

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA



**PROYECTO DE IMPLEMENTACION DE NUEVOS SERVICIOS
SOBRE LA RED DE TV CABLE PARA EL AREA RURAL**

TESIS

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRONICO

PRESENTADO POR:

OSCAR ELIAS QUINTO CARDENAS BARTRA

**PROMOCION
1986-I**

**LIMA-PERU
2006**

**PROYECTO DE IMPLEMENTACION DE NUEVOS
SERVICIOS SOBRE LA RED DE TV CABLE PARA EL
AREA RURAL**

DEDICATORIA

A mis queridos padres Oscar y Angélica con el orgullo de siempre. Mis hijos Sergio, Patricio, Lázaro y Diana que son la fuente de mi motivación. De manera muy especial a mi querida esposa Raquel.

A mis hermanos, cuñadas y cuñados. A todos ellos con mucho afecto y cariño.

SUMARIO

En el Perú y en particular en la Región San Martín, la penetración de los servicios de telecomunicaciones en el área rural es baja comparativamente con respecto a otros países de Latinoamérica. En el año 2003 la densidad telefónica nacional ha sido de 6.72 líneas por cada 100 habitantes y en San Martín se ha registrado 2.71 líneas por cada 100 habitantes muy por debajo del promedio nacional. En las provincias del país existe una infraestructura de redes de televisión por cable que no se está aprovechando toda su capacidad con posibilidades de brindar servicios añadidos. El presente proyecto plantea la utilización de dichas redes, para brindar nuevos servicios de valor como son: Internet, Telefonía IP o Voz IP, Servicio de fax.

Para ello es importante adicionar equipos de datos en la cabecera, en la planta externa cambiar parte de la red por fibra óptica y dispositivos bi direccionales, y en la acometida del usuario adicionar el equipo cable módem integrada a una plataforma de datos doméstica.

Se desarrolla en el capítulo 2 el marco teórico de principios y fundamentos del proyecto, donde la teoría de las redes de comunicaciones de datos ocupa un segmento importante en el presente trabajo. Se hace el estudio socio económico de la región San Martín, analizamos la situación de las telecomunicaciones, el diseño de la red en el capítulo de Ingeniería del Proyecto, se realiza la evaluación económica del proyecto parte importante que nos lleva a determinar la rentabilidad y beneficio económico del mismo. Finalmente las conclusiones.

INDICE

	Pág.
PROLOGO	2
I. PRINCIPIOS Y FUNDAMENTOS	2
1.1. Teoría de las Comunicaciones.....	2
1.1.1. Concepto	
1.1.2. Transmisor	
1.1.3. Canal de Transmisión	
1.1.4. Receptor	
1.1.5. Ruido	
1.1.6. Atenuación	
1.1.7. Interferencia	
1.1.8. Distorsión	
1.1.9. El Análisis de Fourier	
1.1.10. El Teorema de Nyquist	
1.1.11. La Ecuación de Shannon	
1.1.12. El Espectro Electromagnético	
1.1.13. Modulación	
1.1.14. Ancho de Banda	
1.1.15. Tasa de Baudios	
1.1.16. Tasa de Símbolos	
1.1.17. Tasa de Bits	
1.1.18. Tasa de Errores (BER)	
1.1.19. El Decibel	
1.1.20. Multiplexión.....	6
a). Multiplexión por división de la frecuencia (FDM)	
b). Multiplexión por división en el tiempo (TDM)	
c). Multiplexión Estadística	
d). Multiplexión de la demanda de acceso	
e). Multiplexión por división de la longitud de onda (WDM)	
1.1.21. Conmutación	7
a). Conmutación de circuitos	
b). Conmutación de paquetes	
▪ En circuito virtual	
▪ En datagramas	
1.1.22. Circuito Virtual	
1.1.23. Concepto de virtual	
1.2. Medios de transmisión	9
1.2.1. Concepto	
1.2.2. Medios Físicos	
a). Par Trenzado	9
▪ Tipos de par trenzado	
- Cable de par trenzado apantallado (STP)	

	- Cable de par trenzado con pantalla global(FTP)	
	- Cable de par trenzado no apantallado (UTP)	
	▪ Categorías del Cable UTP	
	- Categoría 1	
	- Categoría 2	
	- Categoría 3	
	- Categoría 4	
	- Categoría 5	
	- Categoría 5e	
	- Categoría 6	
	- Categoría 7	
	b). Cable Coaxial	13
	▪ Impedancia Característica	
	▪ Impedancia de transferencia	
	▪ Capacidad	
	▪ Velocidad de propagación	
	▪ Atenuación	
	▪ Potencia Transmisible	
	▪ Tensión de Ejercicio	
	▪ Pérdida de retorno estructural	
	c). Cable de Fibra Óptica	15
	▪ La Fibra Óptica como Guía de Onda	
	▪ Tipos de F.O.	
	▪ Características	
	▪ Dispersión Modal y Cromática	
	▪ Ancho de Banda	
	▪ Emisores Opticos	
	▪ Receptores Opticos	
	▪ Cálculo de Enlace Fibra Optica	
1.2.3.	Medios Inalámbricos	
	a). Por radio	
	b). Por microonda	
	c). Por Infrarrojo	
	d). Por satélite	
1.3.	Tecnología de Redes de Comunicación y Datos	20
1.3.1.	Estructura de las Redes	20
	a). Bus	
	b). Estrella	
	c). Anillo	
	d). Malla	
	e). Combinada	
	f). Arbol	
1.3.2.	Arquitectura de Redes	21
1.3.3.	Modelo OSI	
	a). Nivel 1. Capa Física	
	b). Nivel 2. Capa de Enlace de Datos	
	c). Nivel 3. Capa de Red	
	d). Nivel 4. Capa de Transporte	
	e). Nivel 5. Capa de Sesión	
	f). Nivel 6. Capa de Presentación	
	g). Nivel 7. Capa de Aplicaciones	
1.3.4.	Transmisión Digital	25
	a). Concepto	
	b). Transmisión Banda Base	

c).	Transmisión Pasa Banda	
d).	Modulación Digital	
e).	Modulación Digital Binaria	
▪	Modulación ASK	
▪	Modulación PSK	
▪	Modulación FSK	
f).	Modulación Multifase	
▪	Modulación 4PSK	
g).	Modulación Multinivel MQAM	
h).	Modos de Transmisión	
▪	Transmisión modo paralelo	
▪	Transmisión modo serie	
i).	Sincronismo	
j).	Transmisión Asíncrona	
k).	Transmisión Síncrona	
1.3.5.	Tipos de Redes	32
a)	Ethernet	
b)	Token Ring	
c)	Interfaz de datos distribuidos en Fibra. FDDI	
d)	Red Digital de Servicios Integrados. RDSI	
e)	Frame Relay	
f)	Servicio de Datos conmutado multimegabit. SMDS	
g)	Modo de Transferencia Asíncrono. ATM	
1.3.6.	Equipamiento Básico de Redes	38
1.4.	Protocolos de Comunicación	38
1.4.1.	Definiciones	
1.4.2.	Clasificación de los Protocolos de Enlace	
1.4.3.	Protocolo BSC	
1.4.4.	Protocolo HDLC/SDLC	
1.4.5.	Protocolo TCP/IP	
1.4.6.	Protocolo TCP	
1.4.7.	Protocolo IP	
1.4.8.	DOCSIS	43
a).	Etapas de Evolución	
b).	Elementos Red de Cable módem	
c).	Diferentes Capas	
▪	Capa Física	
-	Transmisión Downstream	
-	Transmisión Upstream	
-	Requerimientos Relación C/N + I	
-	Modulación Velocidad BW.	
▪	Capa Enlace de Datos	
d).	Otras versiones	
▪	Docsis 1.1	
▪	Docsis 2.0	
e).	Etapas de Registro de un Cable módem	
▪	Etapas de adquisición del canal	
▪	Etapas de obtención de parámetros Upstream	
▪	Etapas de Registro Ranging o alineamiento	
▪	Etapas de Registro respuesta del CTMS	
▪	Etapas de Ajuste de SYNC	
▪	Etapas de registro asignación IP	
▪	Etapas de registro obtención del ToD.	
▪	Etapas de registro registro	

▪ Tablas de estado CM	
1.4.9. Protocolo H.323.	50
a). Terminal	
b). Gateway	
c). Gatekeeper	
d). Multipoint Control Unit	
1.4.10. SIP.....	52
1.5. Servicios de Telecomunicaciones sobre la Red de Cable	
1.5.1. Descripción	
1.5.2. Servicio de Televisión por Cable.....	53
a).Descripción	
b). Estructura	
c). Estaciones TVRO	
d). Antenas Receptoras en VHF y UHF	
e). Planta Interna, Cabecera o Headend	
▪ Descripción	
▪ Etapa de Recepción/Entrega de Señal de TV	
▪ Etapa de Generación de señales de TV	
▪ Etapa de Modulación de la Señal	
▪ Etapa de Combinación de Señales de TV	
f). Planta Externa o Red de Distribución	
▪ Descripción	
▪ Línea Troncal Coaxial de Ramales Primarios	
▪ Línea Troncal Coaxial de Ramales Secundarios	
▪ Línea Coaxial de Conexiones Domiciliarias. Acometid	
▪ Bifurcación de la Líneas Coaxiales Secundarias	
▪ Derivadores de las Líneas Coaxiales Secundarias	
▪ Amplificadores de señal	
g). Suministro de Energía Eléctrica	
h). Circuito de Protección. Pozo de Tierra	
1.5.3. Servicio de Internet sobre cable.....	56
a). Descripción	
b). Canales de acceso y Bandas de frecuencia	
c). Método de acceso al medio	
d). Ranking o alineamiento	
e). Esquemas de Modulación	
1.5.4. Servicio de Telefonía IP o Voz IP.....	67
a). Descripción	
b). La Telefonía IP	
▪ Gateway	
▪ Gatekeeper	
c). Llamadas Teléfono a Teléfono	
d). Llamadas PC a Teléfono o Viceversa	
e). Llamadas PC a PC	
f). Elementos Intervinientes en el Proceso	
1.5.5. Servicio de Fax sobre cable.....	71
II. SITUACION ACTUAL DE LAS COMUNICACIONES.....	73
2.1. Aspectos Generales	
2.2. Normatividad Legal	
2.3. Antecedentes	
2.4. Estadísticas de Telecomunicaciones	
2.5. Principales Empresas operadoras de telecomunicaciones	
2.6. Perspectivas de Desarrollo	
2.7. Memoria Descriptiva	

III. ESTUDIO SOCIO-ECONOMICO.....	80
3.1. Ubicación y Límites	
3.2. Extensión Territorial	
3.3. Población	
3.4. Entorno Económico	
3.5. Recursos Naturales y Potencialidades	
3.6. Entorno Medio Ambiente y Ecología	
3.7. Entorno Demográfico y Social	
3.8. Entorno Tecnológico	
IV. INGENIERIA DEL PROYECTO.....	85
4.1. Descripción	
4.2. Análisis y Selección de la Tecnología	
4.3. Diseño de la Red para el Servicio de Televisión por Cable.....	85
4.3.1. Descripción	
4.3.2. Protocolo	
4.3.3. Arquitectura de la Red	
4.3.4. Estaciones TVRO	
4.3.5. Antenas Receptoras en VHF y UHF	
4.3.6. Diseño de la Planta Interna.....	88
a). Descripción	
b). Ubicación, Ambiente y Clima de la cabecera	
c). Plan de frecuencias	
d). Etapa de Recepción/Entrega de Señal de TV	
e). Etapa de Modulación de la Señal	
f). Etapa de Combinación de Señales de TV	
4.3.7. Diseño de Planta Externa.....	92
a). Descripción	
b). Línea troncal primaria	
c). Línea Troncal Coaxial de Ramales Secundarios	
d). Línea Coaxial de Conexiones Domiciliarias	
e). Bifurcación de la Líneas Coaxiales Secundarias	
f). Derivadores de las Líneas Coaxiales Secundarias	
g). Amplificadores de señal	
4.3.8. Diseño de la Acometida.....	98
a). Acometida	
b). Tendido correcto de acometidas	
c). Instalación en domicilio	
d). Conexión equipo convertidor a televisor	
e). Conector de acometida	
f). Tap y Distribuidor de bornes	
g). Tapones de carga	
h). Acometida de tap de montante	
i). Conector F-11	
j). Empalme tipo F	
k). Tap de interiores	
l). Splitter de 2, 3 y 4 vías	
m). Atenuador de línea	
n). Herramientas para instalación de la acometida	
4.3.9. Fuente de Alimentación.....	107
4.3.10. Circuito de Protección. Pozo de Tierra.....	107
4.3.11. Metrado	
4.3.12. Características de calidad del Servicio.....	112
a). Calidad de la Emisión	
b). Evitar Doble imagen	

c). Imagen Lluviosa	
d). Señal a ruido	
e). El ruido de ingreso de señales indeseadas	
f). Consideraciones en la casa del usuario	
4.4. Diseño de la Red para la Implementación de Nuevos Servicios	114
4.4.1. Para el Servicio de Internet	114
4.4.2. Para el Servicio de Voz IP y Fax	116
V. EVALUACION ECONOMICA	
5.1. Para Televisión con Cable	128
5.1.1 Monto de la Inversión	128
5.1.2 Estructura del Financiamiento	
5.1.3 Cálculo de la Tasa Interna de Retorno	
5.1.4 Viabilidad Económica Financiera	
5.2. Para Televisión por Cable más nuevos servicios de datos	
5.2.1 Monto de la Inversión	135
5.2.2 Estructura del Financiamiento	
5.2.3 Cálculo de la Tasa Interna de Retorno	
5.2.4 Viabilidad Económica Financiera	

CONCLUSIONES

ANEXOS

BIBLIOGRAFIA

PROLOGO

El presente proyecto constituye una propuesta de solución al problema de las telecomunicaciones en las zonas rurales en lugares donde no se cuenta con telefonía fija y los servicios de Internet pero existe una planta operativa de servicio de Televisión por cable. Relativamente con poca inversión es posible brindar un buen servicio y a precio justo.

Sin necesidad de hacer grandes inversiones en Planta Interna y Planta Externa, se puede aprovechar la infraestructura de la red de televisión por cable para añadir servicio de Internet, telefonía IP o voz IP y el servicio de fax, los mismos que considero técnicamente factibles.

En la Región San Martín, considerada zona rural, se han constituido con domicilio fiscal una cantidad importante de empresas con personería jurídica dedicadas a brindar servicio de televisión por cable, que por la falta de estudios y proyectos, estas redes no brindan soluciones adicionales con valor.

El Proyecto, aporta de manera efectiva y concreta a la ingeniería nacional y resuelve un problema de integración y comunicación a bajo costo de las zonas aisladas del Perú interconectando a la red nacional e internacional de telecomunicaciones, con la perspectiva de un mayor incremento del desarrollo socioeconómico del país.

Para el logro de este objetivo se considera en el presente proyecto la necesidad de modernizar dichas redes, incorporando nuevas tecnologías digitales en el ámbito del usuario así como en la cabecera o headend. Asimismo, el uso de nodos ópticos con el fin de garantizar la banda ancha que demandan estos servicios.

En el proyecto, se desarrolla netamente el aspecto técnico, no se ha considerado otros factores que incidan en las perspectivas y desarrollo de las telecomunicaciones del área rural. Como se podrá leer en el capítulo 5 la rentabilidad de estos servicios es alta.

El proyecto se ha estructurado en cinco capítulos, el primero desarrolla los principios y fundamentos teóricos en que se basa el proyecto, el segundo hace una descripción y diagnóstico de las comunicaciones y una memoria descriptiva, en el tercero se hace una síntesis de la realidad socioeconómica de San Martín, en el cuarto se desarrolla la Ingeniería del Proyecto, el quinto la evaluación económica.

CAPITULO I

PRINCIPIOS Y FUNDAMENTOS

1.1. Teoría de las Comunicaciones

1.1.1. Concepto

Dejando de lado los transductores, hay tres partes esenciales en un sistema de comunicación: el transmisor, el canal de transmisión y el receptor. La comunicación es un sistema proceso a través del cual se establece una conexión entre 2 escenarios, lado A emisor lado B receptor y viceversa y el medio de conexión física o inalámbrica regida por su protocolo correspondiente.

1.1.2. Transmisor:

Realiza la adaptación entre la señal mensaje de entrada y el canal. El procesamiento de la señal realizada por el transmisor incluye amplificación, filtrado, codificación cuando es en banda base y modulación cuando es fuera de banda base. La más importante de éstas es la modulación, un proceso diseñado para adaptar las propiedades de la señal transmitida a las del canal por medio del uso de una onda portadora.

1.1.3. Canal de Transmisión:

Es el medio físico o inalámbrico que utiliza un enlace eléctrico entre el transmisor y el receptor.

Puede ser un par de conductores, un cable coaxial, onda de radio o una fibra óptica. Sin importar el tipo, todos los medios se caracterizan por la atenuación.

1.1.4. Receptor:

Su función es extraer del canal la señal deseada y entregarla al Transductor de salida mediante el proceso inverso de decodificación o la desmodulación. Como las señales son frecuentemente muy débiles, el receptor debe tener varias etapas de amplificación. En todo caso la operación clave que ejecuta el receptor es la desmodulación, con lo cual vuelve la señal a su forma original.

1.1.5. Ruido:

Es una señal eléctrica indeseada e impredecible en el proceso de Transmisión que se presenta con mayor rigor en el canal de transmisión lo que contamina a la señal de información. Ver figura N° 1.1

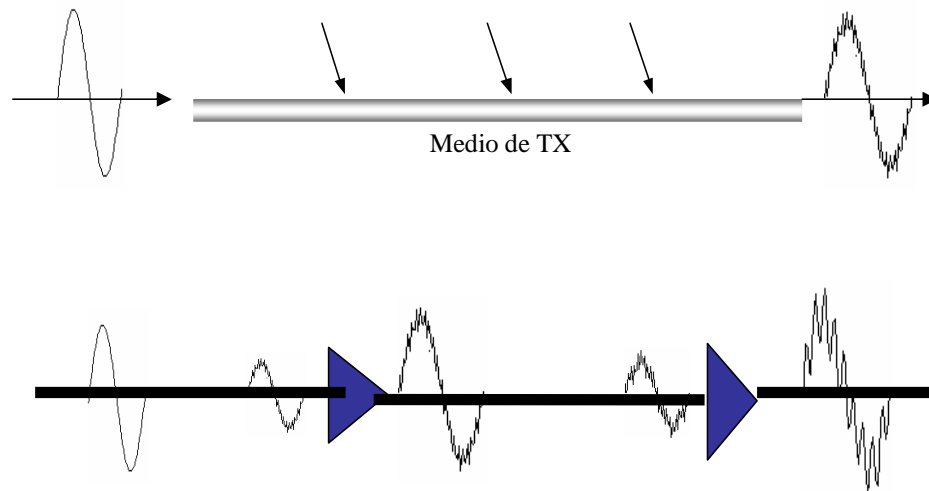


Fig. 1.1 Ruido en las líneas de transmisión

1.1.6. Atenuación:

Es la disminución progresiva de la potencia de la señal conforme aumenta la distancia en el medio o canal de transmisión. Es una característica natural de los medios, debido a éstas limitaciones físicas los canales de comunicación tienen un ancho de banda finito, creando en la señal de información distorsión de amplitud y fase a medida que se desplaza sobre ella. Ver figura 1.2

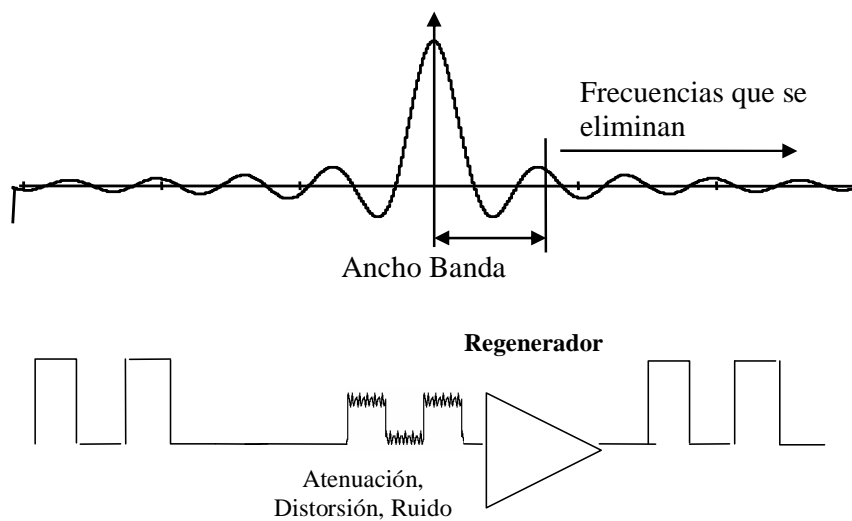


Fig. 1.2 Atenuación y ruido sobre una señal digital

1.1.7. Interferencia:

Es la contaminación por señales extrañas, generalmente artificiales y de formas similar a las de la señal. El problema es particularmente común en emisiones de radio, donde pueden ser captadas dos o más señales simultáneamente por el receptor. La solución al problema de interferencia es obvia: eliminar en una u otra forma la señal interferente o su fuente.

1.1.8. Distorsión:

Es la alteración de la señal debida a la respuesta imperfecta del sistema a ella misma. A diferencia del ruido y la interferencia, la distorsión desaparece cuando la señal deja de aplicarse. El diseño de sistemas óptimos o redes de compensación reduce la distorsión. En teoría es posible lograr una compensación perfecta. En la práctica puede permitirse cierta distorsión, aunque su magnitud debe estar dentro de límites tolerables. Ver figura 1.3

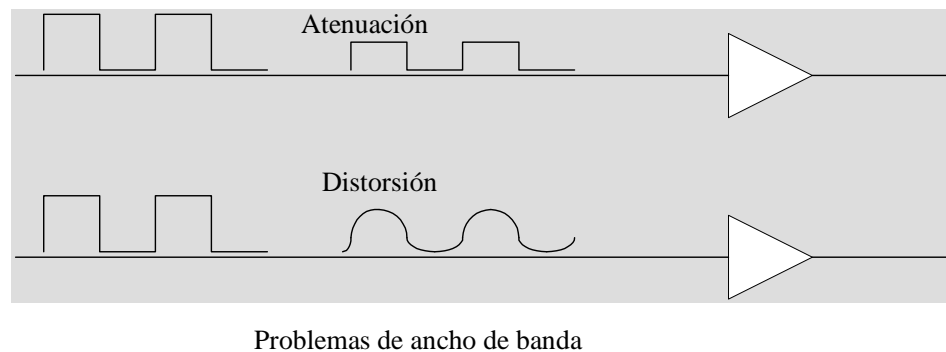


Fig. 1.3 Como afecta la distorsión

1.1.9. El Análisis de Fourier:

Con el análisis de Fourier se estudia matemáticamente una señal. Cualquier señal periódica puede descomponerse en una o más componentes, siendo cada componente una senoide. Permite calcular el ancho de banda de las señales, simplifica el análisis de complicadas formas de onda mediante su descomposición en señales más elementales. Hace posible obtener una buena aproximación de la señal manejando únicamente unos pocos términos.

1.1.10. El Teorema de Nyquist:

En 1928 Harry Nyquist, un investigador en el área de telegrafía, publicó una ecuación llamada la *Razón Nyquist* que medía la razón de transmisión de la señal en bauds. La razón de Nyquist es igual a $2B$ símbolos (o señales) por segundo, donde B es el ancho de banda del canal de transmisión. Así, usando esta ecuación, el ancho de banda de un canal telefónico de 3,000 Hz puede ser transmitido hasta $2 \times 3,000$ o 6,000 bauds o Hz.

1.1.11. La Ecuación de Shannon:

Claude Shannon después de la investigación de Nyquist estudio el cómo el ruido afecta a la transmisión de datos. Shannon tomo en cuenta la razón *señal-a-ruido* del canal de transmisión (medido en decibeles o dB) y derivó el teorema de Capacidad de Shannon. Ver **Anexo A**.

$$C = B \log_2(1+S/N) \text{ bps}$$

1.1.12. El Espectro Electromagnético:

Se denomina al conjunto de ondas electromagnéticas. Van desde las de menor longitud de onda, como son los rayos cósmicos, los rayos gamma y los rayos X, pasando por la luz ultravioleta, la luz visible y los rayos infrarrojos, hasta las ondas electromagnéticas de mayor longitud de onda, como son las ondas de radio. Ver **Anexo B**.

1.1.13. Modulación:

Es la variación de algún parámetro de una onda portadora, tal como la amplitud, fase o frecuencia, de acuerdo con una función de la señal mensaje. Producto de ésta acción se traslada el espectro de la señal a una frecuencia mayor. El ancho de banda que utiliza es el doble de la velocidad de transmisión.

1.1.14. Ancho de Banda:

El ancho de banda de un medio es el rango de frecuencias que atraviesa al medio con atenuación mínima. Es una propiedad física del medio por lo general de 0 a alguna frecuencia máxima y se mide en hertz (Hz). En transmisión digital se está generalizando que el ancho de banda se expresa por la cantidad de bitios por segundo o bps.

1.1.15. Tasa de Baudios

Es la cantidad de muestras por segundo que se realizan.

Cada muestra envía una porción de información, es decir un símbolo.

1.1.16. Tasa de Símbolos:

La tasa de símbolos es la misma que la tasa de baudios.

1.1.17. Tasa de Bits:

Es la cantidad de información que se envía por el canal y es igual a la cantidad de símbolos por segundo por la cantidad de bits por símbolo. La tasa de bits está determinada por la técnica de modulación; por ejemplo QPSK, la que determina la cantidad de bits por símbolo.

1.1.18. Tasa de Errores (BER):

Se denomina tasa de errores en equipos Terminal de datos, que actúa como sumidero, a la relación entre los bits recibidos de manera errónea respecto a la cantidad total de bits transmitidos.

$$\text{BER} = \text{bits erróneos recibidos} / \text{bits transmitidos}$$

1.1.19. El Decibel:

Equivale a la décima parte de un bel. Una unidad de referencia para medir la potencia de una señal o la intensidad de un sonido. El nombre bel viene del físico norteamericano Alexander Graham Bell (1847-1922).

El decibel es una unidad relativa de una señal, tal como la potencia, voltaje, etc. Los logaritmos son muy usados debido a que la señal en decibeles (dB) puede ser fácilmente sumada o restada. La ganancia de Potencia G de un amplificador es la razón entre la potencia de salida a la potencia de entrada. El logaritmo en base 10 de ésta ganancia multiplicada a su vez por 10 nos da como resultado los decibeles. Ver **Anexo C**.

1.1.20. Multiplexión:

Es un procedimiento usado para colocar señales múltiples sobre un solo canal de comunicaciones. Lo realiza un dispositivo llamado multiplexor o Mux. Implica combinar datos de varios canales de entrada de relativamente baja velocidad y transmitir esos datos a través de un solo circuito de alta velocidad. En el extremo receptor la acción inversa de la multiplexión se llama desmultiplexar. El dispositivo se llama Demux.

a) Multiplexión por división de la frecuencia (FDM): Técnica que consiste en dividir el ancho de banda de un único canal de comunicaciones en varios subcanales de comunicaciones independientes entre sí. A cada subcanal se le asigna un intervalo de frecuencias diferente, pero comprendido en el ancho de banda total disponible en el canal. Las transmisiones basadas en FDM son paralelas por su naturaleza.

- b) Multiplexión por división en el tiempo (TDM):** Permite transmitir más de una señal sobre el mismo canal pero a diferentes intervalos de tiempo diferentes. Asigna un número de identificación y un pequeño lapso, llamado una ranura de tiempo, en el cual transmitir a cada nodo conectado a un canal. Las transmisiones basadas en TDM son secuenciadas en serie. Los nodos esperan su turno para transmitir sobre el canal, con cada ranura de tiempo permanentemente asignada a un canal específico. La cantidad de tiempo que un nodo obtiene para la transmisión de datos es una función del número de nodos que compiten por el canal, el orden en que los nodos son solicitados para información, llamado orden selectivo, y el intervalo de sincronización del dispositivo TDM.
- c) Multiplexión estadística:** Este método asigna parte de la capacidad de un canal sólo a aquellos nodos que lo requieren, que tienen datos para transmitir. Un multiplexor estadístico percibe qué canales de entrada están activos y asigna entonces en forma dinámica el ancho de banda para esos canales.
- d) Multiplexión de la demanda de acceso (DAM):** En éste procedimiento un conjunto de frecuencias es administrado por un “coordinador de tráfico”, asigna pares de frecuencias de comunicación a una estación que lo requiere; un par para la transmisión y un segundo par para la recepción. Cuando una o ambas estaciones terminan de comunicarse las frecuencias asignadas son desasignadas y devueltas al conjunto de frecuencias, donde quedan disponibles para nuevas solicitudes.
- e) Multiplexión por división de la longitud de onda (WDM):** Se usa en redes con cables de fibra óptica. Las fuentes de luz de los emisores ópticos que son de diferentes longitudes de ondas, son combinadas por un multiplexor WDM y transmitidas sobre una sola línea. En la ruta a su destino, las longitudes de onda son amplificadas simultáneamente por amplificadores ópticos. Cuando la señal llega, un desmultiplexor WDM las separa y las trasmite a sus receptores de destino respectivos.

1.1.21. Conmutación:

La conmutación es el proceso de enlazar una fuente transmisora a un destino apropiado. Dos estrategias básicas de conmutación usadas en tecnologías de redes son la conmutación de circuitos y la conmutación

de paquetes. La primera circunscribe las redes de circuitos conmutados y la segunda las redes de paquetes conmutados.

- a) **Conmutación de Circuitos:** En una red de conmutación de circuitos, un circuito físico dedicado debe establecerse entre los nodos fuente y de destino antes que ocurra cualquier transmisión de datos. Un ejemplo de ello es una central telefónica cuando el conmutador enlaza dos números telefónicos mediante una conexión lógica. En éste tipo de circuito el ancho de banda o capacidad máxima del canal es fijo y predeterminado.
- b) **Conmutación de paquetes:** En una red con paquetes conmutados, en vez de usarse un circuito físico dedicado para cada comunicación nodo a nodo, los nodos comparten un canal de comunicación por medio de un circuito virtual. Aquí, se adquiere y libera el ancho de banda dinámicamente conforme éste se necesita, con un ligero inconveniente que se puede presentar la saturación o lentitud del canal.
 - **En Circuito virtual:** Es un esquema de transporte donde todos los paquetes son transportados a lo largo de la misma trayectoria virtual como si la trayectoria fuese un circuito dedicado. Emplea una transmisión de almacenar y enviar en la que los paquetes completos son primero almacenados y luego enviados.
 - **En datagramas:** En éste esquema los paquetes son transmitidos independientemente uno de otro. Esto implica que los paquetes pueden viajar a lo largo de trayectorias separadas, lo que se requiere rutas separadas que deben establecerse para cada transmisión de paquete. Los paquetes pueden llegar fuera de orden, lo que requiere que el nodo destino los reensamble en el orden correcto.

1.1.22. Circuito virtual:

Es una conexión no dedicada a través de un medio compartido que da al usuario de alto nivel la apariencia de una conexión dedicada, directa del nodo fuente al nodo destino. Un circuito virtual es creado multiplexando un enlace físico de manera que el enlace físico pueda ser compartido por programas múltiples de red o transmisión de datos. Implica un tipo de comunicación de datos de menor costo.

1.1.23. Concepto de virtual:

Una definición de virtual ha sido elaborada de la siguiente manera “Si usted puede verlo y tocarlo, él es físico; si usted puede verlo pero no puede tocarlo, él es virtual; si usted no puede verlo y no puede tocarlo, él ya no está”.

1.2. Medios de Transmisión:

1.2.1. Concepto: Son los diferentes elementos, sustancias, formas y estados físicos de la materia a través del cual viajan las ondas de información. Los medios más populares son los físicos e inalámbricos. Las redes de datos con transmisión en banda base utilizan medios de transmisión: Cable de par torcido, Cable coaxial, y Cable de Fibra Optica.

1.2.2. Medios Físicos: Los medios físicos más demandados en redes son el Cable Par Trenzado, Cable Coaxial y el Cable de Fibra Optica, en diferentes tipos y características.

a) Par Trenzado: Está compuesto, como se puede ver en el dibujo, por un conductor interno que es de alambre electrolítico recocido, de tipo circular, aislado por una capa de polietileno coloreado.

El cable par trenzado es de los más antiguos en el mercado y en algunos tipos de aplicaciones es el más común. Consiste en dos alambres de cobre o a veces de aluminio, aislados con un grosor de 1mm aproximado. Los alambres se trenzan con el propósito de reducir la interferencia eléctrica de pares similares cercanos. Los pares trenzados se agrupan bajo una cubierta común de PVC (Poli cloruro de Vinilo) en cables multipares de pares trenzados (de 2, 4, 8, hasta 300 pares). Un ejemplo de par trenzado es el sistema de telefonía, ya que la mayoría de aparatos se conectan a la central telefónica por medio de un par trenzado. Actualmente, se han convertido en un estándar en el ámbito de las redes LAN como medio de transmisión en las redes de acceso a usuarios (típicamente cables de 2 ó 4 pares trenzados). A pesar que las propiedades de transmisión de cables de par trenzado son inferiores, y en especial la sensibilidad ante perturbaciones extremas, a las del cable coaxial, su gran adopción se debe al costo, su flexibilidad y facilidad de instalación, así como las mejoras tecnológicas constantes introducidas en enlaces de mayor velocidad, longitud, etc. Ver figura 1.4



Fig. 1.4 Cable de 4 pares trenzado

Debajo del aislamiento coloreado existe otra capa de aislamiento también de polietileno, que contiene en su composición una sustancia antioxidante para evitar la corrosión del cable. El conducto sólo tiene un diámetro de aproximadamente medio milímetro, y más el aislamiento el diámetro puede superar el milímetro. Habitualmente este tipo de cable no se maneja por unidades, sino por pares y grupos de pares, paquete conocido como cable multipar. Todos los cables del multipar están trenzados entre sí con el objeto de mejorar la resistencia de todo el grupo hacia diferentes tipos de interferencia electromagnética externa. Por esta razón surge la necesidad de poder definir colores para los mismos que permitan al final de cada grupo de cables conocer qué cable va con cual otro. Los colores del aislante están normalizados a fin de su manipulación por grandes cantidades. Para Redes Locales los colores estandarizados son:

Naranja/Blanco-Naranja

Verde/Blanco-Verde

Azul/Blanco-Azul

Marrón/Blanco-Marrón

- **Tipos de Cable par trenzado:**

- **Cable de par trenzado apantallado (STP):**

- Cada par va recubierto por una malla conductora que actúa de apantalla frente a interferencias y ruido eléctrico. Su impedancia es de 150 Ohm. El nivel de protección del STP ante perturbaciones externas es mayor al ofrecido por UTP. Sin embargo es más costoso y requiere más instalación. La pantalla del STP, para que sea más eficaz, requiere una configuración de interconexión con tierra (dotada de continuidad hasta el terminal), con el STP se suele utilizar conectores RJ45. Ver figura 1.5

- Es utilizado generalmente en las instalaciones de procesos de datos por su capacidad y sus buenas características contra las radiaciones electromagnéticas, pero el inconveniente es que es un cable robusto, caro y difícil de instalar.



Fig. 1.5 Cable par trenzado apantallado

- **Cable de par trenzado con pantalla global (FTP):**

En este tipo de cable como en el UTP, sus pares no están apantallados, pero sí dispone de una pantalla global para mejorar su nivel de protección ante interferencias externas. Su impedancia característica típica es de 120 Ohmios y sus propiedades de transmisión son más parecidas a las del UTP. Además, puede utilizar los mismos conectores RJ45.

- **Cable par trenzado no apantallado (UTP):**

Es el cable par trenzado más simple y empleado, sin ningún tipo de pantalla adicional y con una impedancia característica de 100 Ohmios. El conector más frecuente con el UTP es el RJ45 como se muestra en la figura 1.6, aunque también puede usarse otro (RJ11, DB25, DB11, etc), dependiendo del adaptador de red. Es sin duda el que hasta ahora ha sido mejor aceptado, por su costo, accesibilidad y fácil instalación. Sus dos alambres de cobre torcidos aislados con plástico PVC han demostrado un buen desempeño en las aplicaciones de hoy. Sin embargo, a altas velocidades puede resultar vulnerable a las interferencias electromagnéticas del medio ambiente.



FIG. 1.6 Conector RJ45

▪ **Categorías del Cable UTP:**

Cada categoría especifica unas características eléctricas para el cable: atenuación, capacidad de la línea e impedancia.

Existen actualmente 8 categorías dentro del cable UTP:

- **Categoría 1:**

Este tipo de cable está especialmente diseñado para transmisión de voz. Alcanzan como máximo velocidades de hasta 4 Mbps.

- **Categoría 2:**

De características idénticas al cable de categoría 1, con capacidad de soportar datos.

- **Categoría 3:**

Es utilizado en redes de transmisión de voz y datos, clasificado a 10 Mhz, puede usarse para la Ethernet, Fast Ethernet y Token ring. Soporta hasta 16 Mbps de velocidad.

- **Categoría 4:**

Es utilizado en redes de transmisión de voz y datos, clasificado a 20 Mhz, puede usarse para la Ethernet, Fast Ethernet y Token ring. Soporta hasta 20Mbps.

- **Categoría 5:**

Es utilizado en redes de transmisión de voz y datos, clasificado a 100 Mhz, puede usarse para la Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, Token ring y ATM a 155 Mbps. Es un estándar dentro de las comunicaciones en redes LAN. Es de 8 hilos, de cuatro pares trenzados. La atenuación de esta categoría viene dado por la tabla siguiente a una distancia estándar de 100 metros:

TABLA 1.1 Velocidad y atenuación

Velocidad de transmisión de datos	Nivel de atenuación
4 Mbps	13 dB
10 Mbps	20 dB
16 Mbps	25 dB
100 Mbps	67 dB

- **Categoría 5e:**

Es la categoría 5 mejorada. Minimiza la atenuación y las interferencias. Es utilizado en redes de transmisión de voz y datos, clasificado a 200 Mhz, puede usarse para la Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, Token ring y ATM a 155 Mbps. Es un estándar dentro de las comunicaciones en redes LAN. Es de 8 hilos de cuatro pares trenzados.

- **Categoría 6:**

No está estandarizada aunque ya esta utilizándose. Se definirán sus características para un ancho de banda de 250 Mhz. Adicional a la categoría 5 mejorada, se espera que podrá manejar video de banda ancha de 550 Mhz y ATM de 622 Mbps, 1.2 Gbps y 2.4Gbps.

- **Categoría 7:**

No esta definida y mucho menos estandarizada. Se definirá para un ancho de banda de 600 Mhz, con características superiores a la categoría 6.

b) Cable Coaxial:

Cable en el cual los dos conductores tienen el mismo eje, siendo el conductor externo un cilindro separado del conductor interno con material dieléctrico.

Los cables coaxiales limitan las pérdidas por irradiación, el conductor externo además de conductor de retorno, realiza la función de blindaje con la consiguiente estabilización de los parámetros eléctricos. Se utiliza en Televisión por Cable, y en Telefonía puede transportar más de 10,000 canales de voz a la vez.

▪ **Impedancia Característica:**

Es la relación tensión aplicada/corriente absorbida por un cable coaxial de longitud infinita. Para un cable de longitud real, conectado a una impedancia exactamente igual a la característica, el valor de la impedancia de la línea permanece igual al de la impedancia característica. Los valores nominales para los cables coaxiales son de 50, 75 y 93 ohms. En Televisión por Cable (CATV) solo se utiliza de 75 ohm.

- **Impedancia de transferencia:** Expresada en miliOhm por metro, define la eficiencia del blindaje del conductor externo. Cuanto más pequeño es el valor, mejor es el cable a los efectos de la propagación al exterior de la señal transmitida y de la penetración en el cable de señales externas.
- **Capacidad:** Expresada en picofaradios por metro, es el valor de la capacidad eléctrica, medida entre el conductor central y el conductor externo, dividida por la longitud del cable. Varía con el tipo de material aislante y geometría del cable.
- **Velocidad de propagación:** Es la relación expresada en % entre la velocidad de propagación de la señal en el cable y la velocidad de propagación de la luz. Varía con el tipo de material aislante.
- **Atenuación:** Expresada en dB/100m, es la pérdida de potencia, a una determinada frecuencia, expresada en decibeles cada 100 metros. Varía con el tipo de material empleado y con la geometría del cable, incrementándose al crecer la frecuencia.
- **Potencia transmisible:** Expresada en watts, es la potencia que se puede transmitir a una determinada frecuencia sin que la temperatura del cable afecte al funcionamiento del mismo. Disminuye al incrementarse la frecuencia.
- **Tensión de ejercicio:** Expresada en kV, es la máxima tensión entre conductor externo e interno a la cual puede trabajar constantemente el cable sin que se generen las nocivas consecuencias del efecto corona, que consiste en descargas eléctricas parciales que provocan interferencias eléctricas y, a lo largo, la degradación irreversible del aislante.
- **Pérdidas de retorno estructural:** Expresada en dB/100m, son las pérdidas por retorno ocasionadas por desuniformidad (variación de los parámetros dimensionales) en la construcción y en los materiales empleados, que produciendo una localizada variación de impedancia, provocan un rebote de la señal con la consiguiente inversión parcial de la misma.

