



4

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

DISEÑO E INTEGRACION DE UNA RED DE FIBRA OPTICA PARA LA TRANSMISION DE AUDIO Y VIDEO PARA UNA EMPRESA TELEVISIVA

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
EN EL AREA ELECTRICA-ELECTRONICA
P R E S E N T A N :
AGUIRRE MALDONADO JANET
CARRILLO TOSCANO CHRISTOPHER
LAUREANO BAENA ALDO JESUS
LOPEZ VILLEGAS SAUL



298159

DIRECTOR DE TESIS: M.I. LAURO SANTIAGO CRUZ

CIUDAD UNIVERSITARIA, D.F.,

2001



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Este trabajo se realizó en colaboración con:

*Mario Alberto Villa García
Alumno de la ENEP Aragón*

y con el Apoyo del Ingeniero

*M.I. Lauro Santiago Cruz
Profesor de la Facultad de Ingeniería*

UNAM

Muchas Gracias.

Este trabajo lo dedico muy especialmente a:

Mis padres

Gracias por darme la vida, por la formación que me dieron y por el apoyo que me han dado en todo momento, ya que este trabajo representa el resultado de un esfuerzo compartido, y sobretodo muchas gracias por su cariño.

Me siento muy orgulloso de ser su hijo.

Los quiero mucho.

Alma y Samuel

Mis hermanos, ustedes no solo me han impulsado a seguir adelante sino que son un ejemplo para mí de dedicación y perseverancia, gracias por el cariño que me brindan y por la alegría compartida, los admiro y los quiero mucho.

Abraham

Al pequeño de la familia, por todos los momentos de alegría.

Mis amigos

Gracias por su apoyo y comprensión.

Saúl

Este esfuerzo se lo dedico a:

Dios.- Por darme vida, fé y esperanza

Paty y bebo.- Por ser mi amor, mi motivo y mi soporte en la vida.

Mamá.- Por darme la gracia de vivir y ser un símbolo de amor

Papá.- Por darme la confianza en mi mismo y sabiduría

Pepe.- Por todo tu apoyo hermano cuando más lo necesitaba

Mary.- Por estar de mi lado y ayudarme tanto

Hermanos (L,G,J,C,M,L,N).- Por todos esos grandes detalles y por el amor que me dan

César.- Vá también por ti Hermano

Oscar, JDD, Víctor, Compadres, Fausto y Erick.- Por ser mis mejores amigos y compañeros

Ing. Pirrón, Gerardo y UFO.- Por todo el apoyo y la confianza depositada en mi

Chris

Toda creación por pequeña que sea, nunca se realiza sola.

Agradezco de todo corazón a:

- *Mi papá José, Dios te bendiga donde quiera que te encuentres.*
- *Mis papás Doña Raquel y Don Gabriel que gracias a su ejemplo y a su apoyo, me han dejado la mejor herencia que se le puede dar a un hijo.*
- *Mis hermanos, que aunque casi siempre se les olvidaba que tienen un hermano menor, nunca me dejaron solo.*
- *Mi amorcito, por tu comprensión y tu cariño. Nunca olvides que T.A.M.*
- *El Ing. Roberto Ayala y a su esposa Ing. Juaquina Aguilera, por sus sabios consejos.*
- *La Universidad y a mi Facultad, por la disciplina que me inculco. Y a todas aquellas personas que me brindaron su ayuda y confianza para alcanzar este anhelo.*

Gracias.

Aldo

PREFACIO	vii
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Marco Histórico.	2
2. CONCEPTOS BÁSICOS	5
2.1. Información.	6
2.1.1. Tipos de información.	7
2.2. Señales de video y audio.	8
2.3. Características de difusión de la señal de televisión.	13
2.4. Fibras ópticas.	14
2.4.1. Parámetros característicos de las fibras ópticas.	15
2.5. Comportamiento de la luz.	16
2.5.1. Reflexión de las ondas luminosas.	16
2.5.2. Refracción de las ondas luminosas.	17
2.5.3. Difracción de las ondas luminosas.	19
2.5.4. Modos de propagación.	20
2.6. Modulación y multiplexación.	20
2.6.1. Modulación en los sistemas de fibra óptica.	22
2.7. Concepto de red.	23
2.7.1. Clasificación de las redes.	24
3. ANÁLISIS DEL SISTEMA ACTUAL DE AUDIO Y VIDEO	28
3.1. Características de las señales a transportar.	29
3.1.1. Características de la señal de video.	29

3.1.2. Sistema de sonido multicanal.	31
3.1.3. Monitoreo de señales.	33
3.2. Descripción del sistema actual.	37
3.2.1. Medios de transmisión utilizados por MENTV.	41
3.3. Consideraciones para el planteamiento de la red.	47
4. DISEÑO DE LA RED DE AUDIO Y VIDEO	50
4.1. Planteamiento de diseño.	51
4.1.1 Trayectorias en la red.	54
4.2. Selección del equipo para el enlace entre sitios.	58
4.3. Selección de la fibra óptica.	62
4.4. Presupuestos.	66
5. INSTALACIÓN, CONFIGURACIÓN Y PUESTA A PUNTO	74
5.1. Instalación de la fibra óptica.	75
5.1.1. Instalación aérea.	79
5.1.2. Presentación y transporte del cable.	84
5.1.3. Procedimientos de tirada de cable y "lasheado".	85
5.2. Acondicionamiento y necesidades de operación en los nodos.	87
5.2.1. Ubicación de los nodos.	87
5.2.2. Condiciones de funcionamiento.	89
5.2.3. Necesidades de Operación.	92
5.3. Instalación de los equipos seleccionados.	92
5.3.1. Distribución de los equipos.	101
5.4. Configuración del sistema.	105

5.4.1. Configuración de señales.	106
5.4.2. Configuración de equipos en sistemas redundantes.	108
5.5. Integración de la red.	111
5.5.1. Interconexión por nodos.	112
5.6. Detección y corrección de fallas.	128
5.6.1. Fallas en el equipo.	131
5.6.2. Fallas sobre el cableado.	139
5.6.3. Puesta a punto de la red.	147
5.7. Liberación de la red.	147
6. ADMINISTRACIÓN Y SUPERVISIÓN DE LA RED	150
6.1. Características principales de administración.	151
6.1.1. Tiempo de operación.	151
6.1.2. Tiempos de usuarios.	152
6.1.3. Número de canales definidos.	153
6.2. La obtención de calidad para MENTV.	153
6.2.1. Sistemas de aseguramiento de calidad.	154
7. RESULTADOS Y CONCLUSIONES	156
8. BIBLIOGRAFÍA	160
9. APÉNDICES	
APÉNDICE A: ABREVIATURAS	A-1
APÉNDICE B: DEFINICIONES BÁSICAS	B-1
APÉNDICE C: HOJAS DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	C-1

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO 2	PÁGINA
Figura 2.1. Sistemas de comunicación.	8
Figura 2.2. Señal de luminancia.	9
Figura 2.3. Componentes de señal de televisión.	13
Figura 2.4. Perfil de la fibra óptica.	14
Figura 2.5. Reflexión de ondas luminosas.	17
Figura 2.6. Reflexión de la luz.	17
Figura 2.7. Refracción de la luz.	18
Figura 2.8. Haz refractado a través del material.	19
Figura 2.9. Cono de aceptación.	19
Figura 2.10. Redes de difusión: (a) Bus (b) Anillo.	25
 CAPÍTULO 3	
Figura 3.1. Espectro en frecuencia de varias señales multiplexadas a la vez.	32
Figura 3.2. Forma de onda desplegando una señal de barras de color.	33
Figura 3.3. Pulso de sincronía horizontal ampliado.	35
Figura 3.4. Vectorscopio mostrando una señal de barras de colores.	35
Figura 3.5. Vectorscopio mostrando un error en la ganancia y fase de la señal de crominancia.	36
Figura 3.6. Medios de transmisión de MENTV.	41
Figura 3.7. Enlace con MENTV-Tape.	42
Figura 3.8. Enlace con CPPM.	42
Figura 3.9. Enlace con MENTV-Eventos.	43
Figura 3.10. Enlace con MENES.	43
Figura 3.11. Enlace con INFOTV.	44
Figura 3.12. Estación de Enlaces.	45
Figura 3.13. Enlace con Telesistema.	46
 CAPÍTULO 4	
Figura 4.1. Diagrama de señales requeridas por MENTV.	52
Figura 4.2. Flujo de información entre los centros operativos de MENTV.	53
Figura 4.3. Plano de la trayectoria de la fibra óptica.	55
 CAPÍTULO 5	
Figura 5.1. Empalmes por fusión (a) y mecánicos (b).	77
Figura 5.2. Tipos de soporte en tendidos aéreos.	80
Figura 5.3. Guía de acero <i>extra high strength</i> instalada para MENTV.	80
Figura 5.4. Implementos para herrajes.	81-82

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO 2	PÁGINA
Tabla 2.1. Clasificación de métodos simples de comunicación.	6
Tabla 2.2. Características del estándar de televisión NTSC.	10
Tabla 2.3. Características de los medios de transmisión.	14
Tabla 2.4. Tipos de atenuación.	16
Tabla 2.5. Clasificación de nodos interconectados según su escala.	25
 CAPÍTULO 3	
Tabla 3.1. Detalles de las señales de sincronismo de línea y campo.	30
 CAPÍTULO 4	
Tabla 4.1. Requerimientos del flujo de señales para los centros operativos de MENTV.	51
Tabla 4.2. Distancias entre centros operativos.	56
Tabla 4.3. Equipos transmisores y receptores de video y audio.	57-60
Tabla 4.4. Consideraciones de selección.	61
Tabla 4.5. Cables de fibra óptica.	63-65
Tabla 4.6. Cotización de equipo ADC.	69
Tabla 4.7. Costos unitarios y total por Accesorios.	71
Tabla 4.8. Presupuesto total.	72
 CAPÍTULO 5	
Tabla 5.1. Características principales de la guía de acero.	81
Tabla 5.2. Parámetros requeridos para la conexión eléctrica.	90
Tabla 5.3. Nomenclatura de señales transmitidas	107
Tabla 5.4. Configuración de canales de anillo 1.	107
Tabla 5.5. Configuración de canales de anillo 2.	108
Tabla 5.6. Puntos de prueba y síntomas de falla en el equipo.	132-135
Tabla 5.7. Guía rápida de corrección de fallas.	136-138
Tabla 5.8. Cálculo teórico de pérdida entre Estación de Enlaces e INFOTV.	144
Tabla 5.9. Tabla de pérdidas por acoplamiento entre Estación de Enlaces e INFOTV.	145

Figura 5.5.	Poste con ángulo recto.	82
Figura 5.6.	Fin de poste con sujeción de tirante de ancla.	83
Figura 5.7.	Carrete de fibra montado sobre remolque.	84
Figura 5.8.	Procedimiento en tirada de cable.	85
Figura 5.9.	Procedimiento de "lasheado".	86
Figura 5.10.	Dimensiones de nodos.	87
Figura 5.11.	Dimensiones de Telesistema.	88
Figura 5.12.	Ubicación del nodo en MENTV-Tape.	88
Figura 5.13.	Módulos de ventilación unitarios.	91
Figura 5.14.	Rack para montar equipo.	93
Figura 5.15.	Distribución en un rack.	94
Figura 5.16.	Módulos de transmisión y/o recepción.	95
Figura 5.17.	Funciones Drop Add Pass (bajar, agregar, pasar).	97
Figura 5.18.	Distribución del equipo para el centro operativo Telesistema MENTV.	101
Figura 5.19.	Distribución del equipo para la Estación de Enlaces.	103
Figura 5.20.	Esquema de conexión para monitoreo y control remoto.	106
Figura 5.21.	Configuración de equipos en sistema redundante.	109
Figura 5.22.	Falla entre el nodo 1 y nodo 2.	110
Figura 5.23.	Configuración en sistema redundante para los anillos 1 y 2.	112
Figura 5.24.	Conexiones para el equipo en Telesistema (anillo 1).	113
Figura 5.25.	Conexiones para el equipo en Telesistema (anillo 2).	114
Figura 5.26.	Conexiones para el equipo en Estación de Enlaces (anillo 1).	116
Figura 5.27.	Conexiones para el equipo en Estación de Enlaces (anillo2).	117
Figura 5.28.	Conexiones para el equipo en INFOTV (anillo 1).	118
Figura 5.29.	Conexiones para el equipo en INFOTV (anillo 2).	119
Figura 5.30.	Conexiones para el equipo en MENTV-Eventos (anillo 1).	120
Figura 5.31.	Conexiones para el equipo en MENTV-Eventos (anillo 2).	121
Figura 5.32.	Conexiones para el equipo en MENES (anillo 1).	122
Figura 5.33.	Conexiones para el equipo en MENES (anillo 2).	123
Figura 5.34.	Conexiones para el equipo en MENTV-Tape (anillo 1).	124
Figura 5.35.	Conexiones para el equipo en MENTV-Tape (anillo 2).	125
Figura 5.36.	Conexiones para el equipo en CPPM (anillo 1).	126
Figura 5.37.	Conexiones para el equipo en CPPM (anillo 2).	127
Figura 5.38.	Diagrama de flujo de localización de fallas.	130
Figura 5.39.	Características de medición y detección de eventos en el OTDR.	140
Figura 5.40.	Medición de la atenuación real entre E. de Enlaces e INFOTV.	146
Figura 5.41.	Apariencia final del nodo principal.	149



PREFACIO



Los avances tecnológicos, como parte fundamental en el desarrollo de la sociedad, han contribuido a la formación de mecanismos evolutivos que han sido sustanciales en el desarrollo de una nación, abarcando el ámbito Político y Económico, de igual forma han representado enormes beneficios a distintas instituciones gubernamentales.

Los procesos productivos determinan el avance económico de cada nación; un factor determinante ha sido el avance tecnológico en las Telecomunicaciones. De esta manera, la combinación de estos factores promueve el desarrollo económico en el Mundo.

Las características de las Telecomunicaciones modernas permiten la introducción de diferentes servicios que han contribuido a elevar la productividad y disminuir costos de producción en negocios y empresas relacionados con la actividad social, económica y política de muchos Países. Esto ha producido que las comunicaciones ocupen un lugar preponderante en el desarrollo integral de las naciones.

La aportación con mayor relevancia a la modernización de las telecomunicaciones es sin duda la digitalización, es decir, la capacidad de codificar las señales de forma binaria mediante la presencia o ausencia de pulsos electrónicos, este fundamento es también el de la tecnología de los microprocesadores, que a su vez ha logrado la convergencia de los sistemas de cómputo y las telecomunicaciones, dicha convergencia ha logrado que los sistemas actuales de comunicaciones posean cierta capacidad de confiabilidad, eficiencia, versatilidad, flexibilidad y costo.

En México como en todo el mundo, la Industria de las telecomunicaciones y concretamente en el ramo de la televisión, ha producido diversos cambios en cuestión tecnológica (principalmente) y también de contenido; consiguiendo armonizar la programación de todos los canales, apoyando las transmisiones oficiales, enriqueciendo su programación y diversificando sus fuentes de ingreso, apoyando la promoción de todo tipo de espectáculos, incrementando los servicios profesionales y fomentando la exportación de la producción audiovisual.

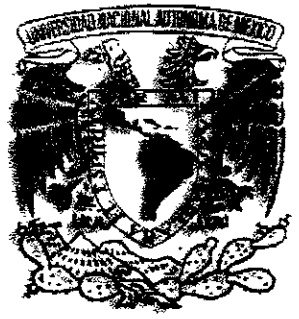
MENTV se fundó en 1973, siendo una compañía mexicana que adapta las tecnologías mencionadas para obtener la mayor eficiencia y calidad en el transporte de las señales de televisión para México y el mundo. En la actualidad tiene una cobertura superior al 90% del territorio mexicano y una audiencia que rebasa el 55% del total. En su programación, sin límites fronterizos en todo el continente americano, gracias al uso de satélites, incluye todo tipo de géneros, exportando más de 40,000 horas de vídeo a más de 50 países. En Estados Unidos se ofrecen 24 horas de programación en español.

Esta televisora exporta a todo el mundo eventos especiales y telenovelas, que a través de sus diversos canales, no sólo en México, sino en toda América, desde Buenos Aires hasta Estados Unidos y en España, ha logrado ser una compañía líder en su ramo.

Durante las últimas décadas ha sido de gran relevancia el avance tecnológico en México en cuanto a telecomunicaciones, por lo que este proyecto pretende mostrar en parte un rostro tecnológico actual, a través de un sistema de transmisión de señales por Fibra Óptica, contribuyendo esencialmente a la productividad y eficiencia de la empresa y al avance tecnológico de nuestro País.

El presente trabajo escrito comienza con una breve reseña Histórica (Capítulo 1), la cual presenta algunos descubrimientos importantes en relación con la tecnología. A continuación presentamos los conceptos básicos (Capítulo 2), los cuales ofrecen al lector los elementos fundamentales sobre los que se apoya la construcción de la Red, así como algunos principios en telecomunicaciones, Audio-Video y Fibras Ópticas. De una manera más específica, en el Capítulo 3 describimos las características actuales en cuestión de transmisión de señales de Audio y Video, además de los aspectos técnicos de la señal, incluyendo algunas particularidades en la planeación de la Red de Fibra Óptica.

En el Capítulo 4 se realiza un planteamiento de diseño así como la selección de los equipos y el tipo de fibra para el sistema. Es importante mencionar que la determinación y selección de los elementos tecnológicos que constituyen la Red, dependen entre otros factores, en el costo de los mismos, por lo que presentaremos algunos presupuestos en materia de diseño de la estructura interna (equipos y nodos) y planta externa (Tendido de la Fibra Óptica). Los Capítulos 5 y 6 constituyen el punto culminante de este trabajo, siendo que los temas "Instalación, configuración y puesta a punto" y "Administración y supervisión de la red", representan la construcción y operación del sistema. La estandarización del sistema pondrá en escena todos los principios fundamentales de la Red, logrando con esto una convergencia tecnológica entre los sistemas de transporte (Fibras ópticas) y las señales de Audio y Video de alta calidad (*Broadcast*) y sin compresión (Banda Base).



CAPÍTULO 1



Introducción

En esta sección veremos algunos acontecimientos que han representado los cimientos para los sistemas actuales en el área de telecomunicaciones.

1.1. Marco Histórico

Desde tiempos remotos el hombre se ha visto en la necesidad de comunicarse con sus semejantes, utilizando sonidos y señas como lenguaje.

Debido al crecimiento y evolución de las comunidades, el hombre se vio en la necesidad de inventar nuevas formas de comunicación utilizando la tecnología, empezando así la creación de diversas formas para transmitir y recibir información. Algunos de los desarrollos que han revolucionado la tecnología hasta nuestros días son:

- En 1844 se inauguró el servicio de telegrafía entre Washington D.C. y Baltimore, inventado por Samuel Finley Breese Morse.
- En 1876 Alexander Graham Bell patentó el teléfono.
- Hacia 1880, Bell construyó un aparato -el fotófono- que enviaba señales vocales a corta distancia por medio de la luz. El equipo disponía de un sistema de lentes que enfocaban un rayo de luz solar, modulándolo y lanzándolo después al espacio libre hacia el receptor. Conceptualmente era correcto, sin embargo, su aplicación no fue posible, tanto por la falta de fuentes de luz adecuadas como de un medio de propagación de bajas pérdidas, y la idea se abandonó.
- En 1900 Guillermo Marconi estableció la primera comunicación inalámbrica utilizando el principio de operación de una antena, lo que favorecería al desarrollo de la radio y la televisión.
- La primera transmisión radiofónica en México se realizó el 9 de octubre de 1921.
- En México se habían realizado experimentos en televisión a partir de 1934, pero la puesta en funcionamiento de la primera estación de TV en la ciudad de México tuvo lugar en 1946. Al iniciarse la década de 1950 se implantó la televisión comercial y se iniciaron los programas regulares y en 1955 se creó Telesistema Mexicano, por la fusión de los tres canales existentes.

- En 1958 apareció un método para la producción de radiaciones electromagnéticas en las longitudes de onda del espectro visible, utilizando los estados energéticos de los átomos para producir, mediante cambios simultáneos de sus niveles, radiaciones electromagnéticas controladas. Y aquí surge lo que conocemos hoy en día como LASER (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*, Luz Amplificada por Emisión Estimulada de Radiación). Con la invención del LASER como fuente de luz coherente, volvió a considerarse la idea de utilizar aquella como soporte de comunicaciones y sistema alternativo de los existentes, formulando al mismo tiempo los primeros conceptos sobre transmisión por Guías de onda utilizando para ello el vidrio.
- El 4 de octubre de 1963 se lanza el primer satélite geoestacionario de comunicaciones Sincomm II, el cual inspira a las compañías de televisión y de comunicaciones de todo el Mundo para hacer de éste, un modelo capaz de cubrir las necesidades de enlazar puntos geográficos por un solo medio.
- En 1966 K.C. Kao y Hockham propusieron la fibra óptica como medio de transmisión, utilizando luz como portadora de información.
- En 1975 aparecerían los primeros proyectos experimentales sobre la utilización de las fibras ópticas, instalándose de modo creciente a partir de 1980.

Desde mediados de los años 70, los sistemas de comunicaciones que emplean las fibras ópticas como medio de transmisión se han desarrollado considerablemente. Gracias a los avances tecnológicos, es ahora un medio capaz de transportar un universo de información, con múltiples beneficios para una gran variedad de aplicaciones, entre ellas la Televisión.

En las redes públicas, los enlaces que unen diferentes centrales para la comunicación entre dos o más abonados, son posibles mediante arterias especializadas, aplicando de esta manera los sistemas ópticos para solución a los problemas existentes de comunicación.

Las redes configuradas con centrales telefónicas análogas para la conmutación y transmisión de señales son claramente insuficientes para cubrir todo el campo de aplicaciones de las comunicaciones no telefónicas (complementándose en su momento con modems para la transmisión de datos), apareciendo así las tecnologías PCM de codificación de voz, permitiendo la transmisión de datos y señales de voz codificadas a 64 kbps a través de

los pares de las redes telefónicas. Lo anterior implicó la consiguiente reducción de costos, al permitir que por un único circuito se pudiesen transmitir 32 canales de conversación equivalentes a una transmisión digital de 2048 kbps (E1 en sistema europeo). Posteriormente se amplió la velocidad de transmisión a 140 Mbps sobre cables coaxiales y fibras ópticas, y los sistemas actuales se explotan en 565 Mbps prácticamente sólo con cables de fibra óptica.

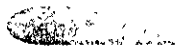
Los enlaces por fibras ópticas se encuentran en aplicaciones a corta y larga distancia, tanto para rutas punto-punto, punto-multipunto y multipunto-multipunto. Concretamente, la información que es posible transmitir por este medio es en la actualidad de mayor importancia que otros sistemas de telecomunicaciones, las fibras ópticas constituyen un medio terrestre de comunicaciones de mayor prestación y de la más alta potencialidad.

Un entendimiento amplio del funcionamiento de cada uno de los elementos que componen los enlaces de fibra óptica es una condición indispensable para realizar eficientemente el diseño y el mantenimiento de una red así como el estudio de los enlaces que justificarían la implantación de la misma.



CAPÍTULO 2

Conceptos Básicos



En el presente Capítulo se pretenden definir de manera resumida los elementos básicos del sistema propuesto e introducir al lector a la teoría en transmisión de información sobre una red o sistema de comunicaciones.

2.1. Información

Un conjunto de datos que representan ideas mediante las cuales se incrementa nuestra conciencia, inteligencia o conocimiento, es a lo que llamamos información. La teoría de la información está relacionada con las leyes matemáticas que rigen la transmisión y el procesamiento de la misma. Concretamente, esta teoría se ocupa de la medición, la representación (por ejemplo su codificación) y de la capacidad de los sistemas para transmitirla y procesarla. Dicha teoría también abarca todas las restantes formas de transmisión y almacenamiento, incluyendo la televisión y los impulsos eléctricos que se transmiten en las computadoras y en la grabación óptica de datos e imágenes.

Lograr la impartición, envío o intercambio de información (lenguaje, imágenes, instrucción, movimiento, etc.) entre diferentes entidades, es lo que conocemos como Comunicación. Un modelo completo para entender y clasificar los diferentes métodos de comunicación se muestra en la siguiente tabla.

Modo	Ejemplos	
En papel	Uno a uno	De amplia difusión
	Enviar una carta Dejar una nota	Tablero de anuncios
Persona a persona	Hablando Gesticulando	Actuación Televisión Radio
Electrónico	Redes de Computadoras	

Tabla 2 1. Clasificación de métodos simples de Comunicación.

La Tabla 2.1. nos sirve para ilustrar cómo los diferentes métodos de comunicación se pueden clasificar dentro de algunos de los tres tipos generales y como base de explicación de los componentes que un sistema de comunicaciones necesita.

Para la transferencia efectiva de información entre dos puntos, deben existir tres elementos fundamentales considerando obviamente la fuente generadora de señal, el lenguaje o protocolo de la información, y el dispositivo de salida:

- Dispositivo transmisor
- Mecanismo de transporte
- Dispositivo receptor

Estos componentes conforman un sistema de Telecomunicaciones, definido como la transmisión a distancia de información mediante procedimientos electromagnéticos.

Desde el punto de vista de telecomunicaciones, información es un concepto perfectamente definido, que depende directamente del ancho de banda (que definiremos posteriormente) del canal (medio de Transmisión) y de la relación Señal-Ruido (definida como la relación entre el nivel de la señal con respecto al nivel de ruido en un sistema) y de acuerdo a la ecuación de Shannon está definida de la siguiente manera:

$$C = B \log_2 (1 + \text{RSR}) \quad (2.1.)$$

C : Cantidad de Información
B : Ancho de Banda
RSR : Relación Señal / Ruido

Donde el término cantidad no se refiere a la cuantía de datos, sino a la probabilidad de que un mensaje, dentro de un conjunto de mensajes posibles, sea recibido.

2.1.1. Tipos de información

Dentro del contexto específico de telecomunicaciones, la información puede ser una página de texto escrito, una conversación, una imagen de televisión, etc. La información comúnmente requiere de la conversión a forma eléctrica (*señal*) para que pueda ser enviada por medios de telecomunicación, como son:

- Telegrafía
 - Telefonía
 - Telex
-

- Redes de Datos (conmutación de circuitos o paquetes)
- Redes de cómputo Locales y de área amplia
- Redes integradas de voz, video y Datos

Para poder entender el principio fundamental de cualquier sistema de telecomunicaciones, es necesario hacer un análisis de sus componentes así como del medio donde es posible transportar ondas electromagnéticas.

Los sistemas de comunicaciones consisten principalmente en cinco bloques: fuente, transmisor, medio de transmisión, receptor y dispositivo de salida. Un diagrama de bloques de un sistema de comunicaciones se muestra a continuación.



Figura 2.1. Sistemas de comunicación.

En general en los sistemas de comunicación la fuente de información se maneja mediante señales, las cuales pueden ser analógicas o digitales. Una señal analógica es la que varía continuamente con el tiempo y representan una magnitud física como una onda sonora y pueden ser tanto ondas senoidales como una combinación de ellas. Una señal digital consiste básicamente en impulsos que tienen lugar en intervalos discretos de tiempo, estos impulsos pueden presentarse simplemente con una periodicidad definida o en grupos codificados. Las señales que transportaremos en la red de fibra óptica son señales de video y audio en las que abundaremos en el siguiente punto.

2.2. Señales de video y audio

Una señal de video es una señal eléctrica que representa una imagen y tiene un estándar de producción. Los tres estándares principales en uso alrededor del mundo, son:

1. NTSC (*National Television Systems Committee*, Comité Nacional de Sistema de Televisión), usado en Norte América, Japón, y muchos países latinoamericanos incluido México.

2. SECAM (*Sequential Color and Memory*, Color y Memoria Secuenciales), usado en Francia, Unión Soviética y países asociados con ellos.
3. PAL (*Phase Alternation Line*, Línea de fase alternante), usado en Europa.

La señal de video correspondiente al estándar NTSC fue diseñada para trabajar con el estándar en blanco y negro. La tabla 2.2 muestra las principales características del estándar NTSC.

Toda la información electrónica que comprende la imagen de video se llama señal compuesta, esta señal incluye la señal de luminancia (brilliantez), los pulsos de sincronización horizontal y vertical, y en el caso de señales a color se incluyen otras dos señales que son multiplexadas para proporcionar el color. En la siguiente figura se muestra una línea de una señal de video compuesta conforme al estándar NTSC, se muestra el barrido de una imagen conformada por dos cuadros negros.

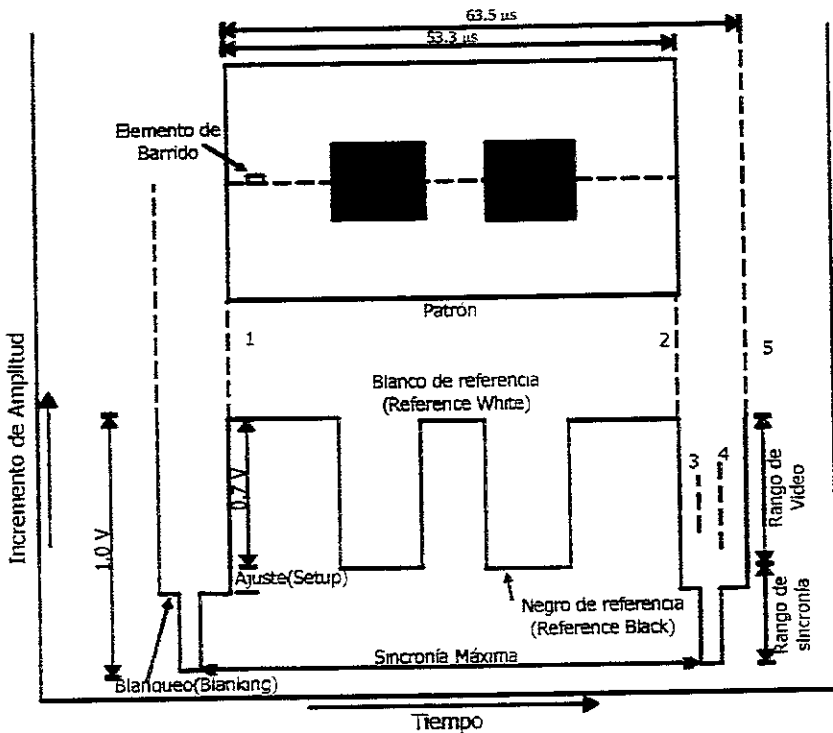


Figura 2.2. Señal de luminancia.

Ancho de canal (Transmisión)	6 MHz
Video	4.2 MHz
Audio	± 25 kHz
Ubicación de la portadora de video	1.25 MHz arriba del límite inferior del canal
Modulación	AM; señal compuesta y señal de sincronización FM; señal de audio
Líneas de barrido	525 por cuadro, entre lazo 2:1
Frecuencia de barrido horizontal	15,750Hz para señales monocromáticas 15,734.264 ± 0.044 Hz para transmisión a color
Frecuencia de barrido vertical	60 Hz; señales monocromáticas 59.95 Hz; señal a color
Nivel de blanqueo	Transmitido a 75 ± 25% del nivel pico de la portadora
Nivel de referencia negro	Separado del nivel de blanqueo por 7.5 ± 2.5% del rango de video, desde el nivel de blanqueo hasta en nivel de referencia blanco
Nivel de referencia blanco	La señal de luminancia de referencia blanco está 12.5 ± 2.5 % del pico de la portadora
Variación pico a pico	La variación total permisible pico a pico en un cuadro es menor al 5 %
Polaridad de transmisión	Negativa
Respuesta de brillo del transmisor	La salida varía en una relación inversa logarítmica al brillo de la escena
Potencia del transmisor de audio	Potencia máxima radiada de 20 % de la potencia pico del transmisor

Tabla 2.2 Características del estandar de television NTSC.

Como se muestra en la figura 2.2, el tiempo total requerido para la exploración de una línea es de $63.5 \mu\text{s}$, de los cuales $53.3\mu\text{s}$ se utilizan para transmitir la información de video o señal de luminancia, que muestra la variación de brillo en la imagen, y $10.2\mu\text{s}$ se requieren para sincronización y retraso horizontal.

Durante el tiempo 1 llamado de retraso, es esencial que no se transmita ninguna información de video, para lograr esto el pulso de blanqueo lleva a la señal de voltaje hacia la región de referencia negro. Mas allá de esta región en amplitud se encuentra la región "más negra que el negro", la cual es asignada para los pulsos de sincronización horizontal que ubican el haz electrónico en una posición fija para que cada línea de la imagen empiece en una misma posición durante el barrido.

El tiempo entre 2 y 5 mostrado en la figura anterior se llama intervalo de sincronización horizontal, del 2 al 3 la entrada frontal y del 4 al 5 la entrada posterior, estas últimas proveen aislamiento de interferencias de la señal de video dentro del periodo de blanqueo. La diferencia entre el tiempo de blanqueo horizontal y vertical permite al receptor distinguir entre los pulsos de sincronía correspondientes, los verticales controlan la longitud de tiempo en el cual la pantalla de televisión se borra entre el final de un campo y el principio del siguiente, este intervalo es utilizado algunas veces para insertar código de tiempo, sintonización de color automático e información de subtítulos en la señal de video.

Otra característica importante mostrada en la figura 2.2 es la polarización, principalmente la negativa, donde las señales de mayor amplitud son las partes más blancas de la imagen, mientras que las de menor amplitud son las más oscuras. Éste es el estándar para la interconexión del equipo.

Debido a la variedad posible de niveles y polaridades de una señal de video, una escala de amplitudes relativas es usada para representar las proporciones correctas entre el nivel de los pulsos de sincronía y la señal de luminancia. Esta escala es llamada IRE (*Institute of Radio Engineer*, Instituto de Ingenieros de Radio). En esta escala se divide el área desde la parte baja de la sincronía hasta el nivel pico del blanco en 140 unidades iguales, que representan a $1V_{pp}$. El rango de video activo es de 100 IRE's. El nivel de referencia negro es definido como 7.5 unidades IRE.

Hasta ahora solo hemos abundado en la señal de luminancia, pero para señales a color se requiere de la señal de crominancia o percepción del color en la imagen, ambas señales combinan los tres colores primarios: R(*Red*, rojo), G(*Green*, verde), B(*Blue*, azul), aunque en cantidades distintas.

Las ecuaciones que conforman la señal compuesta de color son las siguientes:

$$Y = 0.30R + 0.59G + 0.11B \quad (2.2)$$

$$I = 0.60R - 0.28G - 0.32B \quad (2.3)$$

$$Q = 0.21R - 0.52G + 0.31B \quad (2.4)$$

donde :

Y = señal de luminancia.

I = componente en fase de la señal de color.

Q = componente en cuadratura de la señal de color.

La señal de crominancia o "C" es una combinación de las señales de color "I" y "Q".

Todas las señales de video requieren de una señal de audio, sus características principales son: tono, intensidad y distorsión.

Primeramente, el tono se refiere a las particularidades de una sensación sonora que permite clasificar el sonido como agudo o grave. Aquí, la frecuencia determina la cantidad física del tono, a más baja frecuencia más bajo tono.

En lo referente a la intensidad, está definida como la energía transportada por una onda por unidad de tiempo a través de una unidad de área, es usual especificar la intensidad del sonido utilizando una escala logarítmica, la unidad en esta escala es el decibel (el decibel es diez logaritmo natural de la relación entre potencias).

Finalmente, la distorsión armónica se produce de las subsecuentes vibraciones, las cuales son múltiples exactos de la frecuencia fundamental también conocidas como armónicas.

La transmisión de la señal de audio se hace por medio de un transmisor que opera a una frecuencia fija. La señal de audio tiene un rango de hasta 20kHz en su ancho de banda, y a diferencia de la señal de video no puede contener información repetida o interrupciones, ya que por muy pequeñas que sean serán escuchadas. La portadora del sonido tiene que estar exactamente 4.5MHz arriba de la portadora de la imagen. Esta señal tiene que estar en sincronía con el video.

2.3. Características de difusión de la señal de televisión

El sistema de transmisión de televisión consiste en dos transmisores, uno para la señal de video que es modulada en amplitud y otro para la señal de audio que es modulada en frecuencia. Ambos transmisores alimentan un arreglo de antenas común, el transmisor de audio tiene una frecuencia portadora que está a 4.5MHz más alta que el transmisor de video. El ancho de banda total requerido para un sistema de televisión como el que se implementará debe de estar contenido en un espacio de 6MHz. La siguiente figura ilustra las componentes para la emisión de una señal de televisión.

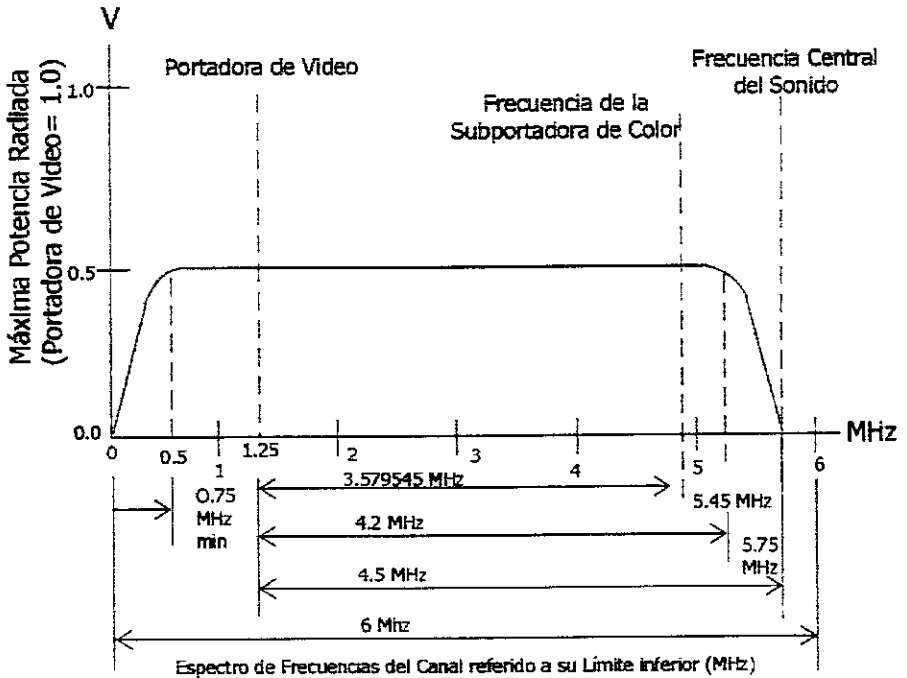


Figura 2.3. Componentes de señal de televisión.

Como se muestra en la figura, la portadora de video está separada a 1.25MHz sobre el límite inferior del canal; la portadora de audio está separada 0.25MHz por debajo del límite superior del canal, dando una separación de 4.5MHz entre ambas portadoras. El filtro utilizado para atenuar las bandas laterales del video por debajo de ésta es llamado filtro de banda lateral residual. Este filtro es necesario para prevenir que las bandas laterales del video interfieran con la portadora de audio adyacente.

También observamos que la subportadora de color, en su momento mencionada, está ubicada a 3.58MHz arriba de la portadora de video y utiliza modulación de amplitud y fase para codificar la información de color.

Una vez que se definen las características del tipo de señal a transmitir, se selecciona el medio de transmisión a utilizar. La Tabla 2.3 presenta un resumen breve de algunos de los medios físicos que se pueden emplear para la transmisión de información eléctrica. En general, estos medios físicos se pueden asignar para trabajar tanto en el modo analógico como en el digital.

Medio de transmisión	Potencia	Ancho de banda	Distancia entre repetidores	Atenuación a 400MHz
Pares trenzados	60 a 80 dBm	1 MHz	Cada 1.5 km a 4 km	Solo para usarse hasta 3 MHz
Cables coaxiales	60 a 80 dBm	100 MHz	Cada 4.65 km	90 – 700 dB/km
Fibras ópticas	20 a 30 dBm	100 GHz	Cada 70 ó 100 km	4 – 7 dB/km

Tabla 2.3. Características de los medios de transmisión.

El medio de transmisión en el cual nos enfocaremos es la fibra óptica por su mayor beneficio en el proyecto y será detallado en el siguiente punto.

2.4. Fibras ópticas

Las fibras ópticas son filamentos, de forma cilíndrica, que consisten de un núcleo y un revestimiento de vidrio como se muestra a continuación:

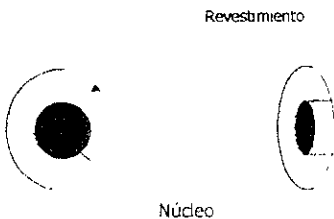


Figura 2.4. Perfil de la fibra óptica.

1. El Núcleo es la sección central de la fibra a través de la cual viaja el haz de luz.
2. El Revestimiento es la capa que rodea al núcleo. Su función principal es reflejar la luz hacia el centro de la fibra, atrapándola dentro del núcleo.

Esencialmente hay tres tipos de fibra óptica disponibles para comunicación. Las tres variedades están construidas de vidrio, plástico o una combinación de vidrio y plástico:

- a) El núcleo de plástico y cubierta de plástico.
- b) El núcleo de vidrio con cubierta de plástico, mejor conocida como fibra PCS (*Plastic Cover Silicon*, Sílice-cubierta-de plástico).
- c) El núcleo de vidrio y cubierta de vidrio, mejor conocida como fibra SCS (*Silicon Cover Silicon*, Sílice-cubierta-de sílice).

Las fibras ópticas de plástico son más flexibles y más fuertes que el vidrio, son fáciles de instalar, resisten mejor la presión, son menos costosas y pesan aproximadamente 60% menos que el vidrio. La desventaja es su característica de atenuación alta, por lo que no propaga la luz tan eficientemente como el vidrio. Como consecuencia, se limitan a longitudes de cable relativamente cortas.

Las fibras ópticas con núcleos de vidrio tienen características de atenuación baja, desafortunadamente son menos fuertes y más sensibles al aumento en atenuación cuando son expuestas a la radiación.

El mecanismo de la transmisión de la luz a lo largo de una fibra óptica se basa en la reflexión total interna que ocurre cuando un haz de luz emerge de un medio denso a uno menos denso, que más adelante será explicado.

2.4.1. Parámetros característicos de las fibras ópticas

La selección de una fibra óptica para una aplicación específica está en función de sus parámetros característicos, como es: apertura numérica, atenuación, dispersión y ancho de banda.

- **Apertura numérica**

La apertura numérica es un parámetro que indica el ángulo de aceptación de la luz en la fibra y por lo tanto la cantidad de energía que puede transportar, no necesariamente está ligada con la calidad de la información correspondiente.

Este parámetro se tiene que considerar cuando se determinan pérdidas en la fibra, ya que contribuyen a incrementarlas; las aperturas numéricas muy grandes permiten pérdidas bajas en los empalmes, las conexiones y en la potencia.

- **Atenuación**

La atenuación es la disminución de potencia de la luz al viajar a través de un medio, debido a las propiedades del material e impurezas químicas y se muestran en la siguiente tabla:

Atenuación por absorción	Se debe a pérdidas por calor
Atenuación intrínseca	Se debe a la mayor absorción de rayos ultravioleta e infrarrojos en el medio
Atenuación extrínseca	Se debe al tipo de impurezas que se van introduciendo en el vidrio

Tabla 2.4. Tipos de Atenuación.

- **Dispersión**

La dispersión es la dilatación del pulso luminoso conforme viaja por la fibra, esto se debe a que están hechas en su mayoría de vidrio, y el vidrio es un material disperso que cambia su índice de refracción en función de la longitud de onda.

2.5. Comportamiento de la luz

Considerando la luz como una onda electromagnética, se aprecian en su comportamiento los fenómenos de reflexión, refracción y difracción. De este comportamiento se desprende además su propiedad fundamental, que es su modo de propagación, así como la posibilidad de cambiar de dirección.

2.5.1. Reflexión de las ondas luminosas

Una de las propiedades que caracterizan la luz es que la totalidad de los cuerpos reflejan una parte de los rayos luminosos que inciden sobre ellos, es

decir que devuelven parte de la luz recibida, la cual se dirige hacia el lado de donde se produce. Se origina reflexión en el caso de que un tren de ondas que se difunde en un medio material incida en la superficie que la separa de otro medio cuyo índice de refracción sea diferente.

Las leyes de reflexión son aplicables de igual modo a las superficies planas como a las curvas, conforme se puede apreciar en la figura 2.5.

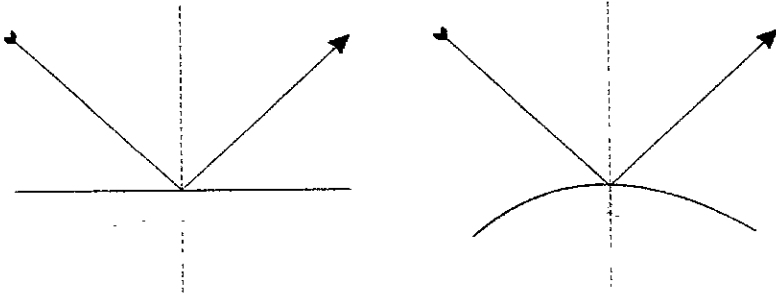


Figura 2.5. Reflexión de ondas luminosas.

Otro de los aspectos es la reflexión difusa de la luz, que se produce cuando la luz que se propaga en un medio determinado encuentra la superficie de separación con otro medio y vuelve por el medio primitivo de propagación, cambiando su dirección pero manteniendo idéntica velocidad como se muestra en la figura 2.6.

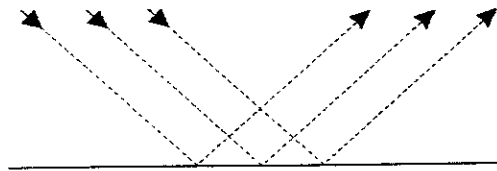


Figura 2.6. Reflexión de la luz.

2.5.2. Refracción de las ondas luminosas

La refracción indica la desviación que experimenta un rayo de luz cuando pasa de un medio óptico a otro distinto, cambiando su velocidad, según se aprecia en la figura 2.7.

