



**Universidad del Azuay**

**Facultad de Ciencia y Tecnología**

**Escuela de Ingeniería Electrónica**

**Estudio de la Televisión Digital por Tecnologías IPTV a  
través de la Red de Cobre con Tecnología ADSL**

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de  
Ingeniero Electrónico**

**Autores:**

**Franklin Eduardo Guamán Ortíz  
Juan Israel Cordero Wazhima**

**Director:**

**Ing. Edgar Pauta Astudillo.**

**Cuenca - Ecuador  
2009**

***DEDICATORIA***

Dedico esta tesis con mucho amor y cariño a mi amada Madre, hermanos, a mis dos pequeños amores: Damaris, Matías, que nunca dejaron de apoyarme y que siempre creyeron en mí. A mi adorado Padre que está en el cielo pero que siempre lo siento conmigo. Este sueño nunca se hubiera hecho realidad sin ellos.

***QUE DIOS Y LA VIDA LOS PAGUE  
GENEROSAMENTE PORQUE YO NO PUEDO  
HACERLO.***

Franklin Guamán O.

***DEDICATORIA***

Quiero dedicar este trabajo a mis padres, Juan y Sonia, a ellos que con todo su amor, su esfuerzo y confianza han hecho posible que hoy este culminando esta etapa de mi vida. A mi hermano, Pedro (Pydy), gracias por ayudarme en mis proyectos, por tu compañía en las tantas desveladas. A todos mis tíos, por su apoyo incondicional, por sus consejos, sus pastillas anímicas fundamentales en este proceso, a mis primos, gracias por su apoyo y por todos los buenos momentos que comparto con Uds. A ti, Vanne por todas tus frases de apoyo, por tu entusiasmo, por ser tú, gracias flaquita. A mis amigos: Franklin (Bubu), por compartir este largo proceso, por los buenos y los malos ratos que hemos pasado a lo largo de esta carrera y durante este trabajo, a Paúl, mi amigo, gracias por los consejos, por tus sugerencias, por tu amistad, a todos mis otros amigos y familia que directa o indirectamente me apoyaron en este recorrer mil gracias.

Juan Cordero W.

### ***AGRADECIMIENTOS***

Agradezco a **DIOS**, por todos los días de trabajo y esfuerzo para llegar hacia la meta, a mi querida **VIVI** que siempre me apoyo incondicionalmente. Gracias al Ing. Edgar Pauta por haber contribuido de manera especial y desinteresada en la elaboración y culminación de esta tesis.

Quiero agradecer a Dios, por haberme permitido culminar con éxito esta etapa tan importante en mi vida.

También quiero agradecer al Ing. Edgar Pauta Astudillo, asesor de nuestro trabajo investigativo, por la dedicación y el tiempo que en forma desinteresada nos brindó.

A los Ingenieros. Santiago Mora y Germán Zúñiga, por su colaboración en la revisión de nuestro trabajo de grado.

Al Ing. Hugo Torres, por su apoyo y sugerencias en la elaboración del diseño de Tesis y a todos quienes contribuyeron para llevar adelante este trabajo.

Franklin.  
Juan.

## **RESUMEN**

La IPTV o TV sobre protocolos IP actualmente es la alternativa sobre redes de banda ancha a las Plataformas “tradicionales” de TV digital, integrando el mundo tradicional de servicios de difusión de TV con el mundo del acceso online.

El presente trabajo de graduación presenta el estudio de la televisión digital sobre IP, utilizando tecnología ADSL, que conjuntamente con un acceso a banda ancha, los usuarios en casa, podrán tener servicios triple play (VoIP, Internet y Televisión). Además provee conceptos técnicos, diseño necesario para entregar IPTV, funcionamiento, estudio de los protocolos necesarios para la transmisión digital, requerimientos necesarios para brindar el servicio de IPTV, así como ventajas y desventajas del servicio.

## **ABSTRACT**

The IPTV or TV on protocols IP is at present the alternative on broadband networking's to the traditional Platforms of digital TV, integrating the traditional world of services of diffusion of TV with the world of access online.

The present work of graduation presents the study of the digital TV on IP, using technology ADSL, than together with an access to wideband, the users at home, services will be able to have triple play (VoIP, Internet and Television). Besides supply technical concepts, necessary design to deliver IPTV, functioning, study of the necessary protocols for the digital transmission, necessary requests to offer IPTV's service, as well as advantages and disadvantages of the service.

## Índice de Contenidos

|                            |      |
|----------------------------|------|
| Dedicatoria .....          | i    |
| Agradecimientos .....      | iii  |
| Resumen .....              | iv   |
| Abstract .....             | v    |
| Índice de Contenidos ..... | vi   |
| Índice de Gráficos .....   | viii |
| Índice de Cuadros .....    | ix   |
| <br>                       |      |
| Introducción .....         | 1    |

### CAPITULO: INTRODUCCION

|   |    |
|---|----|
| I. Introducción .....   | 3  |
| I.1 De televisión analógica a digital .....                   | 4  |
| I.1.1 TV Analógica .....                                      | 4  |
| I.1.2 TV Digital .....  | 9  |
| I.1.3 Características de la digitalización de la imagen ..... | 19 |
| I.2 Demanda de la televisión digital .....                    | 21 |
| I.3 Aplicaciones .....  | 24 |
| I.4 Ventajas sobre la televisión convencional .....           | 25 |
| I.4 Importancia de implementación en el medio .....           | 26 |

### CAPITULO II: DTV POR TECNOLOGÍAS IP ATRAVES DE ADSL

|  |    |
|--|----|
| II. Introducción .....   | 28 |
| II.1 Definición ¿que es IPTV? .....  | 30 |
| II.2 Necesidades para el uso de IPTV .....                                     | 30 |
| II.3 Servicios de IPTV .....   | 31 |
| II.4 Ventajas de IPTV .....  | 32 |
| II.2 Instalación técnica para IPTV .....                                       | 34 |
| II.2.1 Funcionamiento .....  | 35 |
| II.2.2 Arquitectura necesaria para IPTV .....                                  | 36 |
| II.2.2.1 Adquisición del contenido .....                                       | 37 |
| II.2.3 Introducción a la red de cobre .....                                    | 40 |
| II.2.3.1 Requerimientos eléctricos de la red de cobre para soportar IPTV ..... | 41 |
| II.3 Problemas para la transmisión digital en el par de cobre .....            | 44 |
| II.3.1 Diafonía .....  | 44 |
| II.3.2 Ruido .....   | 46 |
| II.3.2.1 Precauciones para evitar el ruido .....                               | 48 |
| II.3.2.2 Precauciones para evitar las perturbaciones Electromagnéticas .....   | 49 |
| II.3.3 Balance Longitudinal (BL) .....   | 51 |
| II.3.4 Pantalla del cable y acometidas .....                                   | 52 |
| II.3.5 Falla de continuidad .....  | 52 |
| II.3.6 Falla de aislamiento .....  | 53 |
| II.4 Pruebas para la certificación xDSL de la planta externa de etapa .....    | 53 |
| II.4.1 Evaluación de la planta externa .....                                   | 54 |
| II.4.2 Certificación de la línea previa la instalación de equipos xDSL .....   | 54 |

|  |    |
|--|----|
| II.4.3 Predicción del funcionamiento de ADSL .....                 | 57 |
| II.4.4 Realización de las pruebas .....                            | 60 |
| II.4.4.1 Determinación estadística de las muestras .....           | 61 |
| II.4.5 Análisis de pruebas en bucle completo y por secciones ..... | 63 |
| II.4.6 Certificación xDSL de pares telefónicos en ETAPA .....      | 67 |
| Conclusiones .....   | 73 |

### **CAPITULO III: TRANSMISION DE LA SEÑAL DE IPTV (ADSL)**

|  |     |
|--|-----|
| III. Introducción .....  | 75  |
| III.1 Tecnologías xDSL .....   | 77  |
| III.1.1 Descripción de las tecnologías xDSL .....                                  | 79  |
| III.1.2 Características de xDSL .....  | 85  |
| III.1.3 Ventajas de xDSL .....   | 86  |
| III.2 Introducción a la tecnología ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) ..... | 87  |
| III.2.1 Características ADSL .....   | 89  |
| III.2.2 Como funciona ADSL .....   | 90  |
| III.2.3 Microfiltro ADSL .....   | 93  |
| III.2.4 Ventajas y desventajas de la tecnología ADSL .....                         | 94  |
| III.2.5 Arquitectura ADSL .....  | 96  |
| III.2.6 Técnicas de modulación para ADSL .....                                     | 100 |
| III.2.6.1 Codificación de línea DMT (MODULACIÓN DE MULTITONOS DISCRETOS) .....     | 100 |
| III.2.6.2 Funcionamiento de DMT .....  | 101 |
| III.2.6.3 Codificación de línea CAP (FASE/AMPLITUD SIN PORTADORA) .....            | 103 |
| III.2.6.4 Funcionamiento de CAP .....  | 104 |
| III.2.6.5 Transporte unidireccional ADSL en sentido descendente .....              | 105 |
| III.2.7 Velocidades de servicio ADSL para el usuario .....                         | 106 |
| III.3 Supertrama ADSL .....  | 108 |
| III.4 Cancelación de eco .....   | 109 |
| III.5 Formatos de video empleados .....  | 110 |
| III.6 Protocolos de transmisión para IPTV .....                                    | 115 |
| III.7 Importancia de la transmisión por ADSL .....                                 | 119 |
| Conclusiones .....   | 120 |

### **CAPITULO IV: EQUIPOS NECESARIOS PARA LA TRANSMISION Y RECEPCION DE LA TELEVISION DIGITALPOR TECNOLOGIAS IPTV (ADSL)**

|   |     |
|---|-----|
| IV. Introducción .....                        | 122 |
| IV.1 Equipos a nivel del usuario .....        | 123 |
| IV.1.1 SET TOP BOX (STB) .....                | 123 |
| IV.1.2 Modem ADSL .....                       | 124 |
| IV.1.3 Receptor de señal (TELEVISOR) .....    | 125 |
| IV.2 Equipos a nivel de proveedor .....       | 125 |
| IV.2.1 Servidor de video .....                | 125 |
| IV.2.2 Middleware .....                       | 127 |
| IV.2.3 Codificadores de video .....           | 128 |
| IV.2.4 Router .....                           | 129 |
| IV.2.5 DSLAM .....                            | 130 |
| IV.3 Simulación .....                         | 130 |
| IV.3.1 Descripción técnica del software ..... | 131 |
| IV.3.2 Adquisición del servicio .....         | 134 |

|                    |     |
|--------------------|-----|
| Conclusiones ..... | 136 |
| Referencias .....  | 140 |

## INDICE DE GRAFICOS

|  |     |
|--|-----|
| Gráfico 1: Antena para la recepción de la señal analógica (VHF – UHF) .....  | 7   |
| Gráfico 2: Exploración progresiva .....  | 8   |
| Gráfico 3: Exploración intercalada .....   | 8   |
| Gráfico 4: Proceso de Digitalización de la señal .....   | 11  |
| Gráfico 5: Sistema de Comunicación Genérico para DTV .....   | 15  |
| Gráfico 6: Definiciones de ATSC .....  | 18  |
| Gráfico 7: Secuencia de video digital .....  | 20  |
| Gráfico 8: Calidad de las secuencias de imagen en función del régimen Binario, para diferentes estándares de compresión .....                                      | 21  |
| Gráfico 9: Internet con TV .....   | 23  |
| Gráfico 10: Convergencia Tecnológica .....   | 24  |
| Gráfico 11: Casa Digital .....   | 27  |
| Gráfico 12: Esquema de una instalación de Televisión Digital (DTV) por ADSL .....  | 29  |
| Gráfico 13: Esquema de distribución de programación con IPTV .....   | 30  |
| Gráfico 14: Servicios basados en IPTV .....  | 31  |
| Gráfico 15: Ejemplo de guía de Video Bajo Demanda (VoD) .....  | 32  |
| Gráfico 16: Esquema típico de una red para la distribución de TV sobre IP .....  | 36  |
| Gráfico 17: Causa de la Diafonía .....   | 44  |
| Gráfico 18: Paradiafonía – Telediafonía .....  | 45  |
| Gráfico 19: Par en prueba (Rm) .....   | 47  |
| Gráfico 20: Par en Prueba (Rt) .....   | 47  |
| Gráfico 21. Inducción electromagnética de líneas eléctrica .....   | 48  |
| Gráfico 22: Perturbaciones externas .....  | 49  |
| Gráfico 23: Precauciones de Apantallamiento ante perturbaciones externas .....   | 50  |
| Gráfico 24: Perturbaciones externas .....  | 50  |
| Gráfico 25: Derivaciones o puentes en los Hilos .....  | 53  |
| Gráfico 26: Gráfico de LASMEA .....  | 58  |
| Gráfico 27: Arquitectura HDSL .....  | 80  |
| Gráfico 28: Arquitectura SDSL .....  | 81  |
| Gráfico 29: Arquitectura IDSL .....  | 82  |
| Gráfico 30: Arquitectura VDSL .....  | 84  |
| Gráfico 31: Enlace ADSL .....  | 88  |
| Gráfico 32: Banda de frecuencias ADSL .....  | 91  |
| Gráfico 33: Esquema de conexión para ADSL .....  | 91  |
| Gráfico 34 Funcionamiento del Splitter .....   | 92  |
| Gráfico 35: Instalación de un Microfiltro) .....   | 94  |
| Gráfico 36: Instalación de un router junto al teléfono convencional .....  | 94  |
| Gráfico 37: Diagrama esquemático de la arquitectura de un sistema ADSL para la provisión de servicios de vídeo y datos a través del par trenzado telefónico) ..... | 96  |
| Gráfico 38: Arquitectura ADSL .....  | 97  |
| Gráfico 39: Arquitectura General ADSL .....  | 97  |
| Gráfico 40: Diagrama más espontaneo de la arquitectura ADSL .....  | 99  |
| Gráfico 41: Espectro Multitono Discreto (DMT) .....  | 101 |
| Gráfico 42: Modulación ADSL DMT con FDM .....  | 102 |
| Gráfico 43: Modulación ADSL DMT con cancelación de ecos .....  | 103 |
| Gráfico 44: CAP: (a) Transmisor; (b) Receptor) .....   | 104 |
| Gráfico 45; La Supertrama ADSL .....   | 108 |
| Gráfico 46: FDM para ADSL, no se precisa cancelación de eco) .....   | 109 |
| Gráfico 47: Cancelación de eco ADSL combinada con FDM .....  | 110 |
| Gráfico 48: Protocolo IGMP .....   | 116 |

|  |     |
|--|-----|
| Gráfico 49: Reporte del número de suscriptores del servicio .....  | 116 |
| Gráfico 50: Verificación de grupos suscriptores .....              | 117 |
| Gráfico 51: Mensajes de confirmación de abandono de un grupo ..... | 117 |
| Gráfico 52: Set Top Box con apertura para MPEG-4 AVC / H.264 ..... | 124 |
| Gráfico 53: Modem ADSL .....                                       | 124 |
| Gráfico 54: Receptor de señal (Televisor) .....                    | 125 |
| Gráfico 55: Transmisión bidireccional del contenido .....          | 126 |
| Gráfico 56: Servidor de Vídeo .....                                | 126 |
| Gráfico 57: Interfaz grafico del Middleware .....                  | 128 |
| Gráfico 58: Encoder .....  | 129 |
| Gráfico 59: Router .....   | 129 |
| Gráfico 60: DSLAM .....  | 130 |

### INDICE DE TABLAS

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 1: Formatos de imágenes estándar ATSC .....   | 17  |
| Tabla 2: Formatos Básicos de la DTV .....   | 22  |
| Tabla 3: Comparación de canales SDTV y HDTV .....   | 30  |
| Tabla 4: Muestra para cada central: la cantidad de distritos, la cantidad de cajas de dispersión y la cantidad de abonados que componen las centrales   | 61  |
| Tabla 5: Se aprecia un número de distritos importantes seleccionados en 5 centrales de la Tabla 2.....  | 62  |
| Tabla 6: Mediciones realizadas sobre varios pares de los distritos 201 y 202 de la central EJIDO, Capacitancia, Aislamiento, Resistencia de bucle ..... | 64  |
| Tabla 7: Distrito 201 .....   | 65  |
| Tabla 8: Distrito 222 .....   | 65  |
| Tabla 9: Familia xDSL en particular .....   | 85  |
| Tabla 10: Velocidades según la distancia y el diámetro del cable .....  | 87  |
| Tabla 11: Tabla comparativa de velocidades en ADSL .....  | 93  |
| Tabla 12: Canales portadores unidireccionales - bidireccionales .....   | 105 |
| Tabla 13: Relación entre velocidades y bucles de calibre 24 y 26 AWG .....  | 106 |
| Tabla 14: Servicios a brindar por ADSL .....  | 107 |

|                                     |
|-------------------------------------|
| Anexo1: Portada                     |
| Anexo2: Índice de Contenidos        |
| Anexo3: Índice de Gráficos y Tablas |
| Anexo4: Resumen/Abstract            |

**Guamán Ortíz Franklin Eduardo**  
**Cordero Wazhima Juan Israel**  
**Trabajo de Graduación**  
**Ing. Edgar Pauta**  
**Marzo 2009**

## **Estudio de la Televisión Digital por Tecnologías IPTV a través de la Red de Cobre con Tecnología ADSL**

### **INTRODUCCION**

El presente trabajo tiene como objetivo plantear la necesidad de implementar la Televisión Digital por Tecnologías IPTV a través de la Red de Cobre con Tecnología ADSL, debido a los avances tecnológicos, mismos que van superando nuevas barreras día a día. Los servicios de comunicación tradicionales están siendo influenciados por nuevas tecnologías siendo necesario determinar nuevos escenarios para las próximas décadas. El punto más importante de la evolución en este momento es el salto de técnicas analógicas a digitales.

La necesidad de cubrir la demanda que la televisión pagada no ha podido satisfacer hasta hoy, debido a que su infraestructura solo llega hasta ciertos lugares de privilegio, nos llevan a adoptar tecnologías alternativas para cubrir estos requerimientos, y compensar la demanda local.

El Primer capítulo de nuestro estudio, hace referencia a la migración tecnológica, entre la era analógica y la digital, y sus respectivas características, como también las ventajas sobre la televisión convencional y la importancia de implementar en nuestro medio.

En el capítulo dos se presenta la introducción a la Tecnología IPTV, los requerimientos técnicos y eléctricos que soporta la red de cobre para el abastecimiento del sistema, las pruebas efectuadas para la Certificación

xDSL de la planta externa de ETAPA, así como ciertos problemas en el par de cobre que deben tomarse en cuenta para la transmisión.

Posteriormente en el capítulo tres, se hace referencia a la Emisión de la señal de IPTV, a través de la red de cobre, se estudian las Características de la tecnología ADSL, los formatos empleados y los protocolos necesarios como también la importancia de esta tecnología en el desarrollo de IPTV.

En el último capítulo se tratan los equipos necesarios para la transmisión y recepción de la televisión digital por tecnologías IP (ADSL), viéndose complementado nuestro estudio con una simulación de un sistema proveedor del servicio de IPTV, transmisión-recepción de la señal digital a través de la red.

El estudio que hemos realizado el cual lleva por nombre **ESTUDIO DE LA TELEVISION DIGITAL POR TECNOLOGIAS IPTV A TRAVES DE LA RED DE COBRE CON TECNOLOGIA ADSL**, Es una colaboración al estudio de esta tecnología, intentando aportar en el desarrollo tecnológico en nuestro medio y participar de nuestro estudio a la sociedad intelectual esperando que sea de utilidad en su desarrollo personal y profesional.

# CAPITULO I

## INTRODUCCION

### I. INTRODUCCION.

La necesidad de estar informado ha hecho que el hombre busque mecanismos inmediatos de comunicación, para estar enterado de todo el proceso evolutivo del planeta, y de alguna manera convertirnos en un elemento fundamental de dicha evolución. En el transcurso del tiempo las nuevas tecnologías de la información se han convertido en uno de los medios más importantes para el desarrollo humano, así como un complemento cultural, intelectual, y hasta, en un estilo de vida.

Los servicios de comunicación tradicionales y de manera especial la televisión, están siendo influenciados por el desarrollo de nuevas tecnologías y resulta necesario, redefinir nuevas plataformas para las próximas décadas. El punto más importante de la evolución en este momento es el salto de técnicas analógicas a digitales, convirtiéndose esta (la TV) en uno de los medios de información que más se ha utilizado a lo largo del proceso de desarrollo humano, permitiéndonos conocer los sucesos que se originan en el mundo. Hoy en día, este medio también ha ingresado en la era de digitalización, constituyéndose en una plataforma interactiva que ofrece nuevos formatos de entretenimiento e información.

La TELEVISION DIGITAL en Ecuador ocupará un lugar destacado en el sector audiovisual y deberá ejercer como motor del desarrollo de la industria televisiva nacional. El negocio de la televisión de pago en Ecuador está maduro, el mercado se ha consolidado y el mercado objetivo se ha identificado en los hogares que tienen TV pagada. La Superintendencia de Telecomunicaciones (SUPERTEL), de acuerdo a la información entregada

mensualmente al Organismo técnico de control estimó que 1.016.026 usuarios accedieron al servicio de audio y video por suscripción (el 7.5% de la población ecuatoriana), en abril del 2008.

Para llegar a establecer la penetración e los servicios de audio y video por suscripción (Televisión Codificada Satelital, Televisión Codificada Terrestre y Televisión por Cable), la SUPERTEL considero el promedio de miembros en cada hogar (4,2 – según dato del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, INEC), y lo multiplicó por la cantidad de suscriptores de cada servicio: Televisión Codificada Satelital 26.271, Televisión Codificada Terrestre 73.057 y Televisión por Cable 142.583.

La TV por sí sola no cubre las necesidades de entretenimiento del mercado, por lo que es necesario generar nuevas aplicaciones. Gracias a la tecnología IP y a la convergencia tecnológica (televisión- audiovisual e internet) han permitido confeccionar nuevas prestaciones que sobre la misma base tecnológica, agregan valor y ofrecen nuevas expectativas a los usuarios.

## **I.1 DE TELEVISION ANALOGICA A DIGITAL.**

### **I.1.1 TV ANALOGICA.**

La prehistoria de la televisión abarca un amplio período que se extiende, aproximadamente, desde finales del siglo XIX hasta 1935. Durante este período un puñado de investigadores en los países tecnológicamente más avanzados (EEUU, Gran Bretaña, Francia, Alemania) busca transmitir imágenes a distancia. Como ya se había logrado la adaptación del sonido, se trataba de captar imágenes utilizando una cámara, transmitir las a través del aire y recibirlas en un aparato receptor a cierta distancia de donde originariamente se habían captado.

Como afirman los investigadores franceses *Pierre Albert y Andre-Jean Tudesq* (2001) en su clásico libro *Historia de la radio y la televisión*, la televisión es el resultado de la conjunción de tres series de descubrimientos:

los referidos a la fotoelectricidad (la capacidad de ciertos cuerpos de transformar energía eléctrica en energía luminosa), los referidos a los procedimientos de análisis de fotografías transformadas en líneas de puntos claros u oscuros, y, por último, los que han permitido utilizar las ondas hertzianas para la transmisión de las señales eléctricas correspondientes a cada punto de una imagen.

La televisión mecánica, el primer modelo en funcionar, se basó en el disco de *Nipkow* mediante el cual una imagen era explorada mecánicamente por un haz luminoso que repercute en una celda fotoeléctrica produciendo una corriente eléctrica variable. Este modelo tuvo a su gran defensor en el escocés *John Baird*, quien obtuvo una licencia experimental en 1929, en colaboración con la *British Broadcasting Corporation* (BBC) de Londres para realizar emisiones de prueba.

La definición de las imágenes del sistema mecánico empleado por Baird (originalmente 30 líneas y 12,5 imágenes por segundo), a pesar de que mejoró notablemente con el transcurso del tiempo, siempre fue pobre en comparación con el sistema electrónico.

Por su parte, la televisión electrónica se basó en el inoscopio (un aparato capaz de "traducir" imágenes en señales electrónicas), creación del científico ruso-norteamericano *Vladimir Zworykin* trabajando en la compañía estadounidense *Radio Corporation of America* (RCA) hacia finales de los años 20. Así, en 1931 la RCA colocó una antena emisora en la terraza del *Empire State Building*, el edificio más alto de Nueva York, y comenzó con sus transmisiones experimentales.

Por otro lado, la inglesa *Electrical and Musical Industries* (EMI) se lanzó a trabajar en el terreno de la televisión electrónica. Los ingenieros de EMI realizaron una demostración a la BBC sobre su sistema televisivo, concluyendo que la calidad de este sistema era muy superior (tres veces más líneas por imagen y dos veces más imágenes por segundo).

Frente a la competencia entre los modelos de televisión defendidos por Baird y por la EMI, el Gobierno británico nombra una comisión investigadora para definir la situación de materia televisiva. En enero de 1935, dicha comisión adoptó una definición mínima de 240 líneas y 25 imágenes por segundo de forma que el sistema mecánico quedaba relegado frente a la calidad de las imágenes electrónicas.

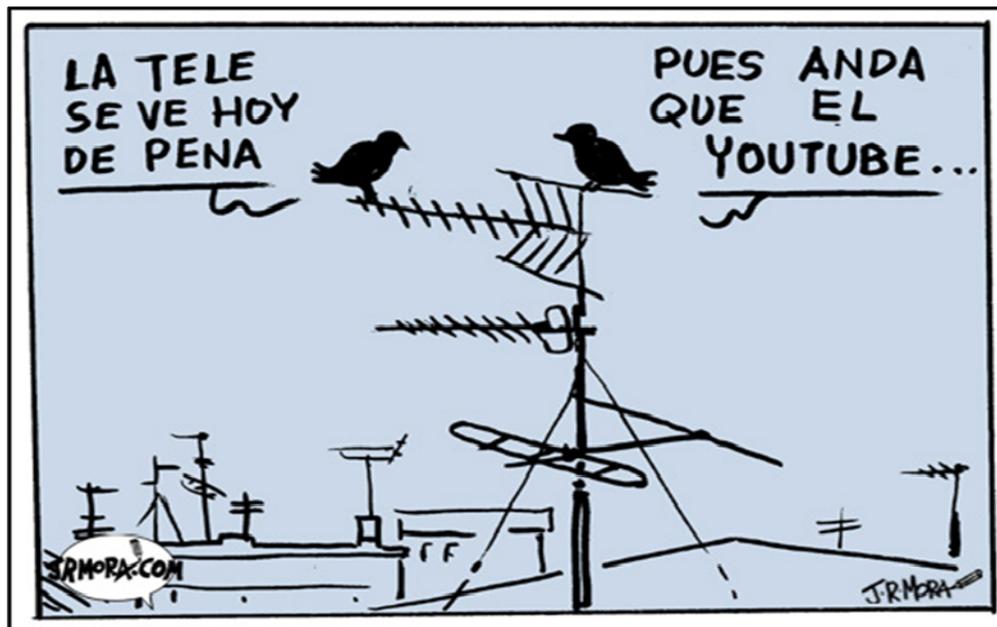
El auge de la televisión empieza a mediados de los años 50, ya que muchos analistas han calificado a esta década como la década del “gran salto de la televisión en el mundo”, puesto que es entonces cuando los servicios regulares de televisión se extendieron gradualmente por las grandes urbes del mundo.

Un importante avance técnico registrado fue la incorporación del color a las transmisiones televisivas. Las grandes compañías estadounidenses fueron las primeras en proponer un sistema de televisión color: el NTSC. Con la aprobación de la FCC, EEUU se convirtió, en 1953, en el primer país en contar con televisión color. Hoy el NTSC está en funcionamiento en los EEUU, Canadá y Japón, entre otros países.

Posteriormente en Europa se puso en marcha una serie de investigaciones para perfeccionar el sistema estadounidense. Los resultados de éstas dieron lugar a dos sistemas de televisión color. En 1959, el Gobierno galo puso en marcha un sistema denominado SECAM; mientras que en Alemania *Telefunken* ideó el sistema PAL (en 1963). En los años 1962-1965, los países de Europa no supieron elegir un sistema único y hoy en día, si el PAL ha ganado el mercado de los principales países europeos occidentales, el SECAM se ha impuesto en los países del Este, en numerosos países del cercano Oriente, en algunos países de América Latina y en África francófona.

La televisión hasta tiempos recientes, fue analógica totalmente y su modo de llegar a los televidentes era mediante el aire con ondas de radio en las bandas de UHF (Ultra Alta Frecuencia) y VHF (Muy Alta Frecuencia) (Gráfico 1), cuyos canales van del 14 al 83 y del 2 al 13, respectivamente. De esta

manera, el video compuesto se emite como una onda de amplitud modulada (AM), y el audio como una onda de frecuencia modulada (FM).



**Gráfico 1.** Antena para la recepción de la señal analógica (VHF – UHF).

**Fuente:** [www.youtube.com](http://www.youtube.com)

Pronto salieron las redes de cable. Esta distribución también se realizaba con señal analógica, las redes de cable tenían una banda asignada, con el único objetivo de poder realizar la sintonía de los canales que llegan por el aire junto con los que llegan por cable.

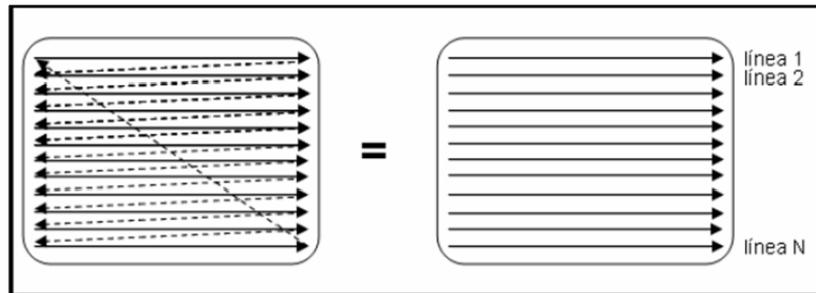
El satélite, que permite la llegada de la señal a zonas muy remotas y de difícil acceso, realiza dos funciones fundamentales, la de permitir los enlaces de las señales de un punto al otro del orbe, mediante enlaces de microondas, y la distribución de la señal en difusión.

### **Señal de video:**

Una señal de video en movimiento es básicamente una cadena de imágenes exploradas en forma regular. Si esas imágenes son exhibidas lo suficientemente rápido, el ojo humano percibe esas imágenes en forma continua, en forma suave, obteniendo una sensación de movimiento.

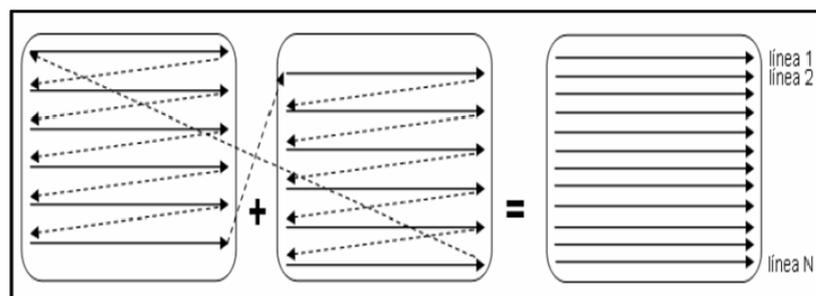
Habitualmente la imagen es explorada línea a línea, de arriba hacia abajo, y cada línea a su vez, píxel a píxel de izquierda a derecha. Existen dos métodos de exploración:

- Progresiva
- Intercalada



**Gráfico2.** Exploración progresiva.

**Fuente:** Ing OmarAlejandro Trigal, Television Digital en Argentina, TRIGAL.pdf



**Gráfico3.** Exploración intercalada.

**Fuente:** Ing OmarAlejandro Trigal, Television Digital en Argentina, TRIGAL.pdf

### **Desventajas de la tv analógica:**

- **Derrocha espectro electromagnético:**

El transporte de la señal analógica hasta los hogares ocupa muchos recursos (1 canal UHF de 8 MHz de amplitud= 1 programa). Además los canales adyacentes al que tiene lugar una emisión han de estar libres para evitar las interferencias mutuas

- **Interferencias:**

La saturación del espectro radioeléctrico dificulta la utilización de frecuencias por parte de diferentes centros emisores sin causar interferencias

- **Problemas de recepción:**

Como por ejemplo los efectos de doble imagen, ruido de fondo o imágenes con 'nieve'

- **Pobre calidad de sonido.**

- **La necesidad de disponer de un elevado nivel de señal en recepción para poder ver adecuadamente la emisión.**

- **La poca capacidad para transmitir datos y gráficos a través del teletexto convencional.**

- **No tiene interacción en absoluto.**

- **Soporta hasta 60 canales sincronizada mente.**

### **I.1.2 TV DIGITAL.**

La Televisión digital es más que convertir las emisiones analógicas tradicionales al formato digital. La DTV codifica sus señales de forma binaria, generando así la posibilidad de crear vías de retorno entre consumidor y productor de contenidos, la misma que puede ser recibida de tres formas, además de video por Internet: antena satelital, cable y antena convencional terrestre.

La televisión digital es una mejora de calidad de la imagen y sonido, la misma que se transforma directamente en información digital, bits 1 y 0, mientras que en la TV analógica convencional la imagen y sonido se transforman en una señal eléctrica que, adaptada convenientemente, se

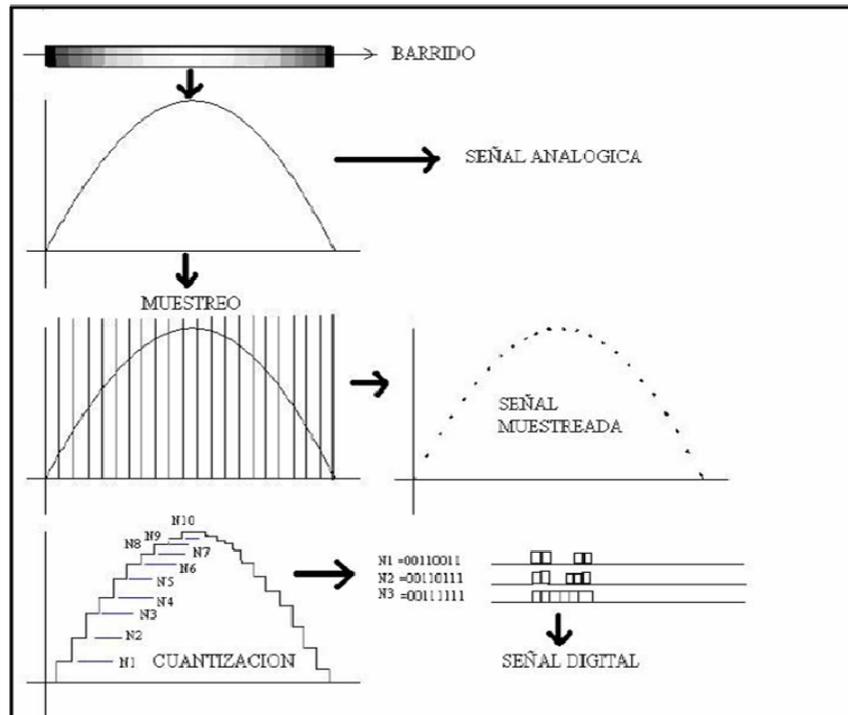
transmite por el aire hasta los televisores que la muestran en pantalla, la TV digital contiene también un mayor número de canales y la introducción de numerosos servicios interactivos, además de servicios móviles.

El proceso de digitalización de una señal analógica lo realiza el conversor analógico/digital. Esta representación, numérica en bits, permite someter la señal de televisión a procesos muy complejos, sin degradación de calidad, que ofrecen múltiples ventajas y abren un abanico de posibilidades de nuevos servicios en el hogar. Sin embargo, la señal de televisión digital ofrecida directamente por el conversor analógico/digital contiene una gran cantidad de bits que no hacen viable su transporte y almacenamiento sin un consumo excesivo de recursos.

La cantidad de bits que genera el proceso de digitalización de una señal de televisión es tan alta que necesita mucha capacidad de almacenamiento y de recursos para su transporte.

### **Requerimientos para la digitalización:**

De acuerdo a la teoría de la digitalización y a la norma *ITU-R 601* para digitalizar una señal de video en su forma estándar como se ve en la Gráfico 4, se requiere 13,5 Mmuestras/seg y si cada muestra se digitaliza a 10 bits, nos da 135 Mbps y para el audio se requiere 2 Mbps, lo anterior nos da un total, para una señal de TV digital estándar (SDTV) de 137 Mbps, lo que sin compresión requiere un enorme ancho de banda, y si esto se traslada a la televisión digital de alta definición (HDTV) se requiere sobre 1 Gbps. Resulta indispensable entonces, en televisión digital aplicar técnicas de compresión. Es por ello que todas las normas de televisión digital existentes usan algún tipo de compresión, y es en este punto donde el uso del formato MPEG, se hace vital.



**Gráfico 4.** Proceso de Digitalización de la señal.

**Fuente:** pagina web de la subtel(tv\_digital.pdf).

Para explicar cómo opera MPEG es necesario conocer la siguiente premisa.

$$\text{Información Total} = \text{Redundancia} + \text{Entropía.}$$

Donde se define la Redundancia como la información de datos innecesaria, esta se clasifica en 4 tipos:

- **Redundancia estadística:**

Las técnicas de codificación MPEG son de naturaleza estadística puesto que las secuencias de video contienen normalmente redundancia estadística en las dimensiones espacial y temporal. La propiedad estadística en la que se basa la compresión MPEG es la correlación entre pixeles. Se asume que la magnitud de un pixel determinado puede ser predicho mediante pixeles cercanos del mismo cuadro (correlación espacial), o los pixeles de cuadros cercanos (correlación temporal) intuitivamente se puede apreciar que en los cambios abruptos de escena, la correlación entre cuadros

adyacentes es pequeña o casi nula, en cuyo caso es mejor usar técnicas de compresión basadas en la correlación espacial en el mismo cuadro.

- **Redundancia psicovisual:**

El ojo humano, no responde con la misma sensibilidad a toda la información visual. Cierta información tiene menor importancia relativa que otra en el proceso visual normal. Se dice que esta información se puede eliminar sin que se altere significativamente la calidad de la percepción de la imagen. En general, un observador busca características diferenciadoras, como bordes o regiones de diferentes texturas, y luego las combina mentalmente en grupos reconocibles.

- **Redundancia espacial:**

En una imagen, hay muchos píxeles repetidos o que la visión no distingue.

- **Redundancia temporal:**

Dos imágenes consecutivas varían poco una de la otra.

- **Entropía:**

Será la información no predecible, que debe ser preservada si se quiere recuperar fielmente la información original, de esta no se puede prescindir es la que se debe procurar mantener lo mas fiel a la información original.