En las redes de televisión por cable se usan las de 75 ohmios, dependiendo de la cantidad de canales a dar servicio y las distancias se usan los de designación RG-59, RG-56, RG-11 y de 0.500 de diámetro.

c) Fibra Óptica: Los circuitos de fibra óptica son filamentos de vidrio (compuestos de cristales naturales) o plástico (cristales artificiales), del espesor de un pelo (entre 10 y 300 micrones). Está conformado por un núcleo y el recubrimiento que son fabricados en un solo procedimiento. El núcleo posee mayor densidad óptica que el recubrimiento (mediante implementación de impurezas se logra cambiar el índice de refracción). Llevan mensajes en forma de haces de luz que realmente pasan a través de ellos de un extremo a otro, donde quiera que el filamento vaya (incluyendo curvas y esquinas) sin interrupción. Las fibras ópticas pueden ahora usarse como los alambres de cobre convencionales, tanto en pequeños ambientes autónomos (tales como sistemas de procesamiento de datos de aviones), como en grandes redes geográficas (como los sistemas de largas líneas urbanas mantenidos por compañías telefónicas).

Las áreas de aplicación de las fibras están en: Redes Urbanas, uniendo centrales de conmutación en las ciudades y redes de abonados HFC (Híbrido Fibra Coaxial). En redes Interurbanas, enlazando ciudades entre sí. Redes Internacionales, enlazando redes de países a nivel internacional. Redes en Edificios, uniendo Hubs o switchers en redes estructuradas. Soporte a servicios de banda ancha, como son TV analógica de 40 Mhz a 700 Mhz, TV digital y otros servicios en la banda de 700 Mhz a 1000 Mhz, soporta velocidades de transmisión de cientos de Gbps. Ver espectro óptico en el **Anexo D**.

Las ventajas de la fibra óptica son: su baja atenuación, gran ancho de banda, transporte de gran cantidad de información, inafecto a ruidos eléctricos, reducido tamaño y peso, muy difícil a la violabilidad, aislamiento eléctrico, etc. Pero tiene algunas desventajas que no le hacen menos importante como son: Fragilidad, el costo de equipamiento incluido del mantenimiento y la maniobrabilidad.

Los tipos de fibra son por el tipo de perfil y por el comportamiento de la propagación. Se encuentran en bobinas de 4 y 12 Km, aunque esto puede variar dependiendo de la demanda de un proyecto específico. Mayor separación entre repetidores.

- **La Fibra como Guía de Onda:**

Las fibras ópticas se comportan como guías de onda de 10^{14} a 10^{15} Hz y que están regidas por las leyes de la óptica: Leyes de la reflexión, ángulo de incidencia y de reflexión iguales, leyes de la refracción donde el índice de refracción de la fibra debe ser menor que el índice de refracción de su revestimiento, de tal manera que el producto del índice de refracción de la fibra por el seno del ángulo de incidencia debe ser igual al índice de refracción del revestimiento por el seno del ángulo de refracción.

- **Tipos de Fibra Óptica:**

La fibra óptica se clasifica en Monomodo y Multimodo, ambas están estandarizadas y se utiliza en función a la distancia y del ancho de banda.

Las Multimodo se utilizan en distancias cortas, desde 1 Km hasta 18 Km, por ejemplo en LANs, redes de acceso metro, estas trabajan en 2 bandas: SX: 850 nm y LX: 1300 nm. Tiene el núcleo de 50-62.5 μm , revestimiento de 125 μm y cubierta de 250 μm .

Los Monomodo trabajan en el rango de 1260 nm a 1650 nm, existiendo 3 bandas C, L, S. Tienen el núcleo de 5-10 μm , revestimiento de 125 μm y cubierta de 250 μm .

Ambas fibras cumplen estándares ITU, G65X y son pasivas, se iluminan con LEDs que trabajan en algunas de las bandas, donde la dispersión cromática es mínima.

Las fibras están recubiertas y no se exponen a la luz, se fabrican en múltiplos de 12 hilos por lo general.

- **Características:**

- **Apertura Numérica:** Parámetro que define la facultad de captación de energía por parte de la fibra. Es función de los índices de refracción del núcleo y del recubrimiento

- **Atenuación:** En la figura 1.7, las pérdidas en la señal óptica se debe a diversos factores: Absorción, por interacción luz-materia. Dispersión, por irregularidades ó discontinuidades de sobre las características de propagación de la guía de onda cuando el tamaño de estas imperfecciones es menor ó comparable a la longitud de onda de la luz en juego (Dispersión de Rayleigh). Otros.

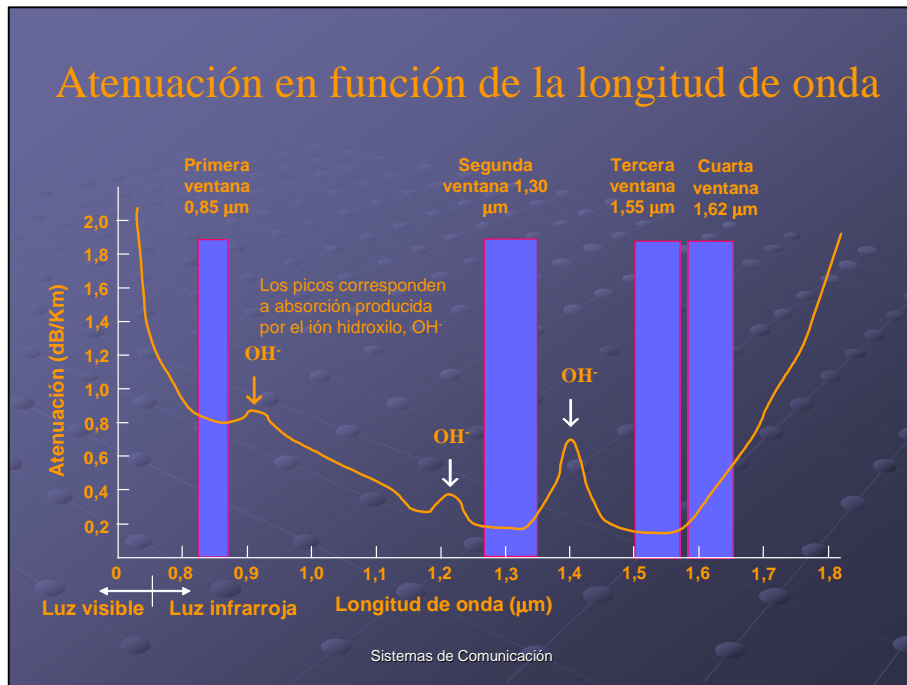


Fig. 1.7 Curva de atenuación de la FO

- **Dispersión Modal y Cromática:**
 - **Distorsión:** Se produce el ensanchamiento de los pulsos ópticos recibidos por sobreposición de señales desplazadas en el tiempo.
 - **Distorsión modal:** Cuando los diferentes modos de propagación recorren distintas distancias llegando al extremo distante retrazadas unas con respecto a otras.
 - **Distorsión cromática:** Se debe a la diferente velocidad de cada componente de distinta longitud de onda de una radiación cuando se propaga a través de un medio. Es intrínseco al material
 - **La dispersión total**, constituye la suma de la modal y cromática, puede ser nula en el margen de longitudes de onda de 1, 2 a 1,6 micras, por lo que el ancho de banda es teóricamente infinito.
- **Ancho de Banda:** Para fibras multimodo de índice escalón el ancho de banda es de 100 Mhz. De índice gradual de 500 Mhz – 1.5 Ghz.
En fibras monomodo es mayor de 10 Ghz. Ver figura 1.8

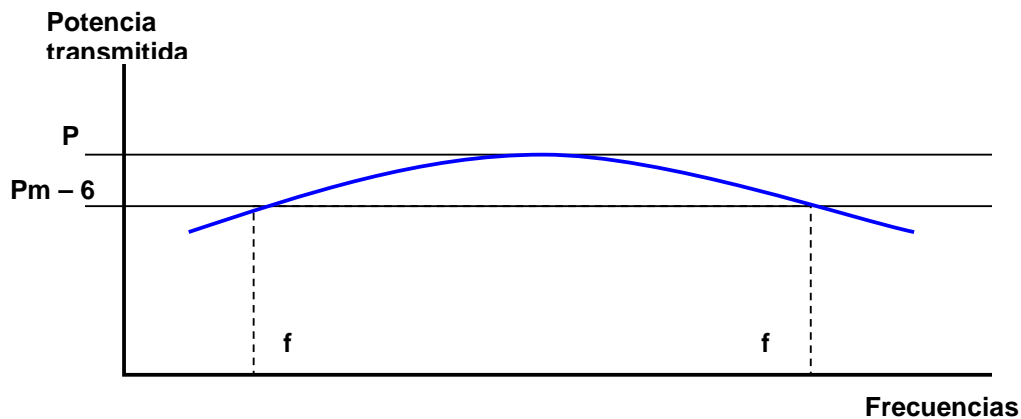


Fig. 1.8 Curva Potencia versus frecuencias

Fibras multimodo

Indice escalon: 100 MHz

Indice gradual: 500 MHz – 1.5 GHz

Fibras monomodo > 10 GHz

▪ **Emisores Opticos:**

Como fuentes de luz se puede utilizar un diodo emisor de luz LED ó un diodo LASER.

Ambos semiconductores de estado sólido y emiten espontáneamente luz cuando los atraviesa una corriente eléctrica, en su fabricación se incorporan materiales que posibilitan obtener emisiones de luz para la primera (galio), aluminio y arsénico), segunda y tercera ventana (fósforo e indio).

TABLA 1.2 Características comparativas

Característica	LED	LASER
Tipo de Luz	Incoherente	Coherente
Potencia Emitida	Baja	Alta
Rise Time 10 al 90%	100 nseg	1 nseg
Confiabilidad	Mayor	Menor
Vida Util (hrs)	1.000.000	100.000
Direccionalidad De la Luz	Menor	Mayor

Ruido Modal	Bajo	Alto
Costo	Bajo	Alto

- **Receptores Opticos:**

Los receptores ópticos son una juntura P-N semiconductor la cual genera una corriente eléctrica proporcional al número de fotones que capta.

Los más comunes son el diodo PIN, el Fotodiodo de avalancha APD y el PIN-FET.

Los parámetros técnicos son:

- **Eficiencia cuántica:** número de electrones generados por la incidencia de cierto número de fotones recibidos.

La eficiencia de un APD es mucho mayor que la de un PIN.

- **Corriente de pérdida:** corriente que circula en la juntura sin la presencia de la luz incidente.

- **Ruido cuántico:** debido al fenómeno de conversión fotón-electrón, es función de la potencia óptica incidente y es mayor en un APD que en un PIN.

- **Rise Time:** Los APD tienen un R.T. menor que 1 n seg siendo más rápidos que los PIN. A su vez, los PIN son más rápidos que los fototransistores.

- **Cálculo de Enlace fibra óptica:**

Para una correcta planificación de las instalaciones de cables con fibras ópticas es necesario considerar la atenuación total del enlace y el ancho de banda del cable utilizado. Para el cálculo de atenuación de enlace se consideran 2 métodos: Cálculo del cable de fibra óptica y Cálculo del margen de enlace con cable de fibra óptica seleccionado. El cálculo de enlace se puede observar con mayor detalle en el **Anexo E**.

1.2.3. Medios Inalámbricos:

Es el uso del espacio libre en vez de por medio de un cable físico. Hay dos tipos generales de comunicación inalámbrica: transmisión por radio y transmisión infrarroja.

- a) **Por radio:** Se refiere a cualquier técnica inalámbrica que usa frecuencias de radio (RF) para transmitir información. Las frecuencias de radio típicamente usadas para comunicaciones por radio están en el rango de 800 Mhz a 900 Mhz del espectro electromagnético. Los teléfonos sin cable y las LAN inalámbricas sin licencia operan en un rango 902-928 Mhz.
- b) **Por microonda:** Un tipo de transmisión por RF es por microonda, que abarca frecuencias entre 2 y 40 Ghz, requiere línea de vista. Debido a su pequeña longitud de onda es susceptible a atenuaciones en el trayecto, las velocidades de las transmisiones de datos por microondas puede ser hasta de 45 Mbps. Un enlace de microonda utiliza torres, pequeñas antenas parabólicas montadas sobre torres y los equipos de radioenlace.
- c) **Por Infrarroja:** Es otro medio de línea de vista. Usa radiación electromagnética de longitud de onda entre las ondas de radio y de la luz visible, operando entre 100 Ghz y 100 Thz. Están restringidas a LAN dentro o entre edificios. La transmisión infrarroja puede ocurrir en una de las dos maneras: directa y difusa. La directa requiere línea de vista y la difusa inunda un área específica con una fuerte señal infrarroja.
- d) **Por Satélite:** Las comunicaciones por satélite se basan en transmisiones RF. Consisten en estaciones terrenas con antenas parabólicas (Transmisor/Receptor) y transpondedores en órbita. El transpondedor recibe una señal de microonda desde la unidad en tierra, llamado Up Link, la amplifica y luego la transmite de regreso a la tierra, llamado Down Link. El satélite está constituido por un conjunto de transpondedores ubicada a 300,000 Kms sobre el ecuador en una órbita llamada geosincrónica u órbita terrestre geoestacionaria. La velocidad angular del satélite en esa órbita coincide con la rotación de la tierra. Los satélites no se colocan a menos de 4 grados.

1.3. Tecnología de Redes de Comunicación y Datos

1.3.1. Estructura de las Redes: Es la forma como están interconectadas los equipos de comunicación y datos con el fin de compartir recursos. Existen diferentes formas de interconexión más conocidas como topología: Estrella, Bus, Anillo Malla, combinada y Arbol.

- a) **Bus:** Es utilizado en redes LAN, No puede ser usado en WAN. En ésta configuración todos los nodos están conectados al mismo canal.
- b) **Estrella:** Es usado en redes LAN. Tiene como principal característica la presencia de un núcleo central de procesamiento, que sirve como un centro de cableado para nodos conectantes. Para que todos los nodos se comuniquen entre sí, todos los datos deben pasar por el núcleo. Por consiguiente, un núcleo representa una sola fuente de falla. También es usado en redes WAN:
- c) **Anillo:** Es usado en redes LAN, todos los nodos están conectados al mismo anillo, que sirve como el medio compartido. En una topología de anillo clásico, los mensajes pasan de nodo a nodo alrededor del anillo. El sentido de rotación puede ser horario, antihorario o ambos dependiendo de la tecnología.
- d) **Malla:** Es usado en redes WAN
- e) **Combinada:** Es usada en redes WAN
- f) **Arbol:** Es usado en redes de TV cable y su configuración es jerárquica. Consiste en un nodo raíz o núcleo que está conectada a nodos o núcleos de segundo nivel. Esos dispositivos de nivel 2 están conectados a dispositivos de nivel 3, que a su vez están conectados a dispositivos de nivel 4, y así sucesivamente.

1.3.2. **Arquitectura de Redes:**

Es la forma de organizar las comunicaciones entre los computadores. Lo que significa que existen varias arquitecturas.

En la arquitectura se considera: Tipo de cable, tipo de conector, representación binaria de la información, número del terminal de destino, control de flujo, corrección de error, identificación del tipo de servicio, asegurar la conexión de extremo a extremo, etc.

1.3.3. **Modelo OSI (Open System Interconnection):**

Los sistemas de comunicaciones que emplean procedimientos y métodos de comunicación normalizados se denominaba "Sistemas Abiertos". El modelo de referencia OSI, permite definir procedimientos normalizados que hagan posible la interconexión y el eficaz intercambio de información. Sirve de marco para la definición de servicios y protocolos. Las siete capas del modelo se agrupa en tres: Entorno de red o subred de comunicaciones que comprende las capas Física, Enlace y Red son las que interactúan con las redes de comunicaciones. Entorno de la Aplicación que comprende las

capas Sesión, Presentación y Aplicación porque estas tres capas son procesadas en los equipos terminales. Entorno de vinculación o capa de Transporte porque comunica los equipos terminales de punta a punta. Es la separadora de los otros dos grupos. Cada capa agrega a los datos su marca o encabezado.

Los niveles funcionales del modelo son:

a) Nivel 1. Capa Física: Proporciona los medios mecánicos, eléctricos, funcionales y de procedimiento necesarios para activar, mantener y desactivar conexiones físicas para la transmisión de bits entre entidades de enlace de datos. Una conexión física puede comprender sistemas abiertos intermedios, cada uno de los cuales efectúa la retransmisión de los bits dentro de la capa física. A nivel de capa física se habla simplemente de bits.

Las entidades de las capas físicas están interconectadas por un medio físico (línea telefónica, cable coaxial, fibra óptica, satélite, etc.) Ver figura 1.9

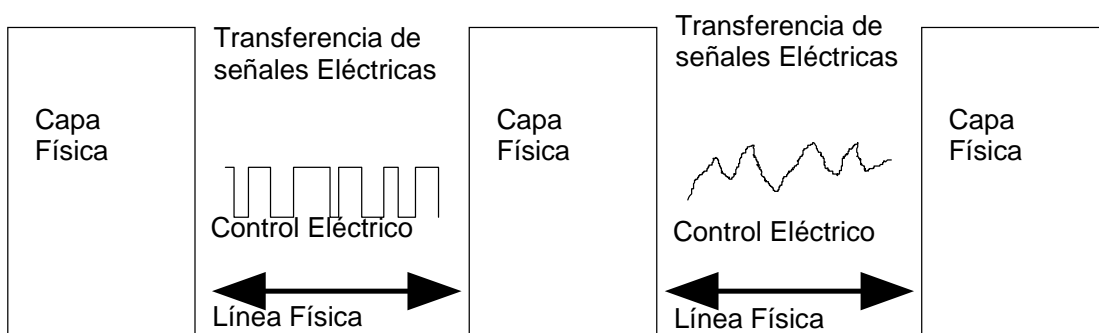


Fig. 1.9 Ilustración de la capa1

b) Nivel 2. Capa de Enlace de Datos: Controla la transferencia de datos entre sistemas abiertos adyacentes. Detecta y corrige los errores de bits que se producen en la ruta de transmisión. Garantiza la transferencia segura de las tramas al Sistema de Destino. En éste nivel de habla de tramas. Ver figura 10

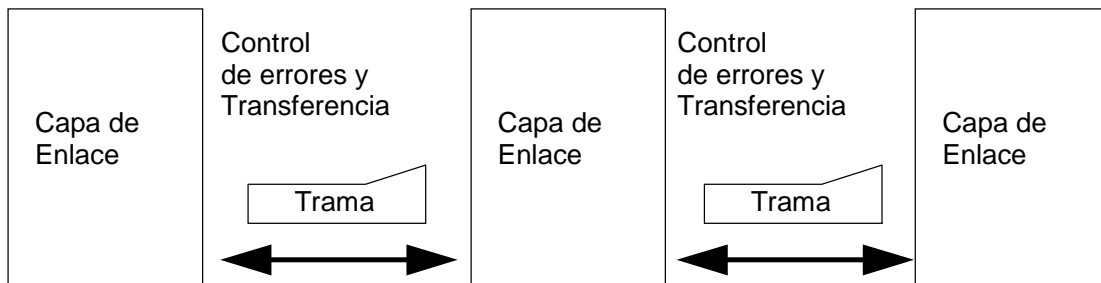


Fig. 1.10 Ilustración de la capa 2

c) Nivel 3. Capa de Red: Proporciona los medios para establecer, mantener y liberar las comunicaciones entre sistemas finales. Controla la función de retransmisión y encaminamiento para establecer la ruta de comunicación con el sistema de destino. En éste nivel se habla de paquetes. Ver figura 1.11

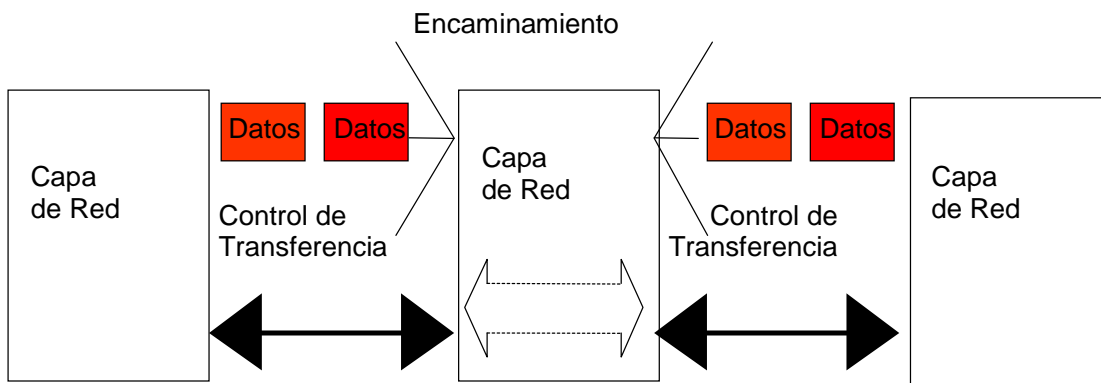


Fig. 1.11 Ilustración de la capa 3

d) Nivel 4. Capa de Transporte: Controla la transferencia de datos entre sistemas abiertos terminales. Mejora la contabilidad de transferencia de datos mediante el procedimiento de detección y corrección de errores de extremo a extremo. Ver figura 1.12

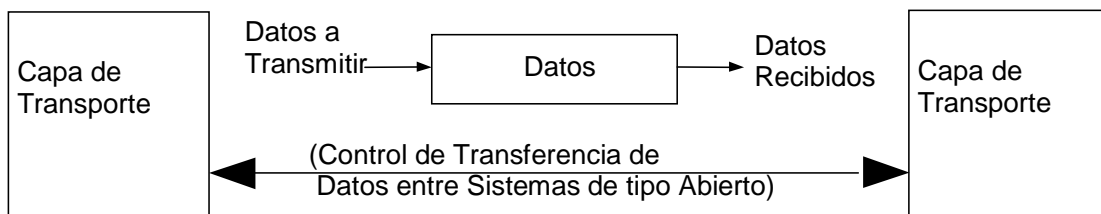


Fig. 1.12 Ilustración de la capa 4

- e) **Nivel 5. Capa de Sesión:** Proporciona los medios necesarios para que las entidades de presentación, organicen y sincronicen el diálogo y procedan a su intercambio de datos. Ver figura 1.13

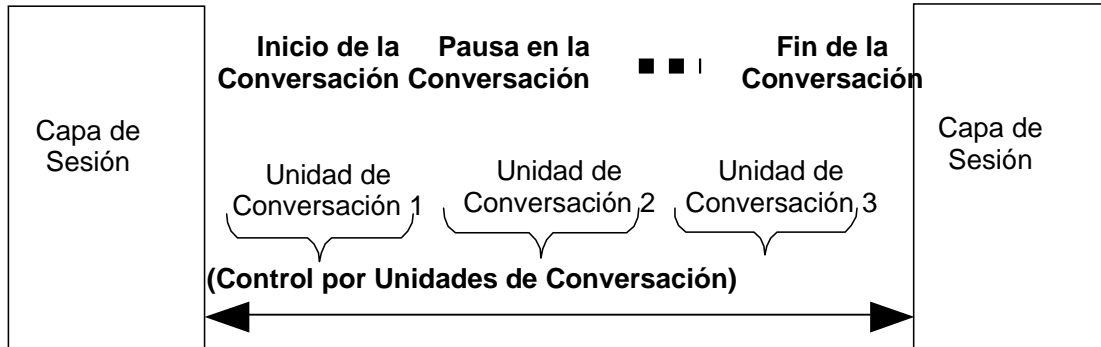


Fig. 1.13 Ilustración de la capa 5

- f) **Nivel 6. Capa de Presentación:** Permite la representación de la información. Se ocupa de la sintaxis (Representación de los Datos). Ver figura 1.14

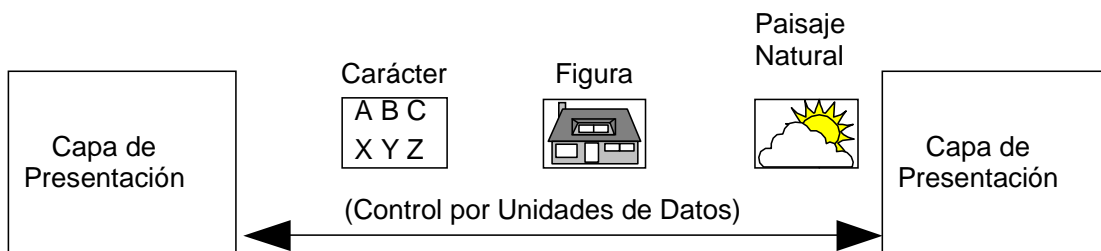


Fig. 1.14 Ilustración de la capa 6

- g) **Nivel 7. Capa de Aplicaciones:** Contiene todas la funciones que implican una comunicación entre sistemas abiertos y que no han sido realizados por la capas mas bajas. Entre ellos hay funciones que son realizadas por los programas y funciones que son realizadas por seres humanos. Ver figura 1.15

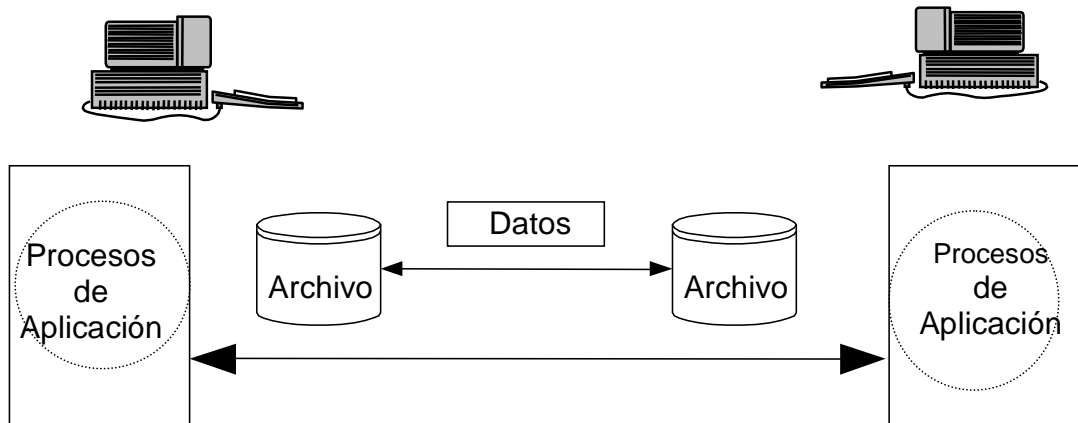


Fig. 1.15 Ilustración de la capa 7

1.3.4. Transmisión Digital:

- a) **Conceptos:** La transmisión digital está basada en señales digitales, la misma que puede realizarse mediante 2 formas: En Banda Base las señales no sufren ningún proceso de modulación a su salida de la fuente que las originó y Pasa Banda las señales son llevadas a un proceso de modulación digital binaria o de multinivel. Los códigos de línea en el nivel 2, son ceros y unos y en el nivel 1 o físico están como señal eléctrica.

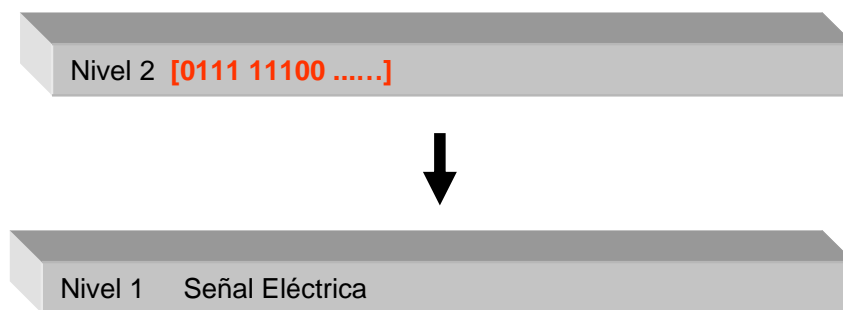


Fig. 1.16 Ilustración del nivel 2 y 1

b) Transmisión Banda Base: Utiliza los códigos de Línea, que tiene una densidad espectral de Potencia favorable para la transmisión, permite detectar y/o corregir errores y posee un buen contenido de reloj y componente continua $DC=0$.

Los códigos de banda base más usados son: Unipolar sin retorno a cero (NRZ), unipolar con retorno a cero (RZ), Polar sin retorno a cero (NRZ), Polar con retorno a cero (RZ), Bipolar con retorno a cero (RZ), Bipolar sin retorno a cero (RZ), Codificación diferencial, Código Manchester, Código Manchester diferencial, Código Miller, Código HDB-3, Código 4B3T (4 binario-3 terciario) utilizada sobre cable coaxial a velocidades de 140 Mbps, Código AMI (alternate mark inversion empleado en RDSI), Código 2B-1Q.

Una señal es Unipolar cuando el valor que representa a un determinado dígito binario, sea éste un cero o un uno, toma siempre la misma polaridad (positiva o negativa), mientras que el otro dígito toma el valor cero. Dependiendo de la polaridad se tendrán señales unipolares positivas o negativas.

Una señal es polar cuando los valores que representan a los dígitos binarios 1 y 0 se originan como consecuencia de la conmutación de la línea entre un valor positivo de tensión V y el valor negativo de la tensión $-V$. De ésta forma, un valor binario cualquiera tendrá siempre una determinada polaridad, mientras que el otro binario presentará la polaridad inversa. La señal en la línea nunca toma el valor cero.

Una señal es bipolar cuando un determinado dígito toma valores de polaridad alternados, mientras que el restante dígito siempre adopta el valor cero.

El uso de los códigos de línea tiene por finalidad eliminar o disminuir en lo posible la componente continua de la señal, transmitir una señal de sincronismo desde el transmisor hacia el receptor, y permitir detectar la presencia de señal en la línea.

Cuando se desea enviar señales en banda base, la señal es previamente codificada a fin de reducir a un mínimo la componente de continua que todo pulso rectangular asimétrico puede presentar, según análisis en serie de Fourier. Estos códigos se utilizan en redes LAN.

Se dice que la señal no retorna a cero, dado que durante todo el ancho de pulso la tensión permanece constante y no toma el valor cero. Con retorno a cero es cuando la mitad del pulso significativo retorna a cero. La transmisión de un 1 (uno) corresponde a la emisión de un pulso. La transmisión de un 0 (cero) corresponde a la no emisión de un pulso.

- c) **Transmisión Pasabanda:** Consiste en trasladar mediante la técnica de modulación, el espectro de la señal a una frecuencia mayor. El ancho de banda que utiliza es el doble de la velocidad de transmisión. Por ejemplo, la señal digital binaria de 1200 bps presenta un ancho de banda de 1200 hz. Luego de modular el ancho de banda que ocupa es el doble 2400 hz. Ver figura 1.17

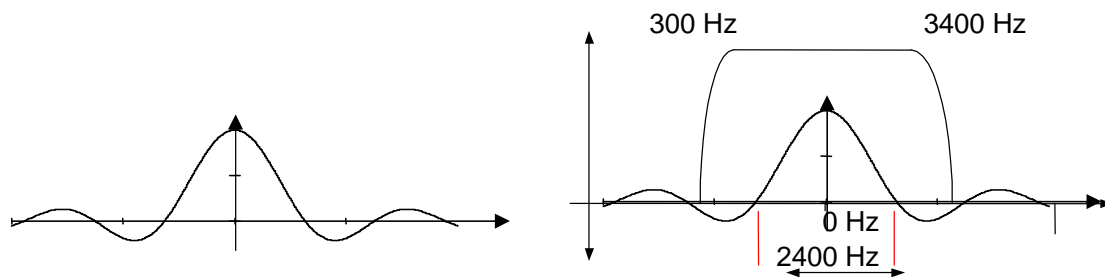


Fig. 1.17 Representación del ancho de banda

- d) **Modulación Digital:** La señal moduladora es una señal digital y la portadora es una señal analógica. El modem traslada el espectro de la señal a una frecuencia mayor llamada portadora f_c . La modulación digital se divide en modulación digital binaria y modulación digital multinivel.

e) **Modulación Digital Binaria:**

- **Modulación ASK:** Amplitude shift keying o Modulación por desplazamiento de amplitud. Cuando la portadora analógica es modulada por una señal digital de valores discretos de ceros y unos. En este caso se presentan 2 tipos. Por variación del nivel de la onda portadora cuando la señal moduladora es digital bipolar y por supresión de la onda portadora cuando la señal moduladora digital es unipolar.

- Modulación PSK:** Phase Shift Keying o Modulación por desplazamiento de fase. En la cual el parámetro de la señal senosoidal de la portadora que se hace variar es la fase. La amplitud y la frecuencia permanecen constantes. Es el método más usado para modular señales digitales mediante equipos modem de datos. Existen 2 alternativas: La PSK convencional, donde las variaciones de fase se refieren a la fase de la portadora sin modular tomada como referencia y PSK diferencial, donde las variaciones de fase se refieren a la fase de la portadora del estado inmediatamente anterior al considerado. Ver figura 1.18

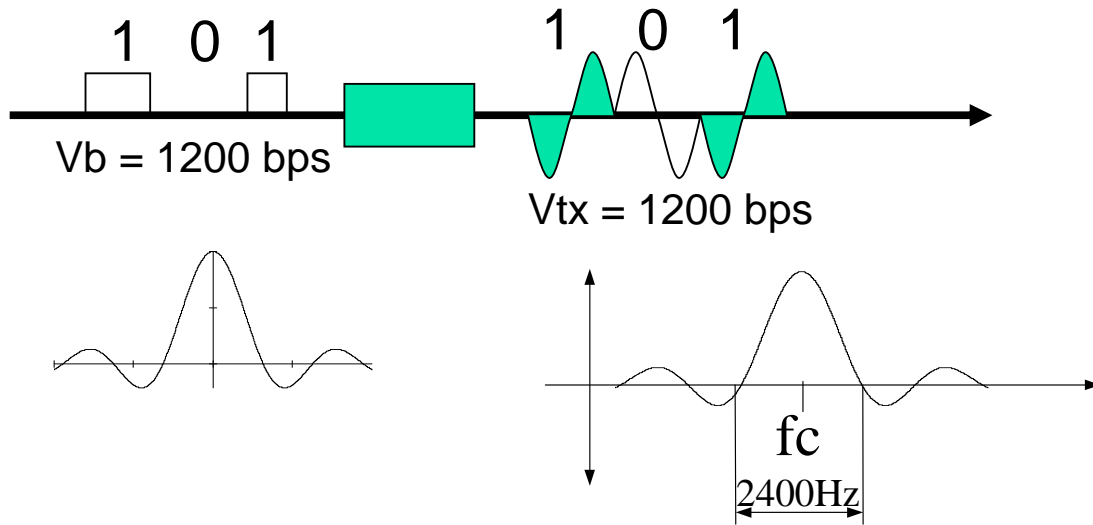
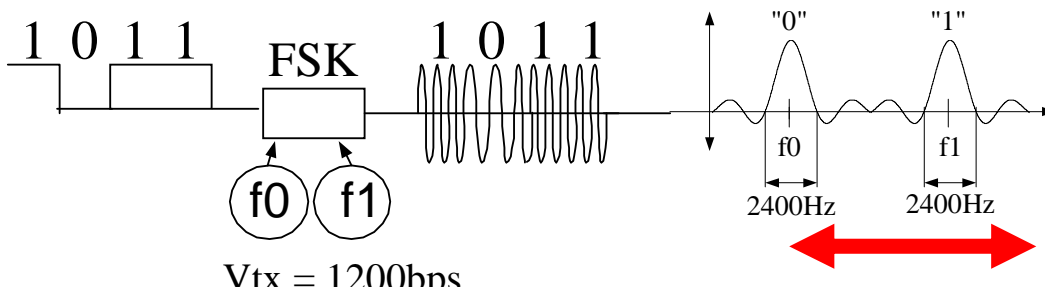


Fig. 1.18 Representación de la modulación PSK

- Modulación FSK:** o Modulación por desplazamiento de frecuencia. Cuando la señal moduladora es de origen digital, la señal modulada tomará un número discreto de valores de frecuencia, iguales al número de valores que corresponden a la señal moduladora. Existen 2 tipos de modulación de frecuencia de banda estrecha cuando el índice de modulación es menor que $2/\pi$ y de banda ancha cuando el índice de modulación es mayor que $2/\pi$. Ver figura 1.19



FSK: Emplea dos osciladores

Fig. 1.19 Representación de la modulación FSK

f) **Modulación Multifase:** También conocida como modulación multifase. En éste sistema la fase de la onda portadora puede tomar secuencialmente N valores posibles separados entre sí por un ángulo definido por la expresión $\theta = 2\pi/N$.

Regla de formación:

$$N = 2^n \quad n = 2, 3, 4, \dots \quad (N = 4, 8, 16, \dots)$$

$$M = 2^{2n} \quad n = 1, 2, 3, 4, \dots \quad (M = 4, 16, 64, \dots)$$

Ejemplos de Sistemas de Modulación

N ASK	4ASK, 8ASK, ...
N PSK	4PSK, 8PSK, 16PSK, 32PSK, ..
N FSK	4FSK
M QAM	4QAM, 16 QAM, 64QAM, 128QAM, ...

De los ejemplos anteriores, son de nuestro interés la modulación QPSK, 16QAM, 64QAM y 256 QAM.

- **Modulación 4PSK con N=4:** Se trata del método 4PSK o QPSK, conocido como Quadrature Phase Keying. La portadora puede tomar 4 valores diferentes de fase, correspondiente a las cuatro posibles combinaciones de una secuencia de dos bits. Ver figura 1.20

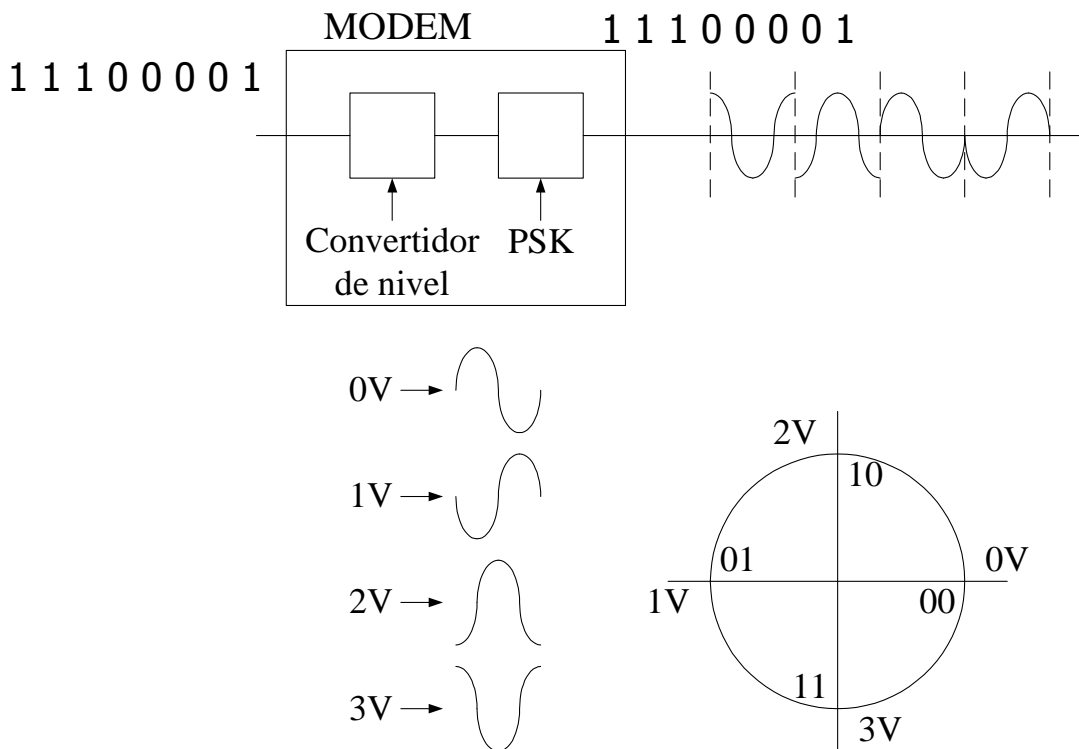


Fig. 1.20 Representación de la modulación QPSK

g) Modulación Multinivel: MQAM (Cuadratura Amplitude Modulation), éste método se basa en la modulación en amplitud de dos señales portadoras desfasadas 90° entre sí. Se utilizan dos portadoras independientes en cuadratura, moduladas en amplitud, ambos canales son completamente independientes, incluida su codificación en banda base.

h) Modos de Transmisión:

Existen dos formas de transmitir las señales; el modo paralelo y el modo serie. En el modo serie existen dos procedimientos diferentes, el denominado asincrónico y el sincrónico.

- **Transmisión modo paralelo:** Las características más importantes son: Es un modo de transmisión interno que usan las computadoras, por cada ciclo se transfiere n bits, es de alta velocidad de bps, las distancias no supera las decenas. Para éste método se usa 2 formas: Una es disponer de n líneas diferentes a razón de una por bit a

transmitir; la otra, es usar, una única línea, pero enviando cada bit mediante multiplexación.

- **Transmisión en modo serie:**

Cuando los bits que componen cada carácter se transmiten en n ciclos de 1 bit cada uno. Tiene las siguientes características más importantes: Se envía un bit después del otro, hasta completar cada carácter, la secuencia de los bits transmitidos se efectúa siempre por orden de pesos crecientes, es decir al revés de cómo se escriben las cifras en binario, donde los pesos crecientes se escriben siempre a la izquierda. En este modo se da la serialización cuando un equipo teleinformática tiene que transformar del modo paralelo al modo serie, y en la recepción se da la deserialización que consiste en transformar del modo serie a modo paralelo.

i) **Sincronismo:** El sincronismo es el procedimiento mediante el cual tanto el emisor como el receptor de los datos adoptan una base de tiempo común, de forma que reconozcan inequívocamente la transmisión de un 1 o de un 0, pudiendo realizarse en tres niveles denominados: sincronismo de bit, de byte y de bloque.

El sincronismo de bit se usa para determinar exactamente el momento en que se debe empezar a contar un bit, el reloj tiene que muestrear la línea de comunicación a una velocidad 8 o 9 veces mayor con que llegan los datos a efectos de que pueda detectar la transición de un 1 a un 0 o viceversa muy rápidamente.