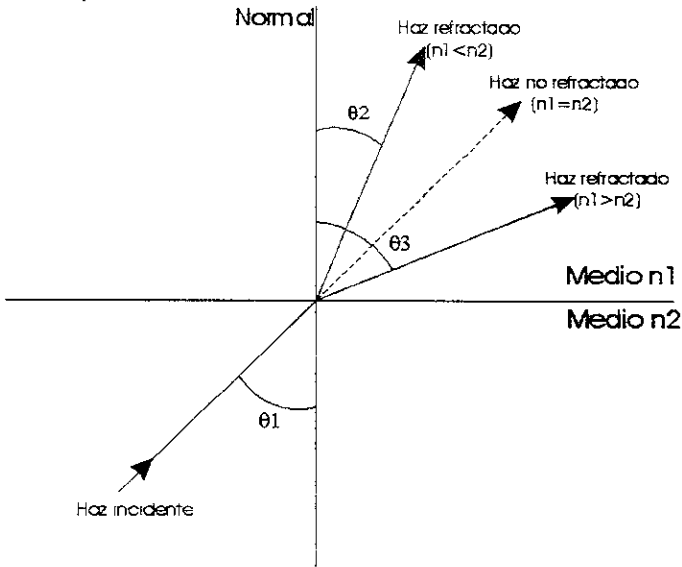


Figura 2.7. Refracción de la luz.

La desviación experimentada por un rayo de luz al pasar de un medio a otro de diferente índice constituye una función tanto de la relación que existe entre las velocidades de propagación en los medios en que se produce, como de la inclinación con respecto a la superficie de separación del haz luminoso incidente. Reciben los nombres de ángulos de incidencia y de refracción los formados por las direcciones de propagación de la onda incidente y la refractada, respectivamente, con la normal a la superficie del medio refractor. La cantidad de doblaje o refracción que ocurre en la interfaz de dos materiales, de densidades diferentes, es bastante predecible y depende del índice de refracción de los dos materiales. El índice de refracción simplemente es la relación de la velocidad de propagación del haz de luz en el espacio libre con la velocidad de la propagación de un haz de luz en un material específico.

La figura 2.8 muestra como un haz se refracta conforme viaja de un material más denso (índice de refracción más alto) a un material menos denso (índice de refracción más bajo). Puede observarse que el haz de luz cambia de dirección en la interfaz y el ángulo de refracción es mayor que el ángulo de incidencia. En consecuencia, cuando un haz de luz entra en un material menos denso, el haz se dobla para separarse de la normal. La normal es simplemente una línea dibujada perpendicularmente a la interfaz en el punto en donde el haz de incidencia cruza la interfaz. De manera semejante, cuando un haz de luz entra en un material más denso, el haz se dobla hacia la normal.

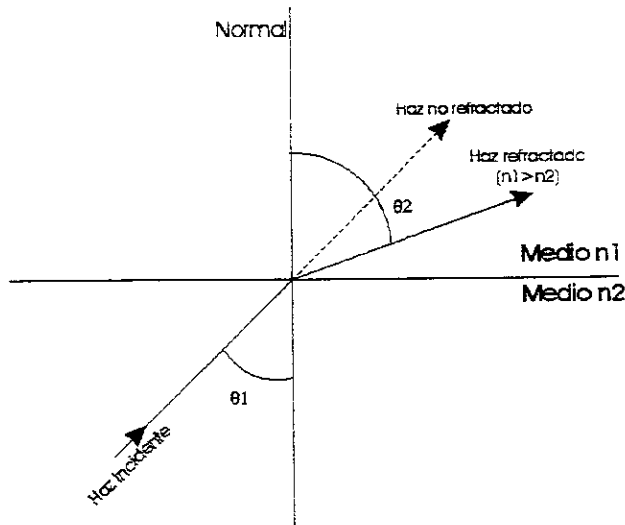


Figura 2.8. Haz refractado a través del material.

2.5.3. Difracción de las ondas luminosas

La difracción de las ondas luminosas se trata de un fenómeno peculiar de la luz, consistente en que la trayectoria de la propagación en línea recta experimenta un cambio en su dirección. Para comprender de qué manera la fibra de material transparente consigue encaminar la luz para guiarla, hemos de hablar del ángulo de aceptación que se define como apertura numérica (AN). Se llama ángulo de aceptación o cono de aceptación de medio ángulo al máximo ángulo en el cual los rayos de luz externos pueden tocar la interfaz de aire / fibra y aún propagarse por la fibra, con una respuesta que no es mayor a 10dB del máximo valor.

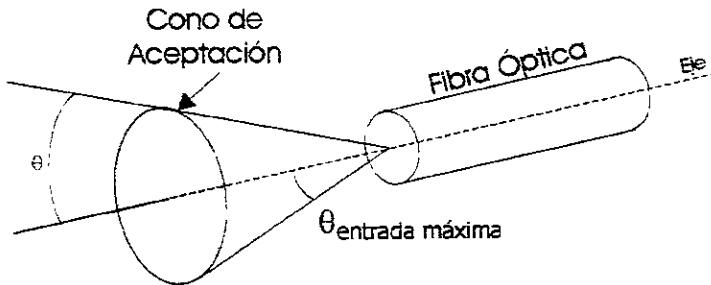


Figura 2.9. Cono de aceptación.

Si se hace girar el ángulo de aceptación alrededor del eje de la fibra óptica hasta formar un círculo creando la figura de un cono, el cual describe al cono de aceptación para el rayo de luz en la entrada de la fibra óptica, y esto se aprecia en la misma figura.

2.5.4. Modos de propagación

Los modos de propagación de la luz en las fibras ópticas son: multimodo y monomodo.

Las fibras multimodo son aquellas en las que el índice de refracción del núcleo permanece invariable o no en toda su sección y tienen varias trayectorias de propagación. Son las menos usadas en comunicaciones, reservándose para aplicaciones locales y con pequeños anchos de banda.

Las fibras monomodo son aquellas en las que su índice de refracción del núcleo es constante y tiene una sola trayectoria de propagación. Son las más usadas para cubrir mayor distancia y un amplio ancho de banda. A través de este tipo de fibras pueden transmitirse simultáneamente mayores volúmenes de información, en comparación con las fibras ópticas multimodo.

2.6. Modulación y Multiplexación

Dentro de un canal de comunicación, o medio de enlace entre el origen y el destino de la información, la señal se modifica en el transmisor por dos razones:

- a. Para adecuarla al medio de transmisión de que se trate.
- b. Para aprovechar el medio de transmisión, de modo que soporte no sólo una comunicación sino varias simultáneas, es necesario “empaquetar” diversas comunicaciones y transmitir las simultáneamente, a este proceso se le conoce como multiplexación.

Las técnicas para transmitir diversos tipos de información por el mismo canal de comunicación, son:

- Multiplexación por División de Frecuencia (*FDM, Frecuency Division Multiplexing*). Esta técnica consiste en dividir toda la gama de frecuencias que las características físicas del medio de transmisión transportadas en fracciones, de esta forma, la señal procedente del transmisor llega

completa y continua al receptor.

- Multiplexación por División de tiempo (*TDM, Time Division Multiplexing*). Este método consiste en asignar sucesivamente a cada canal, durante un tiempo limitado, toda la banda de frecuencias. Aquí, la señal enviada en determinados instantes, se recibe por muestras en número suficiente que hacen que su percepción y reconstrucción sean confiables.
- Multiplexación en longitud de Onda (*WDM, Wavelength Division Multiplexing*). Este método consiste en la transmisión simultánea de dos o más flujos sobre una misma fibra, ya sea en el mismo sentido o en sentido opuesto, cada uno con distinta longitud de onda.

Como ya se ha mencionado, se debe cambiar alguna característica de la señal a transmitir para que sean posibles varias comunicaciones a la vez por un mismo medio. Para ello nos servimos de una onda auxiliar, cuyas características permiten la propagación por el medio de transmisión, y de la cual se modificará alguna cualidad (la amplitud, la frecuencia o la fase) al agregarle la información que se desea transmitir; a este proceso se le conoce como *modulación de onda continua*. La información puede ser analógica o digital, dando lugar a dos tipos de modulación, respectivamente:

- Modulación analógica. En este tipo de modulación tanto la onda portadora como la moduladora son señales analógicas. Según se modifique la amplitud, frecuencia o fase de la portadora de modo proporcional a la información, se obtendrá:

Modulación de amplitud	(<i>AM, Amplitude Modulation</i>)
Modulación de frecuencia	(<i>FM, Frequency Modulation</i>)
Modulación de fase	(<i>PM, Phase Modulation</i>)

- Modulación digital. Se define este tipo de modulación cuando la señal moduladora es digital y la portadora analógica. También aquí se puede modificar cualquiera de las tres características que definen a esta última, con lo que se obtendrá:

Modulación de amplitud	(<i>ASK, Amplitude Shift Keying</i>)
Modulación de frecuencia	(<i>FSK, Frequency Shift Keying</i>)
Modulación de fase	(<i>PSK, Phase Shift Keying</i>)

Cuando una señal analógica modula un tren de impulsos (onda portadora), los parámetros que se pueden ver alterados son:

La amplitud	(<i>PAM, Pulse Amplitude Modulation</i>)
La duración	(<i>PDM, Pulse Duration Modulation</i>)
La frecuencia	(<i>PTM, Pulse Time Modulation</i>)

En el punto de recepción se realiza el proceso de la demodulación de la información enviada. Mediante la demodulación se recupera la información original. Este proceso se puede llevar a cabo de dos modos diferentes:

- Detección de envolvente (no coherente). Aquí el detector toma la señal modulada y en base a sus variaciones obtiene la moduladora (usada en *AM* o *ASK*).
- Detección síncrona (coherente). En este proceso al detector se le proporcionan la onda modulada y la de referencia generada. La composición de ambas reproduce la señal primitiva (recomendada en las ondas moduladas en frecuencia o fase).

2.6.1. Modulación en los sistemas de fibra óptica

Para los transmisores de sistemas ópticos se utiliza la modulación directa de la onda del láser, no importando si la señal moduladora es analógica o digital. La señal analógica modula a la portadora óptica en intensidad (*IM, Intensity Modulation*), haciendo variar la amplitud de la corriente que circula por la fuente en torno al nivel de polarización elegido. La señal de información puede transmitirse de las siguientes formas:

- 1) Modulándola directamente en forma de banda base (*D-IM, Direct Intensity Modulation*).
- 2) Incorporada en una subportadora eléctrica modulada en amplitud (*AM-IM, Amplitude Modulation - Intensity Modulation*).
- 3) Incorporada a una subportadora eléctrica modulada en frecuencia o fase (*FM-IM, Frequency Modulation - Intensity Modulation*, o *PM-IM, Phase Modulation - Intensity Modulation*).
- 4) Modulando un tren de impulsos, que actuará como subportadora, en amplitud, duración, posición, etc. y modulará el haz luminoso.

Los sistemas ópticos también exigen requerimientos para sus fuentes de luz, mismos que los diodos láser (*LD, Laser diode*) y los diodos emisores de luz (*LED, Light emitting diode*) satisfacen. Las características principales de estos elementos son:

- ⇒ Bajo consumo.
- ⇒ Alta fiabilidad con los cambios de temperatura.
- ⇒ Pequeño tamaño.
- ⇒ Alta potencia de salida.
- ⇒ Pureza espectral suficiente para las regeneraciones en los casos de largas secciones.
- ⇒ La fuente debe admitir en su interior la modulación a la velocidad de transmisión del sistema, aunque últimamente se está acudiendo a moduladores exteriores de la propia fuente.

Los diodos emisores de luz (*LED*) son fuentes de luz con emisión espontánea, son diodos semiconductores p-n que para emitir luz se polarizan directamente.

Las características no lineales de las fuentes ópticas afectan a la calidad de transmisión, particularmente con diodos *LED* y empleando modulaciones *AM-IM* o *D-IM*, lo que obliga a operar con índices de modulación bajos (del orden del 10%) y, en consecuencia, a obtener poca potencia de la señal (la potencia transmitida es proporcional al cuadrado del índice de modulación). Lo anterior repercute tanto en la limitación de la longitud de la sección de regeneración como en el empeoramiento de la relación señal-ruido, la única ventaja es el pequeño ancho de banda total utilizado. Los resultados con fuentes láser mejoran lo anterior pero requiere de dispositivos especiales.

2.7. Concepto de red

Aunque el objetivo de nuestro trabajo no es propiamente profundizar en aspectos de redes de datos, si cabe mencionar algunos términos que se consideran necesarios para el mejor entendimiento del diseño de la red de fibra óptica.

Es evidente que la fusión de las computadoras y las comunicaciones ha tenido una profunda influencia en la forma en que los sistemas de cómputo se organizan. El viejo modelo de una sola computadora que atendía todas las necesidades de computación de la organización ha sido reemplazado por uno en

el cual un gran número de computadoras separadas pero interconectadas hacen el trabajo. Estos sistemas se llaman redes de computadoras.

2.7.1. Clasificación de las redes

No existe una clasificación generalmente aceptada dentro de la cual quepan todas las redes de computadoras, pero dos dimensiones sobresalen como importantes: la tecnología de transmisión y su dimensión.

En términos generales, hay dos tipos de tecnología de transmisión:

- a) Redes de difusión.
- b) Redes punto a punto.

Las redes de difusión tienen un canal de comunicación compartido por todos los centros de producción. Los sistemas de difusión ofrecen la posibilidad de dirigir un paquete a todos los destinos. Cuando se transmite un paquete, cada punto en la red lo recibe y tiene la posibilidad de procesarlo. Este modo de operación se llama difusión (*broadcasting*) y es el que se manejará en el presente trabajo.

En contraste, las redes punto a punto consisten en muchas conexiones entre pares individuales de máquinas o nodos. Para ir del origen al destino, un paquete en este tipo de red puede tener que visitar primero una o más puntos intermedios. A veces son posibles múltiples rutas de diferentes longitudes, por lo que los algoritmos de ruteo desempeñan un papel importante en las redes punto a punto.

Un criterio alternativo para clasificar las redes es su dimensión. En la tabla 2.5. damos una clasificación de los sistemas de múltiples procesadores de acuerdo con su tamaño físico.

En la parte superior están las máquinas de flujo de datos, equipo con alto grado de paralelismo y muchas unidades funcionales, todo trabajando en el mismo programa. A continuación vienen los sistemas que se comunican enviando mensajes por *buses* muy cortos y rápidos. Más allá están las verdaderas redes, puntos que se comunican intercambiando mensajes por cable largos. Éstas pueden dividirse básicamente en redes locales, metropolitanas y de área amplia. La distancia es importante como medio de clasificación porque se usan diferentes técnicas para diferentes dimensiones

0.1 m	Tarjeta de circuitos	Máquina de flujo de datos
1 m	Sistema	Multicomputadora
10 m	Cuarto	Red de área local
100 m	Edificio	Red de área local
1 km	Campus	Red de área local
10 km	Ciudad	Red de área metropolitana
100 km	País	Red de área amplia
1000 km	Continente	Red de área amplia
10000 km	Planeta	Red de área global

Tabla 2.5. Clasificación de nodos interconectados según su escala.

▣ Redes de área local

Las redes de área local, generalmente llamadas LAN (*Local Area Network*), son redes de propiedad privada dentro de un solo edificio o campus de hasta unos cuantos kilómetros de extensión. Las LAN se distinguen de otro tipo de redes por tres características: su tamaño, su tecnología de transmisión y su topología.

Las LAN están restringidas en tamaño, lo cual significa que el tiempo de transmisión del peor caso está limitado y se conoce de antemano. Las LAN a menudo usan una tecnología de transmisión que consiste en un cable sencillo al cual están conectadas todas las máquinas, y operan a velocidades de 10 a 100 Mbps, tienen bajo retardo y experimentan pocos errores.

Las LAN de transmisión pueden tener diversas topologías, dos de ellas se muestran en la figura 2.10.

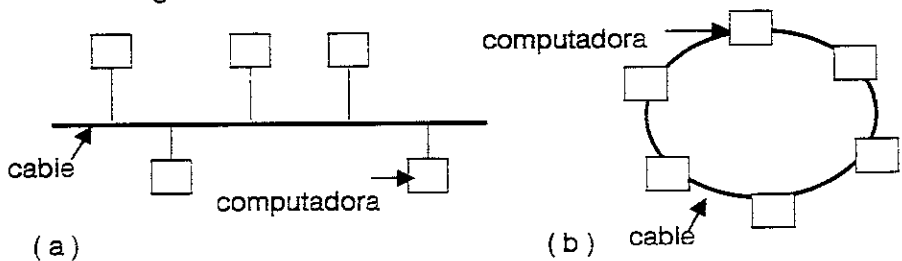


Figura 2.10. Redes de difusión: (a) Bus (b) Anillo.

En una red de bus, en cualquier instante una computadora es la máquina maestra y puede transmitir, para ello se pide a las otras máquinas que se abstengan de enviar mensajes. Es la más sencilla, se usa un medio de comunicación común el cual se conecta a todos los nodos de la red. Sus principales ventajas son lo sencillo de su reconfiguración, su medio de transmisión confiable (el que una terminal no funcione, no afecta a la red) y permite velocidades elevadas de transmisión. Sus desventajas son la distancia limitada de cobertura y el posible retardo en la línea principal debido a las colisiones.

Un segundo tipo de sistema de difusión es el anillo. En un anillo cada *bit* se propaga por sí mismo, sin esperar el resto del paquete al cual pertenece. Típicamente, cada bit recorre el anillo entero en el tiempo que toma transmitir unos pocos bits, a veces antes de que el paquete completo se haya transmitido. Entre sus ventajas principales figuran: contiene un medio de comunicación cerrado, la interfaz es un repetidor de paquetes y puede operar en los modos de escucha, transmisión y de paso. Entre sus desventajas tenemos: dificultad de cableado para dar de alta nuevos nodos y la operación normal se ve afectada si falla algún enlace o nodo.

□ Redes de área Metropolitana

Una red de área metropolitana, o **MAN** (*Metropolitan Area Network*), es básicamente una versión más grande de una LAN y normalmente se basa en una tecnología similar. Podría abarcar un grupo de oficinas corporativas cercanas o una ciudad y podría ser privada o pública. Una MAN sólo tiene uno o dos cables y no contiene elementos de conmutación, los cuales desvían los paquetes por una de varias líneas de salida potenciales. Su velocidad es de 100 Mbps o más. Al no tener que conmutar, se simplifica su diseño.

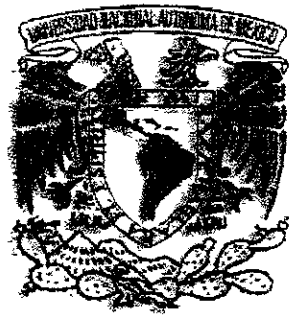
□ Redes de área amplia

Una red de área amplia, o **WAN** (*Wide Area Network*), se extiende sobre un área geográfica extensa, a veces un país o un continente; contiene una colección de máquinas (*host*) dedicadas a ejecutar programas de usuario (es decir, de aplicación). Las *hosts* están conectadas por una subred de comunicación, o simplemente subred. El trabajo de la subred es conducir mensajes de una *host* a otra.

En muchas redes de área amplia, la subred tiene dos componentes distintos: las líneas de transmisión y los elementos de conmutación. Las líneas de

transmisión son los llamados circuitos, canales o troncales y mueven bits de una máquina a otra. Los elementos de conmutación son computadoras especializadas que conectan dos o más líneas de transmisión y se manejan generalmente los conmutadores, ruteadores, puentes y compuertas.

Después del panorama general de las redes, es conveniente mencionar que en las redes de banda base, como será el caso de nuestro diseño, las señales son transmitidas en forma de señal digital, directamente sobre la fibra óptica, aplicando dos niveles de tensión diferenciados cuyas transiciones representan los dos estados binarios. Un controlador de la línea introduce en el canal variaciones de tensión, para que el canal se comporte entonces como un mecanismo de transporte a través del cual se propaguen estos pulsos digitales.



CAPÍTULO 3

Análisis del sistema actual de Audio y Video



El presente capítulo ofrece un análisis general del funcionamiento de la empresa MENTV, se describen sus características de operación y medios de transmisión actuales; lo anterior con el fin de establecer las consideraciones técnicas pertinentes para el desarrollo del proyecto de red óptica. Es también importante presentar las particularidades de la señal de video y audio para su correcta transmisión y monitoreo en los centros de producción. Esta señal está sujeta a los estándares que a continuación se mencionan.

3.1. Características de las señales a transportar

Para transportar señales de video y audio sobre un sistema de calidad *Broadcast* se requiere un manejo de las señales en banda base, por lo que los equipos que las transportan deberán tomar en cuenta esta característica para lograr la calidad sugerida por MENTV. Los estándares del formato a los cuales deberá ajustarse nuestra señal se citan en la Norma Oficial Mexicana NOM-03-SCT1-93 de acuerdo con las recomendaciones del CCIR (*Commission Consultative International of Radiodiffusion*, Comité Consultivo Internacional de Radiocomunicaciones).

3.1.1. Características de la señal de video

El canal de video que maneja MENTV adopta los parámetros que se presentaron en la tabla 2.2, partiendo de un ancho de banda por canal de 6 MHz, en el cual el video ocupa nominalmente 4.2 MHz.

Como parte de la señal de video compuesta se encuentran los impulsos de borrado, la señal correspondiente a las variaciones de luz, y los impulsos de sincronismo que proveen toda la información necesaria para reproducir la imagen completa, línea por línea y campo por campo.

Una imagen se divide en 2 campos: par e impar, cada uno de ellos tiene 262 $\frac{1}{2}$ líneas que cubren las 525 de cada cuadro, cada línea es barrida en un período de 63.55 μ s, de los cuales aproximadamente 53.3 μ s se utilizan para transmitir información y el resto para retrazar el haz de exploración, cuya dirección es de izquierda a derecha. Primeramente se exploran las líneas impares, luego son exploradas las líneas pares, a este procedimiento se le conoce como exploración entrelazada y se efectúa a una frecuencia de 15,750 Hz por línea. Entre 30 y 43 líneas de imagen son utilizadas para que el receptor pueda sincronizarse adecuadamente para asegurar que el barrido inicie en la parte alta de la pantalla. El formato de la imagen tiene una relación 4:3, cuyo significado es que la imagen se conforma de 4 unidades de ancho por 3 unidades de alto. El período requerido para barrer un campo completo es de 1/60 s por lo tanto una imagen completa se explora en 1/30 s.

En cuanto a las unidades IRE (ahora denominado Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos, IEEE) que representan las amplitudes de la señal compuesta de video, ésta tiene un total de 140 unidades para su valor pico a pico con un nivel de referencia de 0 IRE. El nivel máximo de blanco es de 100 unidades, mientras que el nivel de sincronismo comprenderá las 40 unidades que se encuentran por debajo de la referencia (ó - 40 IRE).

Con el fin de asegurarse de que las señales de la subportadora de color no interfieran con las amplitudes de sincronismo se maneja un rango de 7.5 unidades IRE entre los picos de negro de la señal y el nivel de supresión.

En la siguiente tabla se mencionan los parámetros característicos para las señales de sincronismo.

Impulso de sincronismo	4.19 a 5.71 μs (4.13 a 5.08) μs
Duración de la señal de supresión de línea	10.2 a 11.4 μs (10.5 a 11.4) μs
Período de campo "V"	16.667 ms (16.6833) ms
Duración de la secuencia de los impulsos de sincronismo	3H ⁽²⁾
Duración de los impulsos de sincronismo de campo	26.4 a 28.0 μs

Notas: (1) Los valores que figuran entre paréntesis se aplican a la combinación M/NTSC.

(2) H = período nominal de línea = 63.492 μs (63.5555) μs

Tabla 3.1. Detalles de las señales de sincronismo de línea y campo.

Los impulsos de sincronismo horizontal tienen un valor aproximado de 5 μs , o sea la mitad del tiempo de borrado, pues la anchura normal de cada impulso de borrado es de 10 μs . En el caso de la amplitud de los impulsos de borrado vertical son de 0.05 a 0.08 V, el período de borrado vertical tiene un máximo de 1333 μs dentro del cual se incluye un intervalo de 6 impulsos de sincronía vertical que comprenden 190.5 μs ó 3 H.

La finalidad de los períodos de borrado horizontal y vertical es hacer invisible el retraso del haz que ocurre al finalizar cada campo, cambiando la amplitud de la señal al nivel de negro. Mas allá de este nivel (infranegro) se encuentran los impulsos de sincronismo que ocurren durante el tiempo de borrado y son los que determinan el inicio del retraso horizontal y vertical.

En la televisión en color, la señal de video compuesta incluye la señal de crominancia de 3.58 MHz, en el umbral posterior del impulso de sincronismo horizontal se incluye una señal de ráfagas (*burs*) que consiste de 8 a 11 ciclos de la subportadora de crominancia con una amplitud de 40 IRE y tiene como finalidad sincronizar el color para que los matices sean los correctos. En base a la colorimetría se definieron como colores primarios el rojo, el verde y el azul, por ser los que en conjunto pueden producir la gama más amplia de colores diferentes.

3.1.2. Sistema de sonido multicanal

A principios de 1984 la FCC (*Federal Communications Commission*, Comisión Federal de Comunicaciones) autorizó la transmisión multicanal de sonido soportada por un sistema recomendado por el BTSC (*Broadcast Television Systems Committee*, Comité de Sistemas de Transmisión de Televisión).

La MTS (*Multichannel Television Sound*, Televisión con Sonido Multicanal) utiliza una técnica de multiplexación muy similar a la subportadora de amplitud modulada en la difusión de radio FM estéreo. El proceso las adiciona a la portadora de audio de una estación de televisión. Algunas de estas subportadoras están diseñadas para ser recibidas por el público en general y pueden ser usadas para una variedad de procedimientos incluyendo el sonido estereofónico. La separación de la portadora de sonido con relación a la portadora de imagen será de 4.5 MHz, concluimos entonces que la señal de televisión está compuesta por la señal de video y por dos canales de audio para el sonido estereofónico, uno de los cuales ocupa el puesto precedentemente ocupado por la señal mono de audio (canal principal).

La señal moduladora del canal principal está constituida por la suma de las señales de audio izquierda más derecha "I + D", las cuales tienen un rango de frecuencia entre los 50 Hz y 15 kHz. La desviación máxima en los picos de frecuencia en el canal principal es de 25 kHz. Tenemos también en MTS una señal estéreo de diferencia izquierda menos derecha "I - D" que está limitada en la banda de los 50 Hz a los 15 kHz. Luego la señal "I - D" se modula en amplitud en banda lateral doble con portadora suprimida sobre una subportadora fH de 15,734 Hz ó 31,468 Hz. La subportadora de audio en 31,468 Hz es suprimida, por

lo que el resultado cubre una frecuencia de banda desde los 16.5 hasta los 46.5 kHz. La desviación pico de frecuencia del subcanal estéreo es de 50 kHz.

Para que el receptor de televisión conozca si una señal estéreo está siendo transmitida, se logra un acoplamiento con un tono puro transmitido exactamente a la mitad de la frecuencia de la subportadora estéreo, la portadora a 15,734 Hz (señal piloto, figura 3.1.) con baja amplitud de ± 5 kHz para prevenir que las bandas laterales causen interferencia con las señales de audio en banda base.

Agregadas al sonido estéreo, otras señales pueden ser colocadas en la señal de radiofrecuencia a través de nuevas multiplexaciones. Servicios tales como un segundo idioma, comunicaciones comerciales, y datos, se logran usando una segunda subportadora para llevar a cabo un Programa de Audio (SAP, *Second Audio Program*). Una tercera subportadora denominada subcanal profesional, puede ser usada para estrechar la banda de audio o señales de datos, para mensajes, telemetría, etc.

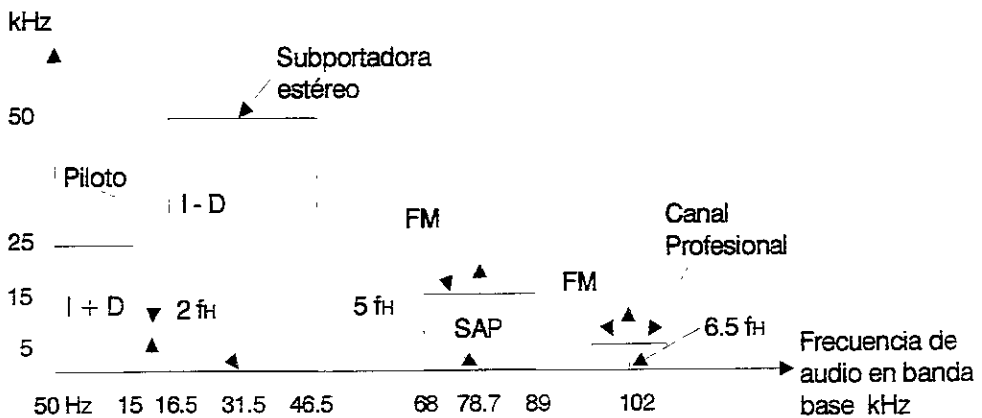


Figura 3.1. Espectro en frecuencia de varias señales multiplexadas a la vez.

La señal de banda base "I + D", la señal estéreo piloto a 15,734 Hz, la subportadora $2f_H$ modulada en amplitud por la señal estéreo de diferencia, la subportadora $5f_H$ modulada en frecuencia por el SAP, y la subportadora $6.5f_H$ modulada en frecuencia por la señal profesional son sumadas. La señal suma es entonces usada para modular la frecuencia del audio en la portadora RF. El rango de desviación en la portadora RF es mínimo de 73 kHz, aunque se recomiendan 100 kHz. Los múltiplos de f_H se utilizan para entrelazar las componentes de frecuencia de la modulación de sonido con las frecuencias de la señal de video.

3.1.3. Monitoreo de señales

La calidad de la imagen recibida es determinada por la calidad del equipo que la transmite y recibe, además del medio de transmisión seleccionado. Es importante detectar y corregir cualquier distorsión en la señal, que puede ser ocasionada por alguno de los equipos que interviene durante el proceso de producción y transmisión, como son: máquinas de video tape, conmutadores, generadores de efectos especiales etc., por esto se han desarrollado instrumentos especializados en analizar estas señales, asegurando que se cumplan los requerimientos técnicos especificados en el estándar NTSC. Los equipos utilizados para analizar la información contenida en las señales de video son monitores forma de onda y vectorscopios.

Un monitor forma de onda es un instrumento usado para medir la luminancia o brillo de la imagen, como también la señal de alta frecuencia de crominancia. Un vectorscopio muestra la información de amplitud y fase de la señal de crominancia.

En la figura 3.2. se muestra un monitor forma de onda desplegando una señal de barras de color, la cual es una de las señales más utilizadas en procesos de verificación y ajuste.

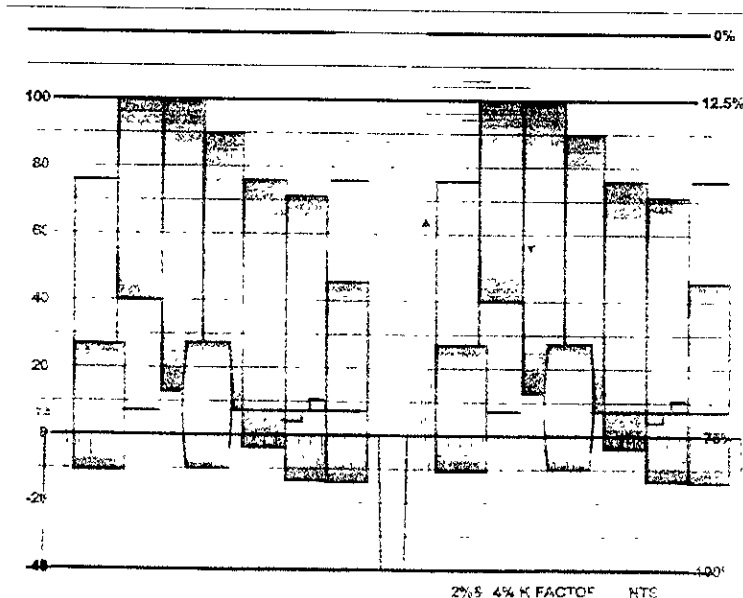


Figura 3.2. Forma de onda desplegando una señal de barras de color

En la pantalla se observa el voltaje de la señal de prueba estandarizado en unidades IRE en el eje vertical, la señal de luminancia y crominancia son sumadas para formar una onda completa. Cada color tiene un nivel diferente de luminancia, las barras están ordenadas por nivel de menor a mayor (blanco, amarillo, cian, verde, magenta, rojo, azul, y negro).

En la figura anterior observamos que la amplitud pico a pico de la señal de crominancia varía de una barra de color a otra, la primera y la última barra no tienen crominancia debido a que corresponden a los colores blanco y negro respectivamente.

Aunque la señal de crominancia es una onda senoidal, debido a su alta frecuencia los ciclos de la onda no se distinguen en la pantalla, los ciclos individuales pueden ser observados al expandir la escala horizontal. La escala horizontal se encuentra en la referencia de 0 IRE y es utilizada para mediciones de intervalos de tiempo de la señal de video.

En el centro de la pantalla podemos observar el pulso de sincronía, que fija el inicio de la próxima línea. En la figura 3.2. se muestran las 525 líneas de barrido, la mitad de éstas en el lado izquierdo y la otra mitad en el lado derecho. Las pruebas de video se realizan aplicando una señal conocida a la entrada de un sistema o equipo de video, y observando la señal a la salida; si existen distorsiones el equipo es ajustado para eliminarlas o minimizarlas; si el equipo es capaz de pasar la señal de prueba desde la entrada a la salida con una mínima distorsión, puede pasar limpiamente una señal de video también.

La prueba de los niveles de luminancia se hace por medio de la observación de la amplitud de la señal de barras de color, ya sea que la amplitud sea muy alta o baja. Cuando esto suceda se deberá ajustar el control de ganancia del sistema bajo prueba para que el máximo de la señal corresponda a 100 IRE. La parte baja del pulso de sincronía deberá estar a -40 IRE.

Otro parámetro importante que debe considerarse es la duración del pulso de sincronía, para hacer una medición exacta de éste se tendrá que ampliar el pulso en la pantalla del monitor forma de onda, después se deberá ajustar la posición vertical del pulso de modo que su parte inferior corresponda a -20 IRE para que el 50% del pulso se encuentre sobre el nivel de referencia de 0 IRE. En la figura 3.3. se muestra un pulso de sincronía ampliado, en donde cada división mayor en el eje horizontal corresponde a 1 μ s, el pulso de sincronía deberá medir 4.7 μ s.

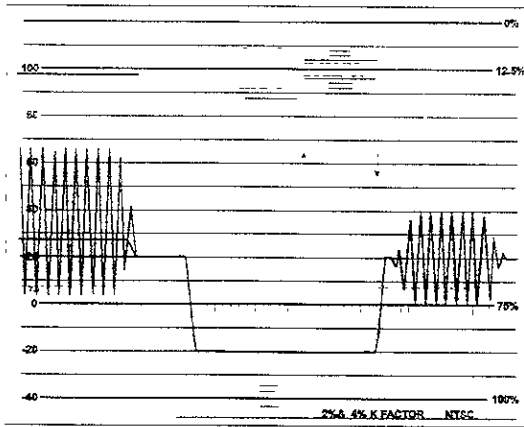


Figura 3.3. Pulso de sincronía horizontal ampliado.

El otro instrumento complementario al monitor forma de onda es el llamado vectorscopio, el cual despliega información de la señal de crominancia únicamente. Existen dos parámetros importantes de esta señal que pueden sufrir distorsiones, éstas son la amplitud (ganancia) y fase. La amplitud es una medida independiente que puede ser realizada mediante un monitor forma de onda, la fase es la relación entre dos señales, en este caso, la relación entre la señal de crominancia y la referencia o *burst* del video. Existen dos elementos en la pantalla de un vectorscopio: la graticula y la traza, la graticula es la escala usada para cuantificar los parámetros de la señal a examinar, mientras que la traza representa a la señal de video. La figura 3.4. muestra la pantalla de un vectorscopio desplegando una señal de prueba de barra de colores. Cada uno de los colores de la señal es representado por puntos en la pantalla.

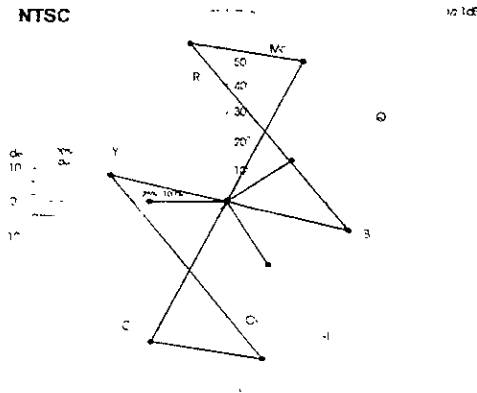


Figura 3.4. Vectorscopio mostrando una señal de barra de colores.

La graticula del vectorscopio es un círculo completo con marcas en incrementos de 2 a 10 grados, dentro de este círculo podemos observar seis cuadros o blancos cada uno conteniendo cuadros más pequeños, en los cuales cada punto de la barra de colores debería caer si la ganancia de crominancia y fase fueran las correctas. La línea horizontal que corta el círculo en dos, en cero y 180 grados, se usa para posicionar la referencia o *burst* (la señal de ráfaga o *burst* es la porción de la traza que se extiende de la parte central hacia la posición de 180 °). Los ejes horizontal y vertical representan las dos componentes de la señal de color B - Y (azul menos luminancia) y R - Y (rojo menos luminancia) respectivamente.

Si la salida de un equipo que está siendo verificado muestra una rotación en el patrón de los puntos de color, significa que la fase de la señal de crominancia es incorrecta relativa a la señal de referencia, este error de fase causará que los tintes en la imagen no sean los adecuados. Para corregir este error hay que ajustar el control de tinte o el control de fase del equipo hasta que los puntos de color se encuentren lo más próximos a sus respectivos cuadros de crominancia en la graticula. Este ajuste puede no ser efectivo pues los puntos pueden caer antes o después de los cuadros, este fenómeno nos indica un error en la ganancia de crominancia y se puede observar más claramente en la siguiente figura, donde los puntos del color se encuentran defasados y además se extienden más allá de sus cuadros, esto último indica que la amplitud o ganancia es muy alta.

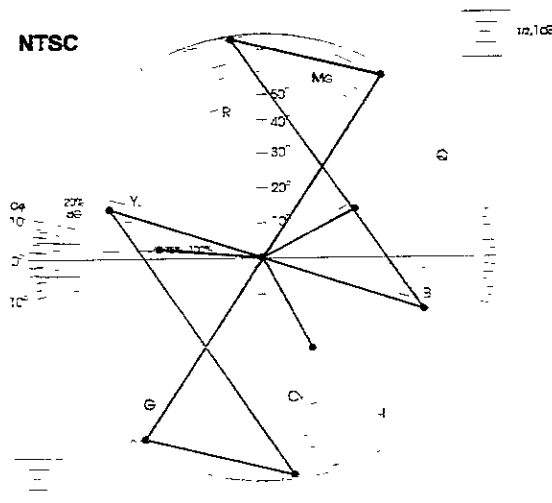


Figura 3.5. Vectorscopio mostrando un error en la ganancia y fase de la señal de crominancia.

En este caso se deberá ajustar el control de ganancia de color del equipo, si una vez hecho esto los puntos no quedaran en sus cuadros, habrá que reajustar el tinte para evitar que la pantalla se muestre con mezcla de matices.

Es muy importante recordar que ni el monitor forma de onda ni el vectorscopio afectan la señal de ninguna forma, por lo que si se llegase a encontrar algún error en la señal a la salida del equipo a prueba, se deberán usar los controles de este equipo para corregir el problema.

3.2. Descripción del sistema actual

Cumpliendo con las necesidades de expansión y con la elaboración de mayor contenido en la programación, MENTV fue creando diversos centros de producción, post-producción, edición, grabación, etc. en diversos sitios localizados dentro del Distrito Federal, área metropolitana y en Provincia. Cada lugar obviamente presenta características diversas en operación y elaboración de contenido que mostraremos en el esquema siguiente:

- Distrito Federal
 - Telesistema MENTV (MATRIZ)
 - MENTV Tape
 - Centro de Producción y Post-producción MENTV -CPPM-
 - MENTV-Eventos
 - MENTV-Novelas y espectáculos -MENES-
 - Noticias MENTV -INFOTV-
 - Estación de Enlaces
- Área Metropolitana
 - Estación repetidora Norte
 - Estación repetidora Sur
- Provincia
 - 31 estaciones repetidoras distribuidas en la República
 - 8 Estaciones centrales¹ en:
 - Monterrey
 - Chihuahua

¹ Las funciones de las centrales son similares (pero no igual de importantes) a la Matriz MENTV en el D.F.

- Guadalajara
- Veracruz
- Oaxaca
- Mérida
- Guerrero
- San Luis Potosí

Para efectos del presente proyecto sólo se analizarán las características en cuestión de transmisiones de los sitios comprendidos en el Distrito Federal.

El funcionamiento de los enlaces entre los diferentes sitios es un aspecto de primer orden de importancia para la compañía, ya que en muchas ocasiones es imprescindible contar con las señales generadas instantáneamente y esto no resulta fácil debido a los múltiples factores involucrados en una transmisión que posteriormente comentaremos, pero por el momento mencionaremos las características operativas y de transmisión actuales de los sitios.

1. TELESISTEMA

Características de operación:

- Centro operativo general, donde están contenidos todos los procesos a los que son sometidas las señales para el control de calidad y principalmente se generan las señales de Programa (*PGM, Program*) de los canales de televisión. Aquí es donde se distribuye la información hacia todos los centros operativos de la empresa.

Características de transmisión:

- Esta central se encarga de mandar y recibir la información de los centros operativos de la compañía mediante distintos medios de transmisión según sea el caso (se mencionarán posteriormente), además de transmitir (radiar) las señales de cobertura local (dentro del D.F. y área metropolitana). Para el caso de las señales enviadas a provincia y estaciones repetidoras, Telesistema tiene una estrecha relación con la estación de enlaces ya que como se mencionó, el *PGM* de los canales es generado en este punto para después transportarse hacia la estación de enlaces y finalmente enviarlo hacia el satélite definido.

2. MENTV-Tape

Características de operación:

- Centro de grabación, reproducción, transferencia de formatos de videocasetes, videoteca y edición de materiales como notas informativas, de espectáculos, etc.

Características de transmisión:

- Usualmente se utilizan cintas video-grabadas (videocasetes) para posteriormente trasladarlas a Telesistema, INFOTV o al CPPM para su reproducción.

3. CPPM

Características de operación:

- La función esencial de este sitio es la de realizar los promocionales de los programas que se transmiten en la programación como telenovelas, noticias, eventos deportivos, así como algunos comerciales para publicidad de la compañía.

Características de transmisión:

- Cuando el material está terminado se envía para su reproducción a Telesistema por medio de cintas grabadas.

4. MENTV-Eventos

Características de operación:

- Este centro de eventos especiales realiza programas de entretenimiento en vivo, conciertos, eventos privados de la compañía, convenciones, etc.

Características de transmisión:

- Usualmente la transmisión de la señal se realiza en vivo, por lo que las facilidades de envío tienen alta importancia en este sitio.

5. MENES

Características de operación:

- Estudios de producción de telenovelas y eventos especiales grabando y editando desde sus instalaciones.

Características de transmisión:

- La recopilación de las señales de telenovelas es mediante cintas grabadas y ocasionalmente se transmite en directo (después de la edición), mientras que los eventos especiales generalmente son en vivo y la importancia de transmisión es alta.

6. INFOTV

Características de operación:

- Se manejan estudios establecidos y acondicionados para la producción de noticieros e informes deportivos. Cuenta además con máquinas de Video-Tape para la edición de reportajes y notas informativas.

Características de transmisión:

- Debido a que la señal de INFOTV se transmite en vivo casi en su totalidad y con la exigencia de evitar interrupciones, se tienen destinados diversos medios de transmisión con este punto ya que debe contar con enlaces locales, nacionales e internacionales simultáneamente.

7. Estación de Enlaces

Características de operación:

- La función de la estación de enlaces es de vital importancia para la compañía, esto se debe a que el envío del programa de los canales de MENTV hacia todo el Mundo, donde se capta esta señal, se transmite desde este punto además de recibir la señal de los distintos centros de producción de la república y por supuesto los enlaces con los corresponsales ubicados en distintos puntos del Planeta.

Características de transmisión:

- Con sistemas mas diversos que en otros sitios de la empresa, la estación de enlaces cuenta con medios de transmisión capaces de trasladar la señal de forma permanente y con respaldo, esto es, la señal que es trasladada de Telesistema a la estación de enlaces será protegida por una segunda señal con las mismas características, y será utilizada en caso de pérdida de la primera por causas no deseadas.

3.2.1. Medios de transmisión utilizados por MENTV

Como ya se ha mencionado, MENTV es una empresa cuyos centros operativos están distribuidos dentro del Distrito Federal, por la relevancia de sus funciones la compañía se vio en la necesidad de implantar diversos medios de transmisión que entrelazan los centros de producción según sus características de operación, de esta manera se obtuvieron grandes beneficios por la pronta adquisición de materiales diversos y contenido para los canales y cadenas de difusión masiva.

Las necesidades de transmisión, como efecto del incremento de la captación de audiencia, han aumentado, y en consecuencia los sistemas de telecomunicaciones también se han ido modificando por tecnologías alternas de las cuales la compañía se ha favorecido. Enseguida mostraremos (figura 3.6.) los medios de transmisión empleados entre las centrales operativas de MENTV:

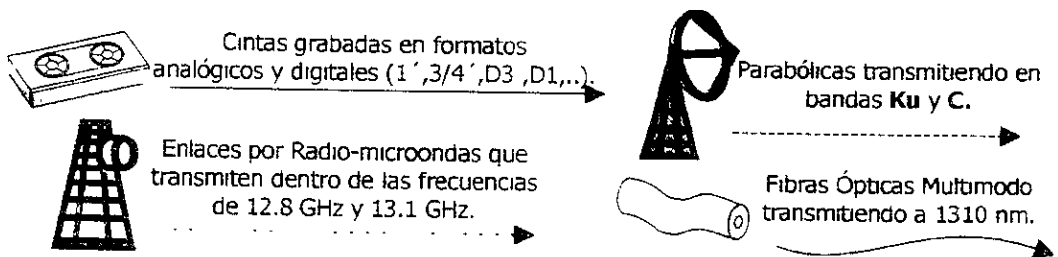


Figura 3.6. Medios de transmisión de MENTV.

Comenzando con MENTV - Tape, la Figura 3.7. nos muestra un enlace básicamente por cintas grabadas y el flujo puede variar según la cantidad de eventos o necesidades de la empresa.

