - Voice: ITU-T G.711(PCM voice coding), G.726 ADPCM 32 kbit/s voice coding A-law and μ -law, G.165 echo cancellation.
 - ADSL: ITU-T G.992.2
 - Safety: IEC 60950
 - EMI/EMC: ETSI EN 300 385
 - Environment: ETSI EN 300 01.

Technology Section Conclusion

A similarity of services and applications across different systems is beneficial to users, and this has stimulated the current trend towards convergence. Furthermore, a broadly similar user experience across different systems leads to a large-scale take-up of products and services, common applications and content and an ease and efficiency of use. However, such convergence should not preclude opportunities for competitive innovation. Access to a service or an application may be performed using one system or may be performed using multiple systems simultaneously (e.g. a digital broadcast channel and a return channel using IMT-2000).

The increasing prevalence of IP-based applications is a key driver for this convergence and facilitates the establishment of relationships between previously separate platforms. What form these relationships will take depends on market requirements, but they might include, for example, hardware integration within a device, network interworking, common access, authentication, accounting, common man-machine interfaces, portals, roaming and handover between systems.

(en inglés únicamente)

ANNEX III

Country Experiences

III.1 Africa

III.1.1 Deployment of Broadband Wireless Access in Mali, Africa

Mali is a landlocked country in western sub-Saharan Africa with 80 per cent of the more than 11 million people living in rural areas. The country experiences extreme climate changes, very arid to a heavy rainy season. It also is very hot and humid. The cost of bandwidth in this country is very high and traditional hard-wire solutions for delivering high-speed Internet often leads to higher support costs and disgruntled customers, both of which can affect the bottom line. It also makes the availability of Internet service to residential customers almost non-existent. Afribone Mali began installing Motorola's Canopy 5.8 GigaHertz radios in 2003 for business and non-government offices. By deploying Motorola's Canopy solution, Afribone Mali SA was able to increase quality of service, keep customers satisfied, and reduce radio frequency cable problems. Afribone is now working on sharing bandwidth with other companies.

III.1.2 Deployment of Mobile Broadband Wireless Access in South Africa

Wireless Business Solutions (WBS) is a dynamic South African company established to provide mobile data network services to meet corporate, government and domestic requirements. It was licensed by SATRA in 1997, to provide National Mobile Data Services and is South Africa's fourth Telecommunication licensee. WBS has deployed a wireless packet switching network with 700 point-to-multipoint radio base stations. This network currently supports over 8 000 radios with which WBS has been providing a service to Uthingo, for the data telecommunications of their Lotto terminals to the Host system. A VSAT network is used to backhaul the traffic from the base stations to the Network Host.

Having gained knowledge and success by being the backbone network behind the National Lottery and providing nationwide wireless data services covering 95% of the population, WBS is rolling out a commercial mobile wireless broadband data network using iBurst technology (see Section II.2.3.3.3). This network will provide customers with high-speed access to the Internet and corporate information wherever and whenever they want. By using the iBurst system, WBS intends to unshackle broadband and to liberate data telecommunications in the same way the mobile phone liberated voice telephony. WBS operates as a wholesale provider of iBurst connectivity, concentrating on its strengths of establishing and managing the infrastructure. It will rely on its channel partners to disseminate the service to the community. This will be the second implementation of iBurst in the world following the successful launch in Australia by Personal Broadband Australia early in 2004.

III.2 Americas

III.2.1 Brazil

1) Introduction

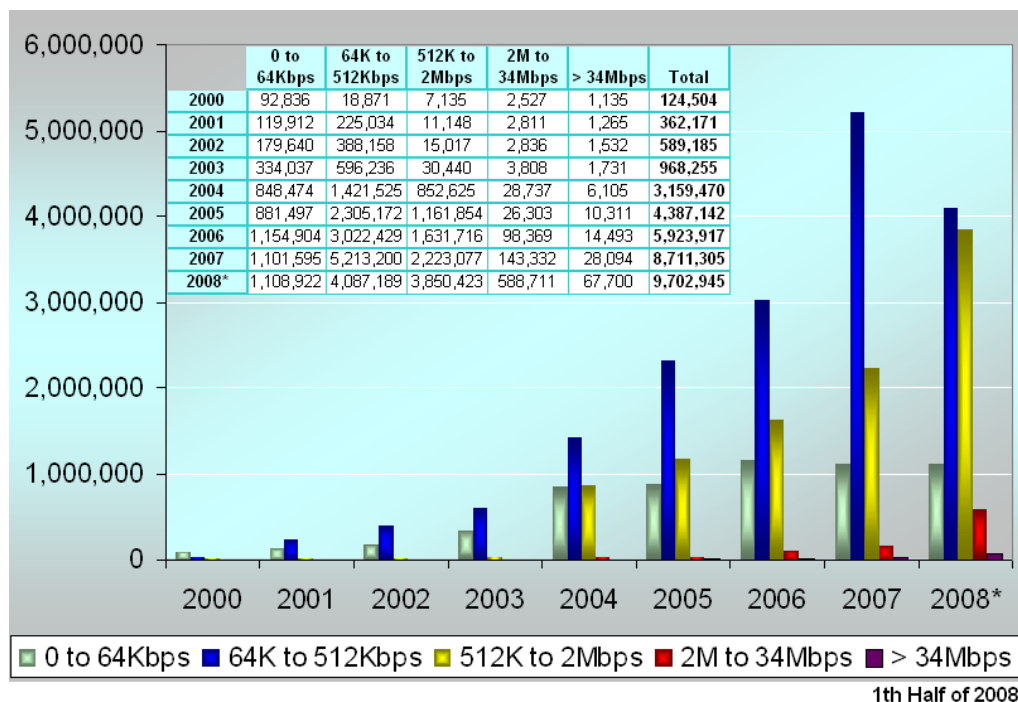
Recent poll shows that Brazil has reached 10 million broadband accesses⁸⁸. Considering that Brazil has a population around 180 million inhabitants living in 45 million homes⁸⁹, it's noticeable that this kind of Internet access hasn't spread much in Brazil. This is true, even knowing that Brazil had a 48% growth in the amount of access in relation to the first half of 2007, as suggested by the research.

⁸⁸ *Barômetro Cisco Banda Larga*, 10th Edition, 2008, August 20.

⁸⁹ Demographic Census conducted by the *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística*, available at www.ibge.gov.br

Data available on the National Telecommunication Agency – Anatel’s web site show that, by the first half of 2008, more than 50% of access in Brazil had transfer rates up to 512 kbps⁹⁰. Less than 10% is at 2 Mbps and above, as shown in Figure 1. Therefore, few Brazilians are taking advantage of new applications available on the web (that requires high rates, like streaming video and voice and file exchange).

Access evolution for various transfer rates.



Although Brazil has been experiencing a sharp growth in the amount of broadband access points over the last years, there is still a digital divide scenario present. This paper has the goal of describing some of the broadband access technologies that are reverting this situation. Also, it aims to present actions continuously taken by the Brazilian Government and by the companies acting in the country with means to promote the development and use of these technologies.

Current Broadband access scenario in Brazil

I) Wireless Access

Brazilian regulation defines telephony processes as those that permit communication between determined fixed points, with voice and other signals, making use of transmission technique modes 3.1 kHz-voice or 7 kHz-audio or up to 64 kbit/s unrestricted, by wire, radioelectricity, optical means or any other kind of electromagnetic signals⁹¹. Therefore, as Brazil does not define a specific lower boundary rate for broadband access, for the purposes of this study, broadband shall be understood as the service that offers capacity of transmission, emission and reception of multimedia information, using any means, with transfer rate above 64 kbps (56kbps, discarding less significant bit).

In Brazil, wireless technologies capable of delivering broadband access and currently in use are the ones based on: Institute of Electrical and Electronics Engineers – IEEE 802.11 ‘b’ and ‘g’ (Wireless Fidelity – Wi-Fi), 802.16 (Fixed Worldwide Interoperability for Microwave Access – WiMax), Multipoint

⁹⁰ Sistema de Coleta de Informações – SICI, available at <http://sistemas.anatel.gov.br/sici>

⁹¹ Regulamento do Serviço Telefônico Fixo Comutado, approved by Resolution n° 426; 2005, December 9

Multichannel Distribution System – MMDS, Direct To Home – DTH, High-Speed Downlink Packet Access – HSDPA, Enhanced Data rates for GSM Evolution – EDGE, Fixed Wireless Access – FWA, amongst others⁹².

II) Wired Access

Wired access capable of delivering rate above 64kbps and currently in use in Brazil are: G.992 family (Asymmetric Digital Subscriber Line – ADSL, ADSL2/2+), Hybrid Fiber Cable – HFC, Cable Modem, Fiber To The Home – FTTH, Power Line Communication – PLC⁹³. Those last two on an experimental state.

III) Number of Access Points

Consulting broadband access data available at Anatel's website (www.anatel.gov.br) and the demographic data available at the Brazilian Geographical and Statistical Institute – IBGE's website (www.ibge.gov.br), it's possible to obtain some statistics about broadband penetration in Brazil.

If all Brazilians could use the Internet at the present scenario (180 million inhabitants and 10 million access points), each 18 inhabitants should share the same broadband access point [3]. This is not a high mean, considering that approximately 23% of the Brazilian population has already access the Internet, while the world average rate is around 21%⁹⁴.

But, the majority of the population is concentrated in the southeast region (São Paulo and Rio de Janeiro mostly). Regions like the north (Amazonas, Acre, Rondônia etc) and the northeast (Maranhão, Piauí etc) have a less dense population. This means that those regions are less economically attractive for telecommunication companies. Therefore, the number of broadband access points tends to be unequally distributed throughout the Brazilian territory. For example, the State of São Paulo has a mean value of 11 inhabitants sharing the same broadband access point, while the State of Maranhão has a mean value of 118 inhabitants/access points⁹⁵.

2) Technologies

Regulatory strategies for promotion of broadband access technologies amongst less populated areas and small and home offices

The reduction of prices of radio equipment operating in some frequency bands has allowed the emergence of small providers of broadband access, offering telecommunications services where the main operators do not provide them. In these locations, considered, in generally, as being less economically attractive for big companies due to high cost of deployment of a new network, there are a growing number of small offices trying to absorb this demand for broadband access.

I) Regulations applied

The use of radiofrequency ranges 2,400-2,483.5 MHz and 5,725-5,850 MHz are free of charge if the equipments, certified as of Limited Radiation Equipments, operate under several conditions established by Brazilian Regulations. Brazil defines Limited Radiation Radiocommunication Equipments as those that use radiofrequencies for several applications in which emission creates an electromagnetic field bounded by Brazilian law⁹⁶.

However, this legislation imposes some restrictions depending on the coverage of the telecommunication service: restricted or collective. Collective interest services are those that must be provided to any interested person on a non-discriminatory basis, satisfying the interests of the community. Restricted interest services

⁹² Ibid.

⁹³ Ibid.

⁹⁴ Regulamento sobre o Uso de Equipamentos de Radiocomunicação de Radiação Restrita, approved by Resolution n° 506; 2008, first of July.

⁹⁵ *Sistema de Coleta de Informações – SICI*, available at <http://sistemas.anatel.gov.br/sici>

⁹⁶ Regulamento sobre o Uso de Equipamentos de Radiocomunicação de Radiação Restrita, approved by Resolution n° 506; 2008, first of July.

are those designed for personal use or provided to certain groups of users, selected by the provider through criteria established by itself⁹⁷.

When the telecommunication activity, using radio communication stations, surpasses the limits of a building or property and these stations operate at frequency ranges 2.400-2.483,5 MHz or 5.725-5.850 MHz using Spread Spectrum or other Digital Modulation technology, the following rules are applied:

- i) When the operation of these stations is associated with the rendering of collective interest telecommunications services, an authorization for the provision of the corresponding service is required. The licensing of stations is also required if these stations are intended to:
 - a) interconnect with the network of another telecommunication service provider; or
 - b) interconnect with another station of the same network and that other station operates with at least one equipment that is not classified as of Limited Radiation.
- ii) When the operation of these stations serves as support for telecommunications network designed to support restricted interest services, no telecommunication service authorization is required. However, if these stations operate in accordance with subparagraphs “a” or “b” of item I above, they must be registered in the database of the Brazilian National Telecommunications Agency – Anatel. In this case, no licensing is necessary.

Especially for the 2.4 GHz band, all stations, including terminals, have to be licensed, regardless of coverage of the telecommunications service, if the equipment operates with e.i.r.p higher than 400 mW and at locations with population greater than 500,000 inhabitants.

II) Main Users

In Brazil the bands mentioned above are intended primarily for providing broadband access in less populated areas and for private networks. Small and home offices offer broadband access using those radiofrequency bands in locations poorly supplied with access points and with little bandwidth available from large companies. This kind of telecommunication service depends on an authorization of the Brazilian Government and on licensing of the radio stations in accordance with Brazilian Regulation⁹⁸.

To promote digital inclusion and universal access to broadband services, Anatel has understood that municipal governments could provide their own network and offer the community a telecommunication service, always free of charge, limited to the municipality area⁹⁹.

3) Proposal

The Brazilian administration is open to contributions from other countries in order to exchange experiences on the best practices in the matter, and would like to suggest further discussions to examine how other countries are dealing with the challenges of increasing broadband access through new technologies.

III.2.2 Canada

1) Broadband for Rural and Northern Development Pilot Programme

Canada is taking steps to provide broadband Internet access for all Canadian communities, including those in rural and northern communities. The *Broadband for Rural and Northern Development* Pilot Programme aims to fulfil this commitment through partnership with local communities, the provinces, territories and the private sector.

The programme is being delivered through two rounds of business plan development funding, followed by two rounds of implementation funding. In a recent announcement (October 2003) by the Government of Canada, it was stated that a total of 33 organizations have been selected to receive financial assistance from the Department of Industry (Industry Canada) in deploying broadband or high-capacity Internet to their

⁹⁷ *Regulamento dos Serviços de Telecomunicações*, approved by Resolution n° 73; 1998, November 25.

⁹⁸ *Lei Geral de Telecomunicações*, federal law n° 9,472; 1997, July 16.

⁹⁹ *Ato 66,195*; 2007, July 27.

communities. These organizations, representing an estimated 768 First Nations, northern and rural communities across Canada, will have access to funds from the Broadband for Rural and Northern Development Pilot Programme's first round of implementation funding. The deadline for submission of business plans to compete for the second round of implementation funds was November 2003, and the results were announced in April 2004. The business plans selected for implementation funding were based on the following criteria: level of community engagement, assessment of community need, experience and/or ability in project management, technology and implementation, and sustainability of business plan. For more information, visit: www.broadband.gc.ca.

2) National Satellite Initiative

An announcement was made by the Government of Canada (October 2003) to provide funding, over a period of 10 years, for the provision of broadband access to remote communities over satellite channels. Some 400 communities were initially identified for this programme. The objective of the National Satellite Initiative is to acquire satellite capacity (and possibly) some satellite ground infrastructure to provide remote broadband connectivity to rural, remote or isolated communities. This will bring broadband access to the remote communities at a cost that is comparable to that in the southern urban areas. Services that will be supported by this programme will principally be telehealth, e-business, distance learning and access to the Internet. This programme includes two C-band (4-6 GHz) public benefit transponders managed by Industry Canada (the first one became available in 2002 and the second one in 2003), Ka-band (20-30 GHz) satellite transmission capacity on the ANIK-F2 satellite (to be launched in mid-2004) as service credit to the Canadian Space Agency, and further satellite transmission capacity to be purchased on the open market.

3) Promoting Broadband: The Case of Canada

Under the New Initiatives programme of the Office of the Secretary General of the ITU, a series of Telecommunication Case Studies were produced. One of the cases studied was an examination of Canada's experience in promoting broadband. The study, prepared by Eric Lie, Project Manager, International Telecommunication Union, is entitled "Promoting Broadband: The Case of Canada".

The report of this study provides comprehensive information on the country's background, an overview of the origins of the Internet in Canada, the distribution of Internet and broadband infrastructure in the country and the demographics of Internet and broadband usage, the broadband market, the regulatory environment, and main strategies and initiatives that have been put in place by communities and governments to promote broadband. For more information, visit: www.itu.int/osg/spu/ni/promotebroadband/casestudies/canada.doc.

4) Fixed wireless access systems in the 900 MHz range

In Canada, the band 953-960 MHz is shared by Studio-to-Transmitter Links (STLs) and fixed wireless access systems on a geographical basis.

The operation of STLs had been limited to the band 956-960 MHz. With the introduction of digital radio broadcasting (DRB), there was a need for additional spectrum for STLs in the band 953-956 MHz, particularly in urban areas where there may be a large number of AM, FM and potential DRB stations. The deployment of these STLs will not be extensive in rural areas. The spectrum in these areas could be utilized by other radio applications to ensure efficient use of the frequency spectrum. In this regard and with the objectives of making information and knowledge-based infrastructure available to all Canadians, the band 953-960 MHz was also designated for radio services such as fixed wireless access systems (FWAs) that could be deployed outside of the areas of intense use of STLs.

In order to facilitate sharing between STLs and FWAs on a geographical basis, certain criteria were used including the establishment of geographical zones to give priority access to STLs where the future use of STLs could be most intense. As well, as a general practice, the provision of new STL licences begins from the upper frequency limit of the band 953-960 MHz, whereas the provision of new FWA licences begins from the lower frequency limit of the band.

The band 953-960 MHz is divided into 55 RF channels with 125 kHz spacing between centre frequencies. For FWA applications, a minimum of five contiguous 125 kHz channels are necessary. The transmitter

power delivered to the antenna input is limited to 5 watts per RF carrier. Specific spectrum mask and FWA subscriber antenna characteristics also apply. For more information, visit:

www.strategis.ic.gc.ca/epic/internet/insmt-gst.nsf/vwGeneratedInterE/sf01613e.html and
www.strategis.ic.gc.ca/epic/internet/insmt-gst.nsf/vwGeneratedInterE/sf02144e.html.

5) Subscriber radio systems in the 1.4 GHz range

Fixed wireless systems in the 1 427-1 525 GHz bands are deployed in many rural areas of Canada to provide access to voice and data services. These systems are based on point-to-multipoint TDMA/FDD technology using 3.5 MHz channel bandwidth to provide a payload capacity of 4 Mbits/s per central station equipment, and up to 28 Mbits/s per system (7 central stations).

A typical system consists of central stations, repeaters, and terminal stations that can be configured in radial, branched, or linear topology with a maximum range of up to 720 km.

A typical central station has capacities of 400 to 600 subscribers depending on the grade-of-service objective and type of data service, which could be $n \times 64$ kbit/s dedicated lines.

Some systems also have integrated sub-systems that operate in the radio frequency band of 950 MHz.

6) Wireless communication systems in the 2.3 GHz and 3.5 GHz range

A spectrum auction took place in Canada in early 2004 for the Auction of Spectrum Licences in the 2 300 MHz and 3 500 MHz bands. Five licences in each of 172 service areas across most of Canada, totalling 848 licences, were auctioned for companies to provide innovative wireless services, such as high-speed Internet. In each service area, one WCS licence will be available, totalling 15+15 MHz in the band 2 305-2 320/2 345-2 360 MHz. Four licences will be available in the band 3 475-3 650 MHz in each service area, three licences of 25+25 MHz plus one licence of just 25 MHz. The purpose of this licensing process was to facilitate the growth of Wireless Communications Services (WCS) in the 2 300 MHz band and Fixed Wireless Access (FWA) in the 3 500 MHz band in both rural and urban areas, as well as to facilitate the implementation of new and innovative services.

Equipment in these bands is typically capable of providing data rates from 64 kbit/s to 1.5 Mbit/s or more to each subscriber.

Many of these products are also capable of providing traditional telephone services. Where there is a direct line-of-sight from the base to the subscriber station, these systems may be capable of providing service at ranges of 20 km or more. Some of these systems are also capable of operating without a clear line-of-sight, albeit at significantly reduced ranges. For further information: www://strategis.ic.gc.ca/epic/internet/insmt-gst.nsf/vwGeneratedInterE/sf05472e.html.

7) 2.4 GHz and 5 GHz wireless access systems including radio local area networks

Wireless access systems deployed in 2.4 GHz and 5 GHz (5 250-5 350 MHz, or 5 470-5 825 MHz) are increasingly being used in urban areas for local area network connections as well as hot spot applications. However, many of these systems are also being used in rural areas. For example, in the band 5 725-5 825 MHz, some companies deploy point-to-point or point-to-multipoint systems in rural parts of Canada with e.i.r.p. as high as 4 Watts (consistent with Canada's domestic technical rules).

In other cases, companies are taking advantage of using 2.4 GHz and 5 GHz technologies to form a comprehensive network that provides the transmission range necessary to reach some of the rural communities. In particular, in one case, 2.4 GHz systems are being used as the last mile connection to homes and offices, while the access points are interconnected using the 5 GHz IEEE 802.11a technology. The 5 GHz transit links are part of a self-configuring wireless mesh network. This enables a wireless backhaul network to be deployed quickly with increased network reliability and at reduced infrastructure costs.

8) Research and development efforts in Canada

To support the government of Canada's priorities for connecting Canadians, the Communications Research Centre (CRC), an agency of Industry Canada, established an R&D programme called the Rural and Remote

Broadband Access (RRBA) Programme. The Programme began in April 2002 and will run until March 2007. The RRBA Programme's mandate is to conduct innovative R&D on technologies and systems that will facilitate rural and remote access to interactive broadband multimedia services.

The RRBA Programme focuses on finding technological solutions in areas of satellite communications, terrestrial wireless, fibre optics, etc., that can extend broadband services to rural and remote areas in a cost effective manner; especially where there is currently little interest by the private industry because of the perceived small return on investment. Proof-of-concept systems and subsystems will be developed with the participation of public- and private-sector partners to demonstrate the feasibility and advantages of broadband access in rural and remote areas. Collaborative demonstrations of broadband applications will also be conducted. Participation in international standards activities will take place with the aim of lowering the costs of broadband equipment through harmonized operating rules and large-volume manufacturing.

A number of critical issues have been identified by the programme; these include equipment cost, flexibility, reach, spectrum availability and interference, standardization and potential international markets. This results in the need to support a variety of R&D projects dealing with:

- Terrestrial wireless technologies such as WiFi, WiMax and other similar technologies for transport and “last mile” access.
- Wireless broadband access using frequencies below 1 GHz for better reach in rural and remote areas due to better propagation characteristics.
- Broadcast transmission technologies such as the use of DTV and an adequate wireless return channel for broadband access.
- Satellite broadband access technologies, especially related to low cost bidirectional Ka-band (20-30 GHz) terminals.
- Other broadband technologies such as distribution of RF signals over optical fibre and application of Software Defined Radio to flexible broadband access terminal.

More details are available from the programme website: <http://www.crc.ca/broadband>.