El sincronismo de byte se usa para determinar cuando comienza el byte y cuando termina.

El sincronismo de bloque se usa para determinar el conjunto de caracteres que se considerará a los efectos del tratamiento de los errores. El tipo de bloque más utilizado es la trama. Cuando se produce un error se debe retransmitir todo el bloque nuevamente.

j) **Transmisión asincrónica:** Cada carácter a transmitir es delimitado por un bit denominado de cabecera o de arranque, y uno o dos bits denominados de terminación o de parada, activa los mecanismos encargados de muestrear, contar y recibir las señales siguientes. El bit de arranque sincroniza los relojes del transmisor y receptor. Los bits de parada separan un carácter del siguiente. Los bits de datos son almacenados en una memoria intermedia para luego ser procesadas.

k) Transmisión sincrónica: Existen dos relojes, uno en el receptor y otro en el transmisor que periódicamente se resincronizan mediante códigos de banda base. La información útil es transmitida entre dos grupos de bytes denominados genéricamente delimitadores. Un grupo delimitador es el de encabezado, que se encarga de resincronizar los relojes (osciladores) y el otro de terminación, que suele cumplir varias funciones. Los bloques que se transmiten tienen un tamaño que oscila entre 1028 y 1024 bytes que permite lograr rendimientos del 99% cuando se usa no mas de 10 bytes de cabecera y terminación.

1.3.5. Tipos de Redes:

a) Ethernet: El nombre deriva de la sustancia teórica electromagnética llamada *hemisferous ether*, creencia antigua que era un elemento universal invisible que mantenía unido al universo entero y todas sus partes Asociadas.

Ethernet, está considerada en el rango de redes Lan. Estas redes manejan escalones de velocidad de 10 Mbps, 100 Mbps, 1000Mbps, inclusive 10,000 Mbps.

- **Ethernet 10 BASE 5.** Es una red de 10 Mbbps, transmisión banda base con una longitud máxima de 500 metros.
- **Ethernet 10 BASE 2.** Es una red de 10 Mbps, transmisión banda base con una longitud máxima de 200 metros.
- **Ethernet 10 BASE T.** Usa topología estrella, cableado UTP categoría 3, la longitud del segmento es de 100 metros, se puede conectar hasta 4 repetidores en cascada, la distancia máxima del dominio de colisión está limitada a 500 metros.
- **Fast Ethernet (IEEE 802.3u).** Es una red de 100 Mbps (100BASE TX), usa el método de acceso CSMA/CD, utiliza cable UTP categoría 5, longitud máxima del segmento 100 metros, se pueden conectar hasta 2 repetidores en cascada, la distancia máxima del dominio de colisión está limitada a 205 metros. Utilizando fibra óptica la longitud máxima es de 325 metros en half duplex y 2 Km en full duplex. Hay 3 protocolos de capa física que se pueden utilizar: 100BASE TX usa 2 pares de cable UTP categoría 5, 100 BASE T4 usa 4 pares de cable UTP categoría 3, 4 y 5, 100 BASE F usa fibra óptica Multimodo.
- **Giga Ethernet (IEEE 802.3z).** Es una red de 1 Gbps. El formato de la trama, el control de flujo y operación en full duplex son similares a

Ethernet de 10 y 100 Mbps. En half duplex usa el método de acceso CSMA/CD. Tiene un alcance de 200 metros por dominio de colisión. Utilizando fibra óptica Multimodo, la longitud máxima es de 550 metros. Con fibra óptica Monomodo puede alcanzar una distancia de 3 Km. El uso frecuente es como BACKBONE.

- **10Gigabit Ethernet (IEEE 802.3ae).** Tiene como objetivo genérico preservar los tramaños máximos y mínimos de las tramas. Soporta solamente comunicaciones full-duplex. Soportar redes LAN en topología estrella a través de enlaces punto a punto sobre cableado estructurado. Define dos familias de dispositivos de nivel físico: LAN PHY operando a 10,000 Gbps y WAN PHY operando a OC-192c/SDH VC -4-64c. Provee las especificaciones de capa física para soportar distancias de por lo menos 300 metros sobre fibra Multimodo y de 40 Km sobre fibra SM. Esta Red puede transferir el contenido de un disco duro de 10 Gigabyte en 8 segundos. Hacer un respaldo de 2 Terabyte de una empresa en 27 minutos. Ver figura 1.21

CRC	DATA	TYPE	SOURCE ADDRES	DESTINO ADDRES S	SYNC
4B	46 – 1500B	2B	6B	6B	8B

SYN: Start Delimiter
& Preamble
Type: Frame Control

DA: Destination Address
SA: Source Address
FCS: Frame Check Sequence

Fig. 1.21 Formato Ethernet

- b) **Token Ring.** Tiene protocolo IEEE 802.5. Es una tecnología de red de área local basada en un protocolo de paso de tokens para el control de acceso a los medios. Una LAN de token ring se implementa como un anillo lógico, usando una topología de anillo físico o como una estructura en anillo lógica en una configuración en estrella física. Los concentradores de token ring son unidades de acceso de multiestación (MAU). La distancia entre las MAU se llama longitud de anillo principal, y la distancia entre un MAU y sus lóbulos se llama longitud de nodo. En una conexión típica de token ring, los nodos están físicamente conectados a un MAU en una configuración en estrella, pero dentro del

MAU hay una topología de anillo lógica. Los nodos están conectados al anillo por un Conector de Datos IBM, que permite a los nodos ser retirados sin perturbar el anillo.

Algunas de las ventajas de los token ring incluyen su capacidad para funcionar sobre muchos tipos de medios, su eficiente uso de ancho de banda, su comportamiento estable durante tiempos de carga alta, su naturaleza determinística y su esquema de prioridad que permite a los nodos con datos de alta prioridad reservar la red para la transmisión de datos.

Las desventajas incluyen la necesidad de procedimientos especiales de recuperación cuando la red falla, la dificultad de configurar nuevos anfitriones para una LAN establecida y, en el caso de ordenación por prioridad, la susceptibilidad de los nodos de baja prioridad a las demoras incrementadas al tener acceso a la red.

En la capa física soporta cables STP, UTP, coaxial y cable de fibra óptica. El cable STP tiene una impedancia de 150 ohms, el cable UTP tiene una impedancia de 100 ohms. Su topología es usualmente de estrella, y usa concentradores de token ring, llamados concentradores de alambre o unidades de acceso de multiestación o MAU, con concentradores interconectados para formar una trayectoria principal de anillo.

Las velocidades de datos incluyen 4 y 16 Mbps, aunque algunas variaciones pueden incluir 20 y 40 Mbps. En un token ring de 4 Mbps, los nodos pueden transmitir sólo un bloque a la vez durante una sola transmisión. Sin embargo, los nodos conectados a token ring con velocidades superiores de transmisión de datos, pueden transmitir bloques múltiples durante una sola transmisión.

Las longitudes máximas de cable, longitudes de nodos, son 100 metros si se usa cable tipo 1 o 2 de IBM, 66 metros para los tipos 6 y 9, y 45 metros para el UTP, 1 Km si se usa cable fibra óptica. Con cable STP, 260 dispositivos pueden ser conectados a una sola red de token ring. Con cable UTP, categoría 3, 4 o 5, sólo 72 dispositivos pueden ser conectados.

Usa una forma de la codificación Manchester llamada Codificación Manchester Diferencial.

Para una red de token ring alcance su ancho de banda máximo, su velocidad de reloj debe ser dos veces la velocidad de transmisión. Un token ring a 16 Mbps debe tener una velocidad de reloj de 32 Mhz.

c) Interfaz de datos distribuidos en Fibra. FDDI. Se usa en redes MAN hasta los 100 km. Son descritas por el estándar ANSI X3T9.5, creado en 1986 para interconectar sistemas de computadoras y dispositivos de red típicamente mediante una topología de anillo de fibra a 100 Mbps.

Sus aplicaciones incluyen directamente la conexión de estaciones de trabajo y servidores en grupos de trabajo y el servir como una trocal de alta velocidad para conectar otras redes en un edificio, el ambiente de un campus o en una ciudad. Una aplicación primera es la conexión de servidores de alta velocidad a otros servidores también de alta velocidad. Su competidor quien tomo ventaja es las redes Ethernet que manejan velocidades superiores a los 100 Mbps. Lo utilizan las telcos en sus redes de área metropolitana.

Las FDDI tienen atributos rescatables. Puede ser configurada como dos redes independientes de anillos contragiratorios, llamada configuración de Clase A, lo que incrementa considerablemente la confiabilidad de la red, ante un evento de falla en algún punto. La ruptura en el anillo es corregida estableciendo una conexión de bucle hacia atrás al anillo inactivo, llamada auto curra mediante la auto envoltura. Esto crea un anillo simple virtual y permite a la red FDDI continuar funcionando a toda velocidad. Como hay dos fibras (una transmitiendo en sentido horario, y la otra en sentido antihorario) en la configuración, las estaciones que detectan la falla unen los dos anillos entre si y efectivamente los envuelven para formar una sola red de fibra del doble de largo de la red original de dos fibras.

Una tercera característica es que la FDDI transmite información en bloques de hasta 4500 octetos (bytes). Esto incrementa la eficiencia de la red y disminuye la sobrecarga de protocolo.

La capa física de la FDDI se basa en cable de fibra óptica.

Usa fibra multimodo 62.5/125 μm , o fibra unimodo 8.7/125 μm . Otras especificaciones incluyen 50/125 μm y 100/140 μm . La fibra debe ser especificada para la transmisión de luz con una longitud de onda de 1300nm. Como la mayoría de las fibras puede soportar transmisiones de luz de 850 nm, 1300 nm o 1550 nm, encontrar una fibra que satisfaga

ésta especificación no es usualmente un problema para el administrador de red. En redes menores de 1 Km de longitud, es adecuado 850 nm.

d) Red Digital de Servicios Integrados. RDSI. Está en el rango de redes Wan. Es un servicio portador ofrecido por compañías de teléfonos y diseñada para transmitir voz, datos, fax, video, gráficas, imágenes sobre la misma red.

Tiene la ventaja que no necesita tener conexiones separadas para las diferentes transmisiones. Integra todos esos servicios en uno solo. Es completamente digital de extremo a extremo. Permite que el alambrado estándar de pares torcidos lleve datos digitales por medio de circuitos o paquetes conmutados.

La red digital de servicios integrados actual es llamada de banda estrecha, pues está basada en: Acceso digital a velocidades bajas (144, 1544 ó 2048 kbit/s), Multiplexación determinística, conmutación de canales útiles de 64 kbit/s, 384 kbit/s y 1536 kbit/s ó 1920 kbit/s.

Las características de la RDSI son: Transmisión digital extremo a extremo, Canales útiles de velocidad estandarizada ($n \times 64$ kbit/s). Utilización de la planta externa existente. Señalización digital en el acceso de abonado (LAP D) con recuperación de errores. Señalización digital específica entre centrales (señalización número 7 con soporte a ISUP, o parte de usuario de servicios integrados).

Hay tres tipos de canales:

Canales B (*Bearer channel*): canales útiles de 64 kbit/s para informaciones de los usuarios. Canales D (*Data channel*): canales utilizados primordialmente para señalización y control, que también pueden ser utilizados para datos de velocidades bajas en el acceso a servicios de conmutación de paquetes. Canales H: de 384, 1536 ó 1920 kbit/s para datos, video, etc.

Hay 2 tipos de acceso: Acceso básico (BRI, *Basic Rate Interface*) con 2 canales B y un canal D de 16 kbit/s, Acceso primario (PRI, *Primary Rate Interface*) con 30 canales B y un canal D de 64 kbit/s (países E1) ó 23 canales B y un canal D de 64 kbit/s (países T1), también posible con canales H en vez de B.

La RDSI es también un servicio orientado a conexiones, es decir, que los circuitos fijos virtuales son establecidos entre nodos fuente y destino. Una conexión virtual se establece primero entre emisor y receptor antes

de la transmisión, el círculo permanente en efecto y dedicado exclusivamente a esta sesión durante la transmisión, y el circuito es luego desconectado después de finalizar la transmisión. La RDSI también soporta conexiones de circuito y paquetes conmutados y es un estándar internacional basado en los conceptos y principios del modelo OSI.

e) Frame Relay o retransmisión de bloques. Está en el rango de redes Wan de paquete conmutado, que proporciona conectividad de LAN a LAN. Retransmite bloques a través de una red entre 2 sitios. Fue originalmente parte del estándar ISDN, desarrollada específicamente como un componente de la tecnología de conmutación de paquetes de ISDN para aplicaciones de datos. Optimiza el uso de líneas dedicadas. Es un protocolo más eficiente. Es un protocolo orientado a conexión que emplea enlaces virtuales. Primero establece una conexión antes de que dos nodos puedan comunicarse. En vez de establecer un enlace permanente y dedicado entre una fuente y un destino, el frame relay se basa en circuitos permanentes virtuales, PVC, para interconectar dos sitios. Los PVC establecen una conexión lógica. También soporta circuitos virtuales conmutados, SVC, que permite a los circuitos entre nodo fuente y destino ser establecidos dinámicamente.

f) Servicio de Datos conmutado multimegabit. SMDS. Es un servicio de red de área extendida diseñado para una conectividad LAN a LAN. Se trata de una red de datos de área metropolitana, con base en celdas, sin conexión, de alta velocidad, público, de paquetes conmutados y de banda ancha. El SMDS es un servicio de datos, con capacidad para transmitir voz y video.

El SMDS usa celdas de longitud fija como su unidad básica para transmitir datos, esas celdas son similares a las celdas ATM, contienen 53 Bytes, una carga útil de 44 bytes más un encabezado de 7 bytes y una cola de 2 bytes.

Un conmutador SMDS establece un circuito virtual entre las máquinas emisoras y receptoras. Proporciona ancho de banda sobre demanda para el tipo de tráfico en ráfagas inherente en las aplicaciones LAN.

g) Modo de Transferencia Asíncrono. ATM. Es un ambiente de red de multivelocidades. Puede usarse para llevar datos, voz y video, separada o simultáneamente, sobre la misma trayectoria de red. Se puede usar en

redes LAN, MAN, WAN, en todas al mismo tiempo si así se requiere. Es un protocolo orientado a conexión, full duplex, punto a punto, y de celda conmutada.

Una red basada en ATM (modo de transferencia asíncrona) se le conoce como RDSI Banda Ancha. Acceso digital a velocidades altas (155 Mbit/s ó 622 Mbit/s). Multiplexación estadística. Canales útiles de ancho variable (*bandwidth on demand*).

El concepto de celda conmutada es muy similar al frame relay, que usa conmutadores para transferir tramas de longitud variable dentro de la nube de frame relay de la fuente al destino. En vez de usar tramas, ATM, usa celdas de longitud fija de 53 Bytes, 48 bytes para datos del usuario y 5 bytes para sobrecarga.

La transferencia de la información se realiza en forma asíncrona, multiplexando en el tiempo pequeños paquetes de longitud fija (53bytes) llamadas celdas. Permite asignación dinámica de ancho de banda según la demanda del usuario de la red.

1.3.6. Equipamiento Básico de Redes

El equipamiento básico de una red consiste en lo siguiente: Si se trata de una red de área local, está compuesta por un conjunto de computadoras conectadas a un Switch, mediante cables UTP o puentes de Fibra Optica. Si se trata de una red que pasa los límites de una red local, están constituidas no solamente por un conjunto de computadoras y el Switch si no utilizan un router y un medio de enlace que puede ser mediante Fibra Optica, microonda o vía satélite.

1.4. Protocolos de Comunicación:

1.4.1. Definiciones: Es el conjunto de normas y especificaciones técnicas establecidas por organismos internacionales por convención, para garantizar la compatibilidad entre los distintos equipos que se quieren comunicar, lo que involucra a fabricantes, usuarios y operadores de los diversos servicios de telecomunicaciones.

Realizan la función, entre los más importantes el establecimiento y finalización de la comunicación, el envío de los mensajes y la detección y corrección de errores. Es decir definen las condiciones físicas y los procedimientos lógicos que deben cumplirse para lograr la transferencia de datos de extremo a extremo de una red de comunicaciones.

Asimismo, la Interfase, es el conjunto de normas y procedimientos que permiten la interconexión de dos equipos que realizan funciones diferentes o son complementados. Un ejemplo son las interfases RS-232-C, X.21.

Los objetivos más importantes que cumplen los protocolos son: Utilizar con la mayor eficiencia posible el canal de comunicaciones, asegurar la secuencia correcta e integridad de los datos, permitir la operación de instalaciones punto a punto y multipunto, ser independiente del modo de operación del canal de comunicaciones y de las características de transmisión, presentar condiciones de transparencia, ante cualquier secuencia de bits que se transmitan por el canal.

Para el logro de los objetivos, los protocolos ejecutan las siguientes acciones: Control del flujo de datos hacia la estación receptora, a efectos de no saturarla con un volumen de información superior al que puede manejar, control de la actividad en el canal de comunicaciones para identificar la siguiente estación que realizará una intervención, garantizar que los bloques de datos lleguen a su destino libre de errores, sin pérdidas u omisiones y sin duplicaciones indeseadas, enviar bloques de datos en forma transparente, es decir, en forma independiente del código que se utiliza en la transmisión, encaminar los datos hacia la estación destinataria, informar a las estaciones involucradas en la transmisión de datos del estado operativo de cada una de ellas y de las líneas, de forma que las mismas sepan cuáles están activas y cuales no, encaminar los datos hacia la estación de destino con independencia de los nodos intermedios que deba atravesar (encaminamiento, Routing).

1.4.2. Clasificación de los Protocolos de Enlace:

Una primera clasificación de los protocolos de comunicaciones que se puede hacer es en función de los equipos terminales de datos implicados en el enlace. Estas estaciones pueden ser estaciones Maestra/Esclava, Estaciones de Igual Jerarquía o Estaciones Combinadas. Estas últimas pueden adoptar el carácter de maestras o esclavas dependiendo de la configuración del enlace.

Las que operan en un contexto Maestra/Esclava pueden clasificarse a su vez de acuerdo con su funcionamiento en: Estaciones con Sondeo/selección y Estaciones sin sondeo/selección.

Aquellas estaciones que operan entre sí con igual jerarquía tienen la posibilidad de funcionar mediante dos procedimientos de acceso al medio de transmisión: Acceso contencioso y Acceso determinístico.

Luego, existen estaciones combinadas que funcionan con procedimientos denominados de ventanas móviles o de ventanas deslizantes que se utilizan, principalmente en las redes de transmisión de datos que cubren grandes áreas.

Clasificación General de los Protocolos de Enlace

En función del Tipo de Estación

MAESTRA/ESCLAVA: CON SONDEO Y SELECCIÓN

- Parada y espera. BSC
- Ventanas Móviles: HDLC/SDLC

SIN SONDEO NI SELECCIÓN

- RTS/CTS, XON/XOFF
- TDMA

DE IGUAL JERARQUIA: ACCESO CONTENCIOSO

- CSMA/CD (802.3)

ACCESO DETERMINISTICO

- TDM
- TOKEN PASSING: Ring (802.5), Bus (802.4)
- INSERCIÓN DE REGISTRO

COMBINADAS: HDLC

- LAP
- LAP B
- LAP D
- LLC (802.2)(Para redes LAN)
- LAP X

1.4.3. Protocolo BSC:

Están orientados al carácter (BSC) usado en la industria, es el Binary Synchronous Communications, conocido como BSC o BISYNC, puede ser usado en circuitos punto a punto, multipunto, en enlaces permanentes o través de la red telefónica conmutada.

Cada trama debe ser transmitida como un conjunto continuo de caracteres sin solución de continuidad entre ellos. Cada carácter debe tener la cantidad de bits del código que se esté usando.

El receptor debe estar en condiciones, mediante el uso del reloj, de detectar el comienzo y el fin de cada carácter, sincronismo de carácter, y el comienzo y el fin de la trama, sincronismo de trama. El proceso de sincronización es independiente del contenido de la trama, es decir, la sincronización es transparente a los datos contenidos en la trama.

Los protocolos orientados al carácter BSC/IBM, 270/NCR, DS/1000/HP, UNISCOPE/UNIVAC, DDCMP/DEC, etc.

1.4.4. Protocolo HDLC/SDLC:

El protocolo orientado al bit (HDLC/SDLC), los enlaces duplex y de alta velocidad crean la necesidad de optimizar las redes, mediante la transmisión simultánea en ambos sentidos, varios mensajes en el mismo canal, protocolo válido tanto para RTC, semiduplex y multipunto así como para líneas punto a punto y dúplex, método potente de detección y corrección de errores.

En la década del 70 ISO adoptó el protocolo HDLC (High-level Data Link Control) como un estándar internacional, siendo el SDLC una variante del mismo, empleado por IBM. El formato básico de una trama HDLC es el siguiente, ver la figura 1.22:

FLAG	DIRECCION	CONTRO	INFORMACION	CHEQUEO	FLAG
01111	8 bits	L	Longitud	16 bits	01111110
110		8 bits	variable		

Fig. 1.22 Formato básico de una trama HDLC

Los dos FLAGS que delimitan la trama, actúan como puntos de referencia para situar el campo de dirección y de chequeo de la transmisión.

El campo de control, puede tener 3 formatos: de "información", de "supervisión" y no numerado".

En el protocolo BSC, el campo de información es fija, mientras en el protocolo HDLC es de longitud cualquiera limitada únicamente por razones de seguridad.

1.4.5. Protocolo TCP/IP:

Es un conjunto de protocolos programados para la interconexión de ordenadores, que ofrece un sistema de intercambio de información en redes con las mas variadas arquitecturas y sistemas operativos. Existen productos TCP/IP para la mayoría de los entornos informáticos, que proveen

transferencia de archivos, correo electrónico, emulación de terminales, servicio de transporte, administración de redes y otros.

1.4.6. Protocolo TCP:

El Protocolo TCP (Transmisión Control Protocol o Protocolo para el Control de la Transmisión) es un protocolo que actúa en el nivel 4 del modelo de referencia OSI. Define los procedimientos para la formación de los datagramas a partir de los datos, se asegura que los datagramas lleguen al destino correcto y sin errores, y una vez recibe los datagramas en el ordenador destino, los vuelve a ordenar en el orden correcto para que así se vuelvan a tener los datos originales.

1.4.7. Protocolo IP:

Internet Protocol o Protocolo para interredes. IP define como se hacen los paquetes y la manera como éstos se enrutan entre las redes. Cada nodo en cada una de las redes tiene una dirección IP diferente. Para garantizar un correcto enrutamiento, IP agrega su propio encabezado a los datagramas. Este proceso se apoya en tablas de enrutamiento que son actualizados permanentemente. En caso de que el paquete de datos sea demasiado grande, los protocolos IP lo fragmentan para poderlo transportar. IP es un protocolo que no está orientado a la conexión y no es confiable, por lo que se usa con TCP, que ofrece la confiabilidad que hace falta. Ver figura 1.23

Nivel de Aplicación (extremo extremo)	TELNET	FTP		SMTP (e-mail)	
	SNMP	HTTP		TFTP	
Transporte	TCP		UDP	ICMP	
Red	IP				
Enlace	LLC	HDLC		PPP	
	Ethernet	X.25	Token ring		ATM ...
Físico	Fibra	UTP	Coaxial	Satélite	STP ...

Fig. 1.23 Aplicaciones de la Familia de protocolos TCP/IP

En Internet actualmente se utiliza mayoritariamente la versión 4 del Protocolo IPv4 para la designación de las direcciones de todos y cada uno de los nodos que componen la red, para lo cual se toma 4 bytes o 32 bits.

La nueva versión IPv6 o IPng o IP next generation está tomando fuerza ya que las direcciones posibles con la versión 4 está agotándose.

1.4.8. Norma DOCSIS,

Es la norma Data Over Cable Service Interface Specification. Es un Standard definido por Cablelabs y varios operadores de sistemas múltiples (MSOs). Hoy es un Standard Internacional, en Europa se conoce como EuroDocsis.

Cablelabs testea los Cablemódems y los CMTSs (cablemodem termination system), para asegurar el cumplimiento de la norma y garantizar interoperabilidad entre diferentes equipos. Las versiones del Docsis existentes son: Docsis 1.0, 1.1, 1.2 y en desarrollo 2.0

a) Etapas de Evolución:

- Primera Generación (1995-1998): Utilización de tecnologías propietarias. Incompatibilidad entre equipos de diferentes fabricantes (Primeros Lancity, Motorola y Com21)
- Segunda Generación (1998-2002): Sistemas basados en estándares internacionales. Interoperabilidad entre equipos de diferentes fabricantes (Docsis 1.0, 1.1, Eurodocsis, DVB)
- Tercera Generación (2003- . . .): Sistemas más robustos y de mayor velocidad. Combinación de cablemodem con acceso inalámbrico (Docsis 1.2, Docsis 2.0, Wireless LAN)

b) Elementos Red de Cable módems: Sistema de Telecomunicaciones por Cable (Típicamente arquitectura HFC).

CMTS = Cable Modem Termination System (Router que actúa como interfase entre la red de datos y la red de RF).

CM = Cablemodem (Modem que actúa como interfase entre la PC del cliente y la red de RF).

Servidores:

“Back Office”: TFTP = Trivial File Transfer Protocol

DHCP = Dinamic Host Configuration Protocol.

ToD = Time of Day

c) Diferentes Capas:

▪ Capa Física.

- Transmisión Downstream

Rango de frecuencia: 54 - 750 o 860 Mhz

Modulación: 64 QAM – 256 QAM

Ancho del Canal: 6 Mhz

Velocidad bruta: 30.34 Mbps – 40.44 Mbps

Transporte: Frames MPEG2 de 188 Bytes

1byte Sync + 3 bytes header + 184 bytes payload

Multiplexación: TDM o Time Division Multiplexing

Corrección errors: FEC o Foward Error Correction

Red Solomon Coding= 16 Bytes

Total= 188 bytes mpeg2 + 16 bytes FEC = 204 bytes

Encripción: DES= Data Encryption Standard

- Transmisión Upstream

Rango de frecuencias: 5 a 42 Mhz

Modulación: QPSK – 16 QAM

Ancho del Canal: Variable entre 200 Khz y 3.2 Mhz

Velocidad Bruta: 320 Kbps – 10 Mbps

Transporte: Paquetes Ethernet de 18 – 1518 bytes

Multiplexación: TDMA Time Division Multiple Access Minislots de 16 bytes largo nominal (puede ser mayor)

Corrección errores: FEC = Foward Error Correction

Niveles de Transmisión de Señal: QPSK = 8 a 58 dBmv y 16QAM = 5 a 55 dB mv.

- Requerimiento Relación C/N + I: Ver figura 1.24

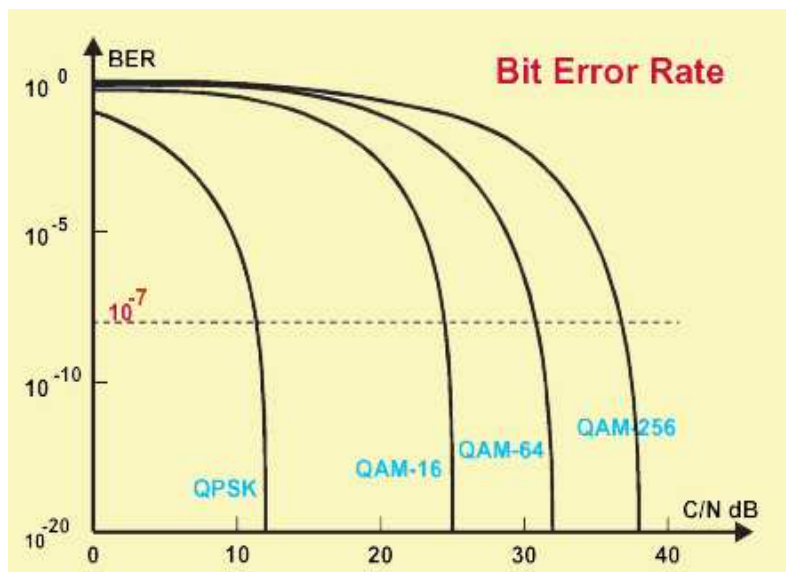


Fig. 1.24 E_b/N_0 : $C/N + 10 \log (1/\text{data rate in bit/s}) + 10 \log (\text{tx-bandwidth in Hz})$

- **Modulación - Velocidad – BW:** En la figura 1.25 se presenta las velocidades y ancho de banda de los diversos tipos de modulación.

	Rango Frecuencia Mhz	Ancho Canal Mhz	Tasa de Baudios MSps	Raw Bit Rate Mbps	Payload Rate Mbps
QAM-256	54 - 860	6	5.3605	42.88	38
8 bits/sym	54 - 860	8	7.15	57.2	51
QAM-64	54 – 860	6	5.057	30.34	27
6 bits/sym	54 – 860	8	6.74	40.44	36
QAM-16	5 – 42	1.6	1.28	5.12	4.6
4 bits/sym	5 – 42	3.2	2.56	10.24	9
QPSK	5 – 42	1.6	1.28	2.56	2.3
2 bits/sym	5 - 42	3.2	2.56	5.12	4.6

Fig. 1.25 Cuadro de velocidades

▪ **Capa Enlace de Datos**

Controla el acceso de los módems al canal de retorno evitando que varios módems transmitan simultáneamente y se generen colisiones. Para evitar las colisiones cada CM solicita la asignación de un time slot para poder transmitir (request). El CMTS asigna ventanas de tiempo para que los CM reserven un espacio para transmitir. Durante este proceso si pueden colisionar varios CM. Periódicamente el CMTS envía mensajes de broadcast garantizando a cada CM un time slot de acuerdo al tipo de servicio y prioridad (grant).

d) Otras versiones:

▪ **Docsis 1.1:** Las mejoras del Docsis 1.1 frente al Docsis 1.0 son: Calidad de Servicio (QoS), permite priorizar el tráfico de paquetes según la aplicación o la importancia del cliente. Fragmentación de paquetes grandes, para facilitar la asignación de capacidad para servicios tipo CBR (ej voz y video). Concatenación, agrupación de paquetes pequeños para incrementar el throughput. Mejora de la Seguridad, permite autenticación. Supresión del Encabezamiento del Payload, Mejora la utilización del ancho de banda.

▪ **Docsis 2.0**

- **Capa Física Upstream:** Agrega codificación S-CDMA (Synchronous code division multiple access). Incorpora mayores velocidades de transmisión: 5.12 Msimbolos/seg (canal de 6.4

MHz de BW). Utiliza modulaciones de mayor orden: 8QAM, 32QAM, 64QAM. Utiliza mayor corrección de errores (FEC). Agrega mayor protección frente a ráfagas de ruido (Reed Solomon Interleaving). Agrega mayor protección frente a reflexiones (ecualizador de 24 derivaciones).

- **Capa Física: Velocidad Upstream:** En la figura 1.26 se puede observar el cuadro de velocidades en Upstream.

Ancho del Canal	Esquema de Modulación	Baud Rate Sym/Sec	Raw Bit Rate
6.4 Mhz	64 QAM	5.12 Msym/s	30.72
	16 QAM		20.48
	QPSK		10.24
3.2 Mhz	64 QAM	2.56 Msym/s	15.36
	16 QAM		10.24
	QPSK		5.12
1.6 Mhz	64 QAM	1.28 Msym/s	7.68
	16 QAM		5.12
	QPSK		2.56
0.8 Mhz	64 QAM	640 ksym/s	3.84
	16QAM		2.56
	QPSK		1.28
0.4 Mhz	64 QAM	320 ksym/s	1.92
	16 QAM		1.28
	QPSK		0.64
0.2 Mhz	64 QAM	160 ksym/s	1.28
	16 QAM		0.64
	QPSK		0.32

Fig. 1.26 Cuadro de velocidades Upstream

- **Coexistencia:** Ver figura 1.27

Deben poder coexistir en el mismo dominio MAC canales tipo TDMA con otros tipos S-CDMA

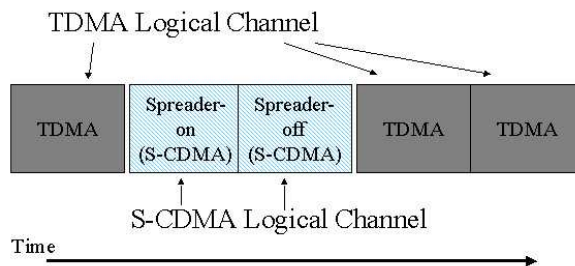


Fig. 1.27 Coexistencia en el dominio MAC

- **Beneficios:** Mejora la utilización del ancho de banda de upstream al permitir trabajar en bandas antes prohibidas por problemas de ruido. Mejor eficiencia espectral al incorporar modulaciones de mayor orden. Permite transmisiones simétricas. (igual velocidad downstream-upstream). Mas robusto frente a problemas de ruido incorpora canales de mayor ancho de banda lo cual mejora la multiplexación estadística.
- **INCA o Noise Cancellation Algorithm:** Es una tecnología desarrollada por Texas Instruments. No es un requerimiento Docsis 2.0, pero esta disponible. Permite utilizar canales de upstream más juntos. Resulta eficiente para cancelar la interferencia de portadoras múltiples que están presentes en forma constante.

e) **Etapas de Registro de un Cable módem:** Las etapas de registro son: Adquisición del canal, obtención de los parámetros de upstream, ajuste fino de los parámetros (ranging), respuesta del CMTS, asignación de IP, registro.

- **Etapas de Adquisición del Canal:** El módem barre toda la banda buscando un canal de downstream. Cuando encuentra una señal QAM se detiene e identifica si transporta información mpeg2. Dentro de los paquetes mpeg busca el PID para ver si existen datos Docsis. Cuando el módem encuentra una señal mpeg que transporta información Docsis la adquisición del canal se considera exitosa. La información de MAC se pasa a la siguiente capa.
- **Etapas de Obtención de Parámetros Upstream:** El módem espera recibir Tres mensajes MAC que el CMTS envía repetidamente en todos los canales de downstream. El primer mensaje es el Tiempo de sincronización (SYNC) que provee una referencia de tiempo común a todos los módems. El segundo mensaje es un Descriptor del canal de upstream (UCD) donde se especifica frecuencia de transmisión y modulación. El ultimo mensaje es un Mapa de asignación de ancho de banda (MAP) que describe cuando puede transmitir y por cuanto tiempo.
- **Etapas de Registro Ranging o Alineamiento:** El procedimiento de ranging involucra un ajuste fino de los parámetros de transmisión:

Ajuste fino de la Referencia de tiempo. Ajuste fino de la Frecuencia de transmisión. Ajuste fino del Nivel de transmisión (potencia).

Como cada módem está a una distancia diferente del CMTS estos ajustes resultan diferentes para cada equipo.

El módem transmite un mensaje al CMTS durante una ventana de mantenimiento definida en el MAP. El módem transmite su pedido de ajuste de ranging basado en su interpretación del SYNC y del MAP. EL CMTS debe responder al cable módem. Si después de un tiempo el cable módem no recibe respuesta pueden suceder dos cosas: Se produjo una colisión con otro cable módem o el nivel de transmisión era muy bajo.

Si el módem no recibe respuesta a su pedido, deja pasar un número aleatorio de ventanas de mantenimiento y vuelve a transmitir con mayor nivel.

- **Etapas de Registro Respuesta del CMTS:** Cuando el CMTS recibe el pedido del módem detecta: Desplazamiento dentro de la ventana de mantenimiento, Frecuencia de transmisión del módem, Nivel de señal recibida en el puerto de upstream.

Basado en esta información el CMTS determina las correcciones y se las envía al cable módem. Una vez que el CMTS recibe el pedido de mantenimiento el resto del proceso de ranging se realiza utilizando mini-slots de tiempo sin que exista riesgo de colisiones. Al recibir la respuesta del CMTS el módem ajusta sus parámetros y emite un segundo pedido de ranging.

El dialogo entre el CMTS y el módem continúa hasta que el CMTS queda satisfecho con los parámetros que utiliza el módem: Sincronismo con errores inferiores a 1 microseg. Frecuencia de transmisión dentro de +/- 10 Hz. Nivel de transmisión dentro de +/- 0.5 dB.

Este ciclo de ajuste se realiza cuando el módem se conecta por primera vez a la red y se repite según ciclos de mantenimiento pre-establecidos en el CMTS para asegurar una comunicación continua y confiable.

- **Etapas de Ajuste de SYNC:** El ajuste de SYNC requiere compensar los retrasos por: Latencia, Retardos en la propagación, Tiempos de procesamiento en CMTS y módem.

Un desplazamiento de tiempo precalculado fuerza al módem a transmitir antes del minislot asignado.

Todas las transmisiones basadas en ciclos Request-Grant. Cuando un módem necesita transmitir pide se le asigne ancho de banda (request) utilizando una ventana definida en el MAP y el CMTS le asigna una ventana de transmisión (grant)

- **Etapas de Registro Asignación IP:** El módem requiere establecer conectividad IP. El módem obtiene una IP a través del protocolo DHCP = Dynamic Host Configuration Protocol. El DHCP corre entre el Módem y un Servidor de DHCP administrado por el MSO u otro prestador. Mientras el Módem está activo mantiene su IP pero después de un cierto tiempo de inactividad el servidor de DHCP libera esa IP y la misma puede ser tomada por otro equipo. Con esta asignación dinámica se optimiza el uso del rango de direcciones IP
- **Etapas de Registro Obtención del ToD:** Una vez que el Módem obtiene una IP solicita el ToD = Time of Day para manejarse con la fecha y hora actuales. El SYNC y el ToD son cosas diferentes. El SYNC es un contador de 32 bits que coloca marcas de tiempo para el correcto funcionamiento de la capa MAC (evitar colisiones). El ToD es información de fecha y hora actuales que el módem utiliza con ciertos mensajes y archivos log para identificar cuando se generaron (timestamp)
- **Etapas de Registro Registro:** El proceso de registro comienza cuando el módem baja el archivo de configuración. La dirección IP del servidor que contiene el nombre del archivo de configuración y el nombre del archivo están en la respuesta del servidor de DHCP al Módem. Para bajar el archivo de configuración utiliza protocolo TFTP = Trivial File Transfer Protocol. El archivo de configuración lleva información de: Anchos de banda de Upstream y Downstream y Servicios asignados al cable módem.

- **Tabla de Estados CM:** Nos muestra la secuencia de operatividad del cable módem, ver la tabla 1.1

Offline	Cable módem fuera de línea o desconectado
init (r1)	Secuencia de ranging iniciada
init (r2)	Secuencia de ranging en proceso
init (rc)	Ranging completo – Nivel correcto al CMTS
init (d)	El CMTS recibe un pedido de DHCP del CM
init (i)	El CMTS recibió respuesta del servidor DHCP
init (t)	Inicia conexión contra el ToD
init (o)	Transferencia de archivo desde el TFTP Server
Online	Cable modem on line
Online (d)	CM online pero con restricción de acceso.

TABLA 1.2 Tabla de estados del CM

1.4.9. Protocolo H.323: Para garantizar la interoperabilidad entre la red telefónica y las redes de transmisión de datos es necesario utilizar grupos de protocolos. Los más conocidos son H.323 y SIP.

Los Terminales H.323 pueden ser utilizados en configuraciones múltiples, y a su vez pueden comunicarse con terminales que sean parte de redes diferentes a la suya, como por ejemplo terminales en redes B-ISDN o redes inalámbricas. Los puntos terminales pueden llamar y ser llamados. Las entidades no pueden ser llamadas, sin embargo, pueden ser direccionadas para funciones específicas, como es el caso de los gatekeepers que pueden ser direccionadas para establecer los procedimientos para la comunicación entre terminales.

Los componentes del protocolo H.323 son:

- a) Terminal:** Punto terminal de la LAN que puede realizar una comunicación con otro terminal, gateway o MCU consistente en flujo de datos de control, audio, video o aplicaciones.
- b) Gateway:** punto terminal que provee comunicación entre terminales de la LAN y otros terminales ITU dentro de una WAN. Terminales ITU son los incluidos en las recomendaciones H.320 (ISDN), H.321 (ATM,

.Asynchronous Transfer Mode), H.322 (GQOS, Garanteed Quality of Service), H.324 M (móvil).

- c) **Gatekeeper:** entidad que provee el servicio de traducción de direcciones y control de acceso a la LAN de terminales, gateway y MCUs en los casos que lo ameriten.
- d) **Multipoint Control Unit (MCU):** punto terminal que se encarga de la centralización del flujo informativo en una conferencia multicast.

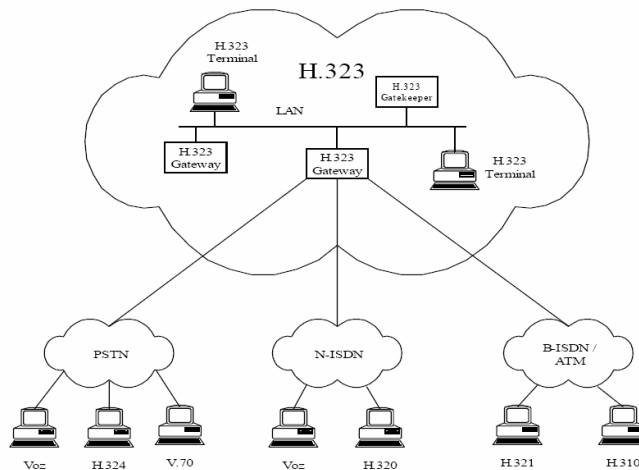


Fig. 1.28 Red basada en H.323

El H.323 se apoya en: RTP (Real Time Protocol, protocolo en tiempo real) que le agrega a cada trama la identificación del tipo de información que contiene, el número de secuencia y la hora en que fue generada. Esto permite que el receptor transmita la información al usuario al mismo ritmo en que fue generada y permite conocer si hubo descartes de información. Otro protocolo que trabaja en conjunto con RTP es el RTCP (RTP Control Protocol) que se basa en la transmisión periódica a todos los participantes de una sesión de paquetes de control con información sobre la calidad de la comunicación.