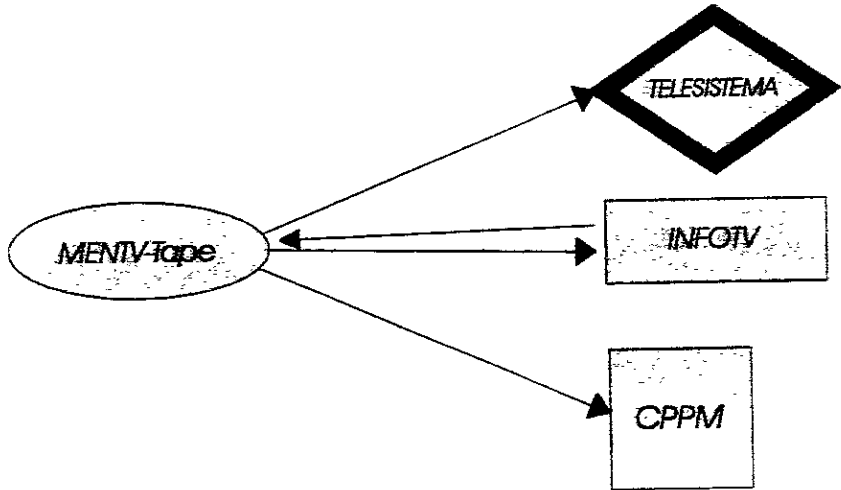


Figura 3.7. Enlace con MENTV-Tape.

- El tráfico de cintas es: Telesistema- 25/día
INFOTV- 30/día (envío), 15/día (regreso)
CPPM- 25/día

La figura 3.8. presenta los enlaces únicamente de CPPM con Telesistema, dado que las funciones de producción de este sitio no requieren de los enlaces todos los días, además de que las señales de los canales son solamente para monitoreo. Posiblemente se requiera (aleatoriamente) en ocasiones especiales enlaces por Radio-microondas a Telesistema.

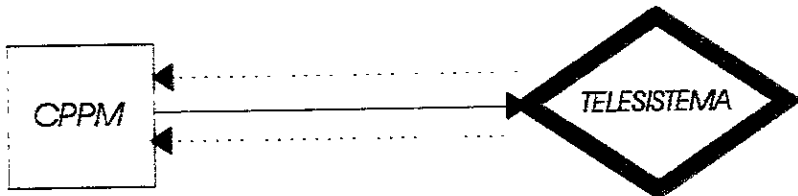


Figura 3.8. Enlace con CPPM

- El envío de cintas es de 20/día.
- Telesistema envía 2 señales con los canales de MENTV.

La transmisión en MENTV-Eventos (Fig. 3.9.) es muy importante, ya que uno de los principales objetivos de la empresa es que el contenido de los programas que se transmiten tiene que ser de entretenimiento, es por esta razón

que MENTV-Eventos aplica muchos medios de transmisión como soporte de las señales transmitidas por la cantidad de eventos realizados en este foro.

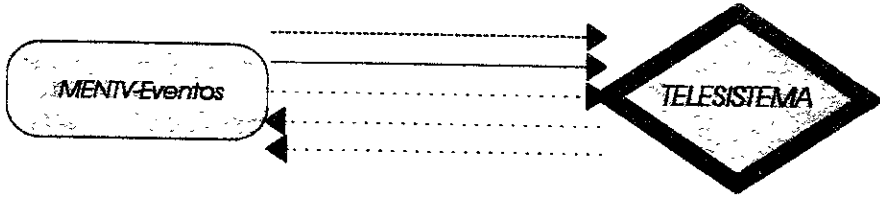


Figura 3.9. Enlace con MENTV-Eventos.

- El envío de cintas esta dentro del rango de 20 a 35 por día.
- Los enlaces de Radio-microondas son:
 - 1 señal de PGM (programa) para eventos o tráfico de materiales (envío).
 - 1 señal para el canal y 1 de tráfico de material para eventos (regreso).
- La señal de satélite es de protección de Radio-microondas para el PGM de MENTV-Eventos.

En MENES (Fig. 3.10.) la prioridad de transmisión es alta, ya que para un evento en vivo se tienen dispuestas Radio-microondas y Sistema satelital en banda Ku para el enlace con Telesistema, facilitando enseguida su transmisión. Las señales requeridas por este centro son para tráfico de información y monitoreo de la programación al aire. Para cuestión de telenovelas es requerido únicamente un enlace cuando el material en cinta no esté disponible y se realizará enlace por Radio- microondas.

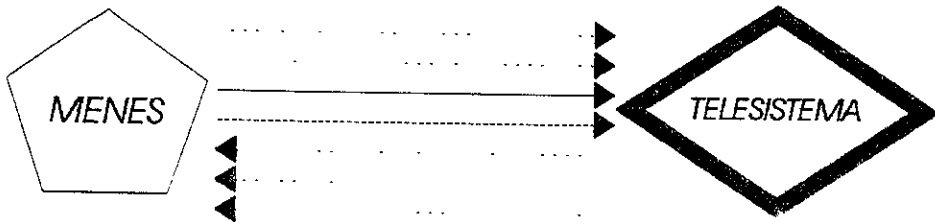


Figura 3.10. Enlace con MENES

- El envío de cintas sólo para eventos pregrabados 5/evento.
- Las señales que utilizan Radio-microondas son utilizadas para transmisión de los eventos al aire:
 - 1 señal de PGM y 1 señal de previo (PVW) (envío).

- 3 señales para tráfico de materiales de eventos (regresos).
- La señal de satélite se utiliza como respaldo de PGM.

La figura 3.11. muestra el enlace total que tiene INFOTV con respecto a otros centros, la cantidad de enlaces es reflejo de la importancia que tiene para transmitir y recibir información oportunamente. La prioridad es alta entre semana, los fines de semana baja dicha prioridad. Dentro de las señales que recibe INFOTV de Telesistema se encuentran también los canales de la empresa, los cuales están en calidad de monitoreo principalmente.

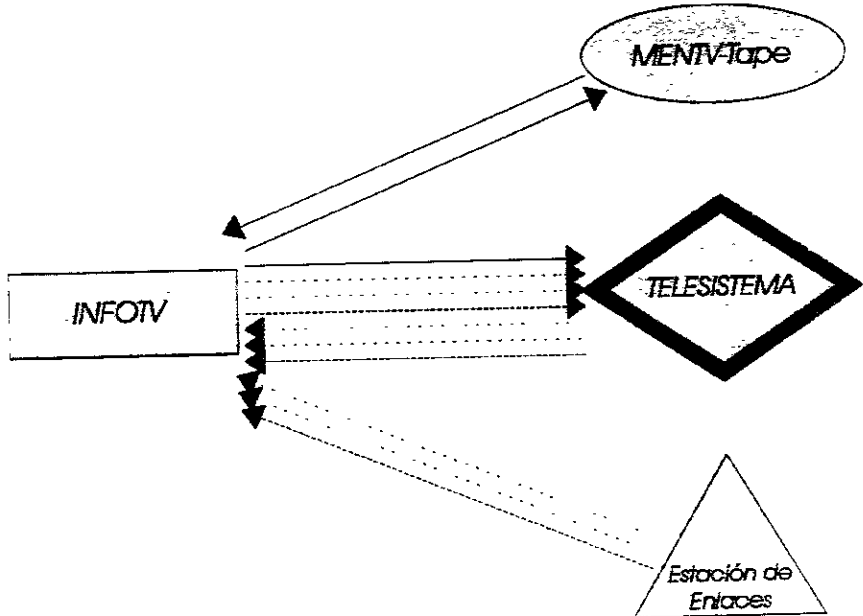


Figura 3.11. Enlace con INFOTV.

- Transporte de cintas:
 - 10/día para videoteca en MENTV-Tape.
 - 5/día grabación de noticieros.
 - 30/día información de video-archivos (regreso).
- Enlaces vía microondas:
 - Para cualquier noticiero o reseña deportiva se utilizan 2 señales hacia Telesistema (envío).
 - Para monitoreo de la programación al aire, 2 señales (regreso).
 - 2 señales para los enlaces Locales, Nacionales e Internacionales de la Estación de Enlaces (regresos).
- Los enlaces satelitales son utilizados de la siguiente forma:

- 1 señal como respaldo de PGM (envío).
- 1 señal del canal por donde aparece el noticiero (regreso).
- 1 señal para enlaces Locales, Nacionales e Internacionales directamente de la Estación de Enlaces de respaldo (regreso).

La Estación de Enlaces (Fig. 3.12.) representa el punto de distribución de las señales para toda la empresa, incluyendo las señales exteriores (cadena Nacional e Internacional). La importancia de las transmisiones es muy alta, y lo es así con los enlaces locales, utilizando enlaces por Radio-microondas, satelitales (en bandas C y Ku) además de fibras ópticas, las cuales son usadas para respaldar las señales con Telesistema y viceversa.

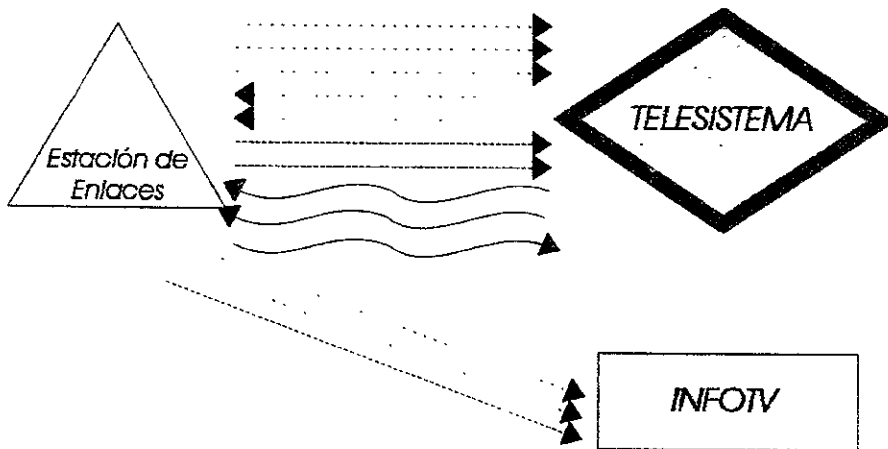


Figura 3.12. Estación de Enlaces.

- Para enlaces vía microondas se utilizan:
 - 3 envíos para enlaces entre diversos puntos y Telesistema, vía principal.
 - 2 señales con los canales para distribución general (Repetidoras, Nacional e Internacional) (regresos)
 Nota.- El enlace que tiene con INFOTV se menciona en la figura anterior.
- Las señales para los enlaces satelitales tienen la siguiente configuración:
 - 2 señales para información diversa o señales multidestino de eventos especiales (envío).
- El enlace con fibra óptica se utiliza únicamente para el enlace con Telesistema.
 - 2 señales de canales de respaldo de Radio-microondas (regreso).
 - 1 señal de respaldo para enlaces diversos (envío).

Finalmente tenemos el enlace con Telesistema (Fig. 3.13.), el cual nos proporciona una visión de la magnitud de los enlaces que depende directamente de este centro. Como ya se ha mencionado, Telesistema proporciona la señal de los canales para toda la empresa, además de servir como referencia para los centros operativos, tiene como prioridad generar las señales para su distribución masiva en el Distrito Federal y en todas partes donde es captada la señal de la compañía (estaciones en la República y el Mundo).

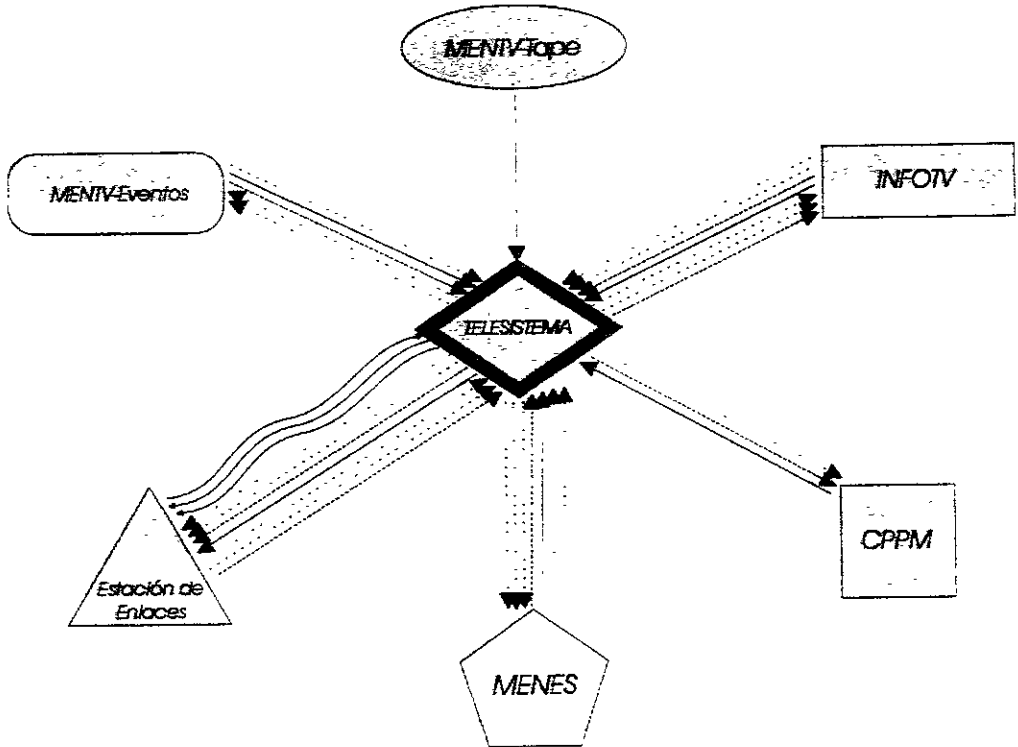


Fig. 3.13. Enlace con Telesistema.

- Los puntos donde se recibe o transmite información video-grabada son 6:
 - 1 Envíos
 - 5 Regresos
- Enlaces por Radio-microondas son 17:
 - 10 Envíos
 - 7 Regresos
- Enlaces por satélite 7:
 - 3 Envíos
 - 4 Regresos

- Enlaces por Fibra óptica 3:
 - 2 Envíos
 - 1 Regreso

La adquisición de más sistemas de transmisión como los utilizados por la empresa actualmente (radio-microondas, satelitales y casetes video-grabados), combinadas a las necesidades futuras o de expansión de la misma, traerá como resultado una tecnología con limitaciones si se considera el flujo de señales mostrado en las figuras anteriores, por lo cual es necesario hacer un recuento de necesidades y prioridades de transmisión para la implantación de sistemas más poderosos y de mayor eficiencia.

3.3. Consideraciones para el planteamiento de la red

Debido a la incorporación de las tecnologías modernas en nuestro País y tratando de sustituir parcialmente la tecnología obsoleta, la empresa MENTV ha decidido agregarse a este proceso de renovación y sugiere la implantación de un sistema cuyas características principales son:

- Transporte de señales de audio y video de forma más eficiente, tratando de eliminar la mayor cantidad de fallas técnicas, de operación e interferencia.
- Utilización de equipos que cumplan con las características de alta calidad de transporte de las señales en banda base (evitando la compresión, ya que representa pérdida de información).
- Completar las necesidades en el flujo de señales entre todos los puntos de la empresa, evitando las etapas de proceso de la señal para ser transmitida por los medios antes mencionados.
- Reducir costos en el tráfico y operación de las señales, así como el número de enlaces satelitales y de radio-microondas.
- Un sistema capaz de transmitir y recibir información en tiempo real entre los diferentes puntos sin importar las distancias entre ellas
- Un sistema que no sea afectado por otros sistemas ni por inclemencias naturales (por ejemplo, la pérdida de señal ocasionada por lluvia).
- Que el sistema soporte las distancias establecidas entre los distintos puntos de la empresa.

Dados los factores anteriores, se ha propuesto a la empresa un sistema basado en fibras ópticas para la transmisión de audio y video, ya que los medios de transmisión que utilizan pares trenzados y cables coaxiales no podrían abarcar todas las necesidades requeridas por causa de la capacidad del canal (10MHz para cables trenzados, y de 100MHz a 300MHz para cables coaxiales). El sistema pretende cubrir las necesidades antes mencionadas además de simplificar los procesos y elementos implícitos en la transmisión de señales.

Los sistemas de fibras ópticas como cualquier otro sistema de transmisión no está exento de anomalías, pero al disminuir el número de elementos que intervienen en el proceso de las señales, como es el caso, se obtendrá una menor cantidad de fallas en la transmisión.

La importancia creciente de las fibras ópticas se debe a:

- Su alta capacidad de tasa de bits y su bajo costo.
- Las atenuaciones introducidas están dentro del intervalo de 0.2dB/km a 5dB/km.
- Las fuentes ópticas pueden acoplar niveles de luz a las fibras ópticas desde varios microwatts a miliwatts.
- Las sensibilidades típicas de los receptores ópticos están en el intervalo de -20dBm a -60dBm.
- Son fáciles de instalar por sus dimensiones y porque permiten que los repetidores se encuentren a distancias muy largas, lo que reduce el mantenimiento.
- Permite enlazar puntos a corta y larga distancia, dependiendo de las características de la red y de la estructura de las fibras ópticas seleccionadas.

Para el tipo de aplicación, se considera que las fibras monomodo son las más convenientes, ya que presentan técnicas más avanzadas de fabricación que las fibras multimodo para la transmisión de datos a grandes distancias.

Los sistemas que utilizan fibras ópticas (monomodo) para transmisión de audio y video han tomado gran importancia en la actualidad, lo anterior es con base en la buena experiencia que han tenido algunas compañías del ramo. Por su confiabilidad y versatilidad, han colaborado en el incremento de la productividad y eficiencia con la obtención oportuna de información en distintos sitios, localizados a grandes distancias entre ellos.

Finalmente el presente trabajo tiene el propósito de elaborar un sistema cuyo medio de transmisión se basa en la utilización de fibras ópticas, que sea capaz de proveer todas las necesidades que tiene la empresa MENTV, en cuestión de transmisión y recepción de señales hacia todos los centros operativos, reduciendo fallas técnicas ocasionadas por factores externos e internos para obtener la mejor calidad en el transporte de Audio y Video, y por último agregarse al grupo de compañías reconocidas internacionalmente por la implantación de sistemas con tecnología altamente calificada en este sentido (tecnología de punta).



CAPÍTULO 4

Diseño de la red de Audio y Video



Parte esencial del desarrollo de un proyecto es la habilidad de reunir los elementos adecuados e idealizar un funcionamiento conjunto de los mismos, terminando por particularizar el papel que desempeñan en la integración del sistema. El contenido de este capítulo contempla la selección de los equipos y fibra óptica para la transmisión requerida por MENTV, partiendo de la etapa de diseño que se presenta a continuación.

4.1. Planteamiento de diseño

Partiendo de la comunicación existente entre los diferentes centros de producción y tomando en cuenta las consideraciones para el planteamiento de la red (mencionadas en el capítulo anterior), el diseño del flujo de señales sobre la red deberá considerar no sólo un modelo capaz de satisfacer las necesidades actuales sino que ofrezca además nuevas rutas de enlace, y por consecuencia un mayor número de facilidades para MENTV.

La tabla 4.1. nos muestra un planteamiento general de señales que MENTV transportará sobre la red de fibra óptica, abarcando con esto las consideraciones antes mencionadas. Las columnas representan la transmisión de cada sitio y los renglones la recepción de los mismos.

		MENTV TARE	OPPM	MENTV EVENTOS	WENES	WENES TELEVISION	WENES TELEVISION DEBIDO A RENDIMIENTO	TELEVISION DEBIDO A RENDIMIENTO	TOTAL
RECEPCION	MENTV TARE		1	0	1	2	0	<u>2</u>	6
	OPPM	1		0	0	0	0	<u>2</u>	6
	MENTV EVENTOS	0	0		0	0	1	2 + <u>2</u>	5
	WENES	0	0	1		0	0	3 + <u>2</u>	6
	WENES TELEVISION	2	0	0	0		4	4 + <u>2</u>	12
	WENES TELEVISION DEBIDO A RENDIMIENTO	0	0	0	0	1		5 + <u>2</u>	8
	TELEVISION	2	1	4	5	5	6		23
TOTAL TRANSMISION		5	2	5	6	8	11	14 + <u>2</u>	

Tabla 4.1. Requerimientos del flujo de señales para los centros operativos de MENTV.

La figura 4.1. representa el diagrama de intercambio de señales, tomando como base la tabla anterior, pero en forma gráfica.

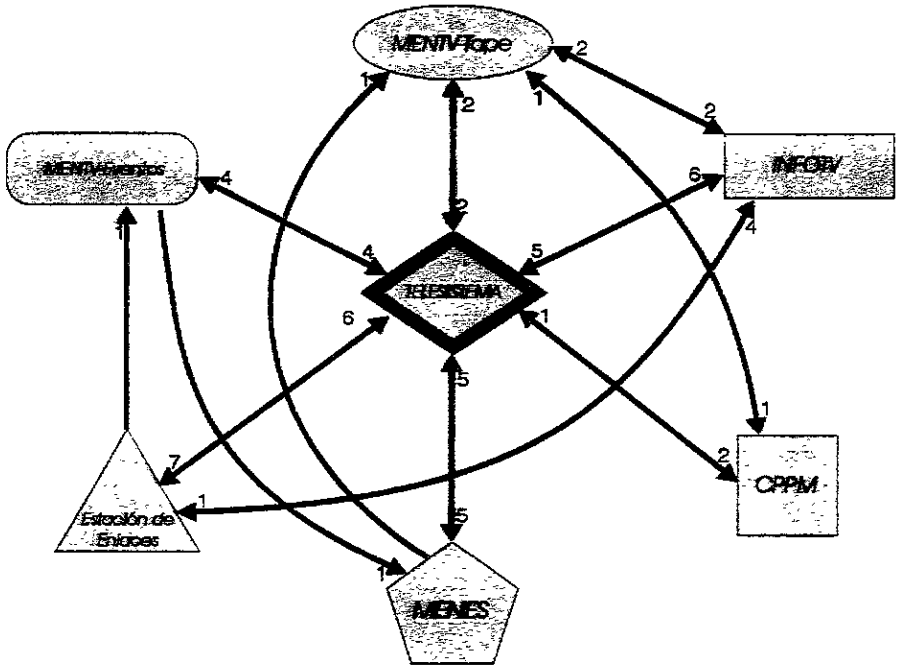


Figura 4.1. Diagrama de señales requeridas por MENTV.

Con base en el diagrama anterior se visualiza la conformación del sistema MENTV con un punto de referencia principal o matriz (Telesistema), debido a la constante relación y cantidad de enlaces que tiene con todos y cada uno de los centros operativos. Vislumbramos también la desigualdad, en cuanto al número de enlaces entre los distintos sitios, que repercutirá en la asignación de recursos y niveles de prioridad.

Considerando las necesidades de comunicación entre los centros operativos de MENTV (Tabla 4.1.), y tomando en cuenta la ubicación ya establecida de los mismos, mostramos en la figura 4.2. una representación gráfica para el trazado de la trayectoria que deberá seguir nuestra red.

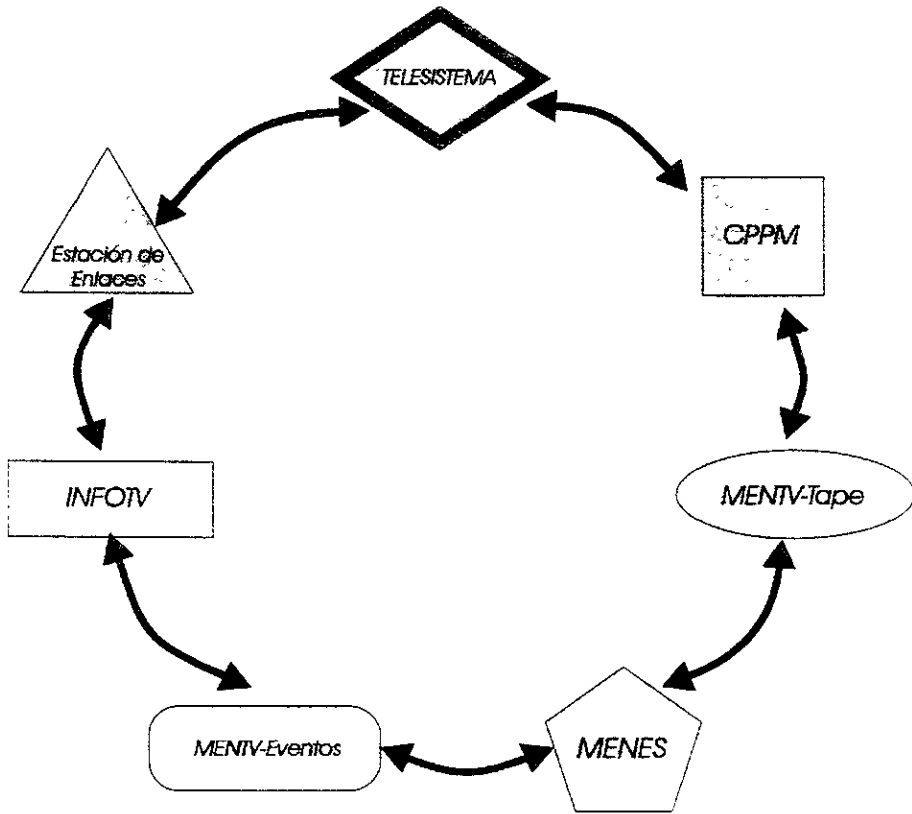


Figura 4.2. Flujo de información entre los centros operativos de MENTV.

Después de analizar las ubicaciones de los sitios se optó por enlazarlos de manera continua hasta conformar un anillo; para nuestro proyecto esta topología nos ofrece las condiciones necesarias para garantizar la continuidad en el flujo de las señales y el buen desempeño de la red.

Todas las instalaciones de los centros operativos deberán contar con una serie de elementos los cuales serán útiles para facilitar las maniobras de instalación y acondicionamiento de los nodos de cada sitio. Las exigencias de transmisión y recepción (flujo de señales) entre dichos centros estarán manipulados por los nodos, en donde serán instalados los equipos para el tráfico y control de las señales de audio y video. Llamamos nodos a los siete cubículos donde quedará instalado el equipo antes mencionado, para tener las condiciones necesarias de operación y mantenimiento.

4.1.1. Trayectorias en la red

Las trayectorias presentadas en el mapa de la figuras 4.3 fueron sugeridas por la compañía de instalación de la fibra para los centros de operación de MENTV, elegidas en base a la cercanía entre estos puntos y a las rutas más accesibles, tratando de evitar en la medida de lo posible algunos sitios conflictivos (posibles desarrollos urbanos, cruces de alto riesgo, etc.), y aprovechando al máximo la infraestructura ya existente en esa ruta.

Como se puede observar en el mapa, la zona geográfica que une la red cruza distintas delegaciones del Distrito Federal. Partiendo de la zona sur de la ciudad, en la delegación Tlalpan se encuentran los nodos más cercanos entre sí (Telesistema y Estación de Enlaces), en contraparte la distancia entre Estación de Enlaces e INFOTV es la más grande, ya que el segundo punto se encuentra dentro de la delegación Venustiano Carranza, esta trayectoria es recta en la mayor parte de sus tramos lo que facilita la rapidez en el tendido.

A continuación hayamos el nodo MENTV-Eventos, ubicado en la delegación Cuauhtémoc y cuya ruta de unión presenta dos ángulos críticos que requerirán una instalación cuidadosa para obtener las menores pérdidas posibles. Las características del trayecto que une a MENTV-Eventos con MENES es similar al anterior, aunque aquí encontramos un poco más de irregularidades en sus diferentes tramos. MENES se encuentra dentro de la delegación Miguel Hidalgo.

Posteriormente tenemos el nodo correspondiente a MENTV-Tape (ubicado en la delegación Alvaro Obregón), es evidente que el camino a seguir para la instalación de la fibra es sumamente irregular, lo que arrojará mayores pérdidas de potencia en la señal con respecto a las dos rutas anteriores.

El penúltimo trayecto lo compone la unión de MENTV-Tape con CPPM (este punto está ubicado en la delegación Coyoacán), dicho trayecto presenta constantes cambios de dirección en el tendido lo que la hace la ruta más complicada de todo el anillo, además de ser la segunda mayor distancia entre nodos, provocando de esta manera la mayor pérdidas dentro del anillo.

El último tramo que compone el anillo de fibra une CPPM con Telesistema, el cual presenta dos ángulos críticos como mayor dificultad para la instalación, aunque el punto a favor es que la trayectoria elegida se extiende sobre avenidas importantes de la ciudad facilitando el trabajo.

Después de describir brevemente las trayectorias que conforman la red para MENTV, un comentario general sobre las irregularidades que presentan es,

que aunque a simple vista el mapa nos ofrece otros caminos menos complejos, la elección final de una ruta contempla varias consideraciones que formarán parte del proceso de instalación de la fibra. La distancia total entre las estaciones de operación y la distancia total consideradas para el tendido de la fibra óptica son mostradas en la tabla 4.2.

Telesistema - Estación de E.	1.0
Estación de E. - INFOTV	14.5
INFOTV - MENTV Eventos	7.5
MENTV Eventos - MENES	8.0
MENES - MENTV Tape	6.0
MENTV Tape - CPPM	10.5
CPPM - Telesistema	7.5
DISTANCIA TOTAL:	55.0 km

Tabla 4.2. Distancia entre centros operativos.

Como se puede notar las distancias entre estaciones son relativamente cortas en comparación con otras redes, por lo que suponemos que las características de transmisión de los equipos seleccionados no deberán tener problema alguno considerando estas separaciones.

4.2. Selección del equipo para el enlace entre sitios

Determinar el equipo para transporte de audio y video por fibra óptica es una labor muy importante, debido a que las características específicas de los equipos definen la capacidad total del sistema. No es correcto implementar un sistema cuya capacidad no sea suficiente para transportar el número de señales requerido por la empresa, lo adecuado es realizar un estudio con el flujo de señales deseado por todos los centros operativos para cubrir las necesidades de MENTV como se indica anteriormente en la tabla 4.1.

Comenzamos entonces con el análisis y selección de los equipos que se encargarán de transmitir y recibir las señales de los nodos instalados para cada centro operativo. Las características mínimas y necesarias de los equipos las hemos obtenido en base a la recopilación de información de diversos fabricantes y sistemas de televisión, agregado a los estándares de audio y video del ITU-R vistos ya con anterioridad. Los equipos deberán contar con:

- Transmisión de la señal sin compresión (banda-base, para no afectar la calidad).
- Sistema *NTSC*.
- Cuantificación de la muestra mínima de 8 bits (resolución).
- 2 canales de audio por cada tarjeta de video.
- Calidad de audio (CD de 16 bits sin compresión).
- Sistema de inserta/baja/pasa la señal (*add/drop/pass*).¹
- BER (*Bit Error Rate*, Tasa de Error en Bits) de 1×10^{-9} .
- Transmisores ópticos de 1310 ó 1550 nm en fibra monomodo.
- Tarjetas *hot-swapped* (para intercambiar sin apagar el equipo).
- Puerto para monitoreo y control vía remota (módem telefónico).
- Tarjetas y fuentes de alimentación redundantes.

Basados en los datos anteriores se obtuvo una serie de equipos que cubren la mayor parte de las características citadas, como son:

EQUIPO (MARCA)	MODELO	CARACTERISTICAS
CRISA	VLINK-8	<ul style="list-style-type: none"> • 8 canales de video sin compresión. Hasta 64 canales de video, 256 canales de audio y 64 canales de datos utilizando DWDM² • Todos los canales son digitalizados con una resolución de 10 bits. Resolución de los canales de audio: 18 bits sin compresión • Video sin compresión • Transmisión a 1.5 Gbps • Trans. óptica de 1310 y 1550 nm • Fuente redundante con intercambiador automático • Sistema ADD/DROP/PASS • Tarjetas Hot-Swapped • Posibilidad de control vía remota • Puede aceptar los estándares PAL, NTSC, y SECAM • BER 1×10^{-9}

Tabla 4.3. Equipos transmisores y receptores de video y audio (continúa).

¹ Este sistema permite agregar, bajar y pasar las señales en cada nodo sobre la misma red utilizando canales virtuales
² DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing - Multiplexación por división de longitud de onda).



	CQ - 10RT	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Transmisión y recepción simultánea de 8 señales de video con 10 bits de cuantificación de la señal</i> • <i>Sin compresión</i> • <i>Transmisión a 1.25 Gbps</i> • <i>Transmisión óptica de 1310 a 1550 nm en fibra monomodo</i> • <i>Hasta 4 fuentes redundantes</i> • <i>Sistema ADD/DROP/PASS.</i> • <i>Tarjetas Hot-Swapped.</i> • <i>Sistema de control y monitoreo desde sitio remoto</i> • <i>Puede aceptar estándares NTSC y PAL</i> • <i>BER 1×10^9</i> • <i>Hasta 4 canales de audio por canal de video con una resolución de 16 bits.</i> • <i>Aplicaciones bidireccionales (punto a punto, punto a multipunto o anillo redundante)</i> • <i>Cuenta con transmisor/multiplexor óptico</i> • <i>Tiene receptor /demultiplexor óptico</i>
	VIPER II	<ul style="list-style-type: none"> • <i>16 señales de video en formato NTSC</i> • <i>Canales digitalizados con una resolución de 10 bits</i> • <i>Video comprimido</i> • <i>Transmisión a 1.3 Gbps.</i> • <i>Transmisión sobre fibra monomodo o multimodo a 1300 o 1550 nm</i> • <i>Fuentes redundantes</i> • <i>Sistema ADD/DROP/PASS</i> • <i>Tarjetas Hot-Swapped</i> • <i>Posibilidad de monitoreo remoto</i> • <i>BER 1×10^6</i>

Tabla 4.3. Equipos transmisores y receptores de video y audio (continúa)

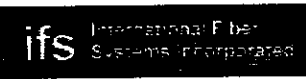

	VAT/VAR14100	<ul style="list-style-type: none"> • 16 señales de video calidad broadcast NTSC • Codificación de señal de video de 10 bits • Video sin compresión • Transmisión a 1.5 Gbps • Transmisión fibra monomodo o multimodo a 1300 nm • Fuentes redundantes • Sistema ADD/DROP/PASS • Tarjetas Hot Swapped • Control y monitoreo del equipo en forma remota • BER 1×10^{-9} • Señales estéreo de audio de 20 bits
	DV-6000	<ul style="list-style-type: none"> • 16 señales de video en banda base NTSC por chasis (módulo) • 8 o 10 bits de cuantificación de la señal • Sin compresión • Capacidad de información por el canal (fibra óptica) total 2.3Gbps • Transmisión óptica de 1310 y 1500 nm redundante • Fuentes redundantes • Sistema ADD/DROP/PASS (agrega-inserta y pasa la señal) • Tarjetas Hot-Swapped (intercambiables estando encendido el equipo) • Control, monitoreo y estado del equipo de forma remota por medio de modems telefónicos • BER 1×10^{-9} • 2 canales de audio por cada canal de video, calidad CD de 16 bits en banda base

Tabla 4.3. Equipos transmisores y receptores de video y audio (continúa).




	<p>9832SB</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 32 canales duplex de video, audio y datos • Canales digitalizados con una resolución de 8 bits • Señales de video comprimidas • Transmisión a 1.3 Gbps • Transmisión sobre fibra monomodo a 1310 y 1550 nm • Sistema ADD/DROP/PASS • Tarjetas Hot Swapped • Posibilidad de monitoreo remoto • Señal de video NTSC • BER 1×10^{-9}
	<p>ECT1000</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de hasta 20 canales de video • 8 canales de audio por tarjeta, con resolución de 18 bits • Video sin compresión • Transmisión a 1.5 Gbps • Transmisión sobre fibra monomodo a 1310 nm • Sistema drop- insert (agrega e inserta señales) • Tarjetas Hot-swapped • Posibilidad de enlace remoto • Señal de video NTSC con 8 bits de resolución • BER 1×10^{-9}
	<p>9000SB</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema multicanal de comunicaciones de video, audio y datos sobre fibra monomodo, expandible a 32 canales • Canales digitalizados con una resolución de 8 bits • Señales de video sin compresión • Transmisión a 1.3 Gbps • Transmisión sobre fibra monomodo a 1310 nm • Sistema ADD/DROP/PASS • BER 1×10^{-9}

Tabla 4.3 Equipos transmisores y receptores de video y audio

Para realizar la selección de los equipos que a continuación se presentan, se tomaron en cuenta las características técnicas, el costo, la respuesta de los distribuidores en México para evitar retrasos en la entrega, en la carencia de garantías en refacciones, y en la ausencia de un soporte técnico brindado. En base a lo establecido, los equipos que resultaron ser los más favorables para elegir dentro de las diversas opciones lograron ser:

CQ-10RT

ADC-DV6000



Comparando estos dos equipos, en cuanto a la información de sus distribuidores, se presentan las relaciones mostradas en la tabla 4.4., que nos indica los tiempos de entrega, garantías y soporte técnico.



	Tiempo de entrega	Garantía	Soporte técnico
	9-16 Sem.	No	18 Meses
	10-15 Sem.	Sí	15 Meses

Tabla 4.4. Consideraciones de selección.

Tomando en cuenta lo anterior, el equipo que cubre la mayoría de las necesidades de transmisión y cuestiones técnicas (vistas en la tabla 4.3.), así como el soporte en México (tabla 4.4.), es el modelo *DV6000* del fabricante *ADC*. Por lo que a continuación se enlistan sus características:

- Hasta 16 canales por fibra correspondiente a una longitud de onda
- Ancho de banda de 155 Mbps por canal
- Velocidad de transmisión de 2.4 Gbps
- Transporta Video sin compresión (Banda base) NTSC
- Cuantificación de la muestra 8 ó 10 bits
- 2 ó 4 canales de audio por cada video
- Audio en banda base con calidad CD de 16 bits de codificación
- Canales individuales de Add/Drop/Pass
- Transporte de video calidad estudio (Relación señal a ruido >67 dB)
- Tarjetas *hot-swapped*

- Transmisión de 1310 nm ó 1550 nm
- Monitoreo y control remoto en tiempo real y vía modem telefónico
- Características extras:
 - Sistema escalable.
 - Aplicando *DWDM* es posible transportar hasta 80 canales por una fibra, usando bloques de 16 canales por longitud de onda.
 - Opción de cambio inmediato de vía para configuraciones redundantes.
 - También es capaz de transportar:
 - El ITU-R-601 Digital D1 (270 Mbps) sin compresión.
 - Video en formatos MPEG-2, 64 o 256QAM, 8 VSB, DVB.
 - *HDTV*.
 - Datos de alta velocidad E1/E3 y D1/D3 para telefonía.
 - Señales para redes LAN *10BaseT* y *100BaseTX* (*Ethernet/IEEE 802.x*).
 - Señales de voz.

De esta manera podemos concluir que según las características del equipo la implantación del sistema podrá abarcar las necesidades de la empresa, siendo este elemento capaz de ofrecer también ventajas adicionales.

Otro de los elementos importantes en la conformación de la red es el medio de transmisión el cual se analiza a continuación.

4.3. Selección de la fibra óptica

Antes de comenzar con este punto es importante comentar que para este tipo de aplicaciones tecnológicas, como lo es el transporte de señales de ancho de banda considerable (video y audio en banda base), muchos consultores del ramo de comunicaciones y proveedores de equipos de transporte de señales indican que el tipo de fibra óptica recomendado es la monomodo. En el presente apartado nos referiremos a la estructura y al proveedor de este elemento idóneo para lograr un apropiado enlace entre los distintos centros operativos de la compañía.

La selección del cable de fibra óptica tendrá como base a las características mecánicas, físicas, y ópticas de las mismas. Como es sabido, las características mecánicas y físicas dependen del medio ambiente en el que va a estar el sistema. Para nuestra aplicación en particular se buscará que el uso de la fibra óptica cubra las necesidades de los diversos sitios que conforman la red.

Esta red será instalada de manera aérea, por lo que el cable principal además de su capa protectora deberá tener una rigidez que soporte la tensión provocada por su propio peso. La fibra deberá manejar una atenuación muy pequeña por kilómetro, asegurando que la señal sufra pérdidas mínimas durante su trayecto entre los nodos. El error de concentricidad entre el núcleo y el revestimiento debe ser el menor posible, para facilitar el trabajo de empalme de las fibras. La selección de la fibra dependerá de otras características ópticas además de la atenuación y del error de concentricidad, el resto de consideraciones son:

- Longitud de onda transmitida.
- Dimensiones del núcleo y recubrimiento respectivamente.

Otros parámetros a tomar en cuenta en la selección de la fibra óptica son:

- Cubierta de cable.
- Radio mínimo de curvatura.
- Rango de temperatura.

En base a las características anteriores, principalmente la menor atenuación e índice de concentricidad, al igual que el menor peso, se elegirá la fibra óptica que se utilizará en el presente proyecto. A continuación se presentan 4 fabricantes de cables de fibra óptica y las características correspondientes:


MARCA	CARACTERÍSTICAS	
	Fibra Widelight	
	• Transmisión a	1550 nm
	• Atenuación	0.24 dB/km
	• Diámetro del núcleo	8.1 μm
	• Diámetro del revestimiento	125 μm
	• Diámetro del recubrimiento	245 μm
	• Error entre revestimiento y núcleo	< 0.8 μm
	Cable ADSS	
	• Número de fibras	hasta 96
	• Diámetro exterior	12.1 a 16.8 mm
	• Peso aproximado	114 a 240 kg/km
	• Tensión máxima	hasta 30 kN
	• Rango de temperatura	- 40°C a 70°C
• Radio mínimo de curvatura	115 a 500 mm	
	Costo por carrete de 2500 m \$ 13,250 USD	

Tabla 4.5. Cables de fibra óptica (continúa).


MARCA	CARACTERÍSTICAS
	<p style="text-align: center;"><i>Freelight</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Transmisión a 1550 nm • Atenuación 0.23 dB/km • Diámetro del núcleo 9.6 μm • Diámetro del revestimiento 125 μm • Diámetro del recubrimiento 245 μm • Error entre revestimiento y núcleo < 0.5 μm <p style="text-align: center;">Cable Lashed</p> <ul style="list-style-type: none"> • Número de fibras 24 a 72 • Diámetro exterior 10 a 12.2 mm • Peso aproximado 90 a 125 kg/km • Tensión máxima 1960 N • Rango de temperatura - 30°C a 70°C • Radio mínimo de curvatura 200 a 240 mm <p style="text-align: center;">Costo por carrete de 2500 m \$ 13,750 USD</p>
	<p>HITACHI Hitachi Cable Manchester, Inc.</p>

Tabla 4.5 Cables de fibra optica (continúa)


MARCA	CARACTERÍSTICAS
	<p style="text-align: center;">Fibra Truwave</p> <ul style="list-style-type: none"> • Transmisión a 1550 nm • Atenuación 0.25 dB/km • Diámetro del núcleo 8.4 μm • Diámetro del revestimiento 125 μm • Diámetro del recubrimiento 250 μm • Error entre revestimiento y núcleo $\leq 0.8 \mu\text{m}$
	<p style="text-align: center;">Cable Lightpack DSX</p> <ul style="list-style-type: none"> • Número de fibras 96 • Diámetro exterior 13 mm • Peso aproximado 179 kg/km • Tensión máxima 2699 N • Rango de temperatura - 40°C a 70°C • Radio mínimo de curvatura 130 a 260 mm
	<p style="text-align: center;">Costo por carrete de 2500 m \$ 15,500 USD</p>

Tabla 4.5. Cables de fibra óptica.

Después de presentar cada opción, en cuanto a su operación y costo, decidimos que la fibra *Freelight* así como el cable *Lashed* de *Pirelli* satisfacen los requerimientos de la red para MENTV, debido a su menor peso, baja atenuación, error de concentricidad mínimo y además su costo en comparación a los otros proveedores es accesible.

Otras características que favorecieron la elección de la fibra *Freelight* son:

- Está diseñada para resistir condiciones ambientales extremas tanto de temperatura y como de tensión.
- Tiene excelente control de la geometría durante su fabricación, lo que permite empalmes por fusión menores o iguales a 0.1 dB.
- Bajas pérdidas y dispersión cromática en transmisiones a 1550 nm.

Es importante mencionar que en México es posible adquirir este tipo de fibras a través de los distribuidores autorizados por *Pirelli*; el tiempo de entrega de la fibra varía entre 25 y 35 semanas, debido a la cantidad de pedidos que esta línea abastece en todo el Mundo.

En base a los resultados del planteamiento de diseño para la red y una vez conocida la longitud total de interconexión para nuestro anillo de fibra óptica se procederá a realizar la sección correspondiente a la obtención del presupuesto.

4.4. Presupuestos

Como hemos visto en los puntos anteriores, el presupuesto integral de la red abarca varios aspectos, entre ellos figuran:

1. Fibras ópticas
2. Instalación de la red óptica
3. Equipos
4. Permisos, concesiones y rentas
5. Mantenimiento de la red óptica
6. Accesorios para:
 - a) Monitoreo y operación
 - b) Instalación de equipos: cables, *rack*'s, LIU's (caja de interconexión), distribuidores (*parcheo*), etc.
 - c) Instrumental para mediciones: ópticas, electrónicas, etc.
7. Acondicionamiento de los nodos:
 - a) Instalación eléctrica
 - b) Ventilación (aire acondicionado)
 - c) Características físicas de los nodos
8. Contratación del personal y capacitación del mismo

A continuación presentaremos un informe de los presupuestos para cada parte que conformará nuestra red de fibra óptica, obtenidos en base a la investigación realizada en el presente capítulo:

1. Fibras ópticas

Para la cantidad de fibra que se necesita en la instalación de nuestra red, será necesario considerar las distancias que existen entre los siete nodos, el número de empalmes que se llevarán a cabo con su reserva respectiva y la reserva también en las terminales o nodos, tomando en cuenta las distancias obtenidas anteriormente (tabla 4.2.).

El carrete de fibra óptica que nuestro fabricante maneja tiene una longitud de 2.5 km. El costo de fibra por carrete lo cotiza en \$ 13,750 USD. Nuestra reserva por protección en el tendido de la fibra en cada empalme y terminal será de una distancia aproximada de 50 metros.