A grandes rasgos, de este modo opera el formato de compresión MPEG que es el utilizado para Televisión Digital, dependiendo la norma y el tipo de televisión digital (HDTV, Terrestre, Móvil o Satelital) este va a ir variando en la

priorización de uno u otro tipo de redundancia, dado que el prescindir de alguna de ellas estará directamente ligado a la calidad de la señal que posteriormente será emitida.

Ejemplos de la cantidad de bits que genera la digitalización de 3 diferentes formatos de televisión:

- **En formato convencional (4:3):** una imagen digital de televisión está formada por 720x576 puntos (píxeles). Almacenar una imagen requiere: 1 Mbyte. Transmitir un segundo de imágenes continuas, requiere una velocidad de transmisión de 170 Mbits/s.
- **En formato panorámico (16:9):** una imagen digital de televisión está formada por 960x576 puntos (píxeles): requiere un 30% más de capacidad que el formato 4:3.
- **En formato alta definición:** la imagen digital de televisión consiste en 1920 x1080 puntos (píxeles). Almacenar una imagen requiere más de 4Mbytes por imagen. Transmitir un segundo de imágenes continuas requiere una velocidad de transmisión de 1Gbit/s.

#### **Diferencias del formato 4:3 al 16:9:**

El video puede almacenar en formato 4:3 (la forma de una televisión normal) o 16:9 (panorámica). La relación ancho-alto de los televisores convencionales es de 1.33 veces más alta que ancha. En los nuevos equipos con widescreen (pantalla ancha) diseñadas para HDTV (Televisión de alta definición) tiene una relación 1.78 veces mas ancha que alta. Esta especialmente diseñado para soportar pantallas panorámicas. Desde el desarrollo del video digital ha adquirido un mayor auge y es cada vez más utilizada.

#### **Calidad de imagen:**

La calidad en la imagen se debe a que ser una señal digital, utiliza señales binarias y no análogas (utilizadas en la televisiones actuales) que requieren de un gran ancho de banda. Además agregando la tecnología y filtros que

actualmente están incorporados a estos equipos que se comercializan hoy tendremos una alta calidad de video.

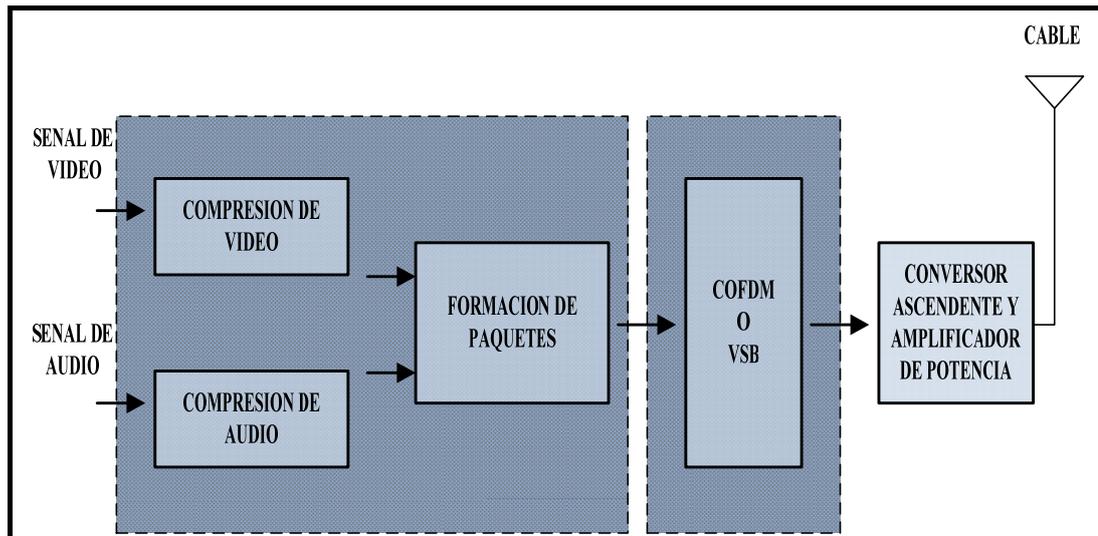
### **Ventajas:**

El coste asociado a esta elección es que nuestro televisor convencional, al ajustar la imagen a su ancho natural, provoca dos bandas oscuras en la parte superior e inferior de la pantalla, más triste aún, debemos ver las imágenes en un tamaño mucho menor. La televisión de alta definición, entre muchas ventajas, está comenzando a fomentar la aparición de televisores con pantalla widescreen. Muchas veces las cadenas de televisión emiten películas sin franjas, lo que quiere decir que estamos perdiéndonos en algunos casos casi el 50%, porque toman parte de la imagen completa original (rectangular) para que encaje totalmente en un televisor de forma cuadrada, lo que provoca el “cortar” literalmente los laterales.

### **Estándares y características técnicas de la DTV:**

Los estándares que actualmente operan en el mundo y los que están en desarrollo trabajan sobre la base de la compresión en MPEG. Existen en la actualidad 4 grandes conglomerados tecnológicos que han asumido el desafío de crear, desarrollar e implementar esta tecnología, en este estudio se señalarán solo tres, que son los que hoy se han implementado en varios países y los que tienen mas cercanía a la tecnología que como región conocemos.

En líneas generales cualquiera sea el formato de Televisión Digital, que se desee implementar, la señal de televisión tendrá que ser procesada de la siguiente forma, de acuerdo a como se indica en la Gráfico 5.



**Gráfico 5.** Sistema de Comunicación Genérico para DTV.

Dependiendo del formato y la calidad en que se quiera transmitir la señal de video, esta utilizará algunas de las variantes del formato MPEG, explicado anteriormente, luego el formato de audio dependerá de la norma que se desee utilizar puesto que cada una de ellas utiliza formatos distintos, una vez paquetizada la información (codificada y comprimida) esta tendrá que ser modulada digitalmente de acuerdo a los parámetros que indique la norma, información que ya estará en condiciones de ser transmitida.

A continuación un breve análisis de cada uno de los formatos de Televisión Digital.

| <b>DVB - T</b>  |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <i>Digital Video Broadcasting</i> (EUROPA)</li> <li>➤ Modulación OFDM</li> <li>➤ Ancho de banda 6, 7 u 8 MHz</li> <li>➤ Programación múltiple con calidad estándar e interactividad, pudiendo también transmitir en HDT</li> <li>➤ Permite recepción móvil y portable</li> </ul> |

**SDB**

- *Services Digital Broadcasting* (JAPONES)
- Modulación OFDM
- Ancho de banda 6 MHz con segmentación de portadas
- Programación múltiple con calidad estándar e interactividad sin descartar alta definición
- Permite recepción móvil y portable

**ATSC**

- *Advanced Television Systems Committee* (USA)
- Modulación de amplitud VSM
- Ancho de banda, 6 MHz
- Alta definición con sonido envolvente, sin descartar programación múltiple con calidad estándar e Interactividad
- Sin recepción móvil ni portable

**DTMB**

- *Digital Terrestrial Multimedia Broadcast* (CHINO)
- Modulación OFDM
- Ancho de banda 6 MHz
- Programación múltiple con calidad SDTV y HDTV
- Permite recepción móvil y portable

**ISDB**

- *Integrated Services Digital Broadcasting* (BRASILEÑA)
- Modulación OFDM
- Ancho de banda 6 MHz con segmentación de portadas
- Programación múltiple con calidad estándar e interactividad sin descartar alta definición
- Permite recepción móvil y portable

### Estándar Norteamericano (ATSC):

El estándar de televisión de alta definición ATSC (*Advanced Television Systems Committee*) define cuatro formatos básicos de televisión digital, como se indica en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Formatos de imágenes estándar **ATSC**.

| Formato        | Tamaño de imagen | Tasa de Cuadros | Tasa de Cuadros | Tasa de Cuadros | Tasa de Cuadros | Relación de aspecto de pantalla | Relación de aspecto de pantalla |
|----------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------------------------|---------------------------------|
| <b>HDTV</b>    | 1920 X 1080      | 60i             | -----           | 30P             | 24P             | 16;9                            | -----                           |
| <b>HDTV</b>    | 1280 X 720       | -----           | 60P             | 30P             | 24P             | 16;9                            | -----                           |
| <b>DTV</b>     | 704 X 480        | 60i             | 60P             | 30P             | 24P             | 16;9                            | 4:3                             |
| <b>S - DTV</b> | 640 X 480        | 60P             | 30P             | 24P             | -----           | 16;9                            | 4:3                             |

Donde:

**i** = entrelazado

**P** = progresivo

**HDTV** = Formato de Alta Definición

**DTV** = Formato de Televisión Digital de alta calidad

**S-DTV** = Formato de Televisión Digital Estándar

Estos formatos están definidos por el número de píxeles por línea, el número de líneas por cuadro de vídeo, la frecuencia de repetición de los cuadros, la relación ancho vs altura y la estructura de los cuadros (entrelazados o progresivos).

- **Entrelazado:**

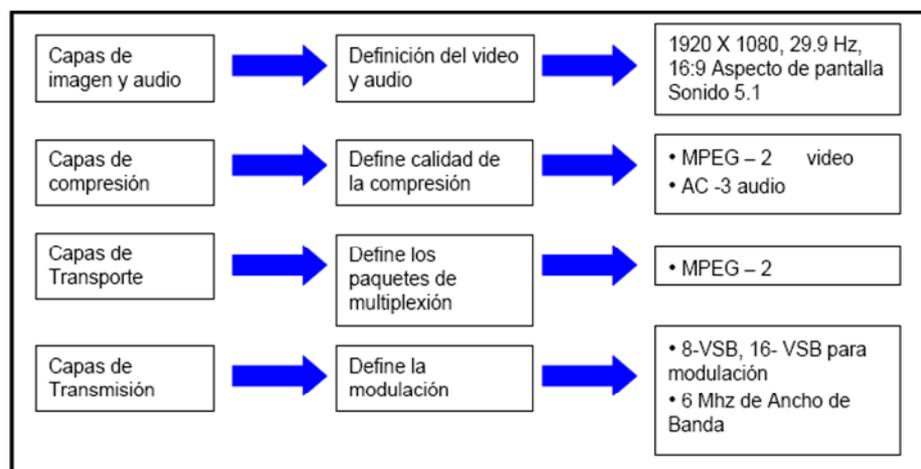
Es una técnica que usan las cámaras para tomar dos veces la escena durante el mismo tiempo de un cuadro. En la primera toma,

se crea un campo de vídeo, conteniendo las líneas impares y, durante la segunda, se toman las líneas pares. Esta técnica, usada en el vídeo NTSC, genera un menor parpadeo y por lo tanto, mayor brillantez en el receptor de vídeo para la frecuencia de cuadro dada (y ancho de banda).

- **Progresivamente:**

Por otro lado, la mayor parte del vídeo generado por computadora es tomado progresivamente, en el que Cada cuadro de vídeo contiene todas las líneas en orden. El nuevo estándar incluye dos formatos para televisión de alta definición (HDTV), en uno, 1920 pixeles y 1080 líneas de vídeo son entrelazadas, mientras que en el otro 1280 pixeles y 720 líneas de vídeo están en el formato progresivo.

La mayor parte del equipo para HDTV que ha surgido como cámaras y switches de producción está diseñado para el formato de 1920 pixeles por 1080 líneas. Esto es debido principalmente al retraso en el diseño de cámaras y monitores progresivos de HDTV. Como casi todas las películas (a 24 cuadros por segundo) se traducen a un formato progresivo de vídeo, las películas en formato HDTV serán muy probablemente las primeras en transmitirse.



**Gráfico 6.** Definiciones de **ATSC**.

**Fuente:** Television Digital Terrestre.

Finalmente, ATSC soporta también los formatos de standard - definition television (SDTV). Ambos son entrelazados. Como la mayoría de la infraestructura para los estudios de televisión soporta uno u otro de estos formatos, la mayoría de la producción local (por ejemplo, noticias) se quedará probablemente con uno de estos formatos al principio.

Como ATSC permite estos 4 formatos, la cadena de bits comprimidos puede cambiar abruptamente en formato de vídeo aún cuando esté siendo transmitida. El estándar ATSC requiere que el receptor de vídeo pueda desplegar todos estos formatos en su formato propio.

### I.1.3 CARACTERISTICAS DE LA DIGITALIZACION DE LA IMAGEN.

- **Se puede eliminar información redundante (compresión):**

Lo primero que hace la tecnología digital es eliminar gran cantidad de información redundante que está presente en esa imagen. Esta eliminación de la redundancia es lo que se conoce como proceso de compresión. La compresión permite optimizar el espectro electromagnético: donde antes emitíamos un canal, ahora se pueden emitir cuatro.

- **Emisión de la señal comprimida:**

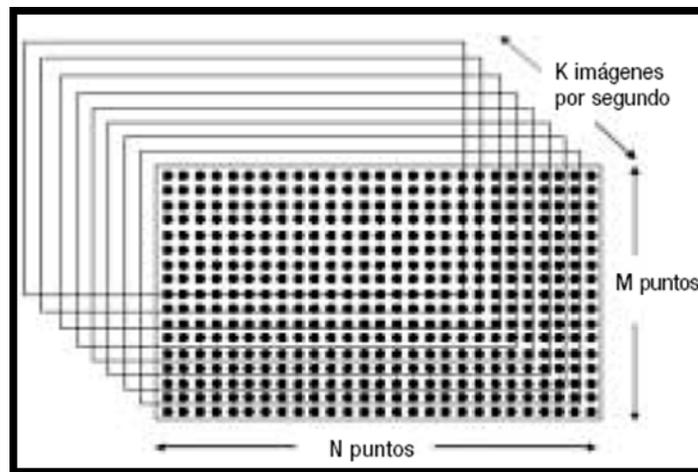
Una vez comprimida la señal de imagen, se puede enviar a través del espacio por diferentes medios (cable digital, satélite digital, digital terrestre, por Internet **ADSL**, por la telefonía móvil...) sin pérdida de calidad de imagen, pues ésta se puede reconstruir con mayor facilidad y fiabilidad.

Estas y otras técnicas han sido los factores que han impulsado definitivamente el desarrollo de la televisión Digital, permitiendo el almacenamiento y transporte de la señal de televisión digital con un mínimo uso de recursos.

**Señal de video:**

El vídeo está constituido por secuencias de imágenes fijas que se superponen a una determinada velocidad. Si el vídeo es digital, cada imagen está constituida por una matriz de puntos. En la Gráfico 7 se ilustra el formato de una secuencia de vídeo digital de  $K$  imágenes por segundo, en la que cada imagen tiene  $M \times N$  puntos.

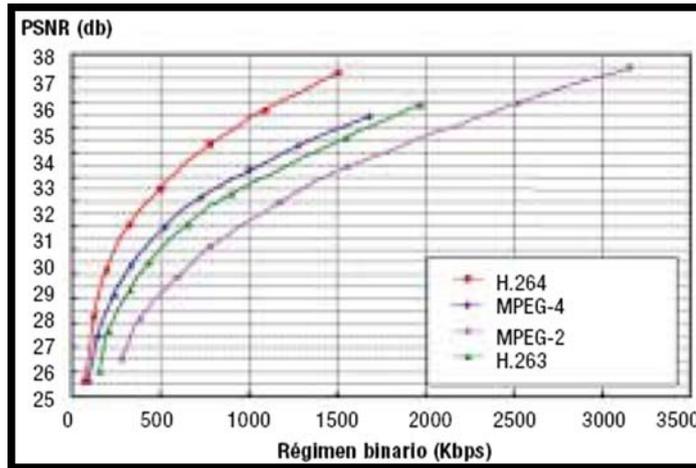
En la TV digital comercial se utilizan secuencias de 25 imágenes por segundo con imágenes de  $720 \times 576$  puntos.



**Gráfico 7.** Secuencia de video digital.

Fuente: idi.pdf

La transmisión de estas secuencias de vídeo sin comprimir requeriría un régimen binario de 248,8 Mbps, lo cual resulta antieconómico, por lo que se utilizan los siguientes formatos estándar de codificación (Gráfico 8), el más eficiente es H.264, seguido de MPEG-4, H.263 y MPEG-2.



**Gráfico 8.** Calidad de las secuencias de imagen en función del régimen Binario, para diferentes estándares de compresión.

Fuente: idi.pdf

## I.2 DEMANDA DE LA TELEVISION DIGITAL.

Los sistemas analógicos de radiodifusión sonora y de televisión, han dado paso en los últimos años al surgimiento de la radiodifusión digital. Ya ha empezado la migración de las técnicas analógicas a las digitales y es posible optar entre varios trayectos de migración.

La demanda de televisión digital se incrementa día a día. Los equipos hogareños están siendo equipados totalmente con tecnologías digitales y ofrecen mayor calidad y posibilidades de integración entre distintos sistemas. La televisión abierta actual, por su tecnología analógica, quedó rezagada frente a dispositivos como filmadoras, pantallas, computadoras y dispositivos portátiles. La calidad de voz e imagen actuales en sistemas digitales, tomando el ejemplo del *Home Theater*, es imposible de alcanzar con el estándar de televisión corriente, sea PAL o NTSC.

Otro aspecto importante es la integración. La señal de televisión requiere receptores analógicos, que resultarán cada vez más costosos, poco eficientes y de poca utilidad en dispositivos totalmente digitales como computadoras y dispositivos portátiles. En consecuencia la televisión analógica está condenada al aislamiento.

La televisión analógica avanza gradualmente hacia la obsolescencia y falta de competitividad frente a otros medios como Internet. A medida que se generalice el “apagón analógico”, la oferta de equipos, componentes y aplicaciones para televisión analógica irá decayendo, como ha sucedido con otras tecnologías.

La TV analógica ocupa 6 MHz del espectro radiomagnético para un solo canal, en la televisión digital ese mismo rango sirve para emitir una señal de alta definición de 19.39 millones de bits por segundo (Mbps) o varios “subcanales” de menor resolución (aun así, superiores en calidad a un canal analógico). Si un canal digital se identifica con el número 60 en la banda de UHF, puede usar su espectro de 6 MHz para crear el canal 60.1 y 60.2, cada uno de ellos con tasas de transferencia de 9.69 Mbps, superiores a la calidad que ofrece un DVD.

Si se varían las tasas de transferencia de cada subcanal, entonces, el formato del video y audio también cambia; en la TV digital existen cinco formatos básicos:

**Tabla 2.** Formatos Básicos de la DTV.

| <b>Formato</b> | <b>Resolución<br/>(píxeles)</b> | <b>Cuadros<br/>p/seg.</b> |
|----------------|---------------------------------|---------------------------|
| <b>480i</b>    | 704 x 480                       | 30                        |
| <b>480p</b>    | 704 x 480                       | 60                        |
| <b>720p</b>    | 1280 x 720                      | 60                        |
| <b>1080i</b>   | 1920 x 1080                     | 30                        |
| <b>1080p</b>   | 1920 x 1080                     | 60                        |

**Fuente:** tvdigital.htm

Los dos primeros (480i y 480p) se parecen mucho en calidad a la televisión convencional, por ello se les conoce como Televisión Digital de Definición Estándar (SDTV); en tanto, los tres últimos son los formatos de alta definición (HDTV).

La digitalización y una normativa específica conveniente para nuestro país significan integración a los medios mundiales. La televisión ha demostrado ser un factor de desarrollo social y cultural desde sus comienzos y hoy requiere del análisis y el debate para seguir ocupando su lugar de importancia. Promover estas acciones es el objetivo de este trabajo.

La convergencia de la televisión digital se puede tomar en dos sentidos distintos pero muy complementarios:

- **La convergencia de servicios:**

Es la unión, dentro de la infraestructura de telecomunicaciones de un mismo proveedor de servicios, que hasta hace poco tiempo se entendían como independientes y provistos cada uno de ellos, por un operador de telecomunicaciones distinto. El servicio telefónico, el de televisión de paga y acceso a Internet están ahora al alcance de los clientes por un solo proveedor de telecomunicaciones.



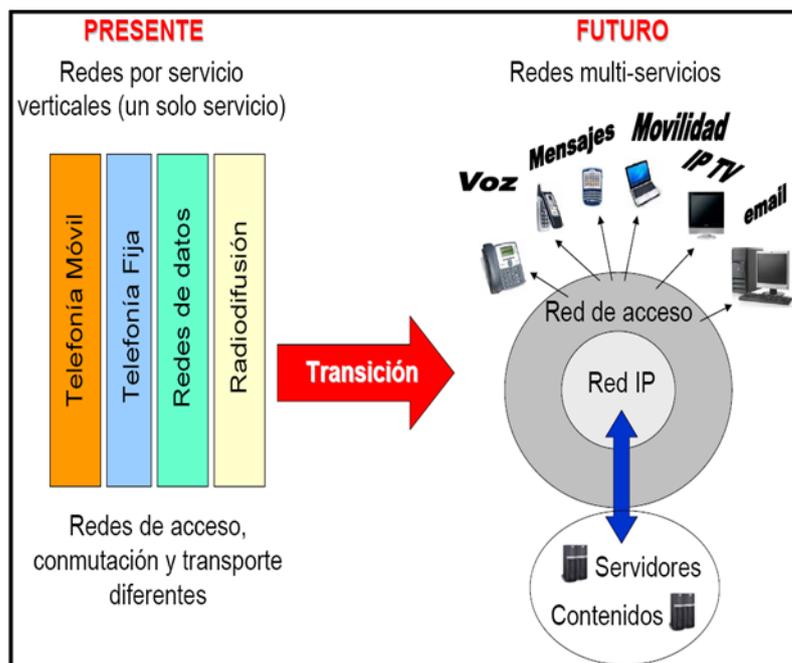
**Gráfico 9.** Internet con TV.

**Fuente:** [interactivadigital.com](http://interactivadigital.com)

- **La convergencia tecnológica:**

Es la integración, dentro de un mismo dispositivo de telecomunicaciones, de tecnologías inicialmente identificadas con servicios específicos. Las tecnologías de las computadoras, la televisión, los aparatos telefónicos y las redes de datos se combinan

para ofrecer dispositivos multimedia capaces de identificar y procesar señales asociadas a distintos servicios de telecomunicaciones. En este sentido, el tránsito de las tecnologías analógicas hacia las digitales ha favorecido este proceso de integración tecnológica, a continuación en la Gráfico10 se resume lo antes mencionado.



**Gráfico 10.** Convergencia Tecnológica.

**Fuente:** interactivadigital.com

### I.3 APLICACIONES.

La digitalización permite nuevas aplicaciones y nuevas ventajas tanto para los televidentes como para la sociedad en general. Las técnicas digitales permiten mayor eficiencia de transmisión, con un mejor aprovechamiento del espectro radioeléctrico. Los televidentes podrán contar con mayor cantidad de canales, guías de programación *on-line*, integración de televisión aérea, cable e Internet, servicios interactivos.

Las ventajas de la digitalización aplican también a los proveedores de contenido. Las técnicas digitales permiten codificación, control de acceso y

control anti-piratería mediante encriptación, lo que constituye mayor ingreso económico y aumento de mercado.

#### **I.4 VENTAJAS SOBRE LA TELEVISION CONVENCIONAL.**

- **Mayor aprovechamiento del espacio radioeléctrico:**

Cada canal analógico utilizado para la difusión digital presenta una capacidad de 4 de televisión digital (1 canal = 4 programas).

- **La señal digital es más inmune a interferencias:**

Hasta en las condiciones de instalación de antena de recepción más precaria, se puede garantizar la recepción con calidad y sin dobles imágenes, gracias a los sistemas de modulación COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing), que permite aplicar procesos de compresión de imagen y corrección de errores utilizados.

- **Recepción de calidad queda garantizada:**

En igualdad de condiciones de emisión y dado que los receptores digitales son más sensibles que los analógicos, la recepción de calidad queda garantizada.

- **Se puede ofrecer un sonido multicanal, con calidad de disco compacto:**

Además la multiplicidad de canales de audio podría emplearse para transmitir diferentes idiomas con el mismo programa de vídeo, o para conseguir el efecto de sonido perimétrico empleado en las salas de cine.

- **Gran capacidad de envío de información de valor añadido:**

La DTV aprovechará este "espacio" para transmitir las Guías de Programación.

- **Interactividad.**

## **I.5 IMPORTANCIA DE IMPLEMENTACION EN EL MEDIO**

La concepción de una televisión más eficiente (mayor calidad), ha traído consigo la necesidad de introducir tecnología digital a los sistemas de televisión y solicitar mejoras en los servicios adquiridos por el usuario, se considera que la DTV, habilita así la posibilidad de crear vías de retorno entre consumidor y productor de contenidos, abriendo así la posibilidad de crear aplicaciones interactivas.

El principal beneficiado con este cambio es precisamente el televidente. Es que la televisión digital cuenta con una tecnología más flexible y eficiente que el sistema analógico actual.

Por ejemplo, en lugar de estar limitado a dar un canal de programación "analógico", una estación de televisión podrá proveer un programa de "alta definición" (HDTV) o varios programas simultáneos de televisión digital (DTV) de "definición estándar".

La DTV, además, puede proporcionar servicios interactivos de video y datos que no son posibles con la tecnología "analógica", eso sin contar con que sus imágenes y calidad de sonido son hasta cinco veces mejores.

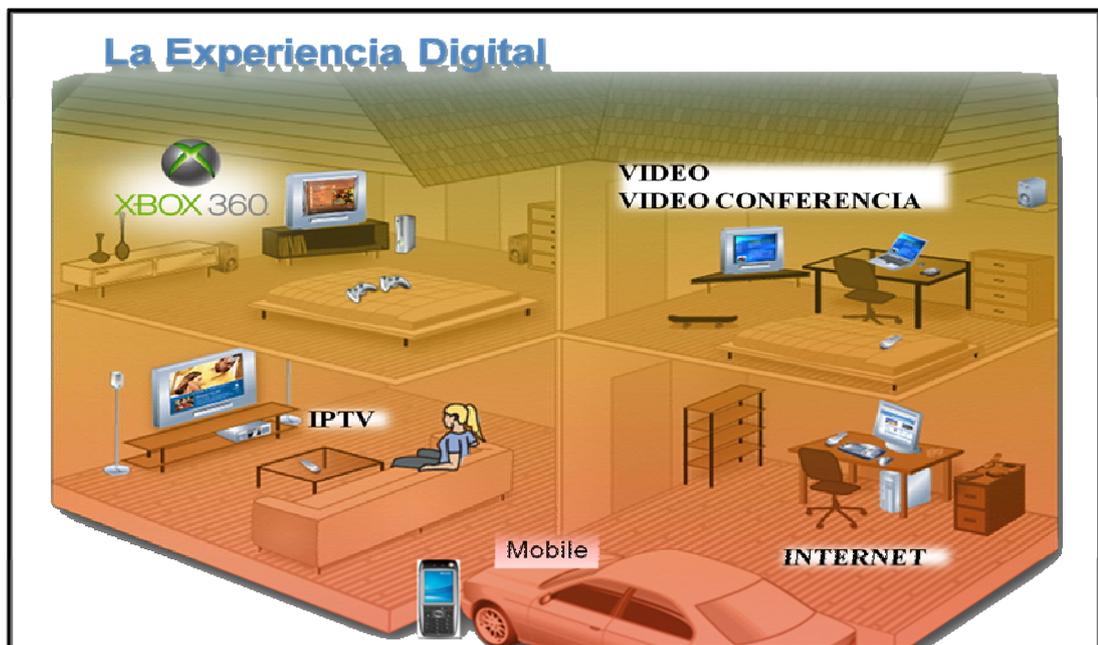
Por otra parte si evaluamos las ventajas que ofrece la TV Digital entre las que podemos citar: confiabilidad, multiplexado más eficiente, miniaturización, manejo de proceso de datos, menos problemas de calibración, mayor complejidad en el manejo de la capacidad, versatilidad y el poseen mayor capacidad de canales nos daremos cuenta que es la forma que más se adapta a los cambios presentes y futuros que se desarrollan en la humanidad.

Además, las comunicaciones digitales se han visto beneficiadas por la tendencia de la industria a utilizar componentes de estado sólido para la construcción de sus sistemas. Estos componentes proporcionan mayor confiabilidad que cualquier otro componente utilizado en sistemas análogos. Gracias a estos componentes de estado sólido, tales como

circuitos integrados, el tamaño de los equipos de comunicaciones ha sido tremendamente reducido y como consecuencia el manejo de datos resulta más eficiente que con técnicas analógicas.

Actualmente la TV digital no es ampliamente utilizada en el campo de la televisión comercial debido a ciertos problemas de ancho de banda, pero, sin embargo, estos problemas están siendo superados.

La televisión digital es la nueva forma en que las estaciones de televisión enviarán su señal a los hogares a partir del 2009, día en que la señal analógica será apagada definitivamente para las televisoras y se usará para bomberos, policía y otros servicios de emergencia.



**Gráfico 11.** Casa Digital.

**Fuente:** [www.microsoft.com/tv](http://www.microsoft.com/tv)

## CAPITULO II

### DTV POR TECNOLOGÍAS IP ATRAVES DE ADSL

#### II. INTRODUCCION.

La convergencia IP proporciona una red flexible que se adapta fácilmente a las diferentes necesidades y permiten la fusión de flujos de voz, datos y video en una sola red. Los beneficios se incrementan todavía más cuando se integran estas fusiones en las aplicaciones ofimáticas de usuario final. Gracias al desarrollo de las redes de datos durante la década de los 90's, actualmente es posible utilizarlas para el envío de información multimedia, como imágenes, voz y música. Estas redes, basadas en el protocolo IP, han conseguido introducirse tanto en el mundo de los negocios como en el entorno residencial, siendo habitual que un gran número de personas y empresas hagan uso de las mismas.

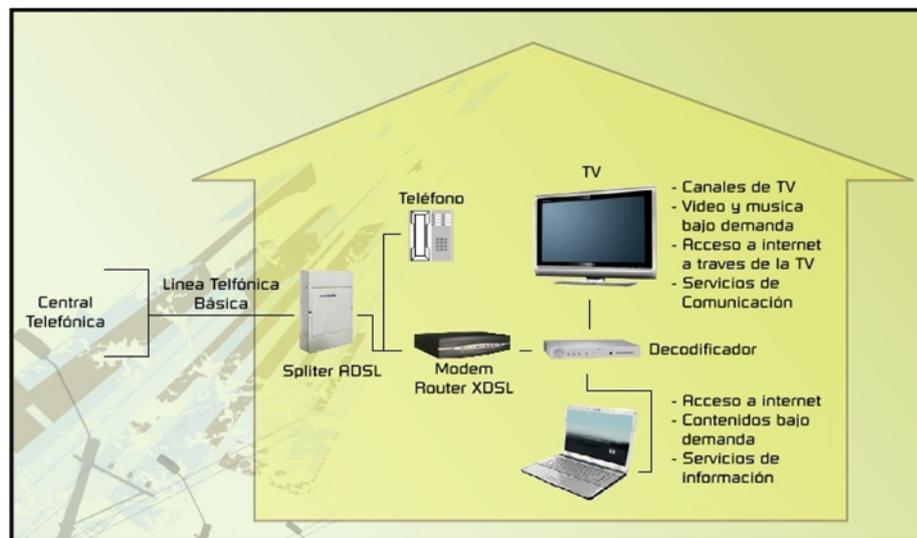
La tecnología IP permite la transmisión de voz sobre redes IP y los servicios asociados que son brindados por la misma, dentro de esta tecnología se puede hablar de servicios IP como telefonía IP, que utiliza la transmisión de la voz sobre IP (VoIP) para brindar comunicaciones telefónicas a los usuarios. Este es el eje por el que esta convergencia se ha desarrollado vertiginosamente y permite que tanto los sectores fijo y móvil busquen adoptarla.

#### II.1 DEFINICION ¿QUE ES IPTV?

IPTV es el acrónimo de Televisión sobre el protocolo IP, comúnmente denominado como *Internet Protocol Television* o TV por ADSL. IPTV ha sido desarrollado basándose en el video a la carta (*video-streaming*), la idea es transmitir televisión a través de un par de cobre telefónico. A menudo se

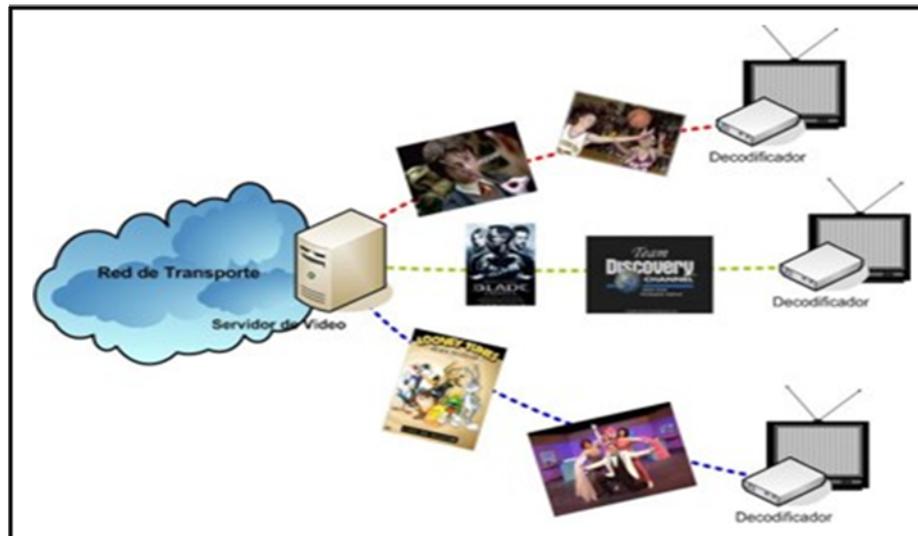
suministra junto con el servicio de conexión a Internet, proporcionado por un operador de banda ancha sobre la misma infraestructura pero con un ancho de banda reservado, por ello se requiere un mínimo de al menos unos 4 Mbit/s para recibir la señal de TV comprimida según el formato MPEG – 2 o MPEG – 4, algo que se consigue fácilmente con los nuevos estándares de ADSL, como son ADSL2 y ADSL2+, que pueden llegar hasta 20 Mbit/s en bajada, sobre el bucle de abonado, siempre que la distancia a la central telefónica del proveedor del servicio no sea muy grande.

De manera más sencilla, se puede decir que IPTV es la televisión cuyo contenido se recibe por medio de las tecnologías web en vez de por los formatos tradicionales: antenas, cables, etc.



**Gráfico12.** Esquema de una instalación de Televisión Digital (DTV) por ADSL.

Esta nueva tecnología hará que los canales de televisión ya no transmitan la misma programación para todos los usuarios, que pasaran de una actitud meramente pasiva a otra interactiva. De esta manera el proveedor de televisión no transmitirá continuamente toda su programación esperando que algún usuario se conecte al sistema, sino que, con la IPTV, será el usuario el que solicite los contenidos que desee, en el momento que desee, tal y como se observa en la Gráfico 13.



**Gráfico 13.** Esquema de distribución de programación con IPTV.

**Fuente:** Capítulo 2: Convergencia hacia la televisión sobre IP (T10457CAP2.pdf).

## II.2 NECESIDADES PARA EL USO DE IPTV.

La capacidad estimada para el servicio de IPTV se asume entre 1 y 2 Mbit/s por cada canal de definición estándar (SDTV) y 7 – 8 Mbit/s por cada canal de alta definición (HDTV). Para dos canales simultáneos el ancho de banda bruto resultante es de 2 – 4 Mbit/s para un servicio básico, ó de 8 – 10 Mbit/s si se incluye un canal HDTV, en ambos casos utilizando tecnología MPEG – 4 para la codificación/compresión de la señal de video. A esta capacidad habría que añadirle el ancho de banda contratado para la conexión a Internet, que por bajo que sea ya implica la necesidad de manejar tasas de acceso de muy alta capacidad.

**Tabla 3.** Comparación de canales SDTV y HDTV.

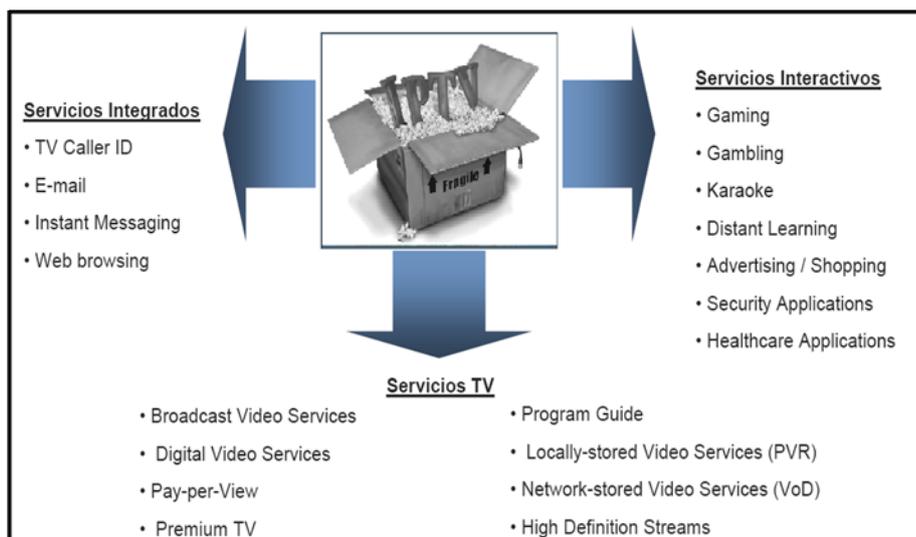
| Servicio   | Tasa Básica   | Conexión a Internet | Capacidad Total requerida |
|--|---------------|---------------------|---------------------------|
| <b>Paquete Básico (2Canales SDTV)</b>            | 2 – 4 Mbit/s  | 1 Mbit/s            | 3 – 5 Mbit/s              |
| <b>Paquete Básico con (1Canal SDTV + 1 HDTV)</b> | 8 – 10 Mbit/s | 2 Mbit/s            | 10 – 12 Mbit/s            |

**Fuente:** IPTV, la televisión a traves de Internet.pdf

### II.3 SERVICIOS DE IPTV.

Los servicios que podrá ofrecer IPTV son tan variados que se espera que se aumenten en su número (Gráfico 14), entre los que se pueden elegir son:

- La oferta ilimitada de canales de televisión digital y música.
- Programación de pago por evento.
- Video bajo demanda (VoD).
- Video bajo demanda por suscripción.
- Grabación personalizada de video (PVR).
- Publicidad interactiva.
- Servicios de información.
- Entre otros.



**Gráfico 14.** Servicios basados en IPTV.

**Fuente:** IPTV, la televisión a través de Internet.pdf

Por ejemplo, un usuario típico comprará un equipo receptor que conecta a su televisor, computadora personal y pagará una suscripción mensual para acceder al servicio. Con el equipo receptor se verá en la pantalla una guía de programación básica similar a la de un servicio de televisión por cable, pero cada programa especial tiene un costo extra y para acceder a él habrá que descargar el contenido, hecho que puede durar desde minutos hasta horas dependiendo del ancho de banda de la conexión de acceso

(ADSL). Algunas cajas receptoras cuentan con la funcionalidad de almacenamiento de varias horas de programación para observarla tantas veces como se quiera.