Para el direccionamiento tenemos: RAS (Registration, Admision and Status). Protocolo de comunicaciones que permite a una estación H.323 localizar otra estación H.323 a través del Gatekeeper. DNS (Domain Name Service). Servicio de resolución de nombres en direcciones IP con el mismo fin que el protocolo RAS pero a través de un servidor DNS.

Las funciones primarias son:

ENTRAMADO (FRAMING): Agrupación de los datos y la información de control. SEÑALIZACIÓN (Signaling): Informa sobre el estado de cada canal

Sincronización (TIMING), son tres: Sincronización de tramas, de canales y de bits.

La señalización, Q.931 Señalización inicial de llamada

H.225 Control de llamada: señalización, registro y admisión, y paquetización/ sincronización del stream (flujo) de voz

H.245 Protocolo de control para especificar mensajes de apertura y cierre e canales para streams de voz.

1.4.10. SIP:

Session Initiation Protocol. Protocolo establecido por IETF, orientado a IP. Es el protocolo de iniciación de sesión de la capa de aplicación para crear, modificar y terminar sesiones multimedia entre dos o más participantes. Es un protocolo simple, pero fácilmente extensible: los métodos definen la transacción, los encabezados describen la transacción, y el cuerpo del mensaje el texto.

Las funcionalidades de SIP son: Ubicación del usuario: determina el sistema que se debe utilizar para conversar con un usuario dado. Disponibilidad del usuario: determina la disposición del usuario de recibir la comunicación. Funcionalidades del usuario: determina el medio y los parámetros del medio que se utilizarán. Establecimiento de sesión: establecimiento de los parámetros de la sesión en ambos extremos. Manejo de la sesión: transferencia y terminación de sesiones, modificación de los parámetros de la sesión y solicitud de otros servicios.

Los cinco componentes de SIP: Agente de usuario (obligatorio). Gateway SIP (opcional). Servidor de Registro (opcional). Servidor Proxy (opcional). Servidor de Redirección (opcional).

1.5. Servicios de Telecomunicaciones sobre la red de cable

1.5.1. Descripción: Son los diferentes servicios que es posible brindar hoy en día. Inicialmente el cable coaxial ha tenido el monopolio como medio para enviar señales de TV en paquetes, con el tiempo al ampliarse este servicio en las grandes ciudades, se ha creado la necesidad de la red híbrida utilizando la fibra óptica, para cubrir grandes distancias y mayor ancho de banda. Debido a la innovación tecnológica y la optimización de las inversiones y tarifas

económicas para el usuario, en ésta misma red se viene implementando servicios adicionales de valor Internet, telefonía y fax.

1.5.2. Servicio de Televisión sobre Cable:

a) Descripción: La televisión por cable se concibió en la última parte de la década de 1940 como una forma de proporcionar mejor recepción a las personas que viven en las áreas rurales o montañosas. El sistema consistió inicialmente en una antena grande en la cima de una colina para captar la señal de televisión, un amplificador, llamado amplificador headend, para reforzarla y un cable coaxial para enviarla a las casas de las personas.

La televisión por cable, es el servicio de Distribución de Radiodifusión por cable, utilizando una red HFC con un paquete de señales de televisión modulada en audio y video, contando para ello con una portadora de 6 Mhz. de ancho de banda.

b) Estructura: Para lograr la finalidad mencionada anteriormente, el servicio de distribución se vale de dos partes: Cabecera o Planta Interna y Red de Distribución por Cable o Planta Externa.

c) Estaciones T.V.R.O: Son las estaciones terrenas de recepción vía satélite la misma que está constituida por una parábola, un amplificador de bajo ruido y un equipo receptor de satélite.

Por cada satélite se utiliza una parábola, y cada parábola capta o recibe los programas nacionales o internacionales codificadas o sin codificar que están activas en ello.

d) Antenas Receptores en VHF o UHF: Son elementos que se usan para recepcionar las señales de televisión procedentes de las Estaciones Transmisoras Locales, las mismas que se ubican en la parte exterior de la planta. Estas antenas entregan la señal de televisión en R.F. a los filtros y procesadores de canal.

e) Planta Interna, Cabecera o Headend:

- **Descripción:** Posibilita la disponibilidad del máximo número de señales en forma simultánea obtenidos de diferentes fuentes como son: Vía Satélite mediante Estaciones T.V.R.O, Video Tape mediante caseteras reproductoras, Video Texto mediante generadores de caracteres o terminales por computadora, Recepción de señales de televisión de Estaciones Locales y Recepción de señales de

televisión de Videocámaras. Este subsistema consiste de todos los elementos pasivos y activos para lograr un paquete de señales de televisión (audiovideo) en forma simultánea.

Las señales se reciben de diferentes fuentes generadoras, son procesadas en la cabecera (Headend), para luego ser distribuida mediante la red hasta llegar a los suscriptores. Este subsistema cuenta de las siguientes partes:

- **Etapa de Recepción/Entrega de Señales de T.V:** Esta etapa está constituida por un conjunto de receptores de satélite que reciben la señal de la parábola de la salida del LNB en la banda de 900 a 1750 Mhz, así como un conjunto de filtros activos y procesadores de canal que reciben la señal procedentes de antenas receptores en VHF de canales locales. Todas estas señales son puras en audio y video, las mismas que son entregadas a los moduladores para el siguiente proceso.
 - **Etapa de Generación de Señales de T.V:** Es la etapa constituida por Equipos de producción de televisión, audio y video mediante el uso de filmadoras, equipos de audio y computadoras con software especializado para tal fin. Estos equipos de generación entregan la señal de televisión en audio y video a los moduladores.
 - **Etapa de Modulación de Señal de Televisión:** En esta etapa, las señales de televisión recibidas y generadas son recibidas en forma pura tanto en audio y video para ser moduladas a frecuencias de VHF y UHF, en portadoras adyacentes, para luego ser canalizadas y combinadas en la siguiente etapa.
 - **Etapa de Combinación de Señales de T.V:** En esta etapa, las señales de Televisión que han sido moduladas a las frecuencias de VHF y UHF son mezcladas a través de un combinador de radiofrecuencia (R.F.), que permite que las portadoras que ingresan por las diferentes líneas coaxiales se junten en una sola línea coaxial que a la postre será la única línea de la Red de Distribución hacia los usuarios para en el trayecto formar la topología de red en árbol.
- f) **Planta Externa o red de distribución:**
- **Descripción:** Tiene como objetivo conducir desde los puntos de cabecera, preferentemente a frecuencias adyacentes, las señales de televisión obtenidas mediante el sistema de cabecera.

Este subsistema se instala como punto de partida en la estación de cabecera, conocida como Headend y conformado por los siguientes elementos: Troncales y sus respectivos elementos activos de amplificación y distribución; ramales o conexiones domiciliarias con sus respectivos accesorios.

Este subsistema conduce la señal de R.F. de Televisión en paquete de canales de televisión, la misma que consta de las siguientes partes:

- **Línea Troncal Coaxial de Ramales Primarios:** Está constituida por un cable coaxial troncal con blindaje de cobre. Utiliza cable coaxial de media pulgada de 75 ohmios de impedancia característica. Este cable lleva adosada una línea de acero o mensajero que sirve para sujetar el cable entre punto de apoyo soportando el esfuerzo ocasionado por la catenaria.
- **Línea Troncal Coaxial de Ramales Secundarios:** Esta troncal secundaria, conduce el paquete de señales de R.F., mediante derivaciones a partir de la troncal primaria. Se utilizará para tal fin cable coaxial de código RG-11/U que posee un blindaje de malla de cobre con impedancia de 75 ohmios.
- **Línea Coaxial de Conexiones Domiciliarias. Acometida:** Esta línea conduce el paquete de señales de R.F. desde el ramal secundario hasta el domicilio de los abonados. Se utilizará para dicho fin cable coaxial de código RG-6/U con blindaje de malla de cobre o aluminio de 75 ohmios de impedancia.
- **Bifurcaciones de las Líneas Coaxiales Secundarias (Splitters):** Son dispositivos diseñados y fabricados para operar a la intemperie con entradas y salidas para línea coaxial de RG-11/U y RG-6/U, cuya función consiste en bifurcar la línea troncal en 2, 3 o 4 ramales dependiendo del diseño de la red.
- **Derivadores o Taps de las Líneas Coaxiales Secundarias:** Son dispositivos diseñados y fabricados para operar a la intemperie con entradas y salidas para ramal y varias salidas de línea (Taps) con conectores **F** hembra para líneas coaxiales de conexiones domiciliarias.

Son dispositivos de baja pérdida por inserción que permite extraer señal a un nivel requerido.

- **Amplificadores de Señal:** Son los dispositivos activos que refuerzan la señal de televisión en la Banda VHF y UHF, recuperando el nivel óptimo de la señal luego de haber sufrido atenuaciones en el proceso de distribución y transmisión a través de la red.

Estos amplificadores existen en el mercado de diferentes marcas, modelos y ganancias.

- g) Suministro de Energía Eléctrica:** El subsistema de cabecera conjuntamente con las estaciones de recepción de satélite, utilizan como fuente de alimentación de energía procedente de la red comercial. Los equipos antes señalados utilizan 220VAC.

Los insertores de potencia es un tipo de fuente de alimentación que genera corriente alterna de onda cuadrada que se inyecta a la red coaxial que no afecta la modulación de R.F. que circula por el cable coaxial.

- h) Circuito de Protección. Pozo de tierra:** Consiste en proporcionar protección a los equipos de televisión ante eventuales descargas atmosféricas, mediante un camino de descarga que consiste entre el chasis y el pozo de tierra de alta conductividad.

1.5.3. Servicio de Internet sobre cable (Cablemodem):

- a) Descripción:** Es un sistema que está basada en la norma Docsis. Para servicio de internet se compone, en su forma más simple, de dos equipos: uno en la cabecera llamada CMTS (Cable Modem termination System), que hace de interfaz entre la red de cable y otras redes, como Internet; y otro, el cable módem, en la casa del abonado. El Módem de cable, es un dispositivo que tiene 2 interfases: Una en la computadora y una en la red de cable.

Los cable módems pueden realizar funciones de modulación, demodulación, sintonización, encriptado, desencriptado, puente, enrutador, interfaz de red, agente SNMP (Simple network Management Protocol) y hub ethernet. Puede ser un equipo independiente, con una carcasa propia, o puede tratarse de una tarjeta que se conecte directamente al bus PCI del computador. En el primer caso, dispondrá de un conector coaxial tipo F con el que se conectara a la red del cable, de un conector RJ-45 para conectarse a la tarjeta Ethernet 10/100 Base T con que deberá estar equipado el ordenador.

Red Híbrida de Fibra Óptica y Cable coaxial, es el soporte de distribución desde la cabecera hasta los usuarios finales. Es un sistema con fibra que sustituye al cable coaxial en las líneas troncales primarias por su baja atenuación y gran ancho de banda para distancias considerables. El cable coaxial se limita su uso para los ramales secundarios y conexiones a domicilio. Debido al gran ancho de banda de la fibra, éste puede alimentar a varios cables coaxiales. Los cables típicos aceptan de 500 a 2000 usuarios, cuanto más se incrementa la demanda de Internet a través del cable, la carga se vuelve demasiado lo que requerirá más divisiones y más nodos de fibra.

Los nodos de fibra, son los puntos de interfase donde los convertidores electro ópticos interactúan entre las partes ópticas y eléctricas del sistema.

b) Canales de Acceso y Bandas de Frecuencias: Las comunicaciones entre ambos equipos se realizan por dos canales independientes: el canal descendente (downstream) con ancho de banda desde 54 a 750 o 860 Mhz, de la cabecera al abonado; y el canal ascendente (upstream) o de retorno con ancho de banda desde 5 a 42 Mhz, del abonado a la cabecera. El canal descendente se caracteriza por tratarse de un canal poco ruidoso en general y del tipo broadcast. El equipo de cabecera habla, y los cables módems escuchan. Si el mensaje va dirigido a un cable modem concreto, este lo adquiere mientras que el resto lo ignora. El canal de retorno, posee características muy diferentes. Se trata de un canal de comunicaciones muy problemático debido a que la parte coaxial de la red HFC se comporta como una gran antena que recoge las señales indeseadas que penetran, en su mayor parte, en los hogares de los abonados y la red de acometida, y que por efecto embudo se acumulan en el nodo óptico. Los mayores problemas los crean el ruido y las interferencias, sobre todo en la parte más baja del espectro ascendente.

El canal de retorno es de tipo "mucho a uno". Todo los cable módems conectados a un nodo óptico comparte el mismo espectro de frecuencias (5 a 42 MHz, aprox.) y el medio de transmisión para enviar datos a la cabecera.

Debido a la estructura de la red, un cable módems no puede "oír" a otros cable módems, por lo que desconoce si éstos están transmitiendo o se

encuentran en reposo. Por lo tanto, se requiere un mecanismo de control de acceso al medio (capa Enlace) que arbitre las transiciones del conjunto de cable módems por el canal de retorno. Las características de ambos canales, descendentes y ascendentes, condicionan de manera determinante el diseño de los cable módems, tanto en los aspectos del enlace físico (capa física), como en los aspectos de gestión del sistema de comunicaciones (capa Enlace). Estas capas están definidas por el modelo de referencia OSI.

El canal de retorno en la red HFC es un medio compartido entre cientos de abonados. El acceso de estos debe realizarse de manera ordenada y perfectamente controlada, de forma que se aproveche al máximo el ancho de banda disponible.

c) Métodos de Acceso al Medio: Los métodos básicos de acceso múltiple son: TDMA, FDMA y CDMA; acceso múltiple por división en tiempo, frecuencia, y código, respectivamente. Sobre estos métodos se montan los llamados protocolos de capa MAC (Medium Access Control).

El acceso múltiple por división temporal (TDMA) consiste en segmentar el espectro disponible en canales independiente que se asignan a los distintos abonados. Cada uno de ellos transmite en el canal o grupo de canales que se asignan a los abonados aisladamente o en grupos, de acuerdo con las necesidades de capacidad de transmisión de cada uno. Es decir es un sistema multiportadora.

El método de acceso múltiple más empleado consiste en una mezcla de TDMA y FDMA, en un intento de aprovechar las ventajas de ambos métodos. Se divide el ancho de banda disponible en un cierto número de subcanales, y se emplea un esquema TDMA dentro de cada uno de ellos. Los cable módems reciben los datos de manera continua y sólo tienen en cuenta aquellos que le están destinados. En cambio, la transmisión por el canal de retorno es a ráfagas. Los cable módems transmiten ráfagas de símbolos de longitud variable dentro de ranuras temporales que vienen determinadas por el reloj de cabecera.

Mientras que en los sistemas tradicionales de acceso múltiple TDMA ó FDMA la discriminación entre destinos usuarios se realiza mediante

separación en tiempo o frecuencia, respectivamente, de los canales, el acceso múltiple por división de código (CDMA) está basado en una secuencia- firma especial que se asigna a cada usuario para asegurar la discriminación entre señales. Esta secuencia se emplea para ensanchar, al mismo tiempo, el espectro de la señal transmitida. Dicha técnica de transmisión -multiplexado se conoce como “acceso múltiple por división de código de secuencia directa con espectro ensanchado” (DS/SS-CDMA).

En un sistema CDMA, las señales de cada usuario se expanden espectralmente hasta ocupar todo el ancho de banda disponible. Cada usuario ve el resto como señales interferentes y su capacidad de transmisión dependerá del número total de usuarios distintos que comparten el medio y de la presencia mayor o menor de ruido e interferencias externas. El CDMA se puede utilizar junto con las técnicas habituales de modulación digital (BPSK, QPSK, 16QAM), pero para que la eficiencia espectral (bits/s/Hz) sea comparable a la de otros métodos es imprescindible que todas las estaciones transmisoras tengan las mismas referencias temporales con una precisión cuanto más alta mejor. Esto permite mantener la ortogonalidad de las secuencias en recepción y por tanto la eficacia del discriminador. Se dice entonces que se trabaja con CDMA síncrono (S-CDMA).

El diseño de la capa MAC ha de tener muy en cuenta las características de las redes HFC.

Para el diseño de la capa MAC, puede utilizarse un modelo simplificado de red HFC que consistiría en dos líneas de transmisión, una descendente y otra de retorno, entre las que se sitúan los cable módems, que reciben por el canal descendente y transmiten por el ascendente, sin la posibilidad de escuchar las transmisiones de los demás (por lo tanto, son incapaces de detectar colisiones y coordinar sus transmisiones por si solos).

Se supone la existencia de una capa física que proporcione la conectividad necesaria entre la cabecera y los cablemódems.

En la practica, los canales de que disponen éstos para comunicarse con la cabecera estos son más estrechos (los sistemas de cable son

altamente asimétricos por naturaleza) y de peor calidad que los canales disponibles para las comunicaciones descendentes.

Además, cuando la cabecera pasa de “escuchar” a un cablemódem a “escuchar” a otro se consume un cierto tiempo en “sintonizar” esta comunicación, mientras que los cablemódems pueden estar permanentemente “sintonizados” a un canal descendente por el que reciben datos de la cabecera. Por otra parte, supondremos que la cabecera dispone de medios para determinar los tiempos de propagación de las señales entre ésta y los distintos cablemódems. En general se tiende a centralizar la gestión del ancho de banda en la cabecera, lo cual se traduce en una reducción de la complejidad de los equipos de abonado. La cabecera concede los permisos de utilización del espectro del canal ascendente, de acuerdo con las necesidades de capacidad de transmisión manifestadas por cada cablemódem.

Existen muchos protocolos MAC para distintos tipos de redes.

Están los protocolos determinísticos como, por ejemplo: interrogación secuencial (polling), token bus (IEEE 802.4), token ring (IEEE 802.5), reserva de bits, y ciertos métodos de acceso en anillos.

También hay protocolos no determinísticos (basados en contención; los cablemódems transmiten directamente en la ranura y pueden producirse colisiones que deberán ser resueltas por la cabecera): Aloha puro, Aloha ranurado, y variaciones de la familia Aloha en las que las estaciones “escuchan” antes de transmitir (CSMA- Carrier Sense Multiple Access-, SMA, CSMA/CD con detección de colisión, IEEE 802.3, Ethernet).

Y por último están los protocolos de contención limitada: CSMA/CA (CSMA/Collision Avoidance, IEEE 802.11), y otros protocolos como los que se basan en reserva de bits.

De todos los protocolos determinísticos asignan recursos de manera permanente a todas las estaciones de la red o emplean recursos para ofrecer a todas ellas la oportunidad de transmitir, incluso en el caso de que sólo haya una estación lista para transmitir. Los protocolos MAC basados en contención presentan problemas cuando todas las estaciones quieren transmitir, y no alcanzan la total utilización del canal.

Los protocolos MAC actuales, tanto los determinísticos como los basados en contención, están diseñados para funcionar en redes de área local (LAN), en las que la relación entre los retardos de propagación y la longitud media de los paquetes, habitualmente conocido como “a”, es menor que la unidad. El aumento del retardo de propagación perjudica el funcionamiento de estos protocolos. Por otra parte, las redes de área amplia (WAN), en las que $a \gg 1$, están constituidas por una serie de enlaces que conectan nodos entre sí. Los paquetes viajan por la red en base a unas decisiones de enrutado y al empleo de colas en cada uno de estos nodos y suelen emplearse protocolos tales como X.25, Frame Relay, o ATM.

- d) Ranging o Alineamiento:** Las redes HFC presentan los retardos de propagación propios de redes WAN, deben de poder servir soporte para servicios en los que conocer y acotar el tiempo de acceso es fundamental. Por eso, la primera fase en el diálogo entre las capas MAC de la cabecera y un cable módem consiste precisamente en determinar de forma lo más exacta posible el retardo de propagación existente entre ambos.

Este proceso se conoce como proceso de adquisición o de **ranging**, y es en ésta primera fase en la que se sincroniza el cable módem de acuerdo con el esquema de temporización que la cabecera pone a disposición de todos los cable módems de la red HFC a través del canal descendente.

Una vez realizado este proceso, se establece el formato de tramo que se va a utilizar (puede ser diferente según sea para el canal descendente o de retorno, y según el tipo de tráfico) y se determinan otros parámetros de la comunicación ascendente como, por ejemplo, la potencia de transmisión.

El headend asigna los recursos necesarios (ranuras temporales y/o frecuenciales) a los cable módems que los soliciten.

Una de las funciones más importante de la capa MAC es la de resolver conflictos entre cable módems ranuras cuyo acceso por estos pueda realizarse bien por reserva (se asegura el acceso de cable módems a una ranura determinada de la trama de datos ascendentes durante el

tiempo que la necesite), o bien por contención, de manera que se optimice el uso de los recursos disponibles en el canal de retorno.

El Protocolo de Resolución de Colisión (CRP) esta hecho para resolver resultados de colisiones desde dos o más estaciones que estén transmitiendo simultáneamente.

Este protocolo se utiliza para la comunicación aguas arriba entre las estaciones y la cabecera, con el fin de usar eficientemente el canal aguas arriba. El MAC especifica las reglas que las estaciones deben emplear para solicitar el acceso al canal. El procedimiento es como sigue: Primero, una estación envía un pedido de ancho de banda por el canal aguas arriba a la cabecera. Si más de un usuario transmite una petición en el mismo tiempo, dichas peticiones chocan. La cabecera utiliza un protocolo de Resolución de Colisión (CRP) para forzar las estaciones a transmitir en diversos tiempos. Si las estaciones transmiten peticiones exitosamente, la cabecera reconoce su transmisión y reserva ancho de banda en el canal aguas arriba para las estaciones. La cabecera informa a la estación, usando un mensaje de concesión, cuándo utilizar el canal y el usuario envía datos sin el conflicto de tiempo especificado.

Una unidad de paquetes de información (PDU). MAC es la unidad básica de la transferencia entre la capa MAC en la cabecera, y la estación. Esto consiste de una cabecera MAC con o sin una data PDU. La misma estructura esta usada en ambas direcciones aguas arriba y aguas abajo para transmitir información y administración de mensajes. El retorno está dividido en ranuras de tiempo discretos llamadas mini ranuras.

Un número variable de mini ranuras están agrupadas para formar una trama de la capa MAC. La cabecera determina el formato de la trama por la colocación de números de ranuras (sockets) de datos (DS) que porta un PDU MAC. Las ranuras de información (DS) están asignadas explícitamente hacia una estación específica por la cabecera. La CS ataca a una mini ranura y son usadas por las estaciones para transmitir solicitudes de ancho de banda. Más de una estación puede transmitir una solicitud al mismo tiempo; las CS están propensas a colisiones. La cabecera controla el acceso hacia las CS además de administrar el CRP. Para ganar acceso hacia el canal aguas arriba una estación debe seguir

estos procesos. Sobre la llegada de paquetes de data, la estación genera una solicitud y envíos de una CS. En caso de un choque de CS, la estación entra en el proceso de resolución de contención en orden para transmitir las solicitudes.

Como vemos, el canal aguas arriba exige una mayor atención que el canal aguas abajo por parte del operador de red si se requiere asegurar ciertas prestaciones en el enlace digital ascendente. Una red HFC correctamente diseñada y con nodos que sirvan a unos 500 hogares constituye un sistema con capacidad para el establecimiento de todo tipo de servicios de telecomunicaciones.

e) Esquemas de Modulación: En el diseño de la capa física encontramos varias alternativas a la hora de elegir la técnica de modulación.

Canales descendentes de 6 o 8 MHz de ancho de banda transportan datos (información + señalización y control) de la cabecera a los abonados, mediante esquemas de modulación con eficiencias espectrales (bits/s/Hz) altas, gracias a que el canal descendente se dispone de relaciones señal a ruido (SNR) elevadas.

Una elección habitual entre los fabricantes es el esquema de modulación 64QAM (Quadrature Amplitude Modulation), con la que se consiguen eficiencias espectrales de unos 5 bps/Hz, o lo que es lo mismo, 40 Mbps en un canal de 8 MHz.

El entorno más hostil del canal de retorno recomienda el empleo de esquema de modulación menos eficientes pero más robustos como BPSK (Binary Phase Shift Keying), o 16QAM, en el mejor de los casos. El esquema de modulación escogido debe aprovechar al máximo el espectro disponible en el canal de retorno. Al mismo tiempo, debe de ser realizable mediante tecnología de bajo coste, empleando técnicas consolidadas de diseño analógico. Debe también proporcionar un funcionamiento eficiente y robusto en el uso de espectro, evitando las partes extremadamente ruidosas del espectro; y usando canales más estrechos o con esquemas más eficientes en las partes relativamente limpias.

El esquema de modulación debe ser, además, lo suficiente eficiente y flexible como para acomodar las diferentes necesidades de capacidad de

transmisión que plantea una multitud de usuarios. La relación señal a ruido en el canal de retorno es función de la frecuencia, de la hora del día, de tipo de red, de su tamaño y ubicación, así como de otros factores. Debido al efecto combinado de todas estas variables, la variación de la relación señal/ruido a lo largo de todo el canal ascendente puede ser del orden de decenas de dBs. Todo lo anterior nos lleva a considerar la robusta modulación QPSK, junto con técnicas de gestión dinámica del espectro, como el esquema de modulación más apropiado para el canal de retorno, en lo que las técnicas de portadora única se refieren.

En la actualidad, la gran mayoría de cable módems y set-top-box utilizan QPSK para el enlace digital ascendente, si bien la tendencia parece que va en la dirección de incorporar a estos equipos la capacidad de emplear esquemas más eficientes (16-QAM) cuando las condiciones de enlace son favorables, así como sistemas de selección dinámica en los canales menos ruidosos (sistema FAMM, Frequency Agile Multimode).

El sistema FAMM, junto a un protocolo apropiado para la capa MAC, permite al cable módems migrar de un canal excesivamente ruidoso a otro diferente para tratar de evitar la degradación del enlace digital ascendente y también pasar dinámicamente de un esquema de modulación a otro para maximizar la eficiencia en el uso del espectro del canal de retorno, de acuerdo con la SNR disponible en cada momento.

A pesar de que los de portadora única con modulación QPSK se han convertido de alguna manera en una especie de estándar de facto para el canal de retorno, existen propuestas muy interesantes en el sentido de utilizar para este canal otros sistemas basados en esquemas multiportadoras: OFDM (Orthogonal Frequency División Multiplexing), DMT (Discrete Wavelet MultiTone).

Un sistema multiportadora utiliza una banda de transmisión de una manera muy eficiente, mediante su división en cientos de subcanales totalmente independientes y aislados espectralmente unos de otros. Esto se lleva a cabo en un proceso llamado “subcanalización”, que consiste en realizar ciertas transformaciones digitales ortogonales en bloques de datos. Cada subcanal ocupa tan solo una pequeña fracción del ancho de banda total del canal de retorno, y solo se solapa con los subcanales inmediatamente adyacentes.

Cuando las señales se transmiten por la red coaxial hacia el nodo óptico, sufren, como hemos visto con anterioridad, los efectos de distintos tipos de ruido, interferencias de banda estrecha, y de la propia propagación por el cable coaxial. Para contrarrestar los efectos indeseados de todos los factores, el sistema multiportadoras es capaz de adaptarse a la propuesta del canal mediante "subcanalización". Por ejemplo, asigna más bits a aquellos subcanales afectados. En cuanto al ruido impulsivo, los sistemas de portadoras múltiple son más robustos debido a que los periodos de símbolo son considerablemente mayores en que los sistemas de portadora única. Los sistemas multiportadoras proporcionan, en definitiva, una utilización más eficiente del espectro, adaptado el número de bits por subcanal a la relación señal a ruido disponible.

En los canales de retorno típicos de los sistemas HFC esto proporciona más bits/s/Hz que los esquemas de portadora única. Además, y debido a que la capacidad total de transmisión se divide en cientos de canales, el operador de la red puede suministrar a cada abonado exactamente la capacidad que necesita, y cuando la necesita.

En este ejemplo el cablemódem recibe datos en canales de entre 6 y 8 MHz del espectro aguas abajo (entre 50 y 860 MHz) con modulación digital 64QAM (Quadrature Amplitude Modulation) (30Mbps).

El módem de cable demodula la señal que recibe y encapsula el flujo de bits en paquetes Ethernet. El PC del abonado ve la red HFC como una red local Ethernet.

En sentido aguas arriba, el cablemódem descompone los paquetes Ethernet que recibe del PC y los convierte en celdas ATM o en tramas con otro formato propietario (según lo definen las capas MAC y PHY). Utiliza un canal de unos 2 Mhz del espectro de retorno (entre 5 y 42 MHz) con modulación digital QPSK (Quaternary Phase Shift Keying) (2.56 Mbps).

Suele disponer de un sistema FAMM (Frequency Agile MultiMode), que le permite migrar de un canal ruidoso a otro en mejores condiciones de manera automática, de acuerdo con las órdenes del equipo de cabecera.

Entonces, la señal recibida por el canal descendente es demodulada para extraer los datos de usuario y la información de señalización y control que envía el equipo de cabecera.

Los datos de usuario son encapsulados en paquetes Ethernet que llegan del ordenador y se encapsulan formando otro tipo de paquetes cuyo formato dependerá del protocolo de red empleado (según capas física y MAC) en el sistema de cablemódems. Finalmente, se transmiten los paquetes en el instante y el canal indicados por la cabecera.

La cabecera ha de disponer de unos equipos que realicen funciones de router y switch, y que adapten el tráfico de datos de la red HFC al protocolo IP. Además, debe existir un sistema de gestión de red y de abonados.

La transmisión de datos en redes HFC se realiza a través de un medio de acceso compartido, en el que un grupo más o menos grande de usuarios comparte un ancho de banda generalmente grande, un canal de 6 MHz, por ejemplo, con una capacidad de entre 10y 30 Mbps.

El esquema usual es tomar cada canal descendente de 6 Mhz y modularlo con 64QAM, o si la calidad del cable es muy buena 256QAM. Con un canal de 6 Mhz y 64QAM obtenemos casi 36 Mbps. Con 256QAM dicha carga es de aproximadamente de 48 Mbps.

Para el flujo ascendente 64QAM no funciona bien. Hay mucho ruido proveniente de las microondas, radios CB y otras fuentes, por esto se utiliza un esquema más conservador QPSK. Este método proporciona 2 bits por baudio en lugar de los 6 u 8 bits que QAM proporciona en los canales descendentes.

El tráfico descendente por lo general es mayor que el ascendente, por lo que se utiliza un tamaño fijo de paquetes de 204 bytes. Parte de esto es un código de corrección de errores Reed-Solomón y otra es sobrecarga, lo que deja una carga útil de usuario de 184 bytes. Estos números se eligieron por compatibilidad con la televisión digital que utiliza MPEG-2, por lo que los canales descendentes de datos y de TV se formatean de la misma manera.

Una vez que el modem ha terminado la alineación y obtenido su canal ascendente, canal descendente y sus asignaciones de mini ranuras, puede comenzar a enviar paquetes. El primer paquete que envía es uno

para ISP pidiéndole una dirección IP, que se asigna de manera dinámica utilizando un protocolo llamado DHCP.

Por seguridad de la información todo el tráfico se encripta en ambas direcciones. Parte del proceso de inicialización involucra el establecimiento de clave de encriptación, mediante el algoritmo de Diffie-Hellman. El modem tiene que iniciar sesión y proporcionar su identificador único a través del canal seguro. Hasta éste punto la inicialización está completa. A continuación, el usuario puede iniciar sesión en el ISP y comenzar a trabajar.

1.5.4. Servicio de Telefonía o Voz IP sobre la red de cable:

a) **Descripción:** Las funciones básicas que debe realizar un sistema de voz sobre IP son: Digitalización de la voz, Paquetización de la voz, Enrutamiento de los paquetes. Las funciones adicionales son Conversión de números telefónicos a direcciones IP y viceversa, Generación de la señalización requerida por la red telefónica, Control de admisión, Tarificación y Facturación, Manejo de Fax.

Las ventajas son: Ahorro de ancho de banda y aprovechamiento de los intervalos entre ráfagas de datos haciendo un uso más efectivo de canales costosos, Convergencia de las comunicaciones de datos y voz en una plataforma única, facilitando la gestión, el mantenimiento y el entrenamiento del personal, Facilidad de incorporar servicios especiales.

Las limitaciones de las redes IP normalmente no permiten garantizar un tiempo mínimo para atravesarlas, las redes IP están diseñadas para descartar paquetes en caso de congestión y retransmitirlos en caso de error. Esto no es adecuado para la voz, los retardos de cientos de ms, comunes en redes de datos, son inaceptables en una conversación telefónica. En Tal sentido, los factores que afectan la calidad de la voz son: Retardo o Latencia, Fluctuación del Retardo o Jitter, Pérdidas de Paquetes (paquetes aislados, ráfagas de paquetes), compresión de voz, Eco y la distorsión de digitalización.

La telefonía IP conjuga dos mundos históricamente separados: la transmisión de voz y la de datos. Se trata de transportar la voz, previamente convertida a datos, entre dos puntos distantes. Esto posibilita utilizar las redes de datos para efectuar las llamadas telefónicas; es decir, se trata de desarrollar una única red que se encargue de cursar todo tipo de comunicación, ya sea vocal o de datos.

El tener una red en vez de dos, es una ventaja cualquier operador que ofrezca ambos servicios.

En contraposición a esto tenemos las redes de datos, basadas en el concepto de conmutación de paquetes, o sea, una misma comunicación sigue diferentes caminos entre origen y destino durante el tiempo que dura, lo que significa que los recursos que intervienen en una conexión pueden ser utilizados por otras conexiones que se efectúen al mismo tiempo.

El segundo tipo de redes proporciona a los operadores una relación ingreso/recursos mayor, es decir, con la misma cantidad de inversión en infraestructura de red, obtiene mayores ingresos con las redes de conmutación de paquetes, pues puede prestar más servicio a sus clientes. Las redes de conmutación de paquetes transportan la información dividida en paquetes, por lo que una conexión suele consistir en la transmisión de más de un paquete.

- b) Voz IP:** El cambio fundamental se produce en la red de transporte, ésta tarea es llevada a cabo por una red basada en el protocolo IP, de conmutación de paquetes, por ejemplo Internet. En cuanto a la red de acceso, puede ser la misma que en el caso anterior, físicamente hablando (bucle de abonado).

Los elementos necesarios para que se puedan realizar llamadas vocales a través de una red IP dependen en gran medida de qué terminal se utiliza en ambos extremos de la conversación. Estos pueden ser terminales IP o no IP.

Entre los primeros está el teléfono IP, un ordenador multimedia, un fax IP.

Entre los segundos está un teléfono convencional, un fax convencional,... Los primeros son capaces de entregar a su salida la conversación telefónica en formato de paquetes IP, además de ser parte de la propia red IP, mientras que los segundos no, por lo que necesitan de un dispositivo intermedio que haga esto antes de conectarlos a la red IP de transporte.

En el caso de que uno o ambos extremos de la comunicación telefónica sean un terminal IP, es importante conocer de qué modo están conectados a Internet. Si es de forma permanente, se les puede llamar en cualquier momento. Si es de forma no permanente, por ejemplo, a

través de un Proveedor de Acceso a Internet (PAI) vía módem, no se les puede llamar si en ese momento no están conectados a Internet.

- **Los Gateways:** Es el elemento encargado de hacer de puente entre la red telefónica convencional (RTB) y la red IP. Cuando un teléfono convencional trata de hacer una llamada IP, alguien tiene que encargarse de convertir la señal analógica en un caudal de paquetes IP, y viceversa. Esta es una de las funciones del Gateway, que también ofrece una manera de que un dispositivo no IP pueda comunicarse con otro IP. Por una parte se conecta a una central telefónica, y por la otra a una red IP.
- **Los Gatekeepers:** Provee los servicios de directorio, autorización e identificación de terminales y gateways, manejo de ancho de banda, conversión de direcciones, control de llamadas, tarificación, encaminamiento IP. Es el cerebro de la red de telefonía IP. No todos los sistemas utilizados por los PSTI's son compatibles (Gateway, Gatekeeper) entre sí. Este ha sido uno de los motivos que ha impedido que la telefonía IP se haya extendido con mayor rapidez. Actualmente esto se está corrigiendo, y casi todos los sistemas están basados en el protocolo H.323.

Los gatekeepers, los gateways y los MCUs son componentes lógicos separados pero que pueden ser implementados en un mismo dispositivo físico.

- c) **Llamadas teléfono a teléfono:** En este caso tanto el origen como el destino necesitan ponerse en contacto con un Gateway. Supongamos que el teléfono A descuelga y solicita efectuar una llamada a B. El Gateway de A solicita información al Gatekeeper sobre como alcanzar a B, y éste le responde con la dirección IP del Gateway que da servicio a B. Entonces el Gateway de A convierte la señal analógica del teléfono A en un caudal de paquetes IP que encamina hacia el Gateway de B, el cuál va regenerando la señal analógica a partir del caudal de paquetes IP que recibe con destino al teléfono B. Observe como el Gateway de B se encarga de enviar la señal analógica al teléfono B.

Por tanto tenemos una comunicación telefónica convencional entre el teléfono A y el Gateway que le da servicio (Gateway A), una comunicación de datos a través de una red IP, entre el Gateway A y el B, y una comunicación telefónica convencional entre el Gateway que da

servicio al teléfono B (Gateway B), y éste. Es decir, dos llamadas telefónicas convencionales, y una comunicación IP. Si las dos primeras son metropolitanas, que es lo normal, el margen con respecto a una llamada telefónica convencional de larga distancia o internacional, es muy grande.

d) Llamadas PC a teléfono o viceversa: En este caso sólo un extremo necesita ponerse en contacto con un Gateway. El PC debe contar con una aplicación que sea capaz de establecer y mantener una llamada telefónica. Supongamos que un ordenador A trata de llamar a un teléfono B. En primer lugar la aplicación telefónica de A ha de solicitar información al Gatekeeper, que le proporcionará la dirección IP del Gateway que da servicio a B. Entonces la aplicación telefónica de A establece una conexión de datos, a través de la Red IP, con el Gateway de B, el cuál va regenerando la señal analógica a partir del caudal de paquetes IP que recibe con destino al teléfono B. Observe como el Gateway de B se encarga de enviar la señal analógica al teléfono B.

Por tanto tenemos una comunicación de datos a través de una red IP, entre el ordenador A y el Gateway de B, y una comunicación telefónica convencional entre el Gateway que da servicio al teléfono B (Gateway B), y éste. Es decir, una llamada telefónica convencional, y una comunicación IP. Si la primera es metropolitana, que es lo normal, el margen con respecto a una llamada telefónica convencional de larga distancia o internacional, es muy grande.

e) Llamadas PC a PC: En este caso la cosa cambia. Ambos ordenadores sólo necesitan tener instalada la misma aplicación encargada de gestionar la llamada telefónica, y estar conectados a la Red IP, Internet generalmente, para poder efectuar una llamada IP. Al fin y al cabo es como cualquier otra aplicación Internet, por ejemplo un Chat.

f) Elementos intervinientes en el proceso: En primer lugar tenemos al Proveedor de Servicios de Telefonía por Internet (PSTI, o ISTP en inglés). Proporciona servicio a un usuario conectado a Internet que quiere mantener una comunicación con un teléfono convencional, es decir, llamadas PC a teléfono. Cuenta con Gateways conectados a la red telefónica en diversos puntos por una parte, y a su propia red IP por otra. Cuando un usuario de PC solicita llamar a un teléfono normal, su red IP se hace cargo de llevar la comunicación hasta el Gateway que da servicio al teléfono de destino. Esto significa que para que los usuarios

de PC de un PSTI puedan llamar a muchos países, éste necesita tener una gran cantidad de Gateways.

Para evitar esto, conforme se van extendiendo los PSTI por todo el mundo, lo que se hace es establecer acuerdos económicos con otros PSTI, para intercambiar llamadas IP. Tú finalizas las llamadas que originan mis usuarios, y que tengan como destino teléfonos que tus Gateways cubren de forma local, y viceversa. En vez de llevar a cabo estos acuerdos bilaterales, lo que se suele hacer es trabajar con intermediarios, que tienen acuerdos con PSTI's de todo el mundo. Estos intermediarios son conocidos como Proveedores de Servicios de Clearinghouse (PSC, o CSP en inglés).

Ejemplos de los anteriores son Peoplecall, Deltathree, Net2phone, WowRing y PhoneFree, todos ellos PSTI, e ITXC, IpVoice, KPNQwest y NTT, todos ellos PSC's. Go2call.com ayuda a comparar precios entre PSTI's.

1.5.5. Servicio de Fax sobre cable: La transmisión de fax sobre redes IP se puede realizar bajo dos modalidades normalizadas: Tiempo real (T.38). El Fax se envía en paquetes TCP o UDP, dependiendo del entorno. "Store and forward" (T.37). El fax se envía como mensaje e-mail codificado por SMTP. Servicio al cliente las 24 horas.

En la figura se observa que el adaptador de teléfono habilita a los equipos de voz y de fax la interoperabilidad con la red IP mediante la conexión con el cablemodem. Ver figura 1.29

El cablemodem brinda la transparencia a los equipos domésticos.



Fig. 1.29 Plataforma de servicio de datos incluido fax

Las normas DOCSIS (*Data Over Cable Systems*) han propiciado la oferta de servicios de voz junto con video y datos sobre sistemas de cable híbrido (fibra/coaxial, HFC). La versión DOCSIS 1.1 incorpora la Vo IP. La versión 2.0 especifica un aumento de la capacidad en sentido usuario-red, convierte al cable en un sistema de transmisión simétrico de 30 Mbit/s para el tráfico de video/TV(MPEG+datos). Propicia los servicios de telefonía y videoconferencia. En La figura N° 1.30 se puede apreciar la convergencia de servicio a través de la plataforma doméstica.