En nuestro tendido total de anillo de fibra óptica, tomaremos en consideración que se tendrán:

- 22 empales en el anillo
- Una reserva total por empalmes de 1.1 km
- 55 km de fibra para la red
- 350 m de empalmes terminales para siete nodos
- 3 km de reserva por curvaturas en postes
- Total aproximado 59.45 km

Como la presentación de la fibra óptica es por carrete, será necesario comprar 2 carretes de fibra más para nuestra instalación, considerando las longitudes anteriores, tendremos un pedido de 24 carretes, arrojando un costo total de fibra óptica para nuestro anillo de:



Costo total de fibra = \$ 330,000 USD

2. Instalación de la red óptica

Es necesario comentar que la compañía seleccionada para la instalación de la fibra óptica proporcionó primeramente un cálculo de distancias, necesario para poder determinar la cantidad de fibra óptica a utilizar en toda la red.

Ahora bien, posteriormente la compañía instaladora propuso dos clases de proyectos: el primero denominado *llave en mano*, que abarcaría todo el desarrollo de la red en cuestiones físicas y administrativas, desde el cálculo y la adquisición de la fibra óptica hasta permisos y concesiones, además del acondicionamiento de las terminales ópticas (nodos); el otro es el denominado *de construcción* que contempla sólo la instalación y las terminaciones de la fibra (conectores, distribuidores, etc.).

Por lo anterior la opción más conveniente para la empresa es el llamado *proyecto de construcción*, al cual como adición se solicita asesoría en cuestión de selección de trayectorias a la compañía instaladora basados en la experiencia y en la habilidad que conlleva realizar una instalación.

El proyecto *llave en mano* no se selecciona ya que, entre otros motivos, para enlaces no telefónicos los trámites oficiales deberán ser realizados directamente por la compañía que solicita la implantación de la red.

El presupuesto resultante de la evaluación de la instalación de la fibra óptica, los materiales de instalación, y la asesoría respectiva, fue de:

- Por instalación con todos los materiales: \$ 9.85 USD/m
Por 59,450 m de fibra se tiene:
Total= \$ 585,582.50 USD
- Por instalación de elementos terminales: \$ 4,120 USD/nodo
De 7 nodos tenemos:
Total= \$ 28,840 USD

Instalación de Fibra óptica

\$ 614,422.50 USD

3. Equipos

El equipo elegido contiene una serie de elementos que son necesarios para un adecuado funcionamiento de cada nodo en nuestro anillo. En la tabla 4.6. presentamos el desglose de las partes que conforman el equipo ADC DV6000.

Cantidad	Concepto	Precio unitario (USD)	TOTAL (USD)
32	Chasis/Gabinete	\$15,000.00	\$480,000.00
30	Transmisores ópticos	\$10,000.00	\$300,000.00
30	Receptores ópticos	\$10,000.00	\$300,000.00
35	DAP	\$11,000.00	\$385,000.00
95	Fuentes	\$6,000.00	\$570,000.00
7	Chasis Repetidor	\$13,000.00	\$91,000.00
8	Controlador del Repetidor	\$9,000.00	\$72,000.00
32	Receptores eléctricos	\$10,000.00	\$320,000.00
65	Encoders	\$3,200.00	\$208,000.00
55	Decoders	\$3,200.00	\$176,000.00
22	ETM	\$1,300.00	\$28,600.00
22	ERM	\$1,300.00	\$28,600.00
Varios	Accesorios (jumpers, cables de datos, ventiladores, espaciadores, modems, cableado de monitoreo y control, etc.)		\$170,914.00
RESULTADO			\$3,130,114.00

Tabla 4.6. Cotización de equipo ADC.

Como se observa la conformación de un módulo de equipo ADC es variada, e independientemente del costo de cada una de sus partes, todas ellas son necesarias para el funcionamiento correcto del equipo y por ende del sistema.

4. Permisos, concesiones y rentas

Los aspectos relacionados con permisos, concesiones y rentas los podemos considerar como un requisito fundamental para la implantación de una red privada en el Distrito Federal (como es nuestro caso), esto se debe a que es necesario obtener un permiso o concesión de la entidad federativa (conocido como Derecho de Vía) y del gobierno del País. La COFETEL (Comisión Federal de Telecomunicaciones), organismo perteneciente a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), es la institución dedicada a estos y otros asuntos relacionados con las telecomunicaciones en nuestro País, por lo cual también dependemos de su autorización y registro para nuestra instalación y su uso.

Las características físicas tanto del enlace como del medio de transmisión son las consideraciones a tomar para autorizar este tipo de concesiones, y dependiendo de esto también será la cantidad económica solicitada por las instancias ante quienes se realicen dichos trámites.

Basados en el levantamiento de la trayectoria entre los centros operativos de MENTV, se requiere solicitar a la Comisión Federal de Electricidad, a través de su representante en el Distrito Federal, o bien, la Compañía de Luz y Fuerza del Centro, el uso de la postería encontrada en todo el trayecto de la red óptica sugerida. Cabe mencionar que en cada poste de Compañía de Luz sólo se tiene permitido un máximo 3 usuarios por poste, y en el trayecto se encontró que sólo había un usuario en ciertos tramos y en otros ninguno, lo cual nos favorece la posible facilidad que se nos brinde en la utilización de este recurso.

Debido a que el cumplimiento de estos requisitos fue tratado con discreción y hermetismo por la Dirección de MENTV, o dicho en otras palabras, estos pendientes quedaron negociados mediante una relación directa entre altos ejecutivos con las Autoridades e Instituciones antes mencionadas, *no fue posible acceder a los detalles que se plantearon finalmente en los permisos que se obtuvieron*, sólo fue posible saber que se establecieron acuerdos con beneficios para ambas partes.

5. Mantenimiento de la red óptica

El proveedor del mantenimiento de la red de fibra óptica será la compañía instaladora de estos servicios, debido al conocimiento que tendrá de la red que ellos mismos instalarán, además de que sabemos cuentan con personal de soporte técnico que labora las 24 horas, con alta capacitación en reparación, medición y manejo de conexiones.

Entre los tipos de mantenimiento que se estarán considerando tenemos dos: el *preventivo* y el *correctivo*. El *preventivo* consiste en realizar recorridos periódicos para revisar que dentro de las trayectorias no existan desperfectos en el tendido de la fibra, en los herrajes, en empalmes y en postes; el *correctivo* se refiere a la reparación de la fibra, de los empalmes, de los herrajes, etc. por algún daño o deterioro ocasionado después de un incidente o por necesidad como lo es un cambio de poste, de trayectoria o de acceso a cierto nodo.

Para ambos casos se solicita un presupuesto estimado, contemplando todos los materiales requeridos durante cualquier contingencia dentro de ciertos límites. Considerando que el pago de estos servicios se realizará anualmente, las cantidades a cubrir son las siguientes.

Mantenimiento por cada una de nuestras fibras (al mes) = \$ 3.5 USD/km
 Nuestro cable seleccionado esta integrado por 24 fibras = \$ 84 USD/km

Teniendo una longitud total de 59.45 km, tendremos una inversión por mantenimiento de:

Mantenimiento (mensual)	Mantenimiento (anual)
\$ 4,993.80 USD	\$ 59,925.60 USD

6. Accesorios

Los accesorios utilizados en cada nodo nos ayudarán a tener las condiciones más favorables para el funcionamiento correcto de los equipos en su conjunto, sin tener que improvisar algún tipo de accesorio faltante que nos pueda ocasionar alguna falla en el desempeño de los equipos. La cotización de los accesorios se presenta en la tabla 4.7.

33	Monitor de video	\$3,500.00	\$115,500.00
10	Monitor de audio	\$500.00	\$5,000.00
9	Forma de onda (WFM)	\$3,200.00	\$28,800.00
9	Vectorscopio	\$3,100.00	\$27,900.00
9	Medidores de audio	\$2,900.00	\$26,100.00
5	Carrete de cable de video (300 m)	\$600.00	\$3,000.00
2	Carrete de cable de audio(1000 m)	\$750.00	\$1,500.00
25	Rack´s	\$220.00	\$5,500.00
5	Distribuidores de video de 10 entradas	\$7,200.00	\$36,000.00
6	Distribuidores de audio de 8 entradas estéreo	\$5,200.00	\$31,200.00
4	Tiras de parcheo de video	\$2,200.00	\$8,800.00
4	Tiras de parcheo de audio	\$2,200.00	\$8,800.00
1	OTDR	\$40,000.00	\$40,000.00
1	Medidor de Potencia óptica	\$8,900.00	\$8,900.00
1	Caja de Herramientas diversas	\$1,820.00	\$1,820.00
2	Muebles para monitoreo y operación	\$4,000.00	\$8,000.00
2	Computadoras para control y monitoreo	\$1,400.00	\$2,800.00
	Accesorios diversos		\$5,000.00
	RESULTADO		\$364,620.00

Tabla 4.7. Costos unitarios y total por Accesorios.

Es evidente que la naturaleza de los accesorios es variada y no todos son utilizados a un mismo tiempo, cada uno de ellos tiene una aplicación o uso específico en nuestro sistema.

7. Acondicionamiento de los nodos

En vista de que la empresa cuenta con un área encargada del acondicionamiento de sitios, desde el diseño hasta la remodelación, instalación de cableado eléctrico y aire acondicionado para la implantación en los lugares definidos para las áreas de trabajo en los nodos, los gastos generados por estos motivos serán amortizados por capital de la empresa que, desde su anterior forma de operación habían sido designados dentro de los presupuestos anuales.

8. Contratación del personal y capacitación del mismo

El personal a laborar en nuestros centros operativos contará con un adiestramiento desde su contratación, para garantizar el desempeño adecuado en cada una de sus funciones. Al igual que los gastos del punto anterior, el presupuesto anual contempla la inversión necesaria en los cursos de actualización indispensables para la capacitación del personal.

Considerando los presupuestos elaborados para cada una de las partes que conforman la red que MENTV desea implantar, estaremos hablando del siguiente costo total:

<i>Concepto</i>	<i>Costo (USD)</i>
FIBRA OPTICA	\$ 330,000.00
INSTALACION DE FIBRA OPTICA	\$ 614,915.50
EQUIPO	\$ 2,400,114.00
ACCESORIOS	\$ 154,620.00
MANTENIMIENTO (INVERSION POR UN AÑO)	\$ 59,920.00
TOTAL	\$ 4,499,575.10 USD

Tabla 4.8 Presupuesto total

Finalmente tenemos que la inversión total que conllevará el establecimiento del presente proyecto solo se justificara con la obtención de resultados

satisfactorios al tener, ya operando, nuestro sistema en conjunto. En este momento se hace patente el grado de responsabilidad que tiene tanto el personal participante de MENTV como el de las otras empresas involucradas, en todos y cada uno de los procesos de selección efectuados anteriormente. Resaltamos que la sola falla de uno de ellos puede ocasionar que el objetivo principal de intercomunicación entre los sitios de MENTV no sea la esperada por la empresa, y esto ponga en riesgo la estabilidad de toda la televisora.

Después del visto bueno otorgado por MENTV a la inversión total, ya teniendo el trato con los proveedores para solicitarles lo presupuestado, y por último, ya siendo cubiertos los pedidos hechos por la televisora, continuamos con el proceso de instalación de toda nuestra red que se describe en el capítulo siguiente.



CAPÍTULO 5

Instalación,
configuración y
puesta a punto



En el presente capítulo veremos las características fundamentales en cuestión de instalación, configuración, y pruebas del sistema, así como la determinación de fallas sobre la red, siendo este último un punto muy importante para la continuidad de la red.

5.1. Instalación de la fibra óptica

El planteamiento para la instalación del cable de fibra óptica lo determina propiamente la empresa contratada, con base en la experiencia que tiene en este sentido. Algunos aspectos importantes en el tendido e instalación de la fibra óptica sobre la trayectoria definida para MENTV son:

- La extensión total del cable que será instalado es de aproximadamente 55 km, esto sin contar la reserva de cable para cada empalme, terminales y en curvas.
- Se deberán considerar los parámetros críticos del cable para el tendido, tales como: el límite de tensión, la curvatura, la rigidez y la temperatura máxima soportada por la cubierta del cable.
- El efecto de los empalmes y los conectores entre nuestros centros de producción debe ser mínimo, esto se resume a la atenuación mínima en la trayectoria.
- Tratar de no modificar la ruta determinada.
- Las condiciones y los modos de acceso terminal (hacia los nodos) deberá beneficiar la instalación de la fibra.

Además de los puntos mencionados se deberán considerar: la inspección de la ruta, la extensión total del cable, la longitud del carrete, la cantidad de empalmes y la localización de éstos, y la estructura de las cajas (botas) de empalme. entre otros. A continuación comentamos dichas características.

1. Inspección de la Ruta

La importancia de la inspección de la ruta seleccionada (referida en el plano de la trayectoria de la fibra) representa una característica sustancial, ya que se deberán revisar las formas de acceso entre las centrales operativas de la empresa. hacer una inspección de trayectorias considerando cruces importantes o paso de camiones de gran altura,

para posteriormente adaptar el cable en esos tramos, así como las condiciones físicas en los postes. Determinar además la estabilidad de la trayectoria, o bien, que no sufra modificaciones posteriores, tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- Si avenidas y calles públicas están involucradas.
- Si propiedades privadas están involucradas.
- Si las trayectorias seleccionadas están ocupadas por otro tipo de empresas (telefónicas, telecomunicaciones, electricidad, etc.) en cuyo caso podemos obtener referencias de instalación.
- Si nos auxiliamos de la infraestructura de posteo perteneciente a otra compañía (con las consideraciones de renta y permisos).
- Si edificios, torres, o residencias privadas pueden ser afectadas por la instalación del cable.

2. *Extensión total del cable*

Para este cálculo se considera la longitud de la trayectoria obtenida en los documentos de planeación, agregando una extensión adicional para cada empalme y también para la acometida o acceso a cada nodo, esta extensión se reserva para futuras reparaciones del cable.

3. *Longitud y peso del cable*

La longitud y el peso del cable sobre el carrete (definida por el fabricante) son factores que intervienen en el manejo del mismo. Entre mayor sea la longitud del cable, mayor será la separación entre empalmes aunque aumentará también el peso (por carrete). Regularmente los cables son fabricados con longitudes entre 2000 y 3000 metros, dependiendo del fabricante, pero en el caso de la fibra seleccionada para el presente trabajo, la longitud que contienen los carretes de fibra óptica es de 2500 metros. Cuando se calcula la tirada total de cable se toma en cuenta lo siguiente:

- Longitud del cable por carrete: 2500 m
- Reserva por empalme: 50 m (aproximadamente)
- Reserva en postes por trayectorias curvas: de 60 a 80 m
- Reserva por empalmes terminales: 50 m (aproximadamente)

4. *Cantidad de empalmes y localización*

El número de empalmes está en función de la distancia a cubrir y de la longitud del cable por carrete, desde luego, entre más extensa sea la

longitud del carrete, menor cantidad de empalmes se requieren para el enlace. También se elaborarán empalmes en la reparación de fracturas posteriores. Empalmar fibra óptica es un procedimiento completamente diferente al que se realiza al empalmar cables de cobre el cual es más sencillo, a más bajo costo y cuya pérdida de potencia no es significativa. Por el contrario, los empalmes de fibra son procesos más delicados, sus costos son más altos y la pérdida de potencia debe ser considerada al analizar el enlace.

Las fibras se empalmarán por fusión o mecánicamente. En el primer caso, una descarga eléctrica soldará las dos fibras que se convierten en un elemento continuo; en el segundo, se mantendrán en posición por sujeción mecánica. Para lograr un empalme con calidad, los extremos de fibra a unir deberán ser cortados con gran exactitud y cuidado (corte transversal). Para descubrir la fibra del recubrimiento, éste se debe retirar longitudinalmente, sin dañar la fibra con pinzas para recubrimiento, y finalmente se limpia con toallas especiales o con alcohol isopropílico. Una vez realizados estos pasos, la fibra está lista para el empalme. En la figura 5.1. se ilustran los empalmes por fusión (contenidos dentro de las botas) y mecánicos (utilizados en las pruebas realizadas a las fibras).

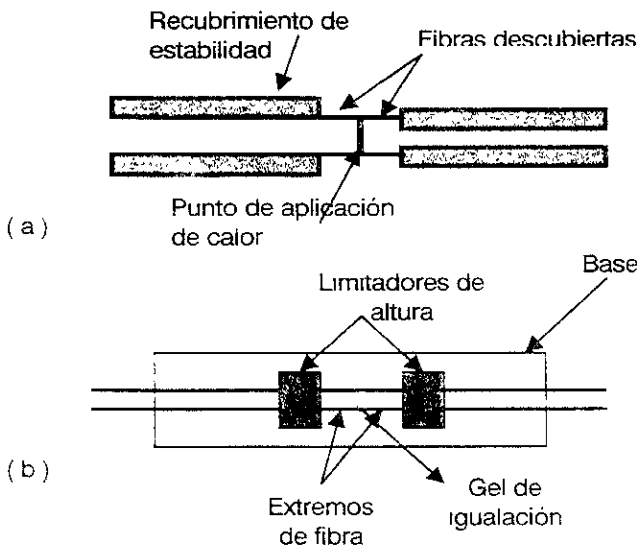


Figura 5.1. Empalmes por fusión (a) y mecánicos (b)

La pérdida de potencia se deberá a factores de las fibras y del proceso de empalme. Por ejemplo, en el primer caso puede suceder que las fibras presentan ovalamiento o diferencias en el diámetro; y en el segundo caso, al empalmar se puede aumentar la atenuación por un corte defectuoso, presencia de polvo o mala alineación.

Los equipos utilizados para empalme por fusión tienen la ventaja de alinear automáticamente las fibras antes de aplicar la descarga, lo anterior permite encontrar el punto óptimo de transmisión, lo que reduce en gran parte las pérdidas de potencia debidas a cambios o modificaciones en el núcleo (diámetro) de la fibra. Las pérdidas inducidas por cada empalme son equivalentes a 0.1 dB aproximadamente.

Hasta este momento el proceso del empalme no ha terminado, por lo que se le adaptará a cada empalme un tubo termocontráctil que le dará rigidez para evitar futuras rupturas. Finalmente se tendrá que proteger todo el empalme contra humedad, tensión o cualquier tipo de esfuerzo con una caja (bota de empalme) para los dos cables unidos, y de esta manera se evitarán fallas nuevamente en este punto.

5. *Estructura de las cajas o botas de empalme*

Para la construcción de todo el anillo de MENTV se utilizarán cajas de empalme tipo bota de AT&T, la cual está diseñada para proteger los cables y las fibras en su interior. Este modelo de bota de empalme consta de un recubrimiento termoplástico anticorrosivo, lo cual la hace conveniente en instalaciones de planta externa aérea.

Este tipo de bota puede alojar cables desde un grosor de 0.40 pulgadas (1.016 cm) hasta uno de 0.85 pulgadas (2.159 cm).

La bota consta de los siguientes materiales:

- Cubierta equipada con 5 seguros
- Medio plato final inferior
- Medio plato final superior
- Empaques
- Arillo plástico
- Bandeja para loop
- Bandeja para empalmes
- 3 contenedores para 8 empalmes cada uno
- Tapa para contenedores de empalmes

- Soporte de bandeja
- 2 tornillos
- 2 kit's para elemento de tensión central
- 2 kit's para aterrizaje de fibra óptica
- Sellador

La selección actual de una ruta depende también de un gran número de factores, como pueden ser el impacto ambiental, leyes o estatutos para zonas locales, y permisos para cruces a áreas privadas (conocidos como derecho de paso). Algunas veces, los cables de fibra óptica pueden ser colocados en la misma trayectoria que los cables de distribución de corriente, debido a que los campos electromagnéticos generados por éstos no le afectan a la información contenida en la fibra óptica.

5.1.1. Instalación aérea

La forma más económica de tendido del cable es probablemente el realizado directamente sobre el suelo, pero aquí hay riesgos de daños y rupturas. Otra forma de tendido puede ser el subterráneo, pero esto implicará un gran gasto para ranurar o hacer zanjas y elaborar registros a lo largo de la trayectoria, esto sin considerar la cantidad de permisos del gobierno que se deberán solicitar para este efecto. La forma más económica es sin duda el tendido del cable sobre postes o edificios, concluyendo con las siguientes ventajas al respecto:

- Económicos
 - Uso de líneas de posteo existentes.
 - Independencia a las condiciones del subsuelo.
- Instalación rápida.
- Posibilidad de longitudes extensas de cableado para futuras ampliaciones.
- Comodidad en mantenimiento a las tiradas de cable a través de la ruta.

La instalación de un cable óptico por vía aérea necesitará estabilidad, misma que será otorgada por una guía de acero (figura 5.2.). Esta guía proporcionará la tensión y dureza al cable para el tendido entre postes, de tal manera que el esfuerzo mecánico (entre postes) será soportado por esta guía de acero y no por el cable. Además de la guía de acero se necesitará de unos alambres continuos de diámetro pequeño denominados "*lashed*", los cuales rodean y unen a la guía de acero con el cable óptico.

Algún fabricante podrá forrar la guía de acero y el cable, como lo muestra la figura 5.2 (este caso se conoce como cable aéreo auto-soportado.- ASS, *Aerial Self-Supporting*), pero el costo del mismo es considerablemente más alto.

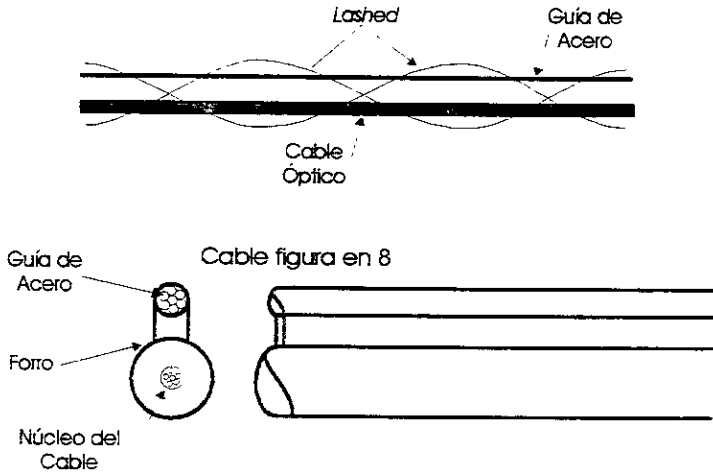


Figura 5.2. Tipos de soporte en tendidos aéreos.

Debido al costo y a las facilidades de acceso para la instalación de la red en la vía pública se optó por la técnica de lashed, la cual en comparación al cable ASS, requiere de menor trabajo para la instalación y tiene mayor período de vida útil.

Para la técnica de lashed, el contenido de acero determina la máxima tensión del cable; las clasificaciones usuales y estandarizadas son *high strength*, o tensión alta, y *extra high strength*, o tensión extra alta. La figura 5.3. muestra la vista transversal de la guía de acero *extra high strength* instalada para la red de MENTV.

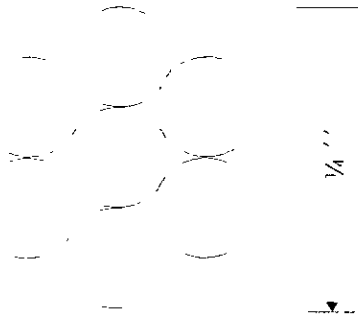


Figura 5.3. Guía de acero *extra high strength* instalada para MENTV.

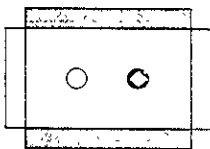
Las características principales de la guía de acero son:

Clase de acero	Extra high strength: 1070
Masa mínima	0.181 kg/m
Capa de zinc	0.04 g/cm ² , clase "A" ASTM
Paso de la hélice	2 3/4"
Carga de ruptura	3,076 kg
Módulo de elasticidad	4% en 609.6 m
Norma de fabricación	ASTM a 45
Peso del cable	0.181 kg/m

Tabla 5.1. Características principales de la guía de acero.

Gracias a las características de la guía de acero (Tabla 5.1), es posible utilizar no sólo un cable óptico, sino hasta 3 cables dependiendo de las condiciones en las que se encuentren los postes.

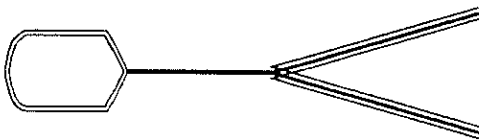
Durante la instalación, uno de los procedimientos que debe realizarse en cada poste es la ubicación de los herrajes o abrazaderas. Los implementos que cada herraje deberá utilizar (figura 5.4.) serán subidos a los postes, y con la ayuda de un flexómetro se marcan los puntos donde quedarán ubicadas las abrazaderas. En postes compartidos con instalaciones eléctricas se debe considerar que la distancia mínima para la ubicación de las abrazaderas es de 50 cm con respecto a las líneas de mediana tensión y 40 cm con respecto a las líneas de distribución.



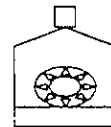
Herraje tangente



Herraje de tensión

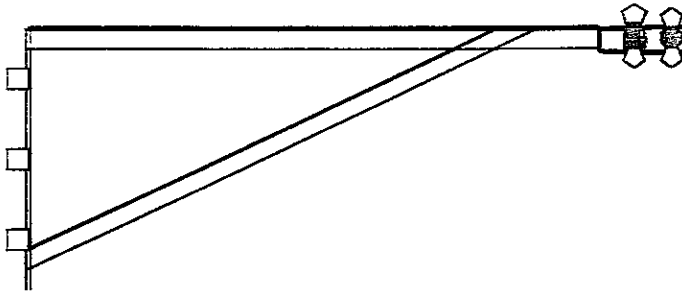


Remate preformado 1/4"



Grapa con Birlo'S'

Figura 5.4. Implementos para herrajes (continúa).



Herraje de extensión 1m en punta doble perno

Figura 5.4. Implementos para herrajes.

Teniendo ya la ubicación del herraje, se procede a realizar el agujero o agujeros donde serán colocados los tornillos o la escuadra principal, dependiendo del tipo de abrazadera utilizada. En la figura 5.5. se muestran las partes principales que componen una abrazadera de tres tornillos en línea recta (poste a poste).

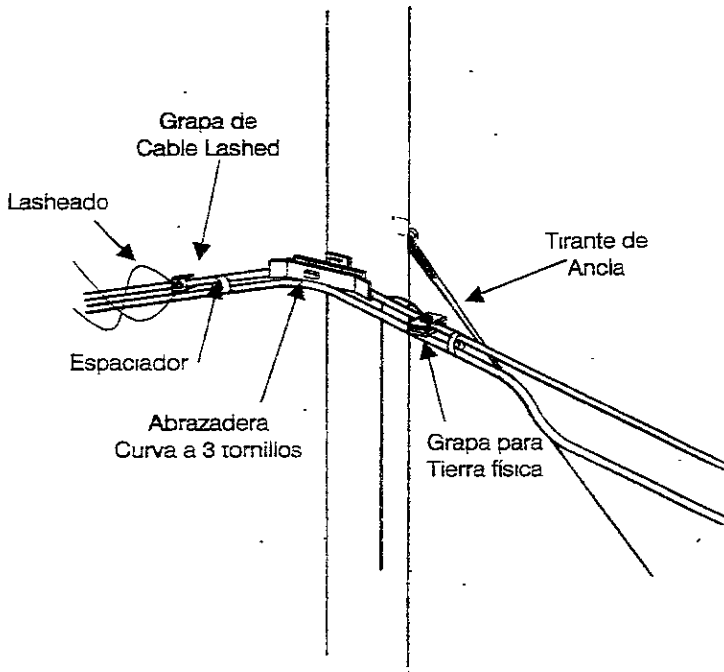


Figura 5.5. Poste con ángulo recto.

Después de la ubicación del orificio, la abrazadera es colocada por la parte frontal para su remate final. Por las características de la ruta, gran parte del tendido será instalado con este tipo de herrajes, aunque existen también las de trayectoria curvada o en esquina.

Una vez que la guía de acero ha sido colocada entre los postes, de un extremo se establecerá la tensión adecuada con ayuda de las grapas. Una curva insignificante en la tensión puede ser detectada por la inspección visual en el tendido. Un método más sofisticado es el uso de un dinamómetro de tensión, cuidando en todo momento no exceder la tensión indicada para la instalación.

Después de fijar la tensión, el otro extremo del cable es sujetado al otro poste con herraje, lo que se conoce como remate en punto muerto (remate preformado). Existen un sinnúmero de modelos de remates preformados, así como diversas medidas. La configuración más usual de herraje de punto muerto con remate preformado es la de $\frac{1}{4}$ de pulgada (utilizada para la instalación de MENTV).

Una instalación de fin de poste con sujeción de tirante de ancla es mostrada en la figura 5.6.

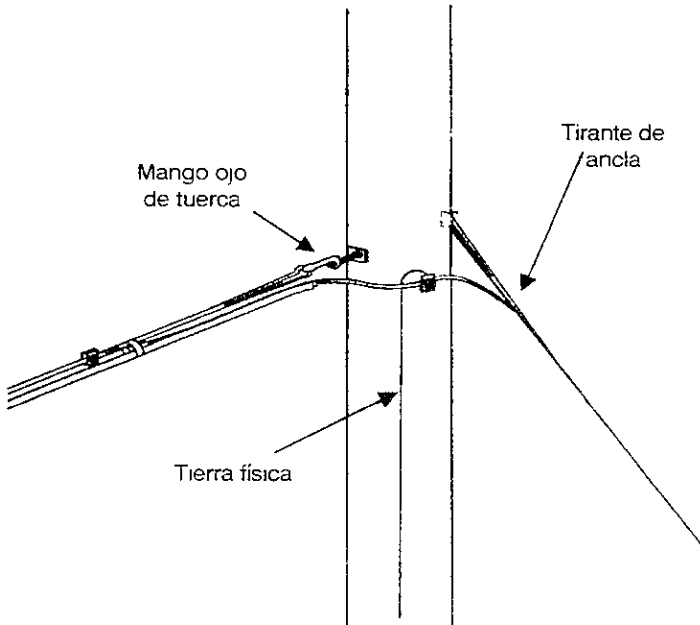


Figura 5.6 Fin de poste con sujeción de tirante de ancla

Este tipo de herrajes preceden a las acometidas de los sitios de producción, o en el caso de que se requiera un acceso a través de ductería (hacia un registro de entrada).

La conexión con tierra y las uniones de la guía son hechas con una tirada suave de cable de cobre calibre # 6, soldado a la guía y rematada al poste en una grapa con birlos, se conecta en el piso a una varilla de metal con profundidad de 60 cm como mínimo. Esta conexión es utilizada como protección contra descargas eléctricas producidas por las líneas de tensión o por cuestiones ambientales (rayos). Como norma se instala una tierra física cada diez postes.

5.1.2. Presentación y transporte del cable

El cable es entregado al usuario en grandes carretes de madera, con una cubierta de protección sintética para el cable. Un extremo del cable sobresale desde un acceso cercano al centro de la bobina usualmente cubierto por un gorro.

Previo a la instalación del cable, se le practica una prueba a las fibras sobre el mismo carrete, esto consiste en remover la cubierta al cable, y a cada fibra, y por medio de un empalme mecánico se emitirá luz a cada fibra. Del otro extremo (que sobresale del centro) de la fibra correspondiente, se medirá la potencia recibida, corroborando de esta manera la continuidad y los valores de atenuación proporcionados por el fabricante. Esta prueba se realizará a todas las fibras para asegurar que se ha recibido el material en buenas condiciones.

En cuanto a los carretes, éstos nunca deberán dejarse caer directamente al suelo, ya que esto puede provocar pérdidas mayores a las especificadas en los manuales. Se recomienda el uso de montacargas, rampas o técnicas de grúa. Para trasladar las bobinas de cable al sitio de trabajo es sugerido el uso de remolques (figura 5.7.), cuyo eje principal puede cruzar el centro del carrete.

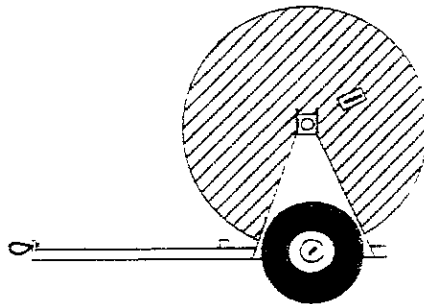


Figura 5.7. Carrete de fibra montado sobre remolque.

Posteriormente, en el sitio de trabajo, el carrete es inclinado para tomar la parte alta del cable y así dar salida al mismo, cuidando de tirar de él de manera constante y sin mucha fuerza para evitar el deslizamiento sobre el centro de la bobina.

5.1.3. Procedimientos de tirada de cable y "lasheado"

Para colocar el cable en los postes, primero son instaladas y aseguradas las poleas en la guía de acero para no desprenderse. El cable es jalado desde el carrete, el cual está montado generalmente sobre algún remolque y suspendido por rodillos. Este procedimiento se observa en la figura 5.8. Usualmente varios postes son preparados de esta manera antes de iniciar el *lashed*.

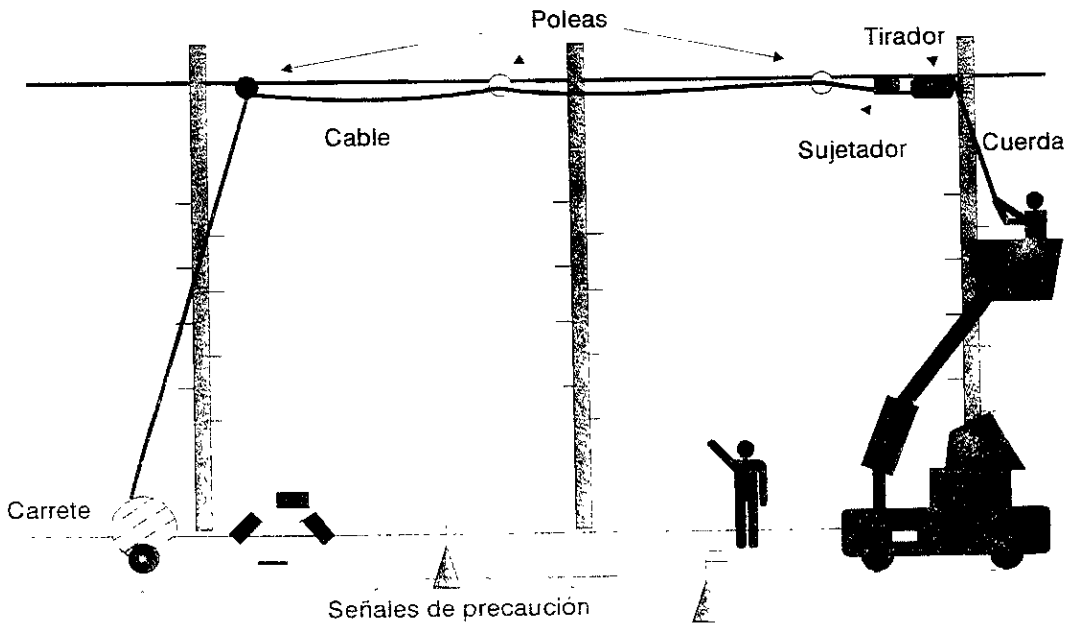


Figura 5.8. Procedimiento en tirada de cable.

Para tender tramos largos es común sacar cable del carrete en puntos intermedios, con el propósito de dividir la distancia total en los tendidos. Para este efecto se acomodó el cable en el piso con figura de 8 para equilibrar los esfuerzos y evitar torsión en el cable.

Como se mencionó anteriormente, el *lashed* es la técnica de unión entre la guía de acero y el cable de fibra óptica por un par de alambres que dan vueltas a ambos (en forma de espiral) sobre toda la trayectoria. Los extremos del cable *lashed* son sujetados en los postes mediante grapas con birlos. Para separar el cable y prevenir la fricción con la guía de acero, se utilizan separadores plásticos (conocidos como bandas o espaciadores).

Para el procedimiento de *lasheado* (mostrado en la figura 5.9.) existen varias opciones, siendo algunas más fáciles que otras dependiendo de la habilidad del personal y del manejo del equipo. El *lashed* es un mecanismo que contiene dos bobinas de alambre, las cuales al momento de jalar sobre el cable y la guía de acero, enreda los dos alambres en forma de espiral agrupando todos los elementos entre los postes y finalmente se coloca una grapa terminal para sujetarlos a la guía de acero.

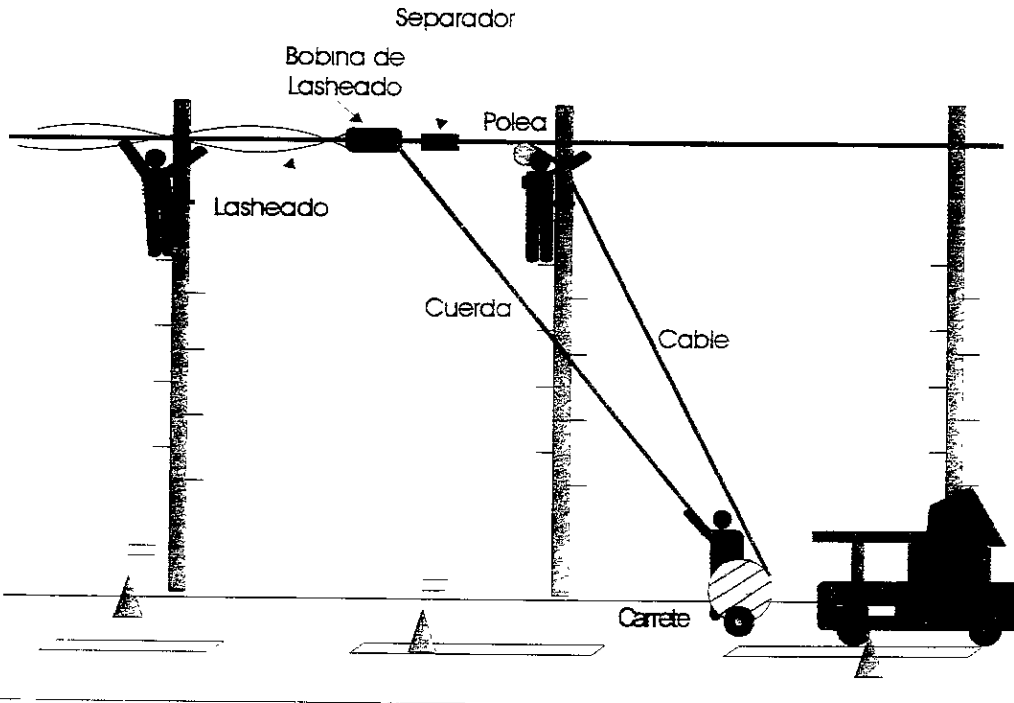


Figura 5.9. Procedimiento de "lasheado".

5.2. Acondicionamiento y necesidades de operación en los nodos

De un apropiado acondicionamiento de los nodos dependerán múltiples factores, entre otros, el correcto enlace y operación entre las centrales operativas de MENTV y los equipos de la red de fibra óptica (ubicados indiscutiblemente dentro de las mismas instalaciones) y también en el proceso de las señales (distribución, sincronización, ecualización, etc.). Tomando en cuenta que adaptar un cubículo o un cuarto con las características necesarias e indispensables para la operación de los equipos traerá consigo un funcionamiento correcto además de alargar la vida útil de los mismos.

5.2.1. Ubicación de los nodos

Para determinar la ubicación de los nodos es necesario realizar un recorrido en las instalaciones de los centros operativos y de esta manera identificar los puntos idóneos donde posiblemente puedan ser colocados. Para ello se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

Las dimensiones de los lugares donde serán ubicados los nodos generalmente serán un estándar, o bien, se procurará que el tamaño de los nodos tengan la misma proporción, esto en la medida de lo posible, y siendo la excepción Telesistema (o nodo principal), ya que la mayor carga de equipo lo tendrá este nodo (cabecera). En la figura 5.10. presentamos un plano general con las posibles dimensiones de los lugares donde se ubicarán los nodos.

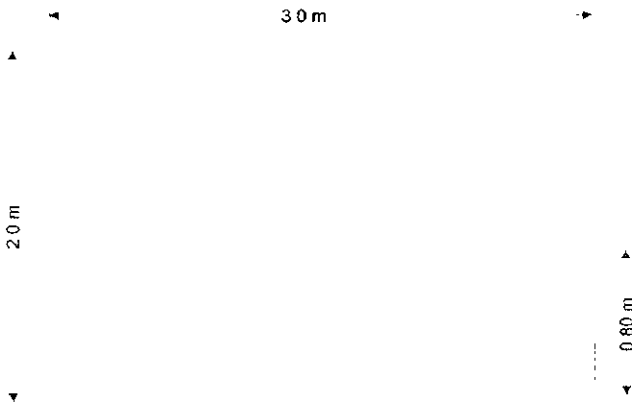


Figura 5.10. Dimensiones de los nodos

La figura 5.11. nos muestra una distribución del equipo y de las mesas de monitoreo y operación para el caso de la cabecera (Telesistema) además de las

dimensiones que deberá presentar dicho nodo:

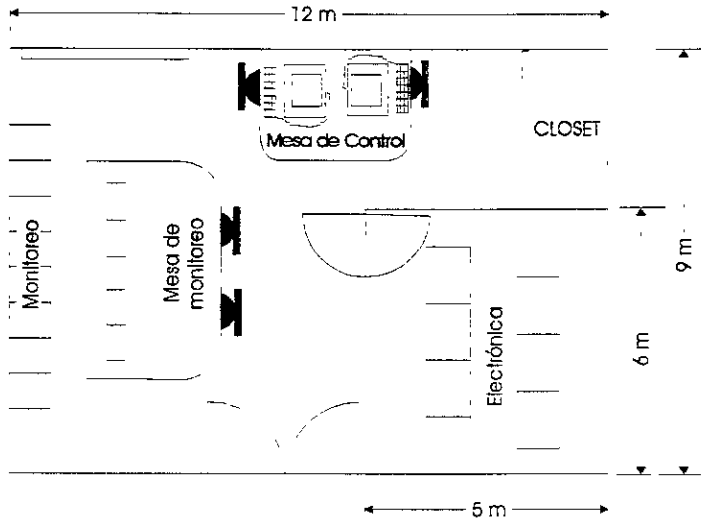


Figura 5.11. Dimensiones de Telesistema.

Para la ubicación de un nodo se deberá considerar un lugar estratégico con respecto a las demás centrales, ya que se tendrá que cablear ente el nodo y estos puntos y las distancias representan pérdidas e interferencia para el cableado electrónico (cables trenzados para audio, coaxiales para video y pares trenzados para telefonía). La figura 5.12. nos muestra un modelo en el que MENTV-Tape pretende ubicar el nodo.

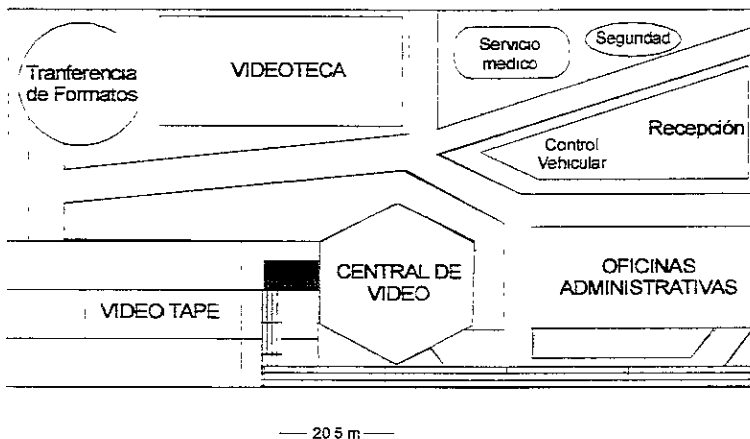


Figura 5.12. Ubicación del nodo en MENTV-Tape.

Adecuar el acceso a los nodos es un punto también importante para la funcionalidad del sistema, esto significa que es necesario habilitar las trayectorias entre cada nodo y la acometida de la fibra (esto es en todos los centros operativos de MENTV), y también todas las centrales operativas de cada sitio. Esto se lleva a cabo con la instalación de charolas o canastillas para el cableado, tratando de cuidar que las trayectorias sean las más cercanas entre sí.

5.2.2. Condiciones de funcionamiento

Las condiciones en las que los equipos deberán operar son también cuestiones de interés para la adaptación del sistema, esto es que los nodos tendrán que brindar ciertas propiedades para que el equipo no sufra ninguna afectación y la operación de éstos sea la correcta.

A continuación presentamos algunas de las características fundamentales para el correcto funcionamiento de los equipos:

a) *Fuentes ininterrumpibles y reguladas.*

La cuestión de la alimentación la podemos considerar obviamente como indispensable pero con la particularidad de que tendrá que ser continua, o bien, no debe de interrumpirse dado que los nodos estarán en configuración serie; al tener ausencia de energía en un nodo esto podría afectar el tráfico de señales temporalmente hacia los demás nodos. Tomando en cuenta que este fenómeno también ya ha sido considerado por el fabricante del equipo ADC (redundancia del sistema), éste sugiere al ingeniero de mantenimiento que de preferencia los equipos no deberán apagarse al estar en función y de ser así se tendrán que tomar en cuenta ciertos factores, como lo es que el tráfico de señales por la red sea bajo, tratar de proteger las señales por otras vías y de preferencia desconectar los transmisores ópticos antes que la totalidad del equipo, entre otros.

En consecuencia, se debe tener dispuesto un sistema *UPS* (*Uninterrupted Power Supply*- fuentes de energía ininterrumpida) que además de abastecer al equipo de energía, si la llegara a requerir a causa de un corte (soporte hasta por 1 hora con carga completa), regulará la energía contra variaciones de voltaje, corriente, frecuencia y también filtrará algunas posibles señales armónicas que se llegaran a presentar en el sistema eléctrico y que definitivamente podrían afectar el funcionamiento y rendimiento de los equipos y del sistema en general.

Es importante mencionar que los equipos deberán estar aterrizados, esto es que exista una tierra física instalada correctamente y que

interconecte a todos los equipos de cada nodo, de esta manera se podrá evitar que el equipo no se vea afectado por algunas cargas electrostáticas e inclemencias ambientales. También será necesario tener una buena iluminación en cada nodo además de los contactos para servicio general y mantenimiento del equipo.

Finalmente presentamos los parámetros que son requeridos para la conexión eléctrica de los equipos en cada nodo (Tabla 5.2.):

Concepto	Valor (Nodos)	Valor (Chasis/Rack)
<i>Voltaje</i>	120 V CA	120 V CA
<i>Consumo</i>	1600 VA	4600 VA
<i>Frecuencia</i>	60 Hz	60 Hz
<i>Respaldo UPS</i>	1 hr	1 hr
<i>Aterrizado</i>	Sí	Sí

Tabla 5.2. Parámetros requeridos para la conexión eléctrica.