**Gráfico 15.** Ejemplo de guía de Video Bajo Demanda (VoD).

**Fuente:** IPTV, la televisión a través de Internet.pdf

## II.4 VENTAJAS DE IPTV

La IPTV por sus propias características físicas y técnicas permite a los usuarios disfrutar de una serie de ventajas respecto a los usuarios de la televisión digital convencional

- **VIDEO BAJO DEMANDA:**

Con IPTV puede elegir qué película o programa ver y a qué hora verlo, por lo tanto un usuario no estará sometido a los horarios del proveedor para disfrutar de sus contenidos.

- **MAYOR CONTENIDO:**

La IPTV cuenta con la ventaja de tener un almacén de películas en los servidores a disposición de los usuarios que las soliciten, mientras la televisión digital convencional solo puede tener un número determinado de películas o eventos en emisión durante un tiempo mucho más reducido que la IPTV.

- **COMODIDAD EN LA VISUALIZACION:**

El usuario tiene la posibilidad de descargar la película o el contenido deseado, puede disfrutar de esta tantas veces desee, además tiene la eventualidad de rebobinar hacia atrás, adelante, pausar, actúa como si se tratase de una cinta de video o DVD.

- **PUBLICIDAD A LA CARTA:**

El abonado tiene la posibilidad de personalizar los contenidos de la publicidad que le llega, esto hace que el usuario pueda determinar cuáles son las áreas de interés sobre las que le gustaría recibir ofertas de publicidad. De esta forma, se evita perder el tiempo con contenidos publicitarios que resultan infructuosos.

- **SERVICIOS DE INFORMACION:**

Con IPTV se puede contar con servicios de información muchos más extensos, precisos y potentes, se podría solicitar contenidos informáticos de las principales fuentes de Internet de una manera cómoda empleando el mando a distancia.

- **APRENDER (*e - LEARNING*):**

Al igual que se puede emplear la infraestructura existente de IPTV para poder aprovechar los contenidos de información y noticias de internet, también se puede usar para recibir cursos de formación dirigidos a todos los niveles de aprendizaje.

- **SERVICIOS DE CORRE Y FACTURAS ELECTRONICAS:**

Todas aquellas facturas y mensajes de e – mail de las que el usuario desee recibir noticia urgente, podrán ser redirigidas a la pantalla de video, de forma que al conectarse el cliente al servicio, reciba toda esta información de interés de forma automática.

Como se ha podido comprobar, la IPTV está muy por encima en lo que a prestaciones se refiere del resto de ofertas de televisión convencionales. Esto es así por la propia naturaleza de la IPTV y su íntima ligazón a Internet para la transmisión de la información. Por una parte, este es su punto fuerte y, por otra, su punto débil. Debido al gran volumen de información que se necesita transmitir para ofrecer todos sus contenidos, se requiere de conexiones a internet de gran capacidad. Este inconveniente es el que hace que su implantación no sea en la actualidad más extendida, pues los operadores están adaptando y actualizando sus infraestructuras para poder satisfacer todas estas demandas.

## **II.2 INSTALACION TECNICA PARA IPTV.**

Vista la descripción y ciertas características técnicas que se necesitan para la IPTV, se explicará a continuación los recursos técnicos necesarios para brindar los servicios de televisión por IP.

- **SERVIDORES IP:**

Se trata de servidores de tráfico IP que permiten enviar distintos flujos de vídeo a la vez para los distintos usuarios. La red de transporte es de alta capacidad, como garantiza ADSL 2+, y permite el flujo bidireccional de datos hasta estos servidores. Éstos serán, por lo tanto, los encargados de llevar el flujo de video a los distintos abonados al servicio.

- **FILTRO DE AUDIO:**

Este filtro sirve para separar la señal vocal, transmitida a una frecuencia menor de la transmisión de vídeo e Internet, para garantizar una perfecta transmisión de las señales, sin interferencias entre ellas.

- **MÓDEM-ROUTER ADSL:**

Éste se conecta por un lado a la línea de teléfono como un módem ADSL normal y por otro al decodificador. Este módem cursa tráfico IP,

por lo que podrán conectarse a él ordenadores personales y permitirá también que se navegue a la vez por la red.

- **DECODIFICADOR DIGITAL:**

Al igual que sucede con la televisión por satélite o por cable, para poder ver la televisión el usuario necesita un decodificador de señales televisivas. Pero mientras tanto, en el caso del satélite o del cable los canales se difunden todos a la vez (luego es el decodificador el que se encarga de capturar la señal), en el caso de la televisión por IP los canales se difunden uno a uno hasta el abonado. Así, cada vez que el usuario pulsa el botón de su mando solicita al servidor que le proporcione el flujo de video del canal deseado. El decodificador descomprime y descodifica la señal de video que le llega, mostrándola al abonado.

A manera de resumen se puede decir que, el proceso que usa estos elementos para disfrutar de los servicios de televisión por IP es muy sencillo. A través de la línea de teléfono se recibe el canal de voz tradicional, un canal de datos ADSL y la señal de televisión IP. El módem-router establece la conexión ADSL del PC o PCs del abonado y envía la señal de TV al decodificador. Los ordenadores personales del cliente pueden navegar con total normalidad por Internet. Empleando el mando a distancia, el cliente actúa sobre el decodificador y solicita contenidos de TV concretos a través de los menús interactivos que le ofrece el proveedor de contenidos. El decodificador solicita a los servidores IP de vídeo bajo demanda los contenidos elegidos por el cliente, y una vez recibidos los muestra en pantalla en tiempo real.

### **II.2.1 FUNCIONAMIENTO**

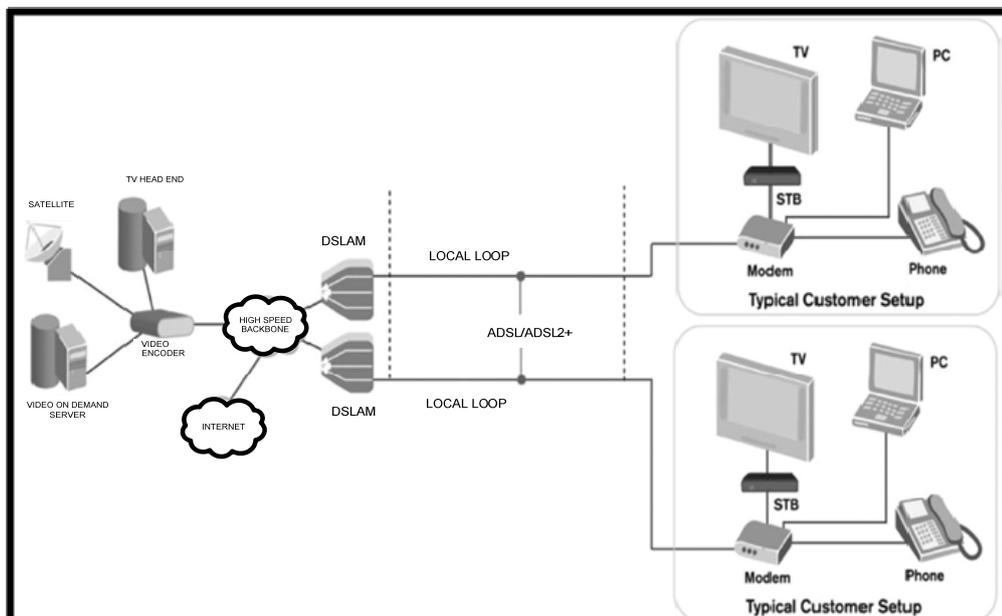
Normalmente un operador de telefonía fija con acceso a las redes de cobre, recibe la señal de los distribuidores como cualquier operador de TV por cable. El primer paso es convertir la señal a IP con el formato de compresión estándar MPEG-2 o MPEG-4 que proporciona mayor grado de

compresión, se transporta en un flujo IP multicast, por lo que puede ser suministrados a múltiples equipos al mismo tiempo, lo cual se hace utilizando equipos de firmas especializadas. Una vez codificada, la señal IP se transmite por la red de cobre a los hogares suscriptores del servicio, a la cual llega a un decodificador o "Set Top Box" que reconvierte la señal de IP a video (estándar o alta definición) para ser reproducida en el televisor.

## II.2.2 ARQUITECTURA NECESARIA PARA IPTV

Existen diversas arquitecturas para la transmisión de servicios de video sobre diferentes tipos de redes de telecomunicaciones, como se muestra en la Gráfico 16, pero cualquier red de distribución basada en IPTV requiere incorporar los siguientes módulos:

- Adquisición de la señal de video
- Almacenamiento y servidores de video
- Distribución de contenido
- Equipo de acceso y suscriptor
- Software



**Gráfico 16.** Esquema típico de una red para la distribución de TV sobre IP.

**Fuente:** IPTV, la televisión a través de Internet.pdf

### II.2.2.1 ADQUISICIÓN DEL CONTENIDO.

Las etapas de adquisición y servidores se localizan en la cabecera del sistema, la cual a su vez está compuesta por distintos módulos para realizar diversas funciones. El contenido se puede obtener a través de internet de algún proveedor de contenidos (*hooping.tv.com*, *Microsoft.com*, *streamick.com*, *tevecol.com*, etc.) o de un distribuidor de señales de televisión digital. Se utilizan unos dispositivos llamados codificadores para digitalizar y comprimir el video analógico obtenido. Este dispositivo llamado codificador/decodificador (*codec*), habilita la compresión de video digital habitualmente sin pérdidas. La elección del codificador/decodificador tiene mucha importancia, porque determina la calidad del video final, la tasa de bits que se enviarán, la robustez ante las pérdidas de datos y errores, el retraso por transmisión, etc. A continuación se citan algunos proveedores de IPTV, entre otros:

**Europa:** En España, Telefónica ofrece un servicio de televisión IP bajo el nombre de Imagenio. La compañía de telecomunicaciones *Jazztel* también se ha unido al carro de esta tecnología y ofrece el servicio con el nombre *Jazztelia TV*. En el Reino Unido, "*Kingston interactive TV*". En Francia, *France Telecom*. *Deutsche Telecom* en Alemania, etc.

**Estados Unidos:** En EE.UU. las compañías *Verizon* y *Bellsouth* están comenzando a ofrecer sus servicios en este campo y desarrollar sus infraestructuras. Microsoft ha sido la que ha mostrado una mayor intención por desarrollar su tecnología para ofrecer Televisión sobre IP. Se basa en su tecnología "*Windows Media Series*" que permite descargar desde internet miles de videos, con películas o capítulos de las series televisivas.

**América Latina:** En Chile Telefónica. Chile lanzo durante Junio del 2007 su servicio de IPTV, para así ofrecer diversos servicios interactivos como *Video On Demand* entre otros, incluso la empresa Telsur o Telefónica del Sur también planea lanzar próximamente este servicio para así complementar su actual oferta de Television proporcionada por DirecTV. Igualmente Panamá.

**Formatos de video empleados:** para procesar y convertir el video digital al formato empleado por el codificador/decodificador (codec) de video del sistema, se requieren codificadores que además permiten que el flujo de video pueda ser transportado por IP y recibido por el decodificador del usuario. El codec es un dispositivo o módulo de software que habilita la compresión de video digital, típicamente sin pérdidas.

Los formatos empleados por IPTV más usualmente son:

H.261: Se utilizó para videoconferencia y video telefonía y sirve como base para otros.

MPEG-1: Logra calidad similar a VHS y además es compatible con todos los ordenadores y casi todos los DVD.

MPEG-2: Es el usado en los DVD y permite imagen a pantalla completa con buena calidad.

H.263: Permite bajas tasas con una calidad aceptable. Usado en especial para videoconferencia y videotelefonía.

MPEG-4 parte 2: Calidad mejorada respecto a MPEG-2

MPEG-4 parte 10: Es el más usado actualmente por una gran variedad de aplicaciones.

WMV: Se utiliza tanto para video de poca calidad a través de internet con conexiones lentas, como para video de alta definición. Puede considerarse una mejora del MPEG-4.

- **SERVIDORES:**

Los servidores realizan varias acciones como son:

- Almacenamiento y respaldo de los contenidos
- Gestión del video bajo demanda
- Streaming de alta velocidad

Se tratan de servidores IP basados en los sistemas operativos que permiten enviar distintos flujos de video a la vez. La red de transporte ha de ser de alta capacidad para permitir el flujo bidireccional de datos, controlar los datos de sesiones, la facturación de los clientes. Lo más importante es la alta capacidad de transferencia para poder ofrecer buena calidad a los clientes. En la red del proveedor del servicio se usan estándares como *Gigabit Ethernet*. La red de acceso es el punto donde termina la red del proveedor y comienza el equipo del usuario. En esta interfaz hay un dispositivo encargado de decodificar la información para poder verla en un televisor convencional. El software se encarga de proporcionar al usuario los servicios a través de un sistema de menús en la pantalla de su televisor. Permite la interacción entre el cliente y el sistema.

- **EQUIPOS DE ACCESO Y SUScriptor:**

A diferencia de la televisión por cable, IPTV envía de manera independiente a cada usuario, a través de flujos individuales de video. El equipo está totalmente basado en plataformas de servidores con sistemas operativos estándar y no tiene lugar el sistema de acceso condicional, porque la autenticación se hace a través de los servidores DRM (*Digital Rights Management* o gestión digital de derechos).

La red de transporte de alta capacidad permite la transmisión bidireccional del contenido, control de sesiones, autenticación de usuarios y generación de datos de facturación. Independientemente de la arquitectura de la red, es necesario que cuente con alta capacidad de transferencia de información para soportar tasas de transmisión estables y ofrecer calidad del servicio.

La red de acceso es aquella comprendida entre la terminación de la red de transporte de la compañía de telecomunicaciones y el domicilio de los usuarios. En su terminal se coloca el equipo receptor o decodificador para poder recibir el contenido en una televisión convencional o en un ordenador personal.

- **SOFTWARE:**

Es el responsable de presentar algunas funcionalidades del servicio al usuario final, de modo gráfico y amigable, como la guía de programación interactiva, la creación de ofertas de servicios y su respectiva entrega en la red de distribución, administración de interacciones con el cliente y cualquier sistema de administración y protección de derechos.

A manera de resumen se puede decir que en la primera etapa se recopila el contenido para integrar la oferta programática; en la segunda se encuentran los servidores para almacenamiento de video; la tercera se ocupa de la distribución de las señales a través de la red de transporte de alta capacidad y, por último, la red de acceso entrega el contenido al usuario, que lo puede visualizar en su terminal.

### **II.2.3 INTRODUCCION A LA RED DE COBRE.**

En los inicios de la telefonía (1875) G. Bell utilizaba solo un hilo metálico y la tierra como retorno de corriente para establecer una comunicación, pero alcanzar longitudes relativamente grandes era muy complicado, debido a los efectos de ruido que se tenía sobre la señal. El par telefónico como tal aparece en 1883 con el uso de dos líneas aéreas, pero esto implicaba que para 1890 se tenía algunas ciudades con postes de 30 metros de alto con 300 rosetas (para 300 pares). Tales circunstancias permiten la evolución del medio físico hacia el cable múltipar que es en la actualidad ampliamente utilizado como parte fundamental de la planta externa de todas las empresas a nivel mundial que brindan servicios telefónicos.

Para lograr que los cables telefónicos tenga un óptimo desempeño, se debe combinar las características eléctricas para que sus pares sean líneas de transmisión adecuadas con las ventajas de protección necesarias para alargar la vida útil.

Asimismo, la cubierta de polietileno en los cables de planta externa debe ser diseñada para resistir la exposición prolongada a la radiación solar,

humedad y otros efectos ambientales. Una cinta de aluminio adherida a la cubierta de cable crea una barrera contra penetración de humedad, protección suficiente en el caso de un cable aéreo. En una instalación subterránea, con frecuencia los cables están sumergidos en agua, y la protección debe completarse con un sistema de sobrepresión con aire seco, que en caso de daño en la cubierta evita la penetración de agua al cable. Si no se usa sobrepresión, es recomendable usar cables rellenos.

Los cables telefónicos múltipar están contruidos por grupos concéntricos y distribuidos desde el centro del cable hacia el exterior formando grupos de pares que pueden ser de 2, 4, 8, 10, 20, 50, 100, o más. Por otra parte, la identificación y numeración de los pares se la realiza siempre desde el centro hacia fuera, por ello en el diseño de una red telefónica, la distribución de los pares seguirá este mismo principio, llevando a concluir que los primeros pares del cable serán destinados a los usuarios más distantes de la central.

### II.2.3.I REQUERIMIENTOS ELECTRICOS DE LA RED DE COBRE PARA SOPORTAR IPTV.

Como se menciona anteriormente, los cables se construyen en una gama de formas de acuerdo al fabricante, sin embargo, a continuación se verán las características eléctricas de un cable múltipar tipo como los utilizados en la planta externa de la empresa ETAPA.

#### ➤ Resistencia de bucle del conductor

A la temperatura de  $20 \pm 1^\circ\text{C}$ , la resistencia del bucle será la siguiente:

| Conductor | Diámetro (mm) | R <sub>bucle</sub> ( $\Omega$ /Km ) | D <sub>máx</sub> (Km) |
|-----------|---------------|-------------------------------------|-----------------------|
| 26 AWG    | 0.4           | $277 \pm 3 \%$                      | 6.498                 |

➤ **Desequilibrio Resistivo**

La diferencia de resistencia en corriente continua entre los dos conductores de un par no será mayor al 2% de la resistencia de bucle, con una flexibilidad de  $\pm 5\%$  de dicho valor y nunca  $> 17\Omega$ .

➤ **Resistencia de aislamiento** ( $M\Omega/Km$ , 20 °C, 500 Vcc): 5.000 mínimo

➤ **Capacitancia mutua**

La capacitancia mutua media, medida a una frecuencia  $\geq 800$  y  $\leq 1000$  Hz. y a una temperatura de  $20 \pm 3^\circ C$  será de  $52 \pm 2$  nF/Km y una máxima individual de 56 nF/Km para los conductores del cable de 0,4 mm.

➤ **Desequilibrios Capacitivos (pF/Km)**

Medidos a una frecuencia de 1000 Hz. y a una temperatura de  $23 \pm 3^\circ C$  cumplirá los siguientes valores:

| <b>Diámetro conductor (mm)</b> | <b>Tipo desequilibrio</b> | <b>rms (medio)</b> | <b>Máximo individual</b> |
|--------------------------------|---------------------------|--------------------|--------------------------|
| <b>0.4</b>                     | Par – Par                 | $45 \pm 2 \%$      | $270 \pm 2 \%$           |
| <b>0.4</b>                     | Par - Tierra              | $574 \pm 2 \%$     | 2625 %                   |

Para longitudes de cable diferentes de 1 Km. el desequilibrio par-par será corregido a valores de 1 Km. dividiendo el valor hallado por la operación siguiente:

$$X = (L/1000)^{-1/2}$$

Donde, L, la longitud del cable en metros.

El desequilibrio par-tierra varía directamente con la longitud del cable.

- Desbalance capacitivo hilo a-tierra / hilo b-tierra

| <b>Diámetro conductor (mm)</b> | <b>Desbalance capacitivo individual ( nF / Km )</b> | <b>Máximo individual</b> |
|--------------------------------|---|--------------------------|
| <b>0.4</b>                     | hilo - tierra                                       | $\leq 2.2$               |

➤ **Telediafonía** (db, 1000KHz)

Media mínima: 57

Media individual: 35

➤ **Paradiafonía** (db, 1000KHz, N° pares > 51)

Media mínima: 65

Media individual: 45

➤ **Rigidez Dieléctrica**

| <b>Calibre</b> | <b>Diámetro (mm)</b> | <b>conductor - conductor</b> | <b>conductor - pantalla</b> |
|----------------|----------------------|------------------------------|-----------------------------|
| <b>26 AWG</b>  | 0.4                  | 2400(Vcc – 3seg)             | 10.000(Vcc – 3seg)          |

➤ **Atenuación para cables rellenos**

Los valores de atenuación de acuerdo a las normas de la CCITT medidos a 800 y 1200 ciclos a 20 °C, pudiendo fluctuar con un  $\pm 3\%$ , serán:

| <b>Calibre</b> | <b>Diámetro (mm)</b> | <b>0.8 KHz</b>  | <b>1200 KHz</b> |
|----------------|----------------------|-----------------|-----------------|
| <b>26 AWG</b>  | 0.4                  | $1.65 \pm 0.06$ | $2.02 \pm 0.06$ |

➤ **Impedancia**

La impedancia de los circuitos a una frecuencia de 800 Hz y 1 MHz deberá respetar los siguientes valores aproximados:

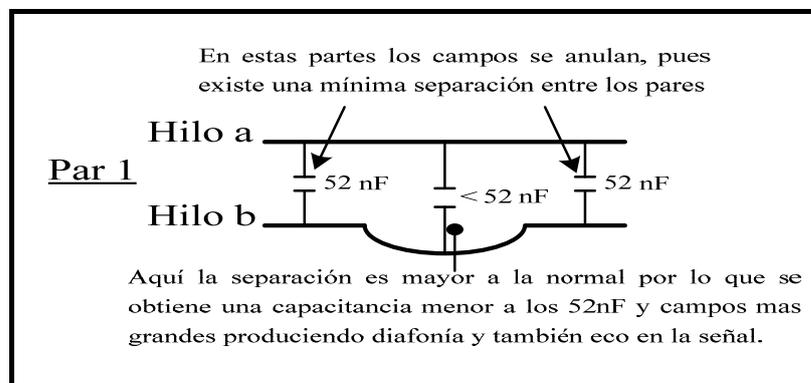
| <b>Calibre</b> | <b>Diámetro (mm)</b> | <b>0.8 KHz. (<math>\Omega</math>)</b> | <b>1 Mhz. (<math>\Omega</math>)</b> |
|----------------|----------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
| <b>26 AWG</b>  | 0.4                  | $1029 \pm 10$                         | $12.0 \pm 15$                       |

### II.3 PROBLEMAS PARA LA TRANSMISIÓN DIGITAL EN EL PAR DE COBRE.

Los problemas que afectan la transmisión digital en el par de cobre se deben a diversos agentes, algunos de ellos tiene relación a varios factores como son la resistencia de aislamiento, rigidez dieléctrica, resistencia de la pantalla de aluminio, capacitancia, etc. También existen otros que tiene mucha relación con los anteriores y son los más perjudiciales para la transmisión digital, como lo es la diafonía y ruidos que se producen por influencias externas al cable (radiaciones electromagnéticas), algunos de estos problemas se estudian a continuación:

#### II.3.1 DIAFONÍA.

La diafonía o atenuación transversal, se produce por una diferencia de capacitancia parcial entre dos cables próximos, por los acoplamientos magnéticos entre ellos o por un desequilibrio lineal de impedancia, dicho de otra manera, es una transferencia de energía de un par (interferente o perturbado) a otros cercanos (interferidos o perturbados) produciéndose interferencia entre ellos. Además, el bajo aislamiento entre los pares del cable y la presencia de humedad aumenta la diafonía, así también cuando se altera la separación de cada hilo es decir de un par, los hilos tienden a disminuir la capacitación mutua, los campos magnéticos generados por cada hilo afectan a los hilos cercanos presentándose así mayor diafonía. Gráfico 17.



**Gráfico 17.** Causa de la Diafonía.

**Fuente:** Ing. Francisco Andrade R./Ing. Marcos Orbe A, Tesis: CERTIFICACION DE LAS REDES TELEFONICAS DE ETAPA PARA BRINDAR SERVICIOS DIGITALES xDSL.

Los mayores problemas de diafonía se dan en los empalmes, por lo tanto, las personas encargadas de estos deberán trabajar de la manera más técnica posible, teniendo precaución para no distorsionar la separación de los pares, ni tampoco la pantalla de aluminio que protege el cable, evitar los pares *Split* (Cruzada de hilos entre dos circuitos o pares distintos), esto debido a que la diafonía es el problema más difícil de localizar, también se debe considerar que la diafonía es acumulativa, por ello se debe evitar el uso de cables mayores a los 300 pares.

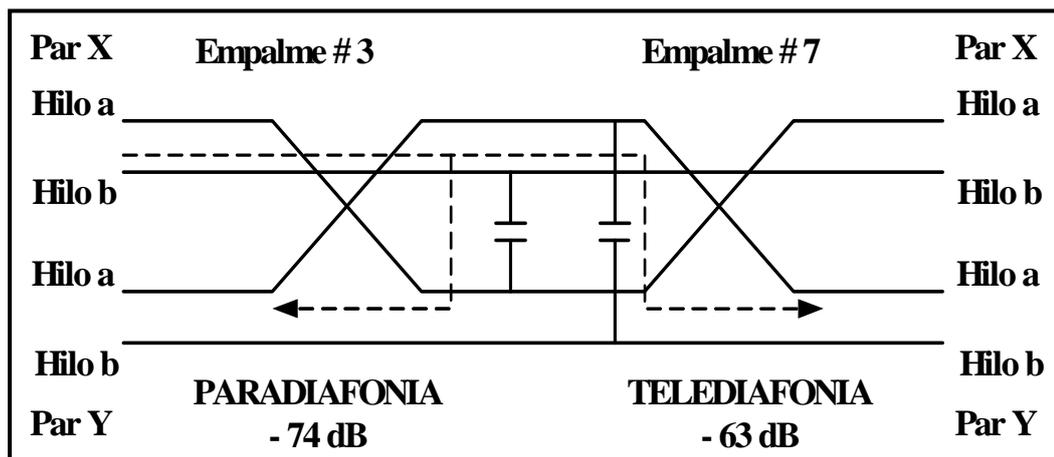
Los cables telefónicos producen dos tipos de diafonía:

- Telediafonía o *FEXT (Far End Crosstalk)*:

Se produce cuando la fuente perturbadora se encuentra distante del equipo receptor, es decir se escuchan emisoras de radio en el teléfono. Gráfico 18

- Paradiafonía o *NEXT (Near End Crosstalk)*:

Se produce cuando la fuente perturbadora se encuentra cerca del equipo receptor, es decir se escuchan las conversaciones de vecinos en el teléfono. Gráfico 18.



**Gráfico 18.** Paradiafonía – Telediafonía.

**Fuente:** Ing. Francisco Andrade R./Ing. Marcos Orbe A, Tesis: CERTIFICACION DE LAS REDES TELEFONICAS DE ETAPA PARA BRINDAR SERVICIOS DIGITALES xDSL.

### **Sistemas en donde afecta la diafonía y modo de evitarla:**

Los sistemas en donde afecta la diafonía son principalmente en los circuitos y cables destinados a la transmisión y recepción de datos con tecnología digital como la telefonía o la transmisión de datos. La diafonía se evita gracias a que en los hilos de un par se presentan corrientes de sentido opuesto de manera que se cancelan los flujos magnéticos, pero siempre y cuando estos hilos tengan una mínima y uniforme separación entre ellos, además del blindaje que aísla los pares de emisiones electromagnéticas que se pudiesen producir en el exterior de manera que no los afecte.

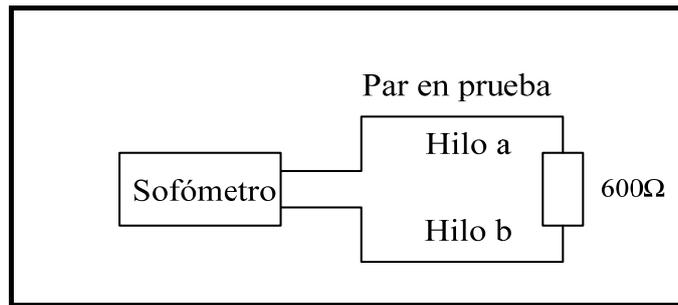
### **II.3.2 RUIDO.**

El ruido que se produce en las líneas telefónicas puede ser de fondo, que es un ruido en banda ancha o RMS y se clasifican en dos grupos: ruido metálico y ruido a tierra.

Por otra parte para que una línea telefónica cumpla con los parámetros normales de ruido y el sistema de protección de la red este bien construido, es necesario realizar las mediciones de ruido metálico y a tierra, por medio de un sofómetro, a más de balance longitudinal.

#### **➤ RUIDO METÁLICO (R<sub>m</sub>):**

Es la potencia o tensión sofométría medida entre los Hilos a y b de un mismo par en un extremo cuando en los extremos distantes se encuentran una impedancia de  $600\Omega$ , como se aprecia en la Gráfico 19.

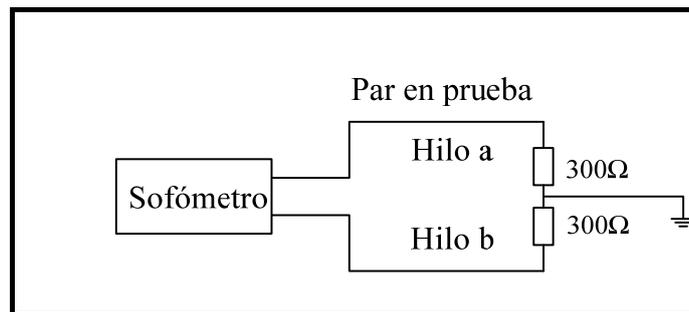


**Gráfico 19.** Par en prueba ( $R_m$ ).

**Fuente:** Ing. Francisco Andrade R./Ing. Marcos Orbe A, Tesis: CERTIFICACION DE LAS REDES TELEFONICAS DE ETAPA PARA BRINDAR SERVICIOS DIGITALES xDSL.

➤ **RUIDO A TIERRA ( $R_t$ ):**

Es la potencia o tensión sofométría medida en un extremo de la línea entre un hilo y tierra, teniendo en el extremo distante en cada hilo una impedancia de  $300\Omega$  que están unidas a tierra. Gráfico 20.



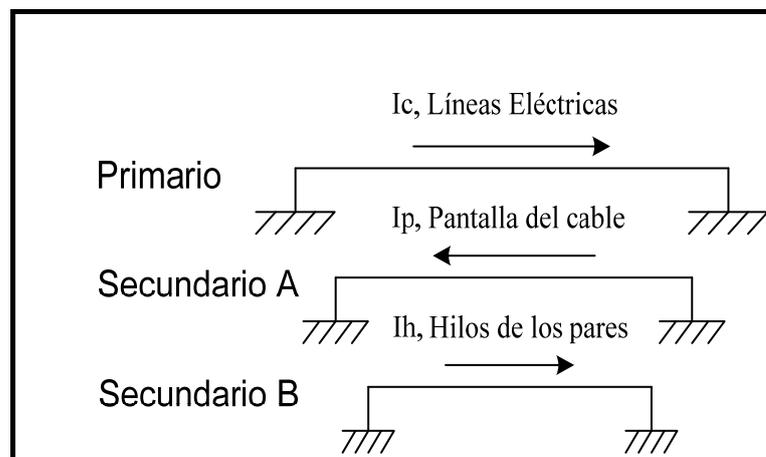
**Gráfico 20.** Par en Prueba ( $R_t$ ).

**Fuente:** Ing. Francisco Andrade R./Ing. Marcos Orbe A, Tesis: CERTIFICACION DE LAS REDES TELEFONICAS DE ETAPA PARA BRINDAR SERVICIOS DIGITALES xDSL.

Otras causas de ruido son las interferencias de radioemisoras en las líneas telefónicas, la ausencia o interrupción de la pantalla de aluminio del cable, la inducción electromagnética, la cual se genera por los cables de energía eléctrica que se encuentran en los mismos postes que los cables de teléfono, entre más cerca se encuentre los cables telefónicos de las líneas eléctricas, más fuerza electromotriz inducida ( $f_{ei}$ ) se producirá en ellos, la  $f_{ei}$  tendrá una corriente en sentido contrario a la de los cables eléctricos debido a la ley de *LENZ (todo campo magnético es igual y de sentido contrario al que lo genera)* y por ende variable, esto se evita con la pantalla

de aluminio correctamente aterrada, por lo que también es necesario una separación de 80cm o mas entre cables eléctricos y telefónicos.

Los campos magnéticos hacen que los conductores se comporten como transformadores, tomando como primario al cable eléctrico y secundario A y secundario B a la pantalla y a los pares telefónicos respectivamente, en la Gráfico 21 se ve que en el primario la corriente de las líneas eléctricas ( $I_c$ ) crea un campo electromagnético que induce una corriente de sentido contrario en el secundario A ( $I_p$ ) que es la pantalla de aluminio del cable telefónico y con ello se disminuye el efecto inductivo. La corriente  $I_p$  hace las veces del primario de un segundo transformador e induce una corriente en sentido contrario en el secundario B ( $I_h$ ) que es la de los hilos de los pares del cable telefónico. La corriente  $I_h$  va a ser insignificante si y solo si, la pantalla de aluminio esta correctamente aterrizada en varios puntos de su trayecto, pues esta drenara las corrientes inducidas por las líneas eléctricas ( $I_p$ ) haciéndolas insignificantes.



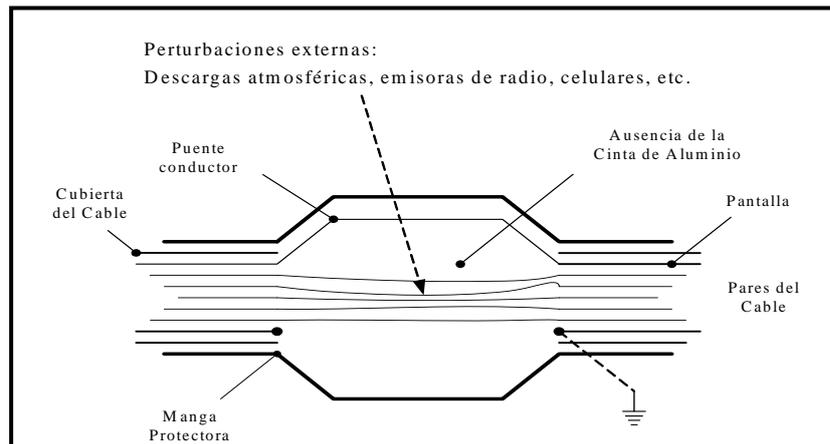
**Gráfico 21.** Inducción electromagnética de líneas eléctrica.

**Fuente:** Ing. Francisco Andrade R./Ing. Marcos Orbe A, Tesis: CERTIFICACION DE LAS REDES TELEFONICAS DE ETAPA PARA BRINDAR SERVICIOS DIGITALES xDSL.

### II.3.2.1 PRECAUCIONES PARA EVITAR EL RUIDO.

Para lograr eliminar el ruido se debe establecer su origen y causas. El ruido metálico que es de origen electrostático, es producido por la alteración de la simetría de los pares (Gráfico 22), como pares Split, hacer un par con dos hilos de pares diferentes, el bajo aislamiento entre pares o entre hilos y

pantalla. Por ende, para solucionar este problema es necesario medir el desequilibrio resistivo y la capacitancia de los pares, la diafonía y la resistencia de aislamiento para saber en qué nivel se encuentran y de estar alterados, se tiene que corregirlos, estos procedimientos, a más de otros, garantizan una mejor velocidad de transmisión de datos y una mejor calidad de la señal.



**Gráfico 22.** Perturbaciones externas.

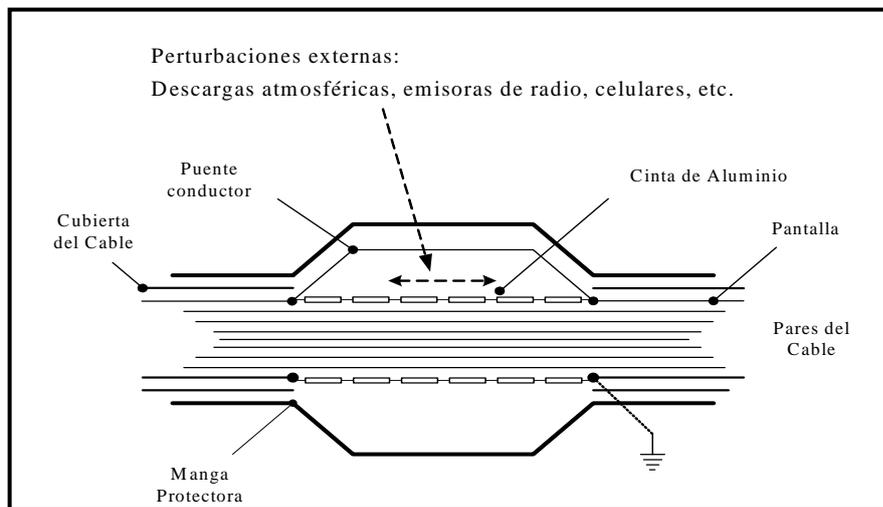
**Fuente:** Ing. Francisco Andrade R./Ing. Marcos Orbe A, Tesis: CERTIFICACION DE LAS REDES TELEFONICAS DE ETAPA PARA BRINDAR SERVICIOS DIGITALES xDSL.

En este caso el empalme no se ha realizado correctamente, no se encuentra la cinta de aluminio y las perturbaciones externas no se drenan a tierra, por lo que sus efectos se inducen directamente en los pares del cable. La ausencia de la cinta de aluminio afecta a la simetría entre los pares.

### **II.3.2.2 PRECAUCIONES PARA EVITAR LAS PERTURBACIONES ELECTROMAGNETICAS.**

Al existir una deficiencia en el apantallamiento o si no se encuentra en forma continua en el cable (Gráfico 14), no podrán proteger a los hilos de las perturbaciones electromagnéticas e inducciones internas, además las pantallas deberán estar conectadas a tierra para que disipen o drenen hacia ella las radiaciones producidas por emisoras de radio, ruidos impulsivos producidos por picos de voltaje en los sistemas de transmisión de

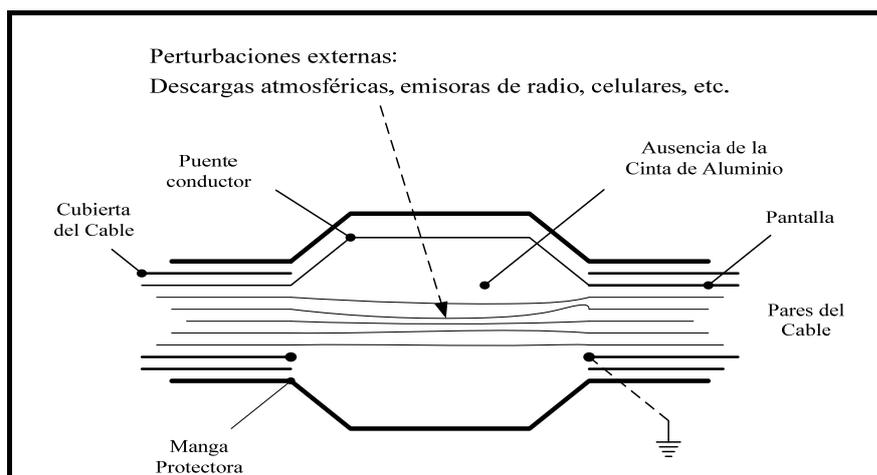
energía eléctrica, descargas atmosféricas, señales de teléfonos celulares y radio aficionados, así como también ayuda a reducir la diafonía y a mantener la simetría de los pares. Gráfico 23.