9) Nemiah Valley, British Columbia, Canada¹⁰⁰

The Nemiah Aboriginal Wilderness Reserve, in isolated mountain-rimmed Nemiah Valley in central British Columbia, Canada is the homeland of the Xeni Gwet'in (pronounced “Awney Gwateen”) Native American Indian community. Within the Reserve, the community government prohibits construction of paved roads, electric power and telephone pole lines, and commercial logging. To replace the sole narrowband radio-telephone link then available to community government and residents, the Canadian and British Columbia governments two years ago jointly funded deployment of wireless medium-speed Internet access (including feeder/backhaul) to the medical clinic, the school, the community and tourist office (www.xnigwetin.com), and to several clusters of residences. Telus Communications deployed by helicopter solar-plus-battery-powered broadband wireless equipment that included one 40-mile, 3.5 GHz feeder/backhaul link, and four 950 MHz Mbit/s “WL500” multi-sector, point-to-multipoint fixed-access links. The government and many residents now enjoy Internet services plus multi-channel fax and voice applications. Telus Communications' mobile business recently announced a USD 20 million expansion to bring high-speed mobile voice and data communications to 90% of Canadian communities.¹⁰¹

10) Wi-Fi in Ontario Canada¹⁰²

In rural and remote areas where population density prohibits the cost-effective use of wireline broadband distribution, inexpensive wireless solutions have been used to create broadband access networks of sufficient

¹⁰⁰ Loi, Linda and Kreig, Andrew, “*International Wireless Broadband Success Stories*”, WCAI, July 2003.

¹⁰¹ “TELUS Mobility's Heartland Expansion brings digital wireless phone and data service to small and remote communities in British Columbia”, Canada English Newswire, July 16th, 2003.

¹⁰² ITU/SPU, Reynolds, Tad, “*Promoting Broadband*”, Background Paper, 2003. www.itu.int/osg/spu/ni/promotebroadband/PB03-PromotingBroadband.pdf

size to achieve the economies necessary to sustain the network. Being scaleable, portable, and easy to deploy, fixed wireless in particular has proven to be a popular technology choice for a number of demand aggregation community initiatives such as those in Leeds and Grenville Country, South Dundas and Simcoe County in Ontario.

Although still in a nascent state of deployment, cooperative solutions based on “Wi-Fi” technology present a possible avenue through which high-speed network access can be deployed at low cost. 44 Informal Internet access-sharing cooperatives, grounded in websites, at which information on participating is exchanged and provided, have already sprung up in a number of cities in Canada. Examples include cooperatives such as the Waterloo Wireless project, whose users have attempted to create a mesh of uninterrupted connectivity via a dense clustering of nodes, or “hot spots”, and the BC Wireless project which, alongside the usual node maps and do-it-yourself deployment instructions, has declared an interest in using high-gain antennae to create point-to-point intercity links that would cobble together community networks into an interconnected system 45. Current attempts in Canada to extend Wi-Fi networking to the 10 km and even 20 km range on a point-to-point basis indicate the possible extension of Wi-Fi as an alternative means for remote community-dwellers to aggregate demand and share backbone connectivity. Stretching the reach of “Wi-Fi” technology in a point-to-multipoint arrangement is also being investigated by CRC. One appealing approach is to down-convert “Wi-Fi” transmission to lower frequencies in the UHF range to take advantage of better RF propagation characteristics (see subsection 8).

Conclusion

A number of programmes and initiatives are being carried out in Canada to deliver wireless broadband connections to Canadians in rural and remote communities. Government programmes such as the *Broadband for Rural and Northern Development* Pilot Programme and the *National Satellite Initiative* are only two of the many programmes that Canada has initiated to promote broadband connections in rural communities. A number of frequency bands are currently being used, in Canada, for broadband transmission to rural areas including the 900 MHz, 1.4 GHz, 2.3 GHz, 2.4 GHz, 3.5 GHz and 5 GHz bands. Nonetheless, a number of issues including cost, climate and propagation (the need for spectrum with propagation characteristics more suitable for rural areas) can be challenging in the deployment of systems in rural areas.

III.2.3 Ecuador

Broadband Wireless Point-to-Point Enterprise Network, Banco del Pichincha, Machala Zone, Ecuador

The Banco Del Pichincha, the largest bank in Ecuador, has established 200 branch offices spread across Ecuador. To interconnect these, the bank has deployed an extensive private network, containing many wireless links. The bank stipulates that each link be available 365 days of the year, 24 hours per day, with reliability at least 99.96%. For many critical links, the bank has deployed “VIP 110-24” broadband wireless links offered by Wi-LAN. Installed in 2001, these wireless links now have demonstrated reliability exceeding that stipulation. The VIP 110-24 product incorporates routers, are called “anypoint-to-multipoint”, or “VINE” routers, which have enabled Banco Del Pichincha to adopt a deployment approach wherein any endpoint or repeater node already in the network can become the centre of one or more point-to-multipoint branches. This approach minimizes up-front costs for its evolving network.

III.2.4 Mexico

Fixed Wireless Access, Mexico City, Mexico

Mexico City, containing 20 million residents, is one of the densest, largest urban markets in the world. Fast Internet access (Mbit/s) has not been readily available within much of the metropolitan area. MVS Comunicaciones, for many years a principal deliverer of TV programming throughout the metropolitan area and the nation, now is delivering high speed fixed wireless Internet access within the city, across 220 sq. miles encompassing approximately 10 million of its residents, and including its central business district. Within Mexico City, many prospective customers are located down in high-building street canyons or mountain-ridge canyons, and many behind extensive foliage, thus not within wireless line-of-sight of current and prospective base stations. Hence MVS sought a NLOS wireless technology effective in demanding

terrain. It deployed the MMDS-band 2.5-2.686 GHz broadband NLOS wireless equipment. Within forthcoming months, the MVS Mexico City network likely will become the world's largest NLOS network.

III.2.5 Peru

“USE OF VSAT SYSTEMS FOR TELECOMMUNICATIONS SERVICE RENDERING IN RURAL AREAS IN PERU”

Introduction

In August 1998, the Guidelines for Telecommunications Market Opening in Peru were approved through the Supreme Act No. 20-98-MTC, which defined the universal access as a group of essential telecommunications services to promote the development and integration of the furthestmost areas in Perú.

Additionally, the following universal access goals were defined until the year 2003:

- The installation of 5 000 public telephones in an equal number of rural towns lacking this service, capable of transmitting voice, fax and data at a low speed, as well as making free calls to emergency centres.
- The installation of Internet access in 500 rural district capitals¹⁰³ comprised in the 5 000 towns previously mentioned.

The Telecommunications Private Investment Supervising Organization (OSIPTEL) through the Telecommunications Investment Fund (FITEL) designed a series of projects under these guidelines, which aimed at providing fixed telephone services through public telephones and Internet access in district capitals.

FITEL called for International Public Bids, in which participating bidders committed themselves to oversee: i) installation, ii) operation and iii) maintenance of specific services utilizing the most efficient technology to allow them to comply with technical specifications.

Peru has particular characteristics that include a great geographic unevenness. Rural operators in charge of selecting the most adequate technology to comply with technical requirements took this into consideration. In the end, satellite technology through the implementation of VSAT networks was chosen by participating bidders.

This document presents a general perspective of the deployment of VSAT networks in Peru through FITEL.

Description of the VSAT network

The VSAT satellite network implemented in Peru's rural areas operates in the band 10-20 GHz, with a 11,7 to 12,2 GHz up-link and a 14 a 14,5 GHz down link, utilizing a PAS-1R satellite.

The VSAT network has a star-like topology, with multiple remote stations that communicate through a Main Hub with a FDMA/TDMA DAMA access scheme.

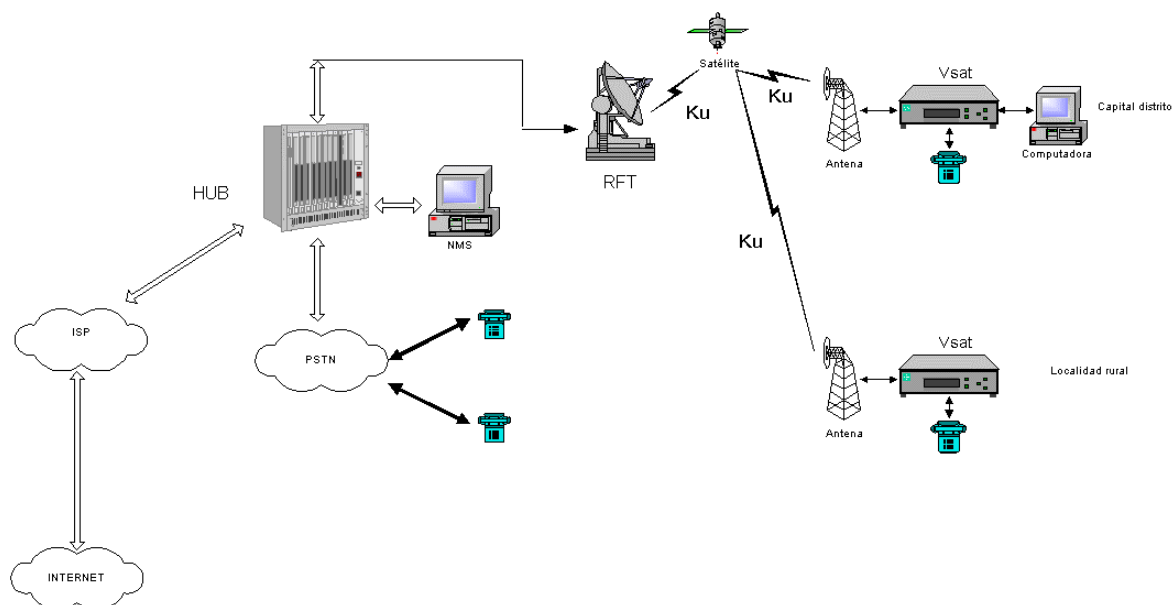
Current data transmission speed reaches 256 kbit/s for the carrier from the Hub to the remote stations (Outbound – up link), with QPSK and 38,4 kbit/s modulation for the carrier from the remote stations to the Hub (Inbound – down link) with a MSK modulation. Additionally, a LAN Ethernet port is included which can reach speeds of up to 10 Mbit/s.

Among the VSAT network's main components we can mention the following: i) multiple remote stations, ii) nodal station (Hub), iii) prepayment¹⁰⁴ subsystem, iv) network management system. Figure 26 shows the simplified diagram of the VSAT network.

¹⁰³ According to the definition of the IT and Statistics National Institute, district is the smallest territorial division in the country. It is generally subdivided into urban and rural areas.

¹⁰⁴ The prepayment system uses cards with codes (PIN) to make calls. It is necessary for the operator to have an adequate card distribution plan, as well as ensuring adequate training for the rural population to use the service. The procedure to make a call can be found in the back of the prepayment cards, and a procedure poster can be found inside the telephone booths, and also the operator trains users on the proper use of the public telephone and Internet access (if necessary).

Figure 26 – Simplified scheme of the VSAT network



Remote stations are constituted basically by two modules: the external unit (Outdoor Unit – ODU) and the internal unit (Indoor Unit – IDU), that includes the VSAT. Apart from the energy subsystem and protection subsystem.

The external unit (ODU) is comprised of the antenna and radio frequency elements that enable communication between the internal unit (IDU) and the satellite. Some of its components include: i) an antenna that varies in size from 1,2 to 1,8m¹⁰⁵, ii) a high potency converter, with potency that varies from 500 mW to 1 W¹⁰⁶ and iii) low noise converter block.

Services¹⁰⁷ currently being provided include the following: i) voice, ii) fax (Group 3) low speed data, iii) free calls to emergency centres and iv) Internet access in rural district capitals at a speed of 9 600 Bauds.

Rural operators

As a result of the International Public Bids the subprojects have been awarded to two operators: Gilat To Home Peru S.A. (formerly named Global Village Telecom.) and Rural Telecom. S.A.C. Table 2 shows the distribution of subprojects per rural operator.

¹⁰⁵ The size of the antenna depends on many factors (geographic location, satellite coverage, precipitation levels, speed of data requested, etc). Depending on the case, antennas with a greater diameter are used to improve the system's performance.

¹⁰⁶ 1W of power in some towns in the Peruvian jungle mainly due to the satellite's coverage and precipitation levels).

¹⁰⁷ Currently, all services rendered by rural operators run through prepayment platforms, except for Internet access, which is being provided freely to this date.

III.2.6 United States

1) Fibre to the Home Rural Community Project, Grant County, Washington, US¹⁰⁸

The Grant County Public Utility District (GCPUD) is building fibre-to-the-home (FTTH) in a rural community in Washington State. According to the GCPUD, FTTH is assisting small business, educational institutions, medical facilities and others where other telecom services are offered in a limited capacity. In March 2000, Washington State passed a state law that allowed public utilities to build fibre-optic networks. As of March 2003, more than 10 000 meters were passed, and more than 9 200 homes were passed by the fibre build-out in Grant County. The Grant County Public Utility District had a 43 per cent penetration rate, with about 4 000 subscribers, as of March 2003. Nearly 100 per cent of the homes have Internet access. And, nineteen ISPs, two video companies, one telephone company and one security company are providing high-speed voice, video and data applications. As a result of its broadband buildout, the economic impact has been significant.

- Over 100 new jobs have been created as a result of the network, creating a USD 9 million economic benefit for the region.
- As a result of the network, 25% of people with access have purchased a new computer or related equipment, 72% of people with access have purchased goods or services online and 62% believe that broadband access improves their children's education.
- A local chemical plant has reduced executive visits to Sweden from once a month to twice a year because of video conferencing.
- Point-of-service entities, like gas stations, have decreased credit card processing time.
- Farmers are using the applications to track the market prices of their products and do livestock and crop research.
- County schools are using the FTTH connection for distance learning, distributing programming, financial aid information and advising information.
- Medical facilities are transmitting more medical information to doctors and patients faster.
- GCPUD also estimated that every 300 new employees attracted to the region as a result of the FTTH networks would translate into USD 72 million for the local economy because of the multiplier effect of consumer spending.

High Speed Satellite Broadband Service for Medical Purpose, Columbia, South Carolina, US¹⁰⁹

On July 1, 2002, Hughes Network Systems, Inc. (HNS), the Advanced Technology Institute (ATI), and the Columbia Eye Clinic launched a high-speed, satellite broadband service linking medical professionals at the Columbia Eye Clinic with patients at Beaufort-Jasper-Hampton Community Health Centre in Ridgeland, South Carolina. The service allows clinic experts to screen the eyes of patients over 100 miles away for diabetic retinopathy. In the coming years, they plan to screen patients in other parts of South Carolina and then expand to screenings for glaucoma and other anterior segment diseases. Broadband access will facilitate the collection of epidemiological data and aid in patient education.

2) Municipal Fibre Optic Network, Kutztown, Pennsylvania, US¹¹⁰

The city of Kutztown, Pennsylvania built Pennsylvania's first municipal fibre-optic network. It is a USD 4.6 million project, which the city began building in 2001. The network has created competition for high-speed Internet access, cable TV and telephone service in Kutztown. Kutztown is one of only a handful

¹⁰⁸ Donna Keegan. "Great Needs: Fiber-to-the-home drives development in Grant County, Wash", Opastco Roundtable, July/August 2002, pp. 50-51.

¹⁰⁹ "Healthcare Groups and Broadband Satellite Provider Collaborate to Help Save Eyesight in Rural South Carolina", HNS Press Release, July 1, 2002.

¹¹⁰ "Wired in Kutztown – Municipality sells Internet, cable TV and phone service through its own lines", Christian Berg, The Morning Call (online), August 4, 2002.

of US cities to run fibre to every home and business. The network offers speeds up to 100 megabytes per second. The network provides residents the ability to monitor home security, pay water and sewer bills and track their electricity use. Officials also envision video-on-demand and music-on-demand, distance learning and e-health as applications to be deployed using the new fibre-optic network. In addition, the network will provide Kutztown's electric utility the ability to automatically detect the location of power outages and equipment failures. It also will let the utility use automated meter reading technology. That will eliminate the need for time-consuming manual checks of the borough's several thousand electric meters each month.

3) **Point-to-point Wireless Broadband Program Turtle Mountain & Fort Berthold, ND & Fort Peck, MT, US¹¹¹**

Fast Internet access (Mbit/s) has become available within but few of the U.S. Native American Indian Reservations. To accelerate availability, the U.S. National Science Foundation, through its EDUCAUSE (www.educause.edu) affiliate and AN-MSI project (www.an-msi.org), recently funded deployment of wireless fast Internet access to community colleges at several reservations, including necessary feeder/backhaul. At three, including Fort Peck Community College (MT), the Fort Berthold Community College (ND), and the Turtle Mountain Community College (ND), the AN-MSI project, led by Dandin Group CEO Dewayne Hendricks, deployed U-NII band (5 GHz) "Canopy" broadband wireless equipment offered by Motorola, both 20 Mbit/s feeder/backhaul links and 10 Mbit/s access links. Each network soon will be extended to more community sites, perhaps then households.

4) **Example of Fixed Broadband Wireless Implementation in the United States**

The city of Forth Wayne, Indiana, is the second largest city in the state of Indiana. The local government and private sector of this city concluded that it was necessary to establish a regional capability to provide businesses and residents in the metro area access to high-speed broadband services at reasonable cost as such a capability was essential to economic development. It was considered that ubiquitous broadband deployment would bring valuable services to businesses and consumers, stimulate economic activity, improve local productivity, and improve education.

This was accomplished through the Indiana Data Centre. The criteria for the technology to implement this were: 1) No public financing, but use of public facilities; 2) digital structure; 3) Always on and ubiquitous, 4) able to evolve new users; 5) able to address interference issues.

After much evaluation of alternative technology solutions, the Motorola Canopy product was selected. This BWA concept:

- Uses a cellular-like concept with more access points close to the ground.
- Mitigates interference in unlicensed bands.
- Provides a modular design for expanding the system with ease of installation (one day).
- Very cost effective.
- Scalable bandwidth on demand up to 2 Mbit/s.

III.3 Asia

III.3.1 Australia

1) **"Networking the Nation" Broadband Program and Regional Mobile Phone Program**

Also in Australia, the government took a step toward creating demand for broadband-delivered applications through its "Networking the Nation" program. Part of the overall Commonwealth of Australia's National Broadband Strategy, the Networking the Nation Program Australia program that provided nearly AUUSD 180 million Australian dollars to non-profit organizations to support activities and projects designed

¹¹¹ Courtesy of Motorola and Linda Loi, WCAI.

to address a range of telecommunications needs in rural, regional and remote Australia.¹¹² It included a strategy for deploying public Internet access, videoconferencing facilities to the general public and female health facilities, training, building parts of a new telecom backbone, helping municipal and county councils provide government services, and providing money for community telecommunications centres that will assist people with disabilities to access the Internet.¹¹³

Another initiative by the Australian government designed to improve the level of telecommunications services in rural and regional Australia is the Regional Mobile Phone Program. This AUUSD 50.5 million program provided AUUSD 20.4 million improved 3rd Generation CDMA mobile voice and high-speed data coverage to 31 towns that currently have inadequate coverage and to 24 towns that have no existing coverage. Other mobile phone coverage provided under the USD 50.5 million Regional Mobile Phone program includes:

- spot coverage for selected regional highways;
- funding to improve mobile phone coverage in the south west of Western Australia under the Wireless West project; and
- a satellite mobile phone handset subsidy scheme.

2) **Telstra's Broadband Acceleration Program, Australia**

Telstra, a major telecommunications operator in Australia, has established a broadband policy which allocated up to AUUSD 30 million in cash and bandwidth to accelerate the development of technology that will stimulate broadband growth in Australia.¹¹⁴ Under the deal, Telstra will contribute AUUSD 10 million in cash, AUUSD 20 million in bandwidth, and it has committed to match equivalent industry contributions to the program with further support of up to AUUSD 15 million over five years. The goal of the Telstra Broadband Strategy is to stimulate and accelerate the development of new and innovative applications, tools or technologies with wide appeal for broadband delivery to Australian businesses and consumers. This in turn will stimulate subscriber growth and ultimately mean more revenues for Telstra resulting in a win-win situation for both consumers and the private sector.¹¹⁵

3) **"Reach for the Clouds" Broadband Program, Melbourne, Australia**

In Melbourne, a local initiative of GreenPC, called "Reach For The Clouds," aims to deliver to each of 770 homes in the low-income housing project called Atherton Gardens a refurbished computer completely free of charge and the chance to get online. All of Atherton Gardens has been wired with an ADSL broadband system. Residents are able to use e-mail and a community intranet service free, but they pay to connect to the web. The project is using refurbished computers to enable a whole community to access the web. The project's aims are to provide all residents with free access to a PC in their own home, establish a local community computer network (Intranet), provide access to Internet telecommunications (Internet), train residents in computer use, enable community management of the network and establish social enterprise opportunities. If successful, GreenPC will deploy similar networks in Melbourne's 13 other poor housing developments.

4) **Personal Broadband Australia**

In March 2001 the Australian Communications Authority (ACA) conducted an auction of 2 GHz (3G) licenses covering all major cities in Australia and applying for 15 years from October 2002. ACA's 2 GHz spectrum allocation was consistent with the ITU's recommended frequency arrangement for spectrum

¹¹² See:

www.dcita.gov.au/Article/0_0_1-2_3-4_106337.00.html and www.newconnections.gov.au/download/0_6183_4_113958.00.doc for more information.

¹¹³ OECD Report, "Broadband Infrastructure Deployment: The Role of Government Assistance", November 14, 2001.

¹¹⁴ "Telstra Sets Up Broadband Fund", www.dialelectronics.com.au/articles/8f/0c00e78f.asp, June 21, 2002.

¹¹⁵ See: www.broadbandfund.telstra.com/about_home.htm for more information, as well as a list of funded projects.

identified for IMT-2000¹¹⁶ and adhered to their technology neutral spectrum policy that allows Australian licensees to deploy any technology that meets the adopted emissions and coexistence requirements. The ACA awarded five licenses as a result of this auction, including a license to CKW Wireless which was established in February 2001 with the objective to roll out the iBurst™ technology across Australia. By June 2002, CKW had been renamed *Personal Broadband Australia* (PBA) and formed into a consortium partnership that includes Ozemail, Vodafone, Crown Castle, TCI, UT Starcom as well as the shareholders. After a one-year trial that was successfully completed in November 2003, a “soft launch” was initiated in December 2004 and the fully commercial iBurst service was launched on March 19, 2004.

PBA is delivering a new paradigm for access to the Internet and corporate information where people are able to rely on secure high-speed connectivity wherever they are and whenever they want. Not only does this greatly enhance the utility of many existing data applications, it enables the development of exciting new applications that could not exist until iBurst came into existence. PBA is a network builder and service provider. Its iBurst network offers the first commercially available service of its kind in the world. Based on patented technology from ArrayComm and using equipment supplied by Kyocera Corporation, the iBurst network uses state of the art High Capacity-Spatial Diversity Multiple Access (HC-SDMA) technology that is being standardized by the Alliance of Telecommunications Industry Solutions (ATIS), an ANSI-accredited standards development organization. HC-SDMA systems make far more efficient use of radio spectrum than previously developed mobile radio telecommunications systems, allowing each radio node to provide up to 1 Mbit/s broadband service to thousands of users simultaneously. With PBA’s iBurst service subscribers can maintain their connection whether moving between rooms or between suburbs – the network supports seamless handover between radio nodes at vehicular speeds, thereby providing a fully mobile service.

PBA is a wholesale provider of iBurst connectivity, concentrating on its strengths of establishing and managing its network infrastructure. It re-sells its service via selected Channel Partners who are specialists in the provision of ISP and mobile services. PBA is positioned to be the market leader for mobile broadband Internet services in Australia. With its unique iBurst technology, PBA is able to offer connectivity to the Internet or corporate data at a cost and quality that has previously only been available through fixed connections.