Para estas cuestiones se hace la observación de que la empresa en cada uno de sus centros operacionales se hará responsable de las instalaciones pertinentes en este sentido, utilizando la infraestructura propia de cada sitio.

b) *Ambiente adecuado:*

Otro de los factores necesarios para la correcta adaptación de el equipo es por supuesto la cuestión climática en los nodos, por lo que se tiene que considerar lo siguiente:

- La temperatura deberá ser preferentemente baja, entre 18° y 21° Celsius.
- Sin humedad.
- La ventilación deberá tener suficiente velocidad para abarcar toda la habitación (nodo).

Cada chasis debe contar además con unos módulos de ventilación unitarios (ventiladores de 1 UR), para extraer de cada chasis el aire caliente. El aire frío lo deberá tomar del ambiente en la habitación (nodo) por unas ventilas o espaciadores instalados en la parte inferior de cada equipo y sobre el mismo rack, de manera gráfica la figura 5.13. nos muestra como se realiza esta instalación:

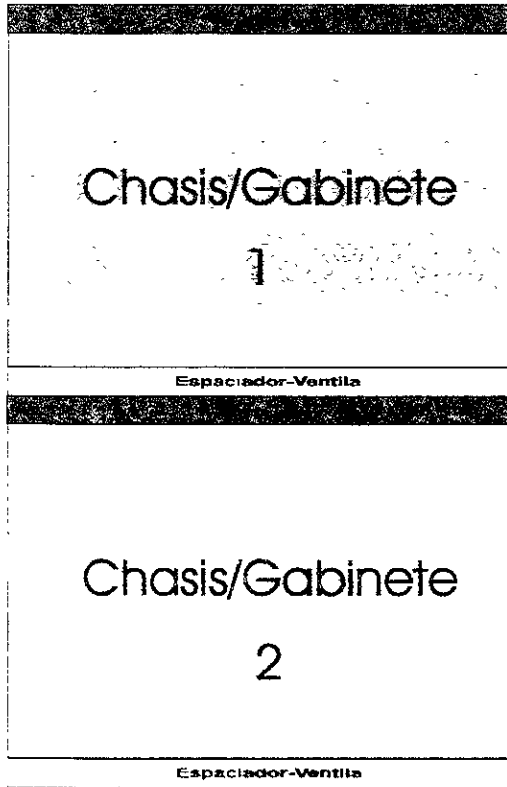


Figura 5.13. Módulos de ventilación unitarios.

Nuevamente cabe mencionar que la realización de la instalación del aire acondicionado en cada nodo la llevará a cabo la empresa a través de los departamentos dedicados a estas funciones y los gastos que se generen serán absorbidos por la misma.

c) Infraestructura de instalaciones:

Esta característica está implícita en la ubicación de cada nodo, pero en esta ocasión se necesitan considerar las trayectorias o rutas idóneas para enlazar las centrales operativas con el nodo y de esta manera reducir longitudes y costos de instalación de los cables (coaxiales en video y pares trenzados en audio y telefonía).

Para el cableado es necesario instalar previamente ducterías.

canastillas, canaletas, etc. en la trayectoria o trayectorias ya definidas anteriormente.

5.2.3. Necesidades de Operación

Definir las necesidades de operación (dependiendo de las características implícitas de los equipos) desde el comienzo de la implantación de cualquier sistema de transporte de señales puede representar una gran ventaja, debido a que los problemas resultantes de una mala planeación de un sistema de monitoreo y control representarán limitantes operativas y hasta discontinuidad y desconfianza del propio sistema. Para el monitoreo y control de los equipos es importante contar con los elementos necesarios en cada nodo además del personal propiamente capacitado para estas funciones.

Para este fin, tenemos que mencionar que se deberá contar con equipos para monitoreo y medición de las señales de video y audio respectivamente. Para el caso de las señales de video se deberá contar con un medidor de forma de onda (*WFM*) y un vectorscopio (*Vector*) para ajustar y verificar los parámetros de cada señal de acuerdo a su estándar (capítulo 3), además de un monitor para la observación propia de la imagen.

En el caso del audio, se deberá contar con un medidor de espectro y de amplitud conocido como *espectrómetro de audio*, así como de un amplificador para la identificación y calificación auditiva de la señal, esto significa que dicha señal puede contener alguna clase de interferencia implícita y para su reconocimiento habrá que escucharla con detenimiento y posteriormente identificar donde se está infiltrando dicha inducción o interferencia con respecto a la señal original.

Para la manipulación y revisión de forma remota del estado del equipo además de la intercomunicación se deberá contar con dos líneas telefónicas, una se ocupará exclusivamente del control y monitoreo de los equipos (esto será a través de un modem telefónico que será el enlace entre el operador y el equipo) y otra para la comunicación telefónica entre los encargados técnicos u operadores.

5.3. Instalación de los equipos seleccionados

Una vez que se han acondicionado los sitios en donde van a estar ubicados los nodos, procederemos a la instalación de los equipos seleccionados. Para este fin contaremos con *rack's* (muebles para el montaje de equipos de medidas universales), en donde se montarán los chasises (módulos o gabinetes) con las tarjetas que recibirán, procesarán, y transmitirán las señales de audio y

video a través de la fibra óptica. Las dimensiones que tienen los *rack*'s seleccionados se muestran en la siguiente figura:

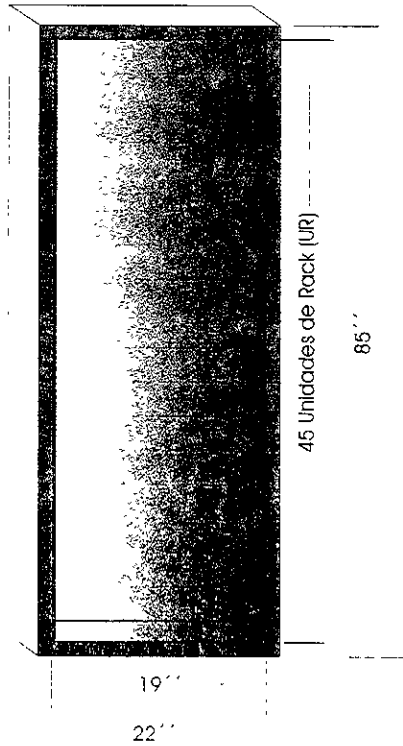


Figura 5.14. *Rack* para montar equipo.

La parte interna de este *rack*, en donde se montará el equipo, se encuentra dividida en 45 Unidades de *Rack* (UR), equivalentes a 78.75 pulgadas (1 UR = 1.75'' ó 1.75 pulgadas).

Los módulos que se instalen en la parte superior del *rack* deberán dejar un espacio de 1 UR, si es que la tapa del *rack* no está ventilada, así como, un espacio entre módulos de 1 UR.

Finalmente tenemos que instalar todos los gabinetes en conjunto con los pequeños módulos de ventilación y los espaciadores (ventilas), tratando de llevar un orden en la distribución, esto quiere decir que los chasis principales serán colocados en la parte superior del rack y en parte inferior serán colocados los chasis repetidores y de respaldo. Se procurará conservar una misma

configuración para la colocación de los gabinetes en todos los nodos, excepto en Telesistema, ya que este nodo contará con mayor cantidad de equipo en sus rack's. La figura 5.15. nos muestra la configuración de un rack en los nodos.

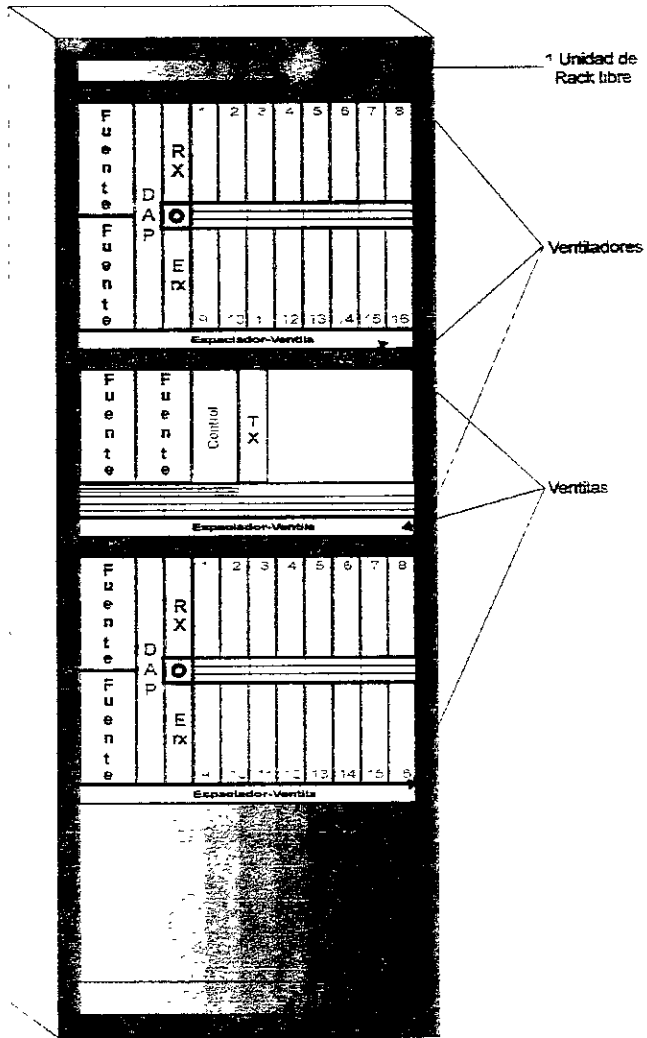


Figura 5.15. Distribución en un rack.

Los chasis cuentan con ranuras para la colocación de tarjetas (*slots*) y su distribución se muestra en la figura 5.16.:

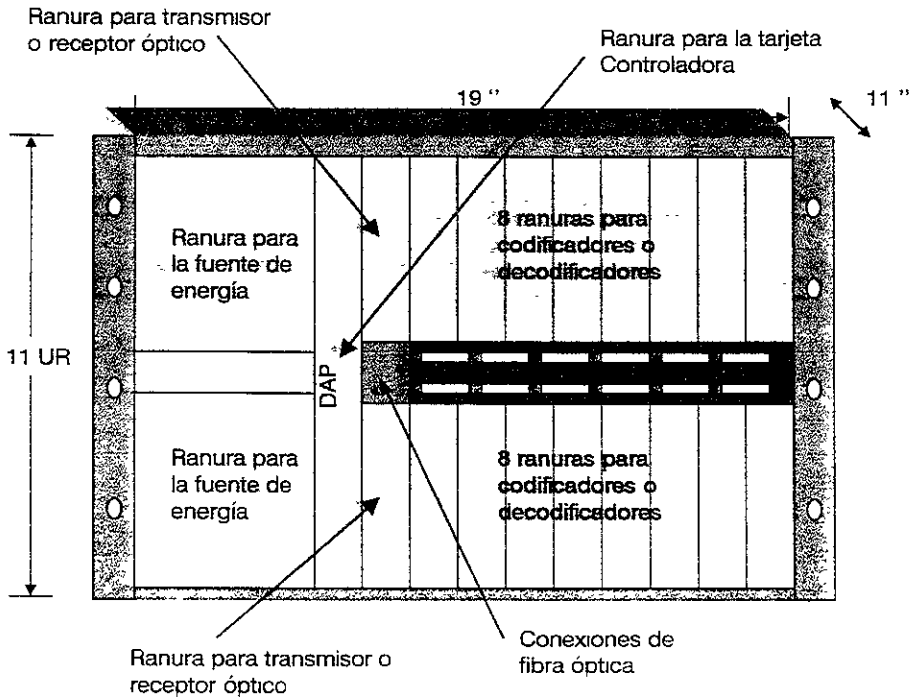


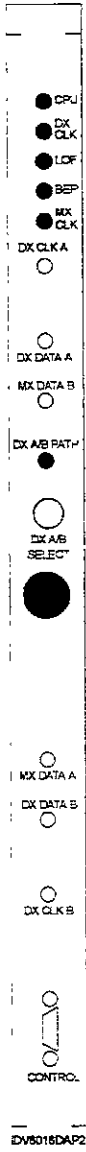
Figura 5.16. Módulos de transmisión y/o recepción.

Como se puede observar en la figura anterior, cada módulo o gabinete tiene una misma estructura y cuenta con:

- Dos ranuras para transmisores y/o receptores ópticos según se requiera.
- Una ranura para tarjeta multiplexora, demultiplexora o DAP (Drop, Add, Pass: Baja, Agrega, Pasa).
- Espacio para dos fuentes de energía de 110/220 VAC ó -48 VDC.
- 16 ranuras universales para tarjetas decodificadoras (*decoders*) y/o codificadoras (*encoders*) según se requiera.

A continuación describimos las tarjetas que utilizaremos en los chasis del equipo DV6000, así como sus características fundamentales:

Módulo Drop / Add / Pass (DAP)



Este módulo funciona como multiplexor y demultiplexor y puede agregar, bajar o pasar hasta 16 señales de audio y video en un gabinete.

En caso de alguna falla en la trayectoria principal (pérdida de señal), si el sistema está configurado para tener una trayectoria de respaldo, la DAP se encargará de realizar la conmutación para habilitar la transmisión y recepción de los datos correspondientes a través de la trayectoria de respaldo.

También es posible realizar un cambio de trayectoria de manera manual por medio de un botón en el panel frontal de la tarjeta.

Este módulo puede realizar pruebas entre pares de tarjetas encoders / decoders en el mismo gabinete.

Las tarjetas DAP se pueden configurar para trabajar por medio del programa de control de la DAP, a través de una PC, y mediante una conexión frontal al equipo, o remotamente mediante la administración de la red.

Mediante la tarjeta controladora DAP se pueden lograr las siguientes funciones:

- Las señales entrantes pueden ser bajadas, terminadas o continuadas hacia el próximo nodo, en el mismo espacio de tiempo en el cual llegaron.
- Las señales bajadas pueden ser decodificadas mediante decoders alojados en cualquier ranura del módulo.
- Las señales terminadas pueden ser decodificadas localmente, por no pasar al siguiente sitio, lo que permite que un encoder con una señal originada localmente se agregue a la salida de datos, ocupando el canal que dejó la señal terminada.

El funcionamiento de las tarjetas DAP es posible observarlo en la siguiente gráfica (figura 5.17.), la cual nos muestra las distintas formas en que puede manipular esta tarjeta las señales sobre la red:

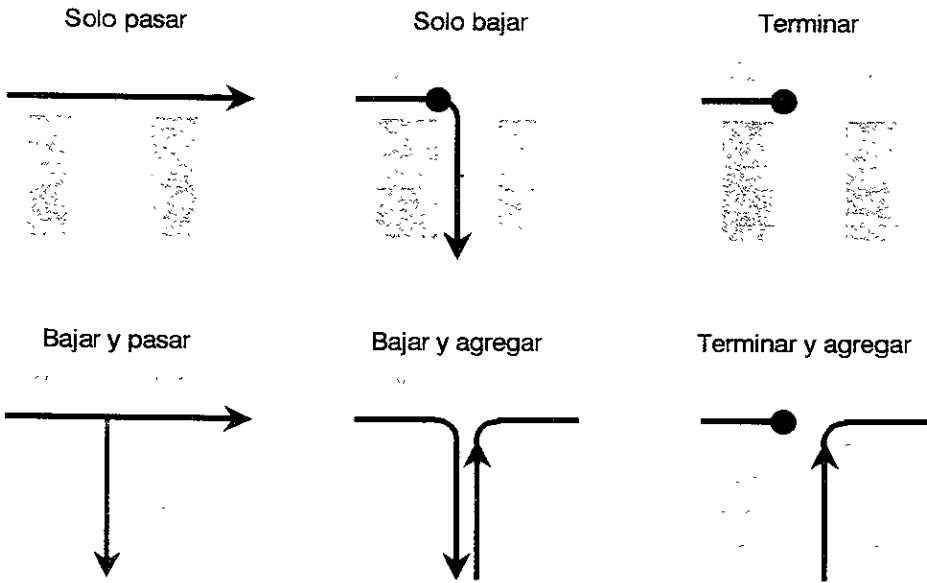


Figura 5.17. Funciones Drop/Add/Pass (bajar, agregar, pasar).

Receptor óptico DV6302 RCQL



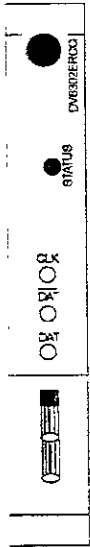
El receptor convierte la señal de datos de 2.38 Gbps entrante en dos señales eléctricas idénticas. Las señales de datos son normalmente alimentadas a módulos demultiplexores o DAP, pero pueden ser conectadas directamente a un transmisor en una aplicación repetidora. La tarjeta controladora DAP se encarga de invertir estas dos señales una con respecto a la otra, e identificarlas como datos A y datos B.

El receptor también abastece la señal de reloj, la cual es derivada de la señal de datos entrante. Ambos el reloj y los datos pasan a la DAP.

El DV6302 RCQL es un receptor óptico con una sensibilidad hasta de -25 dBm, su rango óptico es de -11 dBm a -25 dBm. Utiliza un fotodiodo InGaAsP APD (*Avalanche Photo Diode*: Foto Diodo de Avalancha).

El receptor provee una tasa de error de datos de 1×10^{-9} cuando la potencia recibida es mayor que -30 dBm. El mismo receptor se puede utilizar para recepción de datos a 1310 nm y 1550 nm.

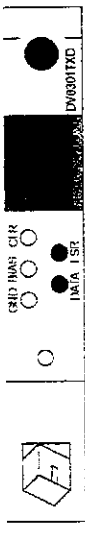
Receptor eléctrico DV6302 ERCQ



Este receptor eléctrico se encargará de recibir la información de respaldo, tanto la señal que llegue al nodo como la señal que se esté generando en ese sitio. Por esto utilizaremos 2 tarjetas de este tipo, una ubicada en el módulo principal y una en el módulo de respaldo.

El receptor ubicado en el módulo principal recibirá la señal de respaldo externa, mientras que el receptor que se encuentra en el módulo de respaldo recibirá la señal de respaldo interna.

Transmisor óptico DV6301-TXD

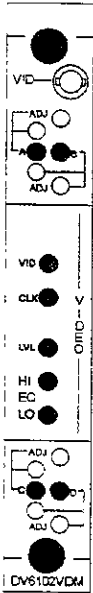


Este módulo recibe una señal eléctrica multiplexada del módulo DAP por medio de un cable coaxial de 50 Ohms RG-316 con un conector SMB, para luego hacer la conversión eléctrica - óptica.

El DV-6301-TXD transmite la señal óptica a 1310 nm, por medio de un láser cuya potencia de salida es de 0 dBm .

Hasta dos transmisores pueden ser usados en el mismo módulo para mandar datos a través de trayectorias redundantes.

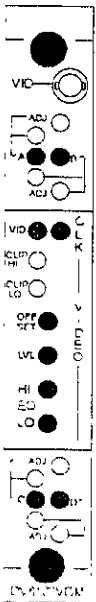
Decoders de Video/Audio de 10 bits DV6102-VDM (BTSC)



Después de que el *stream* de datos pasa por la tarjeta DAP, la cual demultiplexa la señal entrante, las tarjetas decoders reciben la señal de video y audio de un canal y después realizan la conversión digital a analógica (señal de video y audio en banda base).

Estas tarjetas son compatibles con los formatos NTSC y PAL. La salida de señal compuesta es de 30 dBmV.

Encoders de Video/Audio de 10 bits DV6101- VEM (BTSC)

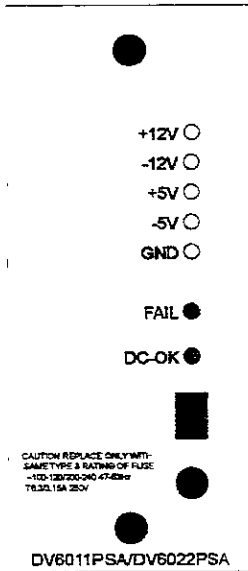


Estas tarjetas realizan la conversión analógica (señal de video en banda base) a digital, cumplen con las especificaciones de audio BTSC, además de tener la versatilidad de trabajar con señales NTSC o PAL.

La tarjeta DV6101- VEM tiene un rango de nivel de entrada de 20 a 40 dBmV, así como un nivel de salida de 30 dBmV. Tienen una relación señal a ruido de 65 dB.

Por medio de un monitor forma de onda se pueden visualizar los ajustes realizados a la señal.

Fuente de potencia de corriente alterna DV6011/6022PSA



Esta fuente opera tanto con alimentación de 110 o 220 VAC, combina los modelos anteriores DV-6011PS y DV-6022PS.

Una sola fuente provee suficiente potencia para un módulo completo, dos fuentes comparten la carga y proveen redundancia en caso de falla en alguna de ellas.

DV6010-RPS Módulo repetidor

El módulo lo utilizaremos para alojar a las tarjetas transmisoras para nuestro equipo DV 6000, sus características principales son:

- Se monta en un rack estándar de 19 pulgadas.
- Dos ranuras para fuentes de - 48 VDC o 110 / 220 VAC. Una fuente provee toda la potencia al módulo. La segunda fuente es requerida para compartir la carga y para dar una redundancia completa.
- Una ranura se utiliza para el módulo controlador (RPC) para dar la capacidad de monitoreo del estado.
- Tiene seis ranuras universales para instalar combinaciones de módulos transmisores y receptores.
- Panel de ventilación debajo de las fuentes de potencia, requiere un ventilador por encima del módulo para enfriamiento.

La tarjeta controladora del módulo repetidor (DV6016-RPS) se monta junto a la fuente de potencia; provee funciones de control y el estado del módulo para todas las tarjetas instaladas en el módulo (por ejemplo transmisores, receptores y

fuentes de potencia). Además es capaz de monitorear el estado de la señal recibida del gabinete contiguo provisto con tarjetas demultiplexoras o DAP's, y determinar si la posición de un módulo de conmutación óptica necesita cambiarse.

5.3.1. Distribución de los equipos

Debido a la cantidad de señales que se manejarán, necesitaremos la integración de dos anillos independientes, cada uno estará conformado por dos módulos de transmisión y recepción principales, así como dos módulos más que manejarán la señal de respaldo. A continuación se muestra la distribución de estos equipos, así como el número de tarjetas que se utilizarán para cada nodo de la red:

Telesistema MENTV (Matriz)

De acuerdo a los requerimientos de flujo de señales para Telesistema, se necesita una gran cantidad de módulos para la configuración de este nodo como cabecera, por lo que la distribución de los equipos quedará representado por la siguiente figura (Figura 5.18.) :



Figura 5.18. Distribución del equipo para el centro operativo Telesistema MENTV

Para el nodo de Telesistema se requieren 4 *rack*'s, para alojar 8 módulos o chasis, donde se instalarán los encoders y decoders, los cuales tendrán la siguiente distribución:

- El módulo 1 requiere de 11 tarjetas decoders.
- El módulo 2 requiere de 8 tarjetas encoders.
- El módulo 3 requiere de 12 tarjetas decoders.
- El módulo 4 requiere de 8 tarjetas encoders.

Los cuatro módulos restantes se utilizarán para configurar la redundancia de información para las trayectorias principales. El chasis que se encuentra entre los módulos 1 y 2, en el primer *rack*, es un chasis repetidor para proveer a los DV6000 con los puertos necesarios para la redundancia del sistema.

En el cuarto *rack* se encuentra el panel terminal de fibra, en donde se alojan los empalmes, en la parte superior se encuentra el panel de distribución o parcheo, en donde se conectan por la parte trasera la fibra proveniente del panel terminal, misma que llega a la parte frontal para su conexión directamente a los equipos.

El espacio no utilizado en este último *rack* se aprovechará para montar equipo de medición.

Estación de enlaces

Para este nodo requerimos de una cantidad de tarjetas no mayor que Telesistema, donde la distribución de éstas quedará representado según la figura 5.19.

Este sitio requiere de 3 *rack*'s que contienen 5 módulos (chasis): 2 para las trayectorias principales, 2 para la configuración de respaldo y un módulo repetidor, así como el panel terminal de fibra, el panel de distribución y los elementos necesarios para la medición de las señales de video y audio, como son: monitor de video, medidor WFM, medidor Vectorscopio, monitor de audio y espectrómetro de audio.

La distribución de las tarjetas será la siguiente:

- El módulo 1 requiere de 5 tarjetas decoders y 5 encoders.
- El módulo 2 requiere de 3 tarjetas decoders y 6 encoders.

Los módulos 3 y 4 se utilizarán para configurar la redundancia de la

información para las trayectorias principales.

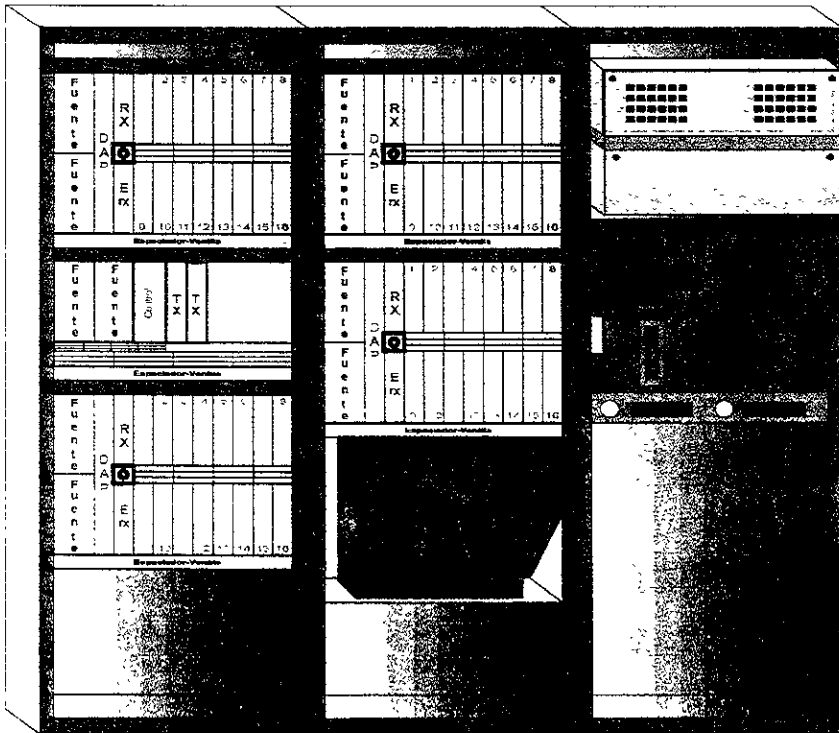


Figura 5.19. Distribución del equipo para la Estación de Enlaces.

Todos los demás centros operativos tendrán la misma distribución en cuanto a *rack* 's, módulos, paneles de parcheo, paneles terminales y elementos para monitoreo y medición, que la Estación de Enlaces.

Noticias MENTV –INFOTV

En este nodo requerimos de 8 tarjetas encoders así como 12 decoders, cada módulo contendrá:

- El módulo 1 requiere de 7 tarjetas decoders y 5 encoders.
- El módulo 2 requiere de 5 tarjetas decoders y 3 encoders.

Los módulos 3 y 4 se utilizarán para configurar la redundancia.

MENTV-Eventos

MENTV-Eventos requiere 5 tarjetas encoders y 5 decoders, su distribución será de la siguiente forma:

- El módulo 1 requiere de 3 tarjetas decoders y 1 encoder.
- El módulo 2 requiere de 2 tarjetas decoders y 4 encoders.

Los módulos 3 y 4 se utilizarán para configurar la redundancia.

MENTV-Novelas y Espectáculos –MENES-

En este sitio ocuparemos 6 tarjetas encoders y 6 tarjetas decoders de la siguiente forma:

- El módulo 1 requiere de 3 tarjetas decoders y 2 encoders.
- El módulo 2 requiere de 3 tarjetas decoders y 4 encoders.

Los módulos 3 y 4 se utilizarán para configurar la redundancia.

MENTV Tape

En MENTV-Tape se ocuparán 5 tarjetas encoders y 6 tarjetas decoders distribuidas de la siguiente manera:

- El módulo 1 requiere de 4 tarjetas decoders y 3 encoders.
- El módulo 2 requiere de 2 tarjetas decoders y 2 encoders.

Los módulos 3 y 4 se utilizarán para configurar la redundancia.

Centro de Producción y Post-producción MENTV -CPPM-

Este sitio requiere de sólo 2 tarjetas encoders y 3 tarjetas receptoras distribuidas de la siguiente manera:

- El módulo 1 requiere de 2 tarjetas decoders y 1 encoder.
- El módulo 2 requiere de 1 tarjeta decoder y 1 encoder.

Los módulos 3 y 4 se utilizarán para configurar la redundancia.

Después de definir las características técnicas en base a las necesidades de transmisión, describiremos ahora la configuración de las señales sobre la red.

5.4. Configuración del sistema

Para lograr la transferencia de señales entre los nodos que componen la red, es necesario configurar cada equipo de manera que pueda extraer y al mismo tiempo difundir información a través del sistema. Para este efecto el equipo DV 6000 dispone de un programa compuesto de tres etapas fundamentales:

- **Monitoreo.-** Para verificar el estado del equipo en cuanto a parámetros técnicos.
- **Configuración.-** Para definir las características de cada nodo y el tipo de enlace.
- **Control.-** Para modificar las señales que serán insertadas al equipo o al sistema por vías o canales para el traslado de las señales de la red. Esta etapa a su vez es dividida en tres bloques que son:
 - a) *Canales entrantes.-* Representan las señales que actualmente viajan por la red hasta el nodo en observación.
 - b) *Ingreso y egreso de señales.-* En este punto se bajan las señales deseadas además de agregar señales a nuevos canales.
 - c) *Canales salientes.-* Aparecen los canales que se requieren transmitir desde este punto, además de otros canales que circulan y no fueron requeridos por el nodo en observación.

Este programa requiere de una conexión física hacia los equipos y esto lo realiza a través de un puerto *RS 485* (ubicado en la parte posterior a cada gabinete). Este puerto es conectado al modem y éste a su vez a la línea telefónica, de esta manera es posible enlazar la central de monitoreo general (nodo principal) a cada nodo. La figura 5.20. nos muestra un esquema de cómo se realiza esta conexión.

Lo anterior es importante mencionarlo ya que la configuración del flujo de señales puede variar según las características o necesidades de transmisión y recepción en cada nodo, esto no sería posible modificarlo de forma remota sin la existencia de estos dispositivos. También existe la posibilidad de controlar (únicamente) el equipo desde el mismo sitio, utilizando el puerto *RS 232* ubicado en la parte frontal de la tarjeta controladora del DV 6000, que es en este caso la

tarjeta DAP (para ambos casos de comunicación, RS485 y RS232, es la encargada del control y monitoreo del equipo).

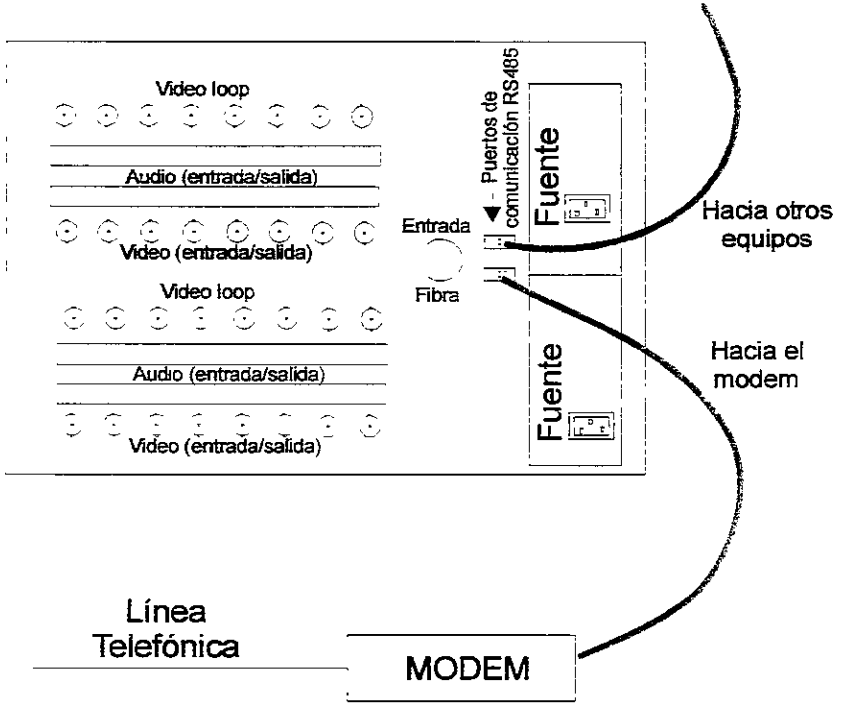


Figura 5.20. Esquema de conexión para monitoreo y control remoto.

5.4.1. Configuración de señales

Para la configuración de las señales en la tarjeta DAP es necesario retomar las necesidades de transmisión y recepción en los nodos, por ejemplo en el caso de Estación de Enlaces en anillo 1 se utilizarán 5 decoders y 5 encoders, cuando en MENTV-Eventos también de anillo 1 se necesitarán 3 decoders y sólo un encoder. De esta manera las señales que ingresan o egresan de cada nodo deben llevar un orden específico para ser transportadas alrededor de la red hasta ser entregadas al nodo o nodos correspondientes.

Para este fin identificaremos las señales generadas en cada nodo, para posteriormente trasladarlas por los canales del sistema, por lo que es imprescindible nombrar o etiquetar todas las señales que sean generadas en los nodos y enseguida colocarlas en los canales asignados a través del programa de operación del equipo, quedando de la siguiente forma, tabla 5.3.:

NODO	NOMENCLATURA
Telesistema	T
Estación de Enlaces	E
INFOTV	I
MENTV- Eventos	Ev
MENES	Es
MENTV-Tape	TA
CPPM	C

Tabla 5.3. Nomenclatura de señales transmitidas.

Esta nomenclatura estará acompañada por un subíndice que indicará el número de señal que será transmitida.

Recordando que nuestro sistema estará compuesto por dos anillos, la asignación de las señales quedará distribuida entre ambos, dicha configuración contempla todas y cada una de las señales requeridas por la empresa para el presente proyecto. La asignación quedará de la siguiente manera (Tablas 5.4. y 5.5.):

Canal	TELESISTEMA		E. de Enlaces		INFOTV		Eventos		MENES		Tape		CPPM	
	RX	TX	RX	TX	RX	TX	RX	TX	RX	TX	RX	TX	RX	TX
1	C ₂	T ₁	T ₁		T ₁		T ₁		T ₁		T ₁		T ₁	C ₂
2		T ₂	T ₂		T ₂		T ₂		T ₂		T ₂		T ₂	
3	I ₁	T ₃	T ₃	E ₁	E ₁	I ₁								
4	I ₂	T ₄	T ₄	E ₂	E ₂	I ₂								
5	T _{A3}	T ₅			T ₅	I ₇					I ₇	T _{A3}		
6	T _{A4}	T ₆			T ₆	I ₈					I ₈	T _{A4}		
7	E _{V1}	T ₇					T ₇	E _{V1}						
8	E _{S1}	T ₈							T ₈	E _{S1}				
9	E _{S2}									E _{S2}				
10	E ₉			E ₉										
11	E ₁₀			E ₁₀										
12	E ₁₁			E ₁₁										
13			I ₆			I ₆								
14					T _{A1}								T _{A1}	
15														
16														

Tabla 5.4 Configuración de canales de anillo 1.

Canal	TELESISTEMA		E. de Enlaces		INFOTV		Eventos		MENES		Tape		CPPM	
	RX	TX	RX	TX	RX	TX	RX	TX	RX	TX	RX	TX	RX	TX
1	I ₃	T ₉	T ₉	E ₃	E ₃	I ₃								
2	I ₄	T ₁₀	T ₁₀	E ₄	E ₄	I ₄								
3	E _{V2}	T ₁₁	T ₁₁	E ₅			E ₅	E _{V2}						
4	I ₅	T ₁₂			T ₁₂	I ₅								
5	E _{S3}	T ₁₃			T ₁₃			E _{V5}	E _{V5}	E _{S3}				
6	E _{V3}	T ₁₄					T ₁₄	E _{V3}						
7	E _{S4}	T ₁₅							T ₁₅	E _{S4}				
8	E _{S5}	T ₁₆							T ₁₆	E _{S5}				
9	E ₆			E ₆										
10	E ₇			E ₇										
11	E ₈			E ₈										
12					T _{A2}					E _{S6}	E _{S6}	T _{A2}		
13	E _{V4}							E _{V4}						
14											C ₁	T _{A5}	T _{A5}	C ₁
15														
16														

Tabla 5.5. Configuración de canales de anillo 2.

De la distribución anterior (tablas 5.4. y 5.5.) podemos observar que los canales quedarán ocupados permanentemente hasta que el nodo que requiera alguna o varias señales las termine y baje en ese sitio, o en su caso las deje pasar. Por ejemplo la señal T₈ se transmitirá desde Telesistema hasta MENES, quedando ocupado el canal en este tramo, de esta manera Estación de Enlaces, INFOTV y MENTV-Eventos no la podrán terminar. Una vez que MENES termine y baje la señal T₈, podrá utilizar este mismo canal para agregar alguna señal generada localmente (E_{S1}).

Para el caso de las señales T₁ y T₂, cada nodo recibe la misma información y esto es posible dándole pasar y bajar a estos canales en los decoders asignados.

5.4.2. Configuración de equipos en sistemas redundantes

Debido a la importancia que tiene el mantener un intercambio ininterrumpido de información en la red, es necesario establecer una vía alterna que asegure tanto la transmisión como la recepción de señales para cada centro operativo. Una de las características que buscamos al momento de elegir el equipo digital transmisor / receptor fue precisamente el que ofreciera una opción de respaldo a la trayectoria principal, el equipo DV6000 de ADC tiene la

versatilidad de configuración redundante para diferentes aplicaciones; por ejemplo, en el caso en que el nodo principal únicamente transmite información en ambos sentidos del anillo y el resto de los nodos reciben esta señal y la vuelven a transmitir al siguiente nodo, este tipo de configuración se logra a través de tarjetas multiplexoras en el nodo principal y tarjetas demultiplexoras en los demás nodos. En el caso de que existiera alguna pérdida significativa en la señal entre nodos, el equipo de la cabecera transmitirá en el sentido opuesto al que sufrió la interrupción. Otro caso sería en el que alguno de los nodos además de recibir la señal del nodo principal, requiera transmitir información producida en ese lugar hacia algún otro nodo, esta función se logra sustituyendo la tarjeta multiplexora por la tarjeta controladora DAP; para este ejemplo la cabecera no sólo transmite hacia ambos sentidos sino que recibirá también la señal original y la agregada por la DAP remota.

La configuración propuesta para el sistema redundante que funcionará en la red MENTV se muestra en la figura 5.21. Con el fin de explicar como trabajarán las trayectorias principal y redundante se ejemplifica únicamente una red compuesta por tres nodos. Primero, se establece un sentido principal dentro del anillo que manejará datos denominados A, el sentido contrario al anterior manejará los mismos datos, a los que llamaremos datos de respaldo A; ahora bien como cada sitio requiere agregar y bajar información, necesitaremos utilizar tarjetas DAP en todos y cada uno de los nodos en operación.

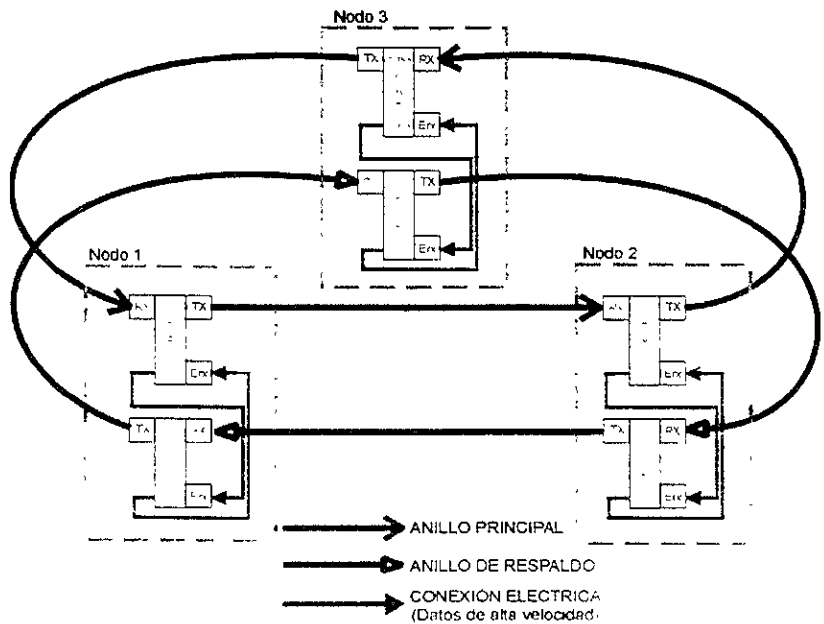


Figura 5.21. Configuración de equipos en sistema redundante.

La trayectoria principal maneja un sentido antihorario, quedando la secuencia de nodos de esta manera: del nodo 1 al nodo 2, del 2 al 3 y del 3 al 1, como se observa en la figura. Cada nodo cuenta con una tarjeta receptora para datos A y otra para datos de respaldo, así como sus tarjetas de transmisión y tarjetas DAP correspondientes.

La trayectoria principal se comporta de la siguiente manera: partiendo de una señal original en el nodo 1, ésta se recibe en la tarjeta Rx del nodo 2, el cual bajará e insertará las señales que se requieran por medio de su tarjeta DAP, ésta nueva señal se transmitirá hacia el nodo 3, el cual tendrá la capacidad también de agregar nuevas señales y transmitirías hacia el nodo 1.

Para el caso de la trayectoria de respaldo el comportamiento de los equipos en los nodos es semejante al mencionado anteriormente. Nuevamente el nodo 1 será el punto de inicio, pero ahora supongamos que la transmisión entre este nodo y el nodo 2 se interrumpe (figura 5.22).

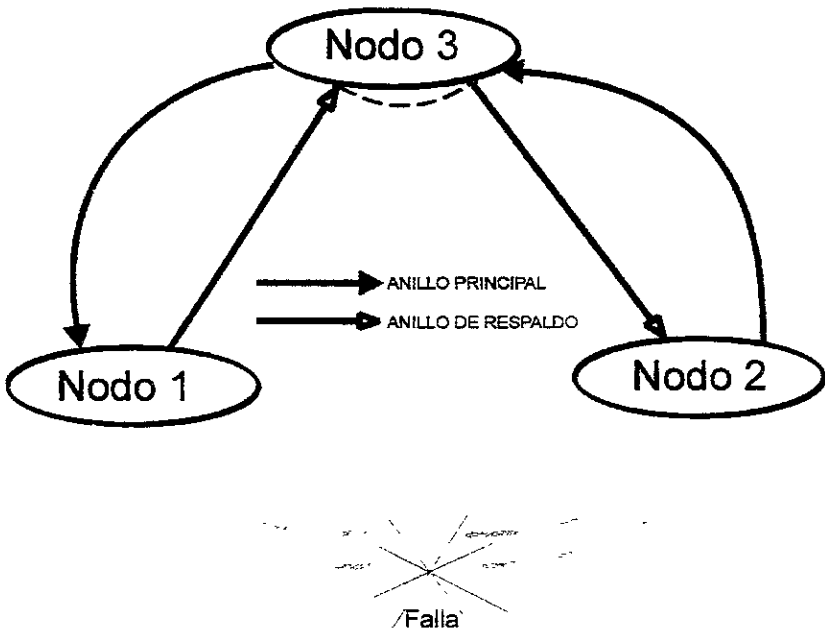


Figura 5.22. Falla entre el nodo 1 y nodo 2.

Es ahora cuando la tarjeta DAP principal en el nodo 2 al notar la interrupción en la recepción, hace una conmutación (*switching*) con la tarjeta DAP de respaldo, habilitando la recepción de datos B (datos A invertidos). Desde ese

momento esta tarjeta le proveerá a la DAP principal de la información del anillo de respaldo A. Esta información la invierte (de datos A a datos B) y la manda al receptor eléctrico Er del módulo principal; una vez que se recibe la información del nodo 1 por esta vía, la DAP del módulo principal vuelve a invertir las señales que recibe (de datos B a datos A) y de ser necesario agrega las señales generadas en ese nodo para después seguir la trayectoria normal, por lo que el flujo del anillo redundante tiene la siguiente secuencia: del transmisor 2 al receptor 3, del transmisor 3 al receptor 1, switching de tarjetas DAP, del transmisor 1 de respaldo al receptor 3 de respaldo, del transmisor 3 de respaldo al receptor 2 de respaldo, terminando con un switching entre las tarjetas DAP en este nodo.

El intercambio de señales entre las tarjetas DAP del nodo 2 que es el que precede al origen de falla se realiza de la siguiente manera: la tarjeta DAP principal invierte los datos A y los manda a la DAP de respaldo, la cual vuelve a cambiar la polarización (nuevamente datos A) de la señal para transmitirla por la trayectoria de respaldo, esta información no debe sufrir modificación alguna mientras no la reciba el nodo 3, por lo que el nodo 1 sólo servirá para puentear la señal, de esta manera estamos respetando la secuencia de los nodos en el sentido antihorario que se planteó en un principio. El procedimiento será similar cuando la falla se localice entre los puntos 2 y 3 o 3 y 1.

5.5. Integración de la red

Una vez instalado el equipo en cada nodo y acondicionados los sitios, procederemos a realizar la integración de todos los nodos mediante nuestro medio de transmisión utilizando la configuración de sistema redundante.

Como ya se ha mencionado, el sistema contará con dos anillos que denominaremos principales, y con dos anillos denominados secundarios. Los anillos principales se establecieron a partir de las necesidades de transmisión de señales requeridas para el presente proyecto, y los anillos secundarios permitirán el respaldo de información contenida en los anillos primarios, siendo éstos lo que conoceremos como la redundancia del sistema o equipos de respaldo. De tal manera que al referirnos a los anillos tendrá que ser de la siguiente manera: anillo 1, anillo 2, respaldo de anillo 1 y respaldo de anillo 2.

En la figura 5.23. mostramos un diagrama que representa esta configuración y el sentido de la información para los anillos 1, 2 y sus respectivos respaldos. Cabe señalar que el sentido de transmisión (antihorario para los anillos principales) de la información sobre la red abarcará de la mejor manera la

configuración de los canales del sistema.