**Gráfico 23.** Precauciones de Apantallamiento ante perturbaciones externas.

**Fuente:** Ing. Francisco Andrade R./Ing. Marcos Orbe A, Tesis: CERTIFICACION DE LAS REDES TELEFONICAS DE ETAPA PARA BRINDAR SERVICIOS DIGITALES xDSL.

En este caso el empalme no se ha realizado correctamente, las perturbaciones externas se drenan a través de la cinta de aluminio y la pantalla que están conectadas a tierra, anulándose los efectos de estas perturbaciones en los pares del cable.



**Gráfico 24.** Perturbaciones externas.

**Fuente:** Ing. Francisco Andrade R./Ing. Marcos Orbe A, Tesis: CERTIFICACION DE LAS REDES TELEFONICAS DE ETAPA PARA BRINDAR SERVICIOS DIGITALES xDSL.

En este caso el empalme no se ha realizado correctamente, no se encuentra la cinta de aluminio y las perturbaciones externas no se drenan a tierra, por lo que sus efectos se inducen directamente en los pares del cable. La ausencia de la cinta de aluminio afecta a la simetría entre los pares.

### II.3.3 BALANCE LONGITUDINAL (BL).

Se considera balance longitudinal cuando los hilos a y b de un par son eléctricamente iguales o simétricos con relación a tierra, es decir cuando tienen igual impedancia, y la admitancia entre ellos es idéntica, en el caso de no serlo se produce la susceptibilidad del circuito telefónico, capacidad que tiene para modificar sus características eléctricas. Este fenómeno también es producido por señales externas debido a pares cruzados, pares transpuestos, desequilibrio resistivo, etc.

El balance longitudinal puede ser calculado con la siguiente fórmula:

$$BL = R_t - R_m \text{ [dB]} \quad \text{Ec 2.1}$$

En donde:

Balance Longitudinal: BL

Ruido a tierra:  $R_t$

Ruido Metálico entre los hilos a y b:  $R_m$

Si se usa el mismo instrumento para medir el ruido metálico y el de tierra, el instrumento en la condición de ruido a tierra posee una impedancia de entrada de  $100\text{K}\Omega$  y debido a esto el ruido a tierra atenúa en 40 dB, por lo tanto el balance longitudinal que se debe usar es:

$$BL = (R_t + 40) - R_m \text{ [dB]} \quad \text{Ec 2.2}$$

A continuación se muestran algunos valores de ruido para determinar si la red se encuentra en correcto estado:

| <b>Estado</b>  | <b>Ruido Metálico</b> | <b>Ruido a Tierra</b> | <b>Balance Longitudinal</b> |
|----------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------------|
| <b>Bueno</b>   | < - 60 dBm            | < - 50 dBm            | > + 40 dBm                  |
| <b>Regular</b> | > - 60 dBm            | > - 50 dBm            | < + 40 dBm                  |
| <b>Malo</b>    | < - 50 dBm            | > - 40 dBm            | < + 35 dBm                  |

#### **II.3.4 PANTALLA DEL CABLE Y ACOMETIDAS.**

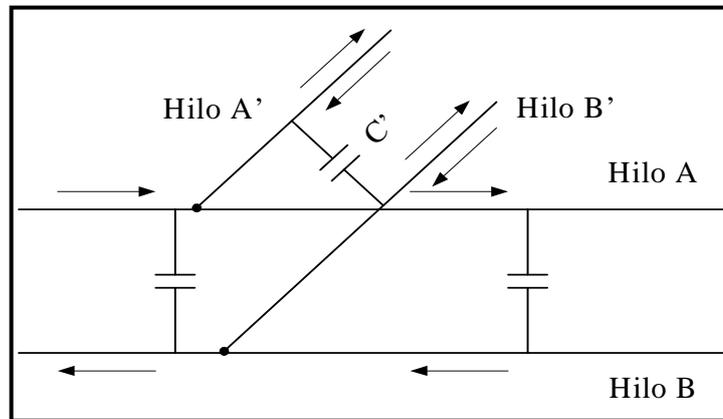
El apantallamiento tiene como finalidad disipar hacia tierra la diafonía, bloquear las interferencias externas, mantener la simetría entre los hilos del cable, etc., en el caso de que la pantalla se encuentre rota en los empalmes, los pares sufren una asimetría entre sus hilos y la pantalla, esto generaría el principal problema de ruido la inducción electromagnética la misma que afecta la transmisión digital. A más de la cinta de aluminio se debe colocar un puente con un conductor rígido para establecer o mantener la continuidad de la pantalla.

En los armarios se encuentran las regletas que pertenecen a los cables primarios y otras para los cables secundarios, ambos cables poseen pantallas de aluminio, las llamadas cruzadas que se hacen entre estas dos regletas utilizan también cable con apantallamiento, además el hilo de drenaje que estos poseen, deben conectarse a tierra conjuntamente con la regleta que también deberá estar conectado a tierra. La caja de dispersión hacia el abondo, para la transmisión se utiliza cable múltipar (2,3 o 4 pares), el cuál también posee apantallamiento, y cuyo hilo de drenaje debe conectarse a tierra, con esto se evita las interferencias externas.

#### **II.3.5 FALLA DE CONTINUIDAD.**

En la continuidad de los cables se evita que existan hilos abiertos en la longitud del cable pues la señal jamás será recibida por el abonado. También se evita que existan hilos cortocircuitados, ya que la señal jamás podrá entrar a estos hilos, otro punto a tener en cuenta es evitar y eliminar las derivaciones o puentes, pues estos tenderán a aumentar la capacitancia de los hilos. En la Gráfico 25 se puede apreciar este fenómeno, en donde la señal se transmite por el Hilo A, generando una

corriente en el Hilo B, al existir una derivación, parte de esa corriente se va por el Hilo A' induciendo una corriente en el Hilo B', de igual modo sucede con la corriente que regresa por el Hilo B, generándose corrientes ajenas a la señal.



**Gráfico 25.** Derivaciones o puentes en los Hilos.

**Fuente:** Ing. Francisco Andrade R./Ing. Marcos Orbe A, Tesis: CERTIFICACION DE LAS REDES TELEFONICAS DE ETAPA PARA BRINDAR SERVICIOS DIGITALES xDSL.

### II.3.6 FALLA DE AISLAMIENTO.

Esta falla tiene que ver con la Resistencia de Aislamiento entre pares/pares y pares/pantalla, la misma que no puede ser inferior a  $10 \text{ G}\Omega/\text{Km}$ , resistencia

que se ve afectada por la presencia de humedad entre los hilos que conforman un par, este problema se da en cámaras en donde los empalmes no se encuentran cerrados en forma hermética, o en empalmes aéreos que usan mangas ventiladas por donde entra la humedad y agua, otra causa es el maltrato que se da al cable en el transporte o en la instalación del mismo en la red telefónica, por estas razones el cable genera una baja resistencia de aislamiento y por ende inducción de señales entre pares o entre pares y pantalla.

### II.4 PRUEBAS PARA LA CERTIFICACION xDSL DE LA PLANTA EXTERNA DE ETAPA.

En esta sección se muestra como las empresas telefónicas, pueden conocer el estado de la infraestructura de planta externa, así como también el estado de bucle de abonado para la transmisión digital.

Tomamos como referencia, a la operadora de telecomunicaciones **ETAPA**, empresa que para verificar todo lo antes mencionado tomo en cuenta las siguientes etapas:

- Evaluación de la planta externa
- Certificación de la línea previa la instalación de equipos ADSL
- Predicción del funcionamiento de un enlace ADSL

#### **II.4.1 EVALUACION DE LA PLANTA EXTERNA.**

El proceso de evaluación de la planta externa es muy importante, ya que permitirá verificar si la red de cobre esta en óptimas condiciones para brindar un servicio de banda ancha. Las siguientes condiciones nos permitirán conocer, si existe dicha disponibilidad, así:

- Revisar la existencia de bobinas de carga sobre la línea, estas bloquearan las señales en las altas frecuencias utilizadas por ADSL, teniendo en cuenta que de ser necesario deberán ser removidas.
- La tecnología ADSL ha sido desarrollada para trabajar con un limitado número y longitud de líneas en puente ("*bridged taps*") debido a que las pérdidas de señal ocasionados por la longitud del bucle y las líneas en puente se encuentran dentro del presupuesto de pérdidas del sistema. Las líneas en puente que estén cerca de los lugares en donde se instalarán los módems ADSL pueden causar problemas y por lo tanto deben ser removidos.
- Todos los equipos que acondicionan la línea como capacitores externos y filtros puente deben ser removidos.
- Para que todos los requisitos antes mencionados se cumpla, se puede usar un reflectometro en el dominio del tiempo (TDR) para probar la presencia de los elementos antes expuestos.

#### **II.4.2 CERTIFICACION DE LA LINEA PREVIA LA INSTALACION DE EQUIPOS xDSL.**

Certificar el bucle de abonado nos garantiza que la infraestructura de planta externa desplegada pueda ser capaz de soportar transmisiones de

alta velocidad, así también las pruebas de pares para el servicio de voz (como continuidad y ruido auditivo) son usuales en las compañías telefónicas.

Las pruebas que se realizan y los criterios a cumplir para certificar el bucle de abonado como idóneo para la transmisión xDSL son:

➤ **Resistencia de bucle.**

La resistencia de bucle en corriente continua es la resistencia media entre los conductores A y B del par cuando el terminal lejano se encuentra en corto circuito, esta resistencia de bucle debe cumplir:

- Servicio de Voz  $\leq 1800 \Omega$
- Servicios xDSL hasta 64 Kbps  $\leq 1300 \Omega$
- Servicios xDSL hasta 2 Mbps  $\leq 900 \Omega$
- Servicios xDSL hasta 8 Mbps  $\leq 400 \Omega$

➤ **Balance resistivo.**

Esta prueba se realiza poniendo en corto circuito ambos conductores junto con la pantalla del cable (que hace referencia) y midiendo la resistencia del hilo A con la pantalla y luego con el hilo B con la pantalla. El balance resistivo debe cumplir:

$$\Delta R = \left| 1 - \frac{R_{A-P}}{R_{B-P}} \right| * 100 \% \leq 2\%$$

Además se debe cumplir siempre:

$$R_{A-P} - R_{B-P} < 17\Omega$$

➤ **Resistencia de continuidad de pantalla.**

La resistencia de continuidad de pantalla debe cumplir:

$$RCP \leq 5 \frac{\Omega}{Km}$$

➤ **Aislamiento.**

Esta prueba se debe realizar en circuito abierto. La resistencia de aislamiento debe cumplir:

$$R_{\text{aisl}} \geq 10 \text{ G}\Omega * \text{Km}$$

➤ **Capacitancia longitudinal.**

La capacidad longitudinal es aquella medida entre los dos hilos de un par cuando el terminal lejano se encuentra en circuito abierto. La capacidad longitudinal debe cumplir:

$$CA - B = 52 \pm 2 \frac{nF}{Km}$$

➤ **Balance capacitivo.**

Para este balance se mide la capacitancia de cada hilo respecto de la pantalla y luego se comparan los dos valores. El balance capacitivo debe cumplir:

$$\Delta C \leq 2\%$$

➤ **Tensión extraña DC.**

Los valores que deben cumplir las tensiones extrañas DC en el bucle son:

|  |           |
|--|-----------|
| $V_{dc} < -48\text{dB}$                | Excelente |
| $-48\text{dB} < V_{dc} < -30\text{dB}$ | Regular   |
| $V_{dc} > -30\text{dB}$                | Malo      |

➤ **Tensión inductiva AC.**

Los valores de referencia son los mismos que para los de Tensión extraña DC.

➤ **Aterrizamiento de la pantalla del cable.**

La resistencia del sistema de tierra debe cumplir:

$$R_t \leq 10\Omega$$

### II.4.3 PREDICCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE ADSL

Para determinar si se puede o no realizar la transmisión digital con tecnología ADSL, se debe realizar pruebas de medición, de la atenuación, el ruido en banda ancha y la diafonía, cuyos resultados nos indicaran los deterioros que presenta la transmisión digital, para realizar estas mediciones es posible poner marcha las siguientes pruebas:

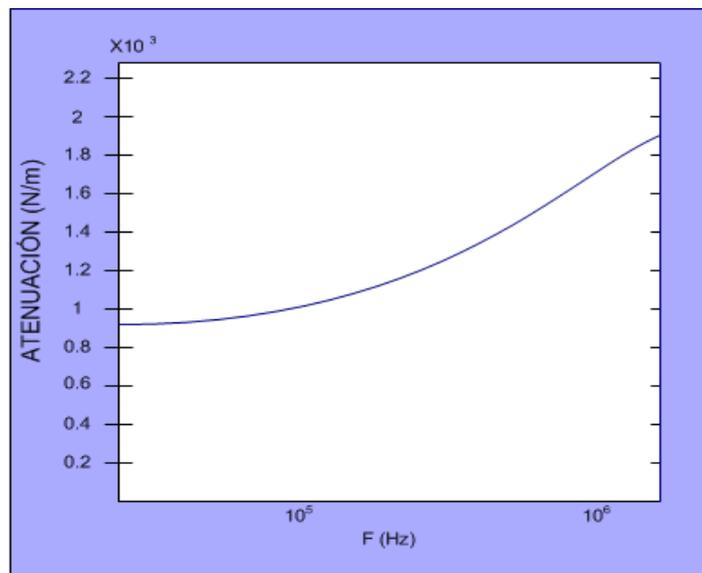
- Atenuación o pérdidas por inserción
- Ruido y ruido impulsivo
- Paradiafonía (*NEXT*)
- Telediafonía (*FEXT*)
- Capacidad de transmisión (bps)

• **ATENUACIÓN O PÉRDIDAS POR INSERCIÓN:**

La atenuación mide la capacidad de pérdidas sobre el bucle para determinar si la línea es capaz de soportar el ancho de banda ADSL que requiere el usuario, además hay que recordar que la atenuación es acumulativa. La medición se realiza con un equipo que permite inyectar una señal a una frecuencia y amplitud dada en un extremo del bucle de abonado y medir el nivel de la señal al otro extremo del mismo, la atenuación es muy dependiente de la frecuencia y por tanto no es posible comparar las mediciones con un solo valor estándar, para ello se hará referencia a un estudio realizado por el LASMEA (Laboratorio de ciencias y de materiales electrónicos y

automáticos) de la Universidad Blaise Pascal de Francia, en donde se determina una curva (Gráfico 26) que muestra los valores de atenuación en banda de uso del ADSL para un cable telefónico en optimas condiciones eléctricas y sin interferencia externas.

Entonces se deben comparar los valores obtenidos en la medición con el grafico de la Gráfico 26 según la frecuencia de prueba. Los valores obtenidos en este grafico han sido comparados además con los estándares GAS 3, ITU – 1976 y cumplen con esos requerimientos.



**Gráfico 26.** Gráfico de LASMEA.

**Fuente:** Ing. Francisco Andrade R./Ing. Marcos Orbe A, Tesis: CERTIFICACION DE LAS REDES TELEFONICAS DE ETAPA PARA BRINDAR SERVICIOS DIGITALES xDSL.

- **RUIDO Y RUIDO IMPULSIVO:**

Las pruebas de ruido son usadas para determinar el efecto de ruido de fondo y tonos sobre línea, mientras que las pruebas de ruido impulsivo cuentan el número de veces que picos en la señal exceden un predeterminado nivel de referencia, a continuación se muestran algunos valores de ruido para determinar si la red se encuentra en correcto estado:

| <b>Estado</b>  | <b>Ruido Metálico</b> | <b>Ruido a Tierra</b> | <b>Balance Longitudinal</b> |
|----------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------------|
| <b>Bueno</b>   | < - 60 dBm            | < - 50 dBm            | > + 40 dBm                  |
| <b>Regular</b> | > - 60 dBm            | > - 50 dBm            | < + 40 dBm                  |
| <b>Malo</b>    | < - 50 dBm            | > - 40 dBm            | < + 35 dBm                  |

Para las mediciones de ruido en altas frecuencias se utiliza un filtro G en los servidores DSL, dicho filtro tiene un ancho de banda de hasta 1.1 MHz

- **PARADIAFONIA:**

Es una prueba que se realiza en un solo terminal del bucle y mide la diafonía en el terminal cercano sobre el circuito, para ello se requiere dos pares telefónicos en el mismo cable blindado y una terminación pasiva al extremo remoto del mismo. Se transmite una señal en uno de los pares y se mide el nivel y frecuencia de la señal inducida en el otro par, existe diafonía cuando el nivel de la señal inducida sobre el segundo par es diferente de cero. El valor de la Paradiafonía deberá ser siempre inferior a -63dB a 1Khz.

- **TELEDIAFONIA:**

Es una prueba que necesita equipos a ambos extremos del bucle de abonado, y mide la cantidad de diafonía en el terminal lejano del circuito, para ello se requiere dos pares telefónicos en el mismo cable blindado y una terminación pasiva en el extremo lejano. Se transmite una señal en uno de los pares y se mide el nivel y frecuencia de la señal inducida en el otro par, existe diafonía cuando el nivel de la señal inducida sobre el segundo par es diferente de cero. El valor de la Telediafonía deberá ser siempre inferior a -74dB a 1Khz.

- **CAPACIDAD DE TRANSMISION:**

Con el uso de dos equipos conectados a ambos extremos del bucle de abonado se puede realizar mediciones de caudal máximo de

información de bits por segundo que la línea está en condiciones de transmitir. Los equipos a usarse deben trabajar como módems xDSL y enviar la información con los mismos formatos de tramas y mediante la misma modulación. Además de las pruebas antes mencionadas se pueden realizar otras adicionales como:

- Densidad espectral de potencia
- Razón señal a ruido
- Balance longitudinal

#### **II.4.4 REALIZACION DE LAS PRUEBAS**

Para las pruebas que componen la certificación del bucle con tecnología xDSL fueron realizadas con el equipo *SUNSET MTT*, con la única excepción de la prueba de aislamiento que se realiza con el equipo *MEGGER FLUKE* con rango de 50 a 1000 voltios dc. Las pruebas de Capacidad de transmisión y atenuación en banda ancha se realizan con la sincronización a ambos extremos de bucle, de los equipos AURORA PRESTO y/o AURORA TANGO, para cada tipo de prueba se requiere condiciones previas que se deben cumplir para su correcta ejecución y de una sincronización adecuada a ambos extremos del bucle entre las personas que manejan los equipos.

A continuación se muestra un estudio realizado por el personal de la empresa **ETAPA**, y que titula: "**ENCUESTA PARA LOS PROYECTOS DE BANDA ANCHA Y TELEFONIA CELULAR PARA EL CANTON CUENCA**". El mismo que proveerá, los distritos calificados como más importantes (33 distritos), en cuanto a su posible carga futura de abonados con servicio de banda ancha, así como también nos dará a conocer el estado actual de la planta externa de la operadora de telecomunicaciones **ETAPA**.

**Tabla 4.** La Tabla 4. Muestra para cada central: la cantidad de distritos, la cantidad de cajas de dispersión y la cantidad de abonados que componen las centrales.

| Central            | Total distri. | Caja disp. | Abonados |
|--------------------|---------------|------------|----------|
| <b>Centro</b>      | 88            | 5247       | 29076    |
| <b>Totoracocha</b> | 68            | 3474       | 19725    |
| <b>Ejido</b>       | 69            | 3642       | 16902    |
| <b>Patamarca</b>   | 9             | 407        | 1532     |
| <b>Arenal</b>      | 9             | 428        | 2215     |
| <b>Total</b>       | 243           | 13198      | 69450    |

**Fuente:** Ing. Francisco Andrade R./Ing. Marcos Orbe A, Tesis: CERTIFICACION DE LAS REDES TELEFONICAS DE ETAPA PARA BRINDAR SERVICIOS DIGITALES xDSL.

#### II.4.4.1 DETERMINACIÓN ESTADÍSTICA DE LAS MUESTRAS.

La siguiente información ha sido tomada del documento “**CERTIFICACION DE LAS REDES DE ETAPA PARA BRINDAR SERVICIOS DIGITALES xDSL**” con el propósito de ampliar el marco teórico y aportar con el desarrollo de nuestra investigación

En este documento se han realizado cálculos estadísticos, mismos que han sido utilizados para la determinación del tamaño de la muestra, con el objetivo de determinar el número de pares telefónicos a los que se va a intervenir para realizar las pruebas tanto de certificación del bucle como pronóstico de las características en la transmisión ADSL se expondrá en las siguientes secciones una breve reseña teórica que permitirá asegurar resultados adecuados a partir de una muestra de la población total de bucles existentes en la planta externa de la empresa **ETAPA**.

## Bases para el Cálculo de la Muestra.

### Para la Determinación.

En la Tabla 5 se ha incluido una columna de distribución efectiva de los distritos por central, para determinar esta columna se ha tenido en cuenta aspectos como las dificultades de movilización del personal de pruebas entre distritos y el número de distritos que es posible realizar por día. Finalmente se explica que los distritos asignados son aquellos que no estén a más de 1.5 Km de distancia desde la central hasta el armario respectivo, esto se debe a que los distritos alejados serán reorganizados.

El resultado del estudio antes mencionado (**"ENCUESTA PARA LOS PROYECTOS DE BANDA ANCHA Y TELEFONIA CELULAR PARA EL CANTON CUENCA"**), se muestra en consecuencia en la Tabla 5.

**Tabla 5.** Se aprecia un número de distritos importantes seleccionados en 5 centrales de la Tabla 4.

| Central            | Distritos Selec. | Importancia (%) | Distribución (# de distritos) | Dist. Efectiva (# de distritos) |
|--------------------|------------------|-----------------|-------------------------------|---------------------------------|
| <b>Centro</b>      | 17               | 30.91           | 10.2                          | 10                              |
| <b>Totoracocha</b> | 8                | 14.55           | 4.8                           | 6                               |
| <b>Ejido</b>       | 27               | 49.09           | 16.2                          | 15                              |
| <b>Patamarca</b>   | 1                | 1.82            | 0.6                           |                                 |
| <b>Arenal</b>      | 2                | 3.64            | 1.2                           | 2                               |
| <b>Total</b>       | 55               | 100.00          | 33                            | 33                              |

**Fuente:** Ing. Francisco Andrade R./Ing. Marcos Orbe A, Tesis: CERTIFICACION DE LAS REDES TELEFONICAS DE ETAPA PARA BRINDAR SERVICIOS DIGITALES xDSL.

Los porcentajes obtenidos en Importancia y Distribución (# de distritos) de la Tabla anterior son simples relaciones porcentuales para obtener porcentajes y números relativos de información así:

**Central CENTRO.**

$$Importancia(\%) = \frac{\# \text{ de distritos selec.} \times 100\%}{\# \text{ total distritos selec.}}$$

$$Importancia(\%) = \frac{17 \times 100\%}{55} = 30.91$$

$$Distribución (\# \text{ de Distritos}) = \frac{\# \text{ Total de distritos} \times \% \text{ de Importancia}}{100\%}$$

$$Distribución (\# \text{ de Distritos}) = \frac{33 \times 30.91}{100\%} = 10.20$$

**II.4.5 ANALISIS DE PRUEBAS EN BUCLE COMPLETO Y POR SECCIONES.**

El análisis de los resultados se enfocara hacia dos objetivos, el primero determinar si los bucles de abonado son o no capaces de soportar la transmisión en banda ancha y con que grado de confiabilidad lo podrán realizar, y el segundo objetivo es analizar la certificación xDSL del bucle de abonado. La información resultante que se muestra en la Tabla 4, fue tomado de la Tesis que titula: "**CERTIFICACION DE LAS REDES TELEFONICAS DE ETAPA PARA BRINDAR SERVICIOS DIGITALES xDSL**", la cual muestra un resumen de la información recolectada de los distritos 201 y 222, del EJIDO, en los que se efectuó las pruebas por secciones del bucle y además las pruebas del bucle completo sobre los mismos abonados.

En primer lugar este análisis quiere conseguir que la certificación xDSL, de un par telefónico sea necesario realizar las pruebas sobre bucle completo (desde la central hasta el abonado) o efectuar las pruebas sobre cada sección del bucle (primario, secundario), se debe explicar que sobre la tercera línea no se han realizado todo el conjunto de pruebas debido a que el cable de acometida utilizado hasta el momento no esta diseñado para transmisiones digitales, será con seguridad cambiado cuando se requiera brindar el servicio.

El estudio contempla algunas mediciones como la Capacitancia, Aislamiento y resistencia de bucle, sobre varios pares de los distritos 201 y 222 de la central EJIDO.

**Tabla 6.** Mediciones realizadas sobre varios pares de los distritos 201 y 202 de la central EJIDO, Capacitancia, Aislamiento, Resistencia de bucle.

| <b>DISTRITO 201</b>     |               |               |                |               |               |                |               |               |                |               |               |                |               |               |                |
|-------------------------|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|----------------|
| <b>Regleta / Par</b>    | <b>127/51</b> |               |                | <b>450/26</b> |               |                | <b>450/63</b> |               |                | <b>452/43</b> |               |                | <b>453/19</b> |               |                |
| <b>Medición</b>         | MDF - Caja    | MDF - Armario | Armario - Caja | MDF - Caja    | MDF - Armario | Armario - Caja | MDF - Caja    | MDF - Armario | Armario - Caja | MDF - Caja    | MDF - Armario | Armario - Caja | MDF - Caja    | MDF - Armario | Armario - Caja |
| <b>C (nF)</b>           | 52.21         | 28.09         | 23.2           | 47.13         | 21.23         | 25.3           | 44.79         | 21.33         | 22.94          | 48.72         | 21.57         | 26.55          | 32.92         | 21.05         | 11.64          |
| <b>Aisl. (GΩ) A - B</b> | 0.735         | 0.917         | 10             | 0.745         | 0.69          | 10             | 1.66          | 1.27          | 10             | 1.52          | 0.69          | 10             | 2.4           | 2.3           | 10             |
| <b>Rbucle(Ω)</b>        | 295           | 157           | 125            | 286           | 148           | 139            | 281           | 149           | 133            | 261           | 148           | 113            | 210           | 146           | 63             |
| <b>DISTRITO 222</b>     |               |               |                |               |               |                |               |               |                |               |               |                |               |               |                |
| <b>Regleta / Par</b>    | <b>127/51</b> |               |                | <b>450/26</b> |               |                | <b>450/63</b> |               |                | <b>452/43</b> |               |                | <b>453/19</b> |               |                |
| <b>Medición</b>         | MDF - Caja    | MDF - Armario | Armario - Caja | MDF - Caja    | MDF - Armario | Armario - Caja | MDF - Caja    | MDF - Armario | Armario - Caja | MDF - Caja    | MDF - Armario | Armario - Caja | MDF - Caja    | MDF - Armario | Armario - Caja |
| <b>C (nF)</b>           | 52.21         | 28.09         | 23.2           | 47.13         | 21.23         | 25.3           | 44.79         | 21.33         | 22.94          | 48.72         | 21.57         | 26.55          | 32.92         | 21.05         | 11.64          |
| <b>Aisl. (GΩ) A - B</b> | 0.735         | 0.917         | 10             | 0.745         | 0.69          | 10             | 1.66          | 1.27          | 10             | 1.52          | 0.69          | 10             | 2.4           | 2.3           | 10             |
| <b>Rbucle(Ω)</b>        | 295           | 157           | 125            | 286           | 148           | 139            | 281           | 149           | 133            | 261           | 148           | 113            | 210           | 146           | 63             |

**Fuente:** Ing. Francisco Andrade R./Ing. Marcos Orbe A, Tesis: CERTIFICACION DE LAS REDES TELEFONICAS DE ETAPA PARA BRINDAR SERVICIOS DIGITALES xDSL.

En la tabla anterior se puede apreciar que:

- La suma de los valores de capacitancia en la red primaria (MDF - Armario) con la red secundaria (Armario - Caja), da un valor aproximado a la capacitancia encontrada en el bucle completo (MDF - Caja), lo que confirma la teoría de la aditividad de la capacitancia.
- La resistencia de bucle posee también la característica de aditividad.
- Al realizar la prueba de aislamiento en el bucle completo, no es directamente la suma de los aislamientos obtenidos en las secciones bucle. La característica de aditividad se muestra en la conductancia (1/R).

- La prueba de aislamiento a bucle completo posee un error, el mismo que se atribuye a un efecto de manipulación de los datos, y es que todos los valores que se muestran con “10GΩ” de aislamiento se deben a las pruebas donde el MEGGER llegó al límite de su escala, una representación más exacta de estos valores sería “≥ 10 GΩ”.

Para mostrar de una mejor manera la evaluación de la red para verificar la capacidad de transmisión digital, se encontraron promedio de las velocidades y atenuación, así como también de tensiones extrañas al bucle.

**Tabla 7.** Distrito 201.

| Medición                | MDF - Abon |      | MDF - Caja |      | MDF - Armario |      | Armario - Caja |      |
|-------------------------|------------|------|------------|------|---------------|------|----------------|------|
|                         | Asc        | Desc | Asc        | Desc | Asc           | Desc | Asc            | Desc |
| <b>Tx entrel (Kb/s)</b> | 857.6      | 7616 | 896        | 7616 | 646.4         | 7616 | 864            | 7616 |
| <b>Atenuación (dB)</b>  | 14         | 17.7 | 13.9       | 17.4 | 9.625         | 16.6 | 8              | 10.5 |
| <b>VDC (V) A - B</b>    |            |      | -0.1656    |      | -0.0952       |      | -0.001         |      |
| <b>VAC (V) A - B</b>    |            |      | 0.001      |      | 0.0008        |      | 0.001          |      |

**Tabla 8.** Distrito 222.

| Medición                | MDF - Abon |       | MDF - Caja |      | MDF - Armario |      | Armario - Caja |      |
|-------------------------|------------|-------|------------|------|---------------|------|----------------|------|
|                         | Asc        | Desc  | Asc        | Desc | Asc           | Desc | Asc            | Desc |
| <b>Tx entrel (Kb/s)</b> | 789.3      | 7616  | 896        | 7616 | 896           | 7616 | 896            | 7616 |
| <b>Atenuación (dB)</b>  | 20.5       | 27.83 | 19.25      | 26.5 | 15.5          | 20   | 8.3            | 8.5  |
| <b>VDC (V) A - B</b>    |            |       | 0.2572     |      | 0.0712        |      | -0.0014        |      |
| <b>VAC (V) A - B</b>    |            |       | 0.0016     |      | 0.0068        |      | 0              |      |

**Fuente:** Ing. Francisco Andrade R./Ing. Marcos Orbe A, Tesis: CERTIFICACION DE LAS REDES TELEFONICAS DE ETAPA PARA BRINDAR SERVICIOS DIGITALES xDSL.

En las tablas 7 y 8, se puede notar los siguientes aspectos:

- Las velocidades en la red primaria, secundaria y en su totalidad son muy similares por lo que no sería un factor predominante al momento de evaluar el estado real de un bucle, esto es debido a que la tecnología ADSL tiende adaptarse al medio por el que se transmite y

busca la mayor eficiencia a lo largo de todos los subcanales de transmisión.

- La atenuación de MDF – Abonado tanto ascendente como descendente (upstream y downstream, respectivamente), es mayor que el de MDF – Caja, debido a que la acometida de abonado (cable gemelo negro), produce atenuación de la señal pues no es ni entorchada ni apantallada.
- La atenuación encontrada en el MDF – Caja, no es igual a la suma de los valores encontrados en MDF – Armario y Armario – Caja, una de las causas es que atenuación no es aditiva directamente a lo largo del bucle.
- En cuanto a las tensiones VDC y VAC, estas varían de una parte a otra, pues depende de varios factores como aislamiento del cable, cercanía a una fuente de interferencia, etc., y tampoco dichas tensiones obtenidas en la totalidad del bucle son iguales a la suma de los valores obtenidos en la parte primaria y secundaria de la red.

De todo lo antes mencionado se puede ver que la certificación del bucle abonado es necesario realizar las pruebas correspondientes sobre el bucle completo de abonado, debido a varias razones:

- Si las pruebas se realizan por secciones, los valores necesarios para certificar el bucle de abonado tendrán que ser encontradas adicionalmente los valores de cada sección, pero como se vio no muestra un valor exacto para el bucle completo de abonado, esto se debe a varias razones:
- Si las pruebas se realizan por secciones, los valores necesarios para certificar el bucle de abonado tendrán que ser encontrado adicionalmente los valores de cada sección, lo cual hace que el valor del bucle completo no sea exacto.
- La transmisión digital se realiza sobre el bucle completo de abonado y no sobre secciones, esto implicara que la certificación de bucle

tomara más tiempo, por ende aumentarían los costos en la mano de obra.

- Al realizar las pruebas por secciones, no se están considerando algunas características para la transmisión digital por el bucle de abonado, como son cruzadas en los armarios, las conexiones en las borneras de armarios y cajas de dispersión.
- Las pruebas por secciones resulta útil para detectar las secciones del bucle en donde se encuentra la falla o la mayor deficiencia en los parámetros eléctricos, además esta información podría ser útil para la implementación de un servicio VDSL.

#### II.4.6 CERTIFICACIÓN xDSL DE PARES TELEFÓNICOS EN ETAPA.

En esta sección se muestra un análisis de los datos obtenidos en los 33 distritos correspondientes a las centrales: Ejido, Centro, Totoracocha y el Arenal (Tabla 4). A continuación se procede al análisis de los resultados, para ello se toma como referencia las secuelas de la Tesis que titula: **“CERTIFICACION DE LAS REDES TELEFONICAS DE ETAPA PARA BRINDAR SERVICIOS DIGITALES xDSL”**. En lo que respecta a certificación, se presenta seguidamente algunas estadísticas que dejan ver en que porcentajes la planta externa de **ETAPA** puede ser calificada como idónea para la transmisión digital.

Así se tiene que la resistencia de bucle debe cumplir la propiedad de ser siempre menor que  $1.8K\Omega$  lo que se cumple en los siguientes porcentajes:

| Resistencia de bucle |          |        |             |           |
|----------------------|----------|--------|-------------|-----------|
|                      | El Ejido | Centro | Totoracocha | El Arenal |
| <b>% éxito</b>       | 100      | 96     | 94          | 100       |
| <b>Long. Max.(m)</b> | 4025     | 1469   | 1635        | 844.7     |

Se ha anotado además como referencia la longitud del bucle más largo probado para cada central.

En el 4% restante de la central Centro y en el 6% restante de la central Totoracocha no se pudo recolectar datos por problemas de sulfatación en los contactos de las cajas de dispersión.

El valor de  $\Delta$  resistivo muy importante para lo que a interferencias electromagnéticas se refiere debe ser según la norma  $\leq 2\%$  del bucle y nunca  $\geq 17\Omega$ , la red muestra los siguientes porcentajes de bucles que pasan la prueba:

| <b>Delta Resistivo</b>                    |          |        |             |           |
|---|----------|--------|-------------|-----------|
|   | El Ejido | Centro | Totoracocha | El Arenal |
| <b>% éxito &lt; 2%</b>                    | 57.8     | 3.6    | 0           | 30        |
| <b>% éxito &lt; 17<math>\Omega</math></b> | 62.5     | 3.6    | 0           | 30        |
| <b>% Fallo en prueba</b>                  | 21.87    | 59     | 68.7        | 60        |

Los fallos en prueba que se notan en la tabla anterior tienen su causa en la falta de continuidad de pantalla, en otras palabras existe muy bajo aislamiento entre hilo y pantalla e inclusive corto circuito hilo – pantalla a lo largo del bucle.

El aislamiento de un bucle de abonado según la norma debe ser  $\geq 10 G\Omega \cdot Km$ . La tabla siguiente muestra en que porcentajes los bucles han pasado esta prueba.

| <b>Aislamiento</b> |          |        |             |           |
|--------------------|----------|--------|-------------|-----------|
|                    | El Ejido | Centro | Totoracocha | El Arenal |
| <b>% éxito</b>     | 17.2     | 7.2    | 9.3         | 0         |

Se puede concluir diciendo que la medición de aislamiento es generosa para el bucle.

La capacidad mutua debe encontrarse en el rango entre 50 y 54 nF/Km.

| <b>Capacitancia mutua</b>   |          |        |             |           |
|-----------------------------|----------|--------|-------------|-----------|
|                             | El Ejido | Centro | Totoracocha | El Arenal |
| <b>% éxito</b>              | 42.2     | 55     | 9.3         | 80        |
| <b>% Falla (&gt; 54 nF)</b> | 35.9     | 19.6   | 62.5        | 20        |
| <b>% Falla (&lt; 50 nF)</b> | 21.8     | 25     | 28.1        | 0         |

Es importante notar que una capacitancia menor que la nominal implica una excesiva separación de conductores en la construcción de la red, mientras una capacitancia mayor que la nominal muestra problemas en el aislamiento que altera el factor de permitividad del dieléctrico.

El valor de  $\Delta$  **capacitancia** no debe superar según la norma el 2% del bucle.