III.3.2 Bangladesh: Access technologies for broadband telecommunications

Foreword

Bangladesh is a developing country situated in south-east Asia, where telecommunication is one of the booming sectors. Being a densely populated country, Bangladesh has the advantages of greater coverage. Bangladeshi people are very enthusiastic to know about the recent developments in any sectors especially in telecommunication. They try to adopt new technologies when rolled out.

Infrastructure

The infrastructure for accessing broadband technology in Bangladesh is not satisfactory though more than 75% people lives in the rural and remote areas. The city dwellers are getting the advantages of all the latest technologies but the rural people are deprived still. It is not possible for a country to move ahead, leaving this large number of rural people unconnected. Bangladesh has 6 Mobile operators and 13 PSTN operators. Among them 5 (five) mobile operators uses GSM technology and 1 (one) uses CDMA technology. The BTS coverage area of the different operators is more than 90% of Bangladesh.

Technologies

It will be better if Bangladesh goes for air interface technologies like Broadband wireless Access (BWA) and Third Generation (3G) network. At present, most of the mobile operators are ready to migrate to 3G technology. The existing mobile operators in Bangladesh use 2.5G networks. It will not be a tough job for

¹¹⁶ See ITU-R Recommendation M.1036, “Frequency arrangements for implementation of the terrestrial component of International Mobile Telecommunications-2000 (IMT-2000) in the bands 806-960 MHz, 1710-2025 MHz, 2110-2200 MHz and 2500-2690 MHz”.

the operators to migrate their existing 2.5G network to 3G. Operators just need to have an overlay on the existing 2.5G network. Bangladesh Telecommunication Regulatory Commission (BTRC) has already started working on 3G licensing guidelines. BTRC will issue the 3G license(s) to the operators after the completion of 3G guidelines. A new access technology which is suitable in Bangladeshi context is Broadband Wireless Access (BWA) or WiMAX. BTRC has already awarded 4 (four) BWA licenses and they have already started working to meet the roll out obligations. Wi-Fi is another access technology used in Bangladesh which is cheaper than WiMax and it is becoming popular day by day. People can easily use this technology because most of the latest communication devices are Wi-Fi enabled. At present the metropolitan cities and towns in our country are cluttered with hazardous overhead optical fibre / cables. Use of multiple optical fibre / wired networks in the same area by the multiple ANS operators causing duplication of effort using national resources. Therefore, to de-clutter the city areas and towns, minimizing the duplication of national resources, the license of Nationwide Telecommunication Transmission Network has been awarded to 1 (one) company. The incumbent operator Bangladesh Telecommunications Company Limited (BTCL) has started providing DSL service in Bangladesh. Bangladesh will continue to work to develop the access technologies for broadband telecommunications, especially for the rural people. ITU can help Bangladesh in this regard.

III.3.3 China: The Development of Broadband Services and Applications in China

Broadband Service Development in China

Vigorously driven by such leading Chinese broadband operators as China Telecom and China Netcom, the Chinese broadband service market is progressing from the phase of market cultivation to one of rapid expansion. According to statistics provided by China's Information Industry Ministry, there were only 3.34 million broadband subscribers in the entire telecom market in 2002.

A year later, however, the figure had shot up to 11.15 million, and a further 6.58 million new subscribers were added in the first six months of 2004, bringing the total up to 17.73 million (source: www.mii.gov.cn/mii/hyzw/tongji/yb/tongjiyuebao200406.htm), with some 80 per cent of them being ADSL subscribers.

Thanks to the strong impetus given by China Telecom, China Netcom and other broadband operators, the Chinese broadband market is rapidly entering a period of fast growth, as evidenced by:

- the broadband subscriber base having topped the ten million mark by the end of 2003;
- China's Internet international gateway bandwidth having reached 27 GB in 2003;
- the gradual spread of broadband applications, including numerous varieties of high-capacity video software, gaming applications, etc.;
- the diligent efforts on the part of Internet application suppliers and operators in search of a cooperative mechanism, which have led to the mushrooming of businesses specialized in broadband application content, the emergence of an eco-chain for the broadband Internet industry, and considerable progress in the quest for an operating model for value-added network services.

The subscriber base explosion has fuelled the expansion of the broadband equipment market, where operators have found incentives to engage in volume procurement that has resulted in constant cost-cutting. The price per ADSL line has fallen consistently, from as high as 1 800 RMB yuan (about USD 200) in 2000 to 1 000 RMB yuan (about USD 120) in the second half of 2001, and thereafter to 600 RMB yuan (USD 72) in the first half of 2002, 550 RMB yuan (USD 66) in the second half of 2002, 430 RMB yuan (USD 52) in the first half of 2003, and finally to as low as 320 RMB yuan (USD 39) in the second half of the same year. The low price of broadband equipment has led to a significant reduction in the operating costs of the operators, leaving room for them to cut prices and thus further whet the appetite of consumers. It is evident that the Chinese broadband subscriber base has embarked on a period of self-sustainable growth.

According to a report by the Academy of Telecommunication Research under the Information Industry Ministry of China, the number of subscribers nationwide is expected to reach 51.15 to 58.40 million in 2006, representing a 358 to 423 per cent increase over the 2003 figure.

Table 1 – Forecast of Chinese broadband subscriber growth in the period 2004-2006 in millions

		2004	2005	2006
Optimistic estimate	Broadband access users	25.28	40.79	58.40
	Annual growth rate	107%	61%	43%
Conservative estimate	Broadband access users	23.19	36.32	51.15
	Annual growth rate	90%	57%	41%

Source: Academy of Telecommunication Research under the Information Industry Ministry of China.

Broadband application development in China

Several years of stiff competition in the Chinese broadband market have brought home to operators the fact that the key driver for broadband service development is the application side rather than access alone, and that it is therefore imperative to put in place an integrated broadband industrial chain model to enable sound and sustainable development of the broadband market. Out of the competition and consolidation that took place in both 2003 and 2004, there emerged in the Chinese broadband market a broadband value chain composed of equipment suppliers, telecom operators, value-added service providers and content suppliers.

During 2003 and 2004, the Chinese broadband industrial chain made good progress with China Telecom's "ChinaVNet", China Netcom's "TTZX" and other broadband brands and operating models introduced and brought into operation, and with the broadband market shifting its focus from increasing access to developing broadband applications. The consolidation of the broadband industrial chain implemented by both China Telecom and China Netcom, two leading suppliers in the Chinese broadband market, will have a decisive impact on the development of that market.

- **China Telecom's "ChinaVNet"**

As a nationally unified application service brand and a charging model for information and application services, ChinaVNet (www.chinavnet.com/chpage/c1/), by making use of a mutually beneficial model, helps value-added Internet service providers, content providers and telecom operators achieve their business value together.

By taking full advantage of its subscriber, network and application support platform resources as well as its sales network, customer service and promotion channels, China Telecom hopes to create a friendly ecosystem for Internet industry development, develop a new business model for Internet services and provide its Internet users with a rich array of content and information application services by consolidating the content and applications from its partners, with a view to bringing benefit to all parties concerned, namely users, ChinaVNet partners and China Telecom itself.

Aiming to be at the same time entertaining, informative and of practical use, ChinaVNet's content and applications cover a wide range of trades and sectors, including entertainment, education, securities, consulting, e-commerce, public services, business applications, etc. Advocating the concept of "sharing resources, drawing on each other's strengths and working for the common good", and adhering to the principle of "openness" and "consolidation", ChinaVNet has created a win-win business model through which the service providers and a host of other partners who make up the links in the industrial chain are able to fulfil their own business targets. Meanwhile, China Telecom has also made publicly available its resources, such as its network, subscriber base, charging channel, extensive sales network, customer care and promotion channels, and has provided service providers with such services as user authentication, authorization and fee collection on their behalf. Moreover, China Telecom will do all it can to deliver to service providers a package of convenient services including, among others, network access, IDC, media distribution network and media exchange.

Since China Telecom declared it ready for commercial use on 15 September 2003, ChinaVNet has been commissioned in Guangdong, Zhejiang, Jiangsu and other provinces and municipalities. By the end of December 2003, China Telecom had become the largest operator in the domestic broadband market, with a total of 7.35 million broadband subscribers of whom nearly 3 million were registered ChinaVNet subscribers. Over 260 partners have entered into contract with ChinaVNet. Of the 263 SP partners nationwide, 28 work directly with ChinaVNet's national centre. In 2004, ChinaVNet will access more than 100 SPs via its national centre platform and give priority to the launch of four product lines, namely broadband entertainment, online gaming, instant communications and enterprise applications, to which end it will build the largest broadband entertainment platform, online movie supermarket and music library in China, establish a unified online gaming prepaid credit system in an endeavour to bring under its coverage 80 online games from operators including the top 40 online operators in China by the end of 2004, and intensify efforts to develop services such as instant communications, e-mail, online anti-virus protection and distance learning.

- **China Netcom's China Byte**

As a countermeasure in response to China Telecom's ChinaVNet, China Netcom joined forces with a number of investment companies to set up the China Byte Corporation in Beijing in February 2004. "TTZX", a broadband portal built through meticulous effort on the part of China Netcom, went into operation at the same time, marking the initial move by China Netcom towards broadening its value-added broadband service strategy. The TTZX website targets ordinary Internet users and delivers specialized broadband information services through a TV-channel-like mechanism with unique content that is "TV-centric, entertaining, family-based and high in quality". What TTZX aims to achieve is, first, to address the needs of ordinary consumers and home users; second, to develop a service and specialized content delivery system that is as easy to operate as TV channels, in order to facilitate user network access; and third, to supply an ever-increasing number of broadband multimedia video services.

China Byte is a limited liability company incorporated by China Netcom, IDG and a number of other world-renowned investment companies, mainly providing such services as Internet content, broadband content, game channels billed to calling parties, the channel-based China Netcom broadband portal and value-added telecommunications.

The China Byte Corporation will offer three categories of service, namely broadband portal, value-added voice services (such as the nationwide voice service mainly accessed by a centralized number 116XX, telephone commerce, calling centre and telephone information inquiry service, etc.) and value-added wireless services (mainly SMS and meeting coordination services), of which the voice services and the broadband portal will be launched first. China Byte will adopt the same operating approach as China Mobile's "Montenet" and will partner with numerous SPs across the country in an effort to supply a massive amount of multimedia information in addition to the narrow-band information already delivered, thereby fully reflecting its business concept of giving overriding importance to the application side in rendering content service.

Following the principle of taking on projects on a selective basis, China Netcom has been diligently looking for a cooperation model of benefit to all. Apart from TTZX, it has explored other ways of cooperation in its search for still greater breakthroughs in broadband applications.

Cooperation model 1: In the light of the market situation and service capabilities, China Netcom is engaged in further development of the already consolidated software, modem and other products from user-end equipment suppliers in order to provide a better quality of service to broadband access users. In conjunction with well-established computer and terminal vendors, China Netcom has started to develop simple network access terminals to lower the access threshold for users. As a result, China Netcom and its partners have introduced co-branded computers with embedded broadband access capabilities, bundling the sales of terminal equipment with that of broadband services.

Cooperation model 2: China Netcom cooperates extensively with the outside world and gives full consideration to user needs in its development, upgrading and management of content channels.

Cooperation model 3: By creating an industrial chain, China Netcom and the provincial communications companies will jointly build a centralized network service platform to provide access, authentication and

billing services to other enterprises, and to promote bundled sales of terminals and broadband services in cooperation with ICPs/ISPs and terminal manufacturers.

III.4 Europe

III.4.1 eEurope Action Plan 2005

The eEurope initiative was first proposed by DG INFSO (Direction Générale – Information Society) at the end of 1999 and endorsed by the European Council in Feira in June 2000. The main objective of eEurope is an ambitious one: to bring every citizen, school and business online and to exploit the potential of the new economy for growth, employment, and inclusion. The first eEurope Action Plan, 2000-2002, had three aims: a cheaper, faster, more secure Internet; investment in people and skills, and greater use of the Internet. It consisted of 64 objectives and nearly all were successfully reached by the end of 2002.

The second stage is the **eEurope 2005 Action Plan**, which was endorsed by the European Council in Seville, 2002. The eEurope 2005 objective is that Europe should have modern online public services (e.g. E-Government, eLearning, eHealth) and a dynamic eBusiness environment. As an enabler for these, there needs to be widespread availability of **broadband access** at competitive prices and a secure information infrastructure.

eEurope 2005 objectives

The objective of the new Action Plan is to provide a favourable environment for private investment and for the creation of new jobs, to boost productivity, to modernise public services, and to give everyone the opportunity to play a role in a global Information Society. eEurope 2005 aims to stimulate secure services, applications and content based on a widely available broadband infrastructure.

The challenges of eEurope 2005

The Information Society has a vast untapped potential for improving productivity and quality of life. This potential is growing due to the technological developments of broadband and multi-platform access, i.e. the possibility of connecting to the Internet via other means than the PC, such as digital TV and 3G mobile phones. These developments are creating significant economic and social opportunities. New services, applications and content will create new markets and provide the means to increase productivity and, as a direct result, growth and employment throughout the economy. They will also provide citizens with more convenient access to information and communication tools.

The targets of eEurope 2005

eEurope 2005 applies a number of measures to address both sides of the equation simultaneously. On the demand side, actions on eGovernment, eHealth, eLearning and eBusiness are designed to foster the development of new service. In addition to providing better and cheaper services to citizens, public authorities can use their purchasing power to aggregate demand and provide a crucial pull for new networks. On the supply side, actions on broadband and security should advance the roll-out of infrastructure.

One of the key areas covered by eEurope 2003 is broadband:

Currently, the most common way to access the Internet is through dial-up connections, a narrowband service, which uses the existing local telephone network and is mostly charged on the basis of time. The main challenge ahead is to accelerate the transition from communications based on narrowband networks to communications based on broadband networks, providing high-speed and always-on access to the Internet. While large corporations have completed their transition to broadband, the focus must now be on the mass market to ensure that broadband becomes available to all homes and SMEs.

Broadband stimulates the use of the Internet and enables the usage of rich applications and services. Its benefits spill over to the areas of e-business, e-learning, e-health and e-government, improving the functionality and performance of those services, and further extending the use of the Internet. As such, it is considered the crucial infrastructure for realising the productivity gains that a more effective use of the Internet can deliver.

To reach everybody, broadband policy must also take into account the potential of the emerging alternative communication platforms such as 3G and digital TV. This multiplies the channels through which people can access broadband and benefit from it, contributing to the achievement of an Information Society for all.

Measures taken under the eEurope 2005 Action

The eEurope action plan is based on two groups of measures which reinforce each other. On the one hand, it aims to stimulate services, applications and content, covering both online public services and e-business. On the other hand it addresses underlying broadband infrastructure and security matters.

(see www.europa.eu.int/information_society/eeurope/index_en.htm)

heEurope Action Plan Implementation in Spain: Program "Internet Rural"

In March of 2002, the European Council of Barcelona put together a strategic plan for the development of an Information Society throughout Europe by the year 2005. In June of 2002 the plan of action for eEurope was approved and at this time the program "Internet Rural" was established. The goal of this project was to install a series of public internet access points that would permit all citizens within their given regions to access the internet, preferably using a broadband connection.

The objectives of project Internet Rural are to establish the following:

- Connectivity to broadband internet services
- Centrally located public access points
- Installation and maintenance services
- Central command and control centre
- Service portals for rural areas
- Optional extensions for connectivity
- Financial Resources.

A simulation of "Internet Rural" was conducted based on the following criteria:

- Simulation was carried out in municipalities that are not covered by ADSL or Cable
- To guarantee the coverage of no less than 40% of the population that does not have present access to Broadband Internet
- This study and the above criteria were established for municipalities of 1 200 inhabitants or greater. In the event that municipalities were smaller, such as 800 or 500 inhabitants, expectations were lowered with regards to the 40% or more coverage target.

The total impact of the program is summarized in the following figure 27:

Figure 27

	Present State Without DSL	Implementation of the Program	% Implemented	Final State Without Access to Broadband
Population	5.177.305	3.808.231	73.56%	1.369.074
Municipalities	6.414	1.853	28.89%	4.561

III.4.2 Ireland

*South West Regional Authority Broadband, Ireland*¹¹⁷

The South West Region of Ireland comprises an area of 12 100 sq. kilometres and has a population of 580 000 people, over half of whom live in the City of Cork and its immediate environs. As with many modern economies, a high level of the region's commercial and industrial activity is centered in the regional capital and its Metropolitan Area. The agricultural economy is under pressure and the sector no longer provides a means of sustainable livelihood for many farmers, particularly those in the more remote areas. In regions such as these telecom companies have concentrated on the core populated areas since they provide the best commercial or financial returns.

The South West Regional Authority (SWRA) has twenty four elected representatives and has responsibility to promote the coordinated delivery of Public Services in the region. In the course of its work in the development of the Information Society, the SWRA recognized that even with completely free market operations, telecommunications providers are not likely to be prepared to bring broadband to marginalized areas since the chances of profitability are slim. They also realized that financial incentives to attract new market entrants are also not always successful, particularly when the rural market is small. These were the circumstances which moved the South West Regional Authority to try and do something for itself – something different.

Its research pointed to the slow rollout of DSL technology only planned for towns with a population in excess of 6 000 persons.

Since the majority of towns in South West Ireland have populations far less than 6 000, the SWRA further looked at the growing preference for wireless around the globe, and the availability of broadband from satellites. The SWRA decided to try and combine both, with an intelligent interface. In late 2002, the Regional Authority made a proposal to the European Space Agency to undertake a research program relating to the combined usage of Satellite and wireless technologies, the results of which would be of value to many regions experiencing difficulties in getting broadband to remote towns. This proposal was accepted and the SWRA began work on the South West Broadband Project, in February, 2003.

The proposal was to test satellite as a means of accessing broadband, to validate the technology across a range of field trials in areas of e-government, business support, e-Medicine and Distant Education. SWRA was fortunate to receive many offers from major players in the satellite and wireless communications field to participate in the program. Fourteen field trials are now operational and satellite technology is used in conjunction with wireless local area networks to provide broadband access.

A principal economic advantage of its program is that typically a satellite/ wireless system can be installed in just a few days and the total cost of creating a satellite fed wireless LAN is of the order of € 25 000. The SWRA contrasted the rollout of this technology with that of fibre where the cost of laying a plastic duct is of the order of € 150 000 per kilometer and then further substantial costs are involved in providing the fibre, lighting it and then making the “last mile” connection to users. The economics of SWRA's approach are such that the annual cost, including installation, of operating a satellite/wireless local area network, can be as low as € 20 000 per annum. On this basis with a total of 40 customers, connection charges can be as low as € 25 per month for home users and € 60 per month for small businesses.

The SWRA market approach is one of product and service sustainability, on a not for profit basis, reinvesting revenues from the service into the rollout of Satellite and Wireless Broadband to even smaller communities. The SWRA has also adopted a highly inclusive approach with local communities, who will partner with them in each town, to develop and agree on terms and conditions of service, in consultation with local community representatives. The Local Authorities in the region are also partners and provide premises for housing the equipment. The success of the broadband program undertaken by the South West Regional Authority has led the agency to seek its own telecom operator license and one of its main conclusions is

¹¹⁷ McAleer, John, “Local communities providing broadband for themselves”, www.swra.ie/broadband, jmcaleer@swra.ie, June 2003.

“think about doing it for yourselves” and advises any interested partners to speak to them for more information.

III.4.3 Norway

1) eNorway Action Plan

Also in Norway, according to the eNorway Action Plan, the government’s goal is that broadband is available on the market in all regions of Norway. Primary schools, public libraries and local authority administrative services shall be given the option of broadband connection at a competitive price during the course of 2005.

By the end of 2003, all colleges of secondary education shall also be offered an equivalent scheme¹¹⁸. A key priority of the government also will be to stimulate broadband rollout in Norwegian municipalities for use by local authorities. The public sector’s extended use of broadband communication is supposed to significantly contribute to a well-functioning broadband services market, making the broadband services more available for small and medium-size enterprises, as well as consumers.¹¹⁹

2) Modalen Project, Norway

In Norway, the Modalen Project, which was started in 2000-2001 by a consortium of information technology companies in Modalen, Norway, provides Internet through broadband networks. Because the closest major city to Modalen is over an hour away, the project’s intent was to provide every family, company, public department, organization, school and institution in the 400-person city access to broadband technology using the TV set as its user interface. As a result of the project, a May 2001 Gallup poll showed that Internet access on the job, at home and at school was higher in Modalen than in the rest of Norway, and Modalen residents were online more than the rest of Norway.¹²⁰

III.4.4 Sweden

Sweden has a long and strong tradition in IT and Telecommunication. It was an early user and a leader in fibre optics in the end of 80:ies and beginning of the 90:ies very much depending on efforts made by Ericsson and Telia in cooperation with University Research. Sweden was early in using PC :s at home and has today one of the highest PC penetrations per capita in the world.

In mobile communication Sweden was one of the early adopters together with the other Nordic countries and Ericsson together with Nokia from Finland are among the leading suppliers in mobile system and terminals. During the 90:ies the government took a number of steps to deregulate the market in telecommunication and Sweden is today one of the most deregulated countries in the world with the market supervised by the regulating authority PTS (Post och Telestyrelsen).

The situation in Sweden today is characterized by a fierce competition in the broadband marketplace, 20% of the private households have got broadband and the biggest operator is TeliaSonera with a market share of 42%. TeliaSonera uses dominantly DSL and has almost monopoly on the copper access network but must by law offer it to its competitors. The second largest operator is Bredbandbolaget with 23% and the biggest FTTH network in Sweden. In the enterprise sector TeliaSonera, Song Network and Telenor are the major players. Sweden has more than 200 operators, the majority of them are owned by communities or their energy companies serving the local city region. The major access technologies are DSL (market share of 55%) and FTTH, (almost 20%, based on LAN and Ethernet technology). In connection with the government supported broadband program a separation exists between the role of being a network owner and a service provider i.e. an end user can choose between many different service providers and vice verse.

Sweden is on the threshold to introduce a multi service converged network offering Internet, telephony and TV, triple play, all based on IP. Some DSL operators include VoIP in their service package today and are

¹¹⁸ See: www.odin.dep.no/archive/nhdvedlegg/01/03/eNorw040.pdf.

¹¹⁹ See: www.hoykom.net.

¹²⁰ Norwegian Gallup Presentation, OECD workshop on broadband, December 5, 2001.

even discussing TV, the TV operators on the other hands that today offers normal TV and Internet access have started to implement VoIP over their coaxial network.

FTTH access with triple play services is available for some small scale commercial operations.

Broadband access is in Sweden a cornerstone for implementing 24 h e-governance services, to be able to rationalize the health sector by e-health, to offer remote education and to strengthen the local democracy and access to local information.