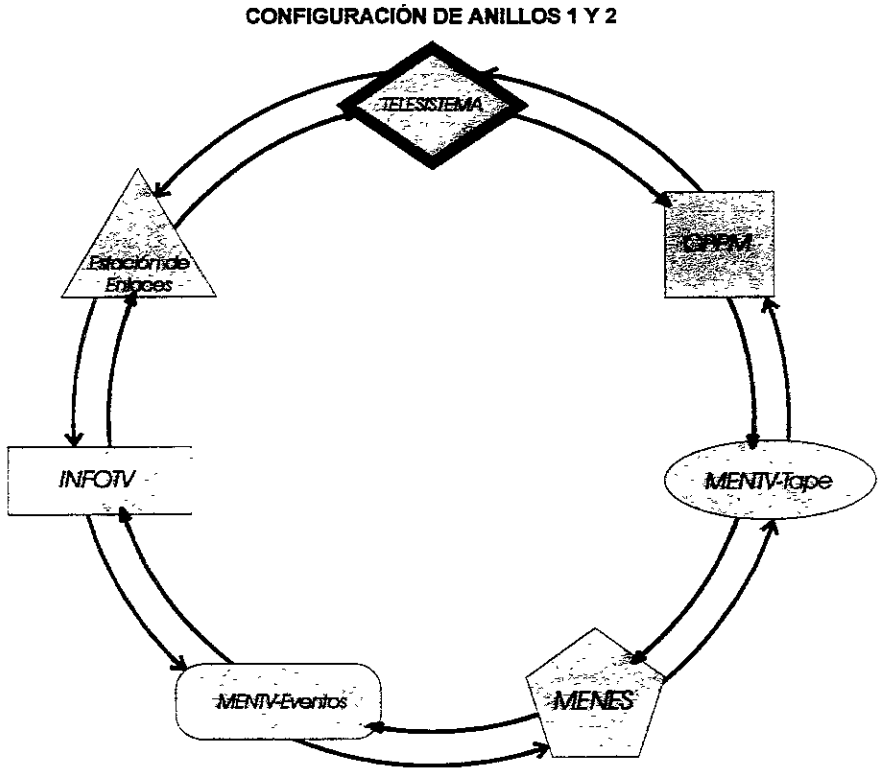


Figura 5.23. Configuración en sistema redundante para los anillos 1 y 2.

Dado lo anterior, describimos ahora la interconexión de los equipos por nodo así como las trayectorias principales y de respaldo que unen los centros de producción.

5.5.1. Interconexión por nodos

Telesistema

Primeramente mostramos las conexiones del equipo en Telesistema (nodo principal) para los dos anillos (figuras 5.24. y 5.25.); la trayectoria principal (módulos superiores) llega del Centro de Producción y Posproducción CPPM al receptor óptico de datos A. Por medio de la tarjeta controladora DAP se procesa la señal y se distribuye a las diferentes tarjetas *decoders*. Existen dos casos especiales para cada anillo, las señales I₆ y T_{A1} provenientes de INFOTV y

MENTV-Tape (anillo 1), y las señales TA₂ y C₁ provenientes de MENTV-Tape y CPPM (anillo 2), estas señales no serán terminadas en Telesistema, sino que serán requeridas por otros nodos. Por esta razón las tarjetas que reciben esta señal (anillo 1) en las ranuras 13 y 14 (ETM: reciben todo el ancho de banda del canal) son puenteadas (loop) por medio de cables coaxiales hacia las tarjetas transmisoras de las ranuras 13 y 14 (ERM: transmiten todo el ancho de banda del canal), para su transmisión posterior a través del transmisor óptico principal de datos A junto con las demás señales generadas en Telesistema hacia todos los nodos, y esta será la trayectoria principal para los anillos.

Telesistema (Anillo 1)

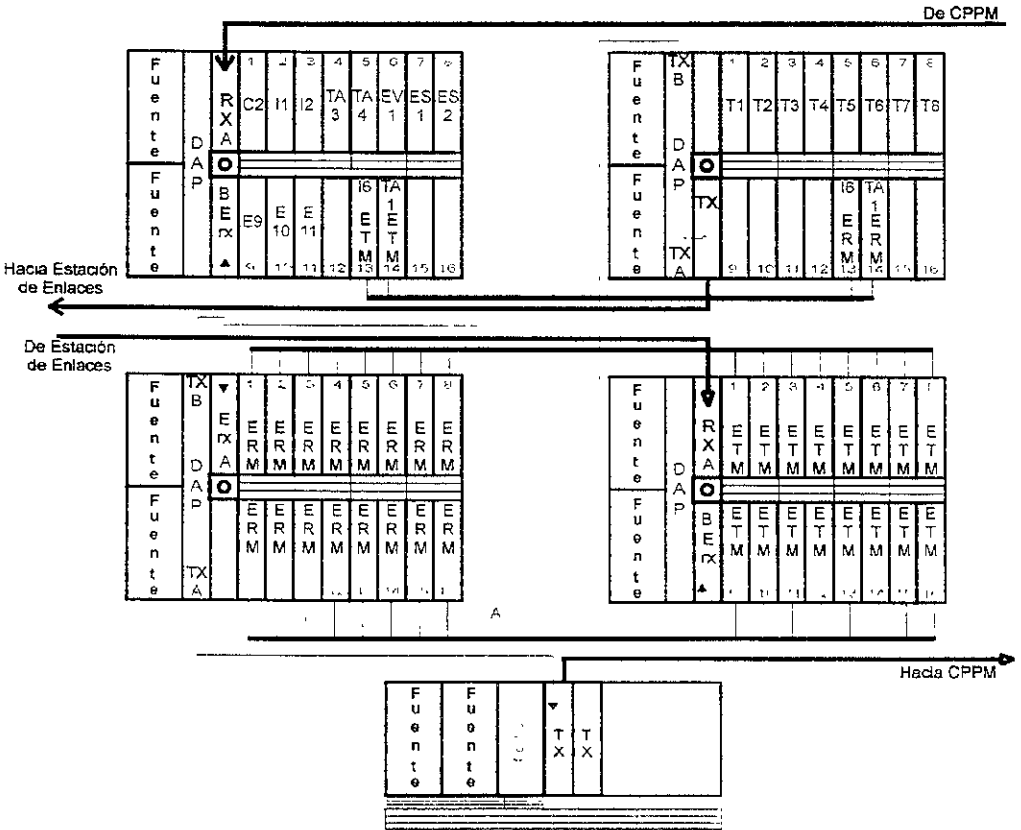


Figura 5.24. Conexiones para el equipo en Telesistema (anillo 1).

Los módulos de respaldo en este nodo (módulos inferiores) contarán con tarjetas ETM's y ERM's, que necesitarán de la sincronía proporcionada por el transmisor de la cabecera través de la conexión del mismo hacia el módulo de

recepción de respaldo (Erx B). Esta señal será puenteadada en este mismo receptor de respaldo (gracias a las características de la tarjeta) hacia el receptor eléctrico Erx A del módulo de respaldo de transmisión, de esta manera los dos módulos de respaldo obtendrán el reloj del sistema principal para sincronizarse. Finalmente la DAP del módulo de transmisión de respaldo mandará los datos A proporcionados por las tarjetas ERM's (en loop con las ETM's) hacia el transmisor del módulo repetidor para enviarlos hacia CPPM. Los datos contenidos en las tarjetas ETM reciben la información de respaldo (datos A respaldo) de Estación de Enlaces.

El funcionamiento del anillo 2 es similar al del anillo 1 para el caso de la configuración normal y de redundancia del sistema.

Telesistema (Anillo 2)

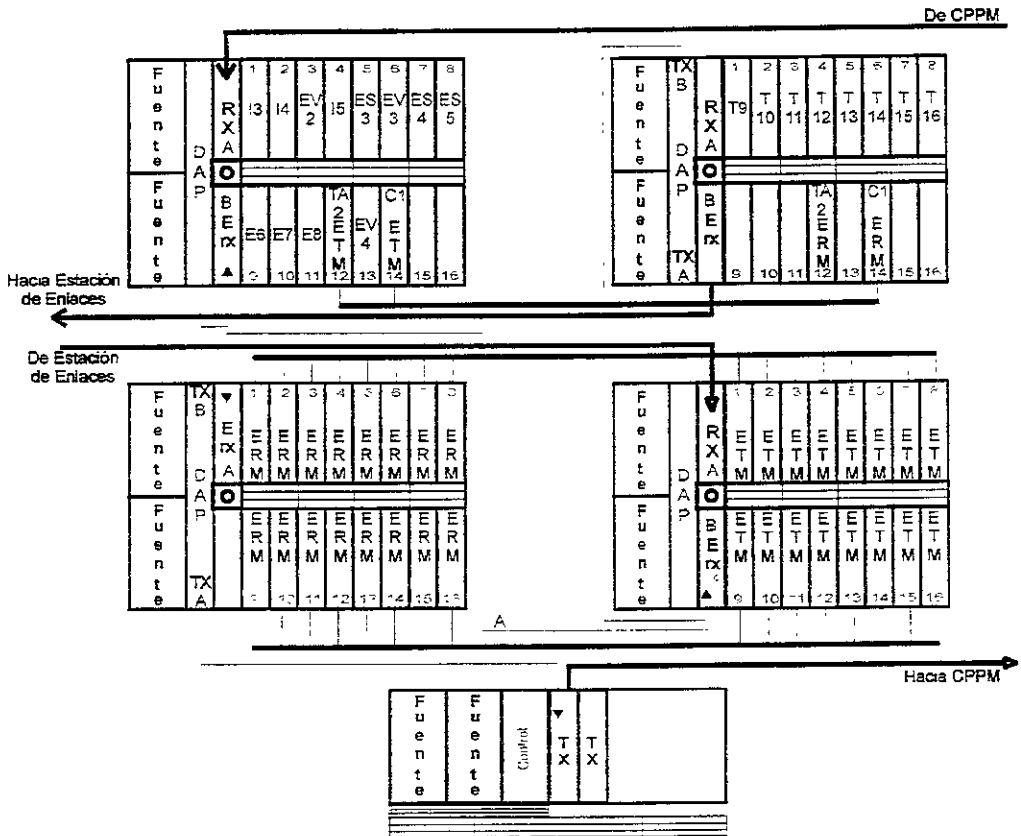


Figura 5.25. Conexiones para el equipo en Telesistema (anillo 2).

En el caso de pérdida de señal de recepción del anillo principal, los módulos de respaldo enviarán la información que recibe de Estación de Enlaces a través de el transmisor de datos B del módulo de transmisión de respaldo, y los datos obtenidos los recibirá la DAP principal en la tarjeta de recepción eléctrica (Erx B). La transmisión de datos sobre el sistema principal en estas circunstancias se realizará sin ningún problema.

A continuación mostraremos las conexiones para los demás centros operativos (en sistemas redundantes), con la trayectoria establecida con anterioridad y comenzando con la Estación de Enlaces.

Estación de enlaces

La información en el anillo principal llega de Telesistema al receptor de datos A, aquí se procesa la señal bajando, insertando, y pasando la información correspondiente por medio de la DAP; la información de salida de datos A se manda hacia INFOTV a través del transmisor. Esta será la trayectoria de la información en estado normal a través de su módulo principal.

Para el respaldo de información en este nodo, es utilizada la salida de datos B (datos A invertidos) del módulo principal hasta la tarjeta receptora Erx B, ubicada en el módulo de respaldo; por medio de la tarjeta DAP de este módulo se invierte nuevamente los datos B a datos A de respaldo para ser enviados al transmisor de respaldo (ubicado en el módulo repetidor), y posteriormente transmitidos hacia Telesistema.

Para la recepción de datos de respaldo es utilizada la salida de transmisión de datos B, del módulo de respaldo, el cual recibe la información de respaldo de INFOTV, la convierte a su vez en datos B y la transmite hacia el receptor eléctrico Erx B, para ser utilizada cuando la señal que es recibida normalmente por el módulo principal Rx A no reciba información. De esta manera la DAP principal se conmutaría de la recepción de datos A a la recepción de datos B.

Es importante mencionar que debido a que la DAP cuenta con dos terminales para transmisión y dos para recepción, y el chasis sólo cuenta con dos ranuras para la transmisión/recepción de datos, es imprescindible contar con un módulo extra para obtener la configuración de redundancia deseada, con la observación de que este módulo no requiere de ninguna otra tarjeta para obtener y distribuir señales.

Un esquema que nos muestra la configuración antes mencionada para el nodo de Estación de Enlaces se presenta en la figura 5.26.:

ESTACIÓN DE ENLACES (Anillo 1)

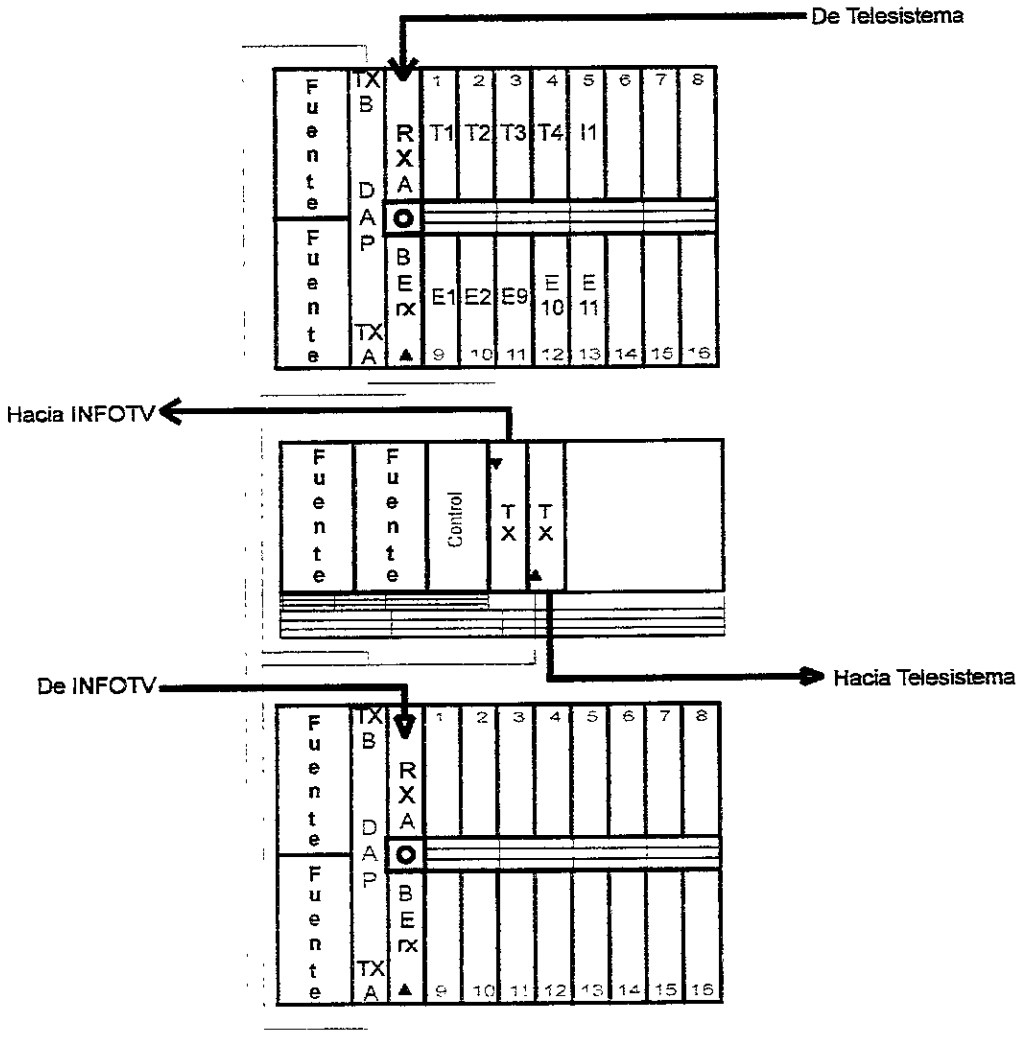


Figura 5.26. Conexiones para el equipo en Estación de enlaces (anillo 1).

El funcionamiento del anillo 2 (figura 5.27.) es exactamente igual que el anillo 1, pero con la variación del número de señales que son procesadas en este módulo.

ESTACIÓN DE ENLACES (Anillo 2)

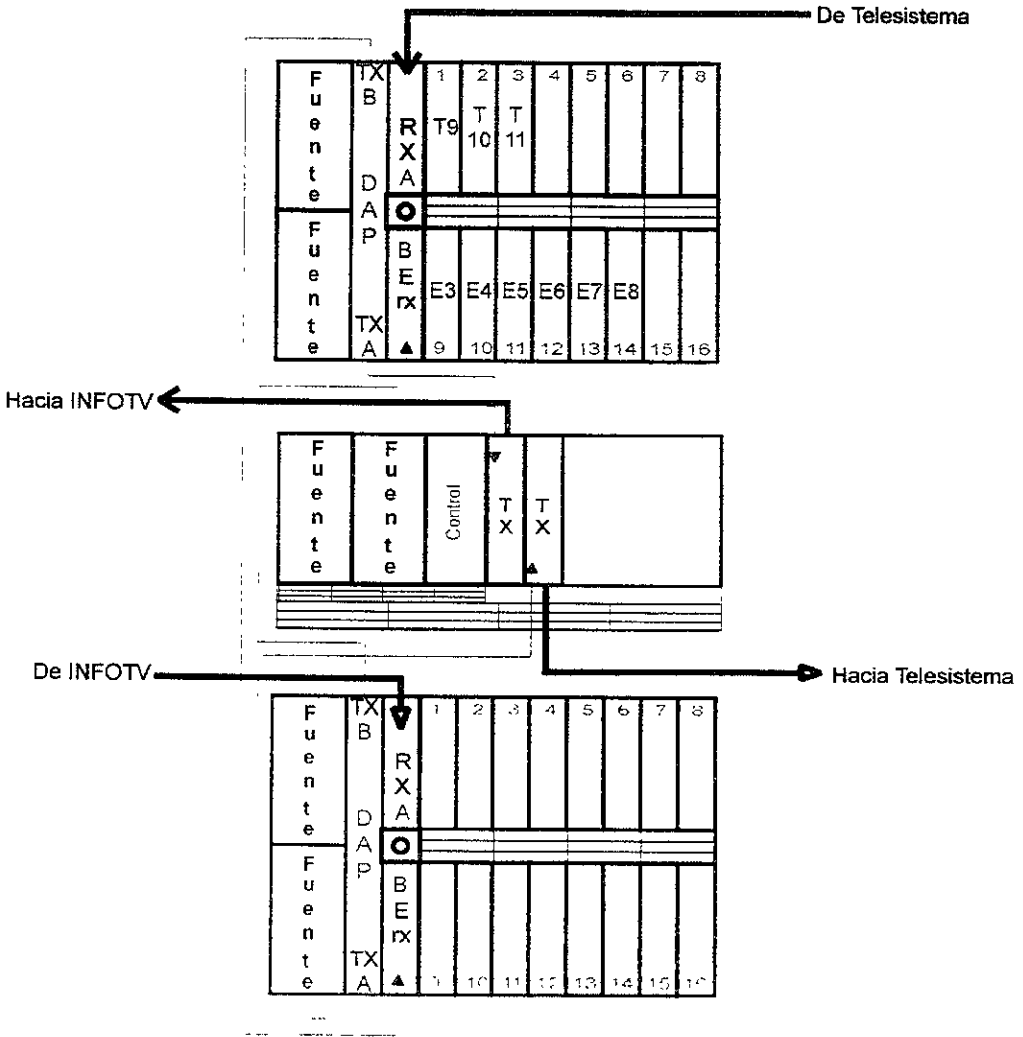


Figura 5.27 Conexiones para el equipo en Estación de enlaces (anillo 2).

En todos los nodos restantes la configuración y operación de los equipos será la misma que para la Estación de Enlaces. A continuación se muestra la interconexión de los equipos en cada nodo así como sus tarjetas.

INFOTV

Como se mencionó anteriormente, la interconexión y el funcionamiento este nodo será el mismo que el caso de Estación de Enlaces, pero con la distribución de las tarjetas correspondientes a INFOTV (figuras 5.28. y 5.29.).

INFOTV (Anillo 1)

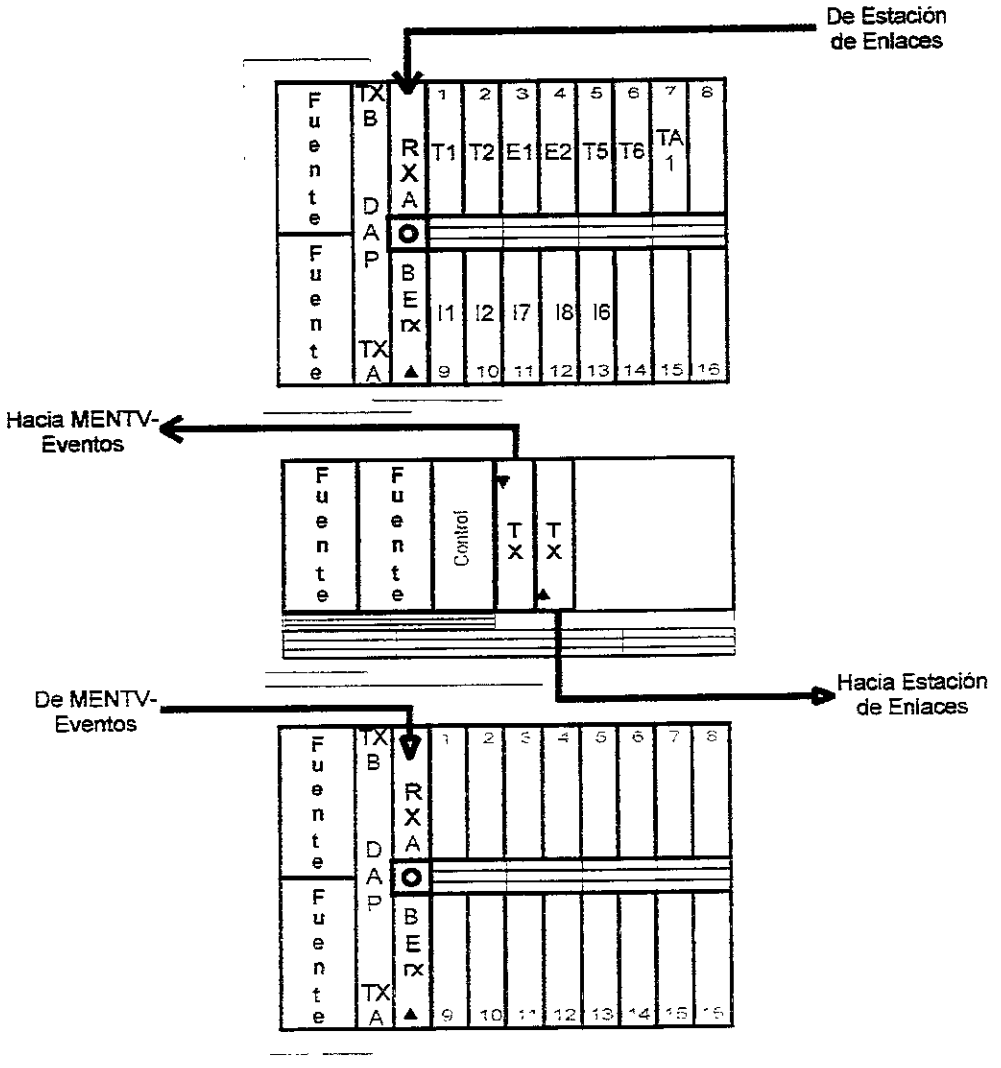


Figura 5.28. Conexiones para el equipo en INFOTV (anillo 1).

El funcionamiento del anillo 2 (figura 5.29.) es exactamente igual que el anillo 1, pero con la variación del número de señales que son procesadas en este módulo.

INFOTV (Anillo 2)

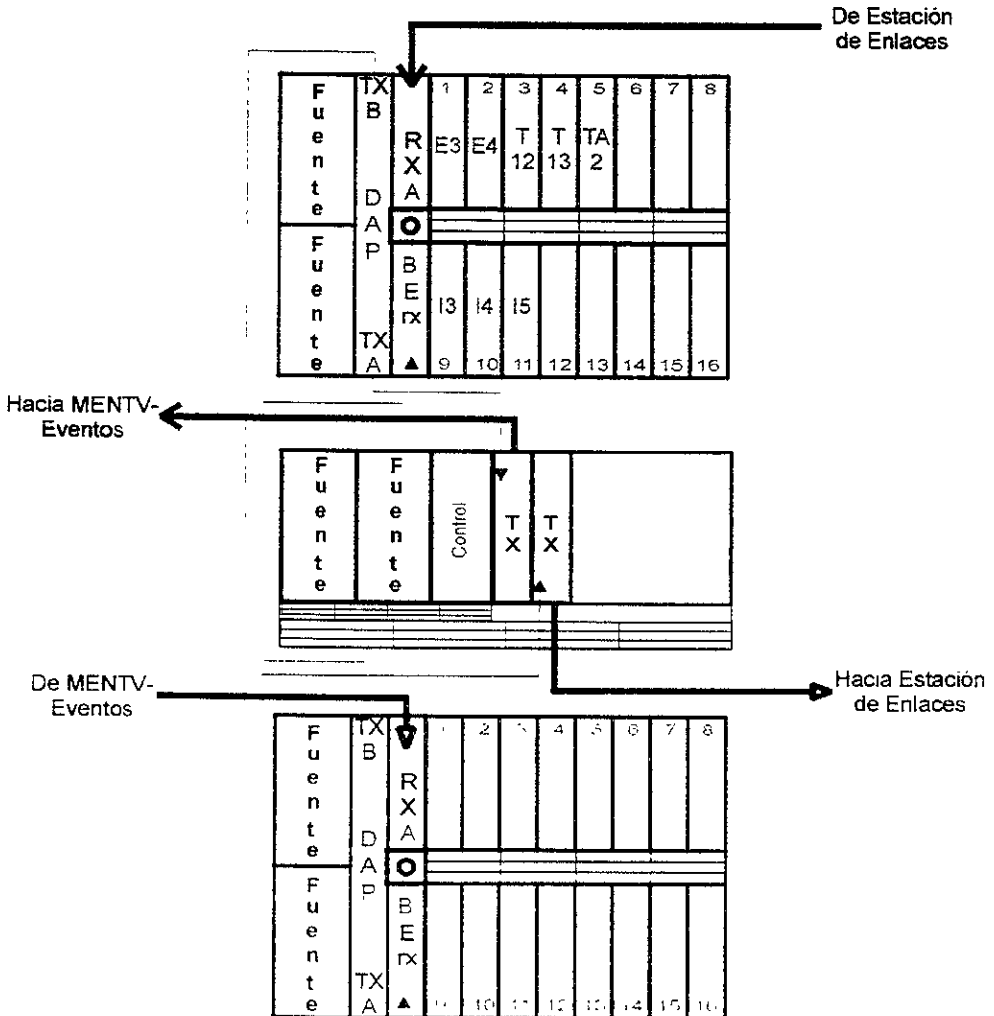


Figura 5.29. Conexiones para el equipo en INFOTV (anillo 2)

MENTV-Eventos

La interconexión y el funcionamiento de este nodo ya fue mencionado, pero con la distribución de las tarjetas correspondientes a MENTV-Eventos (figuras 5.30. y 5.31.).

MENTV-Eventos (Anillo 1)

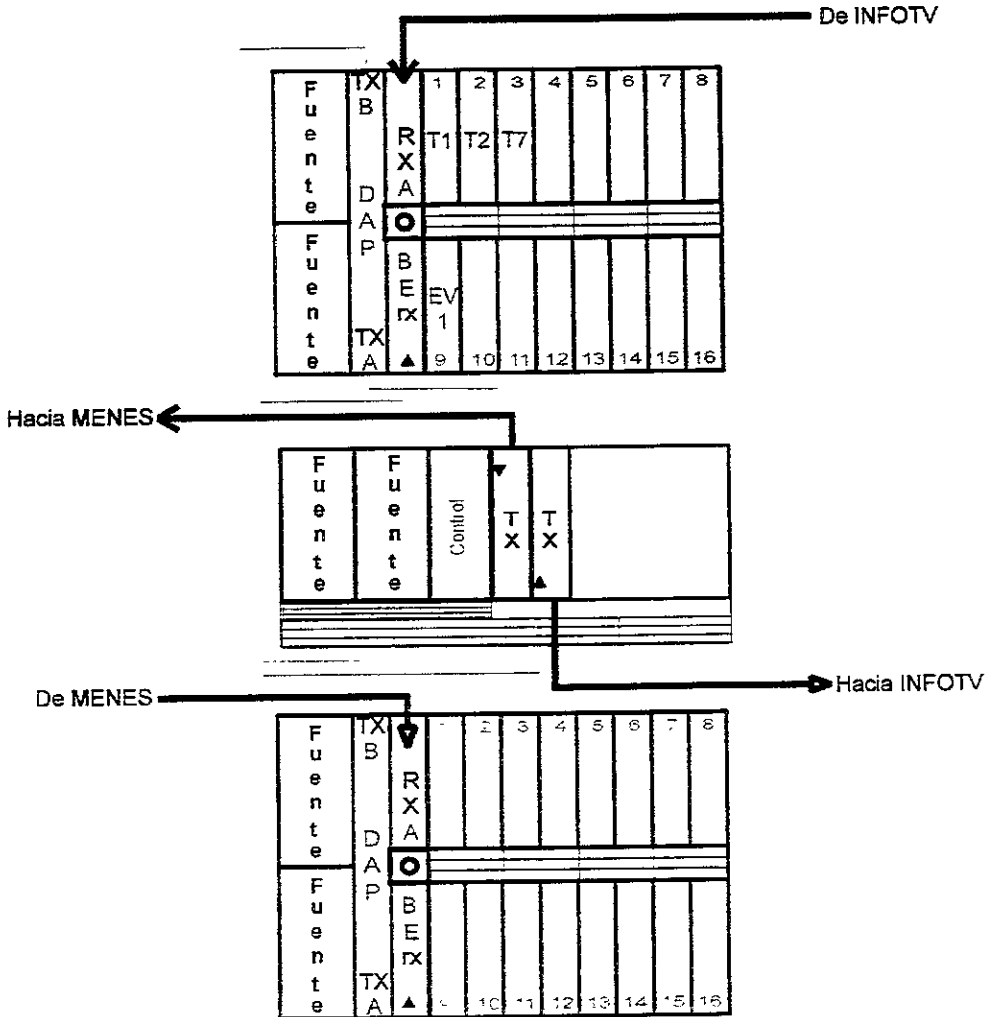


Figura 5.30. Conexiones para el equipo en MENTV-Eventos (anillo 1).

El funcionamiento del anillo 2 (figura 5.31.) es exactamente igual que el anillo 1, pero con la variación del número de señales que son procesadas en este módulo.

MENTV-Eventos (Anillo 2)

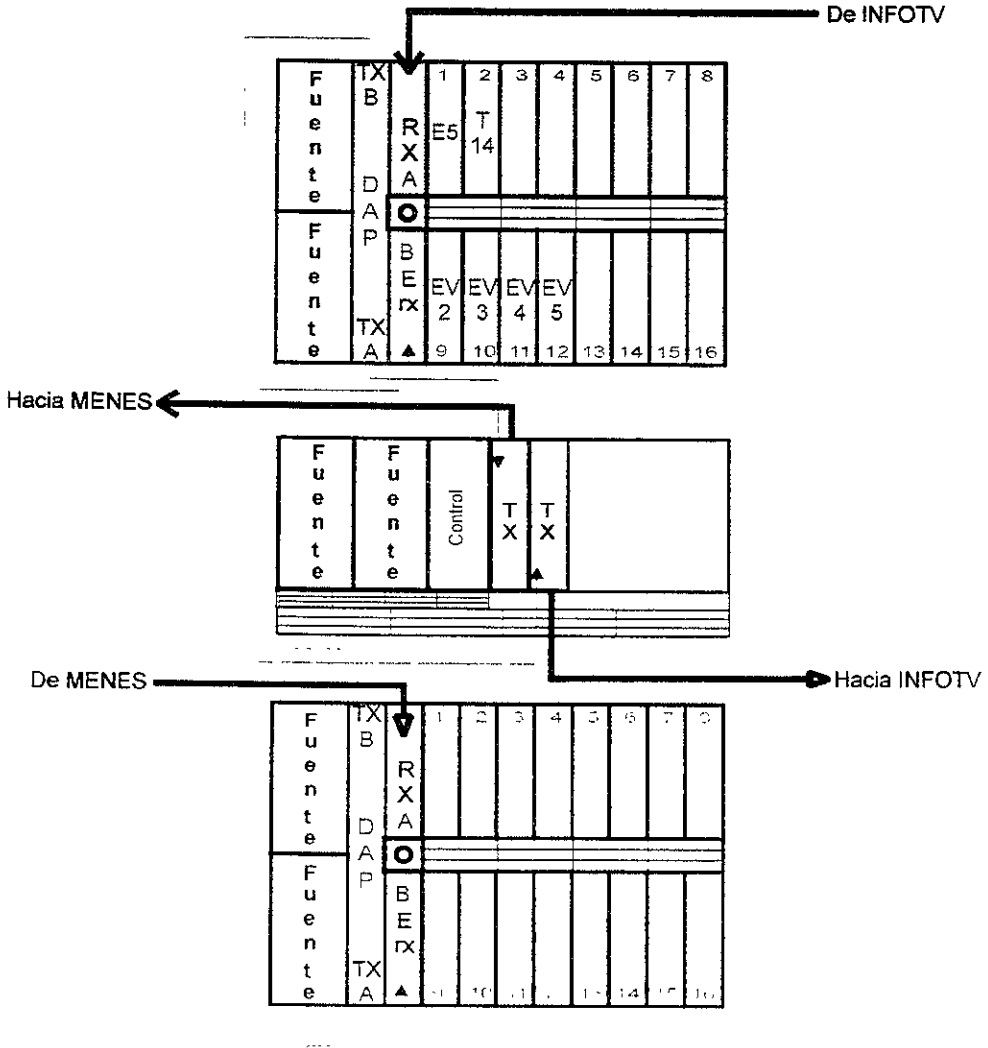


Figura 5.31. Conexiones para el equipo en MENTV-Eventos (anillo 2).

MENES

La interconexión y el funcionamiento de este nodo ya fue mencionado, pero con la distribución de las tarjetas correspondientes a MENES (figuras 5.32. y 5.33.).

MENES (Anillo 1)

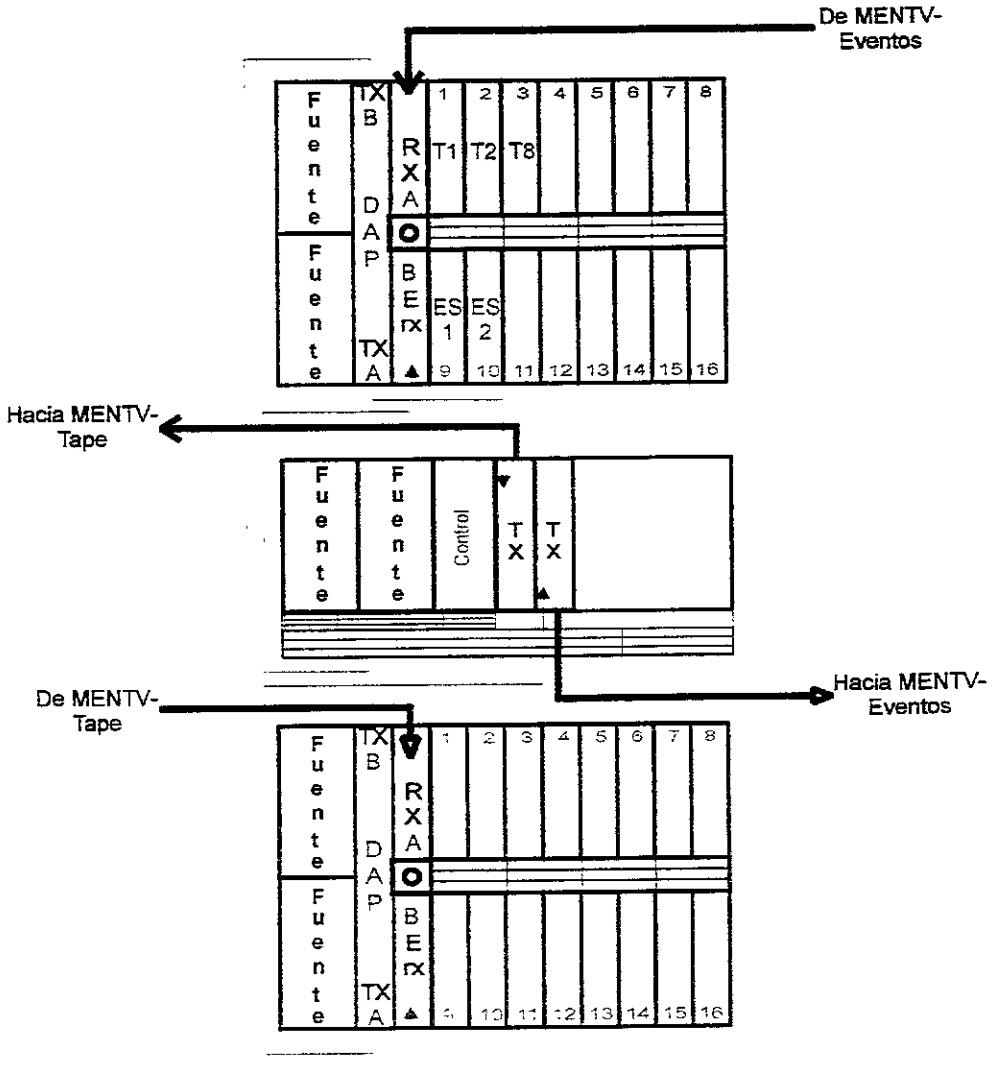


Figura 5.32. Conexiones para el equipo en MENES (anillo 1).

El funcionamiento del anillo 2 (figura 5.33.) es exactamente igual que el anillo 1, pero con la variación del número de señales que son procesadas en este módulo.

MENES (Anillo 2)

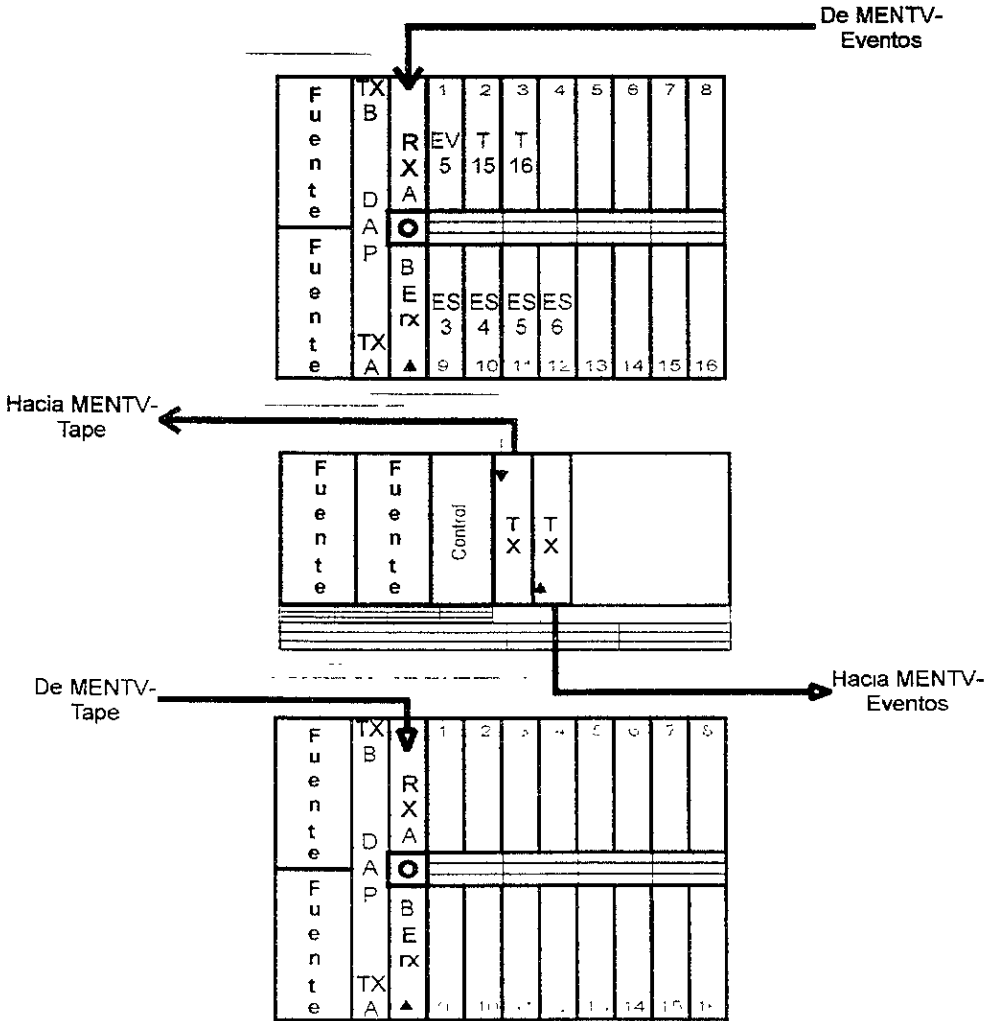


Figura 5.33. Conexiones para el equipo en MENES (anillo 2).

MENTV-Tape

La interconexión y el funcionamiento de este nodo ya fue mencionado, pero con la distribución de las tarjetas correspondientes a MENTV-Tape (figuras 5.34. y 5.35.).

MENTV-Tape (Anillo 1)

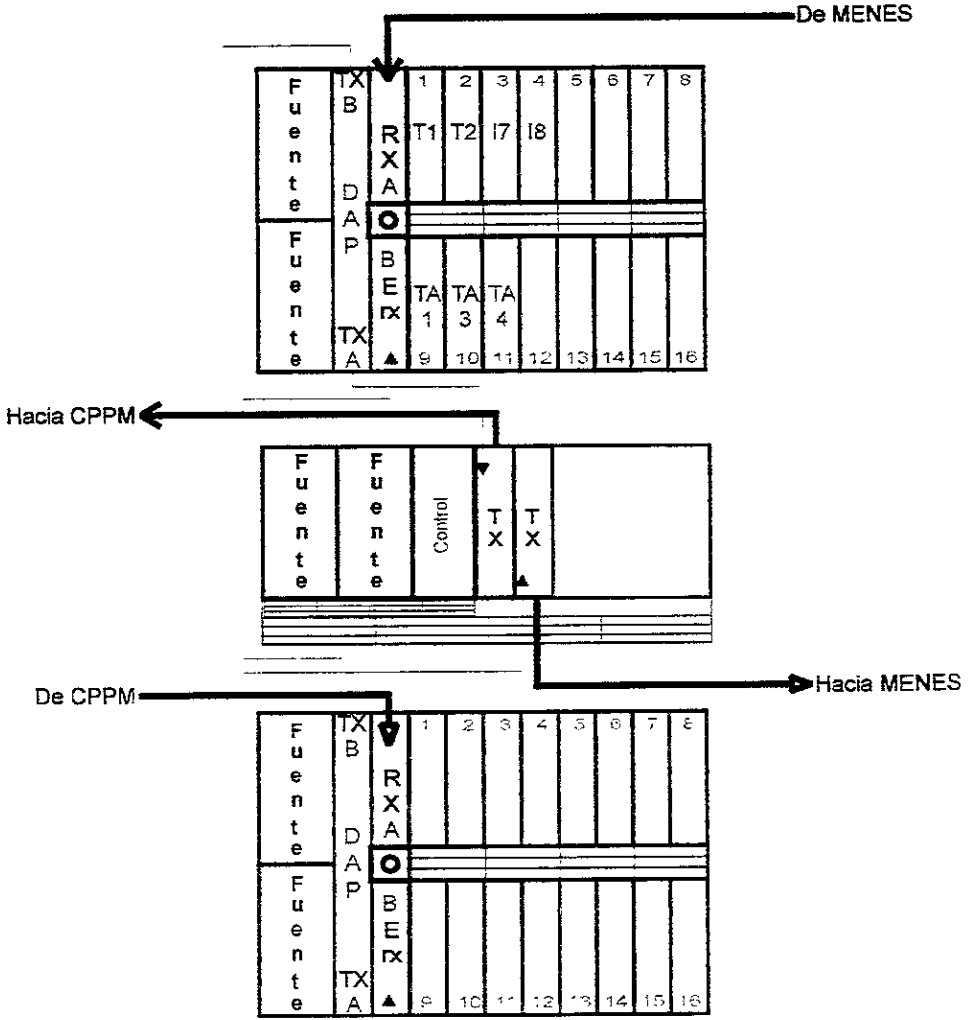


Figura 5.34. Conexiones para el equipo en MENTV-Tape (anillo 1).

El funcionamiento del anillo 2 (figura 5.35.) es exactamente igual que el anillo 1, pero con la variación del número de señales que son procesadas en este módulo.