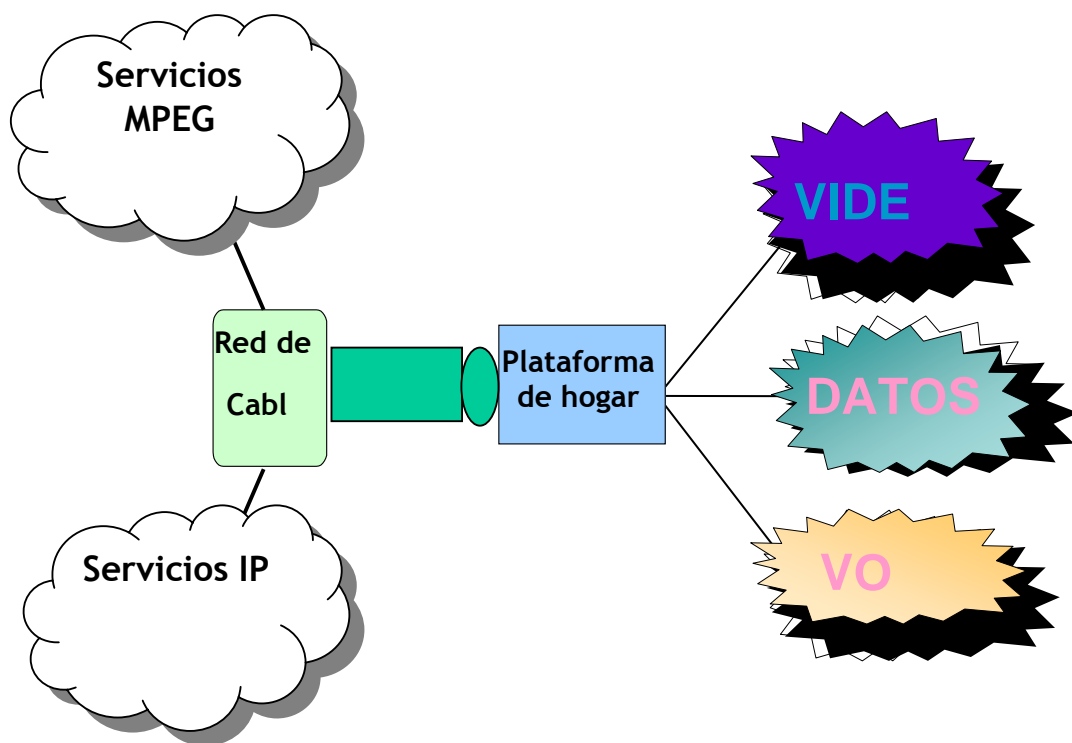


Fig. 1.30 Plataforma integral de servicios

CAPITULO II

SITUACION ACTUAL DE LAS COMUNICACIONES Y MEMORIA DESCRIPTIVA

2.1. Aspectos Generales: La Región San Martín, se ha constituido en el domicilio fiscal de una cantidad importante de empresas con personería jurídica dedicadas a brindar servicio de telecomunicaciones, especialmente servicio de televisión por cable. Operan actualmente aproximadamente 30 empresas, las mismas que gozan de contrato de concesión con el Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Estos entes de servicios gozan de una ley marco de fomento y desarrollo para realizar inversiones en telecomunicaciones. No obstante, la mayoría de estas empresas no han logrado incorporar el rápido desarrollo tecnológico y penetrar en el mercado contundentemente mediante una creciente oferta de nuevos servicios. La capacidad de las empresas para modernizarse y, simultáneamente, ofrecer nuevos servicios es determinante para el futuro de las mismas.

La carencia de estudios y/o proyectos de inversión que demuestren la viabilidad y rentabilidad, la falta de una firme política regulatoria y las dificultades legales y formales para el acceso al crédito financiero para la empresa regional, constituyen un escollo para el desarrollo de las inversiones en telecomunicaciones en la región San Martín.

En la actualidad las Inversiones en Telecomunicaciones en la Región San Martín, preocupa de sobremanera, más aún si tenemos en cuenta el impacto de la coyuntura socio-política y económica del país, así como de la atención insuficiente por parte del estado para el desarrollo de éste sector habiéndolo dejado al sector privado a sus posibilidades y planes de crecimiento. A esto se suma, la posición de dominio en el mercado nacional de un operador de telecomunicaciones que crea competencia desigual, la lentitud de los organismos reguladores de telecomunicaciones, la falta de nuevas leyes y normas que fomenten las inversiones en nuevos servicios, los altos costos de interconexión, la aparición de nuevas tecnologías, tarifas altas de los servicios de telecomunicaciones y costos elevados de los permisos y licencias.

Si bien el Estado rompió el monopolio del servicio de telecomunicaciones, pero aun es insuficiente la normatividad y regulación en éste campo de tal manera que incentive significativamente la participación de más empresas de telecomunicaciones.

En San Martín no existen nuevas inversiones en Telecomunicaciones no obstante que ésta región tiene altas tasas de crecimiento poblacional. Telefónica, la operadora más importante del país no satisface plenamente el mercado de telecomunicaciones de la región San Martín.

2.2. Normatividad Legal: El 6 de Mayo de 1993, en el Diario Oficial EL PERUANO se publica, el Texto Único Ordenado de la Ley de Telecomunicaciones, en el Título I, Normas Generales, Capítulo I, Disposiciones Generales en el Artículo 6 expresa:” El estado fomenta la libre competencia en la prestación de los servicios de telecomunicaciones, regula el mercado de forma que se asegure su normal desenvolvimiento; se controle los efectos de situaciones de monopolio, se evite prácticas y acuerdos restrictivos derivados de la posición dominante de una empresa o empresas en el mercado. Igualmente, el Estado fomenta la participación de los usuarios de servicios de telecomunicaciones, en el establecimiento de tarifas y en la prestación y control de estos servicios”.

2.3. Antecedentes: Desde el año 1979 hasta el año 1994, año en que el Gobierno del Presidente Alberto Fujimori, vende las empresas públicas al sector privado, ENTEL PERU no había logrado extender el servicio de telecomunicaciones a la mayoría de pueblos del país. Cuando se privatizó ésta empresa, se contaba con 350,000 líneas telefónicas, no había modernizado sus instalaciones, tampoco ofertó nuevos servicios como la telefonía celular y la transmisión de datos. No obstante que era una empresa monopolio del servicio de telecomunicaciones, era una empresa con fuerte déficit.

Telefónica, multinacional española compra Entel Perú en al año 1994. En el año 1998 termina su monopolio, según el contrato de concesión firmado con el estado peruano, ya en el año 2000 se vio tanto interés de las compañías privadas en invertir en el mercado de telecomunicaciones. Más de cincuenta contratos de interconexión y casi medio centenar de licitaciones en Larga Distancia hablan de un interés inusual en la economía nacional, que casi no se vio afectado por la coyuntura política.

2.4. Estadísticas de Telecomunicaciones: En el país, al año 2003 se tenía aproximadamente 1 millón 839,165 líneas telefónicas fijas instaladas en abonado, de las cuales a San Martín le corresponde 16,266 líneas, el 0.88% del total, cifra menor al promedio nacional del 4.17% y distante de la concentración limeña del 65.68%.

En el mismo año, la densidad telefónica por cada 100 habitantes ha sido de 6.72 líneas, y San Martín de 2.71.

En el año 1998 San Martín tenía 10,656 líneas, el 0.69% del nacional, con una densidad telefónica de 2.13 líneas por cada 100 habitantes.

Por consiguiente, el servicio de telefonía fija en nuestra región, si bien es cierto se ha incrementado significativamente en los últimos 6 años casi en un 53%, pero hemos descendido en densidad telefónica de 2.13 que se registró en el año 1998 a 0.88 en el año 2003.

A la luz de lo que nos muestran estas cifras, en San Martín las inversiones en Telecomunicaciones, concretamente en infraestructura telefónica ha sido insuficiente.

2.5. Principales Empresas Operadoras de Telecomunicaciones: Las grandes empresas operadoras como Telefónica, Telmex Perú S.A., Nextel y Americatel Perú S.A., han concentrado sus inversiones en la capital y algunas provincias como Arequipa y Trujillo.

La telefonía Móvil ha crecido muy rápidamente en el ámbito mundial en los últimos 10 años; casi se ha duplicado el número de abonados. Latinoamérica no ha estado ajena a éste fenómeno y actualmente cuenta con cerca de 146 millones de clientes, sin embargo todavía hay un gran espacio para seguir incrementando la cobertura, pues cerca de 70 de cada 100 habitantes no cuentan con el servicio. Una de las grandes limitaciones al crecimiento es la capacidad adquisitiva, por lo que las empresas deben apelar a su máxima imaginación y conocimiento de la idiosincrasia para poder conseguirla. No todas pueden hacerlo y se ha producido una reducción del número de operadores, quedando como grandes actores la española Telefónica Móviles y la mexicana América Móvil; hoy en día tienen entre ambas cerca del 80% de los abonados latinoamericanos.

En ese contexto se prevé no habrá más de tres operadoras por país, coincidiendo con la teoría del Banco de inversión Goldman Sachs, que afirma que existen utilidades operativas en el servicio de móviles, siempre y cuando se cuente con no menos del 25% del universo.

La agenda regulatoria en mercados de estas características tiene cinco puntos fundamentales: el cargo por terminación de llamada, pago que hace un operador cuando uno de sus abonados llama a un cliente de otra red; la portabilidad numérica, la posibilidad de migrar a otro operador conservando su número; el medio ambiente, por los efectos de los campos electromagnéticos.

Respecto a Telefonía Móvil, en el año 1993 el total de líneas en servicio ha sido de 36,881 líneas con una densidad nacional de 0.16, mientras que en el año 2003 ésta cantidad se ha incrementado notablemente a 2 millones novecientos treinta mil con una densidad de 10.71 líneas por cada 100 habitantes.

Esto significa que las operadoras más importantes como Telefónica y Bellsouth antes de su fusión con Tdp, han trasladado sus inversiones a la Telefonía Móvil, manteniendo sus inversiones conservadoramente en telefonía fija. En el año 2003 la densidad en Telefonía fija era de 2.94 mayor que la densidad móvil de 0.16; pero al año 2005 estas cifras se invierten, donde la Telefonía fija llega a 6.72 de densidad y la Telefonía móvil alcanza a 10.71 en el mismo año.

Estos datos nos muestran que las grandes inversiones para la Región San Martín no va llegar, ya que a parte de que las operadoras no invierten más en planes de expansión agresivas en telefonía fija, éstos se han trasladado a la telefonía celular que es un servicio mayormente que se da en las grandes concentraciones de población y de negocios.

Es a través de la Central Telefónica y su planta externa que nos permite tener una conexión física con el usuario, la misma que es utilizada en forma adicional para el servicio de Internet y transmisión de datos.

Actualmente en San Martín, la mayoría de distritos cuentan con una Red de Televisión por cable, por inversión municipal y en otros por empresas privadas. Este sistema tiene una central conocida como cabecera, donde se prepara el paquete de canales a enviar a los usuarios, utilizando un ancho de banda de 54 Mhz a 550 Mhz, en éste ancho de banda la operadora envía un paquete de hasta 90 canales. En el canal de retorno que va desde el usuario a la cabecera el ancho de banda es de 5 Mhz a 42 Mhz denominada canal ascendente, y de 550 Mhz a 750 Mhz canal descendente y está siendo utilizado con excelentes resultados, para brindar en forma adicional el servicio de telefonía fija conocida como Telefonía IP voz IP o telefonía Internet, y adicionalmente el servicio de Internet.

En telefonía básica o fija el costo de la planta externa es alto, ya que por cada abonado tiene que haber una conexión de 2 hilos desde la central hasta el usuario formándose una red en estrella. Mientras que en la Telefonía IP o voz IP, se puede

aprovechar la planta externa de la red de televisión por cable que es una red en árbol. No es necesario que llegue un cable coaxial desde la cabecera al usuario sino se aprovecha qué punto de cable está más cerca al usuario interesado, mediante derivadores y divisores especiales es atendido el requerimiento del abonado.

Telefónica, realiza inversiones de mantenimiento para su red, para mantener a sus usuarios de telefonía en las ciudades más importantes de San Martín que no satisfacen en general las expectativas de los usuarios y potenciales usuarios. Aún contando con una planta externa, en éstas ciudades no ha sido capaz de brindar otros servicios como es Internet y transmisión de datos el servicio todavía no se ha masificado en San Martín. En las zonas rurales como gran parte de los 77 distritos de la región sólo cuentan con locutorios públicos que por lo general el servicio es deficiente.

2.6. Perspectivas de Desarrollo: El servicio de Telefonía Celular ha repuntado en San Martín, a parte de Tarapoto y Moyabamba, en los últimos 12 meses la agresiva inversión de América Móvil conocida comercialmente como CLARO está coberturando Rioja, Nueva Cajamarca, Soritor, Lamas, San José de Sisa, Picota, Bellavista, Saposoa, Juanjui, Sacanche.

El servicio de Internet existe en forma deficiente en la ciudad de Moyobamba, en Tarapoto se mejoró notablemente con speedy. Telefónica viene ofertando en Moyobamba Speedy para Internet pero es limitada, el solicitante tiene que esperar hasta 4 meses.

De los 77 distritos de la Región, la mayoría de ellos cuentan con servicio de Radiodifusión de Televisión por Cable, con calidad aceptable. No brindan servicios de Telefonía IP e Internet, factibles de implementarse aprovechando la misma red de cable, requiriendo para tal fin el estudio técnico adecuado.

A continuación de detalla un resumen de datos estadísticos:

La Banda Ancha en Internet sube al 10% en el año 2005.

América Móvil más la Telefónica cubren el 80% del mercado Latinoamericano, donde un tercio de la población vive en la pobreza.

América Móvil, posee en la actualidad 75 millones de suscriptores en los países de USA, México, Guatemala, Nicaragua, Honduras, Ecuador, Brasil, Colombia, Argentina, Uruguay y su presupuesto de inversión para éste año 2005 es de \$ 2,600 millones.

América Móvil, a través de la subsidiaria Sercotel, ganó en Perú la Licitación de la Cuarta Banda para Telefonía Móvil, para operar 30 Mhz, en la banda de 1900 Mhz, habiendo pagado \$ 21.1 millones al estado peruano. América Móvil el 10 de Agosto del 2005 compra a TIM, y se convierte en un competidor que respeta Telefónica. América Móvil con su marca CLARO en la actualidad a superado a Telefónica en cobertura nacional mediante la ejecución de un plan agresivo de penetración en localidades rurales nunca antes pensado por el operador Telefónica.

Se estima que en los últimos 10 años la Telefonía Móvil o inalámbrica se ha duplicado en el mundo.

Latinoamérica tiene 146 millones de clientes. Todavía de cada 100 habitantes 70 no tienen servicio. La limitación es la capacidad adquisitiva de la población.

Según Carlos Valente, Director de Tdp, sólo el 10% de los centros poblados del país cuentan con algún tipo de Telefonía pública o acceso a Internet. Se estima que 2,100 poblados están interconectados.

En el país, un enlace está valorizado en \$ 6,500 mensual, lo que en la China, cuesta \$ 480.

El Fondo de Inversión en Telecomunicaciones, FITEL, capta el 1% de los ingresos brutos de las operadoras. Este fondo se usa a través de licitaciones de proyectos rurales en las regiones en las que participan diversas operadoras, las mismas que son insuficientes.

Existe un mercado potencial de 500,000 nuevos usuarios para telefonía fija, si el costo mensual fuera de S/.25 a S/.30.00 Nuevos soles, lo afirma OSIPTEL, a través de un estudio encuesta realizada en 5,300 hogares en los sectores C y D.

La penetración Telefónica fija en el país, es de 7.38 personas por cada 100 habitantes, es baja, comparando con el resto de América, Chile tiene una penetración de 21.1/100 y Argentina 21.3/100.

En el año 1994, existían 759,000 líneas.

Sergio Bartoletti, ex Presidente de TIM opina." El Perú es el país con mayor monto de inversión per cápita en Telecomunicaciones en América Latina, sin embargo es el país con menor penetración de usuarios en todo el continente. En América Latina el cobro revertido es el 12% de las llamadas anuales. Cobertura en la banda de 850 Mhz cuesta un tercio que la banda de 1900 Mhz. Sufrimos en el país competencia desigual. Si embargo hay condiciones de crecer mediante nuevos servicios y mejora de la atención al cliente."

Agrega Sergio Bartoletti:" En el Perú las reglas de mantenimiento de la competencia todavía no están bien dadas o implantadas".

José Gandullia, ex Presidente del Directorio de Telmex Perú S.A., manifiesta: "A partir de su privatización en 1990 en México, Telmex ha invertido cerca de 30 mil millones de dólares en su modernización y crecimiento; actualmente es una empresa de vanguardia, con una de las infraestructuras tecnológicas más amplias y avanzadas a nivel mundial. Las estrategias han estado basadas en modernización tecnológica, expansión de la red, fomentar una filosofía de trabajo donde la cultura de calidad y la atención al cliente fueran prioritarias, y gracias a los altos índices de eficiencia y productividades su operación, Telmex a logrado tarifas muy competitivas a nivel internacional." Agrega, "El mercado de las telecomunicaciones de las telecomunicaciones en el Perú recién se abrió en 1998, en consecuencia hay muchos aspectos que aún faltan regular, pero se está avanzando bastante rápido en ese sentido. Nuestra estrategia es competir con calidad, brindar un servicio diferenciado y a tarifas sumamente competitivas sobre todo atender a la demanda insatisfecha."

Por otro lado el Ministerio de Transportes, tiene en agenda publicar una ley que con una sola licencia puede brindar servicios de Telefonía, Internet y cable con solo informar al MTC.

2.7. Memoria Descriptiva: Al incentivar que las empresas de cable puedan brindar servicios adicionales de Internet, voz IP y Fax, la densidad de telefonía fija se incrementará notablemente. Es una opción que las grandes operadoras no lo han percibido, sobre todo en lugares donde estas no tienen centrales telefónicas y planta externa. El aprovechamiento de la red de cable en zonas rurales significará un beneficio económico para las empresas y oportunidades para los usuarios.

Para adaptar la red de cable para nuevos servicios de telecomunicaciones, la red debe sufrir ciertos cambios, que la red sea bidireccional, la implementación de nodos ópticos, para garantizar la banda ancha que demanda estos servicios, la implementación de una plataforma doméstica que permite el acceso a la red de cable, una cabecera que sirve de puente entre la red de cable y la red de datos o Internet. Asimismo, la implementación en la cabecera el empaquetamiento de la señal de TV más los datos.

CAPITULO III

ESTUDIO SOCIOECONOMICO

3.1. Ubicación y Límites: La Región San Martín, se crea por D.L. 25666 del 17 de Agosto de 1992, está ubicada en el sector septentrional y central del territorio peruano, entre los paralelos 5° 24' y 8° 47' de Latitud Sur a partir del Ecuador. Límites: Norte, con las regiones Nor-Oriental del Marañón-Dep. de Amazonas y Loreto, y Sur con Las regiones Llavín, provincia de Huacrachuco y Andrés Avelino Cáceres, departamento de Huanuco, y entre los meridianos 75° 27' 45'' y 77° 48' de Longitud Oeste a partir del Meridiano de Greenwich (Límites: Este con Loreto y Oeste con la Libertad y Amazonas).

3.2. Extensión Territorial y Población: La región San Martín tiene una extensión territorial de 51,253.31Km², que constituye el 4% del territorio nacional donde vive el 2.5% de la población del país. Moyobamba la capital se encuentra a 860 msnm y Picota una de la provincias se encuentra a 223 msnm. El clima es cálido húmedo. En Moyobamba la temperatura promedio es de 22.6 °C, con máximas que llegan a 38°C y mínimas de 10.1 °C.

3.3. Población: San Martín posee una población proyectada al 2005 de 800,000 habitantes.

El incremento poblacional permanente en San Martín se debe a la inmigración principalmente de los departamentos de Cajamarca, Lima y Amazonas.

3.4. Entorno Económico: El Producto Bruto Interno de la región durante los años 1995-2000 tiene un porcentaje de participación promedio de 1.4% al PBI nacional. Casi el 50% menos de Loreto, cuya participación promedio es de 3.4%. Sin embargo, su tasa de crecimiento anual supera de lejos a la de Loreto, que ha fluctuado entre 4.3% y -1.3%, tasa de crecimiento negativa y en la mayoría de los casos menor al crecimiento nacional.

San Martín en cambio, ha desarrollado un crecimiento mayor al nacional. Según los datos del INEI, cuyas cifras se basan en los precios del año 1994. Durante 1996 el incremento regional fue de 18.22%, mientras que el nacional fue de 2.49%, aunque

la diferencia no es grande en el 2000 como en 1996, la tasa de incremento regional (7.13%) duplicó a la nacional (3.13%).

El incremento regional del PBI se da durante el periodo 1996-2000, (excepto durante 1999, cuya tasa fue de -1.32%); sin embargo, las tasas de incremento han ido disminuyendo paulatinamente, hasta una tasa de 7.13% durante el año 2000, menos de la mitad de la alcanzada en 1996 (18.22%). Este decrecimiento también se da a escala nacional y llega a tener una tasa negativa durante 1998, después empezó a incrementarse nuevamente.

El principal aporte al PBI regional es del sector servicios (61.6% en el 2000), y el de la agricultura (24.7%). Los servicios se relacionan en más del 60% con un comercio y con el componente de restaurantes y hoteles. Le sigue con una menor participación el sector construcción (10.8%) y la manufactura (2.8%). La minería y la pesca no tiene participación importante.

Se concluye, por tanto, que los principales sectores generadores del mayor movimiento económico son el sector servicios y el sector agricultura, destacando el sector servicios con una gran diferencia, pues si se une el sector servicios (61%) con el sector construcción (11%) se observa que la predominancia en el PBI regional la tiene el sector terciario con un 72% de participación.

Esto demuestra la escasa presencia del concepto de generación de valor agregado dentro de la economía regional, pues existe una predominancia en la realización de actividades primarias (agricultura) y terciarias (servicios). La excepción de esta tendencia es la participación del comercio y el de servicio de restaurantes y hoteles (incluido dentro de servicios y que está directamente relacionado con la actividad turística) que tiene el mayor nivel de participación sectorial a escala regional, de aproximadamente, 36%.

La región se centra principalmente en la venta de sus principales productos como materia prima, descuidando la manufactura e industria, principal fuente generadora de valor agregado y por lo tanto de mayores ingresos, empleo e inversión para beneficio de la región.

Existe un gran potencial turístico en la zona basado en sus recursos naturales y que no es explotado de manera adecuada; pero lo que existe, se orienta a nichos específicos como el ecoturismo, al turismo rural, al turismo vivencial y de aventura, segmentos de mercado que no exigen grandes inversiones.

San Martín está definida por 3 grandes cuencas hidrográficas o valles que sustentan su dinámica socioeconómica.

El Huallaga: Con tres áreas, ALTO HUALLAGA, con eje en Tocache; HUALLAGA CENTRAL, con áreas de Bellavista, Juanjui y Picota; BAJO HUALLAGA, cubre los distritos de Chazuta, Huimbayoc, Navarro, Papaplaya y Pelejo.

El Mayo: 2 áreas, ALTO MAYO con Moyabamba, Rioja y Nueva Cajamarca; BAJO MAYO, con Tarapoto y Lamas.

A esto se agrega:

El Saposoa, que comprende la provincia de Saposoa.

El Sisa, con la provincia de El Dorado.

Todos estos valles, tienen un común denominador, de ser potencialidades en el sector agrario, ganadero y forestal.

En el agro los productos agroindustriales que dan soporte a la economía sanmartinense son: arroz, maíz, café, cacao, algodón, palmito, tabaco. Productos menores: plátanos, naranjas, cocos.

Las empresas más importantes que operan en San Martín son:

PALMAS DEL ESPINO, ubicada en el Alto Huallaga, distrito de Uchiza, (perteneciente al Grupo Romero).

CEMENTOS RIOJA, ubicada en el Alto Mayo (de Cementos Pacasmayo).

PROYECTO SELVA, ubicada en el Huallaga Central (de Grupo San Fernando), dedicada al acopio de la producción de maíz en San Martín.

AGROPECUARIA SAN MARTÍN S.R.L. (de capital netamente regional).

3.5. Recursos Naturales y Potencialidades:

Estudios realizados en la puna y bosques montanos del parque nacional Río Abiseo, registraron un total de 1,040 especies de plantas, 25 de ellas nuevas para la ciencia, resaltan entre ellas 174 especies de helechos, 52 de orquídeas, casi el 50% de las existentes en las vertientes orientales.

En las comunidades aguarunas del Alto Mayo, se identificó 28 especies de plantas medicinas silvestres, 11 especies alimenticias, dentro de otras que podrían tener aplicaciones industriales y genéticas.

Una lista preliminar de la fauna incluye 120 especies de mamíferos, 452 de aves y que corresponden a más del 25% de las especies registradas en el Perú. 11 especies de mamíferos y 15 de aves son endémicas del país.

En la región predomina las tierras aptas para cultivos en limpio y permanentes, las condiciones climáticas van de húmedas, semicálido, cálido y seco.

Se estima que el potencial hidroenergético de la Región San Martín, pasa de los 6,000 Megawatts, que comprenden puntos en el Río Huallaga, Río Mayo, el Gera, el

Shima, Shamboyacu, etc. A esto se suman las reservas de petróleo ubicadas en la zona de Tarapoto, Moyobamba, Sauce y Picota próximas a ser explotadas.

3.6. Entorno Medio Ambiente y Ecología:

Cada año que pasa, se hace más crítico la necesidad de conservar nuestros bosques, con el fin de mantener la estabilidad y los ciclos estacionales del medio ambiente. Sin embargo esto no se cumple por la necesidad del campesino de abrir nuevas áreas de cultivo, y por otro lado el extractor de madera hace largos caminos y carreteras carrozables que crean las condiciones y medios para que el depredador arrecie con mayor facilidad contra la naturaleza. Otro depredador no menos importante es el productor de la hoja de coca, quien por buscar áreas de cultivo inaccesibles para el personal policial, deforesta en zonas altas y vírgenes de nuestra selva.

Gracias a las encuestas aplicadas y en base al trabajo desarrollado durante el Primer Taller de Gestión Ambiental Local, Noviembre de 1997, y Diciembre 1997, se ha identificado los siguientes problemas:

Deforestación del Bosque de la Cordillera Escalera.

Escasez de agua, inundaciones y contaminación.

Pérdida de Biodiversidad.

Ruidos y gases tóxicos generados por el parque automotor, principalmente por mototaxis e industrias.

Proliferación de focos infecciosos por acumulación de basura dada la ausencia de un relleno sanitario y el mal servicio de almacenamiento y recojo.

Debilidad del marco institucional y jurídico para la gestión ambiental.

3.7. Entorno Demográfico y Social:

La región San Martín tiene una población aproximada de 800,000 habitantes, el 2.5% de la población nacional. Tiene 10 provincias, 77 distritos, 200 Centros poblados y 500 caseríos aproximadamente.

La Región San Martín posee una Tasa de Crecimiento promedio anual del 3% superior a la tasa nacional del 1.5%; el 47% mujeres y el 53% hombres. El 62% tienen edades de 15-64 años, de 65 a más el 3%, menos de 15 años el 36%. La población urbana proyectada al año 2000 es el 61% mientras que la población rural el 39%. La densidad poblacional de San Martín es de 15 Habitantes /Km², mientras que el nacional es de 17.6 Hab/Km². La población electoral al 2001 es de 308,717 votantes.

Índices demográficos.

La Tasa Global de Fecundidad nacional es de 3 hijos por mujer y para San Martín es de 3.4, se estima que para el 2005 la tasa baje a 2.9 hijos por mujer. Para

el 2005 la Tasa Bruta de Natalidad Regional sería de 24.2 nacimientos por cada 1000 habitantes.

Mortalidad. En el Perú la Tasa Bruta de Mortalidad, TBM, en el quinquenio 1995-2000 fue de 6.4 muertes por cada mil habitantes. En la Región llega a 5.3 por mil. La Tasa de Mortalidad Infantil, TMI, de la región es de 42 por mil nacidos menores de 1 año.

La Esperanza de vida al nacer en la región aumentó de 60 años en 1970 a 68 años en el quinquenio 1995-2000. Se estima que aumente al 2005 a 70.3 años.

En 1998, en la región se ha registrado 13,075 nacimientos, 1,204 defunciones y 1,222 matrimonios.

Indicadores Sociales.

Al año 2001, la Pobreza Total en la región, por debajo de los S/.147.39 en selva del costo de la canasta básica, fue del 66.9 %, nacional fue de 54.8%. La pobreza extrema por debajo de los S/. 95.01, el 36.2% y nacional de 24.4%. La región tuvo en el 2001, una Tasa del NBI, Necesidad Básica Insatisfecha, del 59.9 %.

Al año 2000, el servicio de agua se registra. Red Pública, dentro de la vivienda el 76.8 en zona urbana, en la zona rural el 25.2%. Mientras que el 50.6 % tienen agua de Manantial o Acequia en la zona rural

Al año 2000. Hogares por tipo de servicio higiénico. En la zona urbana, el 58.6% tienen Inodoro exclusivo dentro de la vivienda, el 30.7% tienen Letrina exclusiva. En la zona rural, el 56% tienen Letrina exclusiva y el 34.8% no tienen servicio.

Al año 2000. Hogares con conexión eléctrica en San Martín. En zona urbana el 63.9% y el 12.5% en zona rural.

Hogares por material predominante en el piso de la vivienda. El 55.6% tienen de tierra y arena, el 41.3% de cemento, ladrillo.

3.8. Diagnóstico del Entorno Tecnológico:

En la Región San Martín, es incipiente la presencia de la Tecnología de punta en las diversas áreas de desarrollo económico, como son en la agricultura, la agroindustria, los servicios, en las comunicaciones, etc. Por ahí se podría explicar, que los índices de producción y productividad en el agro se mantienen bajos.

Como ejemplo se podría considerar que en la actualidad a las justas se produce 2 TM de maíz por hectárea, arroz 6 TM /Ha. En los servicios, las diversas empresas e instituciones vienen incorporando el uso de la computadora y las redes de telecomunicaciones. Pero creemos que aún falta bastante.

CAPÍTULO IV

INGENIERIA DEL PROYECTO

4.1. Descripción:

Se trata de que aprovechar la red de televisión por cable y de diseñar mediante un replanteo una red adicional que soporte comunicación y niveles de señal óptimos de retorno para nuevos servicios basados en el protocolo IP como son Internet, voz o telefonía IP y fax, mediante la compartición del mismo medio de transmisión.

4.2. Análisis y Selección de la Tecnología:

Para transmitir señal de televisión por cable, cada canal necesita 6 Mhz de ancho de banda, para 60 canales en bajada se necesita 360 Mhz disponibles en broadcast, adicionalmente se necesitan canales de subida para enviar información desde el usuario hasta la cabecera, y las señales de bajada para los servicios de Internet, telefonía Ip y Fax necesitan la asignación de otro segmento de ancho de banda para el enlace de bajada. Es decir necesitamos ancho de banda para la vía de bajada para TV, Internet y fax, y ancho de banda para la vía de retorno. En tal sentido, la capacidad de ancho de banda del medio, la tecnología de acceso al medio, así como las diversas técnicas de transmisión digital binaria y de multinivel son de suma importancia. La tecnología de red a utilizar es una red de transmisión de banda ancha en árbol, por conmutación de paquetes, a través de una red híbrida HFC y convergencia de servicios.

4.3. Diseño de la Red para el Servicio de Televisión por Cable

4.3.1. Descripción: Se diseña la red de televisión por cable para 60 canales. La red a utilizar es de tipo árbol. El tendido de cable para el ramal primario se utilizará Cable Coaxial 0.500 de media pulgada de diámetro. Para los ramales secundarios se utilizará cable coaxial RG-11 y para las conexiones domiciliarias y la acometida se utilizará cable coaxial RG-6. Se enviará por la red un paquete de 60 señales de televisión modulada en audio y video que ha sido conformada en la cabecera, contando para ello con una portadora de 6 Mhz de ancho de banda.

4.3.2. Protocolo: Para la recepción desde el satélite de las señales de televisión los receptores digitales utilizan la norma MPEG-2.

4.3.3. Arquitectura de la Red: Se define 3 etapas fundamentales: Las antenas parabólicas para la recepción de señal satelital y las de recepción local, se

conoce como los equipos OUT DOOR. Las antenas para recepción local sirven para recibir programas locales con el fin de facilitar al usuario que a través del mismo cable le llegue señal satelital y programas locales. Con esta instalación se evita que el usuario esté cambiando de conexión.

En la planta interna o cabecera están ubicados los equipos IN DOOR, o sea los equipos receptores de satélite, los procesadores de audio y video, cámaras de televisión, Computadoras para emisión de mensajes al público, reproductores de video DVD, VHS, etc. A esto se agrega un divisor principal de señal, que consiste en un dispositivo que tiene una entrada y varias salidas para implementar los ramales primarios.

La planta externa está constituida por el cable coaxial 0.500 de media pulgada, de RG-11 Y RG-6, los amplificadores, los taps o derivadotes y la respectiva conectorización de los mismos. La arquitectura general de la red se puede apreciar en la figura N°4.1.

4.3.4. Estaciones TVRO:

Son las estaciones que bajan las señales de televisión del satélite. Cada parabólica apunta a un satélite. Por cada satélite se sintoniza los canales activos ubicados en cada transponder del satélite. La estación esta compuesta por: El plato satelital, el alimentador, el receptor de satélite, cable coaxial, conector.

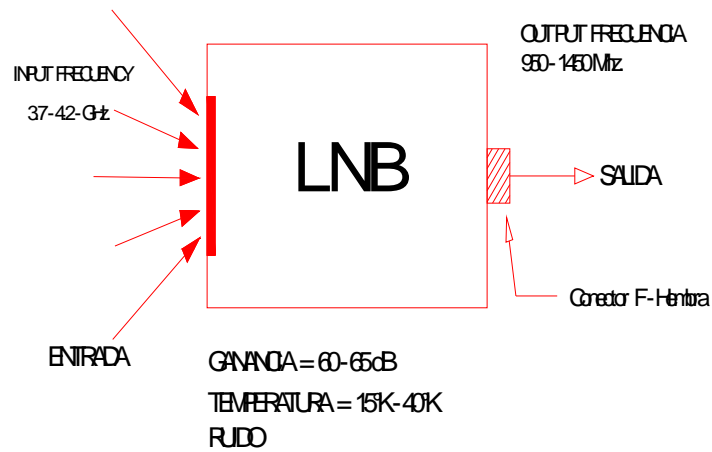
Las antenas parabólicas a utilizar son de tipo estándar de diámetro: 3 metros dirigido al INTELSAT 805 en doble polarización, 2 antenas de 3.8 metros una dirigida al Panansat 9 y la otra al Panamsat 1R, una antena parabólica de 16 pies de diámetro dirigida al INTELSAT 806, una antena de 2 metros dirigida al satélite Hispasat 1C. Estas antenas tienen ganancias de ganancias son de 40.2 dB, 42.3 dB y 43.6 dB en promedio y pudiendo ser de mallas o compactas. Los alimentadores serán duales para polarizaciones Horizontal y Vertical. Esto nos permitirá bajar del satélite los 56 canales de los cuales 10 canales serían de paga y el resto señales libres.

Los LNB o amplificadores de bloque de bajo ruido a utilizar tienen ganancias que varían de 60 a 65 dB y temperaturas de ruido de 15°K y 20°K. Mayor ilustración se puede ver en la Fig. 4.2.



Fig. 4.2 Platos Satelitales y accesorios

En la figura se observa los rangos de frecuencia a la entrada y salida del LNB.



MARCAS: CALIFORNIA AMPLIFER

Fig. 4.3 Ancho de banda entrada y salida LNB

4.3.5. Antenas Receptoras en VHF y UHF

Las antenas a utilizar son las famosas antenas Yagi con ganancias que oscilan entre 9.2 y 13.2 dBi en VHF y de 12.2 a 14.2 dBi en UHF de 5 elementos en promedio.

4.3.6. Diseño de la Planta Interna. Cabecera o Headend.

a) Descripción:

La Cabecera o Headend es el punto de partida de un sistema de televisión por cable, en el Headend se procesan las señales que se colectan ya sea de forma local, recepción de aire, señales de satélite o generación propia para después ser distribuidas a los abonados. Se ha considerado en para la implementación un total de 60 canales de los cuales 56 son canales de televisión recepcionadas del satélite, 2 canales de emisión local, un canal propio que se alterna con la emisión de DVD, VHS y producción propia y un canal propio de mensajes de texto vía computadora. Ver la figura 4.3 Diagrama de Bloques de la Planta Interna.

b) Ubicación, Ambiente y Clima:

Los equipos y accesorios de la cabecera se ubica en un cuarto de equipos de 12 m² de área. Los equipos deben operar en un ambiente de 19 a 21°C.

El presente proyecto se ubica como piloto en el Distrito de Picota, Provincia de Picota Departamento de San Martín. Picota tiene una población aproximada de 6,000 habitantes. Está ubicada en el Jr. Grau N° 320 Teléfono comunitario 042-529972. En la figura 5.5 se puede observar como están colocados los equipos en el gabinete y en la pared se ve un amplificador de salida a la planta externa. Ver figura 4.4



Fig. 4.4 Ubicación y ambiente Planta Interna

c) **Plan de Frecuencias y estándar de TV:** En la figura 4.5 se muestra la norma NTSC a utilizar.

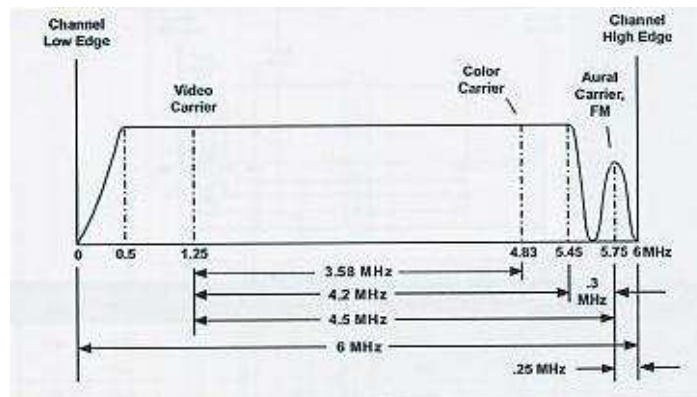


Fig. 4.5 Norma de la Señal de TV

d) **Etapas de Recepción/Entrega de Señal de TV:**

| Los procesadores de señal son filtros que reciben señal de TV local en banda ancha, previamente amplificadas y separadas por un splitter para filtrar otras señales en caso de existir otras señales locales. Luego entrega la señal al combinador en señal de RF a la frecuencia de canal preestablecida y la salida del filtro también es en señal de RF. Las interfaces son conectores tipo F tal como se ilustra en la figura. Se ha considerado el uso de un filtro PHC-24G, de 24 puertos de entrada.

En ésta etapa los receptores de satélite reciben la señal del satélite procedente del LNB en la banda de 950-1250 Mhz y lo entrega al Modulador en Banda Base. Ver figura 4.6 y 4.7

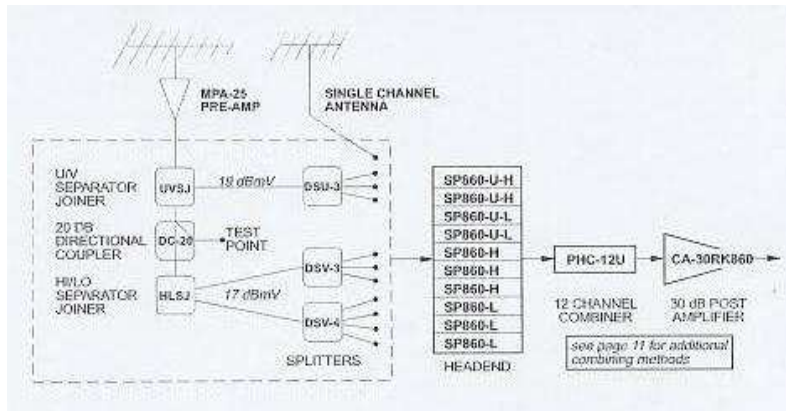


Fig. 4.6 Conexión Yagi-preamplificador-filtro

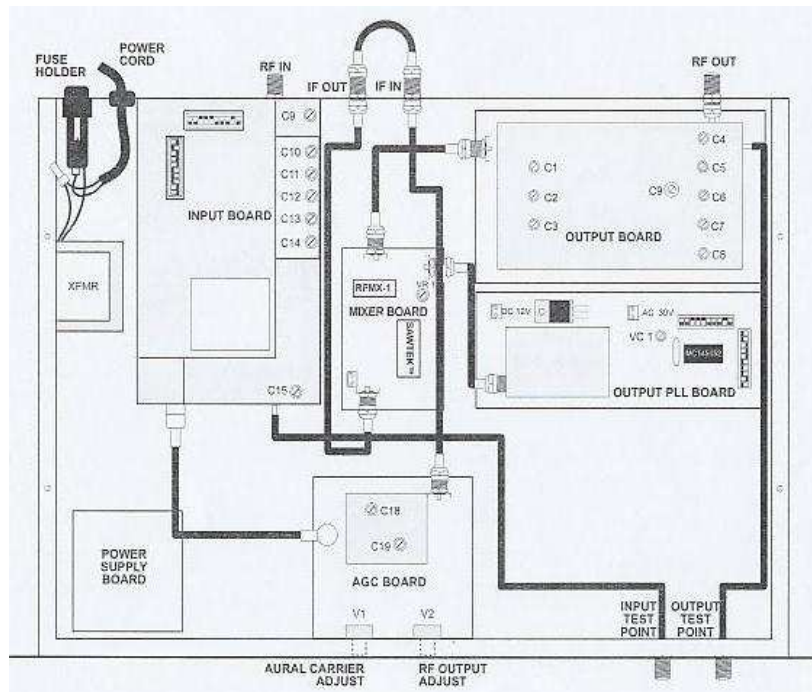


Fig. 4.7 Diagrama interior filtro e interfaces IN /OUT

e) Etapa de Modulación de la Señal:

Los moduladores reciben las señales de televisión en audio y video base y son moduladas a frecuencias que nos permite ordenar el radioespectro la misma que va facilitar su transmisión por cable.