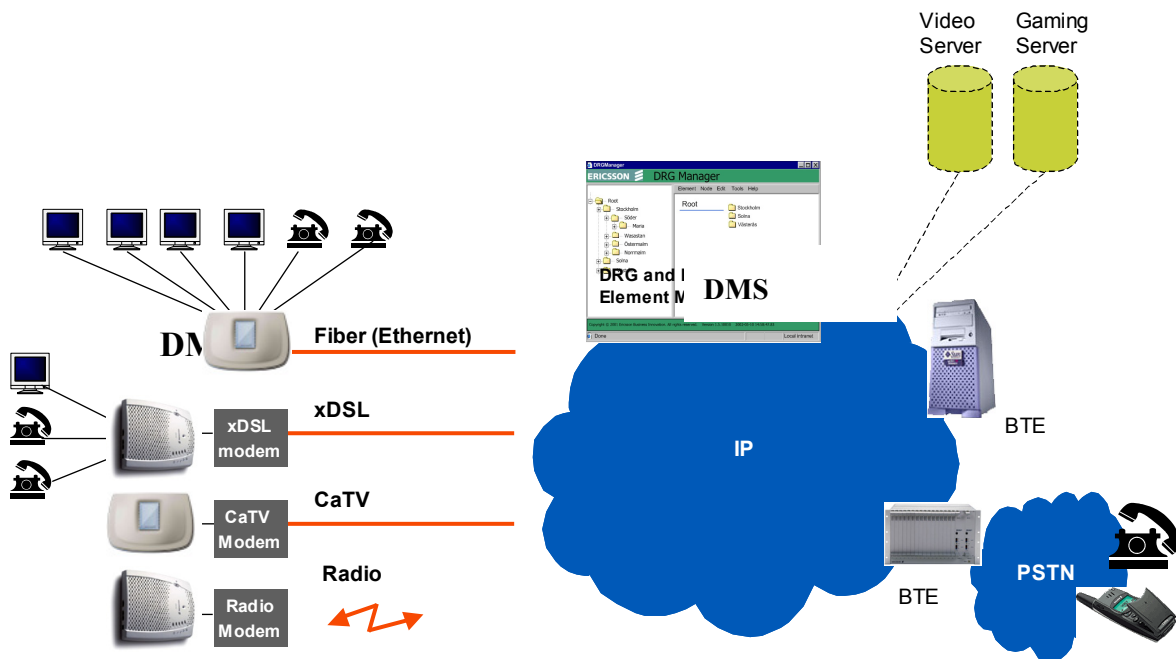
The introduction of triple play has opened up a market for companies developing IP based Set Top Boxes and Home Gateways as spin off from Ericsson and Telia research activities. As example 42 networks together with Ericsson developed an end-to-end broadband access solution for the connection of various types of subscriber equipment to the Internet.

The move to a broadband network based on IP that is a convergence between Internet, Telecommunication and Broadcasting creates of course a number of challenges for the research community. To verify the service and infrastructure requirements various testbeds with real end users have been implemented in Sweden. As example the research institute Acreo's national broadband testbed involves more than 15 vendors, more than 15 operators, more than 10 universities and a number of public authorities.

As an example of a broadband installation in the north of Stockholm Sollentuna Energy provides a network with more than 12 000 installed broadband access terminals. Examples of current services are: Internet (with 4 ISP:s), TV (up to 18 channels), movies (video on demand), Intranet for local information and broadband telephony.

Typical broadband access installations are based on a 42 Networks broadband access solution providing end-to-end quality, security, simplicity and management. Ericsson's end-to-end broadband solutions enable operators and service providers to build a base for Fast Internet, Video on demand, telephony (VoIP) and other broadband services. The portfolio consists of 3 parts: the Digital Residential Gateway (DRG), the Broadband Telephony Enabler (BTE) and Device Management System (DMS), as illustrated in Figure 28.

Figure 28 – 42 Networks Managed Broadband Telephony Solution



Digital Residential Gateway (DRG)

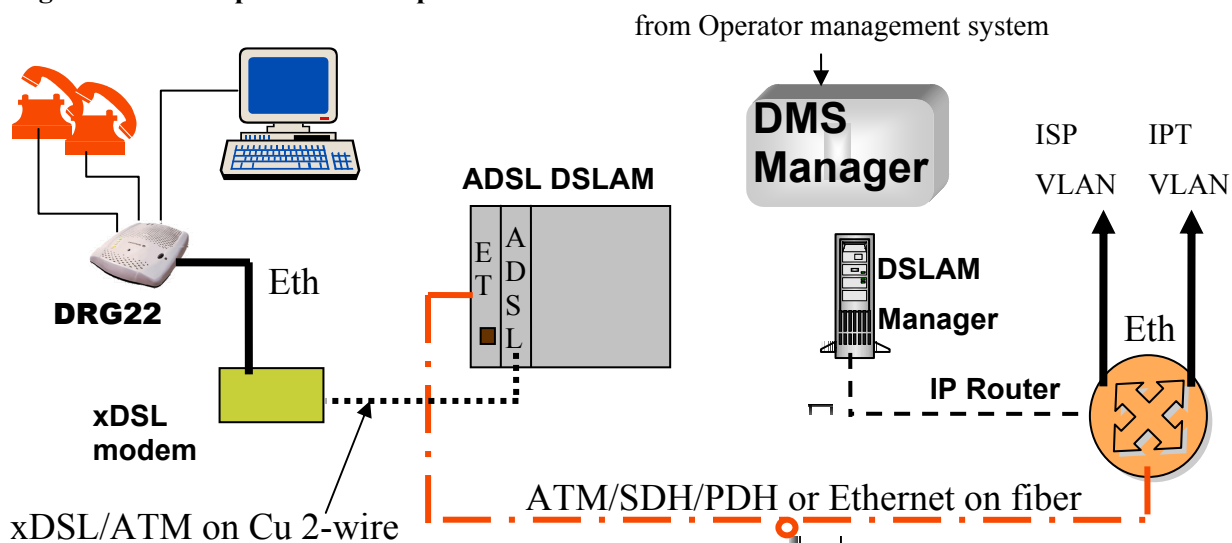
Digital Residential Gateway (DRG) units can be connected to the IP-network either with modems (e.g. for xDSL, CaTV or Radio transmission) or optical/electrical converters for single or multimode fibres (e.g. for Ethernet connection). DRG units allow end users to continue with their existing analog phones or fax machines, while calling with high quality over an IP-Network. To each telephony port up to 5 telephone sets can be connected in tandem. By connecting a set top box to one of the Ethernet ports e.g. Video on Demand can be delivered simultaneously with telephony and fast Internet. The ports also give the end user possibility of connecting several computers and printers to the unit. DRG units with built-in optical/electrical converters allow fibre To The Home/SoHo installations.

For various applications a number of different DRG versions of plug-and-play units have been developed with up to four Ethernet ports and two telephone ports suitable for the connection with Unshielded Twisted Pairs (up to 100 m) or multimode fibres (up to 2 000 m) or single mode fibres (up to 15 000 m).

The DRG Element Manager enables an operator or service provider to manage and configure up to 200 000 installed DRG units remotely. An operator can set parameters regarding e.g. VLAN, IP-telephony and packet filter using SNMPv1 messages as well as initiate remote software updates.

The residential network in Figure 29 is connected across copper wire to a Digital Subscriber Line Access Multiplexer (DSLAM) using an Ethernet connection between the xDSL modem and the DRG22 unit. The Exchange terminal (ET) signals are transmitted on a fibre net to the IP router and Virtual LAN. The operators management system controls the DRG and DSLAM managers to secure end-to-end management.

Figure 29 – Example of DRG implementation



The Broadband Telephone Enabler (BTE) is the central component in an end-to-end VoIP solution, consisting of a carrier class Gatekeeper, Gateway and Element Manager. The solution is based on the most common standards today. Some of the outstanding facilities are scalability, capacity, redundancy and range of services.

A number of Ericsson/42 Networks solutions can be integrated with the end-to-en VoIP solution product portfolio, including Public Ethernet equipment, active and passive equipment for fibre networks and Ethernet xDSL Access solutions.

The DRG and BTE Systems together with the DRG/BTE Element Managers are one of the few solutions for broadband telephony and services on the market focusing on the network aspects to achieve a high level of security, high quality of service (QoS) and a business case based on remote management and software updates of the Customer Premises Equipment (CPE).

III.4.5 Israel: 802.16 Deployment in Rural Areas

IEEE 802.16a is a high capacity standard utilizing OFDM/OFDMA technology on both the Upstream/return and Downstream/forward, with the potential of delivery of a high aggregated data rate in excess of 18 Mbit/s on a channel of 8 MHz bandwidth (average of 2.2 bit/(s*Hz)). Compared to known advanced generation system in stationary applications (2 Mbit/s), IEEE 802.16a has tenfold capacity which can be shared by a large community of users, spread over a wide geographical area, ideally used in rural areas or in highly populated areas.

The system is a highly adaptive system, employing different modulation schemes (nQAMs) and error correction codes (Viterbi, RS and Turbo Codes) with different coding rates. Dynamic resource allocation ensures optimal allocation of the required bandwidth, which fits current user application. The system can support a wide range of telecommunication applications, such as fast internet, video conferencing, VoIP, e-commerce, VoD, etc. The following contribution describes a typical multi-phase deployment of the infrastructure for developing countries, where the laid down infrastructure – of Base Stations (BS) and networking among Base Stations– is optimised to keep infrastructure cost to a minimum level, while supplying IP telephony and reliable Internet services. In addition, the design is modular and scalable in order to allow multiplication of the deployment to additional areas without resorting to any changes, on the system level design and/or the frequency planning.

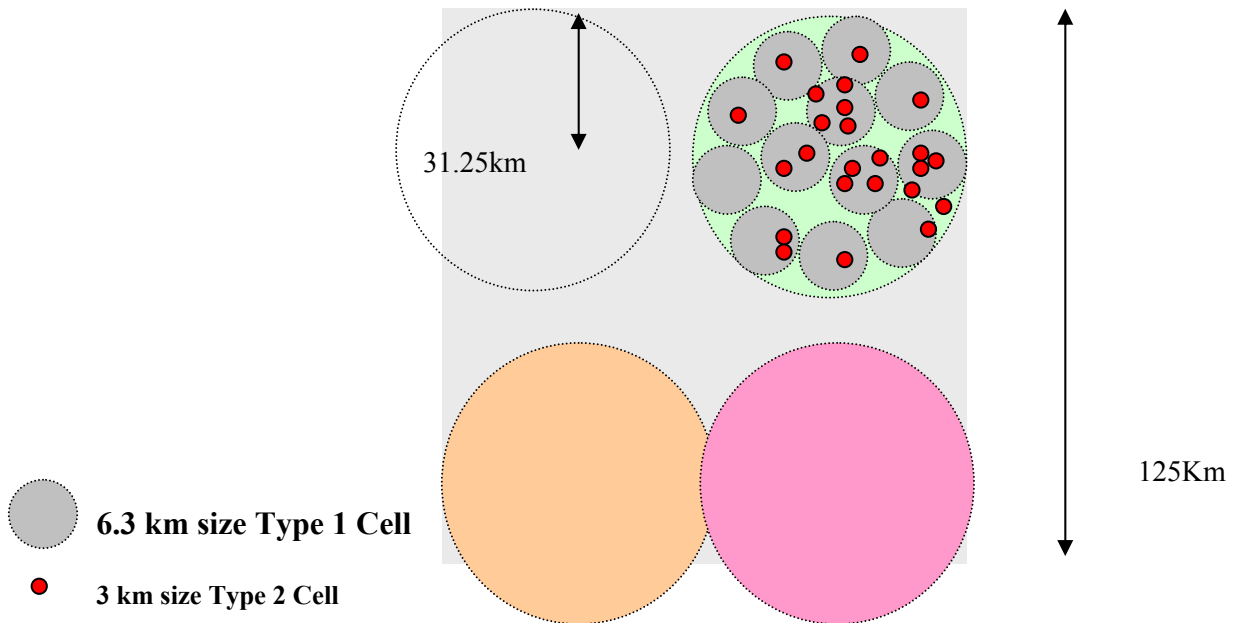
Basic assumptions for rural deployment:

- Deployment in a typical rural area in low populated where 100-200 people live per sq. km (20-40 households), a penetration rate of 80%, and 25% of the subscribers (households) are active in the same time (4-8 households per sq. km).
- Suppose that the total area of coverage extends over 125 km by 125 km divided into four 62.5 km radius areas. Initial launch will start in one of the four areas.
- The Infrastructure should support an initial launch for 31 250 active households (in two phases).
- The Infrastructure should be scalable to support up to 125 000 households in the four regions. Data rate allocated for each household is 128 kbit/s.
- In Phase-1, 15 625 households in one area will be serviced by 31 Base Stations (providing full telecommunication services); each deployed in a cell of 6.3 km radius. Four channels in the 2.4-2.6 GHz band (each 8 MHz bandwidth) will be needed for the Downlink, and an additional 4 channels (8 MHz each) on the Uplink.
- In Phase-2, Additional Base Stations will be deployed in the same region to extend services to additional 15 625 households and to support full symmetric services, within certain parts of the coverage area; each one of them will cover a 3 km radius.
- The CPE (Customer Premises Equipment) supplied to subscribers will have to use out-door directional antenna;
- A minimum data rate between 128 kbit/s will be committed at peak hours;
- An average data rate between 160 to 425 kbit/s will be delivered at off-peak hours;
- Up to 18 Mbit/s burst peak rate will be achieved in some CPE's.

System Description

The deployment is designed to start with one out of four areas, assume a gradual growth of subscribers community, starting with the initial launch of 15 625, followed by successive deployments of Base Stations, to cope with the increase of the number of subscribers (Households), where more than one user is expected in some percentage of households.

The area is divided into four large regions with comparable area size. The area spans an area of 125 × 125 km, which when divided into four regions we get a region extending to a radius of 31.25 km.

Figure 30 – Typical deployment in rural and sub-urban areas

System Deployment considerations

Optimal design – to achieve a full coverage of one of the areas and keep number of the Base Station to a minimum – is based on cellular approach where the Base Stations are installed in cells of 6.3 km radius. Total number of Base Stations needed to achieve full coverage of one area serving 31 250 users is 62 BSs (assuming 25% active households in the same time).

Each Base station is comprised of two parts from the spectrum partition and services provided point of view as described below:

Part 1 – The first deployment of Base Stations in one of the four areas will target 15 650 households. The aggregated data rate achievable on DL or UL is 64 Mbit/s, which is shared among 500 subscribers (households). Total number of subscribers with the deployment of 31 BSs can reach 15 625 households.

Part 2 – A second phase of BSs deployment will be followed to extend system capacity for the delivery of symmetric services to additional subscribers in the same region. The second tier of BSs will be based on same type of Base Station. Each BS is deployed in a denser network of cells, each 3 km radius. Deployment of additional BSs, within the larger cells of 6.3 km radius will also support delivery of 64 Mbit/s/Base Station.

Assuming average simultaneous usage of 25%, a data rate of 128 kbit/s can be committed, subscribers with favourable link budget will be able to enjoy data rates 2.5 times faster, and by utilizing statistical multiplexing techniques the factor can grow to 20 times faster.

Design Consideration

- Frequency band: 2.4-2.6 GHz
- BST transmit power: 37 dBm
- BST Tx, Rx Antenna gain: 16 dBi
- CPE Transmit power: 23 dBm
- CPE Tx, Rx Antenna gain: 18 dB
- UL, DL propagation model: near LOS

- DL, UL aggregated data rate: 18 Mbit/s
- No diversity is attempted on BS or CPE

Economical Aspect

BWA system based on IEEE 802.16a has a potential for deployment in rural or underserved areas, for delivery of a wide range of telecommunication services. An initial investment of less than 350 USD/household will be required for the supply of CPE's and deploying infrastructure for the first 31 250 subscribers in one area (rural, suburban), the Return on Investment (ROI) is estimated to be less than 2 years. This calculation does not take into account expenses such as: spectrum license cost, and the cost of the equipment needed to supply the services such as routers, gateways, switches and intra-cell networking equipment.

III.5 Asia Pacific

III.5.1 Niue: Wi-Fi in Niue, South Pacific

The South Pacific island of Niue is about 100 square miles, has 1 750 residents, and its economy suffers from the typical Pacific island problems of geographic isolation, few resources, and a small population. Tourism is an import source of revenue and until recently, has declined severely. Additionally, the island in recent years has suffered a serious loss of population because of its economic downturn. In an effort to revive its tourism, economy, and population the tiny island of Niue has launched the world's first nationwide WiFi Internet access service. After introducing free email service to Niue in 1997, The Internet Users Society of Niue launched free Internet access service for the island in 1999. The group was initially set up to fund the high cost of satellite-based Internet connections on the remote island. However, WiFi was chosen as a better fit for the island, where harsh weather conditions of rain, lightning, salt water, and high humidity causes major problems with satellite and underground copper lines.

The Internet Users Society of Niue built a comprehensive network that includes solar-powered repeaters in coconut trees to give everyone on the island and its visitors' open and free Internet access. Full Internet access from all parts of the island was an important aspect of the tourist revival scheme. A substantial portion of Niue's tourism comes from visiting yacht traffic during the non-cyclone season. The vast wireless coverage created an even more attractive proposition for visitors. Yachts with onboard computer equipment are able to park in the harbour and access full Internet services from their vessels, free of charge. In addition, consultants and other visitors who carry laptops with WiFi capabilities are also able to connect. Through wireless broadband connectivity, Niue has become an extremely diverse communications technology home, and in turn, the island has been able to attract and generate more tourism and investment.

(en inglés únicamente)

ANNEX IV

Definition of the Question

Question 20-2/2 – Examination of access technologies for broadband communications

This study should include an economic analysis of the factors affecting the deployment of various broadband access-technologies. The study should also include an examination of the benefits of using broadband technologies taking into account the gender perspective.

1 Statement of problem or situation

During the Study Period 1998-2002, Study Group 2 Question 12-1/2 analysed broadband communications over traditional copper wire, or digital subscriber line (DSL), principally because of its ability to leverage existing investments made by telecommunication administrations. Given the rapid advancement of telecommunication technologies since 1998, other broadband access technologies, wired and wireless, have become available that provide similar or improved performance to DSL. Broadband technologies permit the deployment of applications, such as e-health, distance learning, e-government, tele-working, public safety, national security, Internet access, and intranet access.

The ITU-D can play a role in assisting Member States and Sector Members in understanding the appropriateness of different technologies available for broadband access communications. The ITU-D can also assist Member States and Sector Members in analyzing the economic issues involved in deploying broadband access technologies, including the integration of these access network solutions with existing or future network infrastructure.

2 Question or issue proposed for study

Identify the technical, economic, and development factors influencing the effective deployment of broadband wired and wireless access technologies and applications, with a focus on technologies and/or standards recognized or under study by the other two ITU sectors

3 Expected Output

Taking into account the expected results from ITU-T and ITU-R, there will be a set of best-practices guidelines for implementing wired and wireless broadband technologies in developing countries. The guidelines will need to take into consideration the economic and technical factors that are affecting broadband deployment, assess the requirements of developing countries for broadband implementation and focus more on the experiences of developing countries rather than developed countries as was the case from the last study period of Question 20-1/2.

- a) Analysis of the economic, technical, regulatory and development factors influencing the effective deployment of broadband access technologies. This will also include an assessment of the demand for these technologies and applications in developing countries.
- b) A matrix of different broadband access technologies, both wired and wireless, terrestrial high-altitude systems, including stratospheric-based and satellite. Yearly updating of the technology matrices will be necessary, including an update of the output report of the last study period by the year 2009.

4 Timing

The work of the revised Question will commence after WTDC-06 and continue until the next ITU-D study period.

Proposers

Developed and developing countries.

6 Sources of Input

- 1) Collection of the requirements of developing Member States through a questionnaire.
- 2) An assessment of developing countries' experience with broadband access technologies, using the same questionnaire referred to above.
- 3) An update of ITU-T and ITU-R outputs relevant to broadband access technologies.
- 4) Contributions of concerned industry on the development of broadband access technologies for both wired and wireless.
- 5) Contributions on economic factors relevant to the deployment of wired and wireless broadband technologies, this might include information on tariffs, equipment costs, interconnection charges, licensing fees for wireless applications, etc.

7 Target audience

Target audience	Developed countries	Developing countries	Least developed countries (LDCs)
Telecom policy-makers	No	Yes	Yes
Telecom regulators	No	Yes	Yes
Service providers	No	Yes	Yes
Manufacturers	Yes	Yes	Yes

a) Target audience

Users of the output will be manufacturers, operators, regulatory agencies and service providers in developing countries and LDCs.

b) Proposed methods for the implementation of the results

To be decided during the study period.

8 Proposed methods of handling the Question

Within Study Group 2.

9 Coordination

The ITU-D rapporteur group dealing with this Question should coordinate closely with:

- 9.1 ITU-T Study Groups 13, 15, 16 and 19.
- 9.2 ITU-R Study Groups 4, 6, 8 and 9.
- 9.3 Other relevant Questions in ITU-D study groups.

In addition, the rapporteur group should take into consideration any relevant progress on agenda item 19 of the World Radiocommunication Conference (WRC-07) relating to “global broadband satellite systems”.

10 Other relevant information

As may become apparent within the life of this Question.

(en inglés únicamente)

ANNEX V**Analysis of the replies to the questionnaire****Action required**

Participants are invited to send their comments to BDT Secretariat **by January 2004 at the latest**. After inclusion of the comments received, the analysis will be finalised and put on the Study Group Web site.

Action demandée

Les participants sont invités à envoyer leurs commentaires au Secrétariat du BDT **au plus tard à la fin du mois de janvier 2004**. Après l'insertion des commentaires reçus, l'analyse sera définitivement mise au point et affichée sur le site web de la Commission d'études.

Acción requerida

Se invita a los participantes a que envíen sus comentarios a la Secretaría de la BDT **en enero de 2004 a más tardar**. Una vez incluidos los comentarios que se reciban se hará el correspondiente análisis, que se comunicará en el sitio web de la Comisión de Estudio.

Abstract

The contribution is the draft analysis of the replies to the Questionnaire sent on broadband communications. It has been prepared by a BDT external expert¹²¹.

CONTENTS OF ANNEX V

List of Figures
Introduction
Methodology
Technology
Competition
Access
Service pricing and usage
Barriers to Broadband Access Deployment
Quality of Service
Miscellaneous

List of Tables

Table 1 – Respondent Countries
Table 2 – Other technologies employed by respondent countries to deliver broadband services
Table 3 – Respondent countries with competition in local loop
Table 4 – Respondent countries without competition in the local loop
Table 5 – Gender barriers to adoption of broadband
Table 6 – Average prices for both dial up and broadband services on an ITU regional basis
Table 7 – Common Usage pricing models
Table 8 – Countries without loans or financial assistance for the deployment of broadband services

¹²¹ Mr. Phillip Trotter, tel: +33450201703, e-mail: PhillipTrotter@handprint.ch

List of Figures

- Figure 1 – Wireline Technologies utilized to provide broadband services
- Figure 2 – Wireless technologies utilized to provide broadband services
- Figure 3 – No. Operators offering high speed internet services
- Figure 4 – Percentage of Operators offering DSL connections
- Figure 5 – Percentage of operators offering cable connections
- Figure 6a – Percentage of operators offering wireless connections
- Figure 6b – Percentage of operators offering other broadband connection technologies.
- Figure 7 – Percentage of households with access to DSL, Cable and Wireless
- Figure 8 – Percentage of businesses with access to broadband technologies
- Figure 9 – Percentage of businesses with access to DSL, Cable or Wireless technologies
- Figure 10 – Percentage of rural telephone subscribers with access to broadband technologies
- Figure 11 – Major barriers to broadband access deployment
- Figure 12 – Major cost issues limiting the spread of broadband
- Figure 13 – Scale of difficulty for financing broadband services
- Figure 14 – Average speed of downstream data for DSL
- Figure 15 – Average speed of downstream data for Cable
- Figure 16 – Average speed of downstream data for wireless based services
- Figure 17 – Fastest growing broadband technologies
- Figure 18 – Application categories that broadband is used for.