MENTV-Tape (Anillo 2)

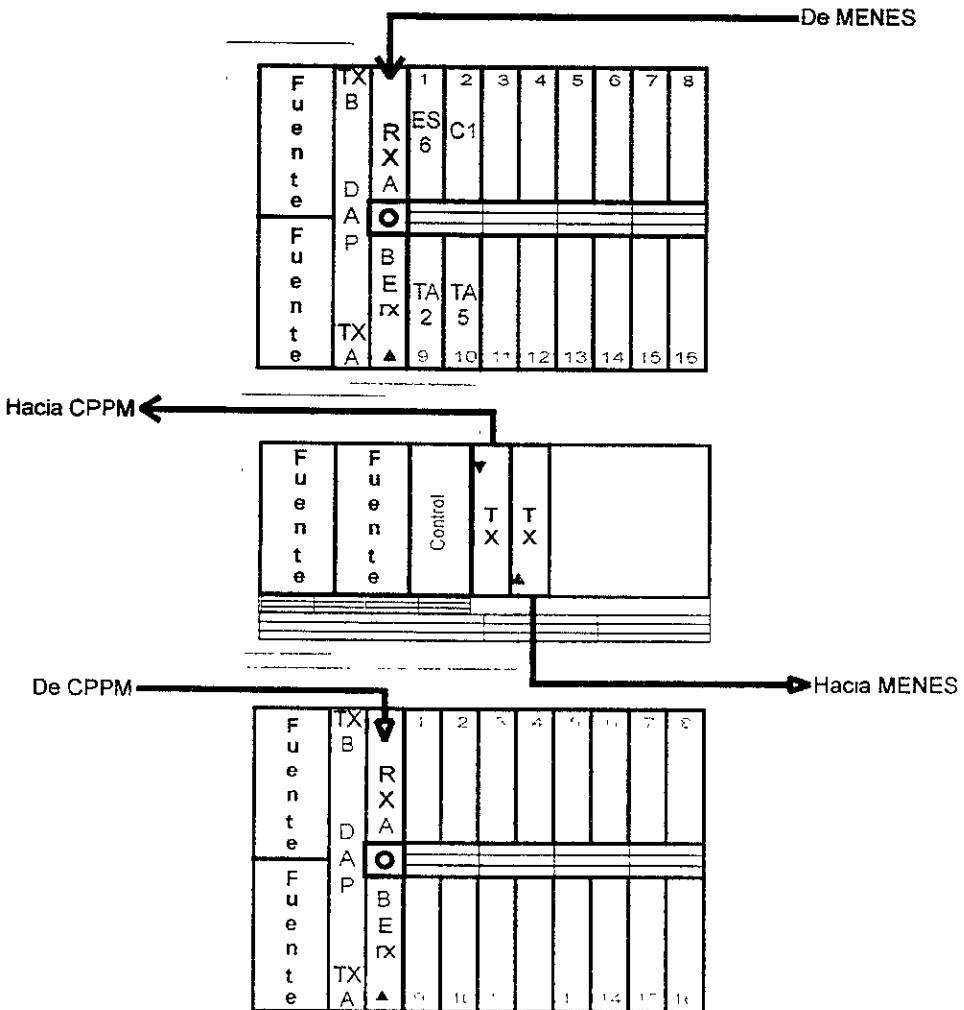


Figura 5.35. Conexiones para el equipo en MENTV-Tape (anillo 2).

CPPM

La interconexión y el funcionamiento de este nodo ya fue mencionado, pero con la distribución de las tarjetas correspondientes a CPPM (figuras 5.36. y 5.37.).

CPPM (Anillo 1)

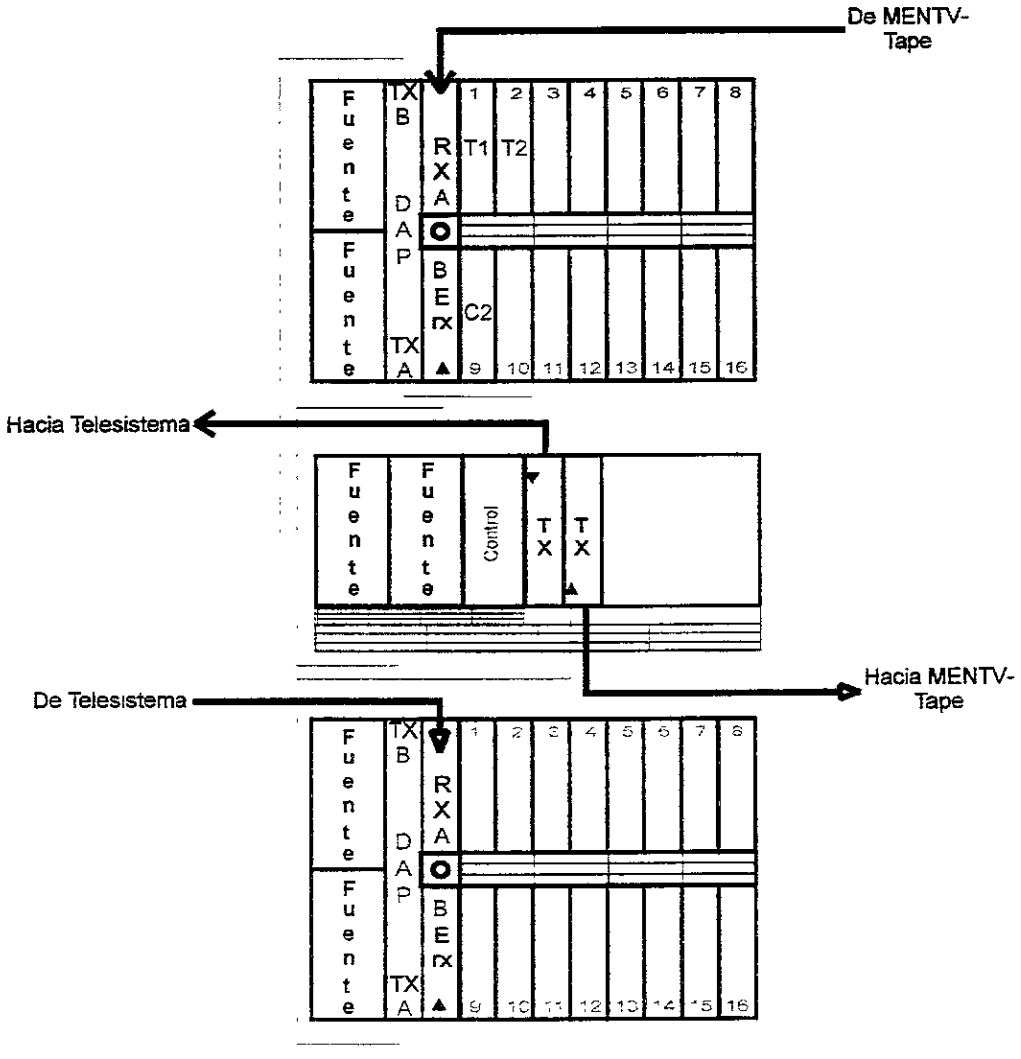


Figura 5.36. Conexiones para el equipo en CPPM (anillo 1).

El funcionamiento del anillo 2 (figura 5.37.) es exactamente igual que el anillo 1, pero con la variación del número de señales que son procesadas en este módulo.

CPPM (Anillo 2)

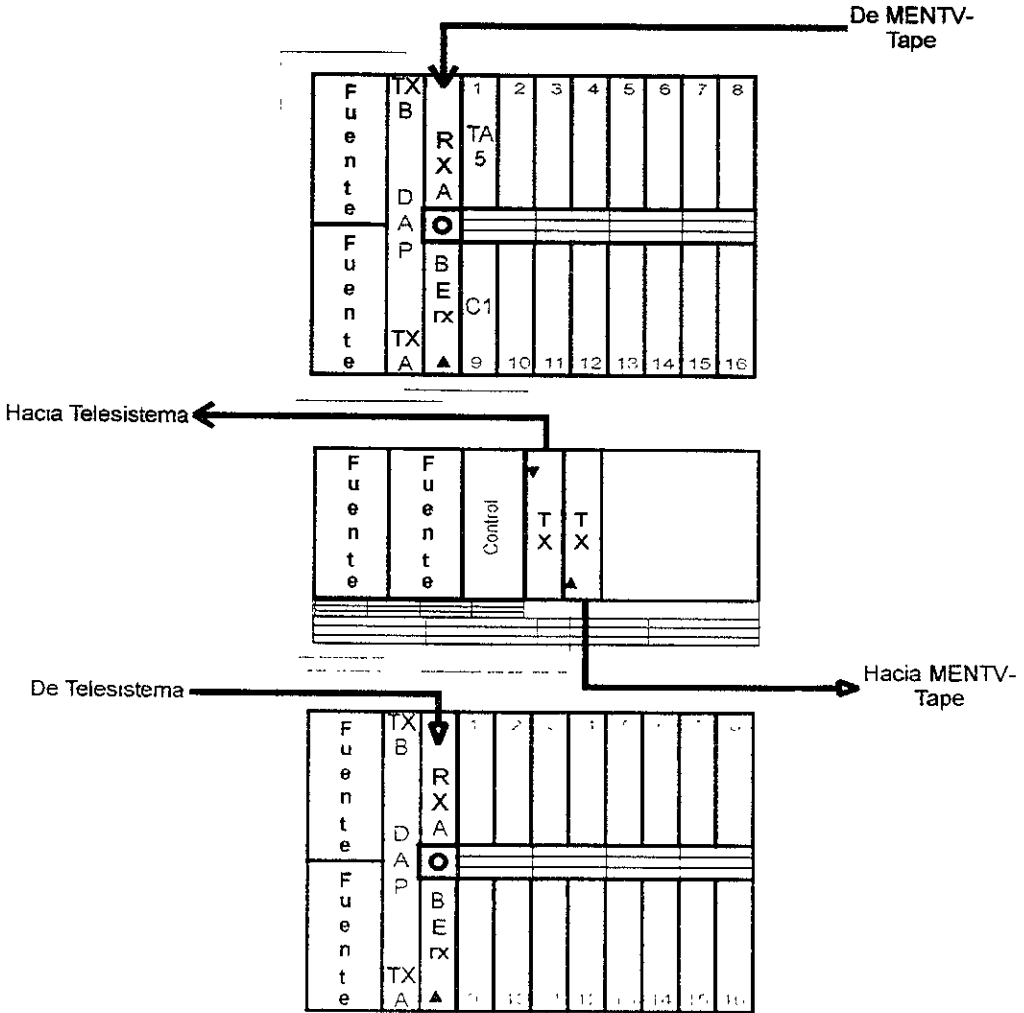


Figura 5.37. Conexiones para el equipo en CPPM (anillo 2)

Podemos concluir que los factores en los que también se basa la integración de la red son: el buen funcionamiento de los equipos, el intercambio de información entre estos, la capacidad de control y monitoreo remotos, la capacitación continua de los operadores del sistema, la aplicación periódica de programas de mantenimiento correctivo y la instauración de un control de actividades por operador con la finalidad de detectar posibles fallas, simplificando de esta manera las actividades correctivas.

Es importante también mantener una adecuada relación con las centrales operativas que de cierta manera forman parte del proyecto e interactúan en la habilitación del mismo. La función principal de estas centrales es la de procesar (sincronizar, amplificar, etc.) y distribuir las señales generadas internamente hacia cualquier punto dentro y fuera en cada sitio, llámese MENES, INFOTV, etc.

Podemos establecer además, una comunicación constante con los proveedores para recibir información sobre nuevas tecnologías u opciones de crecimiento utilizando la misma infraestructura. Será importante también llevar un seguimiento de las actividades en lo que respecta al mantenimiento y restauración de daños y fallas, correspondiente a la empresa instaladora de la fibra.

Recordando que la instalación aérea de la fibra depende de la infraestructura de postes perteneciente a la Compañía de Luz y Fuerza del Centro, conviene también una relación estrecha que facilite las labores externas que se requieran.

5.6. Detección y corrección de fallas

Sería ideal si los dispositivos y elementos que componen la red fueran fabricados "a prueba de fallas y desperfectos", pero desafortunadamente esto no es posible. La mayoría de las fallas se deben generalmente al desgaste u operación incorrecta propia de los componentes electrónicos, a factores externos (incidentes que afecten el cableado sobre la trayectoria), a la falta de mantenimiento del sistema, etc.

Algunos de estos factores están fuera del control del personal responsable del mantenimiento y operación del sistema, ya que es imposible determinar, por ejemplo, cuando una tarjeta está a punto de fallar o cuando suceda algún incidente sobre un poste y afecte el cableado; trataremos de mencionar ahora como prevenir algunas circunstancias o desperfectos que se podrían presentar en nuestro sistema, mismas que serán clasificadas de la siguiente manera:

- *Factores internos:*

- a) El calor, la humedad y el polvo.
- b) Suministro de energía incorrecto.
- c) No aterrizar debidamente los equipos.
- d) Maltratar los dispositivos electrónicos (tarjetas, módulos, etc.) en el traslado y conexión de los mismos.
- e) No monitorear periódicamente el estado de los equipos.
- f) Permitir el acceso a los nodos a personal no autorizado,

- *Factores externos:*

- a) Pérdida de potencia debida a empalmes defectuosos.
- b) Esfuerzos mecánicos de tensión excesivos que resultaron de una mala instalación.
- c) No aplicar mantenimientos preventivos (recorridos periódicos sobre la trayectoria para verificar las condiciones del cable).
- d) No prevenir que en cruces o pasos de la trayectoria se tenga acceso fácilmente al cable para cortarlo.

La localización de las fallas en el sistema es un trabajo complicado. El éxito para determinar una posible falla depende no sólo de la documentación y el equipo de medición indicados, sino también de la intuición y de un procedimiento de localización de fallas a conciencia y cuidadoso.

El proceso de localización de fallas, independientemente de la complejidad de nuestra red, debe ser un procedimiento bien fundamentado y confiable, el cual lo podemos describir en cuatro puntos básicos:

- Definir las señales o síntomas del problema.
- Localizar y aislar la posible fuente potencial del problema en el equipo o en el cable de fibra óptica.
- Se remplazará el dispositivo o elementos que pueden originar el desperfecto, o si es el caso se reparará la fibra óptica dañada por medio de un empalme.
- Volver a probar la unidad completa hasta asegurarse de que el problema ha quedado resuelto.

Dicho proceso lo podemos analizar de manera gráfica en el siguiente diagrama (figura 5.38.):

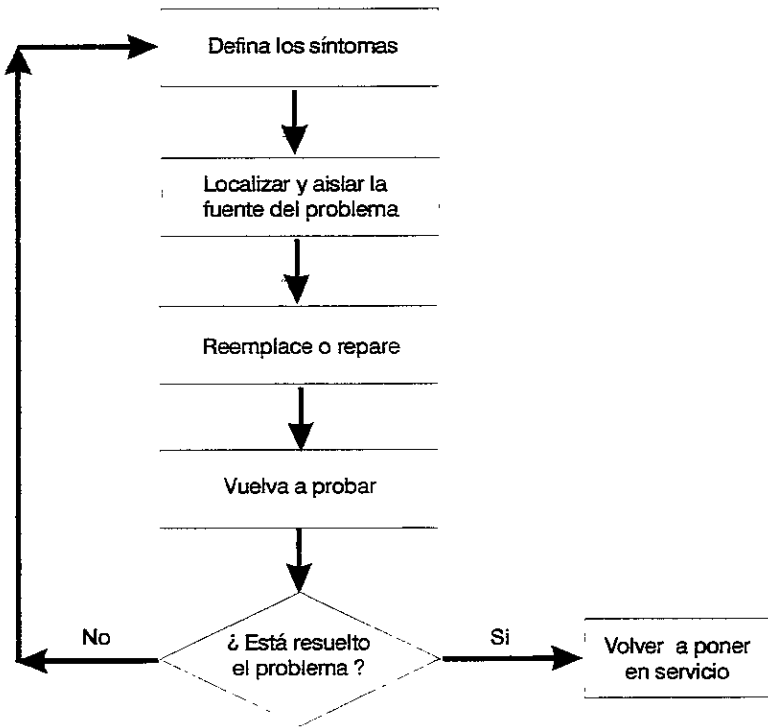


Figura 5.38. Diagrama de flujo de localización de fallas.

Los aspectos principales de los cuatro puntos básicos son:

- **Definición de los síntomas**

En cualquier momento el sistema sufrirá alguna descompostura. La causa puede ser tan simple como un falso contacto, o tan compleja como la falla de una tarjeta o el corte de un cable. No bastará con reparar o remplazar sin antes pensar con detenimiento qué es exactamente lo que está (o no está) sucediendo en el sistema. Tomar nota de todos los síntomas que caractericen el problema podría parecer algo tedioso, pero ayuda a determinar el origen de un problema. Un registro escrito de los síntomas y las circunstancias en que se presentan dichas fallas (memoria técnica), es una herramienta muy valiosa para la solución de problemas (precisa el trabajo correctivo).

- **Identificar y aislar**

Para identificar y aislar un problema sobre el sistema, debemos cerciorarnos primero si la falla se origina en el equipo o en la fibra óptica. En este sentido es conveniente revisar las condiciones técnicas y de operación en todos los nodos a través del monitoreo remoto, ya que podría ser un desperfecto ubicado en algún sitio o sobre la trayectoria de nuestro cableado de interconexión entre los nodos.

- **Reparar o reemplazar**

Una vez que se identificó la falla se puede comenzar el proceso de reparación. En el caso de desperfecto sobre el equipo será necesario que el personal utilice una banda antiestática, esto con el fin de que el cuerpo del personal se encuentre aterrizado, y finalmente sea reemplazado el dispositivo electrónico o tarjeta. Para el caso que la falla se encuentre sobre la fibra, la reparación del tramo se realizará con el procedimiento de empalme de fibra, mencionados ya con anterioridad.

- **Volver a probar**

Al efectuar la reparación de la falla se deberá revisar las condiciones del equipo, y en consecuencia verificar el estado de la red.

Cuando los efectos de la falla hayan desaparecido (condiciones normales de funcionamiento), es entonces cuando se vuelve a poner en servicio el sistema al ser resuelto el problema.

5.6.1. Fallas en el equipo

Para prevenir o reparar las fallas en los equipos nos apoyaremos principalmente en dos tipos de mantenimiento: el preventivo y el correctivo. A continuación describimos éstos procedimientos.

1. Mantenimiento preventivo

Este tipo de mantenimiento se realiza con la finalidad de reducir las probabilidades de que se presente un desperfecto, en este sentido será necesaria la aplicación de un programa de prevención de fallas. El programa constará de dos diferentes etapas: el monitoreo del sistema y el ajuste del mismo.

En cuanto a la primer etapa, se deberán monitorear los indicadores del panel frontal del equipo para detectar alguna condición anormal en el funcionamiento del mismo. Estas serán lecturas de niveles de potencia y voltaje sobre cada fuente, transmisor, receptor, encoder y decoder, que deberán de ser registrados y posteriormente comparados. En la tabla 5.6. presentamos una lista de puntos de prueba principales y de los síntomas para los dispositivos mencionados.

Fuente de alimentación		
Tipo de dispositivo en el panel frontal	Nombre del indicador o control	Rangos normales de operación y descripciones de los indicadores
Punto de prueba	+12 V	+12.2 a +14.4 VDC (voltaje secundario)
Punto de prueba	- 12 V	- 12.2 a - 14.2 VDC (voltaje secundario)
Punto de prueba	+ 5 V	+ 5.2 a +5.56 VDC (voltaje primario)
Punto de prueba	- 5 V	- 5.2 a - 5.56 VDC (voltaje primario)
Led rojo	Falla	Indica falla en voltajes secundarios (fuera de rango por más del 20 %)
Led verde	Condición normal	Indica que los voltajes secundarios se encuentran dentro del 20 % y los voltajes primarios dentro de ± 10 % de tolerancia
Transmisor óptico DV-6301-TXB		
Tipo de dispositivo en el panel frontal	Nombre del indicador o control	Rangos normales de operación y descripciones de los indicadores
LED	LASER	Indica el estado de la corriente de polarización del láser y del enfriador termoeléctrico, como sigue: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Verde</i>: operación normal • <i>Rojo</i>: La corriente de polarización del láser ha aumentado más de 20 mA y el láser puede fallar • <i>Ámbar</i>: La corriente del enfriador termo-eléctrico ha excedido 860 mA, el ambiente deberá ser evaluado
LED	DATOS	Muestra el estado de entrada de datos: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Verde</i>: presencia de datos de la DAP

Tabla 5.6. Síntomas de falla del equipo (continúa).

		<ul style="list-style-type: none"> • <i>Ámbar</i>: falta de datos de la DAP (causada por una falla en ésta tarjeta o en el cable de interconexión)
Punto de prueba	CLR	Corriente del enfriador termoelectrónico, con un factor de escala de 1 mV / mA y cuando el ambiente sea de 25°C o más , la lectura deberá de ser entre 0 a 800 mV
Conector FC	OPT	Conector óptico de salida, la potencia de salida debe ser de 0 dBm (1 mW)
Punto de prueba	BIAS	Corriente de polarización normalizada. Cuando el transmisor es ajustado inicialmente bajo condiciones estables, se ajusta a 1 V. Los cambios en esta corriente se miden en una escala de 50 mV/ mA. La desviación máxima es de ± 100 mV
Receptor óptico DV6302-RCQL		
Tipo de dispositivo en el panel frontal	Nombre del indicador o control	Rangos normales de operación y descripciones de los indicadores
LED	Estado	<p>Muestra el estado de la señal óptica de entrada:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Verde</i>: Rango normal de operación, potencia detectada entre 1µW y 150 µW (-8 dBm) • <i>Rojo</i>: Pérdida de señal, potencia detectada menor a 1µW (- 30 dBm) • <i>Ámbar</i>: potencia óptica excesiva, mayor a 150 µW
Punto de prueba	AGC	Voltaje AGC (Automatic Gain Control.- Control Automático de Ganancia), para 10 µW el nivel de entrada deberá ser de 2 V
Conector FC o SC	OPT	Conector óptico de entrada. El nivel aceptable de entrada para este receptor es de -10 dBm a -30 dBm. Si la señal de entrada es mayor que -10 dBm podría causar distorsión en la señal y dañar permanentemente el diodo fotodetector

Tabla 5.6. Puntos de prueba y síntomas de falla en el equipo (continúa).

Tarjeta Drop Add Pass DV- 6016- DAP2		
Tipo de dispositivo en el panel frontal	Nombre del indicador o control	Rangos normales de operación y descripciones de los indicadores
LED	CPU	Indica el estado del CPU (Central Processor Unit.- Unidad Central de Procesamiento): <ul style="list-style-type: none"> • <i>Verde</i>: operación normal • <i>Rojo</i>: indica una falla en el CPU
LED	DX CLK	Estado del reloj del sistema en la recepción: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Verde</i>: la DAP está recibiendo una señal válida, sincronizada y operando normalmente • <i>Rojo</i>: indica pérdida del reloj recibido o pérdida de sincronización
LED	LOF	Indicador de pérdida de cuadro: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Verde</i>: indica que la DAP está sincronizada • <i>Rojo</i>: indica pérdida de sincronización
LED	BER	Indica el estado del umbral del BER(1×10^{-6}) <ul style="list-style-type: none"> • <i>Verde</i>: señal recibida por debajo del umbral • <i>Ámbar</i>: señal recibida en el umbral • <i>Rojo</i>: señal recibida por arriba del umbral
LED	DX A/B	Indica la trayectoria activa recibida: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Verde</i>: la DAP recibe por medio del receptor A (operación normal) • <i>Ámbar</i>: la DAP recibe por el receptor B (respaldo)
LED	MX CLK	Indica la operación del reloj del sistema: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Verde</i>: indica que el reloj está alimentando al módulo correctamente • <i>Rojo</i>: indica falla en el reloj de la DAP
Encoders de Video/Audio DV6081- VE- B (BTSC)		
Tipo de dispositivo en el panel frontal	Nombre del indicador o control	Rangos normales de operación y descripciones de los indicadores

Tabla 5.6. Puntos de prueba y síntomas de falla en el equipo (continúa).

BNC	VID	Punto de monitoreo de la señal de video a la entrada de la tarjeta, el voltaje en este punto debe ser de 1 V p-p (100 IRE)
LED	STAT	LED de estado del video: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Verde</i>: indica que hay una señal de video • <i>Led apagado</i>: no hay señal de video
LED	CLIP HI	Indica el nivel de señal a la entrada del convertidor A/D: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Ámbar</i>: si la señal excede de 3.25 VDC
LED	CLIP LO	Indica el nivel de señal a la entrada del convertidor A/D: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Ámbar</i>: si el nivel esta por debajo de 1.60 VDC
LED	CLK ALM	Alarma de reloj. Normalmente apagado <ul style="list-style-type: none"> • <i>Rojo</i>: si no hay señal de reloj proveniente de la DAP
Potenciómetro de Ajuste	LVL	Este potenciómetro se utiliza para ajustar el nivel de la señal de entrada a la tarjeta al nivel de 1 Vp-p.

Decoders de Video/Audio DV6082-VD-B (BTSC)

Tipo de dispositivo en el panel frontal	Nombre del indicador o control	Rangos normales de operación y descripciones de los indicadores
BNC	VID	Punto de monitoreo de video , la salida normal es de 1 V p-p (100 IRE)
LED	STAT	Estado del video: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Verde</i>: indica que hay una señal de video • <i>Led apagado</i>: no existe señal
LED	CLK ALM	Alarma del reloj -Normalmente apagado- <ul style="list-style-type: none"> • <i>Rojo</i>: si no hay señal de reloj proveniente de la DAP
Potenciómetro de Ajuste	LVL	Este potenciómetro se utiliza para ajustar el nivel de salida de video de la tarjeta. El nivel debe ser de 1 Vp-p, el rango de ajuste es de ± 3 dB

Tabla 5.6. Puntos de prueba y síntomas de falla en el equipo.

Es importante monitorear constantemente los niveles mostrados en la tabla anterior, ya que éstos son los rangos de sensibilidad del equipo; de lo contrario se podría presentar una falla y en consecuencia una pérdida en la información.

La fase de ajuste se realizará con base a la aplicación de señales de prueba al equipo, como lo son señales de barra de colores (barras) y tonos, las cuales tienen parámetros bien definidos para estandarizar las señales. Si en la transmisión o recepción de la señal a prueba no se obtuvieran valores dentro del mismo rango respecto a la señal de prueba, se deberán ajustar los dispositivos por medio de los controles de ajuste.

2. Mantenimiento correctivo

Dentro del mantenimiento correctivo, se realizarán las acciones correspondientes a solucionar las fallas que se llegaran a presentar en el equipo. Tomando en cuenta que la memoria técnica es un aspecto muy importante como auxiliar para la determinación de fallas, a continuación presentaremos las fallas más comunes en los equipos, sus posibles causas, así como las acciones correctivas correspondientes (tabla 5.7.).

Fuentes		
<i>Síntoma</i>	<i>Causa posible</i>	<i>Acción correctiva</i>
No hay indicación en los leds	No está conectada la fuente No está energizado el módulo	Prender la fuente Revisar las conexiones de energía
Falla, led en rojo	Se quemó el fusible Fuente secundaria fuera de rango	Reemplazar fusible Reemplazar fuente
Transmisor Óptico		
<i>Síntoma</i>	<i>Causa posible</i>	<i>Acción correctiva</i>
Potencia óptica baja o inexistente	Pérdida de señal óptica debido a un conector sucio u operación fuera de rango	Limpiar conectores Reemplazar transmisor
Láser = rojo	La corriente de operación del láser aumento por 20 mA , encontrándose éste cerca de fallar o con falla	Reemplazar o regresar el producto para su reparación
Láser = ámbar (alarma del TEC)	Sistema inapropiado de ventilación Falla del TEC	Evaluar la temperatura del sistema

Tabla 5.7. Guía rápida de corrección de fallas (continúa).

		Reemplazar o regresar al proveedor para su reparación
Receptor Óptico		
<i>Síntoma</i>	<i>Causa posible</i>	<i>Acción correctiva</i>
Display del Estado en rojo	Pérdida de señal óptica debido a conector sucio u operación fuera de rango	Limpiar el conector Reemplazar transmisor
Display del Estado en ámbar	Excesivo nivel de potencia óptica	Atenuar la potencia de entrada, la potencia detectada deberá ser de - 8 dBm a - 30 dBm
Decoder		
<i>Síntoma</i>	<i>Causa posible</i>	<i>Acción correctiva</i>
Estado del video= OFF	Tarjeta no asentada apropiadamente Señal de video no presente	Asentar la tarjeta Revisar fuente de video y cable conectado
Alarma del reloj en rojo	Decoder defectuoso Tarjeta situada fuera de su ranura correspondiente	Mover decoder en el módulo Reemplazar o regresar tarjeta para reparación
Encoder		
<i>Síntoma</i>	<i>Causa posible</i>	<i>Acción correctiva</i>
Estado del video , led = OFF	Módulo no asentado apropiadamente Cable de entrada defectuoso	Volver a colocar el módulo Reemplazar o reparar
No hay señal en el puerto de monitoreo de video, aunque el display del estado del video este en verde	Cable defectuoso en el módulo	Reemplazar cable
Leds de display del estado de la señal (entrada).- alto (HI) prendido o bajo (LO) prendido	Señal de entrada por arriba del límite Señal de entrada por debajo del límite	Utilizar el potenciómetro de video para ajuste de señal de entrada de video (entre 2 y 3 VDC)

Tabla 5.7. Guía rápida de corrección de fallas (continúa).

Alarma del reloj en rojo	Tarjeta Multiplexora o DAP no instalada correctamente o defectuosa	Volver a colocar la tarjeta o remplazar y regresar para reparación
Display del estado de audio en rojo	Condición de sobrecorriente a la entrada (excediendo 18 dBm / 6.15 V RMS)	Reajustar fuente de entrada de audio o potenciómetro de la tarjeta correspondiente en su etapa de audio

Tabla 5.7. Guía rápida de corrección de fallas.

Podemos observar que los problemas más comunes pueden solucionarse haciendo uso de los controles de ajuste del propio equipo, muchas de las veces habrá que reemplazar las tarjetas o módulos, o regresar al proveedor para su reparación. Cuando se reemplacen las tarjetas se deberán de tomar en cuenta las siguientes precauciones:

- a. Siempre se deberán utilizar bandas antiestáticas debidamente aterrizadas cuando se estén manipulando los dispositivos.
- b. Las tarjetas que hayan sido removidas del chasis deberán ser transportadas utilizando una envoltura de material antiestático.
- c. Nunca se deberán tocar los componentes o terminales de conexión en los módulos. Se deberán manejar todas las tarjetas por la placa delantera o por las orillas de las tarjetas.

Para conectar la fibra óptica al equipo se deberán tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- d. Es importante mantener limpios y libres de polvo: conectores, paneles terminales, así como los paneles de parcheo.
- e. El radio de curvatura de las fibras no deberá de ser menor a 4.44 cm cuando se estén interconectando los equipos (conexiones de la parte frontal del panel de parcheo a los equipos).
- f. Para proteger contra jalones, pisadas, etc., se tendrá que cubrir el cable de fibra óptica expuesto.

5.6.2. Fallas en el cableado

Como en el caso anterior, para poder determinar las fallas sobre la estructura del cableado o tendido, nos deberemos apoyar en una herramienta indispensable para cualquier sistema cuyo medio de transmisión es a través de fibras ópticas. Este es el OTDR (*Optic Time Dominion Reflectometer*, Reflectómetro óptico en el dominio del tiempo), un equipo sumamente útil para mediciones y detección de fallas en sistemas ópticos.

Este instrumento realiza la medición de las pérdidas y distancias mediante la comparación de niveles de retrodifusión. La retrodifusión es la cantidad de luz reflejada por la fibra cuando un suceso o falla se presente; por ejemplo, para el caso de un empalme de fibra (generalmente mismos índices de refracción), debemos tomar en cuenta que éste es la unión de dos fibras, y que por muy buen acoplamiento que tengan nunca será ideal (que no represente pérdida), éste será medido con el OTDR gracias a que genera un haz de luz sobre la fibra y en el punto de unión (empalme) se reflejará una porción del haz incidente. Este haz es recibido por el OTDR y lo procesa para calcular la diferencia de intensidad y el tiempo de retardo del haz recibido con respecto al incidente. El proceso lo realizará el equipo tantas veces como sea necesario, y finalmente el resultado que se obtendrá será la distancia donde se encuentra el empalme y el valor de atenuación calculado.

De la misma manera, el OTDR es capaz de medir y detectar eventos en la fibra (figura 5.39.), tales como:

- La atenuación causada por la longitud de la fibra (del punto “a” al “b”).
- Comprobación de la calidad de acoplamientos (conectores o empalmes.- del punto “b” al “c”).
- Discontinuidades o fallas (del punto “e” hacia delante).
- Medición de la calidad¹ de la fibra (del punto “a” al punto “e”).
- Mediciones sobre un evento en particular: por ejemplo, cuando en un punto el radio de curvatura del cable sea menor que el permitido, traduciéndose esto en atenuación (del punto “c” al “d”).

La figura 5.39. muestra estas características referenciadas en: dB´ s - km´ s.

¹ El termino de calidad está íntimamente relacionado con la atenuación de la fibra, ya que en el caso de los empalmes, entre menos atenuación presente, mejor es la calidad del mismo

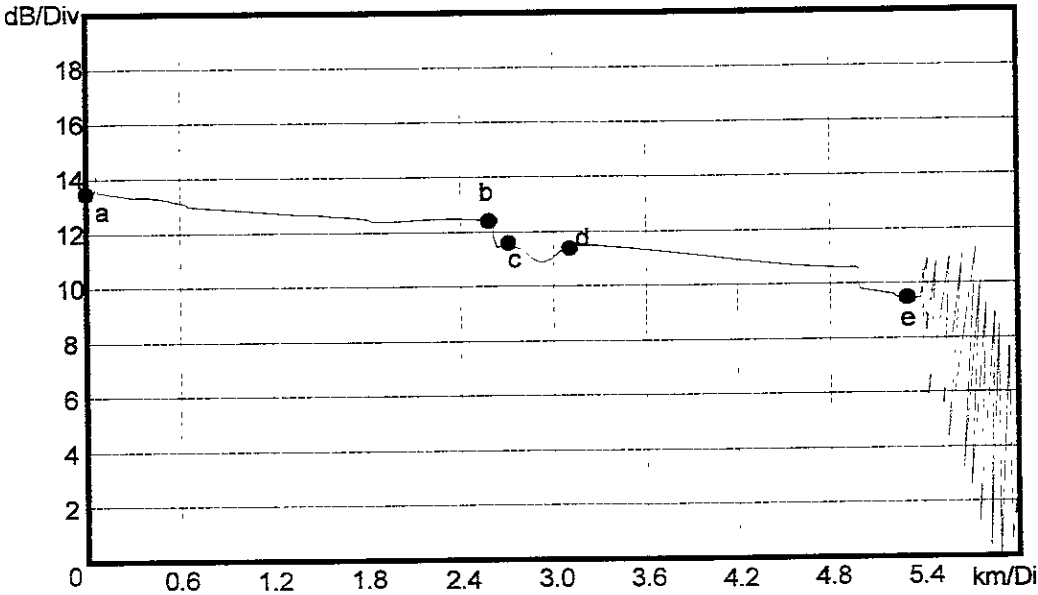


Figura 5.39. Características de medición y detección de eventos en el OTDR.

El OTDR TFP2 FiberMaster2 de Tektronix (equipo con el que se cuenta para trabajar en este proyecto), brinda estas facilidades de medición, dependiendo obviamente de las siguientes consideraciones:

A) Configuración del equipo.- Este punto consiste en establecer los parámetros necesarios para realizar una medición correcta. Los parámetros son los siguientes:

- i. Ancho del pulso.
- ii. Distancia total de la medición.
- iii. Longitud de onda.
- iv. Seleccionar el tipo de fibra: monomodo o multimodo.
- v. Tiempo de medición.

B) Limpieza de conectores.- Para realizar una medición correcta hay que considerar una buena limpieza de los conectores y acopladores para evitar pérdidas. Es importante recordar que el cable así como los conectores de fibra óptica requieren de un cuidado especial, pero en el caso de los conectores, cualquier tipo de suciedad en ellos representa atenuación, por consiguiente se debe evitar:

- i. Tocar directamente el conector con los dedos (ya que la grasa corporal mancha el conector).
- ii. Retirar el polvo de conectores y acopladores utilizando aire comprimido.
- iii. Utilizar alcohol isopropílico o toallas especiales para su limpieza.
- iv. Evitar las fuentes de humo (no fumar, soldar, etc.) cercanos a todos los componentes ópticos.

Es recomendable realizar una limpieza periódica para evitar impurezas o suciedad a todos los elementos, y también al conectar los transmisores o receptores, evitando así una mala transmisión o recepción de la información respectivamente.

Para comenzar con el proceso de medición y detección de fallas (utilizando el OTDR), es necesario definir las trayectorias o puntos correspondientes a la medición, para ajustar los parámetros del equipo y así poder obtener resultados óptimos. A continuación mencionamos diversos tipos de medición:

a) *Atenuación de la fibra*

La medición de la atenuación en la fibra se realiza a lo largo de un segmento, excluyendo la pérdida de los conectores terminales, esta medición verifica la calidad de la fibra. La fibra de Pirelli seleccionada tiene como característica de atenuación 0.25 dB/km.

Existen 2 métodos para medir la pérdida de la fibra. Ambos utilizan el modo de medición de dos puntos, o bien, se verifica y promedia la medición en ambos sentidos de la fibra.

- *Pérdida por Distancia.*- Ésta es utilizada para verificar la atenuación del cable en una trayectoria.
- *Pérdida Específica del Cable.*- Este método mide con gran precisión la pérdida que se presenta sobre una sección específica de la fibra. Se utiliza principalmente en la evaluación de una fibra instalada posteriormente, por ejemplo, cuando se conecta temporalmente un nuevo segmento de fibra y es deseable medir la pérdida de ese tramo sin tomar en cuenta toda la trayectoria. Debido a que nuestras mediciones habrán de calcular una pérdida total, sólo se hace mención de este método para necesidades que se pudieran presentar.

b) Pérdida por acoplamiento en los Paneles de Distribución

Para conectar el cable instalado sobre el equipo, es necesario realizar nuevamente un empalme de éste con otras fibras denominadas “de puenteo (*junper*)” y éstas a su vez serán conectadas al panel de distribución. La medición con conexión directa al panel proporcionará una medición errónea, dado que el OTDR se aloja muy cerca del mismo y la sensibilidad del equipo no es suficiente para este efecto. El procedimiento para establecer las mediciones son las siguientes:

1. Se conecta un carrete de fibra (bobina de lanzamiento) de aproximadamente 200 m entre el OTDR y el panel, con el fin de que éste último y el empalme (con el *junper*) sea considerado un segmento de pérdida de fibra o una sola atenuación.
2. Se establecen los parámetros en el OTDR, considerando un ancho de pulso lo suficientemente pequeño para lograr medir este evento tan cercano al punto de medición.
3. Finalmente se realiza la medición.

La pérdida en este punto podría variar dependiendo de la calidad del empalme y del acoplador utilizado.

Recuerde que un OTDR requiere la existencia de la línea de retrodifusión a ambos lados de un conector o empalme para medir la pérdida. La conexión en el extremo lejano del sistema no cuenta con esta línea posterior a ella, de manera que se debe realizar nuevamente este procedimiento en ese punto.

c) Medición del Sistema

Esta medición representará la pérdida total de la fibra en una o todas las trayectorias, con la adición de que es capaz de medir la pérdida en los conectores terminales.

d) Mediciones a ambos extremos

Uno de los conceptos que se utiliza en los métodos descritos es la medición a ambos extremos del enlace, la razón para que se realice de esta manera, es debido a que las diferencias del nivel de pérdida por retrodifusión, pueden provocar que la medición de la pérdida aparente sea mayor o menor que la pérdida del empalme real.

La variación en el error de la pérdida por retrodifusión no es muy común, pero puede suceder. Obtener las mediciones desde ambos extremos es un método adecuado para comprobar que los empalmes no son la causa de obtener lecturas con alta pérdida de empalme. Si se obtienen mediciones sumamente elevadas desde ambos extremos, el problema es causado por los empalmes y no por la fibra.

Por ejemplo, nuestro sistema cuenta con una especificación de pérdida por empalme de 0.1 dB. Si se presentara una variación que incremente en 0.15 dB la medición en el extremo A, y la pérdida real del empalme es de 0.05 dB, entonces la medición de la pérdida desde el extremo A será $0.15 + 0.05 = 0.20$ dB, lo cual no cumple con la especificación de pérdida del empalme, por lo que se deberá corregir el empalme de manera que cumpla con la especificación. Sin embargo, debido a que no toda la pérdida es provocada por el empalme, quizá el reemplazar el empalme no solucione el problema.

Si se tiene una medición del empalme desde el extremo B arrojando un valor de 0.05 dB por alguna variación, se obtiene $0.05 \text{ dB} + 0.05 \text{ dB} = 0.1 \text{ dB}$.

Para obtener la pérdida de empalme correcta, se deben promediar las 2 mediciones, $(B + A) / 2$:

$$(0.1 \text{ dB} + 0.20 \text{ dB}) / 2 = \underline{0.15 \text{ dB}}$$

Después de conocer la pérdida promedio es evidente que la causa de no cumplir la especificación no es el empalme.

A continuación se presenta un reporte (tablas 5.8. y 5.9.) con los datos más importantes presentados por la empresa instaladora (conocidos como memoria técnica), que respaldan el trabajo efectuado en el tendido del cable óptico, así como la correcta realización de todos los empalmes existentes en el anillo. El reporte contiene las características ópticas del enlace entre Estación de Enlaces e INFOTV, considerando solamente 4 de las 24 fibras contenidas en el cable instalado, las cuales transportan la información de los dos anillos y sus respaldos. Las características de acoplamiento de las 20 fibras restantes deberán ser similares a las 4 anteriores, ya que pueden ser vías utilizables para otras aplicaciones.

Cálculo Teórico de Pérdida Enlace: Estación de Enlaces - INFOTV

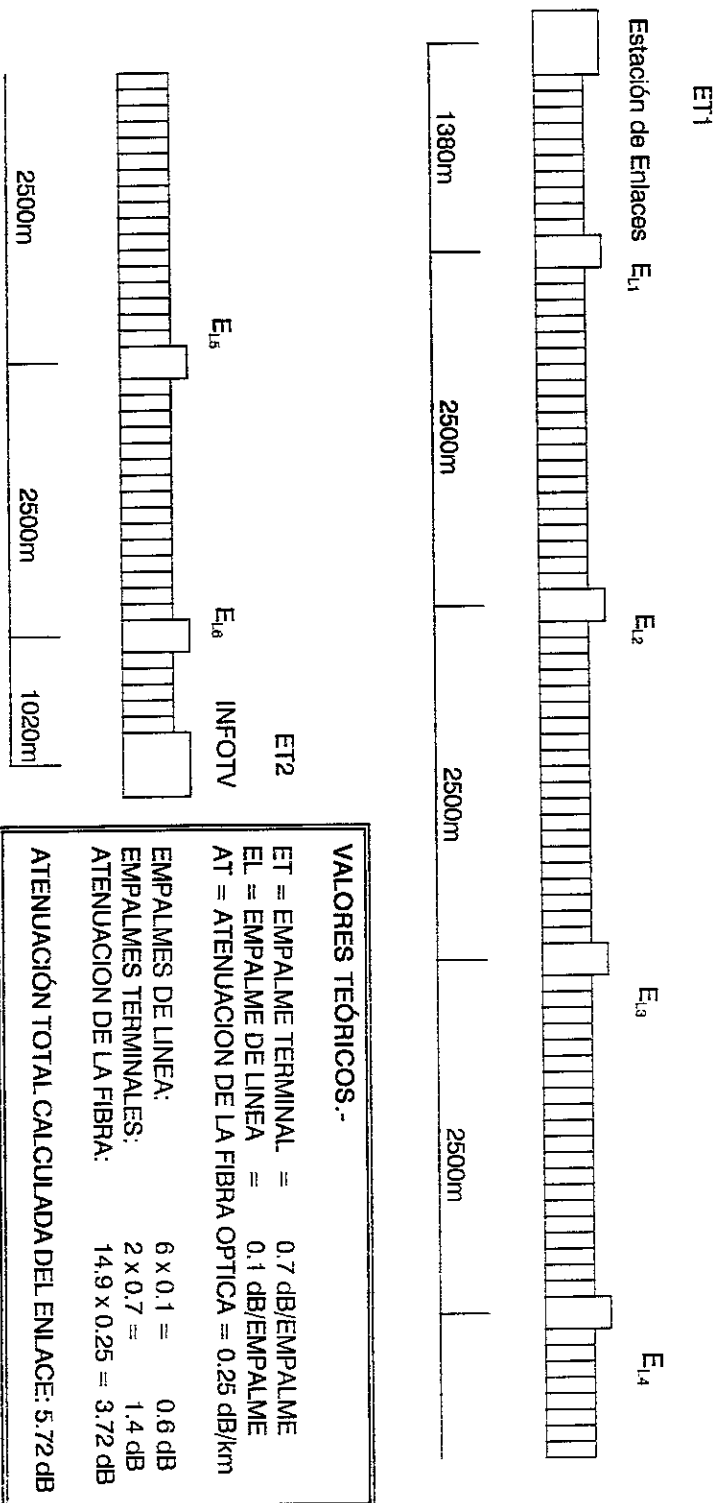


Tabla 5.8. Cálculo teórico de pérdida entre Estación de Enlaces e INFOTV.

MEDICIÓN DE LA ATENUACIÓN POR ACOPLAMIENTO EN LA FIBRA ÓPTICA

ENLACE: Estación de Enlaces - INFOTV

No. De Fibras: 24 (Monomodo)

FABRICANTE DEL CABLE: PIRELLI

TIPO DE EMPALMES: Fusión

EQUIPO DE MEDICIÓN: TEKTRONIX TFP2

Ancho del pulso=1 ms Long. de onda= 1307 nm

Rango=0 - 15000 m Tiempo de medición= 30 seg.

Todos los datos en dB

Número de fibra	Conector			Empalme 1			Empalme 2			Empalme 3			Empalme 4		
	A:14900 B:14900			A:1380 B:13520			A:3880 B:11020			A:6380 B:8520			A:8880 B:6020		
	A	B	Prom.	A	B	Prom.	A	B	Prom.	A	B	Prom.	A	B	Prom.
1	0.71	0.47	0.59	0.06	0.22	0.14	0.02	0.05	0.035	0.25	-0.01	0.12	0.01	0.01	0.01
2	0.59	0.73	0.66	0.37	-0.27	0.05	-0.1	0.22	0.06	0.03	0.02	0.025	0.04	-0.01	0.015
3	0.51	0.34	0.425	0.15	0	0.075	-0.01	0.05	0.02	0.15	-0.07	0.04	-0.08	0.15	0.035
4	0.44	0.43	0.435	0.26	-0.2	0.03	-0.14	0.27	0.065	0.04	0.01	0.025	0.1	0.06	0.08
5 - 24	No disponible			No disponible			No disponible			No disponible			No disponible		

Número de fibra	Empalme 5			Empalme 6			Conector		
	A:11380 B:3520			A:13880 B:1020			A:14900 B:INFOTV		
	A	B	Prom.	A	B	Prom.	A	B	Prom.
1	-0.12	0.22	0.05	0.08	-0.04	0.02	0.5	0.53	0.515
2	-0.02	0.16	0.07	0.01	0.02	0.015	0.44	0.58	0.51
3	-0.2	0.29	0.045	-0.14	0.2	0.03	0.68	0.33	0.505
4	0.01	0.14	0.075	0.12	0.05	0.085	0.43	0.6	0.515
5 - 24	No disponible			No disponible			No disponible		

Pérdida Total por Acoplamientos	
REAL	TEÓRICA*
1.48	2
1.405	2
1.175	2
1.31	2
No disponible	No disponible

*NOTA.- Para empalmes de línea se considera 0.1 dB de pérdida y para empalmes terminales 0.7 dB de pérdida (c/u).