Para 60 canales se necesitaran 60 moduladores, uno por canal, que al ser sumados o combinados tendremos como resultado la señal CATV

(54-450 Mhz) para ser transmitida por nuestro sistema hasta los abonados.

Se utilizarán moduladores PicoMacom modelo M860. En la figura se observa dicho modulador con vista frontal y posterior los botones, entradas y salidas.

En la figura se observa la conexión de la señal en audio y video puro a las entradas del modulador, la salida del modulador es en RF. La RF siempre es en conector F. Ver figura 4.8 y 4.9

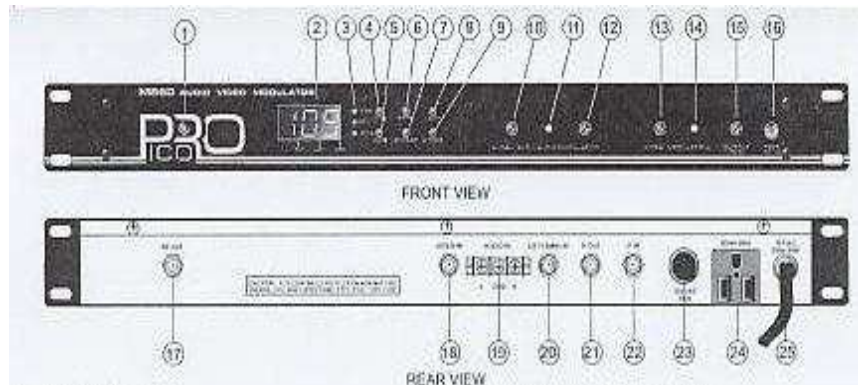


Fig. 4.8 Vistas modulador PCM55 SAW PICOMACOM

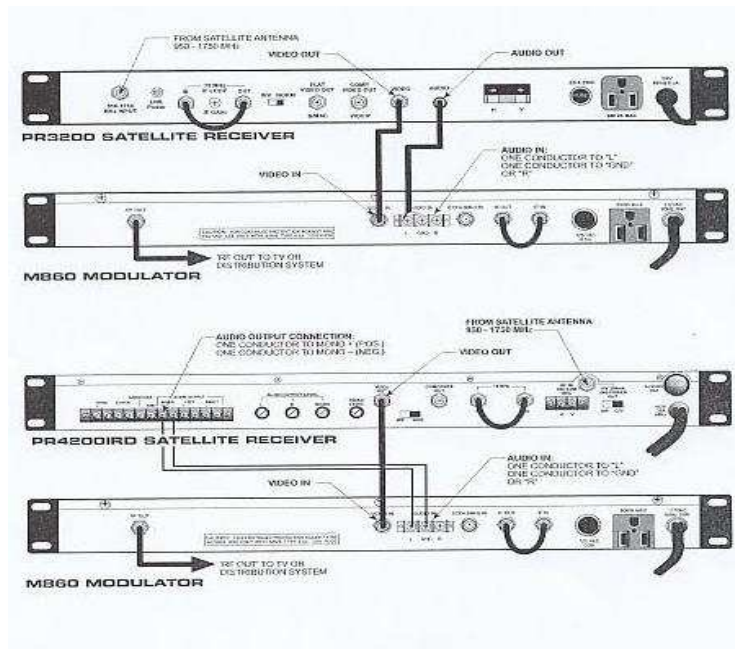


Fig. 4.9 Conexionado Receptor-Modulador

f) Etapa de Combinación de Señales de TV

Se utilizará el combinador PicoMacom modelo PHC-24 G. Es un equipo combinador pasivo que tiene 24 puertos de entrada con conectores F Hembra. Las salidas RF de los moduladores ingresan en RF al combinador. Para combinar 60 canales utilizamos 3 combinadores de éste modelo, la cual nos proporciona una capacidad total de 72 canales por combinar. Las salidas de estos tres combinadores ingresan a un splitter de 4 entradas la misma que solo se utiliza 3 entradas quedando un puerto libre. La salida del splitter es conectado a un amplificador CA-30RK550 cuya salida va a un splitter de 3 salidas para determinar 3 ramales primarios. Ver figura 4.10

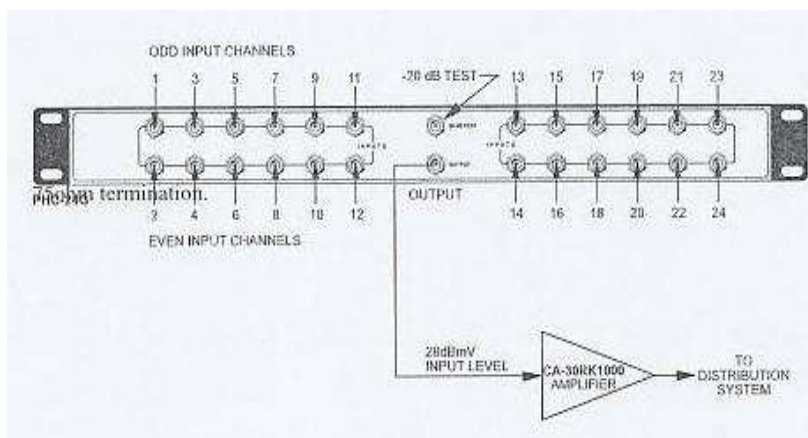


Fig. 4.10 Combinador pasivo PHC-24G PicoMacom

4.3.7. Diseño de Planta Externa

a) Descripción:

A través de la planta externa es posible conectar los diversos servicios desde la cabecera hasta el abonado. En este caso se trata de llevar desde la cabecera un total de 60 canales de audio y video moduladas. Para ello se utilizan cables coaxiales 0.500 de media pulgada de diámetro, cable coaxial RG 11 y cable coaxial RG 6. Ver Lámina N°1 al final del capítulo.

b) Línea troncal primaria:

Se ha considerado 3 ramales primarios con cable 0.500 de media pulgada de diámetro que salen desde la cabecera. Se ha considerado este cable por su baja pérdida a altas frecuencias. Por ejemplo: A la frecuencia de 50 Mhz tiene una atenuación máxima de 1.71 dB/100 metros, mientras

que a la frecuencia de 450 Mhz la atenuación máxima es de 5.35 dB. Ver tabla 4.1 a continuación.

En el plano de la planta externa mostrada se ha considerado las líneas primarias desde la salida de la cabecera hasta pasando en forma directa por los puntos P1, P2, P3, P4, P6 y P7 que es la línea más gruesa en el plano.

Desde la cabecera salimos con un nivel de 120 dBuV, debido a la atenuación en el cable 0.500 los niveles de señal calculados que se obtendrá en los puntos primarios son:

P1= 102.1 dBuV P2= 94.5 dBuV P3=73 dBuV P4=81 dBuV
P5=90.7 dBuV P6=75.1 dBuV P7= 86.7 dBuV

TABLA 4.1 Atenuación de Cable 0.500 dB/100 metros

Frecuencia Mhz	Atenuación Nominal	Atenuación Máxima
5	0.52	0.52
30	1.28	1.31
50	1.64	1.71
108	2.46	2.53
216	3.51	3.61
240	3.74	3.84
270	3.97	4.07
300	4.20	4.30
325	4.40	4.49
350	4.56	4.69
375	4.72	4.86
400	4.89	5.02
450	5.22	5.35
500	5.51	5.68
550	5.81	5.97
600	6.10	6.27

c) Línea Troncal Coaxial de Ramales Secundarios:

Para los ramales secundarios se ha considerado utilizar cable coaxial RG 11 con atenuaciones de 3.05 dB/100 metros a la frecuencia de 50 Mhz y de 8.82 dB/100 metros a la frecuencia de 450Mhz, mayor ilustración en la tabla siguiente. Ver la tabla 4.2

Los niveles de señal de los puntos primarios son distribuidos por la red a través de los ramales secundarios mediante cable coaxial RG-11.

TABLA 4.2 Atenuación Cable RG 6 y RG 11

Frecuencia Mhz	RG 6 DB/100 mt.	RG 11 DB/100 mt.
5	2.00	1.18
30	3.84	2.46
50	4.72	3.05
108	6.63	4.26
216	9.35	6.0
240	9.84	6.36
270	10.5	6.76
300	11.1	7.12
325	11.5	7.45
350	12.0	7.74
375	12.4	8.0
400	12.9	8.30
450	13.7	8.82
500	14.5	9.35
550	15.3	9.87
600	16.0	10.4

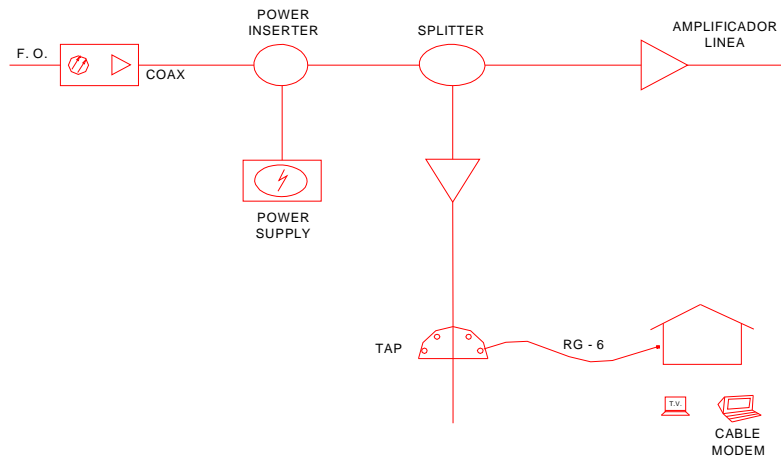


Fig. 4.11 Diagrama de distribución

d) Línea Coaxial de Conexiones Domiciliarias:

Para las conexiones domiciliarias se utiliza cable coaxial RG 6, que vienen en bobinas de 1000 pies y en casos especiales de 2000 pies. Este cable se utiliza para la acometida es decir desde el poste hasta el usuario. Para conexiones se utiliza el conector F-56 y los adaptadores F-F en ambos lados hembra. Para mayor ilustración ver la tabla de atenuaciones y la figura 4.12

En el plano de la planta externa no se ha especificado las conexiones domiciliarias, pero están expresadas como puntos secundarios T con niveles de señal suficientes para ser acometidas.

Para efectos de cálculos teóricos y con el fin de asegurar un nivel óptimo, se ha considerado 30 metros de cable de acometida cuando en realidad el promedio que se usa es de 15 a 25 metros, la diferencia es el margen de seguridad. Se ha considerado un nivel óptimo de nivel de entrada al televisor 65 dBuV más 4.5 dB de pérdida en el cable coaxial RG -6 de bajada que hace un total de 69.5 dBuV, valor de cálculo en los puntos de tomas de los TAP.



Fig. 4.12 Bobina de cable RG 6

e) Bifurcación de la Líneas Coaxiales Secundarias:

Es la división de la línea secundaria en 2 o más sub-ramales secundarias que por lo general se realiza cuando el cable coaxial RG 11 del ramal secundario llega a una esquina. Para la bifurcación bien se puede utilizar un splitter o un taps dependiendo que tanta extensión tenga los sub-ramales secundarios y a su paso que tantos usuarios existen. En la tabla 4.2 se muestra los valores de los elementos Taps utilizados para el diseño.

TABLA 4.2 Características de cables y Taps

PERDIDA EN LOS CABLES COAXIALES

frecuencia (MHz)	Tipo de Cable			
	0.500	0.750	RG11	RG-6
50	1.51	1.05	3.02	5.02
550	5.09	3.54	9.97	16.08
865	6.53	4.46	13.06	20.01

PERDIDAS EN dB/100METROS

PERDIDA DE INSERCIÓN DE LOS TAPS

TAP 2 VIAS

frecuencia(MHz)	4dB	8dB	11dB	14dB	17dB	20dB	23dB	26dB
50	T	3.4	1.6	1	0.7	0.4	0.4	0.4
550	T	4	2	1.3	0.9	0.7	0.7	0.7
860	T	4.4	2.6	2.1	1.4	1.1	1.1	1.1

TAP 4 VIAS

frecuencia(MHz)	4dB	8dB	11dB	14dB	17dB	20dB	23dB	26dB
50	N/E	T	3.3	1.6	0.9	0.7	0.6	0.4
550	N/E	T	4.1	2	1.3	0.9	0.8	0.6
860	N/E	T	4.4	2.8	2.4	1.3	1.1	1.1

TAP 8 VIAS

frecuencia(MHz)	4dB	8dB	11dB	14dB	17dB	20dB	23dB	26dB
50	N/E	N/E	T	3.5	1.4	0.9	0.7	0.7
550	N/E	N/E	T	3.9	2	1.5	1	1
860	N/E	N/E	T	4.3	2.4	1.9	1.2	1.1

N/E: NO EXISTE

T : TAP TERMINAL

f) Derivadores de las Líneas Coaxiales Secundarias:

Los derivadores de las líneas secundarias se usa por lo general en medio de 2 esquinas de una calle, con el fin de extraer la suficiente y necesaria potencia de señal para los usuarios en esa cuadra. Al insertar estos taps o derivadotes en la línea producción una atenuación en la línea hacia delante de 0.5 a 3.5 dB, y por la salida de alta atenuación el valor varía según el requerimiento de diseño. El tap de la figura 4.14 tiene 8 salidas atenuadas con 17 dB

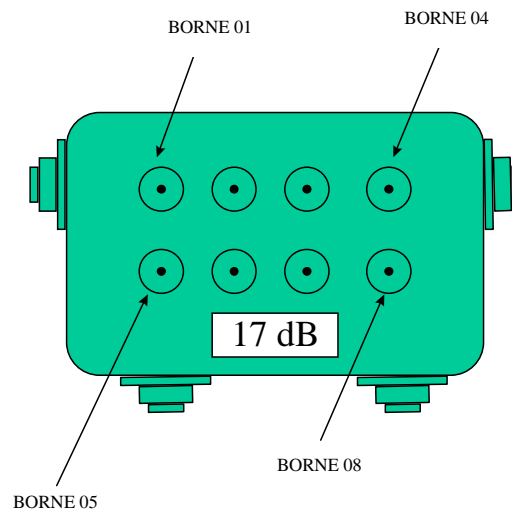


Fig. 4.14 Tap de 8 salidas

g) Amplificadores de señal:

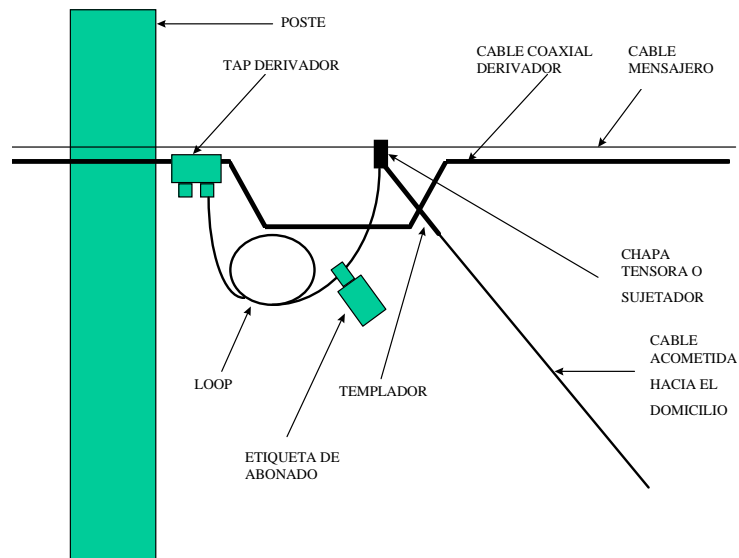
El amplificador considerado son de dos tipos para ampliaciones en la línea troncal principal y para los ramales secundarios. Ver la figura 4.15



Fig. 4.15 Amplificador de señal

4.3.8. Diseño de la Acometida:

- a) **Acometida en el Tap del Poste:** Se muestra en la figura 4.16



Altura Mínima del Alambre de Acometida

Zona de Cruce	Altura Mínima
Carreteras y Avenidas	7.00m
Calles y Caminos Vecinales	5.50m
Camino Peatonal - No vehicular	4.00m
Cruce de Ferrocarriles	8.00m

Not : No se recomienda cruzar Carreteras ni vías de Ferrocarril.

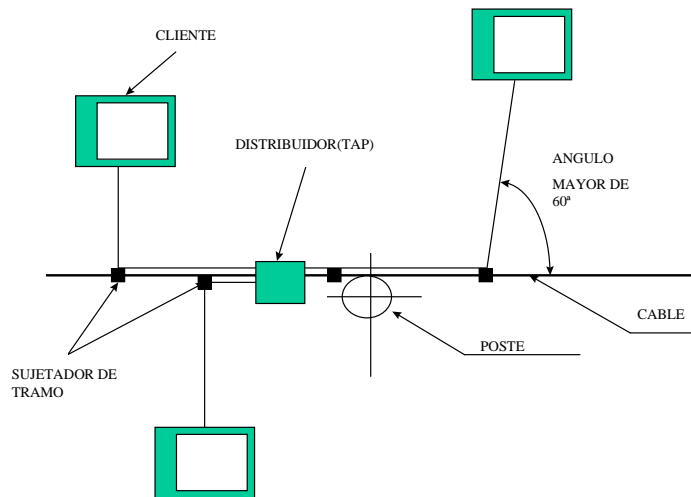
Fig. 4.16 Acometida en el poste

b) Tendido correcto de acometidas:

El Instalador buscará el recorrido más corto y estético para el tendido del cable de Acometida.

Cuando el cable de Acometida tuviese que pasar por dos o mas postes para llegar al Cliente, la sujeción en postes se hará como se muestra en el (dibujo), con la finalidad de que la Acometida no sufra esfuerzo por tensión.

El alambre de Acometida no debe llevar empalme.



Separación entre Cables Eléctricos y Alambre de Acometida

Conducto Eléctrico	Separación Mínima
Con Cubierta 200 Voltios	10 cm.
Desnudo hasta 750	60 cm.
Desnudo de 750 a 8700 Voltios	1.20 m.
Desnudo de 8700 a 50000 Voltios	1.80m.

Fig. 4.17 Tendido correcto en acometida

c) Instalación en domicilio: La distancia máxima al TV Standard o 1er TV desde el tap, no debe exceder de 100m. El 1er TV debe ser considerado la mínima distancia desde el splitter a cualquiera de los TV's. El Splitter debe ser ubicado en un lugar donde no le llegue el agua o la humedad. Ver figura 4.18

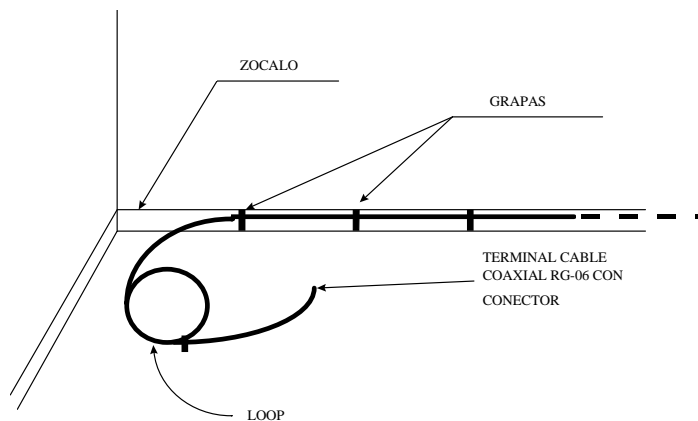


Fig. 4.18 Instalación en domicilio de usuario

d) Conexión equipo convertidor a televisor: El nivel de RF optimo a la entrada del TV debe estar entre los 60 dBuV y los 70 dBuV valores

menores ocasionaría que las señal se degrade, viéndose borrosa. De igual forma con valores mayores la señal se saturaría ocasionado que la señal también se vea borrosa.

El convertidor se debe usar cuando el TV no tenga la capacidad de sintonizar canales con frecuencias altas del plan de frecuencia de cable. En lugar de un convertidor se puede usar también un VHS.

Cuando la entrada de RF en algunos TV (antiguos) se de tipo 300 ohmios, se debe usar un adaptador de impedancia de 75 a 300 ohmios. Ver en la figura 4.19

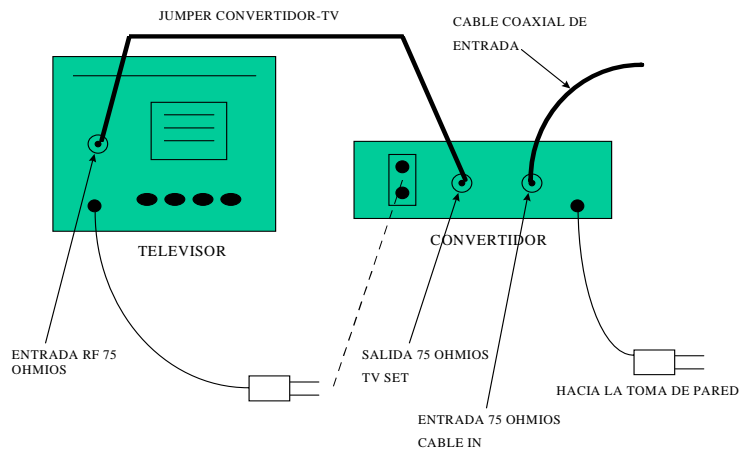


Fig. 4.19 Equipos convertidor de frecuencia

e) **Conector de Acometida:** Dicho conector se puede observar en la figura 4.20.

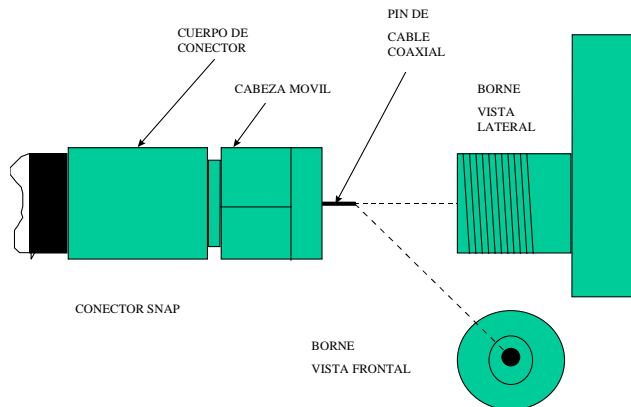


Fig. 4.20 Conector de acometida

- f) **Tap y Distribuidor de Bornes:** En la figura 4.21 se observa el tipo de taps que se utilizo para el calculo en las lineas de distribución de la planta externa.

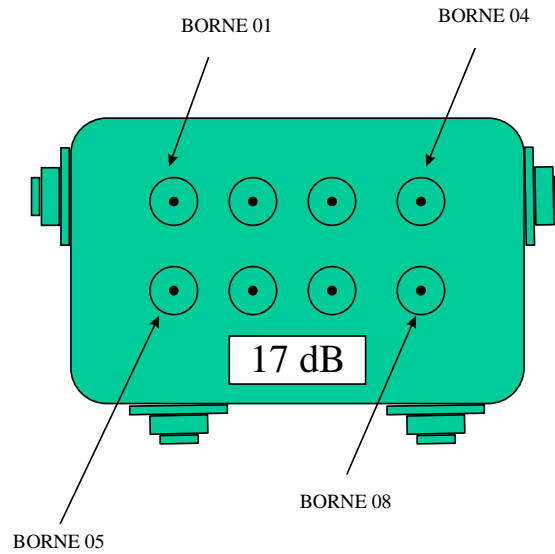


Fig. 4.21 Taps utilizados

- g) **Tapones de carga:** En la figura 4.22 se observa tapones que se colocan en las salidas libres de los taps para evitar el efecto antena.



Fig. 4.22 Tapones de carga RF

h) **Acometida en Tap de Montante:** Se puede observar en la figura 4.23

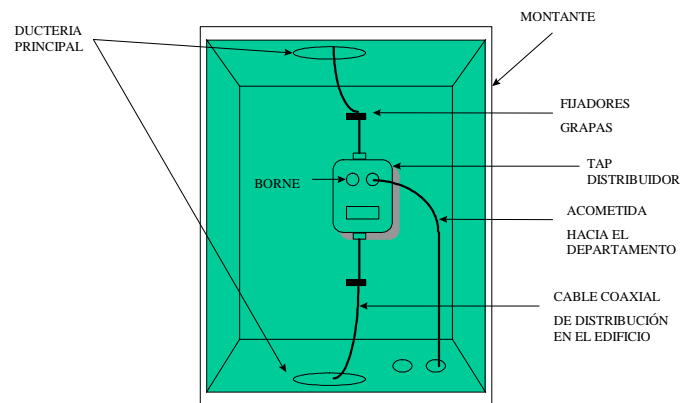


Fig. 4.23 Tap de montante

i) **Conector F-11:** Estos conectores son utilizados en la red en los terminales del cable coaxial RG-11.



Fig. 4.24 Conector F-11

- j) **Empalme tipo F:** Estos conectores o empalmadotes se utiliza para unir tramos de 2 líneas.



Fig. 4.25 Adaptadores F-F

- k) **Tap de interiores:**

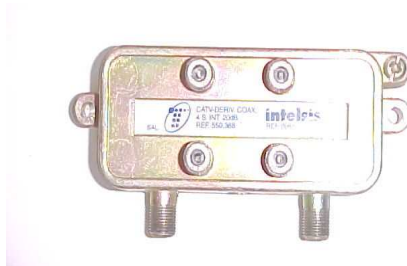


Fig 4.26 Taps interior

- l) **Splitter de 2, 3, y 4 vías:** Estos dispositivos se utiliza en la red después de la salida de los taps. Ver figura 4.26



Fig. 4.26 Splitter para instalaciones domiciliarias

m) Atenuador de línea:

Estos atenuadores se colocan cuando en un punto de la red es inevitable contar con un nivel alto de la señal, en este caso el atenuador obliga a obtener un valor normalizado. Ver figura 4.27



Fig. 4.27 Atenuador

n) Herramientas para instalación acometida: Son las herramientas necesarias para la instalación del servicio. Ver figura 4.28



Fig. 4.28 Herramientas de telecable

4.3.9. Fuente de Alimentación Eléctrica:

El subsistema de cabecera conjuntamente con las estaciones de recepción de satélite, utilizarán como fuente de alimentación de energía de la red de la Empresa Pública Regional ELECTRO-ORIENTE, con un consumo aproximado de 5,000 Watts, voltaje de 220 voltios para los equipos monitores y ventiladores y corriente de 120 voltios para los equipos receptores de satélite y moduladores.

También se ha considerado el uso de insertores de potencia, para alimentar los amplificadores ubicados en los ramales primarios.

Los insertores de potencia es un tipo de fuente de alimentación que genera corriente alterna de onda cuadrada que se inyecta a la red coaxial que no afecta la modulación de R.F. que circula por el cable coaxial.

4.3.10. Circuito de Protección. Pozo de Tierra

Consiste en proporcionar protección a los equipos de televisión ante eventuales descargas atmosféricas, mediante un camino de descarga que consiste entre el chasis y el pozo de tierra de alta conductividad.

El pozo de tierra como lo indica, es un pozo de aproximadamente 1.60 mts. de profundidad y un diámetro de 60 cm. de interior. Mediante diferentes capas, se rellena en forma alternada de material conductor como son: Sal industrial, carbón vegetal, arena o Thor Gel que es una sustancia química que mantiene la humedad y conductividad. En su interior se introduce cable desnudo AWG N°4/0, y a través de otro cable de cobre desnudo de diámetro 13.4 mm o menos, se conecta el pozo de tierra y el chasis utilizando una barra de conexión.

4.3.11. Metrado de equipos, materiales y mano de obra:

En la tabla 4.3 se detalla el metrado de la planta externa para red de TV cable y el monto total en equipos y materiales de USD \$ 44,942.10 dólares americanos

TABLA 4.3 Metrado de equipos y materiales para TV Cable

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	P.U. USD \$	Total USD \$
01	-Antenas parabólicas y accesorios de 3 metros de diámetro banda C.	UND	1.00	770.00	770.00
	-Antenas parabólicas y accesorios de 3.65 de diámetro banda C.	UND	2.00	1020.00	2040.00
	-Antenas parabólicas y accesorios de 4.87 metros de diámetro banda C.	UND	1.00	1820.00	1820
	-Antenas parabólicas y accesorios de 2 metros banda Ku.	UND	1.00	350.00	350.00
02	-Receptores Digitales de Satélite para señal libre	UND	46.00	140.00	6440.00
	-Receptores digitales para señal de paga.	UND	10.00	80.00	800.00
03		UND	1.00	50.00	50.00
04	-Antenas Yagi				
	-Filtros procesadores de señal.	UND	2.00	814.50	1,629.00
05	-Amplificador de RF banda ancha para canales locales.	UND	2.00	30.00	60.00
06	-Moduladores de Audio y video.	UND	58.00	163.00	9454.00
07	-Combinadores de 24 puertos de entrada.	UND	3.00	161.20	483.60
08	-Amplificador Headend	UND	1.00	350.00	350.00
09	-Equipo Insertor de potencia.	UND	1.00	600.00	600.00
10	-Amplificadores troncales de 32 dB de ganancia.	UND	4.00	350.00	1400.00
11	-Splitter bidireccional de 4 entradas y una salida.	UND	1.00	10.00	10.00
12	-Cable coaxial de 500.	ML	1815.00	2.10	3,811.50
13	-Cable coaxial RG-11	ML	5456.00	0.93	5074.08
14	-Cable coaxial RG-6	ML	37500.00	0.20	7500.00

15	-Conectores F-56	UND	1200.00	0.18	216.00
16	-Conectores F-11	UND	250.00	0.80	200.00
17	-Conectores para cable	UND	14.00	6.50	91.00
18	.500.				
19	-Pozo de tierra	UND	1.00	250.00	250.00
20	-Pararrayos	UND	1.00	500.00	500.00
21	-T1, taps de 2 vías 8 dB	UND	29.00	10.00	290.00
22	-T2, tap de 2 vías 11 Db	UND	8.00	10.00	80.00
23	-T3, tap de 2 vías 14 dB	UND	1.00	10.00	10.00
24	-T4, taps de 2 vías 17 dB	UND	2.00	10.00	20.00
25	-T5, tap de 2 vías 20 dB	UND	3.00	10.00	30.00
26	-T6, tap de 4vías 8 Db	UND	1.00	10.00	10.00
27	-T7, tap de 4 vías 11 dB	UND	6.00	12.00	72.00
28	-T8, tap de 2 vías 14 dB	UND	3.00	12.00	36.00
29	-T9, tap de 4vías 17dB	UND	2.00	12.00	24.00
30	-T10, tap de 4vías 20 Db	UND	2.00	12.00	24.00
31	-T11, tap de 4 vías 23 Db	UND	1.00	12.00	12.00
32	-T12, tap de 4 vías 26 dB	UND	2.00	12.00	24.00
34	-T13, tap de 8 vías 26 Db	UND	1.00	15.00	15.00
	-D4, splitter de 1 x 4 way	UND	33.00	12.00	396.00
TOTAL					44,942.10

En la tabla 4.4 se calcula la valorización de la mano para la implementación de la red de TV cable por un monto de USD \$ 5,447.90 dólares americanos

TABLA 4.4 Valorización de la Mano de Obra

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	P.U. USD \$	Total USD \$
01	-Antenas parabólicas y accesorios de 3 metros de diámetro banda C.	UND	1.00	100.00	100.00
	-Antenas parabólicas y accesorios de 3.65 de diámetro banda C.	UND	2.00	120.00	240.00
	-Antenas parabólicas y accesorios de 4.87 metros de diámetro banda C.	UND	1.00	180.00	180.00

02	-Antenas parabólicas y accesorios de 2 metros banda Ku.	UND	1.00	50.00	50.00
	-Receptores Digitales de Satélite para señal libre	UND	46.00	3.00	138.00
	-Receptores digitales para señal de paga.	UND	10.00	8.00	80.00
03	-Antenas Yagi	UND	1.00	15.00	15.00
04	-Filtros procesadores de señal.	UND	2.00	3.00	6.00
05	-Amplificador de RF banda ancha para canales locales.	UND	2.00	2.00	4.00
06	-Moduladores de Audio y video.	UND	58.00	4.00	232.00
07	-Combinadores de 24 puertos de entrada.	UND	3.00	5.0	15.00
08	-Amplificador Headend	UND	1.00	3.00	3.00
09	-Equipo Insertor de potencia.	UND	1.00	10.00	10.00
10	-Amplificadores troncales de 32 dB de ganancia.	UND	4.00	10.00	40.00
11	-Splitter bidireccional de 4 entradas y una salida.	UND	1.00	2.00	2.00
12	-Cable 0.500 de diámetro.	ML	1815.00	0.20	363.00
13	-Cable coaxial RG-11	ML	5456.00	0.15	818.40
14	-Cable coaxial RG-6	ML	1500.00	1.80	2700.00
15	-Conectores F-56	UND	1200.00	0.10	120.00
16	-Conectores F-11	UND	250.00	0.12	30.00
17	-Conectores para cable 0.500.	UND	14.00	0.25	3.50
18	-Pozo de tierra	UND	1.00	50.00	50.00
19	-Pararrayos	UND	1.00	60.00	60.00
20	-T1, taps de 2 vías 8 dB	UND	29.00	2.00	58.00
21	-T2, tap de 2 vías 11 Db	UND	8.00	2.00	16.00
22	-T3, tap de 2 vías 14 dB	UND	1.00	2.00	2.00
23	-T4, taps de 2 vías 17 dB	UND	2.00	2.00	4.00
24	-T5, tap de 2 vías 20 dB	UND	3.00	2.00	6.00
25	-T6, tap de 4vías 8 Db	UND	1.00	2.00	2.00
26	-T7, tap de 4 vías 11 dB	UND	6.00	2.00	12.00

27	-T8, tap de 2 vías 14 dB	UND	3.00	2.00	6.00
28	-T9, tap de 4vías 17dB	UND	2.00	2.00	4.00
29	-T10, tap de 4vías 20 Db	UND	2.00	2.00	4.00
30	-T11, tap de 4 vías 23 Db	UND	1.00	2.00	2.00
31	-T12, tap de 4 vías 26 dB	UND	2.00	2.00	4.00
32	-T13, tap de 8 vías 26 Db	UND	1.00	2.00	2.00
34	-D4, splitter de 1 x 4 way	UND	33.00	2.00	66.00
TOTAL					5,447.90

En la tabla 4.5 y 4.6 se muestra el metrado de la planta externa como red híbrida Coaxial FO por el monto de USD \$ 51,293.60 dólares americanos y para los equipos de planta interna para datos USD \$ 79,421.58 dólares americanos,. Cabe indicar que el cable 0.500 de diámetro es el cable fundamental para mantener niveles óptimos de nivel de la señal tanto en bajada como en retorno.

TABLA 4.5 Metrado de equipos y materiales de la planta externa con proyección para datos.

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	P.U. USD \$	Total USD \$
01	-Antenas parabólicas y accesorios de 3 metros de diámetro banda C.	UND	1.00	770.00	770.00
	-Antenas parabólicas y accesorios de 3.65 de diámetro banda C.	UND	2.00	1020.00	2040.00
	-Antenas parabólicas y accesorios de 4.87 metros de diámetro banda C.	UND	1.00	1820.00	1820
	-Antenas parabólicas y accesorios de 2 metros banda Ku.	UND	1.00	350.00	350.00
02	-Receptores Digitales de				

03	Satélite para señal libre	UND	46.00	140.00	6440.00
	-Receptores digitales para señal de paga.	UND	10.00	80.00	800.00
04	-Antenas Yagi	UND	1.00	50.00	50.00
05	-Filtros procesadores de señal.				
06	-Amplificador de RF banda ancha para canales locales.	UND	2.00	814.50	1,629.00
		UND	2.00	30.00	60.00
07	-Moduladores de Audio y video.				
08	-Combinadores de 24 puertos de entrada.	UND	58.00	163.00	9454.00
		UND	3.00	161.20	483.60
09	-Transmisor Optico	UND	1.00	2,650.00	2650.00
10	-Splitter optico de cabecera	UND	1.00	120.00	120.00
11	-Nodos opticos o TROBA de la red primaria.	UND	6.00	1650.00	9900.00
12	-Splitter bidireccional de 4 entradas y una salida.	UND	1.00	10.00	10.00
13	-Cable coaxial de 500.	ML	4000.00	2.10	8400.00
14	-Cable coaxial RG-11	ML	3500.00	0.93	3255.00
15	-Cable coaxial RG-6	ML	37500.00	0.20	7500.00
16	-Conectores F-56	UND	3000.00	0.18	540.00
17	-Conectores F-11	UND		0.80	
18	-Conectores para cable .500.	UND	100.00	6.50	650.00
19	-Pozo de tierra	UND	1.00	250.00	250.00
20	-Pararrayos	UND	1.00	500.00	500.00
21	-T1, taps de 2 vías 8 dB	UND	5.00	10.00	50.00
23	-T7, tap de 4 vías 11 dB	UND	30.00	10.00	300.00
24	-T13, tap de 8 vías 11 Db	UND	2.00	10.00	20.00
25	-T14, tap de 8 vías 14 dB	UND	27.00	10.00	270.00
26	-T15, tap de 8 vías 17 dB	UND	1.00	10.00	10.00
27	-D3, splitter de 1x3 way	UND	2.00	12.00	24.00
28	-D4, splitter de 1 x 4 way	UND	69.00	12.00	828.00
29	-Fibra Optica Mono 12 fib.	ML	1400.00	1.450	2030.00
TOTAL					51,293.60

TABLA 4.6 Metrado de equipos y materiales planta interna para datos

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	P.U. USD \$	Total USD \$
01	-Equipos CMTS	UND	01	19,500.00	19,500.00
02	-Equipos Cable módem	UND	640	75.80	48512.00
03	-Transcoder digital	UND	01	650.00	650.00
04	-Ecuador para nodo	UND	06	15.504	93.02
05	-Nodo Optico	UND	06	1,650.00	9,900.00
06	-Splitter Optico 1X3 sal.	UND	02	138.00	414.00
07	-Splitter Optico 1x2 sal.	UND	01	120.00	120.00
08	-Patch Cord 5m	UND	10	23.256	232.56
TOTAL					79,421.58

Para la mano de obra se ha considerado un incremento de \$ 2,000.00 para la implementación de los equipos de cabecera y planta externa como son los nodos opticos, el transmisor óptico, los splitter, haciendo un total de USD \$ 7,447.90 dólares americanos.

4.3.12. Características de calidad del Servicio

a) Calidad de la Emisión

El nivel de RF óptimo a la entrada del TV debe estar entre los 60 dBuV y los 70 dBuV valores menores ocasionaría que las señal se degrade, viéndose borrosa. De igual forma con valores mayores la señal se saturaría ocasionado que la señal también se vea borrosa.

Cuando la entrada de RF en algunos TV (antiguos) se de tipo 300 ohmios, se debe usar un adaptador de impedancia de 75 a 300 ohmios también conocida como balun.

b) Evitar Doble imagen.

El problema de doble imagen aparece cuando los canales que se transmiten por cable que coinciden con los canales de aire (antena) se juntan; esto sucede con los canales locales. El traslape de esas dos señales produce doble imagen. La razón es algún conector flojo tanto en la red de distribución como en la red de abonado, dependiendo donde comience la doble imagen. La doble imagen sigue el sentido de la señal de RF.

Para detectar una falla por doble imagen es indispensable el uso del TV, para el proceso de descarte en planta y en la casa de abonado.

c) Imagen Lluviosa

La imagen lluviosa generalmente significa tener niveles de video bajos; un televisor se vería lluvioso con niveles por debajo de los 0 dBmV, dependiendo de su estado.

El método para solucionar problemas de niveles degradados es el de descarte, que también es usado con los problemas de doble imagen. Los motivos para tal son elementos pasivos o activos averiados, conectores F-11 y F-56 averiados, cable mal pelado, cable averiado, Tornillo de ajuste del tap con el pin del coaxial flojo, cable RG-6 averiado (roto), borne del tap averiado. Ver la figura 4.29

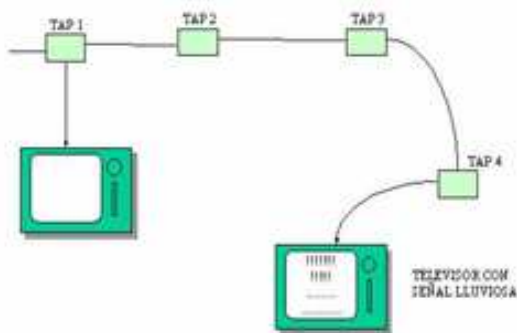


Fig. 4.29 Imagen Lluviosa

d) Señal a ruido

Para mantener un nivel adecuado de la imagen en el televisor la relación señal ruido debe mantenerse en 70Db.

e) El ruido de ingreso de señales indeseadas

En casa de los usuarios, el ingreso de señales indeseadas se inicia en los televisores, otros puntos importantes de ingreso de señales indeseadas son los divisores no terminados (sin cargas), pobres conexiones caseras (clandestinas), el empleo de productos de nivel casero que presentan pobres pérdidas de retorno y malas conexiones de tierra. Ver figura 4.30

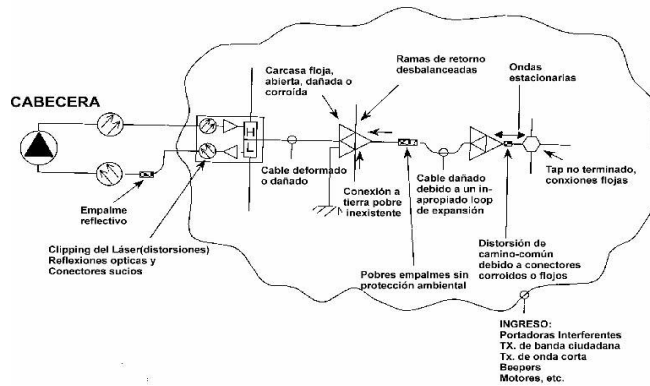


Fig. 4.30 Ingreso de ruido en la red

f) Consideraciones en la Casa del Usuario

Todos los conectores en los puntos de conexión no deben estar desajustados. Los conectores deberán hacer rosca limpiamente.