Introduction

In March, 2003, a questionnaire was distributed by ITU-D circular letter CA/25 following the Rapporteur's Group meeting for Question 20/2: Examination of access technologies for broadband communications questionnaire on March 3rd 2003 (see appendix of Annex 2). The questionnaire requested Member States, Sector Members, relevant organizations and industry to identify relevant wireless and wireline broadband access technologies and their attributes. The questionnaire also aimed to identify economic, technical and development factors influencing the effective deployment and accessibility of broadband access technologies and applications. This report represents the summarized results of the responses received by the ITU by June 2003.

By mid June 2003 fifty-five responses were received from forty-nine countries from the five ITU regions. Table 1, below gives a list of countries and indicates using parenthesis which countries responded with more than once.

Table 1 – Respondent Countries

Africa	Americas	Asia-Pacific	Arab States	Europe
Chad	Barbados	Israel (2)	Egypt	Armenia
Côte d'Ivoire (2)	Bolivia	Japan (2)	United Arab Emirates	Belarus
Ethiopia	Brazil	Korea (Rep.)		Belgium
Malawi	Canada	Maldives		Bosnia
Mauritius	Chile	Myanmar		Bulgaria
Nigeria	Costa Rica	Nepal		Denmark
South Africa	Dominican Rep.	Pakistan		Estonia
Uganda	Ecuador	Philippines (3)		Hungary
	Guyana	Sri Lanka		Lithuania
	Honduras	Thailand		Malta
	Mexico	Tonga		Norway
		China		Poland
		India		Portugal
				Spain
				Switzerland (2)

Methodology

In terms of workflow, MySql Server was used as a data repository for questionnaire responses and ToolMagic's MySQL Tools along with Microsoft Access were used to extract and summarise data with Microsoft Excel being used for graph generation and numeric analysis and the final report written in Microsoft Word.

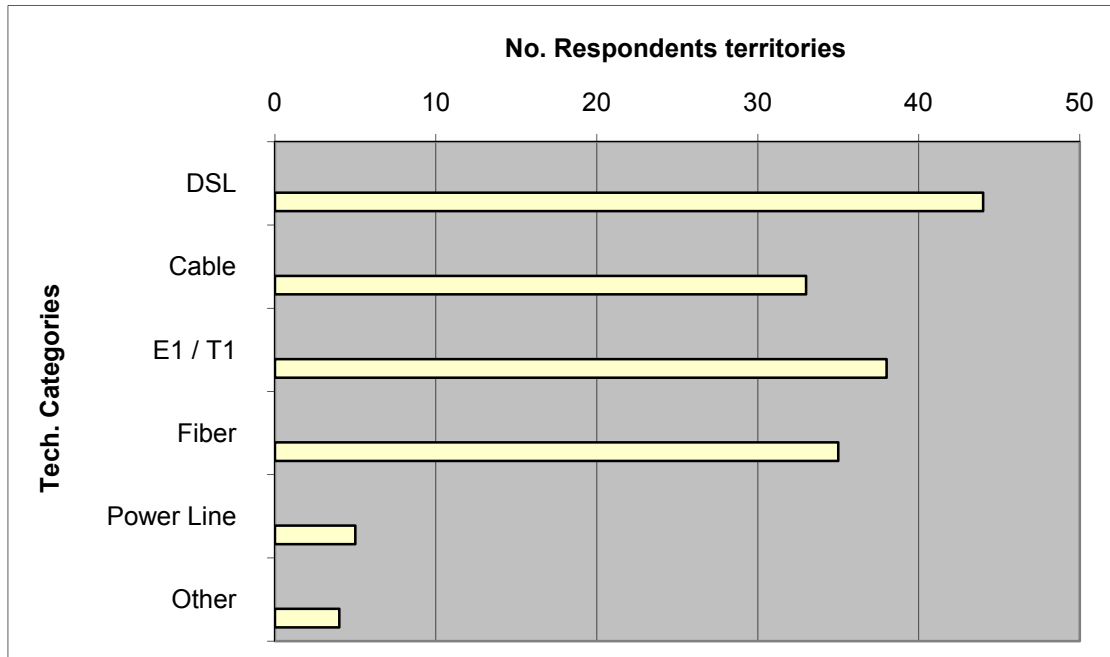
This report follows the overall structure of the questionnaire and summarises the findings as reported by questionnaire respondents. For the purpose of this report where more than one response for a member state was received, the data was merged during data analysis for the given territory where appropriate or in the case of conflicting information, data supplied with verifiable cited data sources, was selected. As a result, for the purpose of this report, the term respondent is used to indicate the information provided by a responding territory, rather than the individual responding organization.

Where provided data seemingly in response to ambiguity or misinterpretation of a given question is noted in the report text in order to facilitate discussion during the relevant Study Group meeting.

Technology

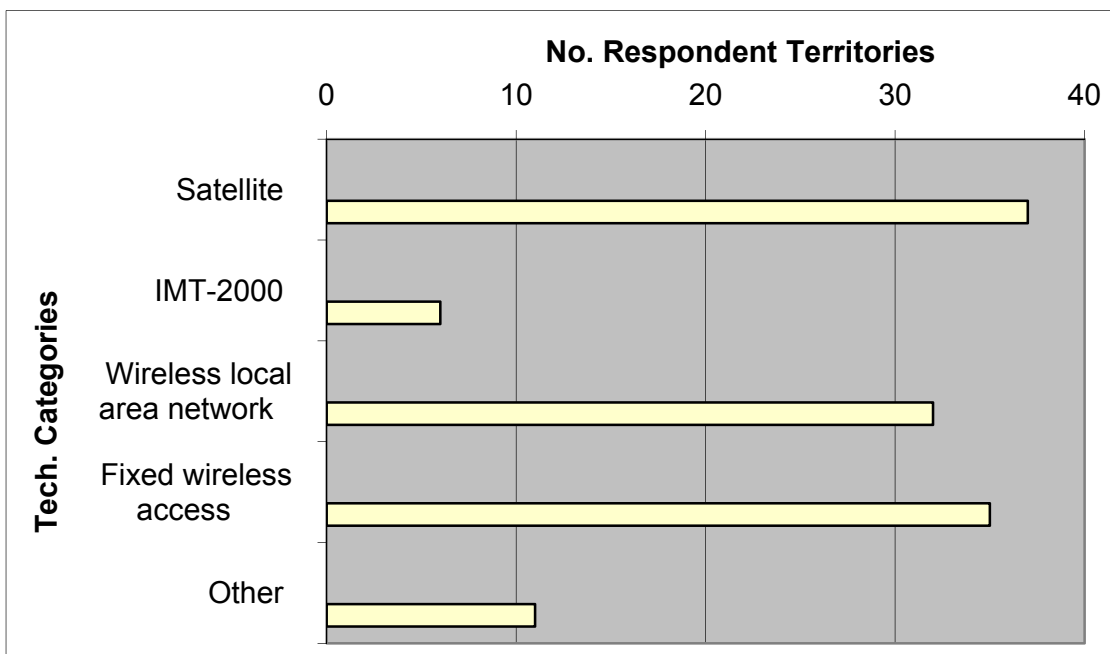
The technology section of the questionnaire aimed to discover which broadband technologies are in use to deliver broadband-based services. As can be clearly seen from Figure 1 below, the current dominant technology for delivering broadband services over wire line networks is DSL, closely followed by more traditional E1/T1 (E1 interface provides a 2 048 kbit/s access rate, T1 interface provides a 1 544 kbit/s access rate, see also ITU-T Recommendations G.703 and G.704 Interface for WAN analysis), fibre and cable connections.

Figure 1 – Wireline Technologies utilized to provide broadband services



Wireless technologies are widely used to deliver broadband services in developing countries with satellite, fixed wireless and wireless local area networks are used to overcome barriers where wireline solutions are inappropriate, as indicated in Figure 2 below:

Figure 2 – Wireless technologies utilized to provide broadband services



A number of countries employed technology solutions other than DSL, Cable, E1/T1, fibre and power line for wireline based solutions to deliver broadband services. Other technologies used in delivering wireline solutions included ISDN, ATM.

For alternates to the main wireless technologies of satellite, IMT-2000 or wireless LAN some respondents were using developments such as laser free space optics used in both South Africa and Canada, general packet radio service (GPRS) in Estonia and spread spectrum solutions in Ecuador. Table 2, provides a summary of the other technologies reported by questionnaire respondents:

Table 2 – Other technologies employed by respondent countries to deliver broadband service

Country	WIRELESS_OTHER_DESC
Armenia	802.11b Radio Ethernet
Belarus	GPRS, IMT-MC-450
Bolivia	MMDS (Multipoint multi-channel distribution systems), LMDS (local multipoint distribution systems)
Brazil	Multipoint multi-channel distribution systems (MMDS) are currently used and local multipoint distribution systems are in network roll out focused on the delivery of broadband services.
Canada	Optional Free Space (Laser), used by companies in some urban centres.
Ecuador	Spread Spectrum (A communication technique that spreads a signal bandwidth over a wide range of frequencies for transmission and then de-spreads it to the original data bandwidth at the receiver.)
Estonia	GPRS
Ethiopia	Fibre based access in Addis Ababa and major Cities
Korea (Rep.)	CDMA 1X (according to our, Korean, definition, it belongs to 2.5G and not to 3G IMT-2000)
South Africa	Free Space Optics (Laser)
Sri Lanka	Point to point Microware

Competition

The competition section of the questionnaire aimed to assess the degree of competition for Internet services, in local loop provision, among different broadband technologies and how many operators offer high speed internet, DSL, cable, wireless, etc.

Of the respondent countries only four countries did not permit competition in Internet services, namely:

Ethiopia, Costa Rica, the Philippines and the United Arab Emirates.

As shown in Table 3, twenty-eight of the respondent countries have competition in the local loop.

Table 3 – Respondent countries with competition in local loop

- | | |
|------------------|----------------|
| • Chad | • Japan |
| • Nigeria | • Korea (Rep.) |
| • South Africa | • Myanmar |
| • Uganda | • Sri Lanka |
| • Bolivia | • Thailand |
| • Brazil | • Tonga |
| • Canada | • Belgium |
| • Chile | • Bulgaria |
| • Dominican Rep. | • Denmark |
| • Ecuador | • Malta |
| • Guyana | • Norway |
| • Mexico | • Portugal |
| • China | • Spain |
| • India | • Switzerland |

While as shown in Table 4, the following twenty one countries do not:

Table 4 – Respondent countries without competition in the local loop

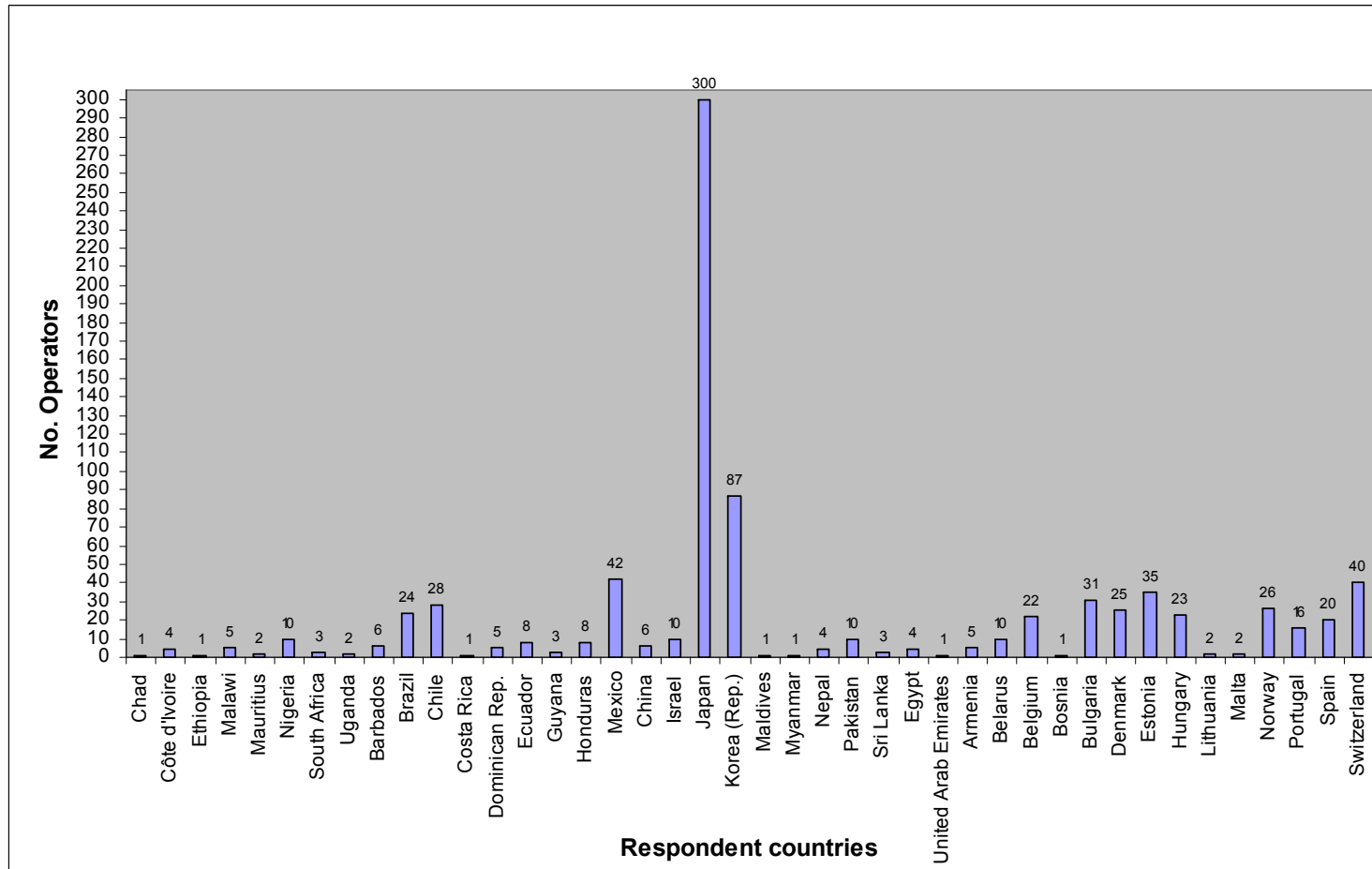
- | | |
|-----------------|------------------------|
| • Côte d'Ivoire | • Philippines |
| • Ethiopia | • Egypt |
| • Malawi | • United Arab Emirates |
| • Mauritius | • Armenia |
| • Barbados | • Belarus |
| • Costa Rica | • Bosnia |
| • Honduras | • Estonia |
| • Israel | • Hungary |
| • Maldives | • Lithuania |
| • Nepal | • Poland |
| • Pakistan | |

Thirty-nine of the respondent territories have competition between different broadband technologies with only the following ten respondent countries having no competition:

- | | |
|--------------|---------------|
| • Ethiopia | • Maldives |
| • Malawi | • Nepal |
| • Barbados | • Philippines |
| • Costa Rica | • United Arab |
| • India | Emirates |
| | • Bosnia |

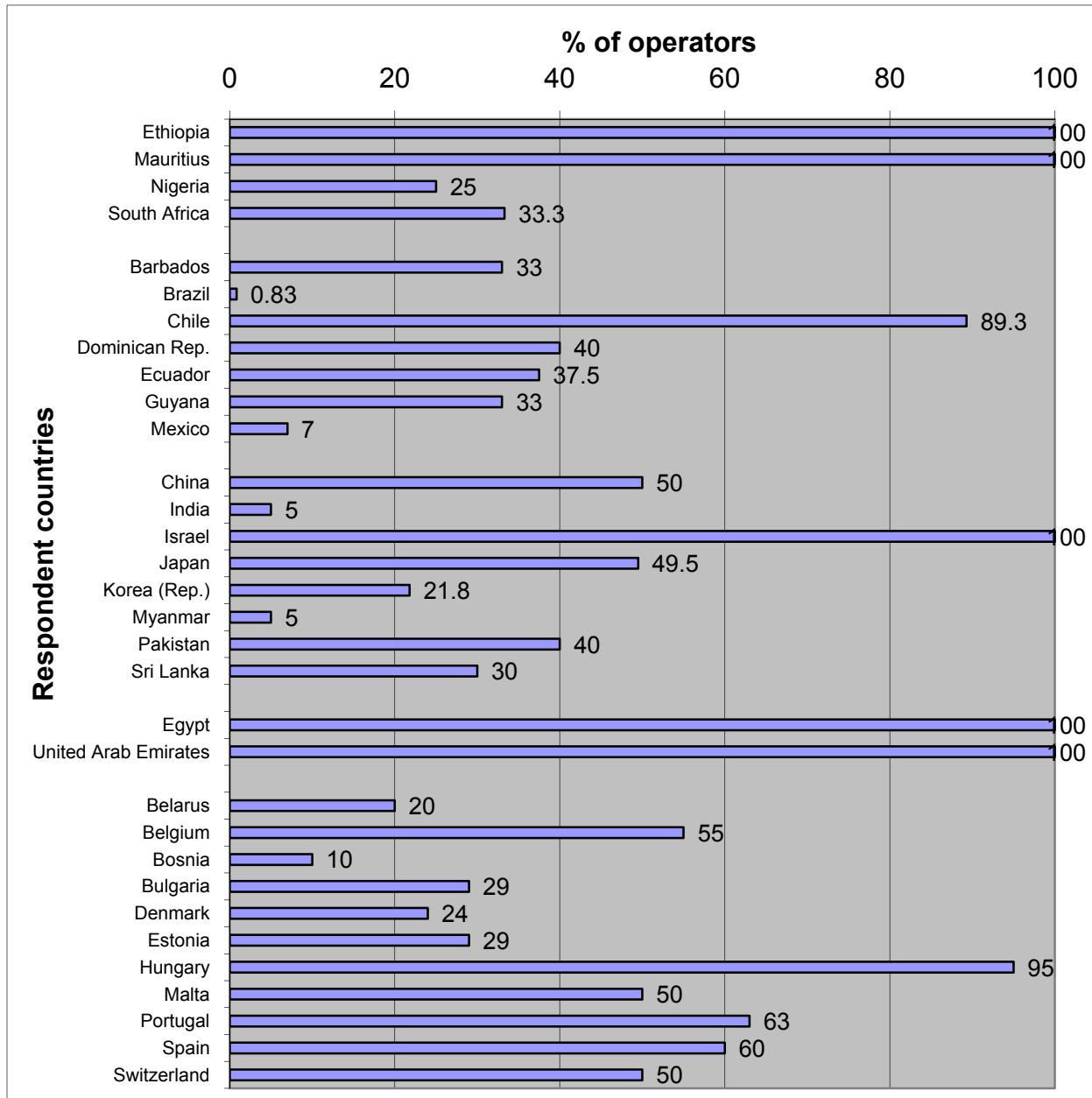
The following (Figure. 3) graph shows the number of operators offering high speed Internet:

Figure 3 – No. Operators offering high speed internet services



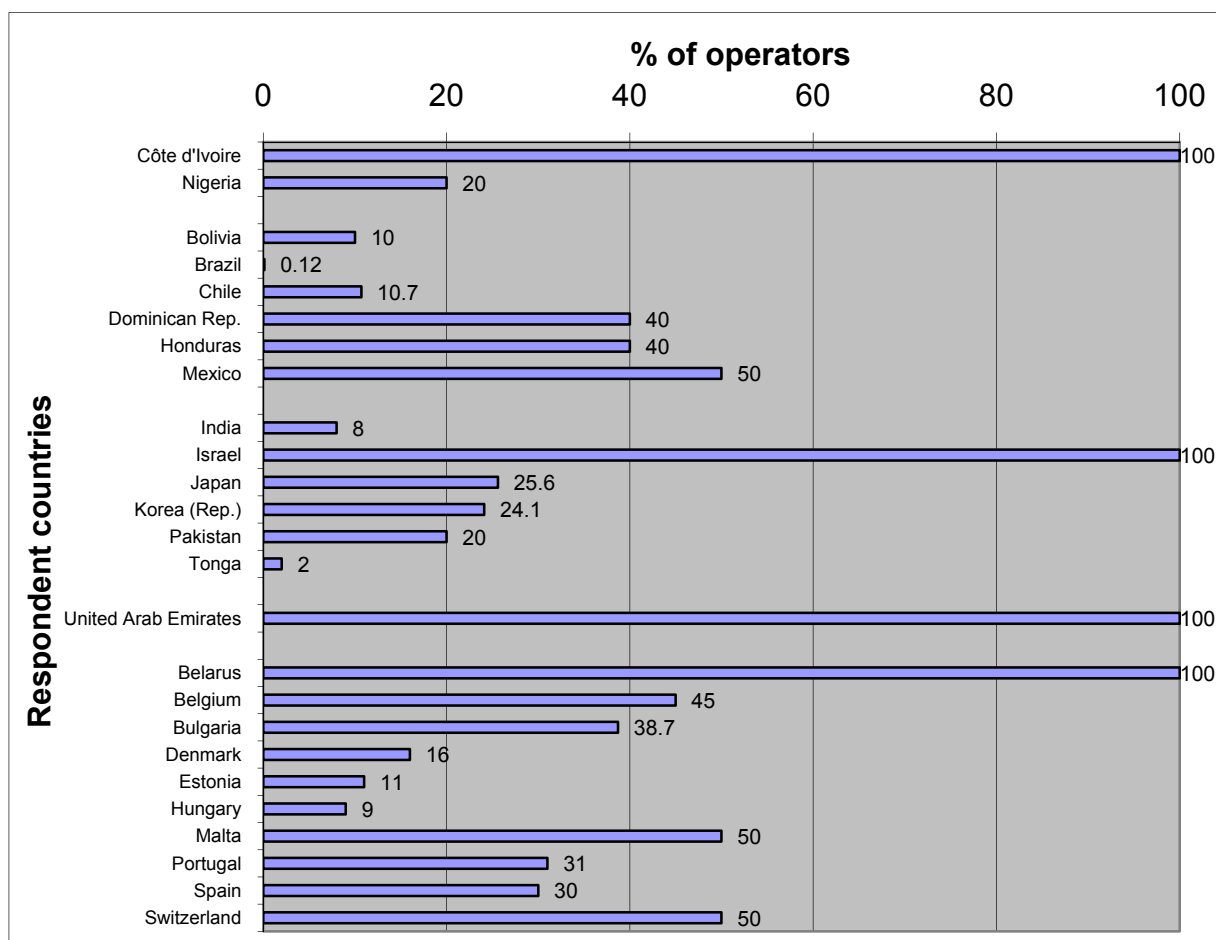
The following set of graphs shows the percentage of operators offering DSL, cable modem and wireless broadband-based services.

Figure 4 – Percentage of Operators offering DSL connections¹²²



¹²² In the case of Ethiopia – there is only one ISP – ETC. there is no competition in the provision of Internet services and since ETC offers DSL and HDSL, the resultant percentage of operators offering DSL is 100%. It should be noted that this figure does not imply coverage or 100% of access to DSL based services.