Las pruebas realizadas muestran los siguientes resultados:

| <b>Delta capacitivo</b> |          |        |             |           |
|-------------------------|----------|--------|-------------|-----------|
|                         | El Ejido | Centro | Totoracocha | El Arenal |
| <b>% éxito</b>          | 81.25    | 80.3   | 72          | 60        |

Según la norma, las tensiones extrañas al bucle pueden ser calificadas según los siguientes límites:

|                            |                  |
|----------------------------|------------------|
| <b>-48dBV</b>              | <b>Excelente</b> |
| <b>-48dB y &lt; -30dBV</b> | Regular          |
| <b>-30dBV</b>              | Malo             |

Las pruebas dan los siguientes resultados para la central el Ejido en porcentajes respecto del total de bucles probados:

|                      | <b>Excelente (%)</b> | <b>Regular (%)</b> | <b>Malo (%)</b> |
|----------------------|----------------------|--------------------|-----------------|
| <b>VDC ( A – B )</b> | 25.00                | 21.88              | 53.13           |
| <b>VDC ( A – P )</b> | 7.81                 | 21.88              | 70.31           |
| <b>VDC ( B - P )</b> | 10.94                | 17.19              | 71.88           |
| <b>VAC ( A – B )</b> | 43.75                | 20.31              | 35.94           |
| <b>VAC ( A – P )</b> | 3.13                 | 28.13              | 68.75           |
| <b>VAC ( B – P )</b> | 1.56                 | 25.00              | 73.44           |

Para la central Centro se tiene los siguientes resultados:

|                      | <b>Excelente (%)</b> | <b>Regular (%)</b> | <b>Malo (%)</b> |
|----------------------|----------------------|--------------------|-----------------|
| <b>VDC ( A – B )</b> | 16.07                | 21.43              | 62.50           |
| <b>VDC ( A – P )</b> | 7.14                 | 21.43              | 71.43           |
| <b>VDC ( B - P )</b> | 1.79                 | 25.00              | 73.21           |
| <b>VAC ( A – B )</b> | 50.00                | 41.07              | 8.93            |
| <b>VAC ( A – P )</b> | 0.00                 | 39.29              | 60.71           |
| <b>VAC ( B – P )</b> | 0.00                 | 41.07              | 58.93           |

Para la central Totoracocha se tiene los siguientes resultados:

|                      | <b>Excelente (%)</b> | <b>Regular (%)</b> | <b>Malo (%)</b> |
|----------------------|----------------------|--------------------|-----------------|
| <b>VDC ( A – B )</b> | 12.50                | 31.25              | 56.25           |
| <b>VDC ( A – P )</b> | 3.13                 | 28.13              | 68.75           |
| <b>VDC ( B - P )</b> | 0.00                 | 21.88              | 78.13           |
| <b>VAC ( A – B )</b> | 53.13                | 37.50              | 9.38            |
| <b>VAC ( A – P )</b> | 3.13                 | 31.25              | 65.63           |
| <b>VAC ( B – P )</b> | 0.00                 | 40.63              | 59.38           |

Y, finalmente para la central El Arenal se tiene:

|                      | <b>Excelente ( % )</b> | <b>Regular ( % )</b> | <b>Malo ( % )</b> |
|----------------------|------------------------|----------------------|-------------------|
| <b>VDC ( A – B )</b> | 70.00                  | 10.00                | 20.00             |
| <b>VDC ( A – P )</b> | 60.00                  | 30.00                | 10.00             |
| <b>VDC ( B - P )</b> | 80.00                  | 10.00                | 10.00             |
| <b>VAC ( A – B )</b> | 100.00                 | 0.00                 | 0.00              |
| <b>VAC ( A – P )</b> | 0.00                   | 60.00                | 40.00             |
| <b>VAC ( B – P )</b> | 0.00                   | 60.00                | 40.00             |

Con el objetivo de mostrar características adicionales, se estudia a continuación lo concerniente a los caudales de información alcanzados en transmisión digital con respecto a las longitudes de los bucles. En la Gráfico 26 se aprecia tres secciones con características propias del Ejido.

- En distancias de hasta aproximadamente 1100m las velocidades ascendente y descendente alcanzan el máximo, 960 y 7616 Kbps respectivamente, y conserva una relativa estabilidad.
- En distancias desde los 1100m hasta 2000m más o menos, las velocidades sufren tal variación que no es factible establecer una característica estable de comportamiento.
- En distancias por encima de los 2000m, las velocidades que se alcanzan tienden una notable tendencia a la bajada, es decir mayor distancia menor velocidad; notándose mucho mas en velocidades descendentes.

Gráficos similares al de la Gráfico 26 se pueden construir con la información obtenida de la central Centro y Totoracocha, tomando como referencia los datos obtenidos en la tesis que titula: "**CERTIFICACION DE LAS REDES TELEFONICAS DE ETAPA PARA BRINDAR SERVICIOS DIGITALES xDSL**".

En la central El Arenal no se realizo un grafico similar a los anteriores, debido a que el tamaño de la muestra es muy pequeño, por lo que el grafico no mostrara las reales tendencias de la transmisión digital.

Un análisis adicional son las tasas de error, cuya información será brindada por los equipos Aurora al probar la transmisión digital, las transmisiones digitales de alta calidad requieren tasas de error (BER) menores que 1 en 10<sup>9</sup>, por lo que se espera conteo de errores de entre 0 y 1 para asegurar una alta calidad de transmisión, enseguida se muestra los siguientes resultados:

| <b>Tazas de error</b> |          |        |             |           |
|-----------------------|----------|--------|-------------|-----------|
|                       | El Ejido | Centro | Totoracocha | El Arenal |
| <b>% éxito</b>        | 75       | 89     | 71.88       | 90        |

Las tasas de error nos permiten notar la existencia de un problema de variabilidad de las condiciones eléctricas del bucle durante la transmisión, por ende esto indica un problema de confiabilidad, también hay que considerar que en estas pruebas no se considero las diferentes condiciones climáticas.

En esta sección se enfocara el análisis al parámetro atenuación a lo largo del bucle, para saber si la atenuación es alta o baja dependiendo de las características del bucle, para efectos de comparación se utilizara la atenuación encontrada en cada bucle para la señal descendente y se comparara contra la atenuación a 1Mhz, que resulta cercano a los 15dB/Km. Los resultados de esta comparación son:

| <b>Atenuación</b>                |          |        |             |           |
|----------------------------------|----------|--------|-------------|-----------|
|                                  | El Ejido | Centro | Totoracocha | El Arenal |
| <b>% &gt; 15 y &lt; 20 dB/Km</b> | 61       | 75     | 65.6        | 20        |

Lo que se ha encontrado es el porcentaje de bucles cuya atenuación esta entre los 15 y 20 dB/Km. Los porcentajes que faltan son de los bucles cuya atenuación supera los 20 dB/Km

En esta parte se medirá la atenuación del bucle que tiene la tercera línea o acometida de abonado. Los resultados son los siguientes:

| <b>Atenuación debido a 3ra Línea</b> |          |        |             |           |
|--------------------------------------|----------|--------|-------------|-----------|
|                                      | El Ejido | Centro | Totoracocha | El Arenal |
| <b>0.5 dB o mas</b>                  | 61       | 54     | 53.1        | 40        |
| <b>Aten. Nula</b>                    | 9.3      | 28.5   | 28.1        | 30        |
| <b>Aten. Negativa</b>                | 29.6     | 35.7   | 18.7        | 30        |

## CONCLUSIONES

En la actualidad este deseo de transmitir televisión a través de un par telefónico ha sido uno de los incentivos mayores de desarrollo en el ámbito de las telecomunicaciones, además este deseo se está tornando realidad en muchos países gracias a los nuevos y variados desarrollos tecnológicos y a la flexibilidad en el ámbito regulatorio. Este servicio despierta grandes intereses en muchos actores, aunque estos últimos pueden resumirse en tres:

- Proveedores de servicios de telecomunicaciones
- Propietarios y generadores de contenidos
- Clientes y consumidores.

En primer lugar los proveedores de servicios de telecomunicaciones podrán superar la caída de ingresos por las llamadas de voz, sólo telefónicas, así pueden ofrecer una nueva gran variedad de servicios y aumentar la fidelidad de los clientes.

Para los propietarios y generadores de los contenidos, IPTV (Television sobre el protocolo IP) resulta ser una nueva forma de llegar a los clientes, y para las marcas y publicistas una nueva forma de presencia, de esta forma se genera un nuevo modelo de negocios.

Por último, los clientes y consumidores tendrán acceso a una nueva fuente de entretenimiento, música y noticias capaz de crear un cambio rotundo en el servicio y modo de ver los distintos programas.

Tradicionalmente las telecomunicaciones han ido ganando confiabilidad y calidad de servicio, llegando al punto de poder brindar servicios *triple-play* y *quad-play*. IPTV consiste en el método de entrega y vista de programas de televisión utilizando una red IP y tecnología de acceso de banda ancha de alta velocidad. Más allá de una nueva forma de distribución de contenidos, IPTV promete crear una nueva cultura acerca de la experiencia de ver televisión. IPTV, a diferencia del *Broadcasting* tradicional donde se transmiten los mismos contenidos a todos los usuarios, IPTV permite prescindir de la programación fija, ya que como en Internet, los contenidos pueden bajarse y reproducirse en cualquier momento, cuando el televidente desee verlo.

## **CAPITULO III**

### **TRANSMISION DE LA SEÑAL DE IPTV (ADSL)**

#### **III. INTRODUCCION.**

Después de la supervivencia, e íntimamente relacionada con ella, la siguiente necesidad del hombre ha sido la de comunicarse con sus semejantes, utilizando todos los recursos que ha podido ingeniar: el habla, la escritura, el dibujo, etc. Hoy en día la comunicación, no solo es necesaria entre los seres humanos, sino que el hombre y la maquina también la necesitan, e incluso las maquinas entre sí, sin la aparente presencia y control del hombre.

Conforme avanza la historia y la tecnología, esta comunicación necesita cada vez mayores distancias, rapidez, fiabilidad, y que transporte datos, naciendo de esta manera las telecomunicaciones.

Cabe recordar que en todo proceso de telecomunicaciones existen tres elementos importantes, como son: un elemento generador de información, luego un medio de transmisión y por ultimo un destinatario, información que viene asociada con un conjunto de normas estandarizadas a nivel mundial, que garanticen que dos terminales de comunicación puedan intercambiar información, tanto en su emisión, como en su recepción.

La red telefónica fue desarrollada en su momento con un propósito básico: el que dos personas hablen entre si durante periodos relativamente cortos de tiempo haciendo uso del teléfono, lo que nos lleva a comprender en la actualidad, que no podían haber anticipado inventos posteriores como las computadoras, el modem o Internet, habiendo encontrado en este medio una herramienta indispensable para nacimiento de estas nuevas tecnologías, misma que han sido vitales en el desarrollo humano.

Esta red es comúnmente denominada Red Pública Telefónica Conmutada (RPTC) o PSTN (*Public Switched Telephone Network*). Existen muchas diferencias entre la RPTC y el Internet, como por ejemplo, que la mayoría de los componentes de la RPTC se llama conmutadores y la mayoría de los componentes de Internet se llaman enrutadores (routers).

Cuando se habla de analógico, el término ancho de banda (*bandwidth*, BW) se usa para indicar el rango de frecuencias en el que la señal analógica trabaja, por lo que es normal decir que la señal de televisión analógica ocupa un ancho de banda de 8Mhz. Aquí el término ancho de banda significa lo mismo que rango de frecuencias. Pero cuando se trata de digital, el término ancho de banda tiene un segundo significado, pues se mide en bits por segundo en lugar de ciclos por segundo, generalmente se escucha decir que este acceso a internet tiene un ancho de banda de 64 Kbps.

Otro concepto muy importante que debemos tomar en cuenta y que se presta a confusión es el de banda ancha (broadband), éste refiere a un enlace de telecomunicaciones que opera a más de 2 Mbps. Los sistemas DSL son métodos que proporcionan acceso de banda a usuarios residenciales.

Este capítulo describe básicamente, los aspectos técnicos de la tecnología utilizada para poder proveer de servicios de banda ancha a través de par trenzado de cobre. Con el rápido crecimiento de Internet en los últimos años, la cantidad de abonados que conectan a Internet ha crecido exponencialmente. Al principio, los usuarios se sorprendían por la riqueza de contenidos y la flexibilidad del servicio, factores que no se habían ofrecido hasta entonces. Pasado el primer momento y debido al incremento de usuarios y el desarrollo de nuevas aplicaciones con mayor demanda de velocidad de transmisión, las limitaciones del sistema de comunicaciones actual (a través del canal telefónico) provocan que éste sea insuficiente para satisfacer al abonado en sus crecientes necesidades de velocidad de transmisión o ancho de banda.

Las tecnologías DSL (Línea de Abonado Digital) tratan de dar solución a este problema. Son capaces de transportar desde centenares de kilobits por segundo (Kbps) a decenas de megabits por segundo (Mbps). Los factores que impulsaron al rápido desarrollo de la tecnología ADSL fue la amenaza que constituían para las operadoras de cable. ADSL se desarrolló en 1989 en los laboratorios de Telcordia Technologies Inc., en Morristown (New Jersey), entonces conocida como Bellcore. En un principio ADSL se pensó para poder ofrecer vídeo bajo demanda. En 1995 la *American National Standard Institute* (ANSI) aprobó la primera versión de ADSL, la T1.413. La segunda versión se aprobó en 1998. En 1994 se conformó el ADSL Fórum para promover el uso de esta tecnología.

### III.1 TECNOLOGIAS xDSL.

Las siglas xDSL denotan cualquier tecnología de la familia DSL, que a su vez significa "Digital Subscriber Line" o Línea de Abonado Digital: HDSL (*High Bit Rate DSL*), VDSL (*Very High Bit Rate DSL*), SDSL (*Symmetric DSL*), RADSL (*Rate Adaptive DSL*), ADSL (*Asymmetric Digital Subscriber Line*). Cada una de estas tecnologías tienen distintas características en cuanto a prestaciones (velocidad de la transmisión de datos) y distancia de la central (ya que el cable de cobre no estaba pensado para eso, a cuanto más distancia peores prestaciones). Entre estas tecnologías la más adecuada para un uso domestico es la llamada ADSL. Las tecnologías xDSL convierten las líneas analógicas convencionales en digitales de alta velocidad, con las que es posible ofrecer servicios de banda ancha en el domicilio de los abonados, similares a los de las redes de cable o las inalámbricas, aprovechando los pares de cobre existentes, siempre que estos reúnan un mínimo de requisitos en cuanto a la calidad del circuito y distancia.

El factor común de todas las tecnologías DSL es que funcionan sobre par trenzado (el mismo que se usa para las comunicaciones telefónicas de voz ordinarias), como canal de banda ancha, para así proporcionar una transmisión de datos de alta capacidad y full-dúplex (transmisión simultánea en dos sentidos), sin amplificadores ni repetidores de señal a lo largo de la

ruta del cableado, entre la conexión del cliente y el primer nodo de la red. Las tecnologías xDSL tienen un acceso punto a punto a través de la red pública, que permiten un flujo de información tanto simétrico como asimétrico y de alta velocidad sobre el bucle de abonado.

Estas tecnologías se caracterizan también por la relación entre la distancia alcanzada entre módems, velocidad y simetrías entre el tráfico descendente (el que va desde la central hasta el usuario) y el ascendente (en sentido contrario). Como consecuencia de estas características, cada tipo de módem DSL se adapta preferentemente a algún tipo de aplicaciones.

Pese a todo, siempre existen límites, así que no todos los bucles de abonado son capaces de soportar xDSL. En efecto, si la longitud del bucle es muy grande, el incremento de la atenuación puede impedir que se logre una transmisión medianamente fiable sobre la línea. Esta tecnología ofrece servicios de banda ancha sobre conexiones que no superen los 6 Km de distancia entre la central telefónica y el lugar de conexión del abonado; dependiendo de:

- Velocidad alcanzada
- Calidad de las líneas
- Distancia
- Esquema de modulación utilizada
- Calibre del cable

La ventaja de las tecnologías xDSL consiste en soportar varios canales sobre un único par de cables. Basándonos en esto, los operadores telefónicos proporcionan habitualmente tres canales: dos para datos (bajada y subida) y uno para voz, a continuación se presenta el conjunto de tecnologías que hacen a la familia xDSL, En la categoría de los simétricos Gráficon HDSL, SDSL, y ISDL; y asimétricos lo componen: ADSL, RADSL, ADSL Lite y VDSL. Cada uno de ellos se diferencia entre sí por la técnica de procesamientos digital de señales desarrollada para lograr las altas velocidades, entre las que se encuentran: codificación de línea 2B1Q (*2 Binary. 1 Quaternary*),

CAP (Fase/Amplitud sin portadora - *Carrier-Less Amplitude and Phase Modulation*), DMT (Modulación de multitonos discretos - *Discrete Multi-Tone Modulation*). Basta señalar ahora que el código de línea 2B1Q se emplea fundamentalmente para HDSL, ISDL y SDSL, mientras que las modulaciones CAP, DMT, y DWMT se emplean básicamente para ADSL, RADSL, ADSL2+, ADSL Lite, VDSL.

### III.1.1 DESCRIPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS xDSL.

Existen diferentes tipos de tecnologías xDSL, que se clasifican en cuanto a su evolución, características y ventajas, las cuales son:

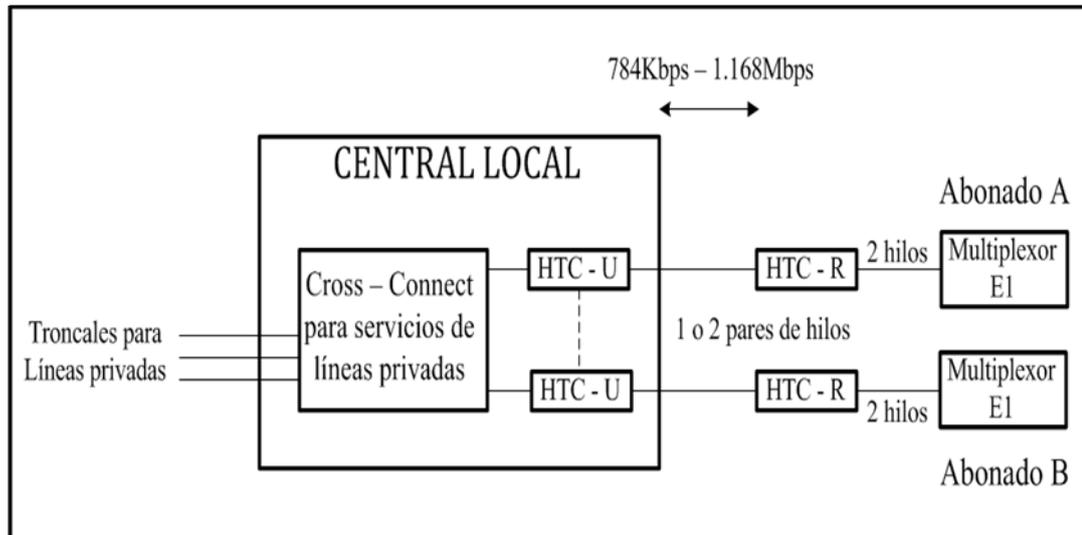
#### **HDSL (*High data rate Digital Subscriber Line*).**

Es una técnica ideada para la transmisión a través de cables de cobre de tramas T1 (EE.UU.) o E1 (Europa), las cuales están formadas por varios canales telefónicos. Su inconveniente es que requiere el empleo de varios pares de cobre: dos para transportar una trama T1 y tres para una E1. Los módems HDSL fueron, diseñados para ofrecer servicios a velocidades de hasta de 2,048 Mbit/s, en anchos de banda que varían entre 8 KHz y 240 KHz, según la técnica de modulación utilizada de forma simétrica.

El HDSL original a 1,544 Mbps utilizaba 2 pares de cobre y se extendía hasta 4,5 Kilómetros. El HDSL a 2,048 Mbps necesitaba 3 pares para la misma distancia (pero no más). Por tanto, se puede decir que no puede emplearse en el bucle de abonado (que sólo tiene un par), las aplicaciones típicas para HDSL serían para la conexión de centralitas PBX, las antenas situadas en las estaciones base de las redes telefónicas celulares, servidores de Internet, interconexión de LANs (Redes de Área Local) y redes privadas de datos.

La Gráfico 27, muestra un sistema HDSL para ofrecer un servicio de líneas privadas dedicadas 1.168 Mbps, con HDSL el proveedor del servicio adquiere dos equipos, los cuales deben ser del mismo distribuidor, ya que la

interoperabilidad no ha sido un tema de preocupación hasta la aparición de HDSL2. Estos dos equipos son las Unidades de Terminación HDSL (HTU, HDSL Termination Unit) en la parte de la central (HTU - C) y la HTU - R que se encuentra en la unidad remota y lo más cercano posible a los equipos de usuarios



**Gráfico 27.** Arquitectura HDSL.

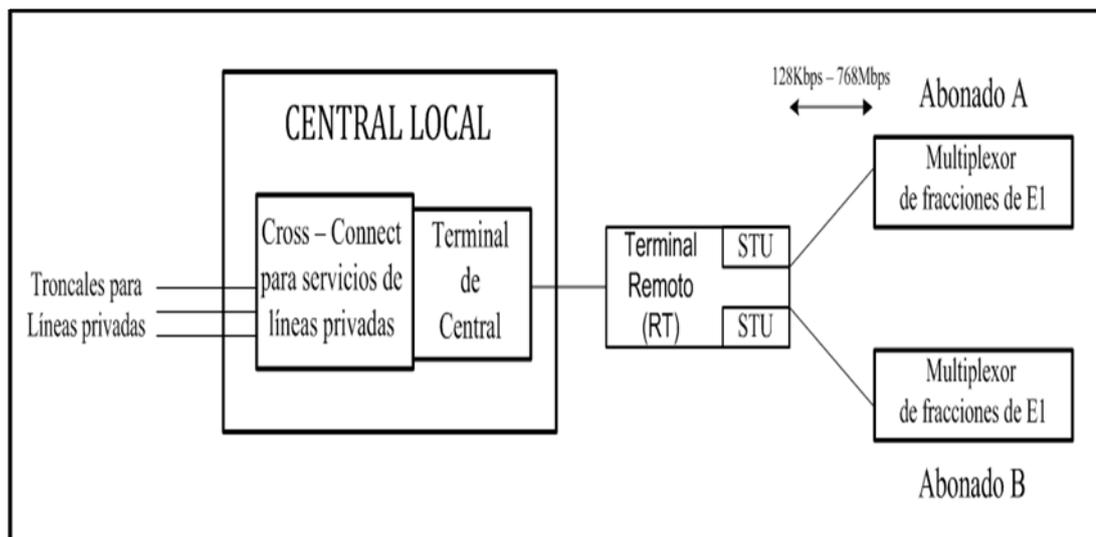
### **SDSL (*Single Digital Subscriber Line*).**

La tecnología SDSL es una versión de HDSL que utiliza tan sólo un par de cobre, pero tiene un tope de 3Km, la velocidad es la misma que HDSL, 2048Mbps. Además, permite la utilización simultánea del servicio POTS (Plain Old Telephone System, es decir, la telefonía básica tradicional). Por tanto, es perfectamente utilizable en el bucle de abonado. Su funcionamiento es simétrico; es decir, el ancho de banda asignado es el mismo en el sentido abonado-red (enlace ascendente o upstream) que en el sentido red-abonado (enlace descendente o downstream). No obstante, las velocidades son las mismas que en HDSL.

SDSL brinda velocidades de transmisión entre un rango de T1/E1, de hasta 1,5 Mbps, y a una distancia máxima de 3.700 m a 5.500 desde la oficina central, a través de un único par de cables. Este tipo de conexión es ideal

para las empresas pequeñas y medianas que necesitan un medio eficaz para subir y bajar archivos a la Web.

La arquitectura SDSL (Gráfico 28), muestra un sistema de ganancia de pares (*pair gain*), en ella una central se conecta con un terminal remoto (RT) por medio de múltiples enlaces E1 para formar la arquitectura del área de servicio de portadora (CSA, *Carrier Serving Areas*). Esta representación está limitada a la cantidad de usuarios que necesiten velocidades de E1. Pero tal vez los usuarios se pueden arreglar con 256kbps (4 canales de 64Kbps) o incluso 128kbps (2 canales de 64Kbps), en este punto entran SDSL y sus variaciones. Las velocidades que se pueden alcanzar entonces son 128Kbps, que representan el ancho de banda de dos canales de 64Kbps; y 768Kbps, que representan en cambio el ancho de banda de doce canales de 64Kbps.



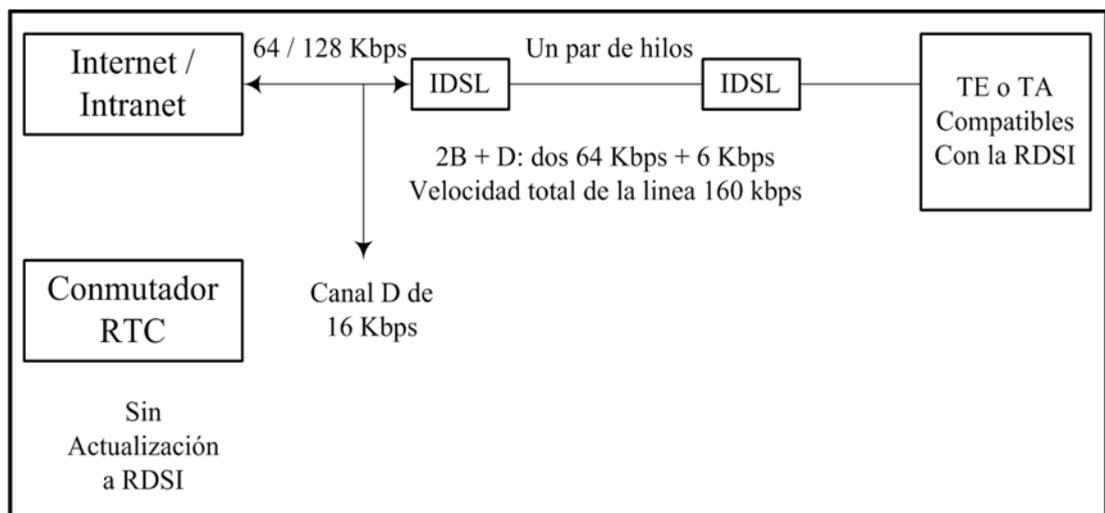
**Gráfico 28.** Arquitectura SDSL.

### **IDSLS (ISDN Digital Subscriber Line de RDSL).**

Esta tecnología es simétrica, similar a la SDSL, pero opera a velocidades más bajas y a distancias más cortas. IDSLS se implementa sobre una línea de ISDN (Red Digital de Servicios Integrados) y actualmente se emplea como conexión a Internet para la transferencia de datos. El servicio de IDSLS permite velocidades de 128Kbps o 144Kbps. Esta técnica toma el acceso básico (BRI) de la ISDN, compuesto por los canales 2B+D, que opera a 144

Kbps (dos canales B a 64 Kbps cada uno y un canal D a 16 Kbps), y lo desvía del conmutador de voz de la RTC para dirigirlo a los equipos xDSL. IDSL también funciona sobre un par de hilos y alcanza 5,5 kilómetros.

Los módems ISDN-BA emplean técnicas de cancelación de eco (EC), capaces de transmitir full dúplex a 160 kbit/s sobre un simple par de cables telefónicos. Los ISDN-BA, permiten utilizar anchos de banda de ~10 KHz hasta 100 KHz, y esto es instructivo para notar que la densidad espectral más alta de capacidad de los sistemas DSL basados en 2B1Q está cerca de los 40 KHz con el primer espectro nulo a los 80 KHz.



**Gráfico 29.** Arquitectura IDSL.

En la Gráfico 29. Podemos ver la arquitectura de IDSL, con dos equipos IDSL operando a 160 Kbps sobre un par de hilos. La línea está organizada en canales BRI (Interfaz Básico) comunes como un servicio 2B+D en agregado de 144Kbps. En el extremo de usuario, el cliente puede adquirir cualquier equipo TA o TE (Equipo Terminal), compatible con RDSI. En el conmutador local, todos los mensajes del canal D son ignorados ya que IDSL es en esencia un servicio de líneas dedicadas.

### **RADSL (*Rate Adaptive Asymetrical Digital Subscriber Line*).**

Esta tecnología opera con las mismas velocidades de transmisión que ADSL, pero se adapta dinámicamente a las variaciones en la longitud y otros parámetros de las líneas de pares trenzados. Con RADSL es posible conectar

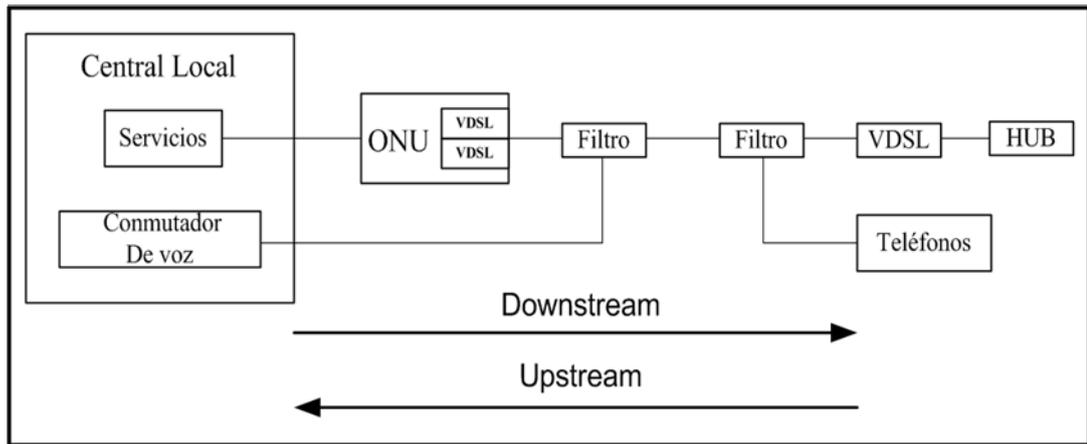
diferentes líneas que transmitan a distintas velocidades. La velocidad de la conexión se puede seleccionar cuando se inicia, durante la conexión, o bien cuando la señal llega a la central telefónica. Es muy eficiente para la transferencia de datos, pues permite asignar ancho de banda bajo demanda.

RADSL garantiza seguridad, ya que no comparte el medio y utiliza técnicas de cifrado que permiten unas transacciones seguras de la información, mientras que el transporte de datos mediante la tecnología del cable se realiza compartiendo el mismo medio para todas las comunicaciones multimedia, también el sistema de FlexCap2 de Westell usa RADSL para entregar de 640 Kbps a 2.2 Mbps central – usuario (*downstream*) y de 272 Kbps a 1.088 Mbps usuario – central (*upstream*) sobre una línea existente.

**VDSL (*VERY HIGH DATA RATE DIGITAL SUBSCRIBER LINE*).**

Mientras la tecnología ADSL cubre todo el bucle del cliente, la tecnología VDSL pretende cubrir, únicamente, los últimos metros de dicho bucle (como máximo 1.5 km). Esto permite, que la tasa binaria se incremente notablemente (hasta 2 Mbps en el enlace ascendente y 52 Mbps en el descendente). El problema de distancia no es un inconveniente para VDSL. VDSL espera encontrar una red de fibra en ese punto, y también tiene proyectado transportar celdas ATM (*Asynchronous Transfer Mode* - Modo de Transferencia Asíncrono), no como una opción, pero sí como una recomendación.

En la Gráfico 30, se muestra la arquitectura básica de VDSL, la misma que podría estar dedicada a ADSL, excepto por un componente, la unidad de red óptica (ONU). La ONU es un sistema DLC (portadora de bucle digital) que debe emplear cable de fibra óptica para conectarse al conmutador local. Y al usar así la fibra, esta es llevada más cerca al usuario que el resto de las arquitecturas. Si la fibra óptica estuviese dispuesta en una configuración de anillo, la ONU podría ser potencialmente un NGDLC (portadora de bucle digital de próxima generación), el filtro sigue presente para dar soporte a la telefonía analógica.



|                              |                 |             |                            |  |
|------------------------------|-----------------|-------------|----------------------------|--|
| <b>Velocidad downstream:</b> | 12.96–13.8 Mbps | 1300 metros | <b>Velocidad upstream:</b> | Desde 1.5 Mbps hasta igualar la velocidad downstream |
|                              | 25.92–27.6 Mbps | 900 metros  |                            |  |
|                              | 51.84–55.2 Mbps | 300 metros  |                            |  |

**Gráfico 30.** Arquitectura VDSL.

En resumen, las técnicas xDSL aumentan la capacidad de transmisión en el bucle de abonado empleando técnicas de modulación avanzadas y módems. Las velocidades de transmisión dependen de la distancia que haya que salvar, así como de la sección de los conductores, de la técnica de transmisión utilizada y de otros factores externos. A continuación se muestra la Tabla 1, donde se recapitula, velocidades, modos, etc., de las tecnologías xDSL.

**Tabla9.** Familia **xDSL** en particular.

| Nombre              | Significado                | Velocidad                                     | Modo                             | Comentario   |
|---------------------|----------------------------|---|----------------------------------|--|
| <b>HDSL / HDSL2</b> | DSL de alta velocidad      | 1.544 Mbps                                    | Simétrico                        | Utilizaba 2 pares de hilos   |
|                     |                            | 2.048 Mbps                                    | Simétrico                        | HDSL2 utiliza 1 par de hilos.  |
| <b>SDSL</b>         | DSL de par único           | 768 Kbps                                      | Simétrico                        | Utiliza 1 par de hilos   |
| <b>ADSL</b>         | DSL asimétrico             | De 1.5 Mbps a 8 Mbps                          | Sentido Downstream (descendente) | Utiliza 1 par de hilos.<br><br>Mínima longitud de bucle: 5.5km   |
|                     |                            | De 16 Kbps a 640 Kbps                         | Sentido Upstream (ascendente)    |  |
| <b>RADSL</b>        | DSL de velocidad adaptable | De 1.5 Mbps a 8 Mbps                          | Sentido Downstream (descendente) | Utiliza 1 par de hilos, pero puede adaptar la velocidad de datos a las condiciones de la línea.                      |
|                     |                            | De 16 Kbps a 640 Kbps                         | Sentido Upstream (ascendente)    |  |
| <b>CDSL</b>         | DSL de consumidor          | Hasta 1 Mbps                                  | Downstream                       | Utiliza 1 par de hilos, pero necesita equipos remotos en casa.   |
|                     |                            | De 16 a 128 Kbps                              | Upstream                         |  |
| <b>IDSL</b>         | DSL de RDSI                | Igual que el interfaz básico (BRI) de la RDSI | Simétrico                        | Utiliza 1 par de hilos, denominados "BRI sin conmutador"   |
| <b>VDSL</b>         | DSL de muy alta velocidad  | De 13 a 52 Mbps                               | Downstream                       | Velocidades muy elevadas. De 300 a 1300 de longitud máxima de bucle. Para funcionar necesita una red de fibra y ATM. |
|                     |                            | De 1.5 a 6.0 Mbps                             | Upstream                         |  |

**Fuente:** **Tecnologías ADSL y xDSL.** Walter Goralski. Osborne McGraw-Hill 2000.

**Broadband Access Technologies: ADSL/VDSL, Cable Modems, Fiber, and LMDS** Niel Ransom, Albert A. Azzam. McGraw-Hill 1999.

### III.1.2 CARACTERÍSTICAS DE xDSL.

Como se ha visto anteriormente el término DSL o xDSL puede dividirse en varios grupos: HDSL, SDSL, ADSL, RADSL, VDSL. Cada uno de ellos se relaciona con un uso y posee características particulares. Estas tecnologías se diferencian a través de:

- La velocidad de transmisión.

- La distancia máxima de transmisión.
- La variación de velocidad entre flujo ascendente y descendente.
- El carácter simétrico o asimétrico de la conexión.

La conexión punto a punto se lleva a cabo a través de una línea telefónica entre dos piezas de hardware, la TR (Terminación de red) que se instala en la ubicación del usuario y la TL (Terminación de línea) instalada en el intercambio de conexión.

### III.1.3 VENTAJAS DE xDSL.

- xDSL se pone en marcha sólo cuando el usuario o cliente requiere el servicio. Un proveedor de servicios no necesita hacer una gran inversión y esperar a que los clientes lleguen.
- Ninguna tecnología xDSL requiere que se hagan cambios en software del conmutador de la central local. En la mayoría de los casos, un filtro dirige la voz analógica normal hacia el conmutador, y el resto de servicios se envía hacia enrutadores y servidores.
- De igual modo xDSL, puede utilizarse para usuarios residenciales, pequeñas y medianas empresas, y grandes corporaciones. La tecnología puede ser diferente (HDSL, ADSL), pero el servicio debería ser en esencia el mismo, con la posible excepción de los servicios de video.
- Algunas versiones de xDSL, especialmente ADSL/RADSL y VDSL pueden interactuar con un gran número de configuraciones de usuario. Se pueden soportar PC's y set top-box (decodificadores de televisión) de manera individual, así como redes LAN de tipo Ethernet.
- xDSL ofrece, la infraestructura necesaria para el transporte de celdas ATM (especialmente VDSL). Esto es importante ya que ATM, a su vez, forma la base para el estándar internacional de servicios de banda ancha, conocido como RDSI de Banda Ancha (B-RDSI).

### III.2 INTRODUCCIÓN A LA TECNOLOGIA ADSL (*ASYMMETRIC DIGITAL SUBSCRIBER LINE*).

ADSL son las siglas de Línea de Abonado Digital Asimétrica (*Asymmetric Digital Subscriber Line*). ADSL es un tipo de línea DSL (*Digital Subscriber Line*). Consiste en una línea digital de alta velocidad, apoyada en el par simétrico de cobre que lleva la línea telefónica convencional o línea de abonado, siempre y cuando el alcance no supere los 5,5 km. medidos desde la Central Telefónica. ADSL, hoy en día, es una de las tecnologías disponibles en el mercado para el transporte de TV/video en formato digital (MPEG1, MPEG2, MPEG4), acceso a Internet de alta velocidad así como el acceso a redes corporativas para aplicaciones como el tele trabajo y aplicaciones multimedia como juegos, video, videoconferencia, voz sobre IP, etc., por medio de la utilización de conexión telefónica. En particular, el ADSL permite el transporte de TCP/IP, ATM y datos X.25.

En cuanto a todas las tecnologías DSL, la distancia del bucle entre el intercambio y el usuario no debe exceder ciertas escalas para garantizar una velocidad de datos óptima (ver Tabla 10).

**Tabla 10.** Velocidades según la distancia y el diámetro del cable.

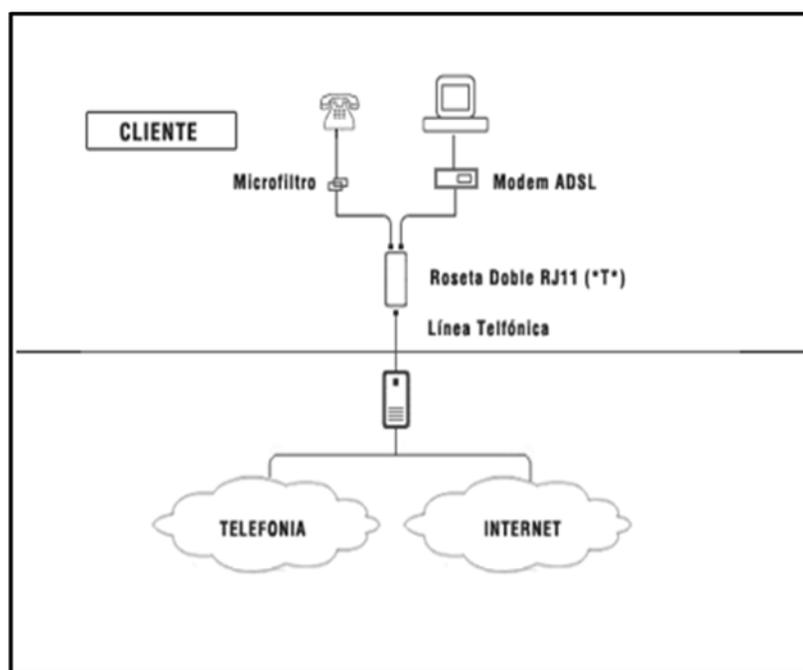
| <b>Descendente:<br/>(Kbit/s)</b> | <b>Ascendente:<br/>(Kbit/s)</b> | <b>Diámetro del cable:<br/>(mm)</b> | <b>Distancia:<br/>(km)</b> |
|----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|
| <b>2048</b>                      | 160                             | 0,4                                 | 3,6                        |
| <b>2048</b>                      | 160                             | 0,5                                 | 4,9                        |
| <b>4096</b>                      | 384                             | 0,4                                 | 3,3                        |
| <b>4096</b>                      | 384                             | 0,5                                 | 4,3                        |
| <b>6144</b>                      | 640                             | 0,4                                 | 3,0                        |
| <b>6144</b>                      | 640                             | 0,5                                 | 4,0                        |
| <b>8192</b>                      | 800                             | 0,4                                 | 2,4                        |
| <b>8192</b>                      | 800                             | 0,5                                 | 3,3                        |

**Fuente:** Tecnologías de Internet ADSL (es.kioskea.net).

La Línea de Abonado Digital Asimétrica (ADSL), es una tecnología de acceso a Internet de banda ancha, lo que implica capacidad para

transmitir más datos, lo que a su vez se traduce en mayor velocidad. Esto se consigue mediante la utilización de una banda de frecuencias más alta que la utilizada en las conversaciones telefónicas convencionales (300-3.400 Hz) por lo que, para disponer de ADSL, es necesaria la instalación de un filtro llamado Splitter o discriminador, que se encarga de separar la señal telefónica convencional de la que será usada para la conexión mediante ADSL.