Los conectores no deben tener ningún conductor que pueda hacer corte entre su carcasa y el conductor concéntrico.

El pin concéntrico en el conector debe tener el tamaño adecuado para una buena conexión.

El cable coaxial no debe estar doblado en 90°, rasgado, aplastado, etc.

4.4. Diseño de la Red para la Implementación de Nuevos Servicios

4.4.1. Para el Servicio de Internet

a) Diseño de la Planta Interna:

En ésta etapa se adicionan un equipo CMTS, un transcoder digital que cambia la señal de datos a RF, 01 Transmisor óptico, un splitter óptico de una entrada a 2 salidas, un servidor de conmutación para voz IP. En la figura 4.31 se detalla la planta interna con servicios de datos.

b) Diseño de la Planta Externa:

Para la planta externa se ha considerado el uso de 2 splitter ópticos de 1 entrada a 3 salidas, con estos 2 splitter se implementa 6 nodos ópticos que significan 6 subredes por zonas que cubren el servicio en la localidad de Picota.

De la cabecera se sale con 2 cables de FO de 12 hilos monomodo, un cable se direcciona hacia el splitter ubicado en el NODO 1 y el otro cable se direcciona al splitter ubicado en el NODO 3.

En el Nodo 1 el cable se bifurca en 2 ramales de FO, para constituir el NODO 2 y el NODO 4. En el nodo 1 una de las salidas del splitter óptico alimenta a un nodo óptico para tender el ramal secundario hacia la calle Grau que termina en el Malecón Huallaga.

En el NODO 5 se bifurca para extender la FO y determinar el NODO 6. Mayor detalle de la red y las subredes de los nodos ópticos de puede observar en la Lámina 1 y en la figura 4.32.

Para poder determinar la cobertura de cada subred se ha tenido que realizar 2 análisis una en la ruta de bajada y la otra en la ruta de subida.

Para la bajada el nivel óptimo en boca de tap es de 70 dBuV y en retorno se ha estimado que el nivel en boca de tap es de 109 dBuV. Ver la Tablas 4.7 y 4.8

TABLA 4.7 Cálculo en directa

Cálculo en directa	@ 54 Mhz	@ 500 Mhz
Nivel deseado en TV	60	60
Pérdida cable RG6 (30 mts)	1.42	4.35
Pérdida divisor domiciliario	4.1	5.2
Nivel requerido en boca del tap	65.52	69.55
Nivel de directa mínimo requerido En boca de tap para diseño	67 dBuV	70 dBuV

TABLA 4.8 Calculo en Retorno:

Cálculo en retorno	@ 5 Mhz	@ 50 Mhz
Nivel Máximo salida CableModem	115 dBuV	115 dBuV
Pérdida cable RG6 (30 mts)	0.6	1.42
Pérdida divisor domiciliario	3.5	4.0
Nivel máximo disponible en boca de Tap	110.9	109.58
Nivel de retorno máximo disponible en boca de tap adoptado para diseño	110 dBuV	109 dBuV

c) Instalación de la plataforma en el casa del usuario:

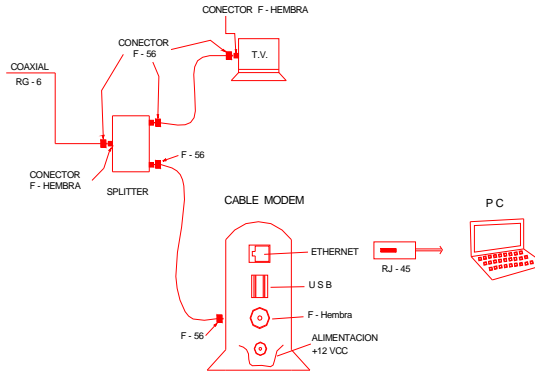


Fig. 4.33 Plataforma de servicios en casa del usuario

En la figura 4.34 se puede observar los niveles de voltaje de salida del Cable módem valores que ha servido para tomar como punto de partida para los cálculos de retorno, la salida de cable módem es variable dependiendo cuanto de atenuación se encuentra en la ruta de retorno hasta llegar al nodo óptico. Se ha tomado el valor de 55 dBmV o su equivalente de 115 dBuV.

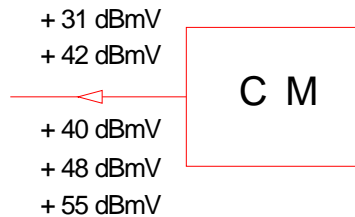


Fig. 4.34 Cable modem y valores de retorno.

4.4.2. Para el Servicio de Voz IP y Fax.

En la figura 4.31, se muestra la plataforma de servicios de TV, Internet y voz IP. Se ha considerado el uso de teléfonos IP en domicilio del usuario, y para la conmutación se ha considerado en la Cabecera de la red un servidor que desarrolla la conmutación mediante software.

Para el servicio de fax también se ha considerado el uso de fax IP.

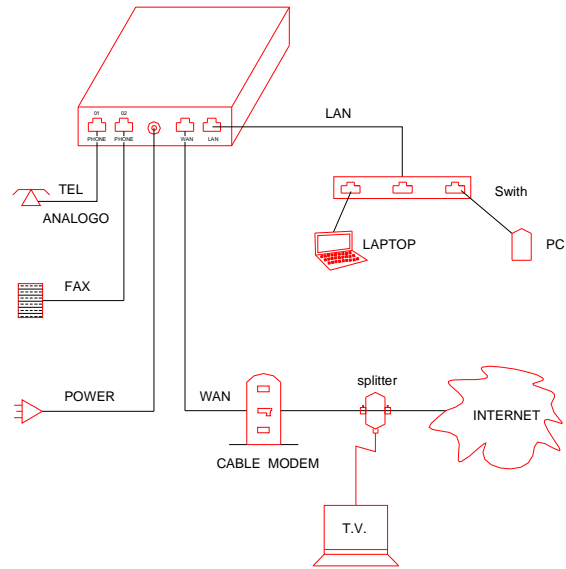


Fig. 4.35 Diagrama de conexiones plataforma de servicios IP

En las figuras 4.36, 4.37, 4.38, 4.39, 4.40 y 4.41 se puede observar las conexiones de las subredes de los nodos ópticos. Asimismo se presenta la figura 4.41 respecto de la leyenda de la lámina 1.

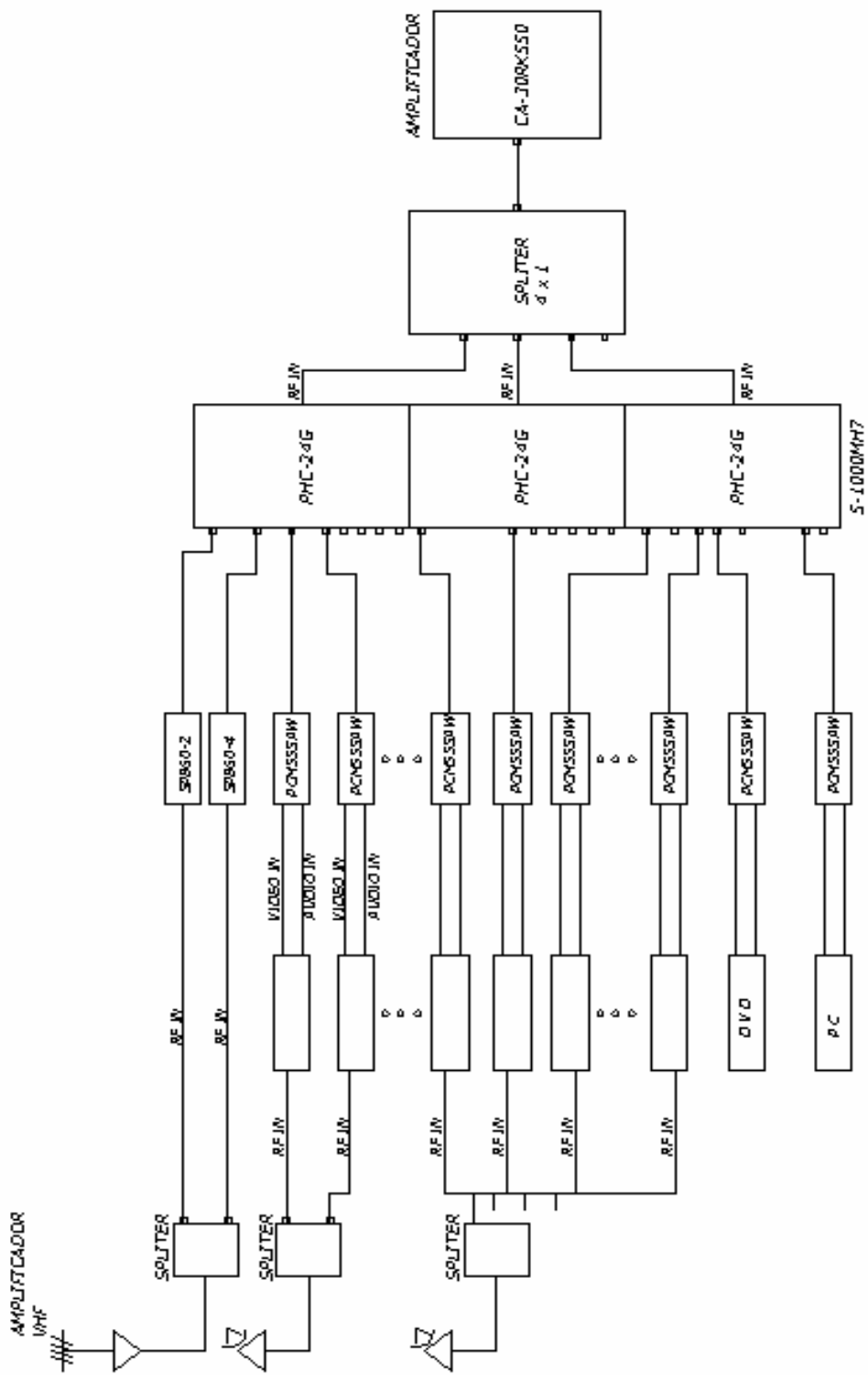


Fig. 4.1 Arquitectura de la Planta interna de la red de TV cable

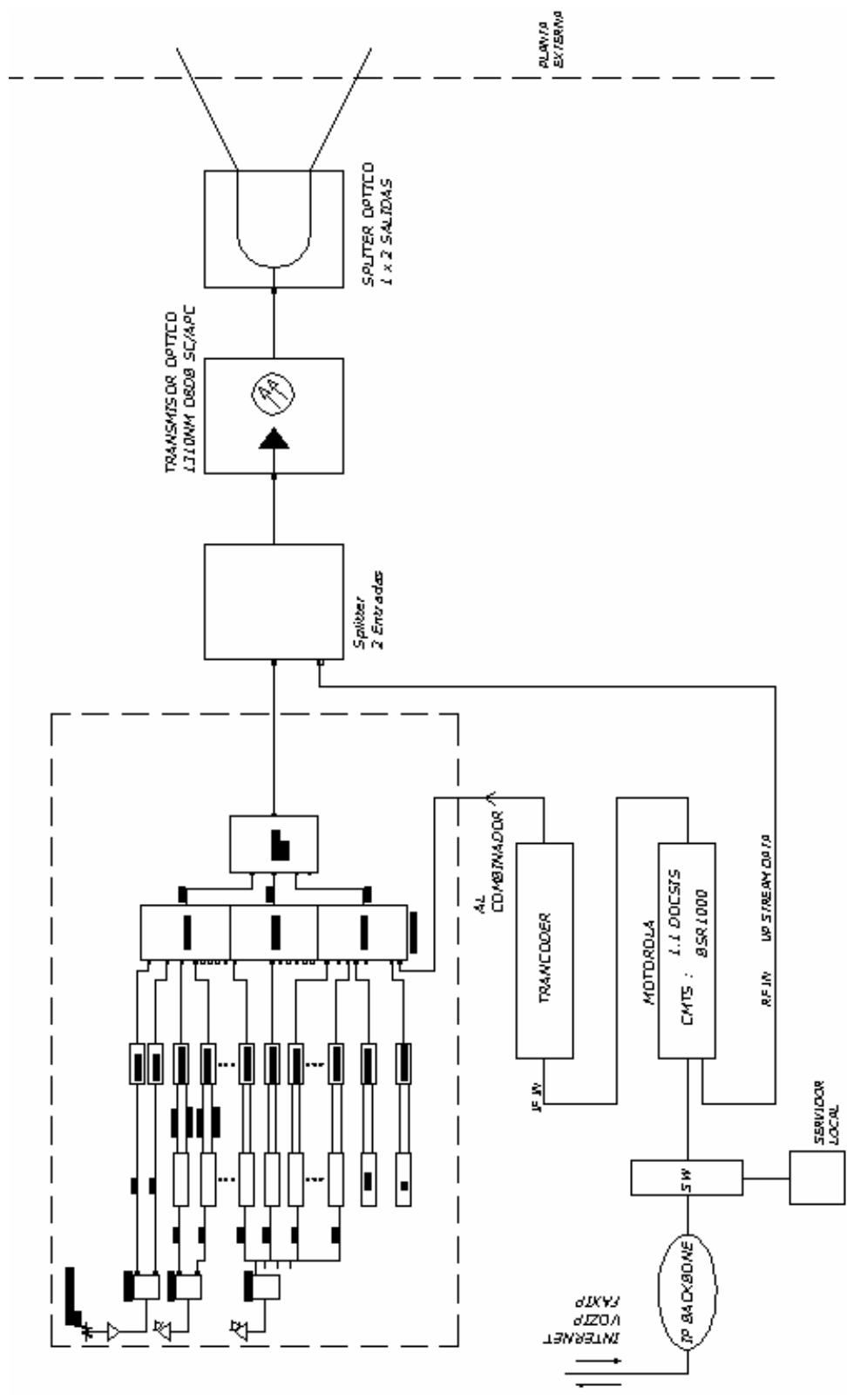


Fig. 4.31 Arquitectura de la Planta interna de la red de TV cable más datos

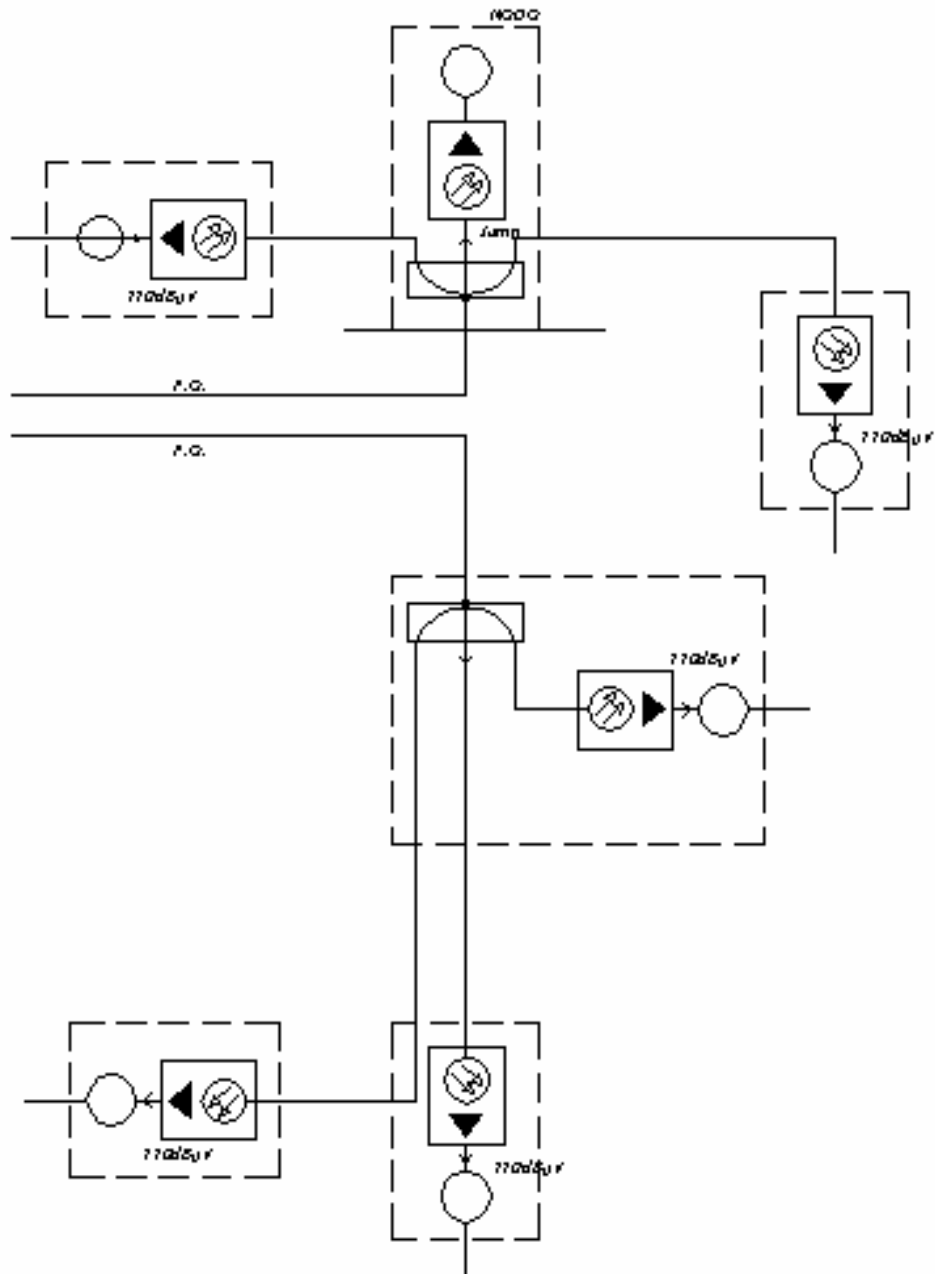


Fig. 4.32 Diseño de la Planta Externa de fibra óptica

N1

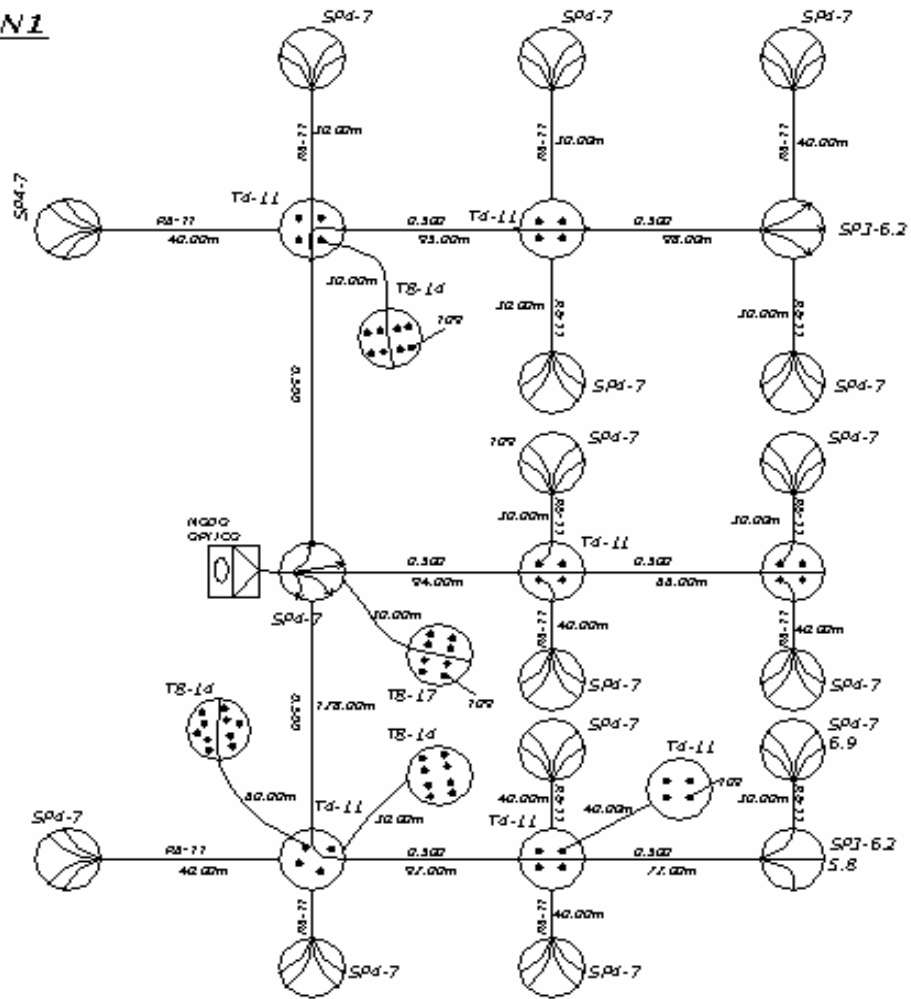


Fig. 4.36 Nodo Optico 1 y su cobertura de red

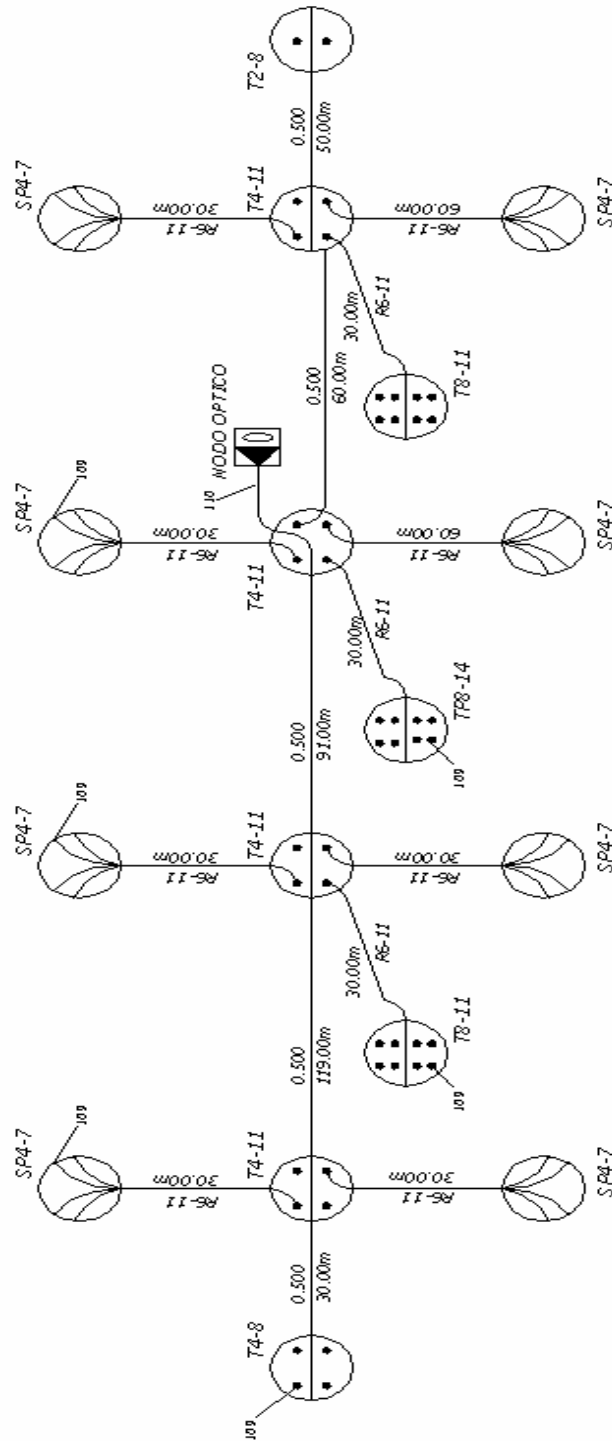


Fig. 4.37 Nodo Optico 2 y su cobertura de red

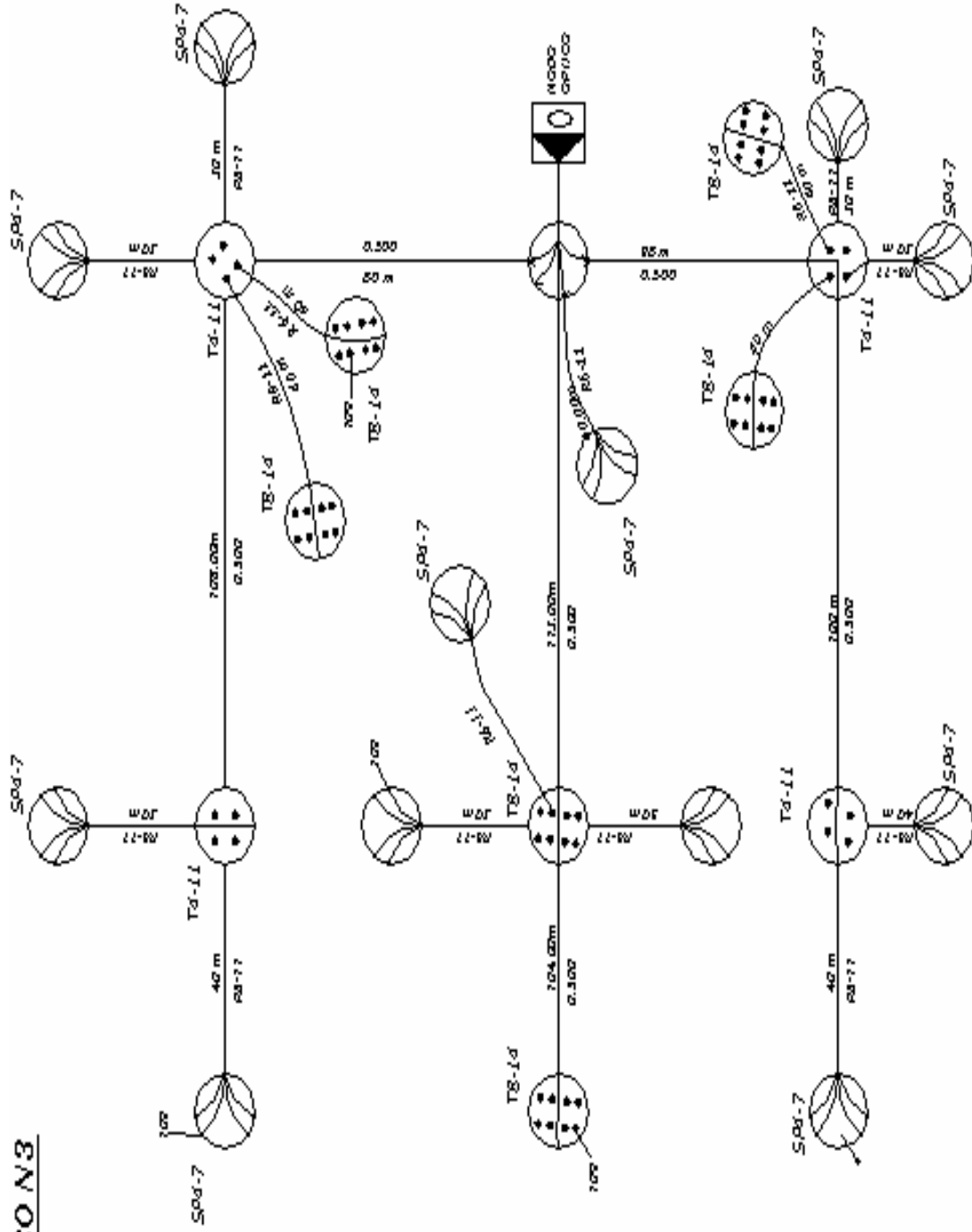


Fig. 4.38 Nodo Optico 3 y su cobertura de red

SUB RED NODO OPTICO N4

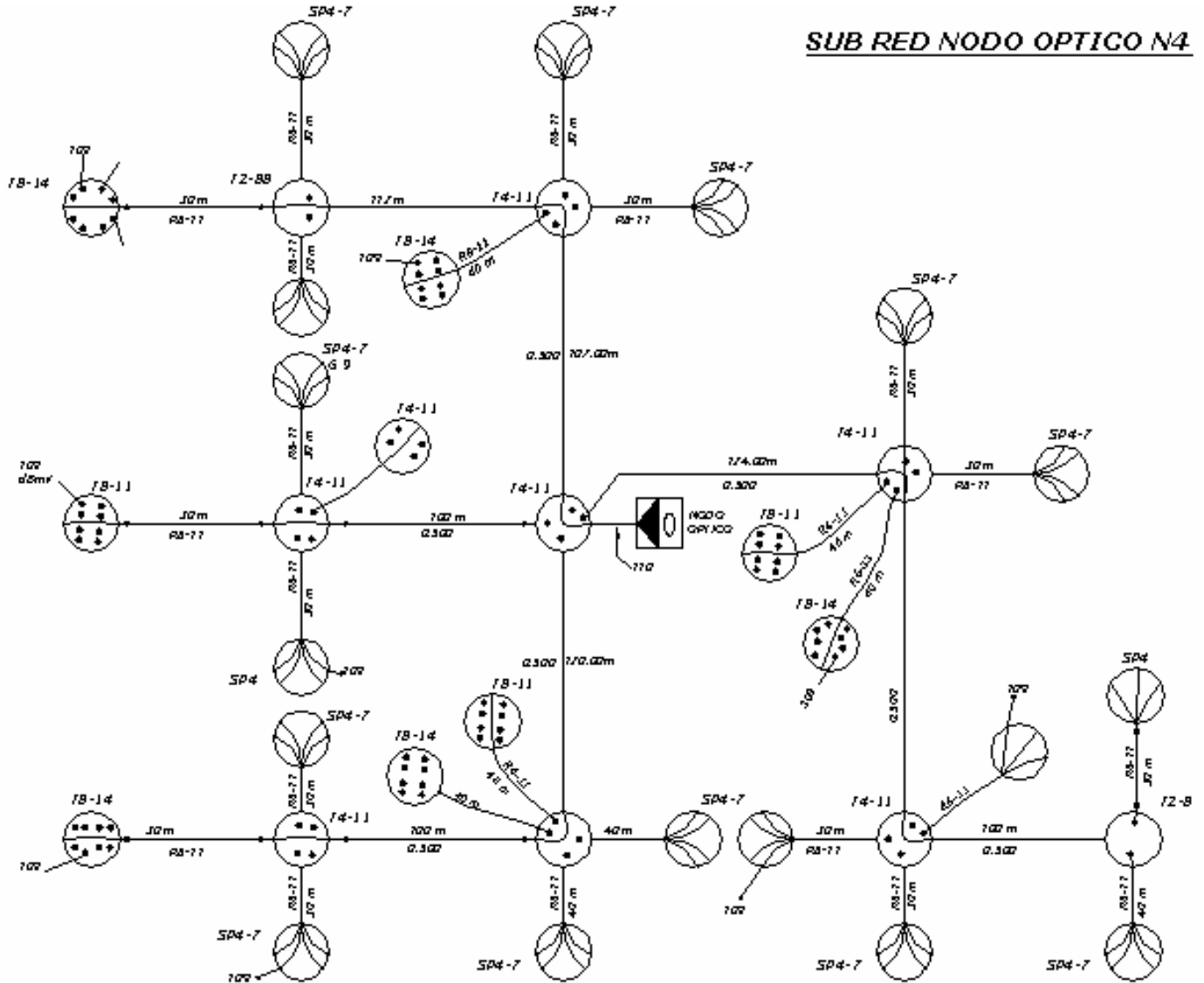


Fig. 4.39 Nodo Optico 4 y su cobertura de red

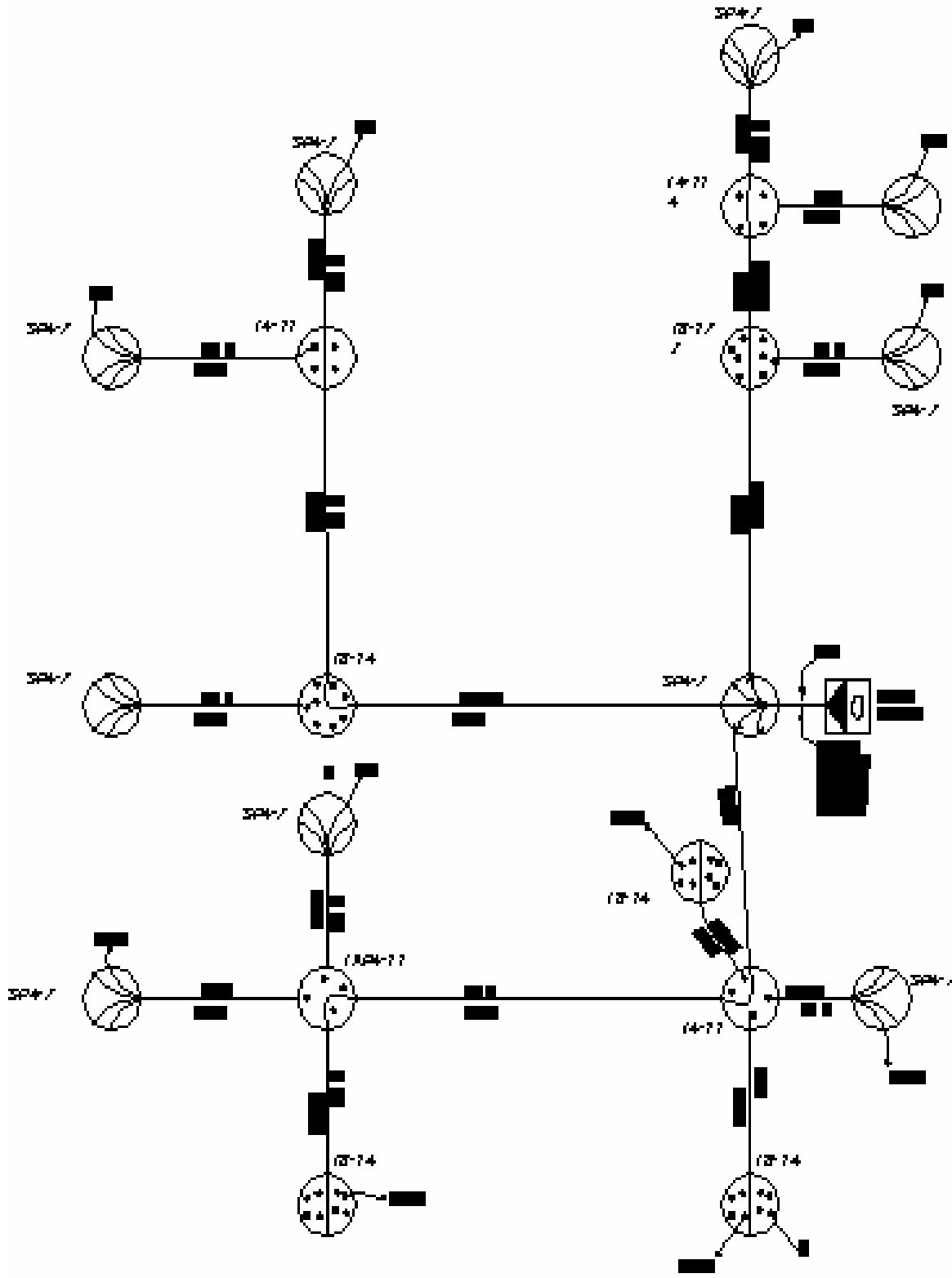


Fig. 4.40 Nodo Optico 5 y su cobertura de red

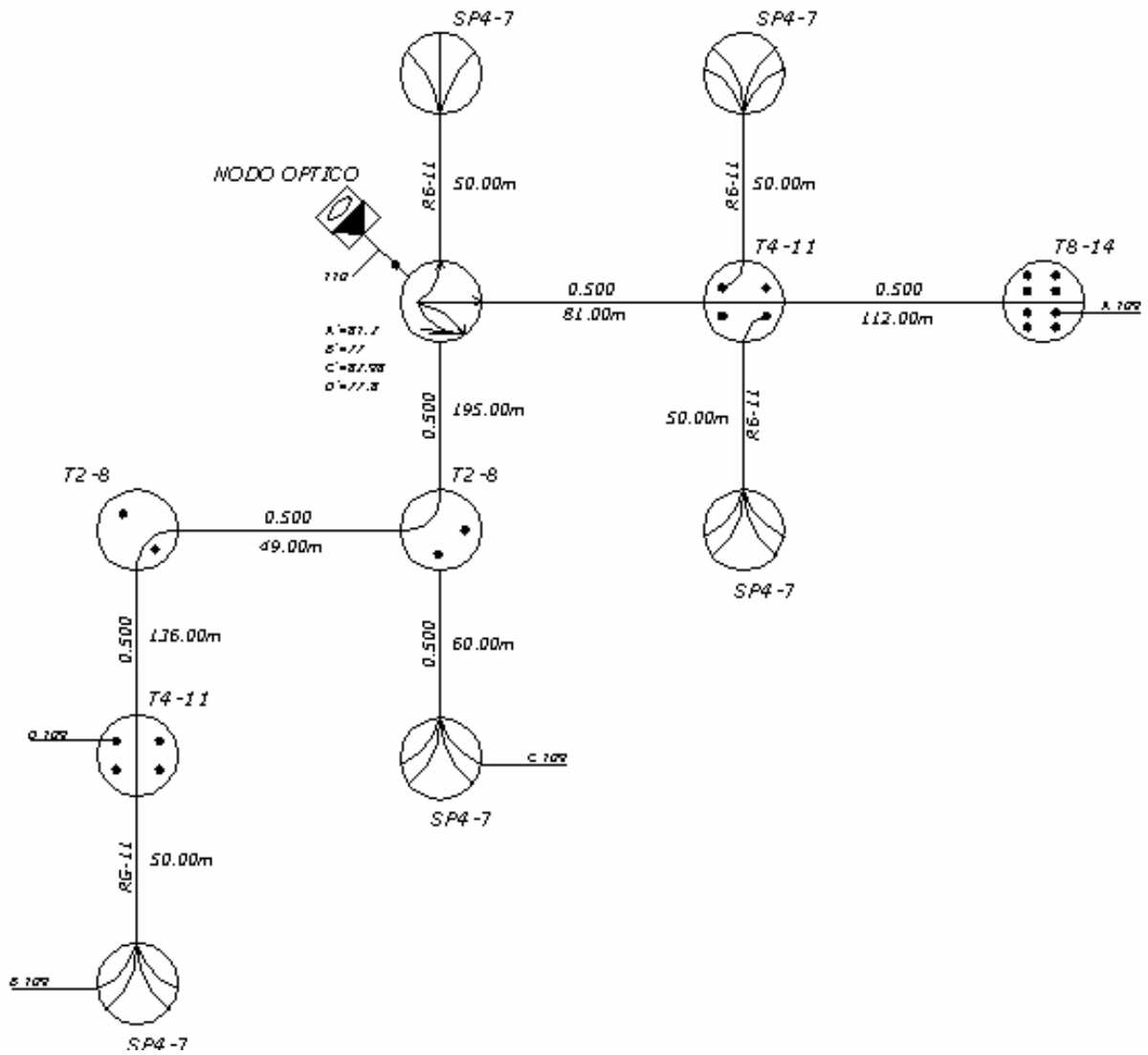


Fig. 4.41Nodo Optico 6 y su cobertura de red

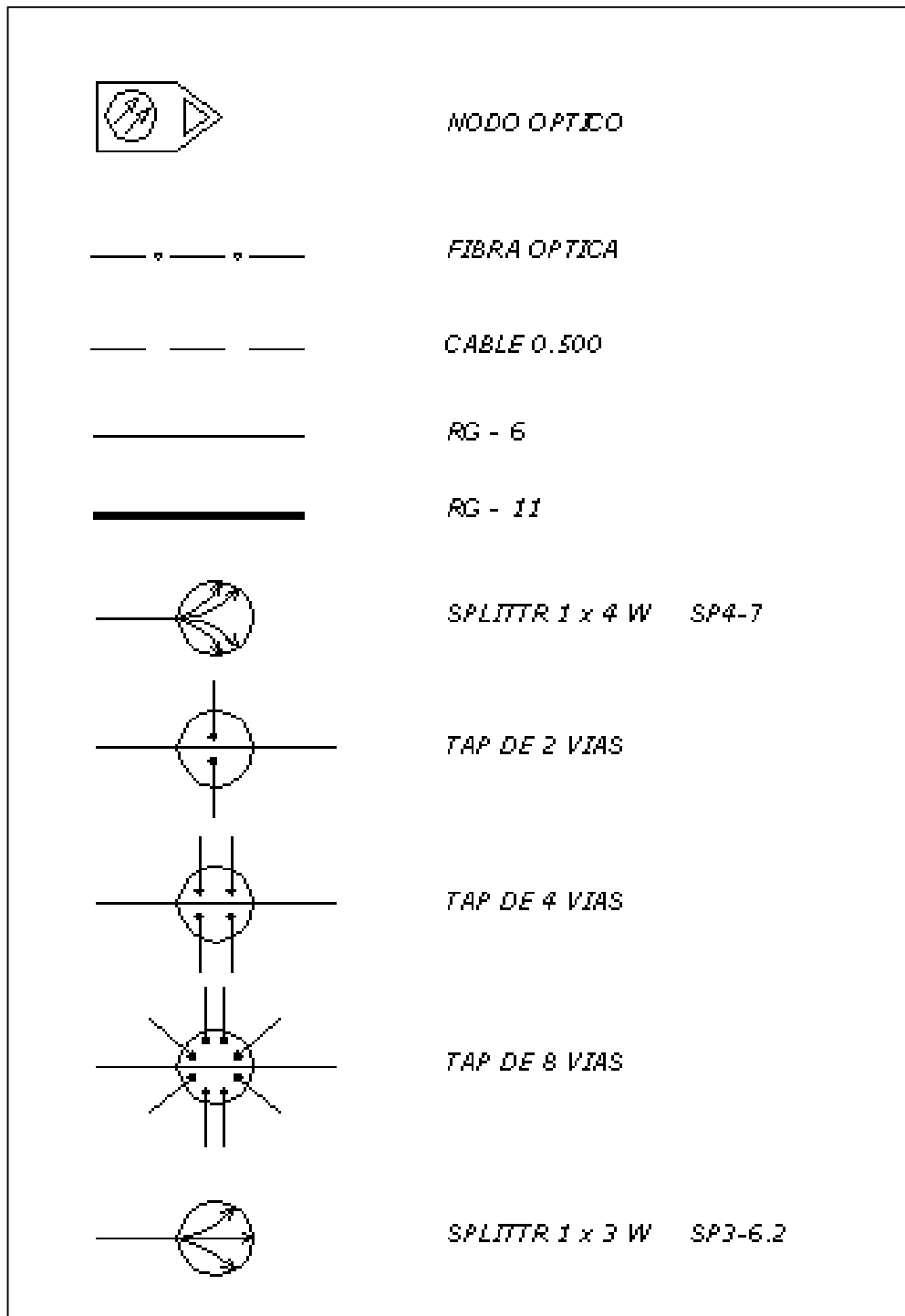


Fig. 4.42 Leyenda de la Lámina 1.