Figure 5 – Percentage of operators offering cable connections

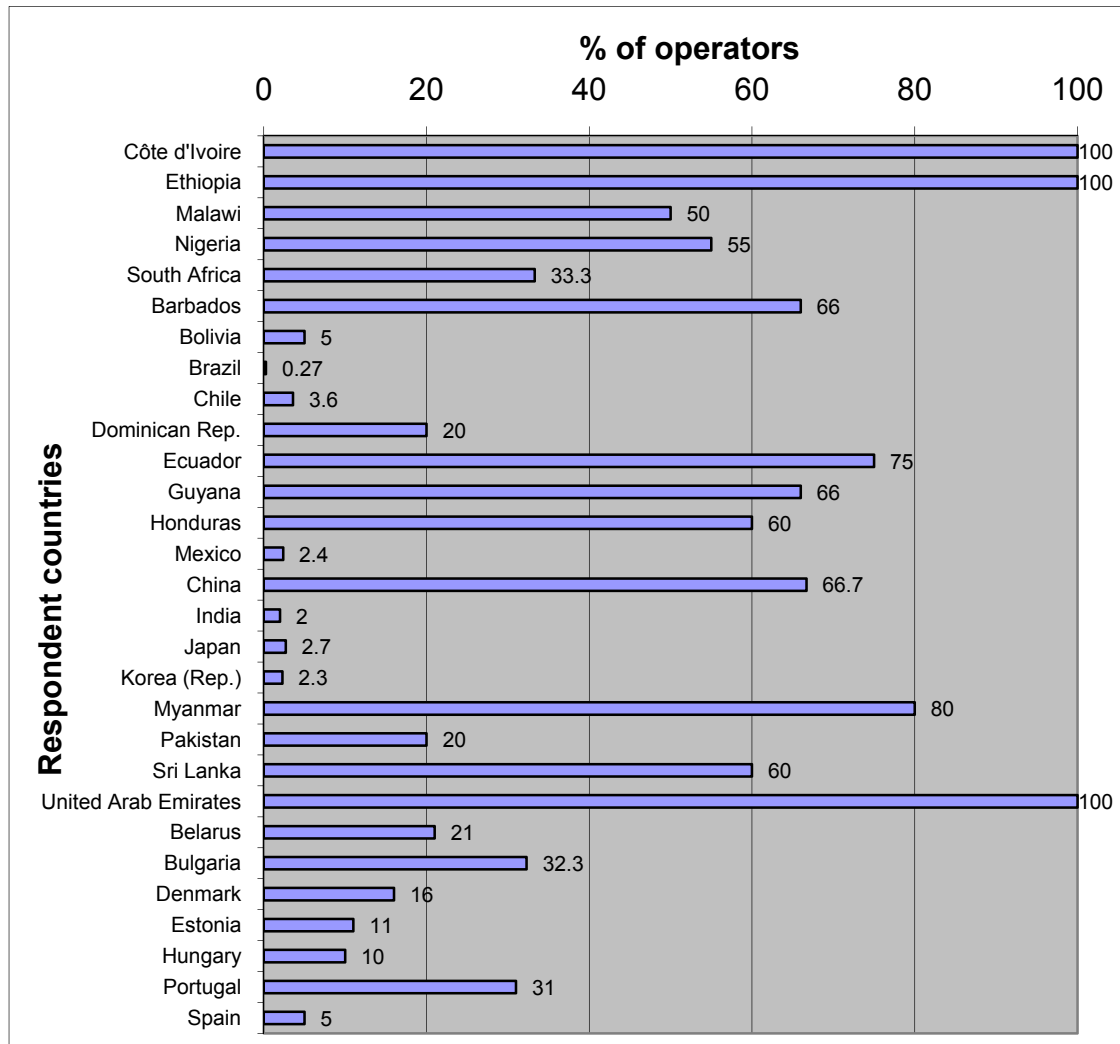


NOTE – Brazil's response of 0.12% does not show on the scale used for this document.

On analysis of the responses received it became apparent that there might have been some confusion on in the responses for the number of operators offering cable-based services. A number of respondents reported that cable technologies were not used in their countries to deliver broadband services but did indicate that a percentage of operators offered cable based services. As a result of this seeming contradiction those companies that indicated that cable technologies were not used, have not been included in the above (Figure 5) graph.¹²³

¹²³ This is the case for Ethiopia and Egypt. In the case Cote d'Ivoire it is not apparent if all operators offer cable services; Africa Online offer cable services to businesses while AfNet offer fixed line services – the figure for Cote d'Ivoire awaits further confirmation.

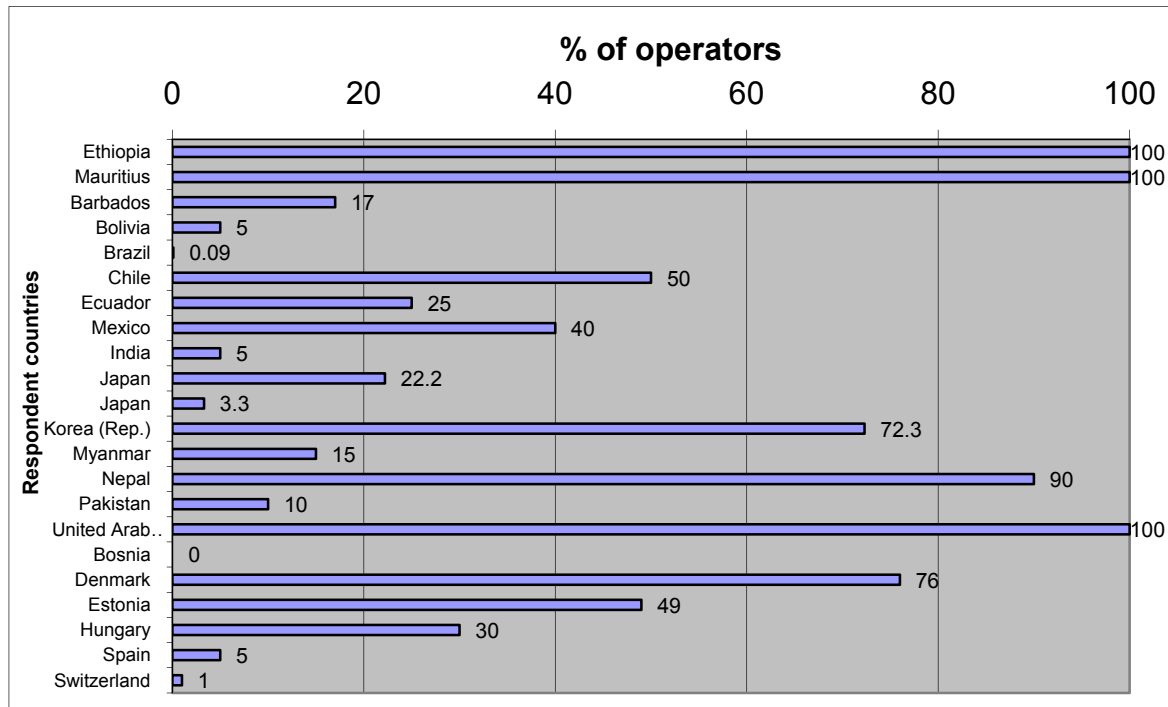
Figure 6a – Percentage of operators offering wireless connections



The percentage of operators offering other broadband access technologies such as satellite, GPSR and optic fibre based networks, is shown in the following graph.¹²⁴

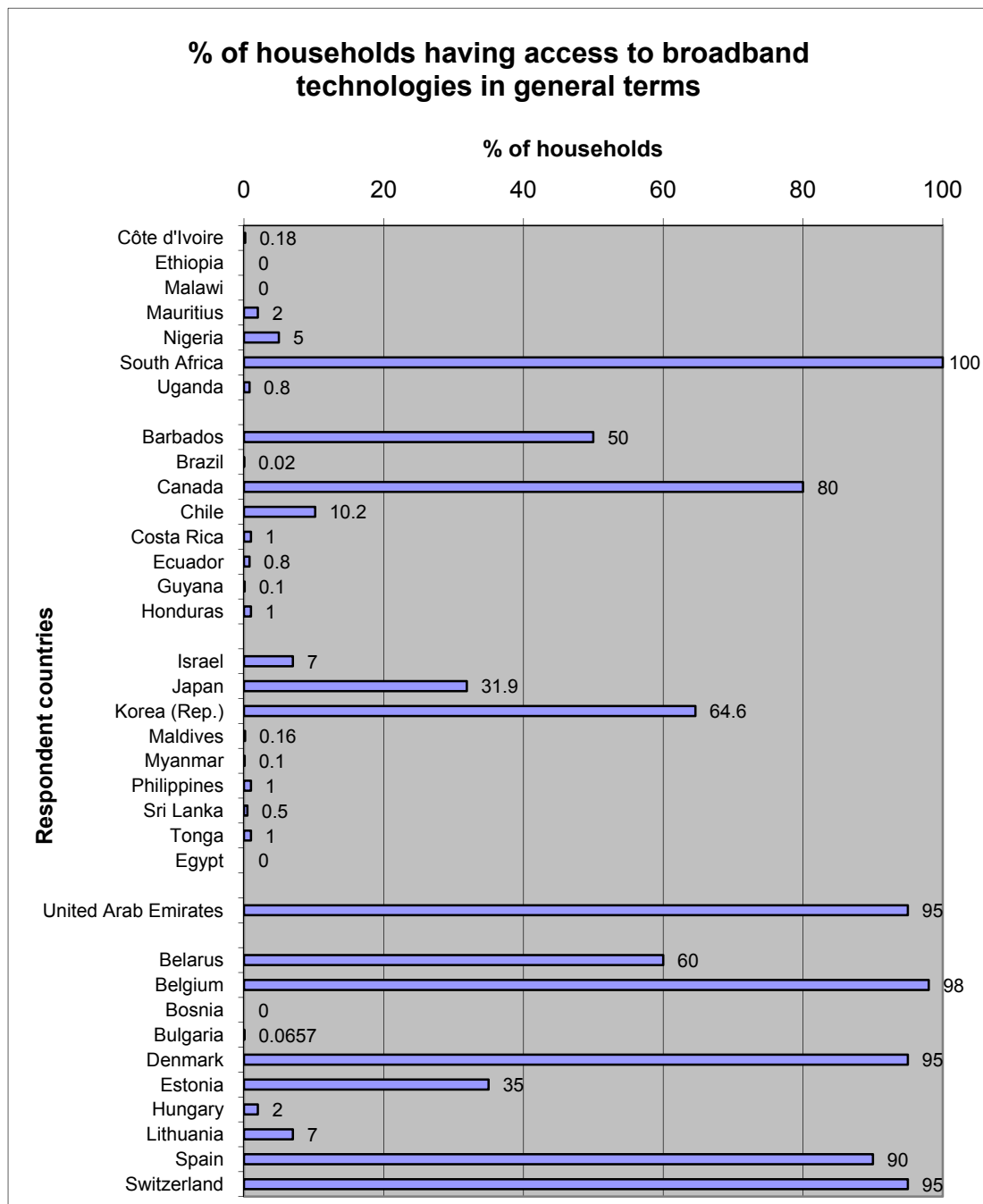
¹²⁴ In the case of Ethiopia – there is only one ISP – ETC. there is no competition in the provision of Internet services and since ETC offers DSL and HDSL, the resultant percentage of operators offering DSL is 100%. It should be noted that this figure does not imply coverage or 100% of access to DSL based services.

Figure 6b – Percentage of operators offering other broadband connection technologies



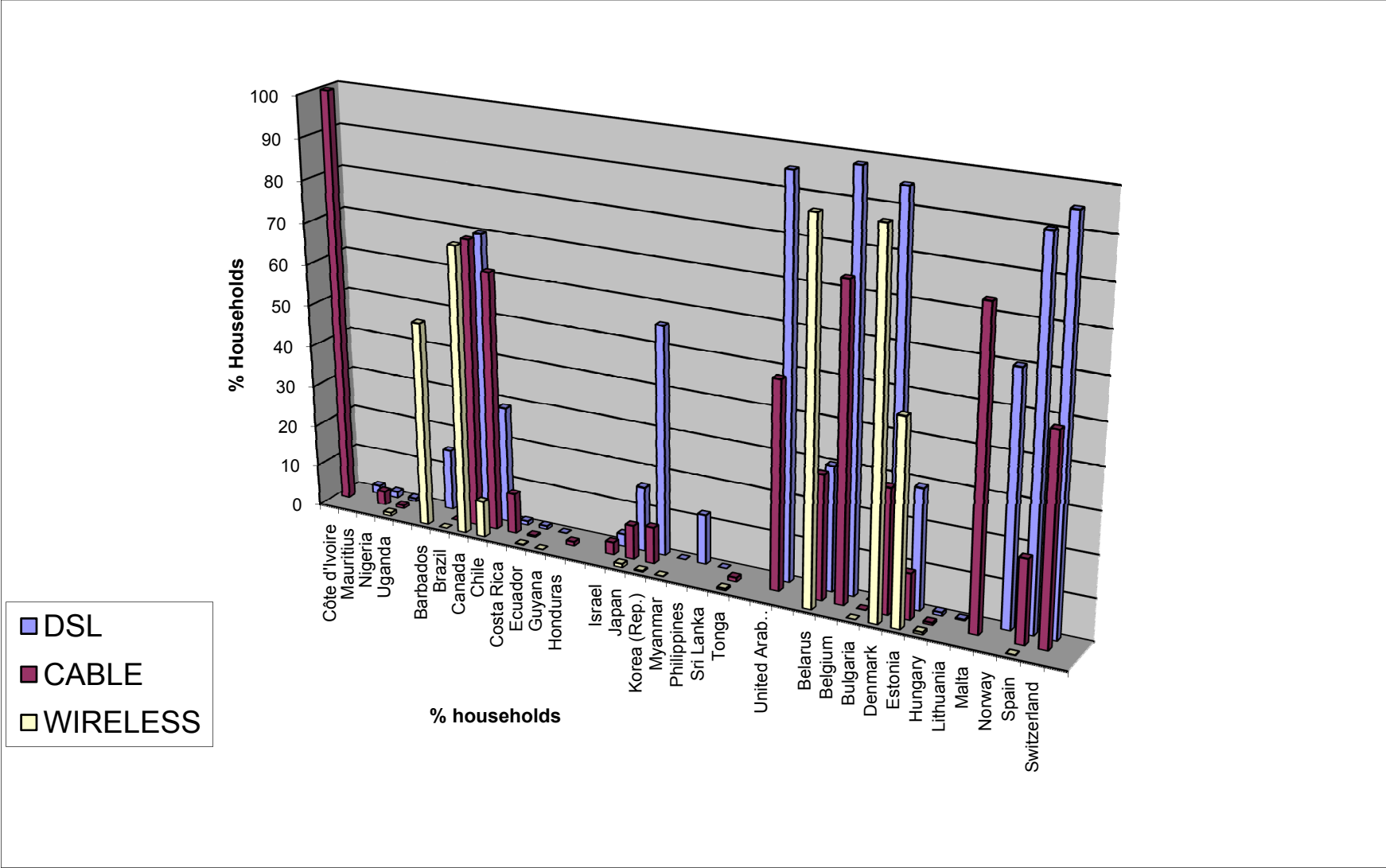
Access

The Access section of the questionnaire sought data on the percentage of access to broadband technologies by households and businesses and rural telephone subscribers and whether or not gender barriers existed to accessing services delivered with these technologies. The situation in regard to accessing broadband technologies was well illustrated by respondents when considering the overall percentage of households that have general access. The following graph shows highlights the differences in access that exists between countries.



However, the graph itself maybe misleading since the original question was possibly misinterpreted by some respondents. The question was interpreted by some respondents as meaning the percentage of households having general access to broadband i.e. via home, public access point (school, post office etc) or commercial point (cyber-café or telecentres) leading to figures such as 100% for South Africa or 95% for Switzerland. Other respondents interpreted the question as the number of individual households that have access (i.e. in the home) to broadband technologies. This was echoed in the figure of 10% for Switzerland supplied by the respondent from OFCOM. For the purpose of this document, the wider interpretation of the question was used (and hence in the case of Switzerland, the data supplied by SwissCom was used rather than that supplied by OFCOM), with this caveat attached that original question may have been misinterpreted by respondents and the data may not best represent the access situation in some countries.

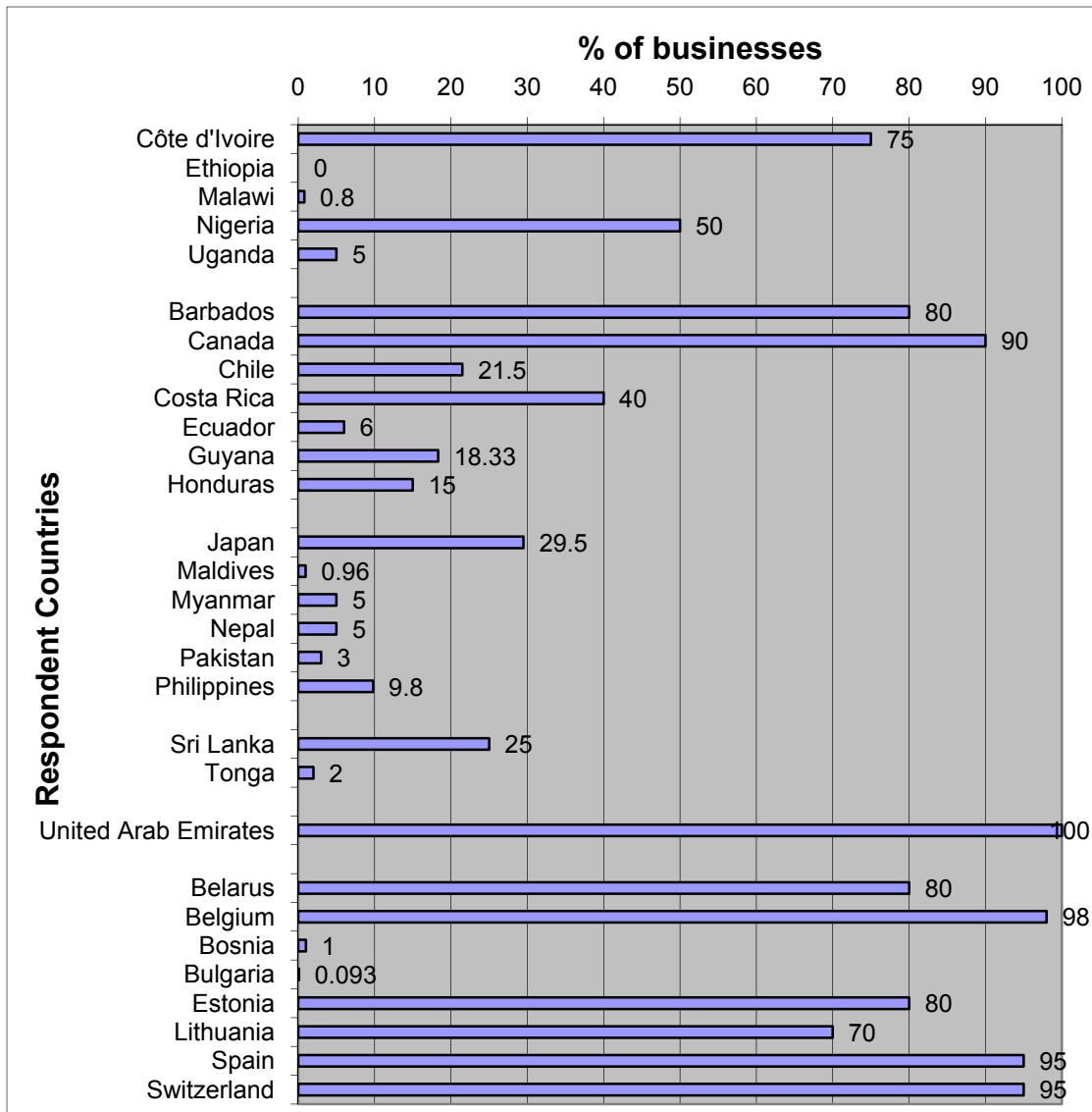
Figure 7 – Percentage of households with access to DSL, Cable and Wireless



The situation shown in the previous graph depicting the percentage of households with access to DSL, cable or wireless technologies reinforces the access situation to broadband-based services. Many of the countries shown have only a fraction of 1 per cent of the households in the country with access to one or another of the three main broadband technologies. Some other countries – primarily developed ones, are well served with access via DSL, cable or wireless – or in some cases where local technology competition exists, the option to select between which technology best meets current need.

Business applications are one of the main drivers of adoption of broadband services. The following graph (Figure 8) indicates the percentage of businesses in respondent countries that have access to some form of broadband technology.

Figure 8 – Percentage of businesses with access to broadband technologies



Business access to individual broadband technologies, illustrated by the following graph, echoes this structure and illustrates the larger role of wireless access for businesses in comparison with the household based access. Meanwhile the rural telephone subscribers access to broadband-based services graph, illustrates the differential in access problems facing developing and developed countries. As the graph clearly shows, in countries such as Chile, Ecuador, Myanmar, Sri Lanka and Tonga only a minute fraction of the rural population has access to broadband technologies. A number of countries including Côte d'Ivoire, Malawi, Nigeria, South Africa, Honduras, Bosnia and Hungary stated that **no** rural telephone subscribers had access to broadband technologies.