ADSL puede conseguir velocidades de descarga (desde la Red hasta el usuario) de 1,5 Mbit/s a 9 Mbit/s en distancias entre los 5 ó 6 Km. Si la distancia se reduce a 3 Km se puede llegar a velocidades muy próximas a los 10 Mbit/s de una LAN *Ethernet*. Para conexiones de subida de datos (en sentido inverso), se llega a velocidades que van desde los 16 a 640 Kbit/s, sobre los mismos tramos. En la Gráfico 31, se muestra un enlace ADSL.



**Gráfico 31.** Enlace ADSL.

La tecnología ADSL funciona punto a punto, por lo que no necesita de control de acceso al medio y cada usuario obtiene toda la velocidad disponible de forma continua. Sin embargo, la velocidad de los módem ADSL depende de la distancia de la línea y las líneas más largas soportan velocidades menores que las de menor longitud. El "módem ADSL de velocidad variable" se adapta a la longitud de la línea ofreciendo servicio

de velocidad elevada a los abonados telefónicos. Los módem de cable y los módem ADSL presentan capacidades comparables y ambos pueden operar sobre infraestructuras basadas en IP de banda ancha. Entre los factores diferenciales que se pueden identificar Gráficón:

- **Seguridad:**

Todas las señales circulan a todos los usuarios de los módem de cable en una única línea coaxial, lo cual facilita las posibles escuchas clandestinas intencionadas ó accidentales. ADSL es inherentemente más seguro ya que proporciona un servicio dedicado sobre una única línea telefónica. Las escuchas clandestinas intencionadas requieren invadir la propia línea (a menudo subterránea) y conocer la configuración del módem establecida durante la inicialización, no es imposible, pero si más difícil. El cifrado y la autenticación son dos mecanismos de seguridad importantes en ambos módem pero de vital importancia en los módem de cable.

- **Fiabilidad:**

Si se corta una línea CATV de los módem de cable se deja sin servicio a todos los usuarios de esa línea (este problema necesita atención de gestión de red). Los amplificadores en redes CATV (con cable coaxial) suelen presentar algunos problemas. Un fallo de un módem ADSL sólo afecta a un abonado y las líneas telefónicas son bastante fiables ante agentes climáticos.

### III.2.1 CARACTERISTICAS ADSL.

- **Asimétrico:**

La velocidad con que se baja información desde la Red hasta el abonado, es mayor que la velocidad con la cual el abonado manda información hacia la Red.

- **Alta Velocidad:**

Por el mismo par de cobre utilizado para la telefonía tradicional, es posible bajar información hasta 8 Mbps.

- **Siempre Conectado (Always On):**

El usuario no tendrá que efectuar los procedimientos de llamadas telefónicas de los sistemas conmutados, que implican tiempos de espera mientras se realiza la conexión hacia su proveedor de internet

- **Simultaneidad de datos y voz (1 línea telefónica tradicional):**

La conversación telefónica no influye en la velocidad de acceso a internet, es decir, como si fueran dos conexiones totalmente diferentes.

- **Conexiones de redes de área local a Internet:**

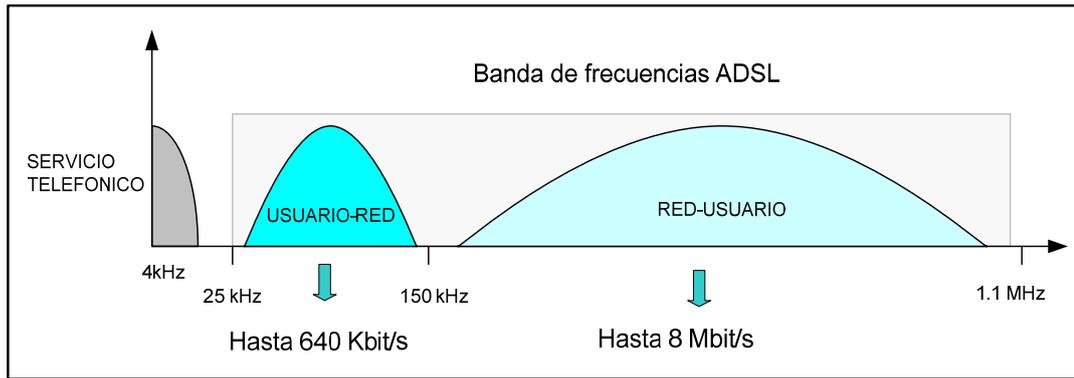
Una empresa que hoy cuenta con una red de área local se puede conectar a múltiples usuarios en forma simultánea, acceder al mundo del internet a grandes velocidad.

### III.2.2 COMO FUNCIONA ADSL.

Un circuito ADSL, tiene conectado un módem en cada extremo de la línea telefónica, tal y como se muestra en la Gráfico 6. Esta conexión crea tres canales de información:

- Un canal entrante de alta velocidad
- Un canal dúplex de media velocidad que depende de la implementación de la arquitectura ADSL.
- Un canal RDSI (Red Digital de Servicios Integrados) o un canal POTS (Telefonía Básica Tradicional).

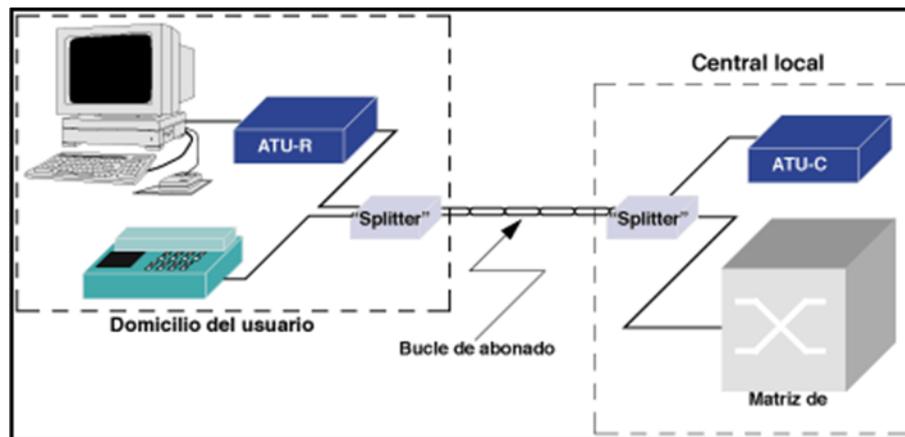
El canal RDSI/POTS se separa en los módem digitales mediante un discriminador (splitters), de este modo se garantiza RDSI/POTS de forma ininterrumpida incluso aunque falle. Como ya se ha comentado, ADSL utiliza dos caudales diferentes en los sentidos "abonado hacia red" y "red hacia abonado" (Gráfico 32), por lo que los módems colocados en uno u otro extremo son diferentes.



**Gráfico 32.** Banda de frecuencias **ADSL**.

**Fuente:** Sistemas de acceso metalicos xDSL.pdf.

Desde el punto de vista del abonado la compañía instala un discriminador en su domicilio. Este discriminador tiene dos entradas, a una de las mismas se instalan los aparatos telefónicos que siguen funcionando como habitualmente. A la otra entrada se conecta un modem ADSL (ATU-R o ADSL Terminal Unit-Remote) que a su vez se conecta al ordenador por medio de una tarjeta de red.

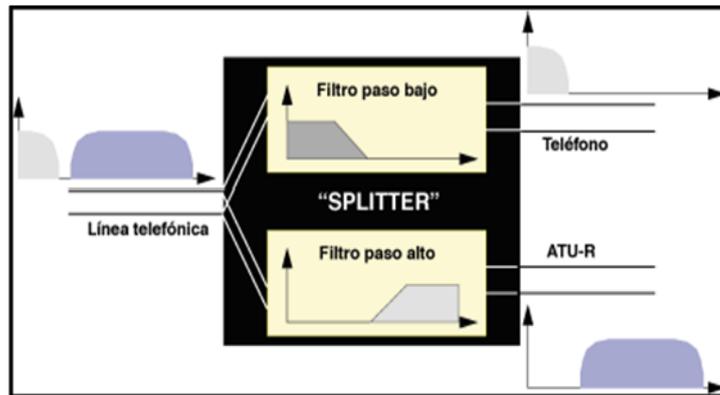


**Gráfico 33.** Esquema de conexión para **ADSL**.

**Fuente:** Sistemas de acceso metalicos xDSL.pdf.

Nótese que las instalaciones ADSL (Gráfico 33), permiten el uso simultáneo de aparatos telefónicos convencionales y la línea de datos de alta velocidad, es decir, no ocupa el teléfono mientras estemos conectados a Internet. La compañía por su parte tiene que colocar otro módem ADSL (ATU-C o ADSL *Terminal Unit-Central*) conjuntamente con otro discriminador (Splitter) en la central antes de los circuitos de conmutación. Este discriminador no es más que un conjunto de dos filtros, uno de paso alto y

otro de paso bajo (Gráfico 34), para separar las señales de baja frecuencia (telefonía, 300 Hz a 3400 Hz) y las de alta frecuencia (ADSL, 24KHz a 1.100KHz aproximadamente).



**Gráfico 34.** Funcionamiento del discriminador (Splitter).

**Fuente:** Sistemas de acceso metalicos xDSL.pdf.

Los módems ADSL permiten el transporte ATM y protocolos IP. Aparte de las ya comentadas diferencias en la velocidad, existen también limitaciones físicas en cuanto a la distancia del abonado a la central y al tipo de cable. ADSL puede crear múltiples subcanales, dividiendo el ancho de banda disponible mediante las técnicas de multiplexación por división en frecuencia y de división en el tiempo, complementadas con la de cancelación de eco para evitar interferencias.

ADSL emplea actualmente modulación DMT (Modulación de Multifonos Discretos/*Discrete Multi Tone*). En un principio y antes de la estandarización llevada a cabo por los organismos pertinentes (ANSI, ETSI e ITU) la modulación DMT coexistía con la modulación CAP (Fase/Amplitud sin portadora - *Carrierless Amplitude/Phase*). Actualmente, en diversos países las empresas de telefonía están implantando versiones mejoradas de esta tecnología como ADSL2 y ADSL2+ (Tabla 11), con capacidad de suministro de televisión y video de alta calidad por el par telefónico, lo cual supone una dura competencia entre los operadores telefónicos y los de cable, y la aparición de ofertas integradas de voz, datos y televisión.

**Tabla 11.** Tabla comparativa de velocidades en **ADSL**.

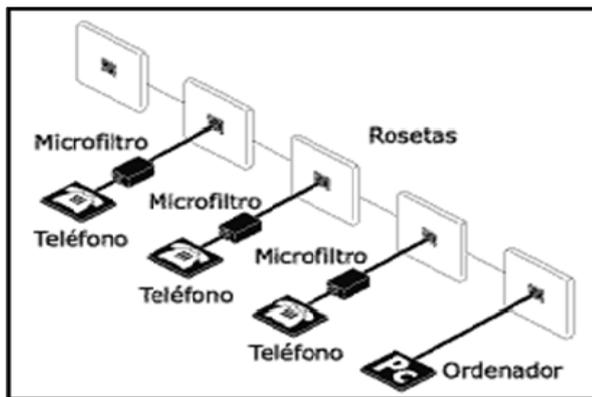
|                                     | <b>ADSL</b> | <b>ADSL2</b> | <b>ADSL2+</b> |
|-------------------------------------|-------------|--------------|---------------|
| <b>Ancho de banda de descarga</b>   | 0,5 MHz     | 1,1 MHz      | 2,2 MHz       |
| <b>Velocidad máxima de subida</b>   | 1 Mbps      | 2 Mbps       | 2 Mbps        |
| <b>Velocidad máxima de descarga</b> | 8 Mbps      | 12 Mbps      | 24 Mbps       |
| <b>Distancia</b>                    | 2,0 km      | 2,5 km       | 2,5 km        |
| <b>Tiempo de sincronización</b>     | 10 a 1000 s | 3 s          | 3 s           |
| <b>Corrección de errores</b>        | No          | Sí           | Sí            |

Fuente: [www.Wikipedia.org](http://www.Wikipedia.org)

### III.2.3 MICRO FILTRO ADSL.

Los discriminadores o micro filtros son pequeños dispositivos que reducen las interferencias entre la señal ADSL y la señal telefónica. Estos aparatos le permitirán utilizar equipos telefónicos (teléfonos, módems analógicos, fax, etc.) en la misma línea y simultáneamente al servicio ADSL. Por ello debe instalar uno sobre cada equipo telefónico del que vaya a hacer uso.

En el domicilio donde tenga instalada la línea ADSL podrá utilizar hasta 3 microfiltros como máximo para poder garantizar la calidad de sus conversaciones telefónicas. (En caso de centralilla solo necesitaría un microfiltro para la misma). Si no utiliza los microfiltros una vez instalada su línea ADSL pueden aparecer ruidos de fondo en su teléfono mientras se transmitan datos. También las llamadas de teléfono podrían interrumpir la transmisión de datos.

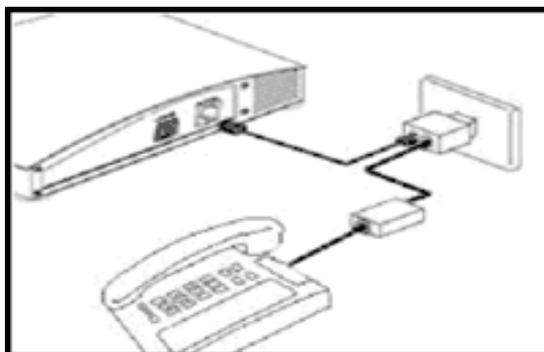


**Gráfico 35.** Instalación de un Microfiltro.

**Fuente:** [www.Wikipedia.org](http://www.Wikipedia.org)

La instalación es muy sencilla, deberá colocar un microfiltro entre cada teléfono y su roseta (conectores RJ11), y no colocar microfiltro entre el módem/router y la roseta (Gráfico 35).

Si quisiera colocar también un teléfono en la misma roseta a la que conecte el módem/router, entonces deberá colocar un ladrón en dicha roseta y un microfiltro entre una de las tomas del ladrón y el teléfono, como se muestra seguidamente en la Gráfico 36.



**Gráfico 36.** Instalación de un router junto al teléfono convencional.

**Fuente:** [www.Wikipedia.org](http://www.Wikipedia.org)

### III.2.4 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA TECNOLOGÍA ADSL.

ADSL presenta una serie de ventajas y también algunos inconvenientes, respecto a la conexión telefónica a Internet estándar.

**Ventajas:**

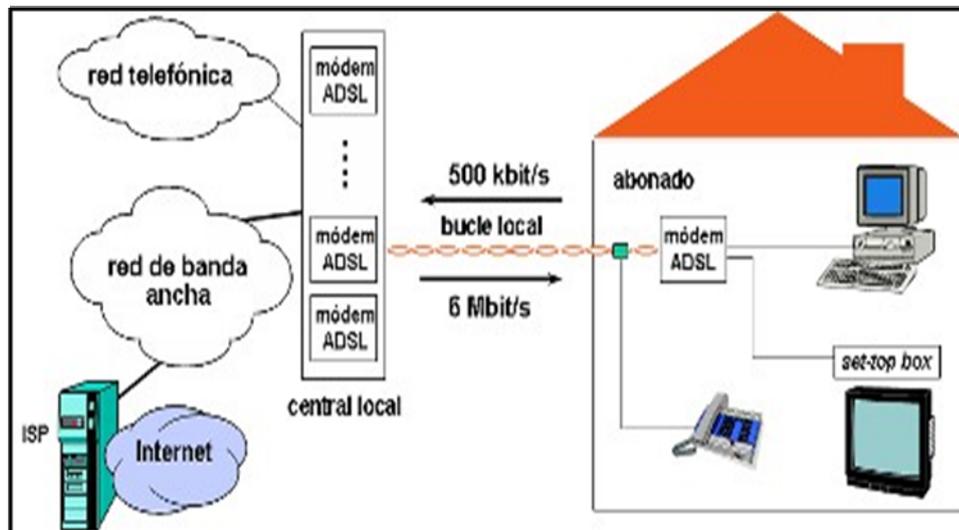
- Ofrece la posibilidad de hablar por teléfono mientras se navega por Internet, ya que, como se ha indicado anteriormente, voz y datos trabajan en bandas separadas, lo cual implica canales separados.
- Permite descongestionar las centrales telefónicas ya que se separan los canales de datos y de voz, ya que la conexión entre el abonado y la central va de un punto a otro sin pasar por subredes que pueden estar congestionadas.
- Usa una infraestructura existente (la de la red telefónica básica). Esto es ventajoso, tanto para los operadores que no tienen que afrontar grandes gastos para la implantación de esta tecnología, como para los usuarios, ya que el costo y el tiempo que tardan en tener disponible el servicio es menor que si el operador tuviese que emprender obras para generar nueva infraestructura.
- Los usuarios de ADSL disponen de conexión permanente a Internet, al no tener que establecer esta conexión mediante marcación o señalización hacia la red. Esto es posible porque se dispone de conexión punto a punto, por lo que la línea existente entre la central y el usuario no es compartida, lo que además garantiza un ancho de banda dedicado a cada usuario, y aumenta la calidad del servicio. Esto es comparable con una arquitectura de red conmutada.

**Desventajas:**

- No todas las líneas telefónicas pueden ofrecer este servicio, debido a que las exigencias de calidad del par, tanto de ruido como de atenuación, por distancia a la central, son más estrictas que para el servicio telefónico básico. De hecho, el límite teórico para un servicio aceptable, equivale a 10 km.
- Debido al cuidado que requieren estas líneas, el servicio no es económico, debido a la poca o mala infraestructura.
- El router necesario para disponer de conexión, o en su defecto, el módem ADSL, es caro (en menor medida en el caso del módem).
- Se requiere una línea telefónica para su funcionamiento, aunque puede utilizarse para cursar llamadas.

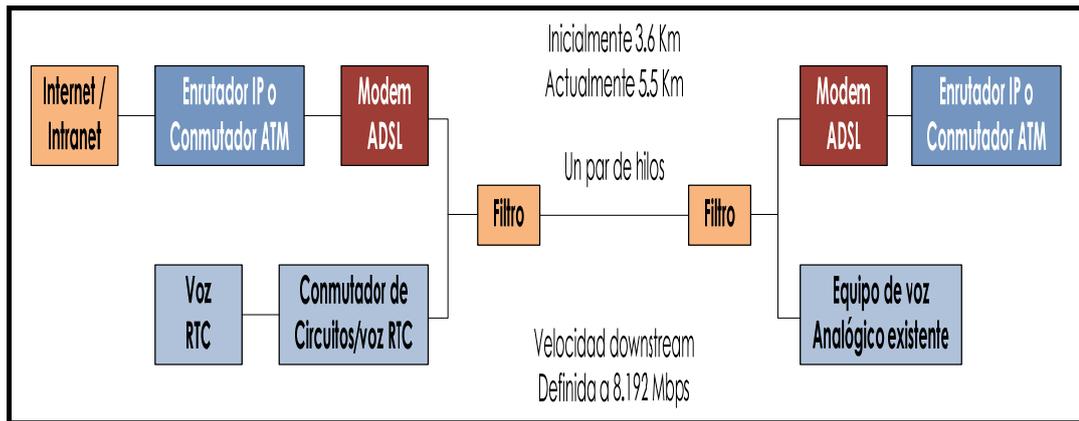
### III.2.5 ARQUITECTURA DE ADSL.

ADSL es la tecnología más estandarizada de todas las xDSL, en términos de documentación disponible, servicios experimentales y especificaciones, hay que tener en cuenta que muchos de los servicios xDSL comenzarán con ADSL y terminan con ADSL. La estructura de un sistema que emplea la tecnología ADSL se muestra en la Gráfico 37. El módem ADSL situado en el lado del usuario se conecta, a través de un cable telefónico convencional, a un módem ADSL situado en las centrales del operador. Éste, a su vez, se enlaza con un conmutador Ethernet, un router o un conmutador ATM que crea una conexión a Internet o a otra red de datos. Varios fabricantes trabajan en el diseño de multiplexores que integrarán esa funcionalidad.



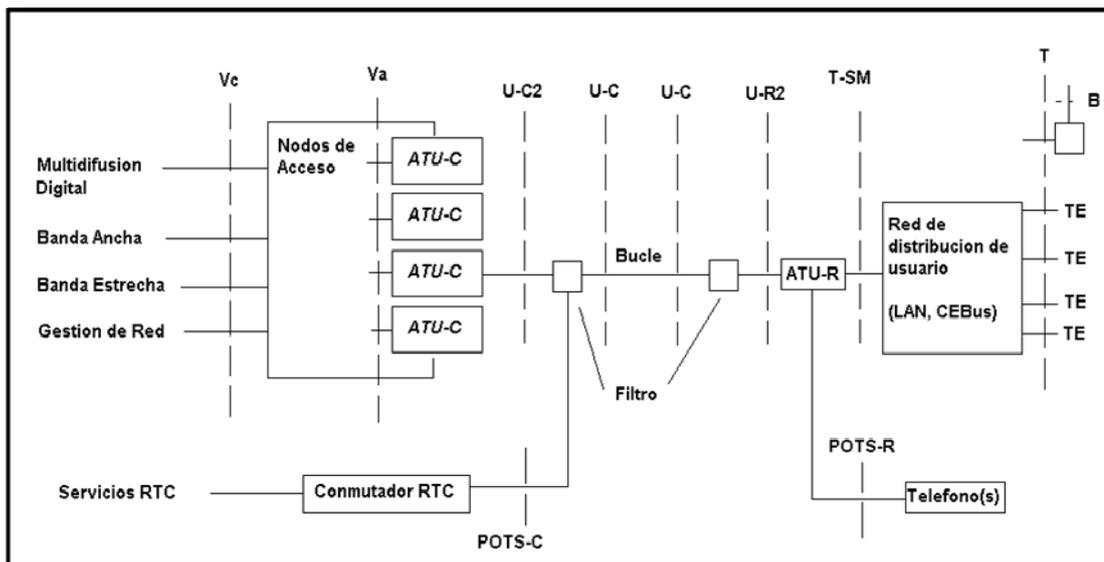
**Gráfico 37.** Diagrama esquemático de la arquitectura de un sistema **ADSL** para la provisión de servicios de vídeo y datos a través del par trenzado telefónico.

En la Gráfico 38. Se muestra la arquitectura general de un sistema ADSL, ahí se puede apreciar el uso de filtros o "splitters" en ambos extremos del enlace, en el conmutador local y en los equipos de usuario. En ADSL la velocidad de bajada "downstream" es a veces diez veces mayor que la de subida "upstream".



**Gráfico 38.** Arquitectura ADSL.

En la Gráfico 39. Se muestra una arquitectura más detallada de un sistema ADSL. Como en la mayoría de las arquitecturas, se establecen una serie de interfaces estándar entre los principales componentes. Entre las interfaces se definen varios grupos funcionales que pueden quedar englobados bajo un producto determinado que realice las funciones requeridas, junto con otras opciones o mejoras que el fabricante del producto estime necesarias.



**Gráfico 39.** Arquitectura General ADSL.

Fuente: Descripción General ADSL.pdf

|                 |  |
|-----------------|--|
| <b>ATU – C</b>  | <b>Unidad de transmisión ADSL, lado de central</b>   |
| <b>ATU – R</b>  | Unidad de Transmisión ADSL, lado remoto (de usuario) |
| <b>B</b>        | Entrada auxiliar de datos                            |
| <b>DSLAM</b>    | Multiplexor de acceso DSL                            |
| <b>POTS – C</b> | Interfaz entre la RTC y el filtro, lado de central   |

|                 |   |
|-----------------|---|
| <b>POTS – R</b> | Interfaz entre la RTC y el filtro, lado de usuario                      |
| <b>T – SM</b>   | Interfaz T para el modulo de servicio                                   |
| <b>T</b>        | Puede encontrarse en el interior del SM o de la ATU–R                   |
| <b>U – C</b>    | Interfaz U, lado de central   |
| <b>U – C2</b>   | Interfaz U, lado de central desde el filtro al ATU–C                    |
| <b>U – R</b>    | Interfaz U, lado de usuario   |
| <b>U – R2</b>   | Interfaz U, lado de usuario desde el filtro a la ATU–C                  |
| <b>VA</b>       | Interfaz V, desde la ATU–C al nodo de acceso                            |
| <b>VC</b>       | Interfaz V, lado de central, desde el nodo de acceso al servicio de red |

En la Gráfico 39, la interfaz B solo indica una posible entrada auxiliar (como podría ser la entrada de la antena parabólica en un decodificador). La interfaz T – SM entre la ATU-R y el modelo de servicio (que es cualquier otro elemento aparte del propio ATU - R) podría ser la misma interfaz T en algunas ocasiones, especialmente si el modulo de servicio se encuentra integrado en el interior de la ATU – R. Si existe la interfaz T – SM, puede haber más de una (o de un tipo de ellas) por cada ATU – R, por ejemplo, podría haber en ATU – R un conector 10Base – T Ethernet y un puerto V.35. Asimismo, el interfaz T entre la red de distribución de usuario y el equipo terminal podría estar ausente si el equipo terminal está integrado en la ATU – R.

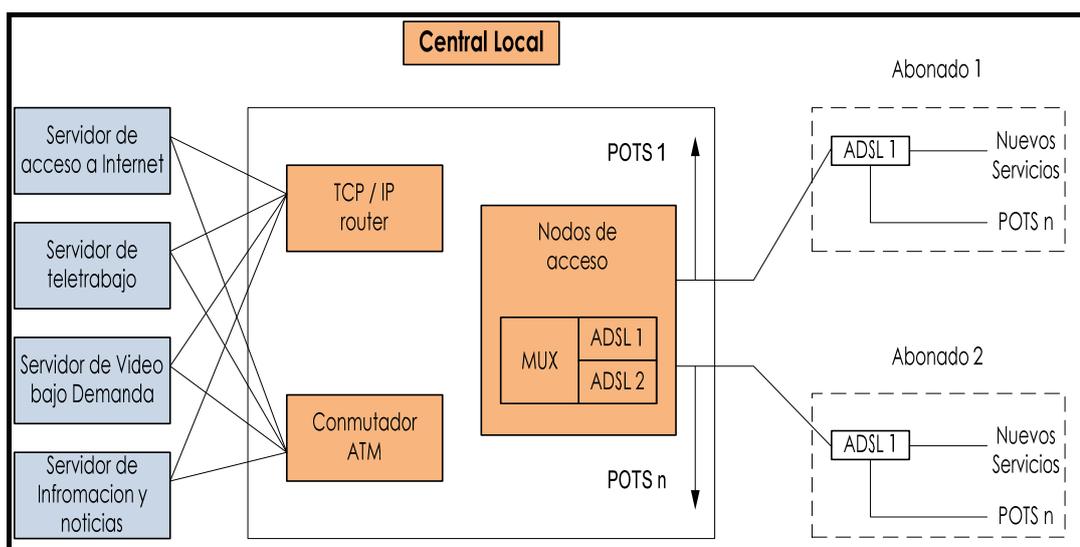
La interfaz U no existirían si el filtro se integra en algunos de los dispositivos ATU, o simplemente se prescinde del mismo, aunque lógicamente esto no hace posible el soporte de telefonía analógica sobre la misma línea. Las interfaces V podrían ser más lógicas que físicas, lo que suele ocurrir con la interfaz  $V_A$  si el DSLAM realiza algún tipo de conmutación o de concentración. La interfaz  $V_C$  hacia las redes de servicio es física, y puede ser dependiente del caso, una interfaz para TCP/IP, ATM u otras redes de servicio.

La implementación de ADSL en la parte de usuario puede tomar varias formas. Esta red de distribución de usuario podría ser algo simple como un par de hilos conectados a los dispositivos (computadores, decodificadores

de TV, etc.), o algo tan elaborado como una LAN. ADSL es más que un método rápido para descargar páginas WEB hacia una PC residencial, ADSL forma parte de una compleja arquitectura de red que permite ofrecer a usuarios residenciales y pequeñas empresas todos los nuevos servicios de banda ancha (velocidad superior 1 o 2Mbps).

A continuación se observa una versión más sencilla de la arquitectura ADSL (Gráfico 40), en donde los abonados solo necesitarían un módem ADSL. Este dispositivo posee conectores RJ-11 normales que soportarían los teléfonos analógicos existentes en casas y oficinas. Un filtro separa el servicio POTS (servicio telefónico) de los servicios digitales. En la central local, el servicio de voz analógica se dirige hacia el conmutador de voz con ayuda de otro filtro. El bucle local ADSL finaliza ahora en un nodo de acceso ADSL en lugar de llegar directamente al conmutador de la central local. El nodo de acceso (multiplexor de acceso DSL o DSLAM) multiplexa varias líneas ADSL. En el otro extremo del nodo de acceso, se pueden mantener enlaces a enrutadores TCP/IP o a conmutadores ATM.

Estos conmutadores o enrutadores permiten a los usuarios acceder a servicios tales como acceso a Internet, un servidor de teletrabajo (intranet corporativa), video bajo demanda, e incluso servidores de noticias e información. Una ventaja de ADSL es que soporta tanto TCP/IP como ATM.



**Gráfico 40.** Diagrama mas espontaneo de la arquitectura **ADSL**.

**Fuente:** kioskea.net

### **III.2.6 TECNICAS DE MODULACION PARA ADSL.**

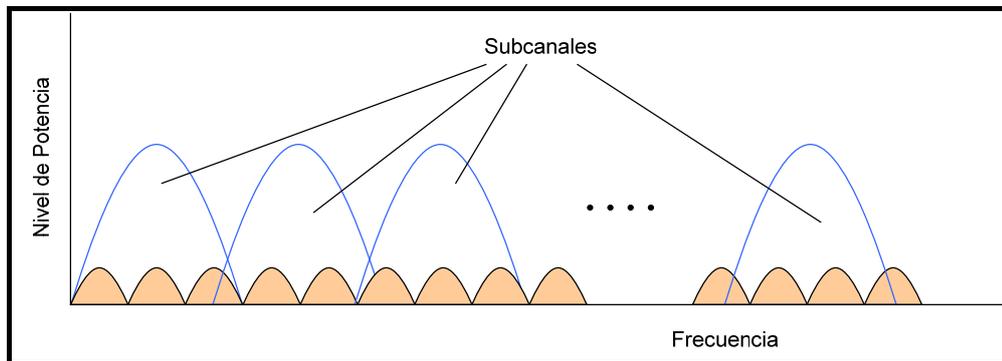
En una primera etapa coexistieron dos técnicas de modulación para el ADSL: CAP y DMT. Finalmente los organismos de estandarización (ANSI, ETSI e ITU) han decidido por la solución DMT. Por otra parte en ADSL, las técnicas FDM (Multiplexación por División de Frecuencia) limitan la cantidad total de ancho de banda disponible en cada dirección, mientras que la cancelación de eco permite diferenciar entre la señal producida por un equipo a un extremo del enlace y la señal producida por otro equipo al otro extremo del mismo, pero es vulnerable a los efectos de diafonía lo que no ocurre con FDM. En ADSL, tanto las técnicas FDM como las de cancelación de eco pueden ser, y de hecho son combinadas, lo que significa que debido a la naturaleza asimétrica de los ancho de banda ADSL, los rangos de frecuencia pueden solapar, pero no coincidir. Por este motivo la FDM y la cancelación de eco se utilizan de manera conjunta.

#### **III.2.6.1 CODIFICACIÓN DE LINEA DMT (MODULACION DE MULTITONOS DISCRETOS).**

Esta codificación se caracteriza por medir la ganancia de cada sub-portadora (Gráfico 41), ajustar el número actual de bits por segundo en cada canal, de tal modo que quede reflejada la ganancia actual de la línea, facilidad de adaptar su velocidad, lo que quiere decir que los dispositivos DMT pueden ajustar de una forma sencilla la velocidad a las condiciones instantáneas de la línea, como puede ser la humedad o las interferencias.

Este código de línea divide el ancho de banda disponible en unidades más pequeñas. Estas bandas individuales son probadas para determinar si pueden ser utilizadas para transmitir información. Este esquema es ventajoso debido al amplio rango de características de líneas que pueden ser encontradas en la instalación existente de cables de par trenzado. Cada instalación puede presentar diferencias en la calidad y longitud de la línea e interferencia como cruce de llamadas (crosstalk), y los radios AM y HAM (Hold and Modify) pueden afectar la señal de estas líneas. DMT supera este

problema utilizando estas partes del espectro que ofrece menos atenuación e interferencia.



**Gráfico 41.** Espectro Multitono Discreto (DMT).

**Fuente:** Descripción General ADSL.pdf

También los dispositivos DMT, se caracteriza por su resistencia al ruido y a la presencia de señales digitales en los pares adyacentes. Otras de las ventajas que presenta DMT son:

- Optimización integrada en los subcanales (RADSL).
- Monitorización activa y continua.
- Máxima cobertura de variaciones en el bucle.
- Alto nivel de flexibilidad en la velocidad.
- Superior inmunidad al ruido para un mayor rendimiento.
- Gran respaldo de los fabricantes de chipsets.
- Interoperabilidad a través de estándares.
- Virtualmente inmune al paso del tiempo.

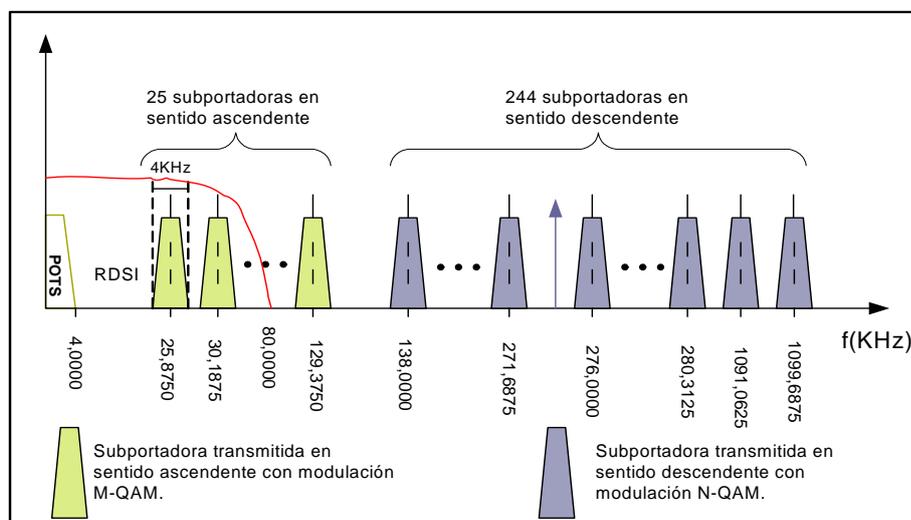
### III.2.6.2 FUNCIONAMIENTO DE DMT: MULTITONOS DISCRETOS.

DMT básicamente consiste en el empleo de múltiples portadoras simultáneas para la transmisión de la señal de datos, a diferencia de los módems convencionales que transmiten utilizando una única portadora. Cada una de estas portadoras (denominadas subportadoras) es modulada en cuadratura (modulación QAM) por una parte del flujo total de datos que se van a transmitir. Estas subportadoras están separadas entre sí 4,3125 KHz, y el ancho de banda que ocupa cada subportadora modulada es de 4 KHz.

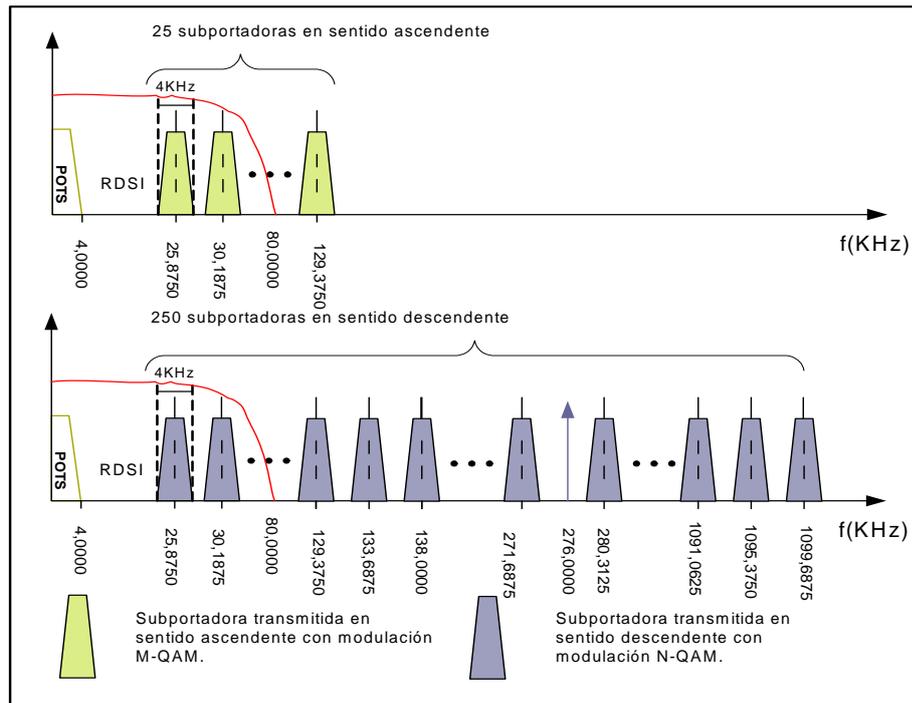
El reparto del flujo de datos entre subportadoras se hace en función de la estimación de la relación Señal/Ruido en la banda asignada a cada una de ellas. Cuanto mayor es esta relación, mayor es el caudal que puede transmitir por una subportadora, la estimación Señal/Ruido se hace al comienzo, cuando se establece el enlace entre el ATU-R (módem ADSL de usuario) y el ATU-C (módem ADSL de la central), por medio de una secuencia de entrenamiento predefinida.