**CAPITULO V
EVALUACION ECONOMICA**

5.1. Para Televisión por Cable:

5.1.1 Monto de Inversión::

En La tabla 5.1 se muestra el cuadro de inversiones en lo que corresponde solamente a la implementación para el servicio de Televisión por cable, la misma que asciende a la suma total de USD \$ 62,283.24 dólares americanos. Esta inversión contiene inversión fija más la inversión en capital de trabajo

TABLA 5.1 CUADRO DE INVERSIONES DEL PROYECTO PARA TV CABLE

DETALLE		Cantidad	Precio Unitario \$	Total \$
1.1.	INVERSION FIJA.			
	<u>INVERSIÓN TANGIBLE.</u>			
	Equipos y materiales diversos	Varios	44,942.10	44,942.10
	Instalación de Activos		5,447.99	5,447.99
	SUB TOTAL			50,390.09
	<u>INVERSIONES INTANGIBLES</u>			
	Licencia MTC	0.25 UIT		259.15
	Permisos Municipales	Estimad.		100.00
	SUB TOTAL			359.15
	Total Inversión Fija			50,749.24
1.2	CAPITAL DE TRABAJO.			
	Pago de personal			4,000.00
	Materiales y Mantenimiento de equipos			400.00
	Alquiler de postes			750.00

	Canon mensual	150	0.50	22.00
	Tasa de explotación			87.00
	Pago proveedor TV	Unid. 10	20.00	400.00
	Gastos Operativos de Funcionamiento	Unid. 10	30.50	800.00
	SUB TOTAL			6,459.00
	imprevisto 10% de la inversión fija			5,075.00
	TOTAL INVERSIONES			62,283.24

5.1.2 Estructura del Financiamiento:

En la tabla 5.2 se muestra los requerimientos de la Inversión que serán cubiertos en un 65% con préstamo bancario y la diferencia mediante el aporte de capital de trabajo.

TABLA 5.2 Composición del financiamiento

Fuentes de Financiamiento	%	Importe \$
Financiamiento Bancario	65%	40,485.00
Financiamiento Propio	35%	21,798.24
TOTAL		62,283.24

La tasa anual de Interés para este tipo de inversiones es 16.90% efectiva anual y el servicio de deuda incluye cuotas constantes efectivo mensuales por espacio de 3 años 1.31% con una cuota de deuda de USD \$ 1,417.74 dólares americanos.

En la tabla 5.3 se detalla las amortizaciones mensuales.

TABLA 5.3 Tabla referencial de amortizaciones

Periodo	Cuota	Interés	Amortizaciones	Saldo de Deuda
0				40,485.00
1	1,417.74	530.35	887.39	39,597.61
2	1,417.74	518.73	899.01	38,698.60
3	1,417.74	506.95	910.79	37,787.81
4	1,417.74	495.02	922.72	36,865.09
5	1,417.74	482.93	934.81	35,930.29

6	1,417.74	470.69	947.05	34,983.23
7	1,417.74	458.28	959.46	34,023.77
8	1,417.74	445.71	972.03	33,051.75
9	1,417.74	432.98	984.76	32,066.98
10	1,417.74	420.08	997.66	31,069.32
11	1,417.74	407.01	1,010.73	30,058.59
12	1,417.74	393.77	1,023.97	29,034.62
13	1,417.74	380.35	1,037.39	27,997.23
14	1,417.74	366.76	1,050.98	26,946.25
15	1,417.74	353.00	1,064.74	25,881.51
16	1,417.74	339.05	1,078.69	24,802.82
17	1,417.74	324.92	1,092.82	23,709.99
18	1,417.74	310.60	1,107.14	22,602.86
19	1,417.74	296.10	1,121.64	21,481.21
20	1,417.74	281.40	1,136.34	20,344.88
21	1,417.74	266.52	1,151.22	19,193.65
22	1,417.74	251.44	1,166.30	18,027.35
23	1,417.74	236.16	1,181.58	16,845.77
24	1,417.74	220.68	1,197.06	15,648.71
25	1,417.74	205.00	1,212.74	14,435.97
26	1,417.74	189.11	1,228.63	13,207.34
27	1,417.74	173.02	1,244.72	11,962.61
28	1,417.74	156.71	1,261.03	10,701.58
29	1,417.74	140.19	1,277.55	9,424.04
30	1,417.74	123.45	1,294.29	8,129.75
31	1,417.74	106.50	1,311.24	6,818.51
32	1,417.74	89.32	1,328.42	5,490.09
33	1,417.74	71.92	1,345.82	4,144.27
34	1,417.74	54.29	1,363.45	2,780.82
35	1,417.74	36.43	1,381.31	1,399.51
36	1,417.74	18.23	1,399.51	

5.1.3 Cálculo de la Tasa Interna de Retorno:

En la tabla 5.4 se presenta el flujo de caja proyectado hasta por 5 años flujo a través del cual nos ha permitido determinar el TIRE de 66.26% y 47.68 % respectivamente. De igual forma en la tabla 5.5 se puede apreciar el cuadro de producción de los servicios.

TABLA 5.4 Flujo de Caja proyectado

UJO DE CAJA PROYECTADO						
	PERIODO EN AÑOS					
DETALLE	0	1	2	3	4	5 A MAS
INGRESOS:						
INGRESOS						
Servicio a usuarios		76824	108834	147246	176055	176055
Venta de publicidad		11844	14090	14664	14664	14664
Por instalaciones		10500	3000	5250		
Total Ingresos		99168	125924	167160	190719	190719
COSTOS						
Costo Fijo	55465.09					
Impuestos	359.15					
Pago de personal		48000	52000	60000	65000	70000
Materiales y Mantenimiento de equipos		4800	5400	6000	6600	7200
Arquiler de postes		9000	9000	9000	9000	9000
Rentón mensual		260	300	350	400	460
Costo de explotación		384.12	544.17	736.23	880.275	880.275
Pago proveedor TV		12000	12500	12500	12500	12500
Costos Operativos de Funcionamiento		9600	8400	8400	8400	8400
Arrendamiento MTC		260	260	260	260	260
Total Costos	55824.24	84304.12	88404.17	97246.23	103040.275	108700.275
	-					
UJO DE CAJA ECONOMICO	55824.24	14863.88	37519.83	69913.77	87678.725	82018.725
Depreciación						
Amortizaciones		17012.88	17012.88	17012.88		
Depreciaciones		5562.49656	3626.972658	1364.17246		
Financiación Impositiva			16879.97734	51536.7175	87678.725	82018.725
	-	-				
UJO DE CAJA FINANCIERO	55824.24	7711.49656	16879.97734	51536.7175	87678.725	82018.725
Préstamo de Capital	18330.24					
Pago de Impuestos			3375.995468	10307.3435	17535.745	16403.745
Saldo de Caja Residual			13503.98187	41229.374	70142.98	65614.98

TIRE . 66.26 %

TIRF. 47.68

TABLA 5.5 Cuadro de Producción de Servicios de TV Cable

PRODUCCIÓN DE SERVICIOS

				programa de producción por seis meses											
	Unid. Med.	Cant.	Precio Unitario \$	1er semestre		2do semestre		3er semestre		4to semestre		5to semestre		6to	
				0-6	\$	6-12	\$	13-18	\$	19-24	\$	25-30	\$	31-36	
os	Unidades	500	10.67	500	32,010.00	700	44,814.00	800	51,216.00	900	57,618.00	1050	67,221.00	12	
ad	Minutos	500	1.88	500	5,640.00	550	6,204.00	600	6,768.00	650	7,322.00	650	7,332.00	65	
	Unidades	500	15	500	7,500.00	200	3,000.00	100	1,500.00	100	1,500.00	150	2,250.00	20	
ima					45,150.00		54,018.00		59,484.00		66,440.00		76,803.00		

5.1.4 Viabilidad Económica Financiera

De acuerdo a la Tasa de Descuento que se paga por el financiamiento del préstamo que es 16.9% para inversiones de esta naturaleza la evaluación muestra que el proyecto es altamente rentable ya que la TIRE es 66.26% y TIRF 46.68%. Indicador financiero que muestra las bondades del proyecto. Estos valores demuestran que sólo con la inversión en el servicio de televisión por cable se garantiza la rentabilidad del proyecto.

5.2. Para Televisión por Cable más Internet, Voz IP y Fax:

5.2.1. Monto de la Inversión:

En La tabla 5.6 se muestra el cuadro de inversiones en lo que corresponde solamente a la implementación para el servicio de Televisión por cable, la misma que asciende a la suma total de USD \$172,895.23 dólares americanos. Esta inversión contiene inversión fija más la inversión en capital de trabajo.

TABLA 5.6 Cuadro de Inversiones

DETALLE		Cantidad	Precio Unitario \$	Total \$
1.1.	INVERSION FIJA.			
	<u>INVERSIÓN TANGIBLE.</u>			
	Equipos y materiales diversos	Varios	51,293.60	51,293.60
	Equipos para Datos		79,421.58	79,421.58
	Instalación de Activos		7,447.90	7,447.90
	SUB TOTAL			138,163.08
	<u>INVERSIONES INTANGIBLES</u>			
	Licencia MTC	0.25 UIT		259.15
	Permisos Municipales	Estimsad.		100.00
	SUB TOTAL			359.15
	Total Inversión Fija			138,522.23
1.2	CAPITAL DE TRABAJO.			
	Pago de personal			8,000.00
	Materiales y Mantenimiento de equipos			4,500.00
	Alquiler de postes			750.00
	Canon mensual	150	0.50	22.00
	Tasa de explotación			149.00
	Pago proveedor TV	Unid. 10	20.00	400.00
	Pago proveedor Internet		2,500.00	2,500.00
	Pago proveedor Tel IP	Kbsp.		2,400.00
	Gastos Operativos de Funcionamiento	Unid. 10	30.50	1,800.00
	SUB TOTAL			20,521.00
	imprevisto 10% de la inversión fija			13,852.00
	TOTAL INVERSIONES			172,895.23

5.2.2. Estructura del financiamiento:

En la tabla 5.7 se muestra los requerimientos de la Inversión que serán cubiertos en un 65% con préstamo bancario y la diferencia mediante el aporte de capital de trabajo.

En la tabla 5.8 se detalla las amortizaciones.

TABLA 5.7 Composición del financiamiento

Los requerimientos de la Inversión serán cubiertos en un 65% con préstamo bancario y la diferencia mediante el aporte de capital de trabajo.

COMPOSICIÓN DEL FINANCIAMIENTO

Fuentes de Financiamiento	%	Importe \$
Financiamiento Bancario	65%	90,040.00
Financiamiento Propio	35%	48,482.23
TOTAL		138,522.23

LA tasa anual de Interés para este tipo de inversiones es 16.90% efectiva anual. Y el servicio de deuda incluye cuotas constantes efectivo mensuales por espacio de 3 años 1.31%

Cuota de Deuda 3153.11

TABLA 5.8 Cuadro referencial de amortizaciones

Periodo	Cuota	Interés	Amortizaciones	Saldo de Deuda
0				90,040.00
1	3153.11	1,179.52	1,973.59	88,066.41
2	3153.11	1,153.67	1,999.44	86,066.97
3	3153.11	1,127.48	2,025.63	84,041.34
4	3153.11	1,100.94	2,052.17	81,989.17
5	3153.11	1,074.06	2,079.05	79,910.12
6	3153.11	1,046.82	2,106.29	77,803.83
7	3153.11	1,019.23	2,133.88	75,669.95
8	3153.11	991.28	2,161.83	73,508.12
9	3153.11	962.96	2,190.15	71,317.97
10	3153.11	934.27	2,218.84	69,099.12
11	3153.11	905.20	2,247.91	66,851.21
12	3153.11	875.75	2,277.36	64,573.85
13	3153.11	845.92	2,307.19	62,266.66
14	3153.11	815.69	2,337.42	59,929.24
15	3153.11	785.07	2,368.04	57,561.21
16	3153.11	754.05	2,399.06	55,162.15
17	3153.11	722.62	2,430.49	52,731.66
18	3153.11	690.78	2,462.33	50,269.34
19	3153.11	658.53	2,494.58	47,774.75
20	3153.11	625.85	2,527.26	45,247.49
21	3153.11	592.74	2,560.37	42,687.13
22	3153.11	559.20	2,593.91	40,093.22
23	3153.11	525.22	2,627.89	37,465.33
24	3153.11	490.80	2,662.31	34,803.01
25	3153.11	455.92	2,697.19	32,105.82
26	3153.11	420.59	2,732.52	29,373.30
27	3153.11	384.79	2,768.32	26,604.98
28	3153.11	348.53	2,804.58	23,800.40
29	3153.11	311.79	2,841.32	20,959.07
30	3153.11	274.56	2,878.55	18,080.52
31	3153.11	236.85	2,916.26	15,164.27
32	3153.11	198.65	2,954.46	12,209.81
33	3153.11	159.95	2,993.16	9,216.65
34	3153.11	120.74	3,032.37	6,184.28
35	3153.11	81.01	3,072.10	3,112.18
36	3153.11	81.01	3,072.10	

5.2.3. Calculo de la Tasa interna de Retorno

En la tabla 5.9 se presenta el flujo de caja proyectado hasta por 5 años flujo a través del cual nos ha permitido determinar el TIRE de 127.04% y 78.82 % respectivamente. De igual forma en la tabla 5.10 se puede apreciar el cuadro de producción de los servicios.

TABLA 5.9 Flujo de Caja Proyectado

FLUJO DE CAJA PROYECTADO		PERIODO EN AÑOS					
DETALLE	0	1	2	3	4	5 A MAS	
BENEFICIOS:							
INGRESOS							
Servicio a usuarios		76,824.00	108,834.00	147,246.00	176,055.00	176,055.00	
Venta de publicidad		11,844.00	14,090.00	14,664.00	14,664.00	14,664.00	
Por instalaciones		10,500.00	3,000.00	5,250.00			
Por Internet (Mensual)		102,000.00	126,000.00	148,800.00	223,200.00	223,200.00	
Instalación Internet		35,000.00	30,000.00	27,000.00			
Por Telefonía IP Cargo fijo (mensual)		7,750.00	15,750.00	18,600.00	34,224.00	34,224.00	
Por larga distancia (mensual)		12,400.00	25,200.00	29,760.00	44,640.00	44,640.00	
Total Ingresos		256,318.00	322,874.00	391,320.00	492,783.00	492,783.00	
COSTOS							
Activo Fijo	138,163.08						
Intangibles	14,211.15						
Pago de personal	8,000.00	96,000.00	52,000.00	60,000.00	65,000.00	70,000.00	
Materiales y Mantenimiento de equipos	4,500.00	54,000.00	56,700.00	59,535.00	62,511.75	65,637.34	
Alquiler de postes	750.00	9,000.00	9,450.00	9,922.50	10,418.63	10,939.56	
Canon mensual	22.00	264.00	300.00	350.00	400.00	460.00	
Tasa de explotación	149.00	384.12	544.17	736.23	880.28	880.28	
Pago proveedor TV	400.00	4,800.00	5,040.00	5,292.00	5,556.60	5,834.43	
Gastos Operativos de							
Funcionamiento	1,800.00	21,600.00	22,680.00	23,814.00	22,680.00	23,814.00	
Licencia MTC	259.15	260.00	260.00	260.00	260.00	260.00	
Pago proveedor Internet	2,500.00	30,000.00	31,500.00	33,075.00	20,837.00	19,845.00	
Pago proveedor Tel IP	2,400.00	28,800.00	30,240.00	31,752.00	33,339.60	35,006.58	
Total Costos	152,374.23	245,108.12	208,714.17	224,736.73	221,883.85	232,677.18	

FLUJO DE CAJA -							
ECONOMICO	152374.23	11,209.88	114,159.83	166,583.27	270,899.15	260,105.82	
Préstamo	90,040.00						
Amortizaciones		37,837.32	37,837.32	37,837.32			
Intereses		12,371.17	8,066.48	3,074.39			
Ganancia Impositiva			68,256.03	125,671.56	270,899.15	260,105.82	
FLUJO DE CAJA							
FINANCIERO	-62334.23	-38,998.61	68,256.03	125,671.56	270,899.15	260,105.82	
Aporte de Capital	62334.23						
Pago de Impuestos		0	13,651.21	25,134.31	54,179.83	52,021.16	
Saldo de Caja Residual	0		54,604.82	100,537.25	216,719.32	208,084.66	

TIRE = 127.04 %

TIRF = 78.82 %

TABLA 5.10 Programa de Producción de Servicios

PROGRAMA DE PRODUCCIÓN DE SERVICIOS							
Detalle				programa de producción por seis meses			
	Unid. Med.	Cantidad	Precio Unitario \$	1er semestre		2do semestre	
				0-6	\$	6-12	\$
Servicio a usuarios	Unidades	500	10.67	500	32010	700	44814
Venta de publicidad	Minutos	500	1.88	500	5640	550	6204
Por instalaciones	Unidades	500	15	500	7500	200	3000
Por Internet (Mensual)	Unidad.	400	20	400	48000	450	54000
Instalación	Unidad.	400	50	400	20000	50	15000

Internet							
Por Telefonía IP Cargo fijo (mensual)	Unidad.	400	2.5	400	1000	450	6750
Por larga distancia (mensual)	Unidad.	400	4	400	1600	450	10800
TOTAL Programa de Producción					115750		140568

5.2.4. Viabilidad Económica Financiera

De acuerdo a la Tasa de Descuento que se paga por el financiamiento del préstamo que es 16.9% para inversiones de esta naturaleza la evaluación muestra que el proyecto es altamente rentable ya que la TIRE es 127.04% y TIRF 78.82%. Indicador financiero que muestra las bondades del proyecto. Estos valores demuestran que con una inversión adicional para nuevos servicios a través de la misma red la rentabilidad se incrementa notablemente.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. De la evaluación económica del proyecto se concluye que es un proyecto de alta rentabilidad. Cuando se utiliza la red para un servicio, sólo para TV, la rentabilidad es del 47.68 %, pero cuando se incrementa nuevos servicios utilizando las misma red hibrida la rentabilidad del proyecto sube al 78.82%. Es decir cuando el proyecto brinda 3 servicios, TV Internet y voz IP, a través de la misma red la rentabilidad mejora notablemente.
2. Para proyectos futuros en la línea de servicios de telecomunicaciones el uso de la fibra optica es recomendable ya que los costos de los mismos ha disminuido notablemente, viabilizando proyectos de ésta naturaleza.
3. Al demostrar a través del presente la viabilidad técnica y económica del proyecto se recomienda como alternativa para muchas localidades del país donde existan estas redes que en la actualidad vienen brindando servicios de televisión, se adapten a ésta tecnología.
4. La implementación del presente proyecto a nivel nacional contribuirá al incremento de la densidad telefónica y de Internet del país, ya que según el MTC, en el país a nivel nacional existen aproximadamente 400 pequeñas empresas de televisión por cable,
5. Recomendar a las empresas privadas a no desconfiar para que realicen inversión en éste rubro de telecomunicaciones por la bondades económicas del mismo.
6. Técnicamente se ha demostrado la funcionabilidad de la convergencia de servicios mediante la compartición del mismo medio de transmisión.
7. Es un proyecto que aporta a la ingeniería nacional y a la inversión privada.

ANEXO A: LA ECUACION DE SHANNON

Claude Shannon después de la investigación de Nyquist estudio el cómo el ruido afecta a la transmisión de datos. Shannon tomo en cuenta la razón *señal-a-ruido* del canal de transmisión (medido en decibeles o dB) y derivó el teorema de Capacidad de Shannon.

$$C = B \log_2(1+S/N) \text{ bps}$$

Un típico canal telefónico de voz tiene una razón de señal a ruido de 30 dB ($10^{(30/10)} = 1000$) y un ancho de banda de 3,000 Hz. Si sustituimos esos valores en el teorema de Shannon:

$$C = 3,000 \log_2(1+1000) = 30,000 \text{ bps}$$

Debido a que $\log_2(1001)$ es igual al logaritmo natural de $\ln(1001)/\ln(2)$ y es igual a 9.97, el teorema nos demuestra que la capacidad máxima de un canal telefónico es aproximadamente a 30,000 bps.

Debido a que los canales de comunicación no son perfectos, ya que están delimitados por el ruido y el ancho de banda. El teorema de Shannon-Hartley nos dice que es posible transmitir información libre de ruido siempre y cuando la tasa de información no exceda la Capacidad del Canal.

Así, si el nivel de S/N es menor, o sea la calidad de la señal es más cercana al ruido, la capacidad del canal disminuirá.

Esta capacidad máxima es inalcanzable, ya que la fórmula de Shannon supone unas condiciones que en la práctica no se dan. No tiene en cuenta el ruido impulsivo, ni la atenuación ni la distorsión. Representa el límite teórico máximo alcanzable.

¿Cuanto nivel de S/N requeriríamos para transmitir sobre la capacidad del canal telefónico, digamos a 56,000bps?

De la fórmula de Shannon;

$$C = B \log_2(S/N + 1) = \text{bps} = B \log_2(10^{(\text{dB}/10)} + 1)$$

despejando los dB

$$\text{bps}/B = \log_2(10^{(\text{dB}/10)} + 1)$$

$$2^{(\text{bps}/B)} = 10^{(\text{dB}/10)} + 1$$

$$10^{(\text{dB}/10)} = 2^{(\text{bps}/B)} - 1$$

$$\text{dB}/10 = \log_{10}(2^{(\text{bps}/B)} - 1)$$

$$\text{dB} = 10 \cdot \log_{10}(2^{(\text{bps}/B)} - 1)$$

sustituyendo

$$B = 3,000 \text{ y } \text{bps} = 56,000$$

$$\text{dB} = 10 \cdot \log_{10}(2^{(56,000/3,000)} - 1)$$

$$\text{dB} = S/N = 56.2 \text{ dB}$$

Lo que significa que si queremos rebasar el límite de Shannon debemos de aumentar el nivel de S/N.

ANEXO B: El Espectro Electromagnético

	Longitud de onda (m)	Frecuencia (Hz)	Energía (J)
Rayos gamma	< 10 pm	>30.0 EHz	>19.9E-15 J
Rayos X	< 10 nm	>30.0 PHz	>19.9E-18 J
Ultravioleta Extremo	< 200 nm	>1.5 PHz	>993E-21 J
Ultravioleta Cercano	< 380 nm	>789 THz	>523E-21 J
Luz Visible	< 780 nm	>384 THz	>255E-21 J
Infrarrojo Cercano	< 2.5 μm	>120 THz	>79.5E-21 J
Infrarrojo Medio	< 50 μm	>6.00 THz	>3.98E-21 J
Infrarrojo Lejano/submilimétrico	< 1 mm	>300 GHz	>199E-24 J
Microondas	< 30 cm	>1.0 GHz	>1.99e-24 J
Ultra Alta Frecuencia Radio	<1 m	>300 MHz	>1.99e-25 J
Muy Alta Frecuencia Radio	<10 m	>30 MHz	>2.05e-26 J
Onda Corta Radio	<180 m	>1.7 MHz	>1.13e-27 J
Onda Media (AM) Radio	<650 m	>650 kHz	>4.31e-28 J

<u>Onda Larga</u> <u>Radio</u>	<10 km	>30 kHz	>1.98e-29 J
Muy Baja Frecuencia <u>Radio</u>	>10 km	<30 kHz	<1.99e-29 J

ANEXO C EL DECIBEL

Equivale a la décima parte de un bel. Una unidad de referencia para medir la potencia de una señal o la intensidad de un sonido. El nombre bel viene del físico norteamericano Alexander Graham Bell (1847-1922).

El decibel es una unidad relativa de una señal, tal como la potencia, voltaje, etc. Los logaritmos son muy usados debido a que la señal en decibeles (dB) puede ser fácilmente sumada o restada y también por la razón de que el oído humano responde naturalmente a niveles de señal en una forma aproximadamente logarítmica. La ganancia de Potencia G de un amplificador es la razón entre la potencia de salida a la potencia de entrada.

$$G = P_2 / P_1$$

Si la potencia de salida (P_2) es de 15 W y la de entrada (P_1) de 0.5 W,

$$G = 15 \text{ W} / 0.5 \text{ W} = 30$$

Lo que significa que la potencia de salida es 30 veces mayor que la de entrada. por lo tanto la *ganancia de potencia en decibeles* se define como:

$$G'(\text{dB}) = 10 \cdot \log_{10}(G)$$

donde G' = ganancia de potencia en decibeles

G = ganancia de potencia (sin unidades)

Si un circuito determinado tiene una ganancia de potencia de 100, su ganancia en decibeles es:

$$G' = 10 \cdot \log_{10}(100) = 20 \text{ dB}$$

La ganancia G' es adimensional, pero para estar seguros de no confundirla con la ganancia normal de potencia G , se añade la palabra decibel (dB). Cada vez que una respuesta se expresa en decibeles automáticamente se sabrá que se trata de la ganancia en decibeles de potencia y no de la ganancia normal de potencia.

Para transformar de decibeles a unidades absolutas :

$P = 10^{x/10}$ donde x esta dado en decibeles

Las ganancias en decibeles se suman

Puesto que la ganancia total de potencia de dos etapas en cascada es de

$$G = G_1 G_2$$

pueden tomarse logaritmos en ambos lados para obtener

$$\log G = \log G_1 G_2 = \log G_1 + \log G_2$$

y, al multiplicar ambos miembros por 10, se tiene

$$10 \log G = 10 \log G_1 + 10 \log G_2$$

lo que también puede escribirse como

$$G' = G'_1 + G'_2$$

donde G' = ganancia de potencia total en decibeles

G'_1 = ganancia de potencia en decibeles de la primera etapa

G'_2 = ganancia de potencia en decibeles de la segunda etapa

Referencia de 1 mW

Aunque los decibeles se usan generalmente con la ganancia de potencia, a veces se emplean para indicar el nivel de potencia respecto a 1 mW. En este caso, se usa el símbolo dBm, donde la m significa que la referencia es a un milliwatt.

$$P' = 10 \log(P/1mW)$$

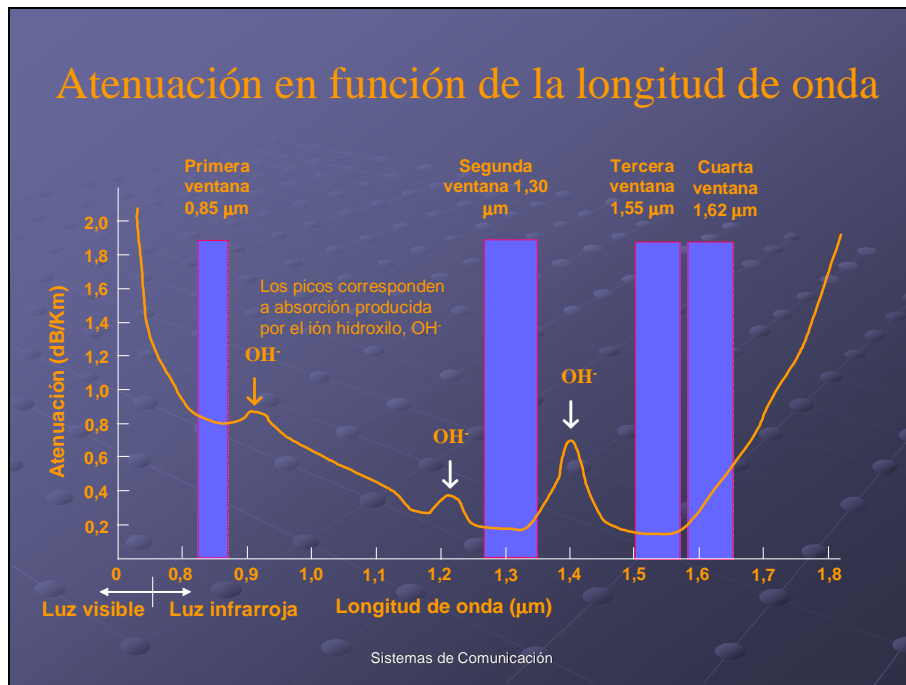
donde P' = potencia en dBm P = potencia en watts

Por ejemplo, si la potencia es de 0.5 W, entonces

$$P' = 10 \log (0.5 \text{ W} / 1 \text{ mW}) = 10 \log 500 = 27 \text{ dBm}$$

ANEXO D

ESPECTRO OPTICO



Esta gráfica muestra la atenuación de la fibra óptica en función de la longitud de onda. Como se indica en la figura las crestas que aparecen se deben a la absorción debida al ión hidroxilo, OH⁻. A medida que las técnicas de fabricación de fibra óptica van mejorando la altura de esas crestas disminuye. Se espera que en el futuro se pueda reducir la cresta de 1,4 micras, lo cual permitirá ensanchar la segunda y tercera ventanas. Recientemente se ha defendido una cuarta ventana en la zona de 1,62 micras. A pesar de lo que indica la figura la atenuación en esta cuarta ventana es similar a la de la tercera. Probablemente la discrepancia se deba a que la curva refleje la atenuación de una fibra antigua.

Ventanas de la Fibra Óptica

- ☐ La fibra óptica no es igualmente transparente a todas las λ (longitudes de onda); hay cuatro 'ventanas' en las que es más transparente:

Ventana	λ (nm)	Atenuación (dB/Km)	Alcance (Km)	Costo optoelectrónico	Usos
1ª	850	2,3	2	Bajo	LAN (GE)
2ª (banda S)	1310	0,5	40	Medio	LAN (GE, 10GE), WAN (SONET)
3ª (banda C)	1550	0,25	160	Elevado	LAN (GE, 10GE), WAN (SONET, WDM)
4ª (banda L)	1625			Muy elevado	DWDM

GE: Gigabit Ethernet
10GE: 10 Gigabit Ethernet
Sistemas de Comunicación

Las bandas de longitud de onda en las que la fibra óptica es más transparente se denominan ventanas. Todas ellas se encuentran fuera del espectro visible, en la zona del infrarrojo, aunque la primera ventana está cerca de la luz visible (750 nm).

Cada ventana se caracteriza por una atenuación diferente, lo cual condiciona el alcance máximo de la señal luminosa. Las longitudes de onda mayores tienen atenuaciones menores, por lo que las conexiones de largo alcance se suelen hacer en tercera ventana. Muy recientemente se ha empezado a utilizar también una cuarta ventana un poco más allá de la tercera, en la zona de los 1625 nm.

Para largas distancias (más de 2 Km.) o altas velocidades (más de 600 Mb/s) se emplean emisores láser exclusivamente. Los emisores más sencillos y baratos son los de primera ventana; los más complejos y caros son los de tercera y cuarta.

Como ejemplo ilustrativo podemos dar el dato de que un transceivers de gigabit ethernet de primera ventana cuesta 500 dólares y tiene un alcance máximo de 500 metros, uno de segunda ventana cuesta mil dólares y tiene un alcance de diez kilómetros, y uno de tercera ventana cuesta seis mil dólares y tiene un alcance de cien kilómetros.

ANEXO E

CALCULO DE ENLACE FIBRA OPTICA

Características de Transmisión

Para una correcta planificación de las instalaciones de cables con fibras ópticas es necesario considerar la atenuación total del enlace y el ancho de banda del cable utilizado.

Para el cálculo de atenuación de enlace se consideran 2 métodos:

- Cálculo del cable de fibra óptica
- Cálculo del margen de enlace con cable de fibra óptica seleccionado

Cálculo del cable

La atenuación total del cable considerando reserva será:

$$a_t = La_L + n_e a_e + n_c a_c + a_r L$$

L = longitud del cable en *Km*.

a_L = coeficiente de atenuación en *dB/Km*

n_e = número de empalmes

a_e = atenuación por empalme

n_c = número de conectores

a_c = atenuación por conector

a_r = reserva de atenuación en *dB/Km*

La reserva de atenuación (margen de enlace), permite considerar una reserva de atenuación para empalmes futuros (reparaciones) y la degradación de la fibra en su vida útil (mayor degradación por absorción de grupos OH).

La magnitud de la reserva depende de la importancia del enlace y particularidades de la instalación, se adopta valores entre 0.1 dB/Km y 0.6 dB/Km.

Las pérdidas en los empalmes se encuentran por debajo de 0.1 dB/Km no superan 0.5 dB/Km.

El enlace será proyectado para un margen de potencia igual a la máxima atenuación antes de ser necesario un repetidor.

$$P_M = P_t - P_u$$

Donde:

P_M = Margen de potencia en dB (máxima atenuación permisible)

P_t = Potencia del transmisor en dB

P_u = Potencia de umbral en dB (dependiente de la sensibilidad del receptor)

La potencia de salida del transmisor es el promedio de la potencia óptica de salida del equipo generador de luz empleando un patrón estándar de datos de prueba.

El umbral de sensibilidad del receptor para una tasa de error de bit (BER) es la mínima cantidad de potencia óptica necesaria para que el equipo óptico receptor obtenga el BER deseado dentro del sistema digital. En los sistemas analógicos es la mínima cantidad de potencia de luz necesaria para que el equipo óptico obtenga el nivel de señal a ruido (S/N) deseado.

Por lo tanto de la expresión de

$$a_t = P_M$$

$$a_L = \frac{P_M - n_e a_e - n_c a_c - L a_y}{L}$$

Fija la máxima atenuación por Km para el cable a ser seleccionado.

Cálculo del margen

La atenuación total en dB sin considerar reserva del cable será:

$$a_t = La_L + n_e a_e + n_c a_c$$

$$\text{Siendo } P_M = P_t - P_u$$

El margen de enlace M_e en dB será:

$$M_e = P_m - a_t$$

Ejemplo

Tenemos un enlace para un sistema de 34 *Mbits* y $\lambda = 1300 \text{ nm}$.

Supongamos que $L = 25 \text{ Km}$ y se emplean fibras ópticas de 2000 *mts.* por lo que se requieren 12 empalmes con atenuación promedio de 0.2 *dB*, los conectores de transmisión y recepción con atenuación 0.5 *dB*.

1.- Cálculo de la fibra

La reserva fijamos en 0.3 *dB/Km*

$$a_t = La_L + n_e a_e + n_c a_c + a_r L = 25 * a_L + 12 * 0.2 + 2 * 0.5 + 25 * 0.3 = P_M$$

Para una potencia de transmisión de 0 *dB* y un umbral de sensibilidad de -30 *dBm* (BER 10^{-9})

El margen de potencia máxima = 30 *dB*

$$a_r = \frac{30 - 2.4 - 1 - 7.5}{25} = \frac{19.1}{25} = 0.76 \text{ dB/Km}$$

Podemos elegir un cable con una atenuación menor o igual a 0.76 *dB/Km*

Cálculo de margen de enlace M_e

Suponemos una fibra con $a_L = 0.7 \text{ dB/Km}$

$$a_t = La_L + n_e a_e + n_c a_c$$

$$a_t = 15 \cdot 0.7 + 12 \cdot 0.2 + 2 \cdot 0.5 = 18.74 \text{ dB}$$

$$\text{Si } P_M = 30 \text{ dB}$$

El margen de enlace será:

$$M_e = P_m - a_t = 30 - 18.74$$

$$M_e = 11.26 \text{ dB}$$

Será la atenuación máxima adicional permisible para degradaciones futuras del enlace.

Ancho de banda en fibras de índice gradual

El ancho de banda se encuentra limitado por la dispersión modal y/o del material si se usa LED con gran ancho espectral y $\lambda = 850 \text{ nm}$ predomina dispersión intermodal, con LD y $\lambda = 1300 \text{ nm}$ predomina dispersión del material.

Existen varios métodos para calcular en forma aproximada la variación del ancho de banda en función de la longitud.

$$b_1 = B_1 L_1$$

Para perfil de índice gradual con ancho del sistema B y longitud L es aplicable el método de ley de potencias

$$\left(\frac{B}{B_1} \right) = \left(\frac{L}{L_1} \right)^{-\gamma}$$

B = ancho de banda del sistema en MHz

b_1 = ancho de banda por longitud en $MHz \cdot Km$

B_1 = ancho de banda del cable de fibra óptica en MHz a L_1

L_1 = longitud de fibra óptica generalmente 1 Km para B_1

L = longitud de la fibra del enlace en Km

El ancho de banda no disminuye linealmente con la longitud por la dispersión de modos se aproxima con γ (exponente longitudinal) entre 0.6 y 1 (valor empírico 0.8).

Para el ejemplo de perfil de índice gradual y $\lambda = 1300 \text{ nm}$ el ancho de banda B para sistema de 34 *Mbits* es $\geq 50 \text{ MHz}$ ancho de banda de campo regulador tanto para LED como para LD (para 8 *Mbits* $\geq 25 \text{ MHz}$ y para 140 *Mbits* $\geq 120 \text{ MHz}$)

$$b_1 = B_1 L_1 = \frac{B L_1}{\left(\frac{L}{L_1}\right)^{\gamma}} = B L_1 \left(\frac{L}{L_1}\right)^{\gamma} = 50 \text{ MHz} * 1 \text{ Km} * 25^{0.8} \cong 657 \text{ MHz} * \text{ Km}$$

En fibra óptica de perfil de índice gradual $\lambda = 1300 \text{ nm}$ b_1 incrementa en pasos de 200 *MHz/Km* (600 – 800 – 1000 *MHz/Km*), por tanto para 657 se adopta 800 *MHz*Km*.

Dispersión de fibra óptica monomodo

En sistemas digitales se usa LD hasta 140 *Mbits/seg* se desprecia el ancho de banda de la fibra monomodo ya que es *GHz*.

Por tanto para monomodo se calcula dispersión en lugar de ancho de banda.

El ensanchamiento del pulso $\Delta T = M(\lambda) \Delta \lambda L$

$\Delta T =$ ensanchamiento del pulso en *ps*

$M(\lambda) =$ dispersión cromática en *ps/nm*Km*

$\Delta \lambda =$ ancho espectral medio del emisor en *nm*

$L =$ longitud de la fibra en *Km*

Por ejemplo para:

$L = 25 \text{ Km}$

$\lambda = 1330 \text{ nm}$

$\Delta \lambda = 5 \text{ nm}$

$M(\lambda) = 3.5 \text{ ps/nm*Km}$

Resulta $\Delta T = 3.5 * 5 * 25 = 437.5 \text{ ps}$

De la expresión para el cálculo de ancho de banda

$$B = \frac{0.441}{\Delta T} = \frac{0.441}{437.5} \cong 1 \text{ GHz}$$

El cálculo de la dispersión en sistemas encima de 565 *Mbits/seg* considera adicionalmente características del láser como ruido de distribución de modos.

Características mecánicas

Se debe tener en cuenta la configuración de los cables para que los mismos se encuentren protegidos de influencias ambientales.

BIBLIOGRAFIA

1. José Manuel Huidobro, "Fundamentos de Telecomunicaciones"
Editorial. PARANINFO, Año 2005
2. M. Schwartz, "Cableado de Redes"
Editorial: PARANINFO, Año 2005.
3. Autor. Martha B. Arellano Guzmán, Carlos E. Amézquita Martínez,
"Seminario de Enrutadores"
Editorial: Instituto Tecnológico de Teléfonos de México S.C. INTELMEX
Enero, 2004
3. Antonio Ricardo Castro Lechtaler/Rubén Jorge Fusario, " Teleinformática para
Ingenieros en Sistemas de Informática"
Editorial: Reverté S.A., Segunda Edición.2004
4. Rodolfo Neri Vela, "Comunicaciones por Satélite"
Editorial THOMSON 2003
5. Ramón Ramírez Luz, "Gestión del Desarrollo de Sistemas de Telecomunicación e
Informáticos".
Editorial THOMSON España, 2005
6. José A.Martín Pereda, "Sistemas y Redes Ópticas de Comunicaciones"
Editorial PEARSON Prentice Hall, Madrid 2004
7. www.wikipedia.org
8. www.monografias.com
9. www.catvnet.com
10. www.cisco.com
11. www.ikusi.com
12. Curso Básico de CATV. Telefónica
13. Fibra Óptica. Telefónica. Área de Transmisiones
14. Aurélio Bazan S, "Curso: Aspectos Técnicos de Fibra Óptica para Diseño de
Redes".
15. Alfredo Rodríguez Gutiérrez, "Curso: Conceptos Fundamentales de la
Transmisión Digital".