Figure 9 – Percentage of businesses with access to DSL, Cable or Wireless technologies

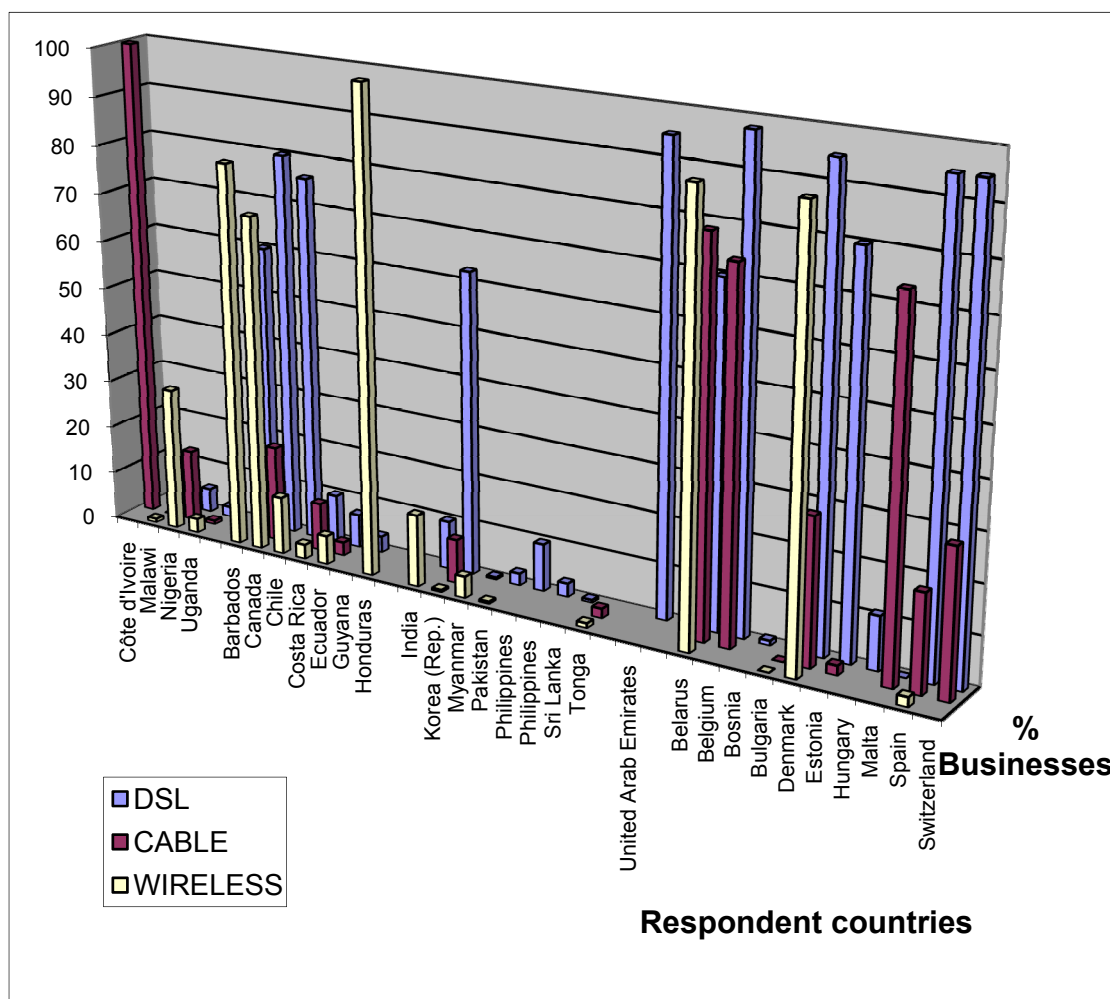
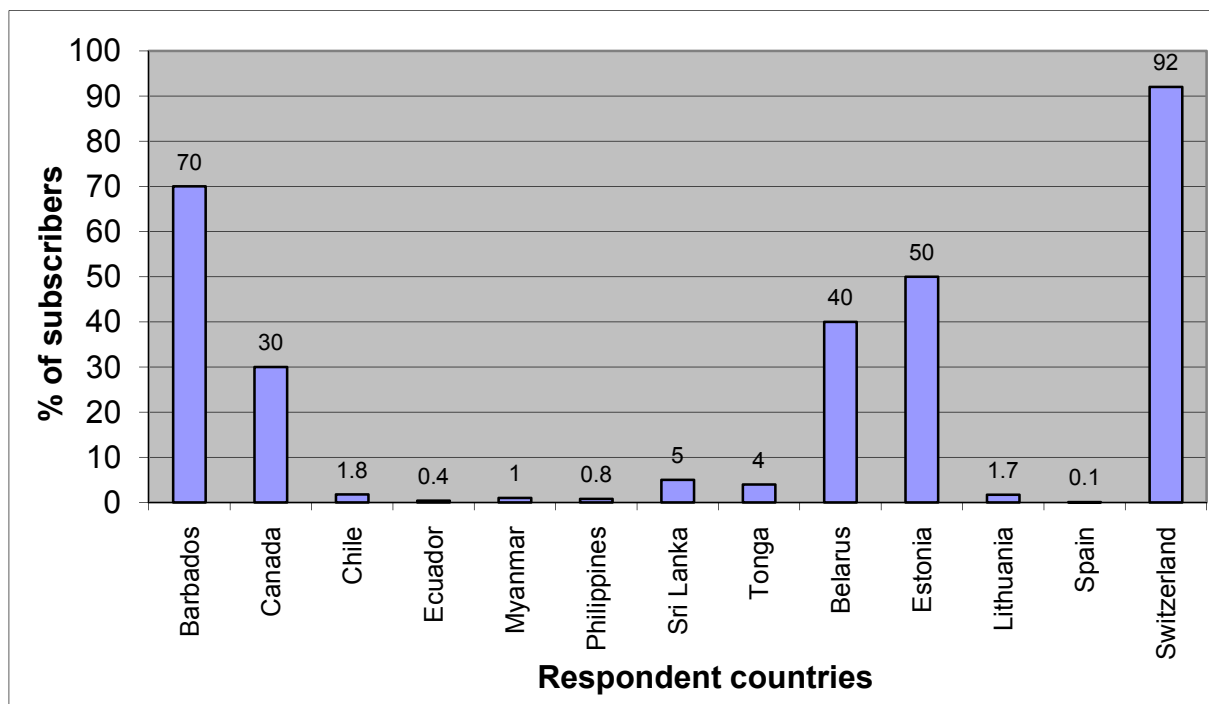


Figure 10 – Percentage of rural telephone subscribers with access to broadband technologies

Only six countries reported that there were gender barriers to broadband access, though the barriers they describe (given in Table 5 below) are also general barriers to the adoption of broad band.

Table 5 – Gender barriers to adoption of broadband

Country	Are there gender barriers to broadband access?	Description of barrier
Chad	YES	Lack of awareness and the cost of computer training
Guyana	YES	The issue of affordability arises. Due to Guyana's economic situation, residential customers in particular would have no choice but to utilize their resources on immediate essentials rather than access to luxuries such as broadband
Philippines	YES	Economical. The economic condition leads to market being price sensitive hence, DSL affordability becoming a barrier to broadband access. In the provincial areas market is very price sensitive
Sri Lanka	YES	Infrastructure facilities
Thailand	YES	
Bosnia	YES	Economical

Service pricing and usage

The service and pricing section of the questionnaire sought to establish average price for Internet dial up, average monthly price for broadband service (including Internet access) and whether or not operators offer unlimited usage plans as well as the most common usage/pricing plan for broadband services. Table 6 below, indicates the average prices for both dial up and broadband services on an ITU regional basis. As can be seen despite the variance in size and nature of the economies of those countries which responded to the question there is a general convergence on the average price for Internet dial up accounts across ITU regions, however broadband prices show a marked variation between regions especially in terms of large bandwidth capacity based services.

Table 6 – Average prices for both dial up and broadband services on an ITU regional basis

Region	Average Price for Internet Dial Up access (USD per minute)	Average Price for Internet Dial Up access (USD per month)	Broadband average price (USD) per month	
			Between	In Excess and depending on the bit rate
Africa	0.03	24.08	1 011.17	19 731.96
Americas	0.02	19.69	177.36	496.28
Asia-Pacific	0.38	13.50	130.46	299.51
Arab States**	0.005	NA	64.52	189.76
Europe	0.02		227.21	364.78

** It should be noted that only two countries for the Arab States region, Egypt and the United Arab Emirates provided pricing data and no data was provided for monthly dial up costs.

Intra-regional variations in pricing models are also common. In the case of Europe the high estimated average monthly costs of broadband access in Armenia (1 000)*¹²⁵ and Belarus (1 200) raised the average broadband price dramatically, without their inclusion the average service price in Europe for broadband services was just USD 146.98. This figure is in stark contrast to Africa's average pricing of USD 1011.17 that is also driven to a higher overall average rate as a result of Ethiopia's higher than average broadband access cost of USD 3 780 per month.

Given that only two Arab State countries answered the question, the figures are possibly misleading for the region as a whole and should certainly not be taken as illustrative of the broadband situation in the Arab States overall.

Further while dial up access is standardized means of Internet access –broadband access includes a variety of technologies ranging from ISDN through to ADSL and dedicated fibre, with ISDN and ADSL or cable typically forming the lower average cost of broadband access and dedicated fibre the basis for high end service pricing.

Unlimited usage plans offered by operators did not show a marked regional bias but rather were governed by the domestic situation facing individual operators. Of the 49 countries that responded to the question, only nine countries did not offer some form of unlimited usage plan, these are:

Chad, Ethiopia, Costa Rica, Dominican Rep., Israel, Maldives, Philippines, Egypt, Bosnia.

Table 7 below describes the most common usage-pricing plans for broadband on an ITU regional basis:

¹²⁵ Armenia's figure for excess cost of USD 20 000 was left from the table and is due for verification. If the figure was included then excess costs for Europe would be USD 2 419.80 per month.

Table 7 – Common Usage pricing models

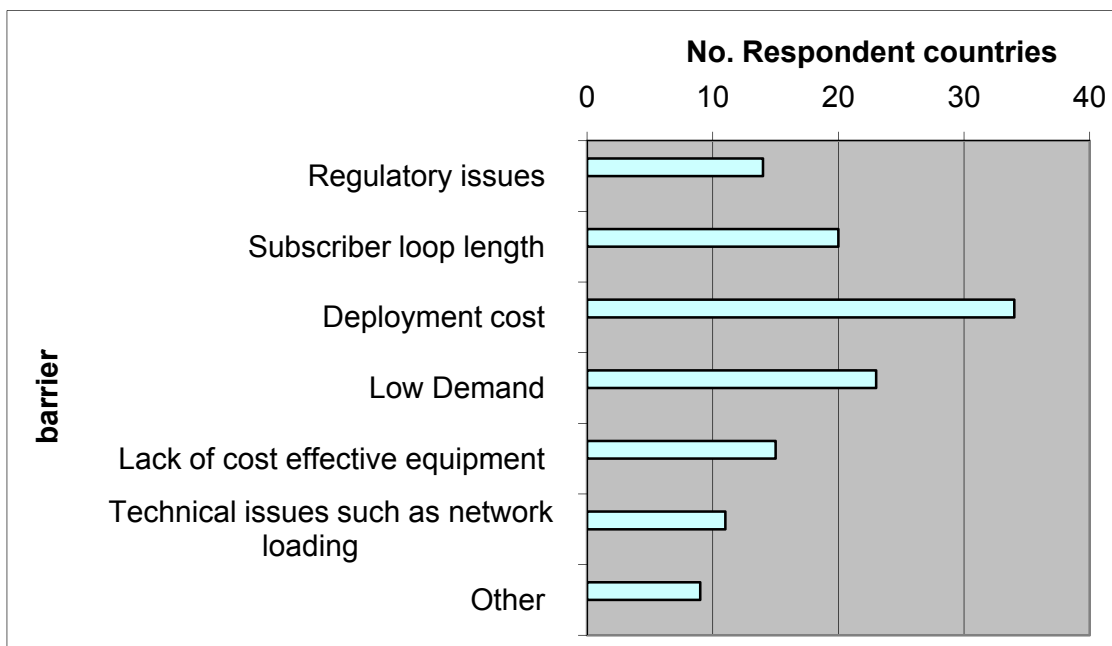
Région	Common Usage pricing plan
Africa	Common usage-pricing plans reported by the African respondents included: <ol style="list-style-type: none"> 1. Time, bandwidth and distance consideration 2. Flat rate, monthly rental, for given bandwidth 3. Per data unit (price per gigabit of transfer capacity).
Americas	In the America's region most models were based on the concept of unlimited access at a fixed rate such as 64 or 128 kbit/s for a fixed monthly fee. Where available ADSL is also offered on this model for a fixed monthly fee. In some countries a fixed monthly price plan is established with bandwidth usage limited to a set transfer threshold, for instance data transfer up to 10/15 Gigabytes, if data transfer exceeds this agreed limit then excess charges are then applied.
Arab States	In the case of Egypt, a fixed fee per minute is charged for access. In the case of the United Arab Emirates a fixed fee per month was charged and differed if the charge was for residential or business connection
Asia	Pricing plans varied including: Fixed dial up access costs based price per minute but packaged and presented as a combination of paid hours and with X number of additional bonus free hours. Other models include monthly fixed fees linked with specified data transfer limits (e.g. 1 GB per month). If the data transfer rate is exceeded than an excess charge is applied. Another model (where available) employs a monthly fixed fee for unlimited access e.g. ADSL based access. Where this model was operational but customer bandwidth requirements exceeded those offered via ADSL, the speed and nature of service requirement (e.g. E1/T1) would dictate the price of the agreement.
Europe	In Europe the most common usage plan is unlimited usage time with a flat fixed monthly payment This is used widely for DSL based connections. Following this are models for a monthly price plan with limited usage to a set threshold, for instance data transfer up to 10/15 Gigabytes with excess charges then being applied of traffic exceeding this threshold.

Barriers to Broadband Access Deployment

This section of the questionnaire sought to identify what are the major barriers to the deployment of broadband services, as well as thee the major cost issues limiting the spread of broadband, the financial (if any) assistance and the difficulties in raising finances for broadband build out facing operators.

Figure 11, below, shows the major barrier to widely deploying broadband services, is the deployment cost of technologies.

Figure 11 – Major barriers to broadband access deployment



In addition to deployment costs, lack of demand for broadband services seemingly undermines any business case for investigating means to reduce deployments costs and overcome problems such as the subscriber loop length – which is a technical hurdle for the introduction of technologies such as DSL. Of the issues limiting the spread of broadband identified by respondents, the most common was that the monthly associated fee was too high as indicated in Figure 12.

Figure 12 – Major cost issues limiting the spread of broadband



High monthly fees, high installation costs and lack of access to personal computers when combined can result in insufficient demand to justify infrastructure costs and make the business case for deploying broadband services more difficult. Other reasons identified include relatively low levels of education and computer literacy and the respondent from Malta identified the cost of acquiring content in local languages.

Some thirty one countries did not have any form of loans or other financial assistance available to enable operators to provide broad band to the last mile and these are listed in Table 8:

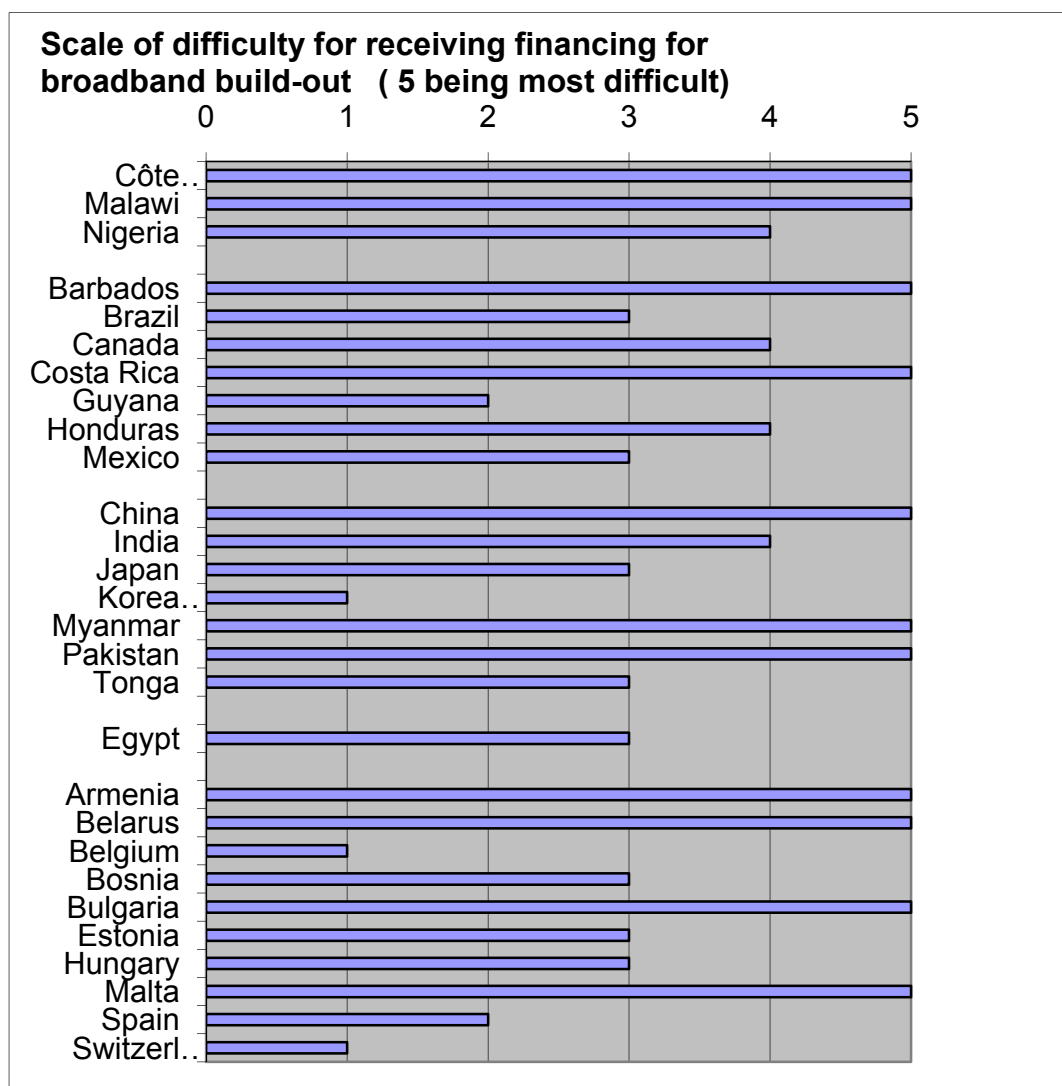
Table 8 – Countries without loans or financial assistance for the deployment of broadband services

Africa	Americas	Arab States	Asia	Europe
Chad	Barbados		China	Armenia
Côte d'Ivoire	Brazil		Israel	Belarus
Ethiopia	Chile		Korea (Rep.)	Belgium
Malawi	Costa Rica		Maldives	Bulgaria
Mauritius	Ecuador		Myanmar	Estonia
South Africa	Guyana		Nepal	Lithuania
	Honduras		Pakistan	Norway
			Sri Lanka	Poland
				Spain
				Switzerland

While 12 countries offered loans and other forms of financial assistance to encourage the expansion of broadband services including: Nigeria, Uganda, Canada, Dominican Rep., Mexico, India, Japan, Tonga, Egypt, Bosnia, Denmark, Hungary; how these loans are facilitated differs widely from country to country. Canada and Mexico, Japan and Egypt all offer government based loans for broadband development schemes. In Uganda offers only private loans are available to operators, where as in Nigeria loans for operators are available as a result of UNDP and WorldBank programmes in addition to private lenders. In Denmark incentives take the form of tax exemptions for data communication related developments and in Hungary corporate tax reductions and direct state subsidies are available for developing broadband-based services. Some developing countries also qualify for international aid – such as loans and grants from USAID.

The difficulties facing operators in raising financing for broadband build-out is illustrated in the following graph – where questionnaire respondents rated the difficulties in raising finance on a scale of one to five with five being the most difficult. Unsurprisingly those countries with large rural areas, and dispersed rural populations are among those that face the greatest difficulties in raising finances for broadband build-out.

Figure 13 – Scale of difficulty for financing broadband services



Quality of Service

In the questionnaire the quality of service section sought to establish the average speeds of downstream data for DSL, cable, wireless and other technologies employed to deliver broadband services. In most cases responses gave a range of speeds e.g. DSL may vary from 384 kbit/s downstream for residential and 512 for business. In some cases the reasons for the different capacities stated were not provided or were not clear given the mixed usage-pricing models that are used in differing countries. As a result the lowest average speed indicated was used for the graphs and purposes of comparisons. This means that in the case of some countries such as Japan the average downstream speed is shown as 2 Mbit/s rather than the 10 to 1 000 Mbit/s that is available over specialist fibre networks available to businesses. For the purposes of the graphs, the respondent countries are alphabetically grouped in terms of their ITU regional groupings of Africa, Americas, Arab States, Asia-Pacific and Europe.

In addition to DSL, cable and wireless a number of other technologies are used to deliver downstream broadband services. In Ethiopia the school-net, health-net, gov-net services and a DDN service that supports dedicated, and frame relay service connection for Internet access and enterprise wide LAN, etc offers speed up to 45 Mbit/s. In Barbados fixed wireless connections are used to deliver speeds of 128 kbit/s and a number of countries use satellite-based services – in Canada these offer access speeds of 500 kbit/s, while in

Myanmar broadband satellite (IPSTAR) offers connection speeds up to 1 218 kbit/s. In Estonia general packet radio services (GPRS) are used to deliver connection speeds of the 30 kbit/s. Finally fibre is used in a Japan (up to 100 Mbit/s for FFTH), 10 Mbit/s in Norway and 2 Mbit/s in Egypt. The following graphs illustrate the average downstream data for DSL, Cable and wireless based broadband services at an average distance of two to four kilometers.