La técnica de modulación usada es la misma tanto en el ATU-R como en el ATU-C. La única diferencia radica en que el ATU-C dispone de hasta 256 subportadoras, mientras que el ATU -R sólo puede disponer como máximo de 32. La modulación es realmente complicada, pero el algoritmo de modulación se traduce en una IFFT (transformada rápida de Fourier inversa) en el modulador, y en una FFT (transformada rápida de Fourier) en el demodulador situado al otro lado del bucle. Estas operaciones se pueden efectuar fácilmente si el núcleo del módem se desarrolla sobre un DSP (Procesador Digital de Señal).

El modulador del ATU -C, hace una IFFT de 512 muestras sobre el flujo de datos que se ha de enviar en sentido downstream. El modulador del ATU-R, hace una IFFT de 64 muestras sobre el flujo de datos que se ha de enviar en sentido upstream. El demodulador del ATU-C, hace una FFT de 64 muestras tomadas de la señal upstream que recibe. El demodulador del ATU-R, hace una FFT, sobre 512 muestras de la señal "downstream" recibida.



**Gráfico 42.** Modulación ADSL DMT con FDM.



**Gráfico 43.** Modulación **ADSL DMT** con cancelación de ecos.

En la Gráfico 42: Modulación ADSL DMT con FDM y en la Gráfico 43: Modulación ADSL DMT con cancelación de ecos se muestran los espectros de las señales transmitidas por los módems ADSL tanto en sentido ascendente como descendente. Como se puede ver, los espectros nunca se solapan con la banda reservada para el servicio telefónico básico (POTS o Plain Old Telephone Service), y en cambio son solapados con los correspondientes al acceso básico RDSI. Por ello el ADSL y el acceso básico RDSI son incompatibles.

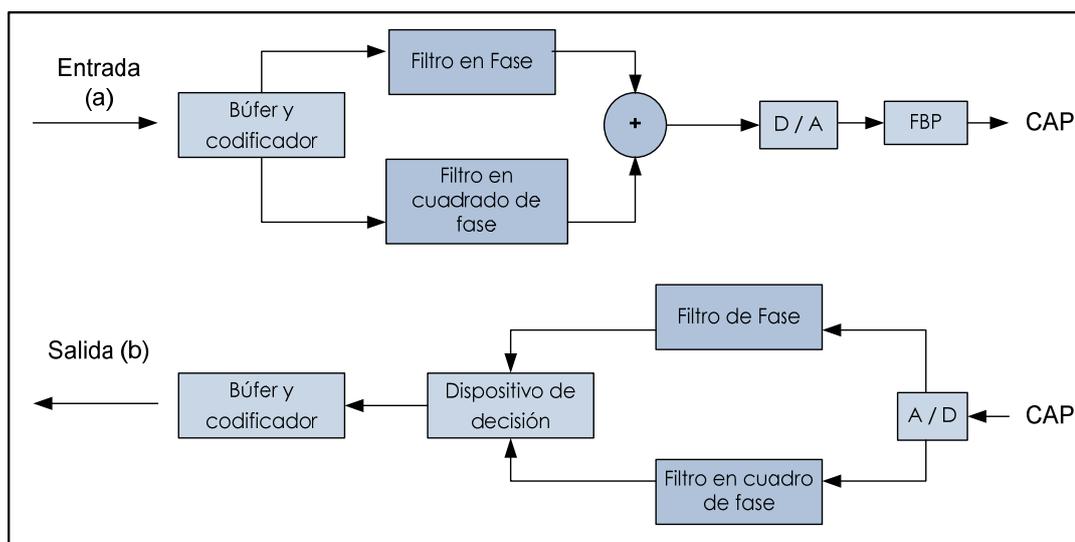
### III.2.6.3 CODIFICACIÓN DE LINEA CAP (FASE/AMPLITUD SIN PORTADORA).

La Modulación CAP está basada en Modulación en Amplitud en Cuadratura QAM y trabaja muy similar a QAM. El receptor de QAM necesita una señal de entrada que tenga la misma relación entre espectro y fase que la señal transmitida, pero las líneas telefónicas instaladas no garantizan esta calidad. CAP es una implementación de QAM para xDSL, de bajo costo debido a su simplicidad y con una velocidad de 1.544 Mbps.

### III.2.6.4 FUNCIONAMIENTO DE CAP: FASE/AMPLITUD SIN PORTADORA.

CAP utiliza un total de ancho de banda del bucle local para enviar de una vez todos los bits (con excepción de los 4Khz para la voz analógica). CAP básicamente divide la señal modulada en segmentos que después almacena en memoria. La señal portadora se suprime, puesto que no aporta ninguna información (sin portadora). La onda transmitida es la generada al pasar cada uno de estos segmentos por dos filtros digitales transversales con igual amplitud, pero con una diferencia de fase de  $\pi/2$ . En recepción son ensamblados nuevamente los segmentos y la portadora, volviendo a obtener la señal modulada. De este modo, obtenemos la misma forma del espectro que con QAM, siendo CAP más eficiente que QAM en implementaciones digitales.

La Gráfico 44, muestra el esquema de un dispositivo (transceptor) CAP. En el transmisor se asigna a cada combinación de  $m$  bit, correspondientes al símbolo a transmitir, los valores apropiados a las entradas a los filtros en fase y en cuadratura de fase. La suma de las salidas de los filtros mencionados corresponde a las representaciones digitales de las muestras de la señal de salida. La modulación CAP es apropiada para implementaciones digitales y en aplicaciones donde, el ancho de banda del espectro de señal tiene la misma magnitud que la frecuencia central del espectro.



**Gráfico 44.** CAP: (a) Transmisor; (b) Receptor.

Fuente: kioskea.net

### III.2.6.5 TRANSPORTE UNIDIRECCIONAL ADSL EN SENTIDO DESCENDENTE.

En el interior de las tramas ADSL se puede dividir en un máximo de siete canales portadores simultáneos (llamados bearers en ADSL). Los canales se dividen en dos clases principales: puede haber hasta 4 canales downstream totalmente independientes que siempre operan de modo unidireccional (simplex) hacia el abonado, denominados AS0, AS1, AS2 y AS3 (AS no tiene ningún significado especial, excepto tal vez para su inventor). Añadidos a estos canales, puede haber hasta tres canales bidireccionales (dúplex), nombrados LS0, LS1 y LS2, que pueden transportar tráfico tanto en sentido upstream como downstream. Se debe tener en cuenta que estos canales portadores, son canales lógicos, y que esos bits pertenecientes a todos los canales son transmitidos simultáneamente sobre el enlace ADSL y no disponen de ningún ancho de banda dedicado.

En la Tabla 12, se muestra un cuadro que resume la forma en que se pueden configurar los canales unidireccionales y bidireccionales de manera independiente, esto también especifica el estándar ADSL

**Tabla 12.** Canales portadores unidireccionales – bidireccionales.

| Clase de transporte                                      | 2M - 1                     | 2M - 2                      | 2M - 3         |
|--|----------------------------|-----------------------------|----------------|
| <b>Canales portadores "downstream" unidireccionales:</b> |                            |                             |                |
| <b>Capacidad máxima (Mbps)</b>                           | 6.144                      | 4.608                       | 3.072          |
| <b>Opciones de canales portadores (Mbps)</b>             | 2.048<br>4.096<br>6.144    | 2.048<br>4.096              | 2.048          |
| <b>Máximo número de subcanales activos</b>               | Tres (AS0, AS1, AS2)       | Dos (AS0, AS1)              | Uno (AS0)      |
| <b>Canales portadores bidireccionales:</b>               |                            |                             |                |
| <b>Capacidad máxima (Kbps)</b>                           | 640                        | 608                         | 176            |
| <b>Opciones de canales portadores (Kbps)</b>             | 576<br>384<br>120<br>C(64) | 384<br>160<br>C(64)         | 160<br>C(64)   |
| <b>Máximo número de subcanales activos</b>               | Tres (LS0, LS1, LS2)       | Dos (LS0, LS1) o (LS0, LS2) | Dos (LS0, LS1) |

Cualquier canal portador puede ser programado para transportar bits a cualquier velocidad múltiple de 32 Kbps. Las velocidades que no son múltiples a 32 Kbps pueden ser soportadas, pero solo transportando los bits extra en la cabecera, un área compartida de la trama ADSL.

### III.2.7 VELOCIDADES DE SERVICIO ADSL PARA EL USUARIO.

ADSL promete ancho de banda suficiente para ofrecer varios tipos de servicios de video al usuario. Estos servicios de video se consideraron originalmente servicios en modo de sincronismo de bit: el tráfico en ambos sentidos forma una cadena de bits sin ninguna estructura particular, interpretados únicamente por los dispositivos finales conectados a la red ADSL.

En la Tabla 14. Se indican una serie de velocidades que el ADSL Forum ha perfilado para brindar distintos servicios. Las velocidades por encima de 1.5Mbps podrían tardar en llegar en los primeros sistemas ADSL.

Por otro lado, algo muy importante para un proveedor de servicios ADSL, son las distancias que se pueden alcanzar con las velocidades de transmisión actuales. La Tabla 13, muestra la relación entre velocidades y distancias para bucles de calibres 24 y 26 AWG, para tener una referencia válida. Pero, algunas de las distancias aun no están establecidas en términos de prueba de equipos y desarrollados en el mundo real. Lo que si parece ser algo fijo son los 4.8 Km a 2.048 Mbps.

**Tabla 13.** Relación entre velocidades y bucles de calibre 24 y 26 AWG.

| Velocidades "downstream"     | 24 AWG | 26 AWG |
|------------------------------|--------|--------|
| 2.048 Mbps                   | 4.8 Km | 3.6 Km |
| 4.096 Mbps                   |        |        |
| 6.312 Mbps                   | 3.6 Km | 2.7 Km |
| 8.448 Mbps (límite superior) | 3 Km   |        |

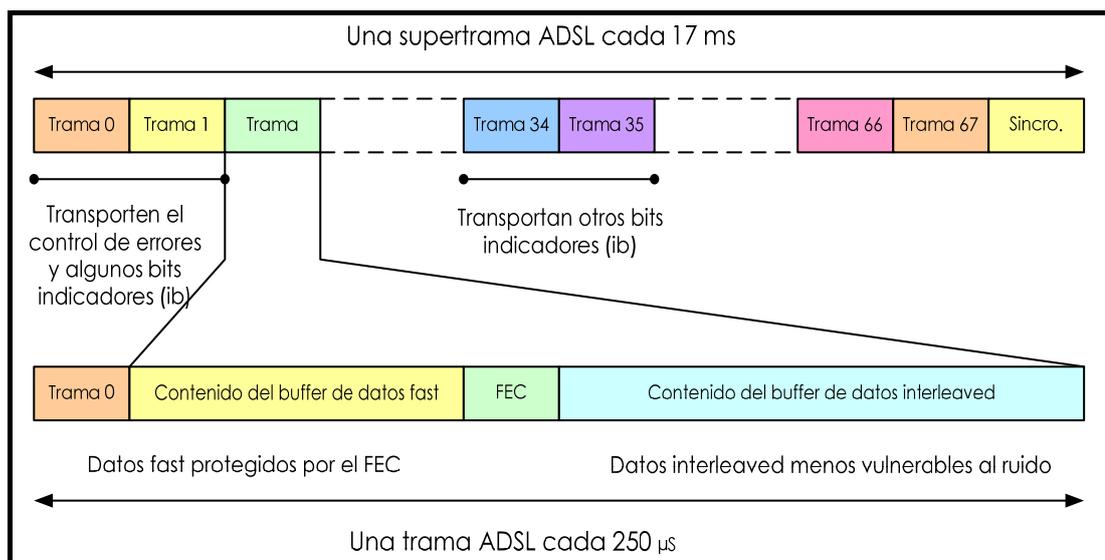
**Tabla 14.** Servicios a brindar por **ADSL**.

| <b>Aplicaciones</b>             | <b>“Downstream”</b> | <b>“Upstream”</b>    |
|---------------------------------|---------------------|----------------------|
| <b>Servicio de Video</b>        |                     |                      |
| <b>Difusión de Televisión</b>   | 6 a 8 Mbps.         | 64 Kbps.             |
| <b>Video bajo demanda</b>       | 1,5 a 3 Mbps.       | 64 Kbps.             |
| <b>Near video bajo demanda</b>  | 1,5 a 3 Mbps.       | 64 Kbps.             |
| <b>Educación a distancia</b>    | 1,5 a 3 Mbps.       | 64 a 384 Kbps.       |
| <b>Telecompra</b>               | 1,5 Mbps.           | 64 Kbps.             |
| <b>Servicios de información</b> | 1,5 Mbps.           | 64 Kbps.             |
| <b>Juegos en Red</b>            | 1,5 Mbps.           | 64 Kbps.             |
| <b>Video conferencia</b>        | 384 Kbps a 1,5 Mbps | 384 Kbps a 1,5 Mbps  |
| <b>Video juegos</b>             | 64 Kbps a 2,8 Mbps  | 64 Kbps              |
| <b>Comunicaciones de datos</b>  |                     |                      |
| <b>Acceso a Internet</b>        | 64 Kbps a 1,5 Mbps  | > 10 % de downstream |
| <b>Acceso a LAN remoto</b>      | 64 Kbps a 1,5 Mbps  | > 10 % de downstream |
| <b>Educación a distancia</b>    | 64 Kbps a 1,5 Mbps  | 64 a 384 Kbps        |
| <b>Basados en imágenes</b>      |                     |                      |
| <b>Telecompra</b>               | 64 Kbps a 1,5 Mbps  | 64 Kbps              |
| <b>Servicios de Información</b> | 64 Kbps a 1,5 Mbps  | 64 Kbps              |
| <b>Servicios Legales</b>        |                     |                      |
| <b>POTS</b>                     | 4 Kbps              | 4 Kbps               |
| <b>RSDN</b>                     | 160 Kbps            | 160 Kbps             |

### III.3 SUPERTRAMA ADSL.

Los dispositivos ADSL: ATU – C y ATU – R intercambian bits siguiendo un código de líneas determinado (normalmente DMT), sin embargo, lo importante es lo que representan esos bits. Los bits se organizan en tramas y se agrupan en lo que ADSL denomina supertramas. Las tramas son las estructuras de bits de primer orden y son los últimos elementos en que se convierten los bits antes de ser enviados, y la primera entidad en que se convierten al ser recibidos. La estructura general de una Supertrama ADSL se muestra en la Gráfico 45.

En la Supertrama ADSL se encuentra dividida en una secuencia de 68 tramas ADSL. Algunas tramas tienen funciones especiales, tal es el caso de las tramas 0 y 1, las cuales contienen información de control de errores (un código de redundancia cíclica) y bits que actúan como indicadores (indicator bits, ib) que se utilizan para gestionar el enlace, las tramas 34 y 35 se transportan otro ib (indicadores de bits). Una trama especial de sincronización se sitúa a continuación de la Supertrama y no contiene ninguna información de usuario. Se envía una Supertrama ADSL cada 17 milisegundos. Dado que los enlaces ADSL normalmente son conexiones punto a punto, no se necesita ningún identificador de conexión, ni un direccionamiento especial a este nivel de ADSL.



**Gráfico 45.** La Supertrama ADSL.

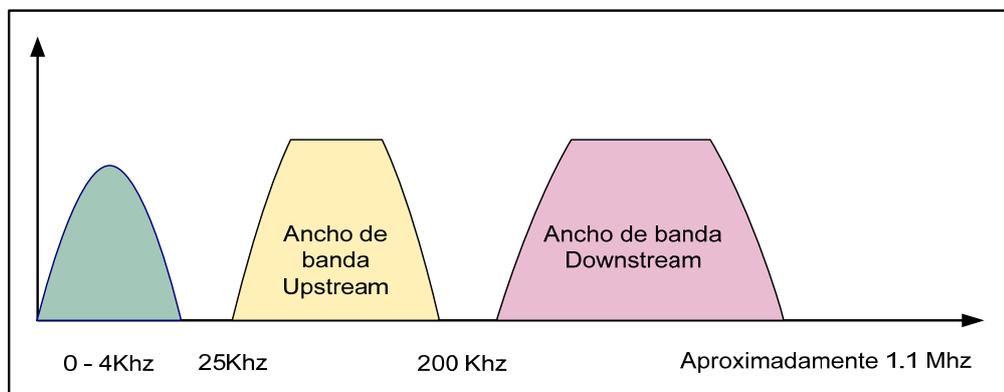
En el interior de la Supertrama están las tramas ADSL, las cuales se componen de dos partes principales:

La primera parte es la de los datos *fast*. Este tipo de datos se consideran sensibles al retardo, aunque tolerantes al ruido. El contenido del búfer de datos *fast* del dispositivo ADSL se coloca en esta posición. Los datos *fast* se encuentran protegidos por un campo FEC (*Forward Error Correction o corrección de errores*) en un intento de corregir los errores de los datos *fast*.

La segunda parte de la trama contiene información del búfer de datos *interleaved*. Esta parte de la trama está diseñada principalmente para aplicaciones puras de datos, como el acceso a Internet a alta velocidad. Todos los contenidos de la trama son reorganizados antes de la transmisión para minimizar la posibilidad de una falsa sincronización de trama.

#### III.4 CANCELACIÓN DE ECO.

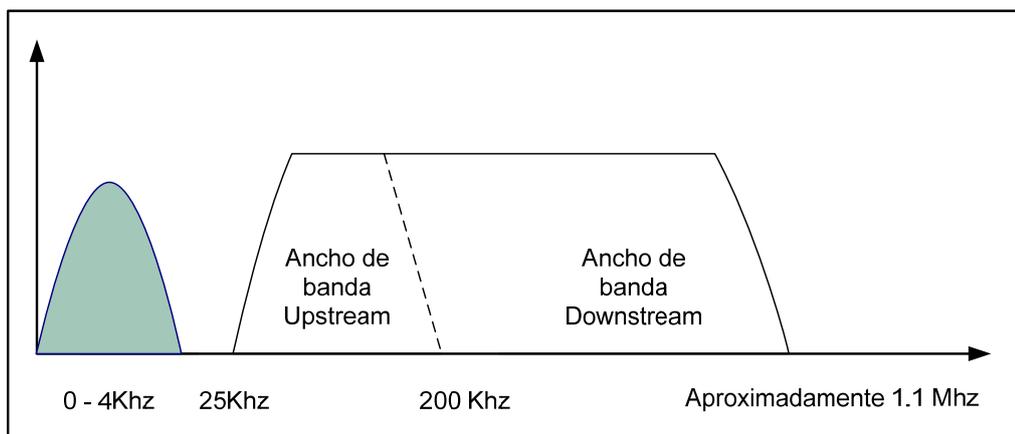
Cuando se utiliza la misma gama de frecuencias para enviar las señales en ambas direcciones de manera simultánea sobre el mismo medio físico, se produce la reflexión de la señal la misma que podría ser interpretada de manera equivocada, como una señal originada en el extremo remoto del circuito, por lo que se requiere algún tipo de control de eco. Los canceladores de eco restan electrónicamente la señal enviada de la señal recibida, permitiendo que cualquier señal enviada correctamente desde el extremo remoto sea distinguida.



**Gráfico 46.** FDM para ADSL, no se precisa cancelación de eco.

**Fuente:** Descripción General ADSL.pdf

Cuando no se aplica un control de eco a ADSL, como se ve en la Gráfico 46, la señal de banda base de 4 KHz dedicada a la voz analógica, junto con una banda típica en ADSL de 175 KHz dedicada al tráfico upstream (en sentido ascendente, desde el abonado) y una banda de unos 900 KHz dedicada al tráfico downstream (en sentido descendente, hacia el abonado). Este modo de operación es asimétrico, y este método FDM directo elimina la necesidad de establecer unos sistemas electrónicos de control de eco en los dispositivos finales ADSL.



**Gráfico 47.** Cancelación de eco **ADSL** combinada con **FDM**.

**Fuente:** Descripción General ADSL.pdf

La Gráfico 47, muestra un método más efectivo, donde se solapan las bandas upstream y downstream. Ahora, incluso cuando sólo se solapa una parte del espectro de frecuencia, son necesarios los sistemas de control de eco en los dispositivos ADSL.

### III.5 FORMATOS DE VIDEO EMPLEADOS.

Dentro de los formatos de compresión de video empleados para IPTV se encuentran los siguientes:

**H.261** fue el primer estándar de compresión de video digital, especialmente desarrollado por la ITU-T para los primeros productos videoconferencia y videotelefonía y fue la base para los formatos subsecuentes.

**MPEG-1** se diseñó para introducir video en un CD-ROM. Por aquel entonces eran lentos, por lo que la velocidad de transferencia quedaba limitada a 1.5

Mbits y la resolución a 352x240. Su calidad es muy cercana al formato VHS; sin embargo la calidad no se deteriora porque es una tecnología digital. Se convirtió en el codec más compatible dado que cualquier computadora personal podría ejecutarlo y muy pocos reproductores de DVD no lo soportaban.

**MPEG-2** ofrece mayor calidad con mayor ancho de banda (típicamente de 3 a 10 Mbits). En esa banda, proporciona 720x486 pixeles de resolución, es decir, calidad TV, además ofrece compatibilidad con MPEG-1. Se difundió rápidamente por su uso en el DVD y en los sistemas de distribución de video, soporta una imagen de pantalla completa. Actualmente se le considera un codec viejo pero todavía con mucha aceptación y amplia base instalada en el mercado.

**MPEG-3** fue una propuesta de estándar para la TV de alta resolución, pero como se ha demostrado que MPEG-2 con mayor ancho de banda cumple con este cometido, se ha abandonado.

Sin embargo, para usos más generales como Internet, difusión de video y medios de almacenamiento, el formato MPEG sigue siendo de gran importancia. La versión MPEG-4 Parte 2 ofrece una calidad mejorada con respecto a MPEG-2 y la primera versión de H.263. Sus mejoras técnicas consistieron en agregar funcionalidades para la codificación orientada a objetos y otras que modificaciones que surgieron de los estándares anteriores.

**MPEG-4** Parte 10, es un estándar técnicamente alineado con H.264 al que también se conoce como AVC. Este nuevo formato es el actual estado del arte de la tecnología de compresión estandarizada por la UIT y MPEG, y en poco tiempo ha sido adoptado en una amplia variedad de aplicaciones. Contiene un gran número de avances en cuanto a la capacidad de compresión y fue adoptado por productos como el PlayStation Portátil, la gama de reproductores Nero Digital y la próxima versión de Mac OS X v10.4, entre otros.

**MPEG** (Moving Picture Experts Group).

MPEG es el acrónimo de *Moving Picture Experts Group*, es un estándar (ISO/IEC) para compresión de video y de audio, que al ser creado se establecieron 4 tipos de *MPEGs*, *MPEG-1*, *MPEG-2*, *MPEG-3* y *MPEG-4*, cuya principal diferencia entre ellos es la calidad de imagen que ofrecen y el ancho de banda que necesitan. De aquí nace el popular formato MP3 para audio. MPEG Fue diseñado para asegurar la entrega uniforme sin interrupciones ni ruido de audio y video de alta calidad, para ser transmitido sobre Internet, redes basadas en IP y dispositivos digitales de nueva generación, por ejemplo móviles 3G y HDTV.

Por otra parte hay que aclarar que MPEG no es un formato de vídeo, sino un algoritmo de compresión de datos, utilizado en la representación de imágenes dado el volumen de información necesario para representar una imagen en movimiento, y fue establecido por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT).

Los formatos MPEGs, ofrecen tres ventajas fundamentales:

- Un gran nivel de compresión.
- Escasa pérdida de calidad.
- Permite la compatibilidad con carácter retroactivo entre diferentes formatos de vídeo.

Su diseño está pensado para que la decodificación sea sencilla y barata, que cualquier usuario con un software asequible pueda visualizarlo en su casa. Sin embargo, la codificación resulta más complicada y cara, aunque su precio ha descendido considerablemente en los últimos años.

La cadena de datos MPEG se puede dividir en tres capas o partes bien diferenciadas:

- Compresión de audio
- Compresión de vídeo
- Una tercera sería el sistema, encargada de la sincronización de datos, calidad de imagen, etc.

Comparado con estándares anteriores, MPEG1 y MPEG2 han hecho posible video interactivo sobre CD-ROM, DVD y Televisión Digital, mientras que MPEG4 ha hecho posible la integración de producción, distribución y acceso a contenidos en nuevos campos de aplicación:

- Televisión Digital.
- Aplicaciones Gráficas interactivas (contenidos sintéticos).
- Contenidos multimedia interactivos (WWW, distribución y acceso a contenidos).

A continuación se detallara con más profundidad el estándar MPEG-4 y H.264/AVC por ser los más utilizados en IPTV:

#### **MPEG – 4**

En 1993, el grupo Moving Picture Experts Group (MPEG) comienza el trabajo en el estándar MPEG-4. El mismo que abarca muchos más aspectos de los sistemas de video digital que sus predecesores MPEG-1 y MPEG-2. La parte 2 del estándar MPEG-4 (ISO/IEC 14496-2) conocida como MPEG-4 Visual especifica la codificación y decodificación de video digital. MPEG-4 Visual se terminó de estandarizar en 1999.

El estándar H.264, fue comenzado por el grupo de trabajo Video Coding Experts Group (VCEG) de la International Telecommunication Union (ITU-T). Las últimas etapas del trabajo se realizaron por la Joint Video Team (JVT) un grupo conformado por los grupos VCEG y el MPEG. El estándar final fue publicado en conjunto en 2003, por MPEG como la parte 10 del estándar MPEG-4 (ISO/IEC 14496-10) y por ITU-T como H.264. Por tanto debe entenderse que MPEG-4 y H.264 no son sinónimos, H.264 es una parte del estándar MPEG-4. H.264 también es llamado H.264 *Advanced Video Coding* (AVC), por tanto las formas correctas de llamar a este estándar son: MPEG-4 Part 10 o H.264 o AVC.

#### **El estándar y sus patentes.**

MPEG-4 se encuentra estandarizado en la norma ISO/IEC 14496. Al igual que para MPEG-2 y se compone de varias partes:

- Sistemas: Describe la sincronización y la transmisión simultánea de audio y video.
- Visual: Un CODEC de compresión para elementos visuales (video, texturas, imágenes sintéticas, etc.). Uno de los muchos perfiles definidos en la Parte 2 es el Advanced Simple Profile (ASP).
- Audio: Un conjunto de codecs de compresión para la codificación de flujos de audio; incluyen variantes de Advanced Audio Coding (AAC) así como herramientas de codificación de audio y habla.
- Conformidad: Describe procedimientos para verificar la conformidad de otras partes del estándar.
- Software de referencia: Formado por elementos de software que demuestran y clarifican las otras partes del estándar.
- Delivery Multimedia Integration Framework (DMIF).
- Software optimizado de referencia: Contiene ejemplos sobre como realizar implementaciones optimizadas.
- Transporte sobre redes IP: Especifica un método para transportar contenido MPEG-4 sobre redes IP.
- Hardware de referencia: Provee diseños de hardware que demuestran implementaciones de otras partes del estándar.
- (ISO/IEC 14496-10, ITU-T H.264) - Advanced Video Coding (AVC): Un códec de señales de video. Estandarizado en conjunto con ITU- T.
- Ingeniería de aplicación y descripción de escenas (BIFS). Para contenido interactivo 2D y 3D.
- Formato para medios audiovisuales basado en ISO: Un formato de archivos para almacenar contenido multimedia.
- Extensiones para el manejo y protección de Propiedad Intelectual (IPMP).
- Formato de archivo MPEG-4: El formato de archivo de contenedor designado para contenidos MPEG-4 (basado en la Parte 12).
- Formato de archivo AVC: Para el almacenamiento de video Parte 10, basado en la Parte 12.
- *Animation Framework Extension (AFX)*.
- Formato de subtítulos (en elaboración - el último avance en su revisión data de enero de 2005).

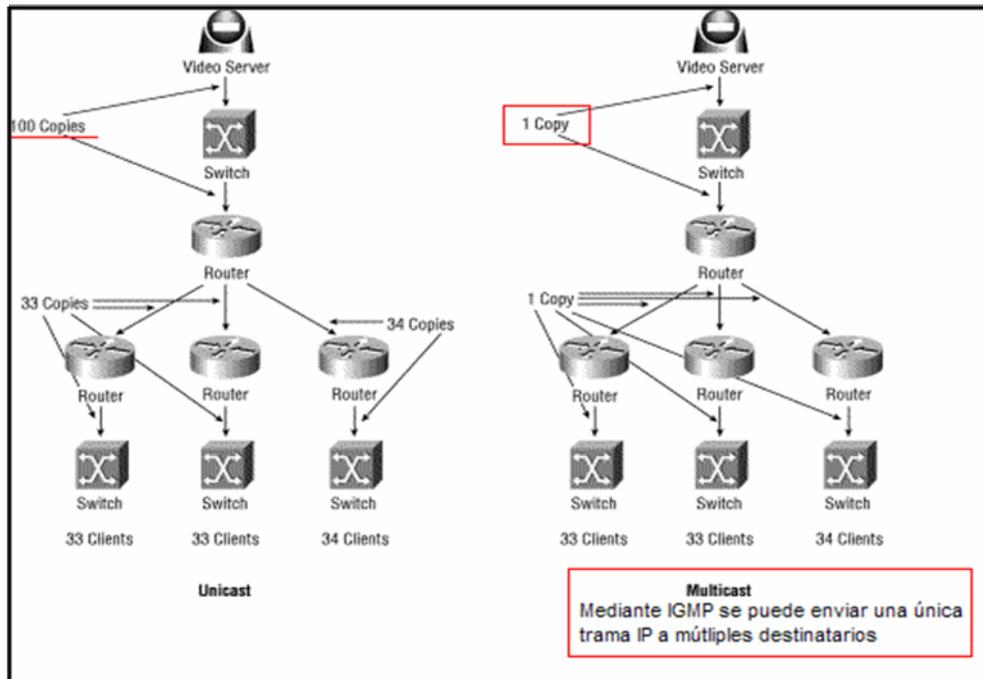
- Compresión y transmisión como flujo de fuentes tipo Gráficos (para fuentes OpenType).
- Flujos de texturas sintetizadas.
- Representación liviana de escenas (LASER).
- Extensión de MPEG-J para rendering (GFX).
- Especificación de formato abierto para fuentes (OFFS) basado en OpenType.

### **III.6 PROTOCOLOS DE TRANSMISION PARA IPTV.**

IPTV se ha convertido en la denominación más común para los sistemas de distribución por suscripción de señales de televisión y/o vídeo usando conexiones de banda ancha sobre el protocolo IP. Es decir, IPTV no es un protocolo en sí mismo, sino una denominación que engloba algo mucho más amplio. IPTV se ha desarrollado basándose en el *video-streaming*. Este sistema consiste en que la reproducción de los clips o las películas no requiere una descarga previa por parte del usuario, sino que el servidor entrega los datos de forma continua, sincronizada y en tiempo real (al mismo tiempo que se envía, se está visualizando el video con su audio). A continuación se describen los protocolos necesarios para lograr brindar el servicio de la Televisión Digital a través de los protocolos de Internet:

#### **Multidifusión mediante IGMP.**

El servidor envía una única trama IP a todos los destinos que la están demandando en ese momento (únicamente a los que la demandan, no confundir con broadcast).

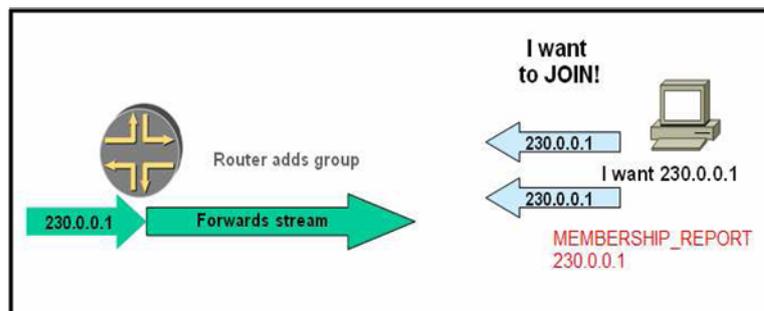


**Gráfico 48.** Protocolo IGMP.

**Fuente:** www.msntv.com, http://www.jumptv.com

**Funcionamiento de IGMP.**

Cuando una aplicación en un host se suscribe a un grupo particular, el host envía un mensaje de informe (Membership\_report) con la dirección del grupo al que se ha suscrito.

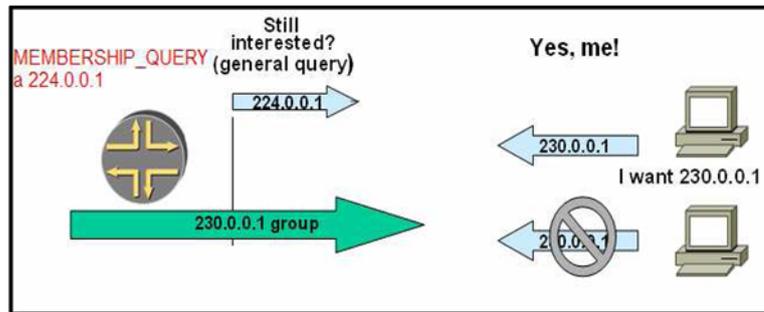


**Gráfico 49.** Reporte del número de suscriptores del servicio.

**Fuente:** www.msntv.com, http://www.jumptv.com

Periódicamente, los routers envían interrogaciones (Membership\_query: general) al grupo 224.0.0.1 (todos los hosts). Cada ordenador responde con un informe (Membership report) por cada grupo al que pertenece, incluyendo la dirección de dicho grupo.

Si un host observa un informe de algún otro host asociado al mismo grupo de multidifusión, no envía su propio mensaje (ahorro recursos).

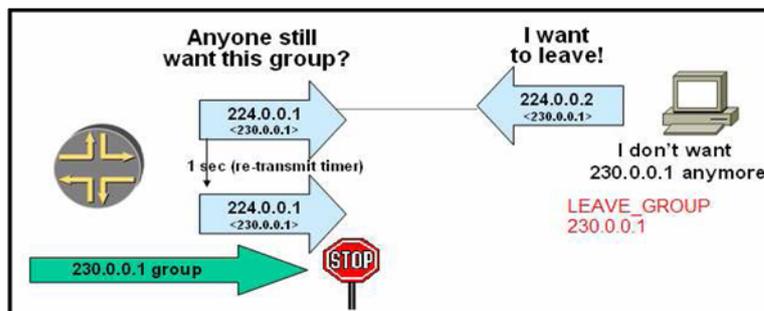


**Gráfico 50.** Verificación de grupos suscriptores.

**Fuente:** www.msntv.com, http://www.jumptv.com

Si después de varias interrogaciones no se recibe ningún mensaje relativo a alguno de los grupos activos de esa subred, el router elimina dicho grupo de la tabla asociada a ese interfaz.

Además, es interesante comentar que existe un mecanismo para ahorro de tiempo en la gestión de los grupos. Los hosts pueden enviar mensajes de abandono (Leave\_group) a los routers cuando dejan un grupo.



**Gráfico 51.** Mensajes de confirmación de abandono de un grupo.

**Fuente:** www.msntv.com, http://www.jumptv.com

IGMP no ofrece ningún mecanismo para encaminar datagramas. Por tanto, se necesita el empleo de algoritmos y protocolos de enrutamiento.

### REAL-TIME STREAMING PROTOCOL (RTSP) Y SESSION DESCRIPTION PROTOCOL (SDP).

El protocolo RTSP se usa para el establecimiento y control de la sesión de *streaming*. Actúa así como un mando a distancia de la sesión, permitiendo

comandos como play, pause, rew, etc. Se emplea en conjunto con SDP (*Session Description Protocol*), que es el encargado de proporcionar información sobre la sesión: número de flujos, tipo de contenido, duración, ancho de banda, etc.

#### **Características principales de RTSP:**

- Protocolo de nivel de aplicación.
- Independiente de la capa de transporte (TCP o UDP).
- No es el encargado de transportar los contenidos.
- Un servidor RTSP necesita mantener el estado de la conexión.
- Compatible tanto con unicast como con multicast.
- Capacidad multi-servidor: Cada flujo multimedia dentro de una presentación
- puede residir en servidores diferentes.

#### **REAL-TIME TRANSPORT PROTOCOL (RTP) Y REAL-TIME TRANSPORT CONTROL PROTOCOL (RTCP).**

RTP es un protocolo de nivel de aplicación que se emplea para la transmisión de información en tiempo real.

#### **Características principales de RTP:**

- En video-streaming (y la mayoría de las aplicaciones) se emplea RTP sobre UDP, que es mucho menos pesado que TCP.
- RTP no ofrece garantías sobre la calidad del servicio ni sobre el retraso de la entrega de datos, estos deben ser proporcionados por la red subyacente.
- RTP ofrece entrega de datos multicast.
- Secuenciación. Debido a la necesidad de entregar los paquetes en orden (UDP no provee esta característica) RTP incorpora un número de secuencia que además sirve para la detección de paquetes perdidos.

Por tanto, RTSP y RTP poseen cometidos diferentes. Mientras que el primero es el encargado del establecimiento y control de la conexión video-

streaming, RTP se emplea para transportar los contenidos en tiempo real (audio y video).

Por otra parte la pregunta que concierne en este punto es si con los protocolos que se vieron se puede brindar ya el servicio, la respuesta a estas preguntas es el empleo conjunto de RTP con RTCP (protocolo de control del transporte en tiempo real). RTCP proporciona información de control asociada con un flujo de datos para una aplicación multimedia (flujo RTP).

#### **Características principales de RTCP:**

- Trabaja junto con RTP en el transporte y empaquetado de datos multimedia, pero no transporta ningún dato por sí mismo.
- Se encapsula sobre UDP.
- Se emplea para monitorizar la calidad de servicio.

### **III.7 IMPORTANCIA DE LA TRANSMISION POR ADSL.**

La aparición y evolución de las tecnologías para transmisión de alta velocidad a través del bucle de abonado, ha permitido el acceso a nuevos nichos de mercado en función de la legislación de cada país y la liberalización de los diferentes servicios. Las ventajas competitivas que deparan dichas tecnologías y las oportunidades que aparecen al poder ofrecer al mercado nuevos equipos con un amplio abanico de servicios a través del par de cobre ya instalado, e incluso la integración en Sistemas.

La evolución de la tecnología, ha permitido con el paso del tiempo, el ahorro de planta instalada migrando de equipos de 3 y 2 pares a los sistemas actuales de transmisión por un único par de cobre. Asimismo, los equipos han ido adquiriendo mayores prestaciones.

El desarrollo de la tecnología ADSL ha permitido el poder acercar aplicaciones con demanda de un elevado ancho de banda (videoconferencia, acceso a Internet, teletrabajo,...) al usuario final ofreciendo una gama de equipos diferenciada en los siguientes entornos:

**Mercado residencial.**

Producto especialmente diseñado para el acceso a Internet a gran velocidad. Otras aplicaciones de gran interés serán en un futuro la posibilidad de acceder en tiempo real a los sistemas de información de los centros de trabajo (teletrabajo) y la capacidad de establecer videoconferencia con otros usuarios o centros de atención. Su interfaz USB y sus características Plug & Play deberán facilitar la instalación del equipo por parte del usuario.

Según la legislación vigente en cada país el producto se venderá en un futuro a través del canal de distribución (mayoristas, tiendas de informática, grandes almacenes,...) o será directamente entregado por el proveedor de acceso a Internet (ISP) dentro del kit de conexión.

**Mercado empresarial.**

Producto más complejo, destinado básicamente a la unión de redes de área local para la construcción de Redes Privadas Virtuales (VPN). Dicho producto deberá incorporar protocolos de seguridad de acceso ('firewall') y de encaminamiento de tráfico en tiempo real ('routing'). La interfaz de usuario tanto a nivel físico como a nivel de protocolo (ATM, Frame Relay), así como la incorporación de funciones adicionales determinará el coste final del producto y la necesidad de otros dispositivos.

Dada la complejidad en la configuración de dichos equipos su comercialización se deberá hacer a través de ingenierías o instaladores altamente cualificados.

**CONCLUSIONES.**

La aparición de las tecnologías xDSL ha permitido el soporte de servicios con un elevado tráfico sobre par de cobre. Este hecho abre nuevas posibilidades de mercado, diseñando productos destinados a cubrir estas necesidades. La normalización y la liberalización del mercado son puntos

clave en la implantación de estas nuevas tecnologías y, en consecuencia, en la rápida comercialización de los equipos de acceso relacionados.

La convergencia y la posibilidad de dar múltiples servicios por la misma red, es un factor que definitivamente caracteriza hoy al sector de las telecomunicaciones, dejando a un lado la consabida frase de que, el Internet ha llegado para cambiar toda nuestra cultura, desde cómo nos comunicamos hasta cómo realizamos nuestras actividades, con un lenguaje más sencillo y claro. En esencia, cada persona es productora de contenido, facilita el acceso a la información, convirtiéndose en un elemento más de este importante medio de comunicación.

Con este acelerado crecimiento del mundo del internet, observamos la actual demanda del consumo de Banda Ancha, reflejado en los incrementos de las conexiones ADSL, mismas que significan una renovación diaria del negocio de las comunicaciones fijas. El crecimiento de la red como infraestructura básica en el desarrollo humano, llevará a mayores inversiones de estas tecnologías, con el único propósito de brindar y facilitar vías de acceso al mundo de la información, negocios y entretenimiento.

## **CAPITULO IV**

### **EQUIPOS NECESARIOS PARA LA TRANSMISION Y RECEPCION DE LA TELEVISION DIGITALPOR TECNOLOGIAS IPTV (ADSL)**

#### **IV. INTRODUCCION.**

Hasta finales del siglo XX y, aún hoy, los diferentes servicios de telecomunicaciones han requerido de sus propias plataformas, diseñadas, construidas y optimizadas para satisfacer sus necesidades particulares. Así, existe la Red Telefónica Pública Conmutada (RTPC) especializada en la transmisión de voz, una Red Pública de Datos (RPD) destinada a intercambiar archivos de información, redes de televisión por vía radioeléctrica o por cable (CATV), etc.

No obstante, con el avance y convergencia de las diferentes tecnologías y servicios basados en la digitalización, ahora es posible por ejemplo, recibir archivos de datos vía la red telefónica, ver televisión y videos sobre los computadores personales o realizar llamadas de voz sobre las redes que anteriormente solo prestaban el servicio de recepción de televisión.

Aunque las diferentes redes fueron diseñadas, construidas y optimizadas para la prestación de sus respectivos servicios, todas las redes requieren de terminales especiales para que sus usuarios puedan utilizar los servicios, tienen una red de acceso a los mismos y, como núcleo del sistema, tienen la red central del servicio.

Los Terminales de Usuario o Equipos en el Predio del Usuario son dispositivos especiales que permiten a los clientes finales acoplar su información de tal manera que pueda ser transmitida y recibida en forma conveniente a través del resto de la red, hasta el terminal de usuario de destino. Son por ejemplo los aparatos telefónicos que convierten la voz en señales eléctricas

analógicas, los computadores que convierten y procesan la información en forma digital, los aparatos de televisión que convierten señales radioeléctricas o electro-ópticas en imágenes y sonido, los que convierten información digital en formas escritas como las impresoras, Dispositivos de archivo de información digital como discos duros, cintas, etc.

En nuestro país las comunicaciones de datos y de voz están creciendo constantemente, al punto que se está volviendo indispensable debido a las aplicaciones y servicios que ofrece; con ello las redes de datos están observando nuevas áreas de expansión, generándose nuevos productos que vienen a integrar imagen, audio y datos, promoviendo el surgimiento de nuevas tecnologías y medios digitales en el área de las comunicaciones.

Estos medios digitales, también llamados “nuevos medios” o “nuevas tecnologías”, son los medios más usados actualmente por los jóvenes y, en general, por las personas amantes de la tecnología. Habitualmente se accede a ellos a través de internet, lo que hace que todavía no sean un medio extremadamente masivo, pues es mayor el número de personas que posee un televisor o un radio que el que posee una computadora.

Pese a lo anterior, la rapidez y la creatividad que utilizan para comunicar, hacen de estos medios, una herramienta muy atractiva y llena de recursos, lo que hace que cada día tengan más acogida.

#### **IV.1 EQUIPOS A NIVEL DE USUARIO.**

##### **IV.1.1 SET TOP BOX.**

El *Set Top Box* (STB) usa un software sumamente eficiente que permite toda la operación del sistema como el *middleware* y las componentes de accesos condicionales para correr un solo procesador DSP.

La tecnología de compresión H.264 utiliza hasta un 40 % menos ancho de banda de la red que la compresión MPEG-2 utilizado en la mayoría de sistemas hasta la fecha. Esto permite aumentar su alcance del suscriptor y ofrecer dos o más corrientes de vídeo por casa.

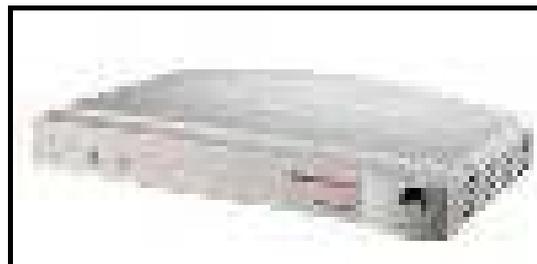


**Gráfico 52.** Set Top Box con apertura para MPEG-4 AVC / H.264.  
**Fuente:** [www.televesintegra.com](http://www.televesintegra.com)

Este es instalado fácilmente por el suscriptor y ofrece una plataforma aumentable en software para apoyar los avances tecnológicos sin un costo adicional. Es también compatible con accesorios para brindar un mejor servicio. La configuración de este equipo y accesorio no es problema para el usuario debido a que todo esto se maneja desde el *Middleware* (Interfaz gráfico que permite interactuar al suscriptor con la Tv, ver Gráfico 6) que es la base de todos los servicios.

#### **IV.1.2 MODEM ADSL.**

El acoplamiento Dual del modem ADSL es muy confiable, fácil de instalar y tiene flexibilidad debido a que proporciona puertos de USB y Ethernet, para compartir recursos locales con otros dispositivos simultáneamente. Este Modem dual de acoplamiento puede crecer junto con las necesidades caseras de establecimiento de una red. En este Modem ADSL no necesitamos configuración alguna que realice el usuario, debido a los parámetros ya vienen establecidos y las conexiones son sencillas.



**Gráfico 53.** Modem ADSL.  
**Fuente:** [www.comandato.com](http://www.comandato.com)

### IV.1.3 RECEPTOR DE SENAL (TELEVISOR).

El usuario de IPTV puede tener como equipo de recepción cualquier televisor convencional puesto que el STB (Set Top Box) se encargara de suministrar la señal analógica, y no tendrán ningún problema al reproducir el vídeo que ha sido entregado a estos por el respectivo STB.



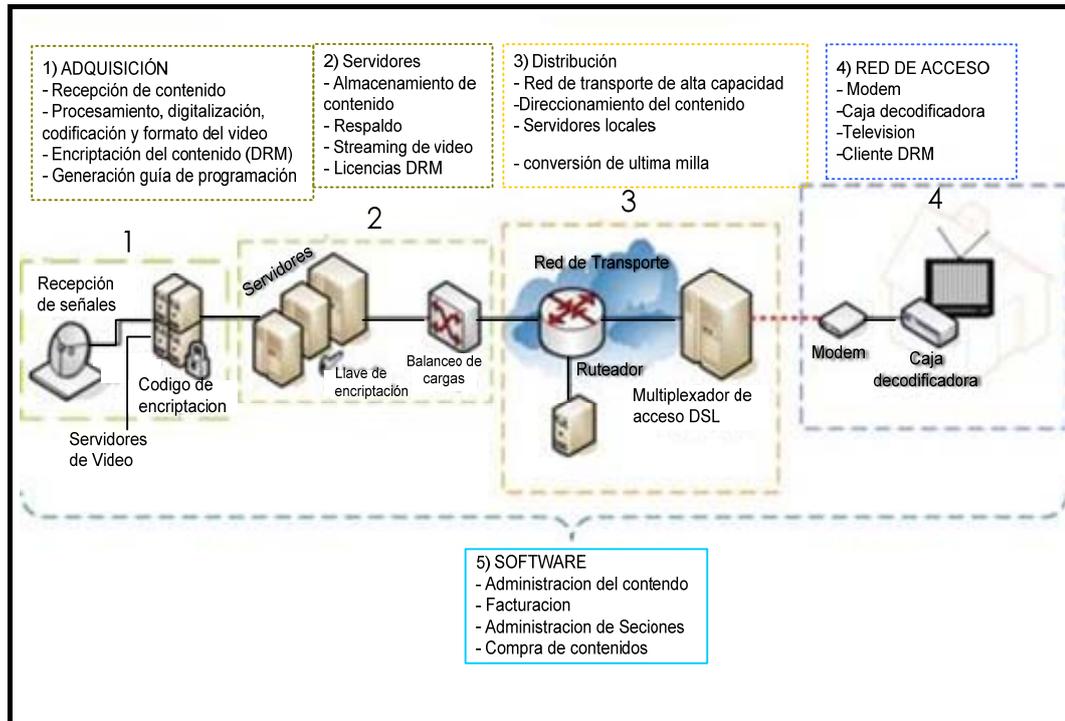
**Gráfico 54.** Receptor de señal (Televisor).  
Fuente: [www.comandato.com](http://www.comandato.com)

## IV.2 EQUIPOS A NIVEL DE PROVEEDOR.

### IV.2.1 SERVIDORES DE VÍDEO.

Este servidor de vídeo (Gráfico 5), es una opción superior para el negocio de la difusión de contenidos, mismos que han sido obtenidos de alimentaciones de satélites, cámaras de vídeo, archivos digitales, etc., para uso extenso de vídeo a demanda (VoD). Los usuarios podrán mirar los programas o difusiones que se han almacenado asegurándose transmisiones de alta calidad. El servidor ofrece una memoria de alto rendimiento y de gran capacidad, esto permite la entrega del vídeo en tiempo real y con un amplio alcance, mientras que protege y permite el uso eficiente de ancho de banda de la red. Los servidores poseen licencias DRM (*Digital Rights Management*), el cual administra los permisos para desbloquear contenido, autorizar y reportar transacciones, y remite el video a los usuarios autorizados. El servidor DRM codifica el contenido y lo encapsula en un contenedor para evitar su uso no autorizado. La Gráfico 4, hace referencia a una red de transporte de alta capacidad que permite la transmisión

bidireccional del contenido, control de sesiones, autenticación de suscriptores y generación de datos de facturación.



**Gráfico 55.** Transmisión bidireccional del contenido.

Con respecto a la configuración del equipo, se debe tomar en cuenta los siguientes parámetros como: velocidades de transmisión, tipo de codificación, formato de compresión en la que se recibe la señal de vídeo, y en la que se va a almacenar las señales para ser entregadas al siguiente dispositivo conforme el usuario lo solicite.



**Gráfico 56.** Servidor de Vídeo.

**Fuente:** [www.netup.tv/en-EN/vod-nvod-server.php](http://www.netup.tv/en-EN/vod-nvod-server.php)

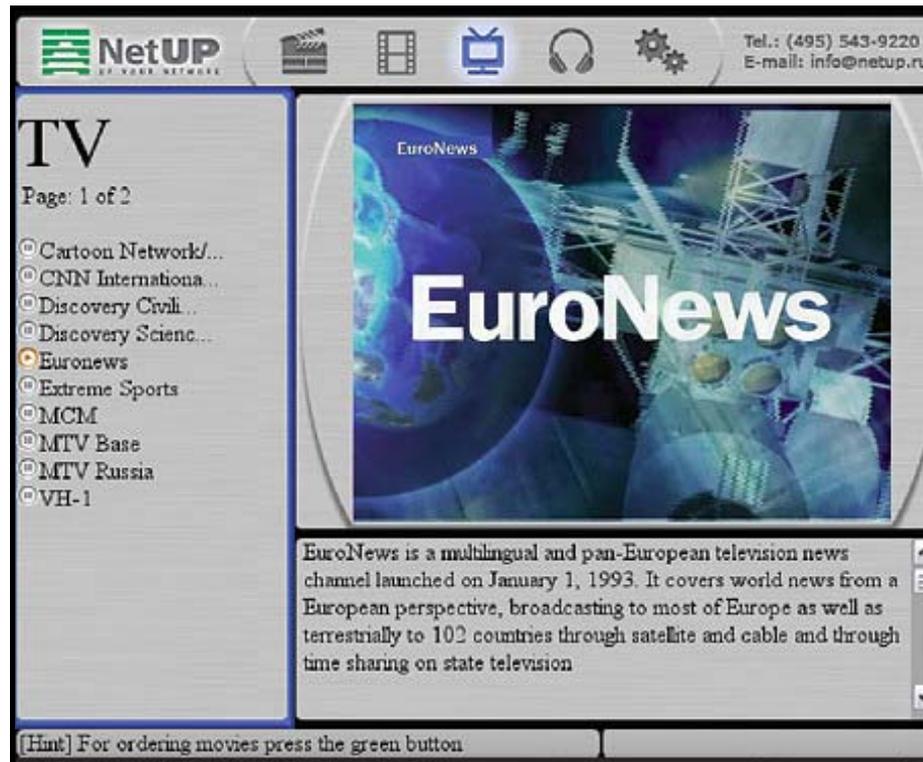
#### **IV.2.2 MIDDLEWARE.**

El sistema Middleware es la parte principal del conjunto Hardware/Software para la difusión de IPTV, siendo el Interfaz grafico del middleware la plataforma que permite al suscriptor interactuar con el sistema y adquirir los contenidos que desea.

El Middleware debe ser compatible con una amplia gama de STB (Set Top Box), de modo que permita agregar en su arquitectura nuevos servicios sin desechar el software que está vigente. El Interfaz utilizador intuitivo permitirá mirar los canales televisivos, usando VoD (Vídeo a Demanda) y nVoD (servicios virtuales del cine), permitiendo seleccionar los programas de preferencia mediante una Guía de Programación Electrónica, o (EPG), haciendo que el usuario sea quien adquiera el contenido.

Los contenidos exhibidos en la pantalla del suscriptor son observados usando un Interfaz especial de la administración del middleware y además debido al uso de herramientas populares para las páginas de HTML le es posible realizar cambios en el suscriptor, con una alta calidad y con la posibilidad de agregar nuevos servicios sin problemas.

El paquete de entrada de IPTV es una solución completa y escalable que ayudara a resolver las demandas del mercado de IPTV en cualquier tamaño y postura de sus clientes. Con una plataforma extensible para integrar servicios nuevos hacia el crecimiento de la red.



**Gráfico 57.** Interfaz gráfico del Middleware.

**Fuente:** [www.netup.tv/en-EN/middleware.php](http://www.netup.tv/en-EN/middleware.php)

### IV.2.3 CODIFICADORES DE VÍDEO.

Para recibir la señal de vídeo desde el exterior y formar la corriente de vídeo IP de todo el contenido se utiliza un Hardware/Software complejo (ver Gráfico 4, parte 1). El producto permite recibir el contenido de vídeo desde un satélite u otra fuente en varios formatos y difundir canales encriptados o no encriptados vía IP. El dispositivo puede actuar como un decodificador, un receptor y multiplexor, la señal se puede recibir directamente desde una antena en DVB-T, DVB-S, en formato RF, vía líneas de cable, de un estudio, o de terceras personas en otros formatos.

La configuración de este equipo será realizada principalmente en lo que se refiere a velocidades, anchos de banda, tipo de codificación que utilizará la señal para ser entregada o administrada por en middleware de acuerdo a las necesidades de los usuarios. Y de esta forma evitar conflictos internos en el equipo.



**Gráfico 58.** Encoder.

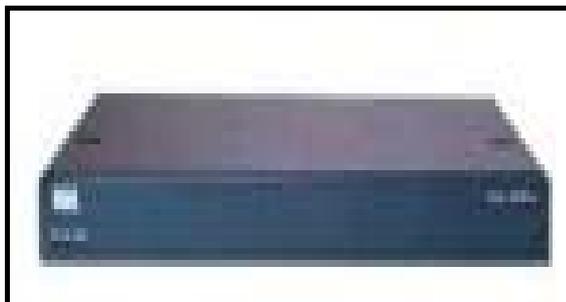
**Fuente:** [broadband.motorola.com/catalog/productdetail.asp](http://broadband.motorola.com/catalog/productdetail.asp)

#### **IV.2.4 ROUTER.**

Este es un tipo especial de computador, cuenta con los mismos componentes que un PC básico. Sin embargo los routers están diseñados para cumplir ciertas funciones específicas que por lo general no las realizan los computadores de escritorio, la principal función de un router es permitir la comunicación entre dos redes y determinan la mejor ruta para la transmisión de datos a través de las redes conectadas.

Los routers necesitan un software denominado Sistema Operativo de Internetworking (IOS) para ejecutar los archivos de configuración en los cuales están las instrucciones y los parámetros que controlan el flujo de tráfico entrante y saliente de los routers.

En estos archivos se configuran, contraseñas, interfaces con sus respectivas direcciones IP, protocolos de enrutamiento, nombre del router, control de acceso con Líneas de Control de Acceso (ACL), son los principales puntos a configurar dependiendo de los requerimientos de la red para el correcto funcionamiento del sistema de IPTV.



**Gráfico 59.** Router.

**Fuente:** [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

#### IV.2.5 DSLAM.

EL IP DSLAM tiene interfaces para el suscriptor con puertos de división de POTS incorporado, se alcanzó un diseño de ahorro de espacio en la altura. Debe venir con la gerencia única de anchura de banda, dando prioridad al flujo de los datos con una característica dominante de control de la seguridad.

Además proporcionar la capacidad de brindar QoS (calidad del servicio) al prestar servicios de triple play (voz, datos, vídeo), debe disponer de un interfaz de ayuda que soporte ADSL/ADSL2/ADSL2+, y se pueda montar varios IP DSLAM conectados en cascada dependiendo la necesidad de la red.

Es un equipo que realiza labores similares a la de un switch o concentrador por lo que la configuración está definida en función de las direcciones necesarias para tener conexión de la red hacia los usuarios por esta razón se configurará de acuerdo a los requerimientos de la red sobre la cual se implemente el servicio, como son anchos de banda, velocidades, etc.



**Gráfico 60.** DSLAM.

Fuente: [www.cinit.org.mx/](http://www.cinit.org.mx/)

#### IV.3 SIMULACIÓN.

El presente trabajo de graduación, nos ha permitido realizar la simulación de uno de los sistemas de entretenimiento masivo alternativo denominado **IPTV** o televisión digital por tecnologías IP a través del par de cobre.

El software desarrollado en esta tesis, está basado en protocolos IP y en un

lenguaje de programación grafica (Macromedia Flash Professional), los mismos que son fundamentales en el despliegue de nuestra aplicación.

Los resultados obtenidos en nuestra investigación se resumen a continuación.

#### **IV.3.1 Descripción técnica del software.**

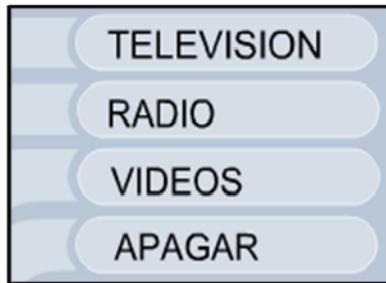
El middleware: La construcción de un middleware es todo el proceso que conduce a una descripción detallada de todas y cada una de las escenas del audiovisual. El interfaz grafico realizado contempla las siguientes características:

Introducción (INTRO): al iniciar nuestra presentación se observa el logotipo de IPTV, el mismo que muestra efectos de desvanecimiento en su forma original, color y tamaño.



Menú: se caracteriza por alojar 4 botones de acción, que redireccionan a submenús interactivos.

Estos botones, televisión, radio, video y apagar, están programados con efectos denominados "roll over", efecto cuya característica es generar una ilusión de resaltación, con tan solo acercar el puntero.



Submenús interactivos:

Televisión: está opción muestra la guía de canales (channel guide) que contiene el servidor proveedor del servicio.



Cada canal posee un listado de programación, misma que se encuentra siendo reproducida en tiempo real (real time).



Radio: está opción permite seleccionar entre dos frecuencias

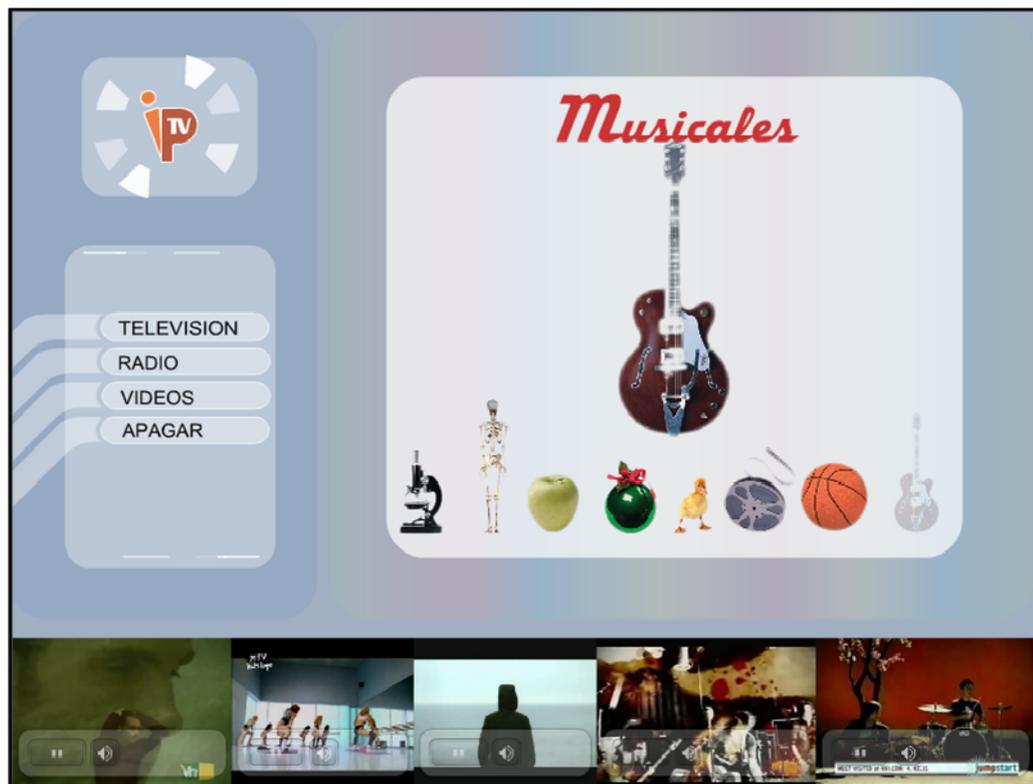
radiales: FM y AM suministradas por la operadora que brinda el servicio.



Cada emisora radial posee un listado de programación, misma que se encuentra siendo reproducida en tiempo real (real time).



Videos: está opción muestra la guía de videos musicales, ciencia, animales, etc. que el suscriptor puede adquirir.

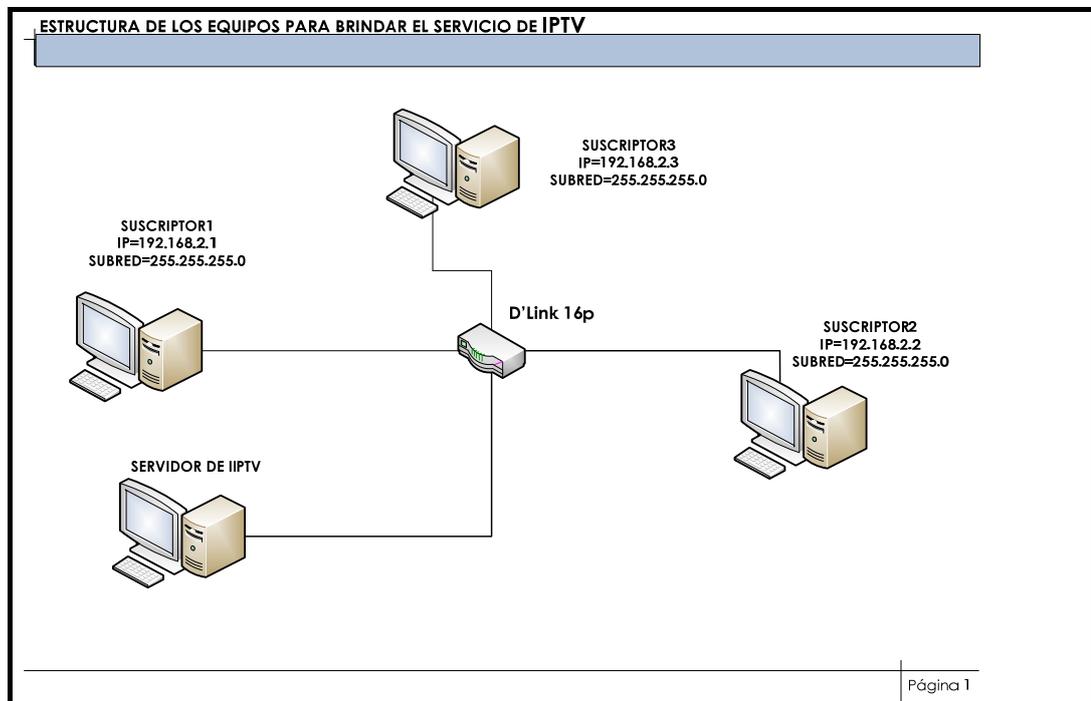


### IV.3.2 Adquisición del servicio.

Para la adquisición del sistema que estamos desplegando es necesario contar con los siguientes equipos:

- Equipos de comunicación de datos y de servicio de aplicaciones.

A continuación se indica la estructura del equipamiento (Gráfico 10), con el cual se brindara servicio de IPTV.



- Equipos de comunicación de datos:

1 Servidor proveedor del servicio

3 Suscriptores

1 D-link 16P

4 Patch Cord

Software

**Servidor proveedor del servicio.**

Este equipo se encuentra conGráficoodo para brindar acceso al servicio de **IPTV**, con una asignación dinámica de direcciones IP.

Las características que contiene este equipo son:

- Procesador Intel Pentium Dual Core de 3.2 GHz
- Cache de 1 Mbyte
- RAM de 1 GB
- Disco Duro de 250 Gbytes 7200RPM
- Tarjeta Grafica ATI Radeon Xpress 200M
- 1 Puerto serial
- 1 Puerto paralelo
- 1 Puerto Ethernet 10/100 interfaz RJ45
- 4 Puertos USB
- 1 Teclado USB
- 1 Mouse USB
- 1 Monitor LCD 17"

**Suscriptores.**

Estos equipos manejan básicamente la interfaz grafica del servicio, por medio de una dirección IP asignada.

Las características que contienen estos equipos son:

- Procesador Intel Pentium Dual Core de 1.4 GHz
- Cache de 1 Mbyte
- RAM de 1.5 GB
- Disco Duro de 100 Gbytes 7200RPM
- Tarjeta Grafica ATI Radeon Xpress 200M Cinematic Graphics
- 1 Puerto serial
- 1 Puerto paralelo
- 1 Puerto Ethernet 10/100 interfaz RJ45
- 4 Puertos USB
- 1 Teclado USB

- 1 Mouse USB
- 1 Monitor LCD 14"

**D-Link.**

Para la construcción de la red LAN que constituye la infraestructura de IPTV, se cuenta con 1 D-Link marca 3COM, de 16 puertos.

**CONCLUSIONES.**

Hoy en día, el sistema IPTV está haciendo ruido en el mundo. Su publicidad en masa es el resultado de numerosas instancias y despliegues para en un futuro. IPTV es un sistema muy útil, a través del cual se puede recibir tanto TV como señales de video junto con otros servicios multimedia por medio de la conexión a Internet. IPTV es más que una simple conexión de banda ancha y un sistema para entregar varios programas de televisión utilizando el protocolo de internet en redes de computadoras, IPTV no es solo el resultado de la convergencia tecnológica (televisión- audiovisual e internet) es también el fruto de años de investigaciones científicas y tecnológicas que ha permitido confeccionar nuevas prestaciones que sobre la misma base agregan valor y ofrecen nuevas expectativas a los usuarios, permitiendo acceder al mundo informático de una manera entretenida e interactiva.

**GLOSARIO****A**

|       |  |
|-------|--|
| AAC   | Advanced Audio Coding  |
| AC    | Corriente Alterna  |
| ADSL  | Línea de Abonado Asimétrica Digital                          |
| AFX   | Animation Framework Extension                                |
| AM    | Amplitud Modulada  |
| ANSI  | American National Standards Institute                        |
| ATM   | Modo de Transferencia Asíncrono (Asynchronous Transfer Mode) |
| ATU-C | Terminal Unit-Central  |
| ATU-R | Terminal Unit-Remote   |
| ATSC  | Advanced Television Systems Committee                        |
| AVC   | Advanced Video Coding  |

**B**

|     |                                  |
|-----|----------------------------------|
| B   | Entrada Auxiliar de Datos        |
| BL  | Balance Longitudinal             |
| BRI | Interfaz Básico                  |
| BW  | Bandwidth                        |
| BBC | British Broadcasting Corporation |

**C**

|       |  |
|-------|--|
| CAP   | Carrier-Less Amplitude and Phase Modulation      |
| CATV  | Televisión por Cable                             |
| COFDM | Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing |
| CSA   | Carrier Serving Areas                            |

**D**

|       |   |
|-------|---|
| DC    | Corriente Directa                                       |
| DMIF  | Multimedia Integration Framework                        |
| DMT   | Discrete Multi-Tone Modulation                          |
| DRM   | Gestión Digital de Derechos (Digital Rights Management) |
| DSL   | Línea de Abonado Digital (Digital Subscriber Line)      |
| DSLAM | Multiplexor de acceso DSL                               |
| DTV   | Televisión Digital                                      |
| DVB   | Digital Video Broadcasting                              |
| DVD   | Digital Video   |

**E**

|     |                                   |
|-----|-----------------------------------|
| EC  | Cancelación de Eco                |
| EMI | Electrical and Musical Industries |

**F**

|      |  |
|------|--|
| FEC  | Corrección de Errores (Forward Error Correction) |
| FDM  | Multiplexación por División de Frecuencia        |
| FEI  | Fuerza Electromotriz Inducida                    |
| FEXT | Far End Crosstalk, Telediafonía                  |
| FFT  | Transformada Rápida de Fourier                   |

FM Frecuencia modulada

## **H**

HAM Hold and Modify  
 HDTV Televisión Digital de Alta Definición  
 HDSL High Bit Rate DSL

## **I**

IB Indicador de bits (Indicator Bits)  
 IFFT Transformada rápida de Fourier inversa  
 IGMP Internet Group Managent Protocol  
 IP Protocolo de Internet  
 IPMP Manejo y Protección de Propiedad Intelectual  
 IPTV Televisión Digital por IP  
 ISDB Integrated Services Digital Broadcasting

## **J**

JVT Joint Video Team

## **L**

LAN Red de Área Local  
 LASMEA Laboratorio de Ciencias y de Materiales Electrónicos y Automáticos

## **M**

MPEG Moving Picture Experts Group

## **N**

NEXT Near End Crosstalk, Paradiafonía  
 NTSC National Television System Committee

## **P**

PAL Phase Alternating Line  
 PBX Centralilla Privada  
 PC Computador Personal  
 POTS Telefonía Básica Tradicional (Plain Old Telephone System)  
 POTS – C Interfaz entre la RTC y el filtro, lado de central  
 POTS – R Interfaz entre la RTC y el filtro, lado de usuario  
 PSTN Public Switched Telephone Network  
 PVR Grabación Personalizada de video

## **Q**

QAM Modulación de Amplitud en Cuadratura

## **R**

RADSL Rate Adaptative DSL  
 RCA Radio Corporation of America  
 RCP Resistencia de Continuidad de Pantalla  
 RM Ruido Metálico  
 RMS Ruido en Banda Ancha  
 RPTC Red Pública Telefónica Conmutada

|      |                                      |
|------|--------------------------------------|
| RT   | Ruido a Tierra                       |
| RTC  | Radio Television Communication       |
| RTCP | REAL-TIME TRANSPORT CONTROL PROTOCOL |
| RTP  | REAL-TIME TRANSPORT PROTOCOL         |
| RTSP | REAL-TIME STREAMING PROTOCOL         |

**S**

|       |                              |
|-------|------------------------------|
| SDP   | SESSION DESCRIPTION PROTOCOL |
| SDTV  | Televisión Digital Estándar  |
| SDSL  | Symmetric DSL                |
| SECAM | Sequential Color With Memory |

**I**

|         |   |
|---------|---|
| T       | Puede encontrarse en el interior del SM o de la ATU-R |
| TA o TE | Equipo terminal                                       |
| TCP     | Protocolo de Control de Transmisión                   |
| TDR     | Reflectometro en el Dominio del Tiempo                |
| TL      | Terminación de línea                                  |
| TR      | Terminación de red                                    |
| T – SM  | Interfaz T para el modulo de servicio                 |

**U**

|        |  |
|--------|--|
| U – C  | Interfaz U, lado de central                            |
| U – C2 | Interfaz U, lado de central desde el filtro al ATU-C   |
| UHF    | Ultra Alta Frecuencia                                  |
| U – R  | Interfaz U, lado de usuario                            |
| U – R2 | Interfaz U, lado de usuario desde el filtro a la ATU-C |

**V**

|      |   |
|------|---|
| VA   | Interfaz V, lado del nodo de acceso, desde la ATU-C al nodo de acceso   |
| VAC  | Voltaje en Corriente Alterna  |
| VC   | Interfaz V, lado de central, desde el nodo de acceso al servicio de red |
| VCEG | Video Coding Experts Group  |
| VDC  | Voltaje en Corriente Directa  |
| VDSL | Very High Bit Rate DSL  |
| VHF  | Alta Frecuencia   |
| VoD  | Video bajo demanda  |
| VoIP | Voz sobre IP  |

**X**

|      |  |
|------|--|
| xDSL | Denotan cualquier tecnología de la familia DSL |
|------|--|

**BIBLIOGRAFIA**

- [1] DÍAZ Candía, Miguel. **Planta Externa. Cables simétricos y coaxiales para telecomunicaciones.** Primera Edición, Andros Impresoras, Chile, 2000.
- [2] GINSBURG, David **Impleming ADSL.** Addison-Wesley Longman, Inc., USA, Julio/1999.
- [3] GORALSKI, Walter; Hill Associates, Inc., **Tecnologías ADSL y xDSL.** McGraw-Hill, España, 2000.
- [4] GARCÍA y PEÑUELAS – “Informática básica”. Editorial: Mc Graw-Hill.
- [5] LIORIS A., A. y TORRES J.C. - “Introducción a la informática”. Editorial: Mc Graw Hill.
- [6] Libro digital en formato pdf: **The DSL Sourcebook.** PARADYNE, Tercera Edición, 2000.
- [7] RAUSCHMAYER D.J., “**ADSL/VDSL Principles, A practical and precise study of Asymmetric Digital Subscriber Lines and Very High Speed Digital Subscriber Lines**”, MacMillan Technical Publishing, 1999.
- [8] STALLINGS, W. Comunicaciones y redes de computadores (quinta edición), Prentice Hall 1997, capítulo 2.
- [9] TANENBAUM, Andrew S. Redes de Computadores (tercera edición), Prentice Hall 1997, capítulo 2.

**INFORMACION DIGITAL:**

EL “DSL FORUM” y los siguientes White paper:

**“Symmetric DSL White paper”.** 2001.

|                      |                  |
|----------------------|------------------|
| George H. Dobrowski, | Globespan Virata |
| Soum Mukherjee,      | HyperEdge        |

**“DSL Anywhere”.** 2001.

|             |                 |
|-------------|-----------------|
| Gary Bolton | Catena Networks |
| Bob Scott   | Paradyne        |
| James Davis | Sprint          |
| Ramon Chea  | Turnstone       |
| Tony Mosley | Verizon         |

**Documentos Digitales:**

- [1] Presentación de TYCO ELECTRONICS: **“Alta velocidad para xDSL en los ambientes mas duros”**.
- [2] Presentación de WALTER DEU GUARINO: **“Generalidades sobre redes digitales: cobre y fibra óptica”**.
- [3] Nota Técnica: **“Pruebas en xDSL”**. SUNRISE TELECOM, 1997.
- [4] **“La verdad sobre ADSL y Telefónica de España”**. Pedro Pablo Asenjo Gutiérrez.
- [5] Presentación de TYCO ELECTRONICS: **“Alta velocidad para xDSL en los ambientes mas duros”**.
- [6] Presentación de SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES (STEL 2008): **“Sistemas de acceso metálicos xDSL”**.
- [7] Presentación de URSEC, ING. RAFAEL SOTELO: **“Televisión Digital”**.
- [8] Presentación MEGA (2006): **“Audiencias Publicas Televisión digital terrestre”**.
- [9] Presentación de Yolanda Ausín (2001): **“Televisión Digital e Interactiva”**.
- [10] Presentación del Ing. Omar Alejandro Trigal (2007): **“Televisión Digital en Argentina”**.

**PAGINAS WEB:**

- [www.xdsl.com](http://www.xdsl.com): Tecnologías Asimétricas y Simétricas
- [www.paradyne.com](http://www.paradyne.com): Características, Ventajas y Desventajas ADSL
- [www.softdownload.com](http://www.softdownload.com): Middleware (Interfaz que interactúa el usuario y la Tv)
- [www.ingezam.com](http://www.ingezam.com): Proveedores que brindan el servicio de IPTV
- [www.dslforum.org](http://www.dslforum.org): ADSL, ADSL2, ADSL2+ e IPTV
- [www.ADEXUS.com](http://www.ADEXUS.com): Características xDSL
- [www.monografias.com](http://www.monografias.com): Conceptos de IPTV
- [www.televesintegra.com](http://www.televesintegra.com): Tecnología, Características, Ventajas, ect., IPTV