Figure 14 – Average speed of downstream data for DSL

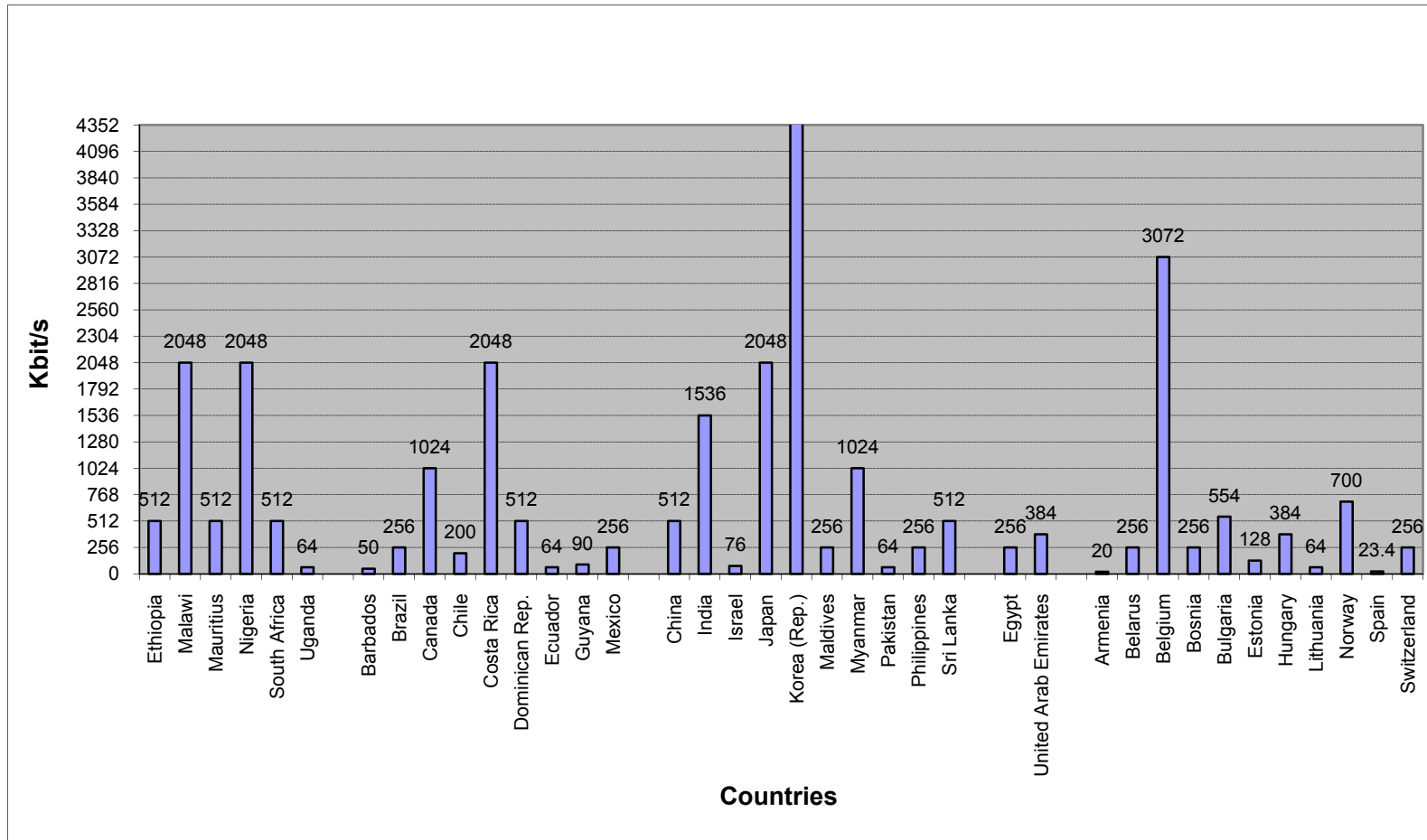


Figure 15 – Average speed of downstream data for Cable

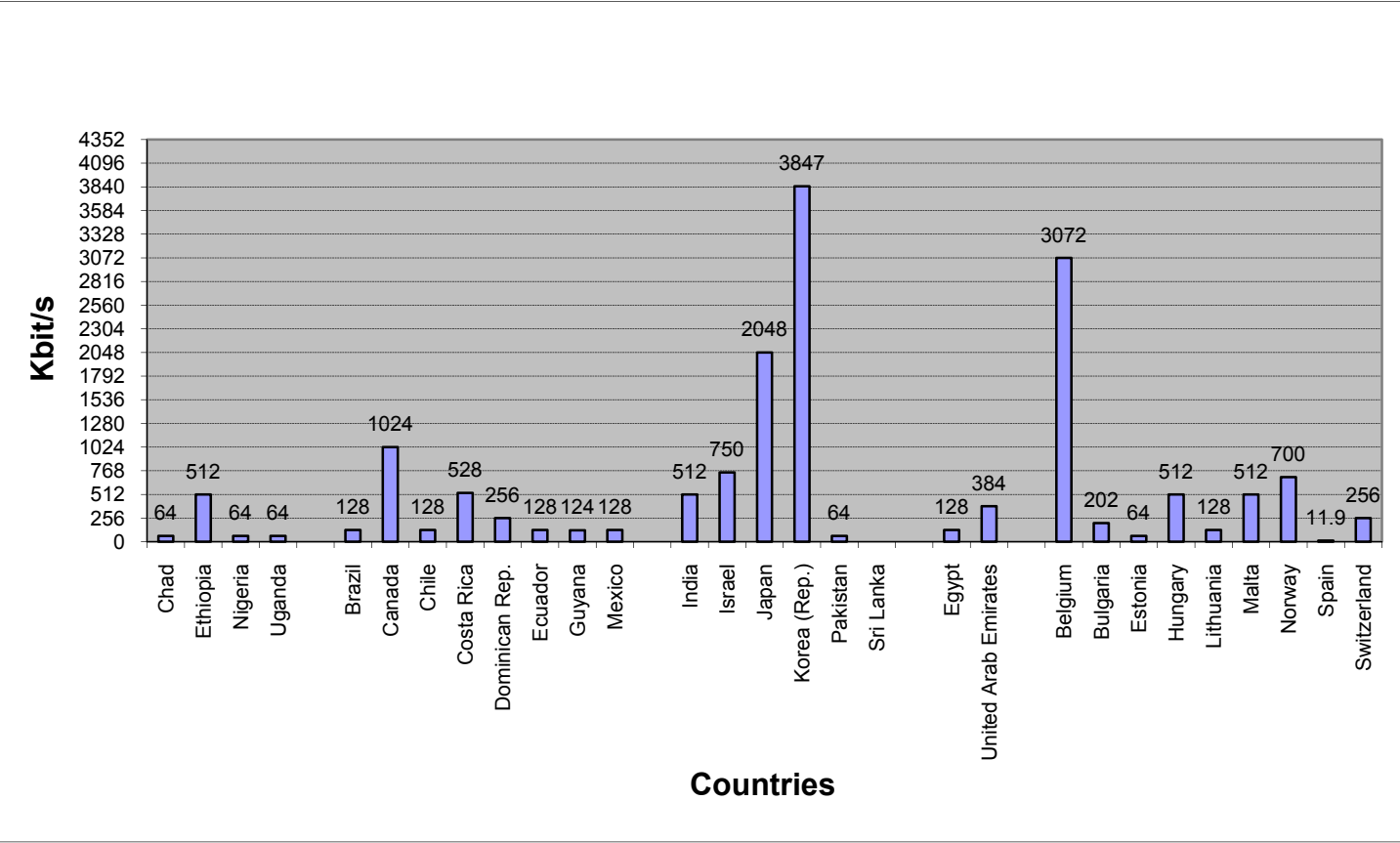
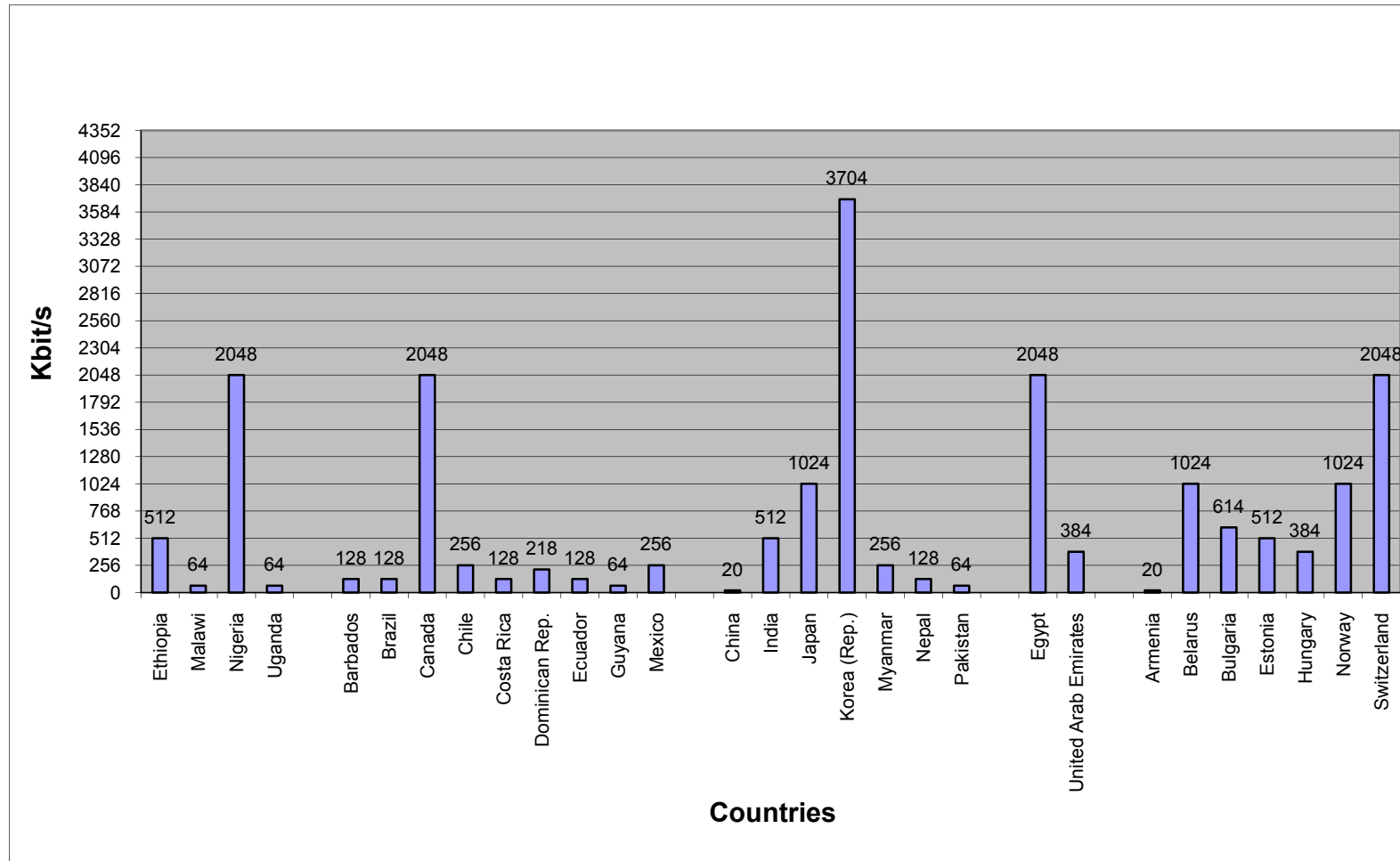


Figure 16 – Average speed of downstream data for wireless based services



Miscellaneous

The miscellaneous section of the questionnaire sought information on public access points to broadband services, fastest growing broadband technologies and those applications areas that broadband services are being used for. Seventeen respondent countries offered free access to broadband services through public centres such schools, libraries, hospitals, government office buildings and telecentres etc. These countries are:

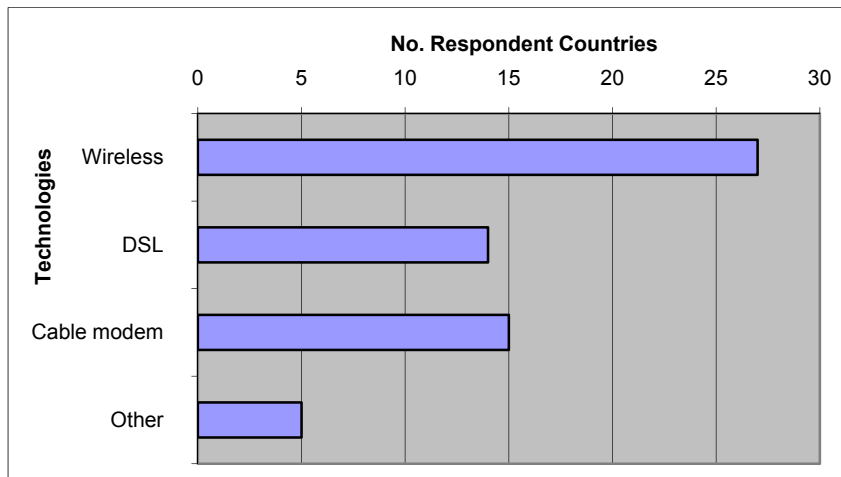
- Côte d'Ivoire
- Canada
- Chile
- Dominican Rep.
- Israel
- Japan
- Korea (Rep.)
- Myanmar
- Belgium
- Denmark
- Hungary
- Lithuania
- Malta
- Norway
- Poland
- Spain
- Switzerland

A further seven countries offered access to broadband services through public centres via a special pricing agreement, these were:

- Nigeria
- Uganda
- China
- Maldives
- Thailand
- Tonga
- Belarus

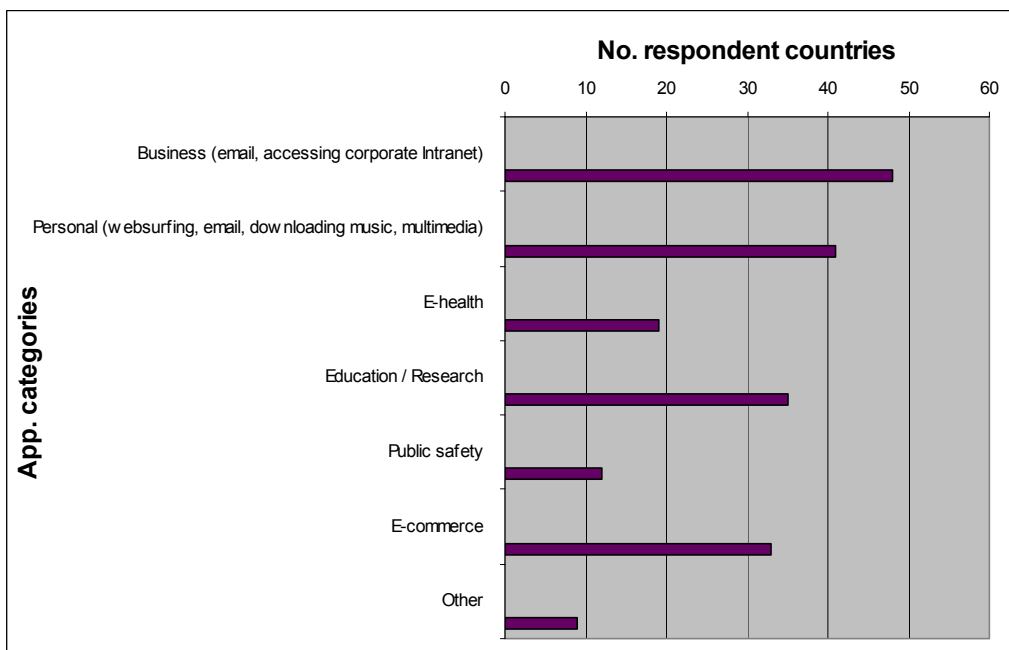
Finally Guyana, Sri Lanka, Armenia and Estonia offered access to broadband services through public centres but at standard market prices. The fastest growing broadband technology identified by respondents (as shown in the following graph) was wireless. A number of countries such as Belarus, Estonia, Ethiopia and the Philippines selected more than technology and reflects their current marketplace, in that no one technology has reached a dominant market position or serves diverse needs.

Figure 17 – Fastest growing broadband technologies



Broadband-based services are used in a number of application areas, with the main drivers being business (for accessing email, corporate intranets etc) and personal information access (web browsing, downloading music and multimedia etc). When examining the regional basis for these applications – the proportions are roughly the same business use is the primary driver in both developed and developing countries, while personal use is also a major driver for broadband services in both developed and developing countries. The respondent countries that were exceptions to this were Malawi, Guyana, Honduras, Nepal, Thailand, Armenia, Bosnia where business applications were the sole main application driver.

Figure 18 – Application categories that broadband is used for



In Nigeria, Canada, and Demark E- government services were identified as other application areas for broadband services; Whilst Japan and Korea both mentioned IP telephony applications being used and Korea also identified both games and video on demand as the basis for entertainment applications.

Cuestión 20-2/2
(en ingles únicamente)
ANNEX VI

147

Broadband Questionnaire

DEADLINE FOR THE REPLIES: **30 May 2003**

Given Name

Family Name

Your Title

Organization / Main activity

Telephone/Fax (with area code)

Country

City

Business Address

E-Mail

Any queries or requests for further information regarding this questionnaire should be addressed to:

Ms. Molly Gavin or
Qualcomm Inc.
577 Morehouse Drive
San Diego, CA 92121
USA
Tel.: +1 858 6516462
Fax: +1 858 6512880
E-mail: mgavin@qualcomm.com

Désiré Karyabwite
Telecommunication Development Bureau
International Telecommunication Union (ITU)
Place des Nations,
CH-1211 Geneva, Switzerland
E-mail: desire.karyabwite@itu.int
Tel.: +41 22 730 5009
Fax: +41 22 730 5484
Mob.: +41 79 239 2739
www.itu.int/ITU-D/e-strategy/internet/iptelephony/

INTRODUCTION

Purpose

- 1) To assess the current status of broadband access technologies.
- 2) To analyse broadband access technologies including the following dimensions: demographics, gender, geographic, technical and economic factors; market structures for delivery of broadband access service.

Output expected from the replies

The central output will consist of conclusions drawn from the data collected to include in the final report to assist ITU-D Members with the development of broadband access technologies. This research will generate information on the technical, economic and development factors having an impact on the deployment of broadband access technologies in developing countries. At the end of the study period, a final and complete report will be created on *Broadband Access Technologies*. The present questionnaire is designed to provide extensive, consistent background data for the overall study, to be complemented, as necessary, in the yearly work plans.

Technology

What wireline technologies are utilized to provide broadband services:

- DSL
 Cable
 E1/T1
 Fibre
 Power Line
 Other (please describe)

What wireless technologies are utilized to provide broadband services?

- Satellite
 IMT-2000
 Wireless local area network
 Fixed wireless access
 Other (please describe)

Competition

Is competition permitted in Internet services? (YES/ NO)

Is there competition in the local loop? (YES/ NO)

Is there competition among differing broadband technologies? (ex. DSL, cable, broadband wireless)
(YES / NO)

How many operators offer high-speed Internet service? _____

Percentage of operators offering DSL broadband service _____

Percentage of operators offering cable modem broadband service _____

Percentage of operators offering wireless broadband service _____

Percentage of operators offering other broadband service _____

Access

Approximately what percentage of households have access to broadband access technologies in general?

Percentage of households with access to DSL broadband service _____

Percentage of households with access to cable modem broadband service _____

Percentage of households with access to wireless broadband services _____

Approximately what percentage of businesses have access to broadband access technologies in general?

Percentage of businesses with access to DSL broadband service _____

Percentage of businesses with access to cable modem broadband service _____

Percentage of businesses with access to wireless broadband services _____

What percentage of rural telephone subscribers have access to broadband technologies? _____

Are there any gender barriers to broadband access (i.e. political, economic, social, etc.)? (YES/NO)

If so, please describe.

Pricing and Usage

What is the average price¹²⁶ for Internet dial up access (please specify per time unit or data unit)?

What is the average monthly price for broadband service (including Internet access)?

between 64-500 kbit/s _____

in excess of 500 kbit/s _____

Do operators offer unlimited usage plans? (YES/NO)?

Describe the most common usage/pricing plan for broadband. (Please specify per time unit or data unit)

Barriers to Broadband Access Deployment

What are the major barriers to the deployment of broadband service? (mark all that apply)

___ Regulatory issues

___ Subscriber loop length

___ Deployment cost

___ Low demand

___ Lack of cost-effective equipment

___ Technical issues such as network loading

___ Other (please describe)

What are the major cost issues limiting the spread of broadband? (mark all that apply)

___ Lack of personal computers

___ Not enough demand to justify infrastructure costs

___ Monthly fee is too high

___ Installation fee is too high

¹²⁶ Preferably in US.

___ Cost to reach the backbone prohibitive

___ Other (please describe)

Are there affordable loans/other financial assistance for operators to provide broadband to last-mile customers? (YES/NO)

If yes, please describe (government, private, other organizations).

How difficult (scale of 1-5; 5 being the most difficult) is it to receive financing for broadband buildout?

Quality of Service

What are the average speeds of downstream data for DSL? _____

What are the average speeds of downstream data for cable broadband? _____

What are the average speeds of downstream data for wireless broadband service? _____

What are the average speeds of downstream data for other broadband services? (Please describe which service)? _____

Miscellaneous

1) Do public centres (schools, libraries, hospitals, government office building complexes, telecentres, etc) offer broadband service? (YES/NO)

If yes, are the services generally free of charge? (YES/NO)

If services are not free, is there a special price? (YES/NO)

2) Which broadband technology is growing the most quickly? (wireless, DSL, cable modem or other)

For which applications is broadband service used? (mark all that apply)

___ Business (email, accessing corporate Intranet)

___ Personal (websurfing, email, downloading music, multimedia)

___ e-health

___ Education/research

___ Public safety

___ e-commerce

___ Other (please describe)

(en ingles únicamente)

ANNEX VII**Other ITU Sector Relevant Study Groups, Questions and Recommendations**

Listing of appropriate Questions and relevant Recommendations to be studied in other ITU sectors.

In ITU-T Study Group 9, which deals with integrated broadband cable networks and television and sound transmission. The following Questions and their relevant recommendations are to be followed:

Question 6/9 – Conditional access methods and practices for digital cable distribution to the home

Question 12/9 – Cable Television delivery of advanced multimedia digital services and applications that use Internet Protocols (IP) and/or packet-based data

Question 13/9 – Voice and Video IP Applications over cable television networks

In ITU-T Study Group 15 which covers optical and other transport networks, the following Questions and relevant associated

Recommendations will be covered:

Question 1/15 – Access network transport

This question maintains a comprehensive standards overview that is updated on a regular basis and can be found at the following website address: www.itu.int/ITU-T/studygroups/com15/lead.html

Question 2/15 – Optical systems for access networks

In ITU-T Study Group 16, which is the lead group on multimedia services, systems and terminals, the following Questions and relevant associated Recommendations will be covered:

Question C/16 – Multimedia applications and services

Question 2/16 – Multimedia over packet networks using H.323 Systems

In ITU-R Study Groups 4, 5 and 6, relevant questions and associated recommendations will be followed. Additional information on ITU-R terrestrial fixed and mobile wireless access information can be found at the following website: www.itu.int/ITU-R/study-groups/was/itu/index.html.

Cuestión 20-2/2
(en inglés únicamente)
ANNEX VIII

**Best Practice Guidelines for the Promotion of Low-Cost Broadband
and Internet Connectivity**

We, the regulators participating in the 2004 Global Symposium for Regulators, have identified and proposed best practice guidelines to achieve low-cost broadband and Internet connectivity. Our goal is the creation of national regulatory frameworks that are flexible and enable competition between various service providers using multiple transport and technology options. We believe the best practices outlined below will help bring social and economic benefits to the world's citizens.

An enabling regulatory regime that encourages broadband deployment and Internet connectivity

- 1) We encourage political support at the highest government levels with such support expressed in national or regional policy goals. These include an effective, separate regulator insulated from political interference, a transparent regulatory process, and adoption and enforcement of clear rules.
- 2) We believe that competition in as many areas of the value chain as possible provides the strongest basis for ensuring maximum innovation in products and prices and for driving efficiency.
- 3) We encourage regulators to set policies to stimulate competition among various technologies and industry segments that will lead to the development and deployment of broadband capacity. This includes addressing barriers or bottlenecks that may exist with regard to access to essential facilities on a non-discriminatory basis.
- 4) We believe that the primary objective of regulation should be to secure fair and reasonable access for competitive broadband services, including Internet connectivity.
- 5) We encourage the maintenance of transparent, non-discriminatory market policies in order to attract investment.
- 6) We encourage regulators to adopt policies that are technology neutral and do not favor one technology over another.
- 7) We encourage regulators to take into consideration the convergence of platforms and services and that they regularly reassess regulatory regimes to ensure consistency and to eliminate unfair market advantages or unnecessary regulatory burdens.
- 8) We encourage regulators to allocate adequate spectrum to facilitate the use of modern, cost effective broadband radiocommunications technologies. We further encourage innovative approaches to managing the spectrum resource such as the ability to share spectrum or allocating on a license-exempt non-interference basis.
- 9) We urge regulators to conduct periodic public consultations with stakeholders to inform the regulatory decision-making process.
- 10) We recommend that regulators carefully consider how to minimize licensing hurdles.
- 11) We encourage the development of a regulatory framework that permits ISPs and broadband providers to set up their own last mile.
- 12) We encourage regulators to provide a clear regulatory strategy for the private sector in order to reduce uncertainty and risk, and remove any disincentives to investment.

Innovative Regulatory Policies Must Be Developed To Promote Universal Access

- 1) We recommend that the promotion of access to low cost broadband interconnectivity should be integrated from "grass-roots" efforts to identify local needs all the way through the "tree-tops" of international law. Governments, business and non-governmental organizations should be involved.
- 2) We recommend that regulators adopt regulatory frameworks that support applications such as e-education and e-government.

- 3) We encourage each country to adopt policies to increase access to the Internet and broadband services based on their own market structure and that such policies reflect diversity in culture, language and social interests.
- 4) We encourage regulators to work with stakeholders to expand coverage and use of broadband through multi-stakeholder partnerships. In addition, complementary government initiatives that promote financially sustainable programs may also be appropriate, especially in filling in the market gap that may exist in some countries.
- 5) We encourage regulators to adopt regulatory regimes that facilitate the use of all transport mechanisms, whether wireline, power line, cable, wireless, including wi-fi, or satellite.
- 6) We encourage regulators to explore programs that encourage public access to broadband and Internet services to schools, libraries and other community centres.
- 7) We encourage regulators to implement harmonized spectrum allocations consistent with the outcome of ITU Radiocommunication Conference process and each country's national interest. Participation in this well-established framework will facilitate low-cost deployment of equipment internationally and promote low-cost broadband and Internet connectivity through economies of scale and competition among broadband vendors and service providers.

Broadband is an Enabler

- 1) Regulation should be directed at improving the long term interests of citizens. Broadband can contribute to this by improving and enabling education, information, and increased efficiency. It can reduce costs, overcome distance, open up markets, enhance understanding and create employment.
- 2) We encourage regulators to educate and inform consumers about the services that are available to them and how to utilize them so that the entire population benefits.
- 3) We urge regulators to work with other government entities, industry, consumer groups, and other stakeholders to ensure consumers have access to the information they need about broadband and Internet services.

Impreso en Suiza
Ginebra, 2010

Derechos de las fotografías: ITU Photo Library