Tabla 5.9. Tabla de pérdidas por acoplamiento entre Estación de Enlaces e INFOTV.

Se puede observar que los promedios en las mediciones por ambos extremos en todos los empalmes no sobrepasan de manera importante el valor teórico permitido de 0.1 dB. En el caso de que algún valor promedio excediera el límite teórico de pérdida se necesitarían rehacer los empalmes que presentan este problema.

Se observa también que los valores más altos registrados en las pruebas son los ubicados en los conectores de origen y destino, debido a que en estos puntos la atenuación en los empalmes terminales y acopladores del panel de distribución son sumados representando una sola pérdida. Las atenuaciones debidas a lo anterior y también a la longitud y empalmes de la fibra son consideradas para el cálculo de la atenuación teórica (tabla 5.8.), pero para el cálculo de la atenuación real se deberá medir nuevamente con el OTDR todo el trayecto entre Estación de Enlaces e INFOTV, mostrándose en la figura 5.40.:

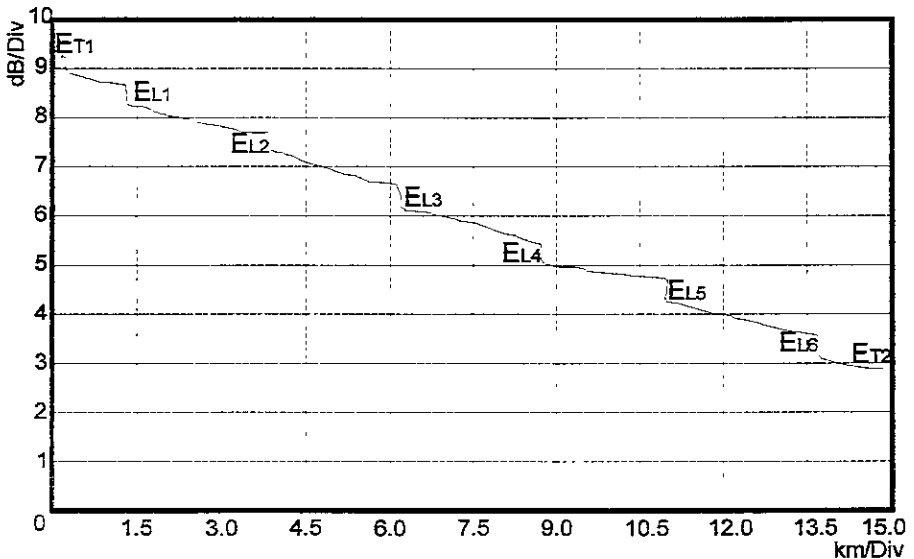


Figura 5.40. Medición de la atenuación real entre E. de Enlaces e INFOTV.

De la gráfica anterior generada por el OTDR (midiendo sobre la fibra número 1), se obtiene que el valor de atenuación total en el trayecto es de **6.15 dB**, por lo que comparando con el valor teórico estimado de **5.72 dB**, la diferencia entre ambos (**0.43 dB**) representará todos aquellos eventos específicos como curvas, micro-curvas, y posible suciedad o polvo en los conectores. El valor de atenuación para las demás fibras será similar a los valores presentados anteriormente.

La detección y ubicación de fallas sobre alguna trayectoria del cableado se deberá realizar de acuerdo al procedimiento anterior, de medición de eventos sobre la fibra, ya que la representación en el OTDR de una falla se muestra como atenuación (en el caso de algún evento específico) o de distorsión excesiva (para el caso de un corte de la línea). Lo anterior es posible observarlo también en la figura 5.39.

Tenemos entonces que el reporte de Medición de Pérdidas refleja la importancia del OTDR como instrumento básico en un sistema óptico, desde pruebas en la fibra previas a la instalación hasta el estado de los cables en monitoreos o localización de futuras fallas.

5.6.3. Puesta a punto de la red

El concepto de puesta a punto se refiere a la etapa previa a la liberación del presente proyecto, ésta comienza a partir de la fase de detección y corrección de fallas donde se realizan también los ajustes y modificaciones necesarios (por ejemplo en la calibración de los equipos para la estandarización de las señales), y termina al acercarse al nivel óptimo de funcionamiento mediante una correcta comunicación y transferencia de señales entre los distintos nodos de la red.

La forma más común de llevar un seguimiento de las actividades anteriores, es la elaboración de *memorias técnicas* donde se registrarán las lecturas de los niveles de voltaje y potencia que se presenten. Esta bitácora servirá como base para llevar a cabo futuras adecuaciones e incluso detectar ciertas fallas, gracias al resultado de las comparaciones entre lecturas.

Dependiendo de las particularidades de cada proyecto, el procedimiento requerido para poner a punto una red, al igual que el tiempo para lograrlo, no están definidos, esto quiere decir, que no existe una metodología precisa para el desarrollo de dicha etapa.

5.7. Liberación de la red

Como parte final en la implantación de este proyecto, se tiene la liberación de la red, la cual consiste en dejar en manos del personal asignado la operación, administración y mantenimiento de la red de fibra óptica. A continuación se describe brevemente cada una de estas transferencias:

- En cuanto a la *operación*.- El personal encargado de esta tarea fue capacitado mediante cursos teórico-prácticos en las áreas de trabajo

correspondientes, donde se aclararon dudas y se procuró familiarizar a los operadores con los equipos. Posterior a esta etapa se llevó a cabo una supervisión personalizada por parte de los ingenieros en diseño para verificar la asimilación de las actividades. Finalmente *la liberación de la operación* ocurre cuando el personal asignado comienza a laborar.

- En cuanto a la *administración*.- Este proceso consistió principalmente en dejar en claro la actual asignación de recursos, la importancia propia de cada nodo, así como la posible habilitación o reasignación de canales de transmisión. A continuación el personal administrativo fue sometido a exámenes para reafirmar los conocimientos adquiridos donde se recalcó el valor del factor tiempo. La *liberación de la administración* se da al certificar que los administradores laboran correctamente en condiciones de funcionamiento total del sistema.
- En cuanto al *mantenimiento*.- Las actividades preventivas a realizar por el personal a su cargo fueron representadas personalmente y respaldadas en manuales elaborados por los ingenieros en mantenimiento. Prácticamente esta etapa se *libera* al momento de hacer del conocimiento de los operadores la programación calendarizada para el cumplimiento de estas tareas, tanto por parte del personal de MENTV como de las empresas contratadas que realizarán el mantenimiento preventivo y correctivo según sea el caso.

En conjunto, el *proceso de liberación del sistema* tiene como referencia principal a las actividades habituales efectuadas en los nodos por el personal a cargo, respetando los tiempos y formas preestablecidas.

Como resultado final, pretendemos ahora presentar las características generales que definen el sistema resultante de este proyecto:

1. El sistema se fundamenta en la transmisión de señales de audio y video entre los distintos puntos o centros operativos de la empresa.
2. El medio de transmisión se basa en fibra óptica.
3. Debido a la cantidad de señales requeridas, son habilitados dos anillos que cubren las necesidades de transmisión.
4. La configuración de la red permite respaldar la información contenida sobre la misma por medio de un sistema paralelo denominado redundancia.

Debido a que la matriz de la red tendrá un peso específico importante al encargarse del monitoreo y control de todo el sistema, la cantidad de equipo en comparación al resto de los sitios será mayor. A continuación mostramos la apariencia final que tendrá la base de operaciones, así como la distribución de los equipos y lugares de trabajo.

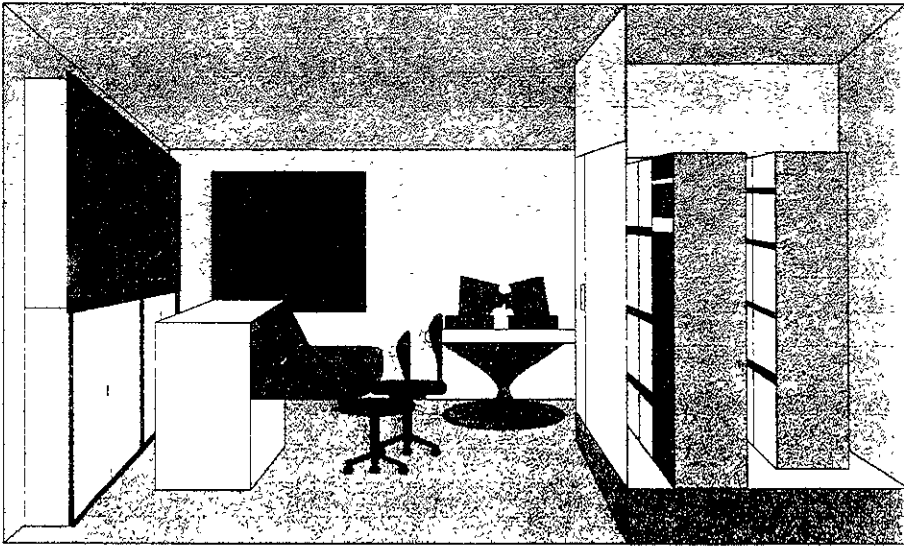


Figura 5.41. Apariencia final del nodo principal.

En este capítulo integramos la estructura planteada para la red mediante la instalación de la fibra óptica en las rutas antes establecidas y la configuración de los equipos con la capacidad requerida para la transmisión de señales. Sumado a estas actividades, se mostró una serie de procedimientos para la determinación y corrección de fallas dentro del sistema que finaliza con la liberación del sistema.



CAPÍTULO 6

Administración y supervisión de la red



El presente capítulo describe los fundamentos administrativos que sustentan el trabajo operativo en los centros de producción, así como también resalta la importancia de contar con un plan global y versátil que defina las categorías entre los nodos. Cabe destacar que las actividades propias de cada lugar, así como el personal que las lleva a cabo, cuentan con alternativas de operatividad que cubran, finalmente, todo tipo de imprevistos.

6.1. Características principales de la administración

Después de concluidas las pruebas y puesta a punto del sistema, y con base en las necesidades planteadas para cada centro operativo, se establece un plan de administración operativa que debe cubrirse en todos los centros de producción de manera conjunta, debido a que la coordinación precisa en el intercambio de información entre cualesquiera de los nodos es condición para lograr una comunicación continua. Por obvias razones, se considera a Telesistema como administrador principal debido a que es el lugar donde convergen el mayor número de señales, además de que es en este sitio donde se realizan los procesos de sincronización, de formato de las señales de audio y video (estandarización), y principalmente se genera la señal de los 2 canales de MENTV hacia el Distrito Federal, Área Metropolitana, estaciones repetidoras ubicadas en el interior y fuera del país.

La realización del plan de administración operativa es fundamental, por este motivo se deberán considerar como características principales los siguientes puntos:

- ∇ Tiempo de operación.
- ∇ Tiempo de usuario.
- ∇ Canales definidos

Con base en las características mencionadas anteriormente, se pretende cubrir todas las necesidades que un sistema de este tipo demanda. Por este motivo, definimos cada característica para su mayor comprensión.

6.1.1. Tiempo de operación

La actividad real del flujo de señales que se requirió al comienzo del presente proyecto es que fuera de manera continua, siendo ésta una condición que se tomó en cuenta para la configuración e integración de la red. De esta manera se deberá considerar personal cuyas funciones consistan en monitorear las señales transmitidas y recibidas a través de la red durante las 24 horas del día.

logrando así la continuidad que se requiere.

El monitoreo remoto (citado en el capítulo anterior) es una característica del equipo que facilita la transmisión continua de información. Esta actividad la efectúa Telesistema y consiste, de manera general, en supervisar el estado de los equipos en cuanto a sus niveles de voltaje de suministro a los módulos y niveles de potencia para las tarjetas ópticas receptoras y transmisoras. Por ejemplo, el voltaje suministrado por las fuentes deberá ser de ± 12 VDC y ± 5 VDC con tolerancia de $\pm 5\%$, y la potencia óptica de recepción debe de encontrarse en el rango de 1 mW a 150 mW en operación normal.

Otro factor importante es la capacidad de respuesta humana al presentarse una falla que requiera el reemplazo inmediato de alguna tarjeta dañada, así como también la habilidad de realizar distintas conexiones entre tarjetas (encoders y/o decoders) para habilitar nuevos canales o efectuar pruebas para verificar los parámetros de las señales (niveles IRE, crominancia, etc. para señales de video, y niveles de voltaje y fase para señales de audio).

Se observa entonces que el tiempo de operación en la red depende no sólo de características administrativas, sino que también intervienen factores técnicos para lograr la estabilidad del sistema.

6.1.2. Tiempos de usuarios

Debido a que cada centro operativo cuenta con un número de señales definido para transmisión y recepción de señales, se fijan horarios en los cuales el tráfico de información aumenta, principalmente cuando la audiencia es mayor (conocidos como horarios triple A). El plan de administración operativa contempla la distribución de cargas de trabajo durante las 24 horas del día, las actividades operativas más demandantes ocurren antes y durante las horas de mayor tráfico dado que se transmiten y reciben señales de Telesistema, de INFOTV y también de Estación de Enlaces, cuyo contenido es prioritario, tal es el caso de las señales T1 y T2 que contienen la programación al aire de MENTV difundidas desde Telesistema. Un caso especial es MENES y MENTV-Eventos que participan tanto en las horas de mayor demanda al sistema (eventos en vivo) como en los que el flujo es menor (grabaciones de telenoveias).

Tomando en cuenta que algunos sitios ocupan el medio de transmisión únicamente para envío de señales pregrabadas (las cuales no requieren de transmisión en vivo) tienen designados horarios en la red cuando el tráfico es menor, tal es el caso de MENTV- Tape y CPPM.

Dado lo anterior, podemos concluir que las señales transportadas por el sistema podrán ser utilizadas en horarios coordinados por el personal encargado de la administración de la red, pero también podrán ser administradas por las centrales operativas de la empresa; por ejemplo, que cada central operativa determine la señal o señales que requiera transportar sobre sus canales o vías definidas en cada punto en el horario que más le convenga. Esto es cuando la vía o el canal dependa totalmente de la central operativa de cada sitio, considerando que la red sólo será el medio o acceso hacia los diferentes centros operativos.

6.1.3. Número de canales definidos

Al hablar de canales definidos nos referimos a las señales asignadas para cada centro operativo; esta asignación se realizó de acuerdo a los requerimientos propios de cada lugar, siendo representadas físicamente por las tarjetas encoders y decoders.

El nodo principal (en Telesistema) se encarga de supervisar que estos centros operativos hagan uso de los recursos de manera planificada, para aprovechar al máximo los canales establecidos originalmente, a reservá de las necesidades que se generen posteriormente.

De cualquier forma, el equipo DV 6000 tiene una capacidad de 16 canales de video que podrán ser utilizados en su totalidad si son requeridos. De la configuración e integración de la red, tenemos que de los 16 canales para el anillo 1, son ocupados tan sólo 14, al igual que en el anillo 2. Por lo que se tienen cuatro canales libres, mismos que se emplearán a solicitud de cualquier nodo cuando los recursos proporcionados originalmente se encuentren al cien por ciento y dependiendo de la prioridad del enlace. Los canales serán asignados por el personal de administración de la red.

La habilitación de estos canales debe ser de carácter temporal, ya que sólo se cuenta con estas vías para acontecimientos especiales de todos los centros operativos que lo necesiten. En esta circunstancia la central operativa solicitante es la principal responsable de la duración y contenido de la señal o señales a transmitirse por estas vías.

6.2. La obtención de calidad para MENTV

Como ya se ha mencionado, uno de los proyectos que a largo plazo tiene la empresa MENTV, es una mayor difusión de sus programas en otros países. Para lograrlo seguramente la empresa se sujetará a diversas exigencias en su operación interna, e incluso a algunas supervisiones efectuadas por personal

calificado que certifique el grado de eficiencia que existe en las actividades diarias.

Aunque generalmente el manejo del termino calidad se asocia a procesos industriales, para nuestro caso lo asimilaremos a la conformación de una programación diversa y variada, a la transmisión ininterrumpida de la misma, a la solvencia en la realización de las tareas diarias por parte de los operadores, al funcionamiento correcto de todos los equipos que conforman la red, al buen estado de nuestro medio de transmisión sustentado en los mantenimientos correspondientes, a la planeación y liberación de nuevos proyectos que contribuyan al progreso de la empresa, a la cordial relación con los proveedores o empresas con las que se tiene trato directo y finalmente, a la conjunción de todo lo anterior para conformar y reflejar la imagen de una empresa televisiva competitiva a cualquier nivel.

Se pretende entonces que el Plan de Administración Operativa sea la base principal que sustentará al Sistema de Calidad que pretende MENTV.

6.2.1. Sistemas de Aseguramiento de Calidad

El Aseguramiento de la Calidad consiste en tener y seguir un conjunto de acciones planificadas y sistemáticas, las cuales deben ser demostrables para proporcionar la confianza adecuada (tanto a la propia empresa como a los socios, proveedores, y televidentes) de que se cumplen los requisitos del Sistema de la Calidad.

Los televidentes de una empresa con Sistema de Aseguramiento de Calidad puede reducir considerablemente el análisis de contenido en los programas, incluso suprimir las auditorías (ya que la empresa "da confianza").

Un modelo para un Sistema de Aseguramiento de la Calidad no pone requisitos a los procesos y actividades que se realizan en la empresa, sino al propio Sistema de Calidad.

- *Modelos para el Aseguramiento de la Calidad*

Para implantar un Aseguramiento de la Calidad puede utilizarse un modelo o norma. Una norma es un documento accesible al público, concensado entre las partes que intervienen y que contiene especificaciones técnicas u otros criterios para que se usen como reglas, guías o definiciones de características, para asegurar que materiales, procesos o servicios cumplen los requisitos especificados.

○ *Desarrollo e Implantación de un Sistema de Aseguramiento de la Calidad*

Para implementar un Sistema de Aseguramiento de la Calidad, es importante considerar los siguientes aspectos:

a) *Concientización de la dirección.*

La práctica pone de manifiesto que es fundamental, para la buena marcha de un proyecto de implantación de un Sistema de Aseguramiento de la Calidad, que la Dirección de la empresa esté convencida de la necesidad de este Sistema, y de que su puesta en marcha va a redundar en un mejor funcionamiento de la organización.

b) *Formación del equipo interno.*

La empresa debe llevar a cabo la formación en materia de calidad del personal involucrado en ésta, por ejemplo a:

- Representantes de las distintas áreas
- Personal implicado en el sistema

c) *Ayuda externa.*

Para la implantación de un Sistema de Calidad es casi imprescindible contar con asesoría en esta materia, que aporte los conocimientos y la experiencia necesarios para el correcto desarrollo del proyecto de implantación del Sistema. Sin esta ayuda, el proceso puede alargarse demasiado e incluso fracasar.

Con base en los puntos tratados previamente, deducimos que así como existe supervisión periódica en el estado de los equipos y recursos en general, también el crecimiento de la empresa demandará la intervención de personal calificado en el área de calidad, quizá en un principio mediante asesorías externas calendarizadas aunque la misma exigencia de los procesos a futuro requerirá de personal de planta.



CAPÍTULO 7

Resultados y Conclusiones



Después de presentar el desarrollo del proyecto en su conjunto, desde sus conceptos teóricos hasta su liberación y administración, finalmente mencionaremos los resultados y conclusiones que con la implantación de la red de fibra óptica para MENTV se obtuvieron. Igualmente se indica un panorama de crecimiento a futuro que contempla esta empresa con base en el correcto desempeño de la red.

Los resultados obtenidos con la implantación de la red de fibra óptica fueron los esperados, ya que se cubrieron todas las necesidades que, en cuanto al flujo de señales, requería la empresa MENTV. Anteriormente el manejo de las señales se realizaba utilizando enlaces vía microondas, con los cuales la señal era propensa a sufrir pérdidas en la transmisión, ocasionados por las condiciones ambientales y el tráfico mismo de las señales. Tales problemas fueron solucionados con la integración de la red de fibra óptica, debido a las enormes ventajas que ésta tiene en comparación a los demás medios de transmisión, y que básicamente son: mayor ancho de banda, atenuación baja, inmunidad de interferencia electromagnética, etc.

Las actividades que anteriormente se realizaban en los centros de producción, ahora se encuentran programadas, para conservar una coordinación operativa que respalde y mantenga la comunicación constante a través de los equipos y medio de transmisión instalados, los cuales reducen considerablemente las pérdidas en el traslado de las señales, en comparación al sistema previo.

En relación al ancho de banda de la fibra óptica, es posible utilizarla en el transporte no sólo de audio y video, sino también de datos, ya que el equipo seleccionado DV 6000 tiene la característica de poder adaptar entre otros recursos, tarjetas para transmisión de datos.

Una de las propiedades que tiene el sistema es la posibilidad de insertar, bajar o dejar pasar la información que esté fluyendo en él, evitando de esta forma el uso de canales adicionales, ya que de no contar con esta facilidad, se tendrían que instalar nuevos módulos para lograr la transmisión y recepción de las señales entre los diferentes nodos.

La configuración de los equipos ADC además de cubrir los requerimientos de comunicación de la televisora tiene la capacidad de ofrecer diversas ventajas, entre las que destacan:

- ┌ Configuración con redundancia.- Representada por información de respaldo idéntica a la principal circulando en sentido contrario a esta y por una fibra independiente

- Facilidad de expansión.- Partiendo de la infraestructura actual y con la adecuada planeación se pueden conjuntar nuevos nodos o incluso anillos internos.
- Monitoreo remoto.- Teniendo la capacidad de revisar y modificar el funcionamiento general de los equipos distantes.

Además recordemos que sólo está siendo utilizada una sexta parte de la capacidad de nuestro medio de transmisión, por lo que la instalación óptica soportará fácilmente una futura expansión de equipos que demanden un mayor ancho de banda.

En todos los nodos que componen la red se cuenta con la programación de los dos canales MENTV, como una referencia, y en donde se observa la barra diaria que se está transmitiendo, cuya continuidad debe ser supervisada con mayor precaución durante la cobertura de eventos en vivo y en directo.

Para cumplir con la tarea mencionada en el párrafo anterior, se requiere de un administrador general de red, que además de supervisar y difundir la información producida (como se hacía anteriormente), se encargue de verificar el cumplimiento de tareas y horarios establecidos independientemente para cada sitio, al mismo tiempo que optimice los recursos en toda la red.

Aunque nuestro medio de transmisión es altamente confiable, las actividades de otras empresas instaladoras en el mismo trayecto, los accidentes automovilísticos contra los postes, las caídas de árboles sobre el tendido, entre otras eventualidades, pueden llegar a ocasionar rupturas en el cable que requieran de una reparación inmediata para restablecer el enlace en ese punto.

Cabe comentar que todo proyecto debe tener un plan de amortización de gastos, en nuestro caso el monto destinado a la instalación completa lo hizo el proyecto más costoso de MENTV a cambio de ofrecer diversas ventajas. ¿Entonces, cómo será capaz nuestra empresa de absorber la inversión realizada? Partiendo de que todos los proyectos que se lleven a cabo contemplen el adecuado uso de recursos para evitar desestabilizar la autosuficiencia de la empresa, se plantea una recuperación de gastos entre el mediano y largo plazo dado el monto de la inversión.

Ante todo, no debemos de perder de vista el hecho de que MENTV requiere ser, como lo ha sido desde sus inicios, una televisora autosuficiente; así que en la habilidad y capacidad de su personal administrativo y directivo encontraremos la respuesta al cuestionamiento anterior, con base a las actividades siguientes:

- ❑ La realización de convenios con otras empresas nacionales e internacionales para la difusión de programas MENTV.
- ❑ El intercambio de programación, principalmente con televisoras de otros países.
- ❑ El trato adecuado con los patrocinadores de todos los espacios comerciales y, al mismo tiempo, la búsqueda de mejores ingresos económicos de este tipo con las empresas que requieran promoción de gran calidad y a un mayor número de posibles clientes.
- ❑ El seguimiento a los acuerdos establecidos con los proveedores de equipo, con los encargados de mantenimiento y con los vendedores de medios (fibra óptica) y equipos de comunicación en general que paulatinamente vayan siendo actualizados o sustituidos.

Como vemos la labor del personal administrativo y directivo debe ser ambicioso y próspero, ya que la buena actividad operativa necesita un enlace final que demuestre su eficacia y ésta sólo la puede encontrar con nuevas demandas de cobertura y estableciendo una competencia firme con otras televisoras.

Finalmente podemos decir que a pesar de todas las consideraciones e inconvenientes que se han planteado a lo largo de este proyecto, se puede concluir que un sistema de transmisión de audio y video basado en fibras ópticas repercute en enormes beneficios para la productividad de una empresa y para el desarrollo tecnológico de una nación.

Es importante mencionar que gracias a la Facultad de Ingeniería así como a la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Plantel Aragón de la UNAM, adquirimos una formación que nos permite emplearnos en los diversos sectores que abarca nuestra carrera. Los fundamentos académicos obtenidos en nuestra estancia universitaria son de mucha utilidad, al igual que el perfil individual que como seres pensantes con ideas y razonamientos propios alcanzamos. Consideramos que en algunas ocasiones las bases teóricas aprendidas en la UNAM no son suficientes para desarrollar proyectos como el presentado anteriormente, por esta razón es imprescindible continuar actualizándose y participar en trabajos que fomenten un aprendizaje y comprensión de nuevas tecnologías, para así lograr un mejor desempeño en el ambiente laboral que consolide nuestro valor ante los demás y fortalezca nuestra autoestima.

El lograr el éxito en el ejercicio de la Ingeniería es responsabilidad de cada uno de nosotros, nuestra Universidad desde una visión general ha cumplido su parte.

BIBLIOGRAFÍA

- ADC Telecommunications, " *DV6000 Digital Transport System; Technical Training* ", Meriden, Estados Unidos, 1998.
- Agrawal, Govind P., " *Fiber-Optic Communication Systems* " John Wiley & Sons, 1ª Edición, Estados Unidos, 1992.
- Bartlett, Eugene R., " *Cable Television Technology & Operations: HDTV and NTSC Systems* ", McGraw-Hill, 1ª Edición, Estados Unidos, 1990.
- Benson, K. Blair; Whitaker, Jerry C., " *Television and Audio Handbook for Technicians and Engineers* ", McGraw Hill, Estados Unidos, 1990.
- Ciciora, Walter; Farmer, James; Large, David, " *Modern Cable Television Technology* ", Morgan Kaufmann Publishers, Estados Unidos, 1999.
- Freeman, Roger L., " *Telecommunications Transmission Handbook* " John Wiley & Sons, 4ª Edición, Estados Unidos, 1998.
- Grob, Bernard, " *Televisión Práctica y Sistemas de Video* " Alfaomega, 1ª Edición, México, 1992.
- Herrera, Enrique, " *Introducción a las Telecomunicaciones Modernas* " Editorial Limusa, 2ª Reimpresión, México, 1998.
- Inglis, Andrew F.; Luther, Arch C., " *Video Engineering* " McGraw Hill, 2ª Edición, Estados Unidos, 1996.
- Jardón, Hildeberto; Linares, Roberto, " *Sistemas de Comunicaciones por Fibras Ópticas* ", Editorial Alfaomega, 1ª Edición, México, 1996.

- Keiser, Gerd, “ *Optical Fiber Communications* ”
Editorial McGraw-Hill, 2ª Edición, Estados Unidos, 1991.
- Rubio, Baltasar, “ *Introducción a la Ingeniería de la Fibra Óptica* ”
Addison-Wesley Iberoamericana, 1ª Edición, Estados Unidos, 1994.
- Tomasi, Wayne, “ *Electronic Communications Systems: Fundamentals through advanced* ”, Prentice Hall, 2ª Edición, Estados Unidos, 1994.
- Weik, Martin H., “ *Fiber Optics Standard Dictionary* ”
Van Nostrand Reinhold, 2ª Edición, Estados Unidos, 1989.
- Zanger, Henry, “ *Fiber Optics Communications and other applications* ”
Macmillan Publishing Company, 1ª Edición, Estados Unidos 1991.

DIRECCIONES DE PÁGINAS WEB

- www.adc.com
- www.crisa.es
- www.elcommtech.com
- www.fiberoptions.com
- www.ifs.com
- www.ipitek.com
- www.lucent.com
- www.opticalcable.com
- www.pirelli.com
- www.tek.com
- www.telecast-fiber.com

APÉNDICE A

ABREVIATURAS

AN	Apertura Numérica.
AM	Modulación analógica de Amplitud (Amplitude Modulation).
AM-IM	Subportadora eléctrica modulada en Amplitud (Amplitude Modulation Intensity Modulation).
ASK	Modulación Digital de Amplitud (Amplitude Shift Keying).
BER	Tasa de error (Bit Error Rate).
BTSC	Comité de Sistemas de Transmisión de Televisión (Broadcast Television Systems Committee).
CCIR	Comisión Consultiva Internacional de Radiocomunicaciones (Commission Consultive International of Radiodiffusion).
COFETEL	Comisión Federal de Telecomunicaciones.
DAP	Baja, Agrega, Pasa (Drop, Add, Pass).
D-IM	Moduladora directa en banda base (Direct Intensity Modulation).
FCC	Comisión Federal de Telecomunicaciones (Federal Communications Commission).
FDM	Multiplexación por División de Frecuencia (Frequency Division Multiplexing)
FM	Modulación de Frecuencia (Frequency Modulation).
FM-IM	Modulación de frecuencia – Intensidad de Modulación (Frequency Modulation – Intensity Modulation)
FSK	Modulación Digital de Frecuencia (Frequency Shift Keying).
IEEE	Instituto de Ingenieros Eléctricos Electrónicos (The Institute of Electrical and Electronic Engineers)

IM	Moduladora a la portadora óptica en intensidad (Intensity Modulation).
IRE	Instituto de Ingenieros de Radio (Institute of Radio Engineer).
LAN	Redes de área local (Local Area Network).
LASER	Luz Amplificada por Emisión Estimulada de Radiación (Light Amplification by Stimulated Emmission of Radiation).
LD	Diodo Láser (Laser Diode).
LED	Diodo emisor de luz (Light Emitting Diode).
MAN	Red de área metropolitana (Metropolitan Area Network).
Mbps	Megabits por segundo.
MTS	Televisión con sonido multicanal (Multichannel Television Sound).
NTSC	Comité nacional de sistema de Televisión (National Television System Committee).
OTDR	Reflectómetro óptico en el dominio del tiempo (Optical Time Domain Reflectometer).
PAL	Línea de fase alternante (Phase Alternation Line).
PAM	Modulación por Amplitud de impulsos (Pulse Amplitude Modulation).
PCM	Modulación por pulsos codificados (Pulse Coded Modulation).
PDM	Modulación por duración de impulsos (Pulse Duration Modulation).
PM	Modulación de fase (Phase Modulation).
PM-IM	Subportadora eléctrica modulada en fase (Phase Modulation – Intensity Modulation).
PSK	Modulación de fase (Phase Shift Keying)
PTM	Modulación por frecuencia de impulsos (Pulse Time Modulation).
SAP	Segundo Programa de Audio (Second Audio Program).

SECAM	Color y memoria secuenciales (Sequential Color and Memory).
SCT	Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
TDM	Multiplexación por división de tiempo (Time Division Multiplexing).
UPS	Fuente de energía ininterrumpida (Uninterrupted Power Supply).
UR	Unidad de Rack.
WAN	Red de área amplia (Wide Area Network).
WDM	Multiplexación en longitud de onda (Wavelength Division Multiplexing).

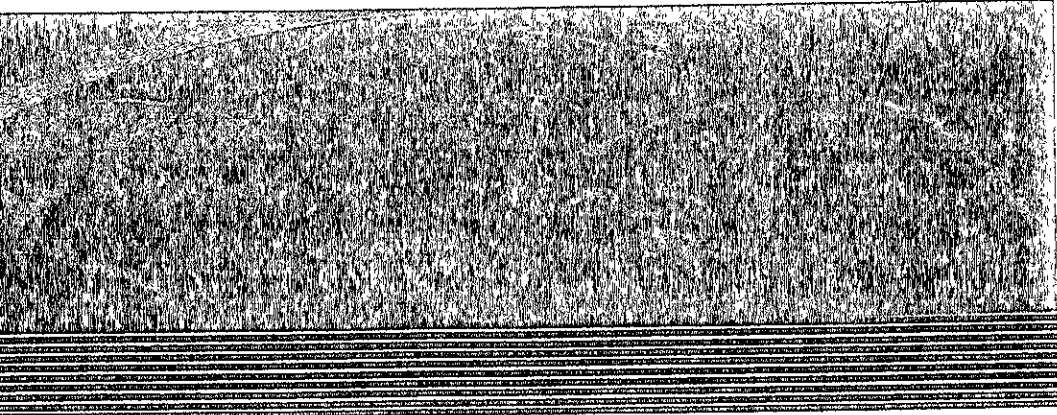
APÉNDICE B

DEFINICIONES BÁSICAS

ANCHO DE BANDA	Diferencia numérica entre las frecuencias superior e inferior que atraviesan el medio de transmisión. Normalmente se da, sin embargo, como diferencia entre las frecuencias superior e inferior correspondientes a los puntos cuya potencia es la mitad del máximo de la distribución.
BANDA	Porción del espectro de frecuencias que se transmite por un circuito.
DISTORSIÓN	Deformación no buscada que sufre la señal a transmitir y que depende de las características físicas de los elementos del circuito y del nivel de la señal.
MEDIO DE TRANSMISIÓN	Medio físico que sirve de soporte a la señal que intenta transportar de un punto a otro.
NIVEL	Magnitud de la potencia, tensión o intensidad en un punto, tanto si se refiere a una señal como si es al ruido.
RELACIÓN SEÑAL – RUIDO	Esta relación se da como diferencia entre los niveles absolutos de la señal y del ruido en un punto determinado de una línea o equipo.
RUIDO	Onda normalmente indeseada, ininteligible y de carácter muchas veces aleatorio que aparece en el proceso de transmisión de la señal a lo largo de un circuito o que ya acompañaba a la propia señal al llegar ésta a los terminales de entrada.
SEÑAL	Excitación con determinada forma de onda que se desea transmitir desde los terminales de entrada a los de salida del circuito.

APÉNDICE C

HOJAS DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS



DV/○○○○
Digital Transport System

Technical Training

DV6000 Features

- Universal 2.38 Gb/s Digital Transmission Platform *2.38 Gb/s 20000*
- Up to 16 Channels per Fiber - One Wavelength
- Transport of Uncompressed Video, Digital Signals, IF, MPEG, Telemetry and LAN Traffic *CODE TV*
- 2 or 4 Channel Audio per Video
- Individual Channel Drop, Add, Pass Capability
- Superb Video Quality

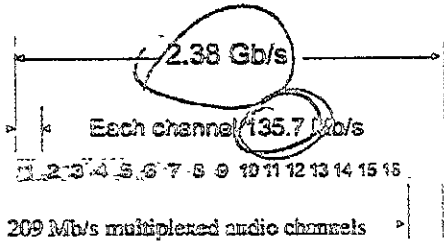
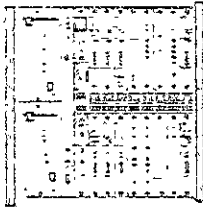


- RS250C Short and Medium Haul capabilities over long haul distances
- 8 or 10 bit video encoding resolution
- 2 channel audio for 8 bit encoder
- 2 or 4 channel audio for 10 bit encoder
- Transports NTSC, PAL and baseband scrambled video
- CD quality 16 bit encoding of baseband audio
- 1310 or 1550 nanometer optical wavelengths
- Remote monitoring, status and control capabilities

System Architecture

Each Channel Can Transport:

- One 8 or 10-Bit Video,
- One IF Signal,
- One High Speed Data Channel
(2 DS-3s and 2 DS-1s), or
- LAN Traffic - 100BaseT and 10BaseT



- > 8 Bit RS-250C Medium Haul SNR >59dB capability
- > 10 Bit RS250C Short Haul SNR >67dB capability
- > Each DS3/DS1 data channel card can accept up to 2 DS3 and 2 DS1 connections
- > One DS3 signal equals 44.737 Mbps
- > One DS1 signal equals 1.544 Mbps
- > DS-1 (Digital Service One) and T-1 (Terrestrial One) are the same data rates and used interchangeably in this workbook.

DV6000 Applications

Metropolitan, Regional and Multistate Networks

▽ CATV

- ◊ Headend consolidation
- ◊ Directed local advertising

▽ Studio Quality Video Transport

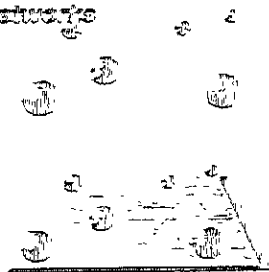
- ◊ Tiered TVT services
- ◊ Studio-to-transmitter links
- ◊ Post production facilities

▽ Long Distance Video Transport

- ◊ State-wide
- ◊ Inter-LATA

▽ Distance Learning

- ◊ School districts
- ◊ Corporate training



- ▽ Universal transport of all video types including scrambled video
- ▽ Superior video performance
- ▽ Revenue enhancing services

DV6000 Technical Specifications

DV6000 SYSTEM GENERAL SPECIFICATIONS	
Skiff Dimensions (H x W x D)	19.25 x 19.0 x 11.0 inches 489 x 483 x 279.4 mm
Operating Temperature	10° to 50° C
Storage Temperature	-20° to 70° C
Relative Humidity	0% to 95% non-condensing
Power Requirements	110 VAC, 220 VAC, or -48 Vdc single or dual power supplies
Power Consumption	200 watts maximum, fully loaded
Status Monitoring	Dry Contact RS-425 interface (to NMCS) RS-232 interface (DAP)
Connector Types	
Video	BNC
BTSC	BNC
Audio	Terminal Strip
Dry Contact Closure	Terminal, 500 mA., max.
Remote Status Monitoring	10-Pin Header

Notes:

1. Video Reference: 173 IRE = full scale
2. SNR per proposed ANSI standard T101.5/91-20572
3. Per IEEE Standard, 511-1979 grayscale

DV6000 Technical Specifications

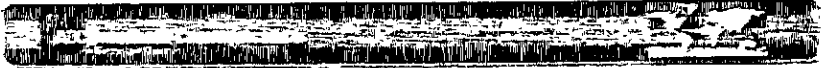
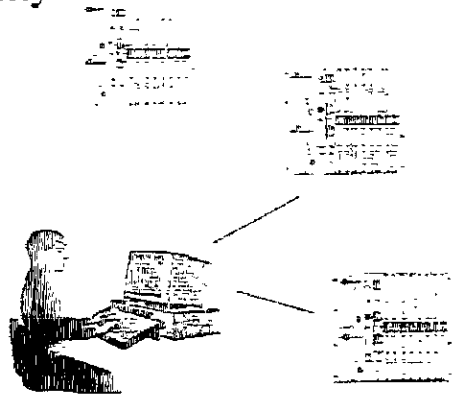
VIDEO AND AUDIO ENGINEERING SPECIFICATIONS		
Video		
Leak	1 Volt per ei dB	
Impedance	75 Ω , unbalanced	
Video Loop-Time	0.1 μ s minimum	
External Input Signal Formats	NTSC video, NTSC video w/4.5 MHz composite audio, PAL video, composite assembled video, wideband telemetry signals	
Sampling Rate	13.574 MHz	
Encoding Resolution	0 lines, DV-6021-VE 15 lines, DV-6103-VE	
Video Performance	0.2%	10.0%
Signal-to-Noise Ratio (weighted), via channel	55 dB	67 dB
Freq. Response (multiform)		
4.2 MHz	± 0.15 dB	± 0.10 dB
6.1 MHz	$\pm 0.2-1.0$ dB	$\pm 0.2-1.0$ dB
6.1 MHz	$\pm 0.2-3.0$ dB	$\pm 0.2-3.0$ dB
Circumference to Luminance Gain Inequality	2.0%	1.3%
Delay Inequality	15 msec	15 msec
Intermodulation	2.0%	1.0%
Circumference		
Non-Linear Gain	± 0.1 dB	± 0.1 dB
Non-Linear Phase	$\pm 0.5^\circ$	$\pm 0.5^\circ$
Luminance Nonlinearity	3.0%	1.2%
Differential Gain	3.5%	1.2%
Differential Phase	1.0°	0.5°
Short-Time Waveform Distortion	1.0%	1.0%
Line-Time Waveform Distortion	0.5%	0.5%
Field-Time Waveform Distortion	2 IRE	2 IRE
Long-Time Waveform Distortion	2 IRE/1 sec	2 IRE/1 sec

DV6000 Technical Specifications

BASEBAND AUDIO (10 BITS PER CHANNEL)	
Number of Channels	0, 2 for 8-bit encoding 0, 2, 4 for 10-bit encoding
Peak Level	9 dBm min.; 18 dBm max.
Impedance	600 Ω Hi impedance, balanced
Sampling Frequency	41.88 kHz
Signal to Idle Channel Noise Ratio	85 dB min. (10 Hz to 20 kHz)
SINAD	79 dB (10 Hz to 19.5 kHz)
Total Harmonic Distortion	0.03%
Freq. Response (ref. 400 Hz)	
30 Hz to 19.0 kHz	± 0.3 dB
15 Hz to 19.2 kHz	+0.3-1.0 dB
8 Hz to 19.3 kHz	+0.3-3.0 dB
Full Scale Level	+18 dBm; 600 Ω bal.; +12 dBm; 150 Ω bw
Channel Separation	>90 dB @ 1kHz, >75 dB @ 20 kHz
Delay Match (dual channel option)	.7 μ sec. (4° @ 15 kHz)
Amplitude Match	± 2 dB (30 Hz to 19 kHz)
Audio/Video Delay	2.272 msec. maximum
Intermodulation Distortion	<0.5%
BTSC 4.5 MHz Stereo Option	
Input Level	20 to 40 dBmV
Output Level	30 dBmV, ± 2 dB
Stereo Signal to Noise	65 dB min.
Stereo Separation	35 dB min.
Multiplexor/Demultiplexor	
Type	Bit Interleaved, Scrambled
Master Clock Type	Crystal ref. phase lock loop oscillator
A/B Path Switching	Based on SER detect or low optical power
A/B Switching Time	Under 100 msec after fault detection
Optical Transmitters	
System Transmission Speed	2.38 Gb/sec
Optical Wavelengths	1310 nm, 1550 nm
Optical Connector	Super FC/PC or SC/PC standard
Transmitter Type	DFA
Transmitter Launch Power	0 dBm
Receiver Type	InGaAsP APD
Optical Link Budget	30 dB for BER < 10^{-4}
Optical receive level maximum	-10 dBm
Dispersion Lim.	pwm (to be supplied)

Advanced Features

- Channel and Diversity Drop/Add/Pass
- System Intelligent Monitoring and Alarming
- Local Loopback
- Fault Isolation
- DWDM

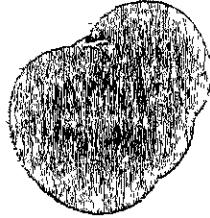


- DAP (Drop/Add/Pass) card and DAP module required for diversity channel routing
- SMART-NETT provides real-time access and monitoring. SMART-NETT operation is covered in a later lesson in this manual.
- LEDs provide visual alarm of card malfunction
- Verify the functionality of encoders and decoders with local loopbacks
- Isolate problems with diagnostics
- Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM) provides the capability to transport the output of multiple DV6000 shells over a single fiber

FreeLight™ - Introduction

With the advent of high bit-rate (over 500-Gbps) and Dense Wavelength Division Multiplexed (DWDM) systems, new singlemode fibre types are available that offer an improved capability over traditional G.652 fibre in terms of:

- Higher bit-rate (lower chromatic dispersion compensation)
- Longer reaches (lower propagation loss)
- System up-gradability versus bit-rate
- Lower total system cost



Products -
Optical Fibre
Optical Cable
Plastic Optical Fibre
Cables
Connectors
Installation Services

FreeLight™ is a Corning non-zero dispersion shifted (NZDS) fibre - G.655 compliant - that delivers all these improved performances.

Lower system costs

By providing better signal quality over longer distances FreeLight™ can cut the costs of running a high performance network by up to 50 per cent.

Higher total capacity

Enhanced optical characteristics of the fibre allow it to carry more wavelengths at higher channel speeds, thus supporting significantly larger volumes of traffic.

Longer lifespan

With its multi-terabit capacity, the product can accommodate massive growth in traffic over many years without needing to be replaced.

Technical info

[Standard SM Fibre](#)

[FreeLight™](#)

[DeepLight™](#)

[WideLight™](#)

[Contact Us](#)

[Site Map](#)

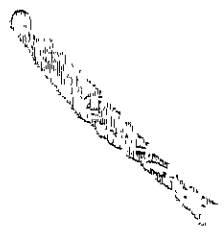
[Legal Information](#)

[About this Site](#)

[Investors](#)

Product Summary

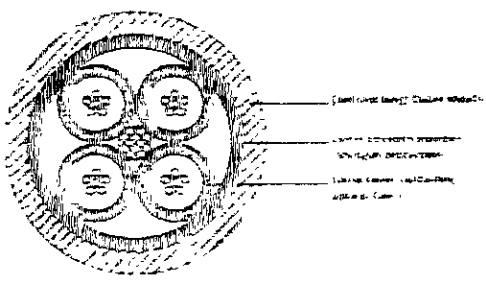
- Fiber count up to 72
- Limited hardware requirements
- Suitable for a... (partial applications of some accessories were available (including power bank))
- Available for long, medium and short span routes
- Simple installation on request



Product
Optical
Optical
Product
Control
Control
Control
Control
Control

Typical parameter	Units	
Number of fibers	1	24 - 72
Nominal outer diameter	mm	10 - 12.2
Approximate weight	kg/Km	90 - 125
Maximum bending load	N	200 - 250
Minimum bend radius	mm	200 - 250
Temperature range	°C	-30° to +70°

Search
Purchase
Search type



- Full range of fiber types:
- G.651 (Ribbon) mode fiber
 - G.652 (Single mode fiber)
 - G.653 (Dispersion shifted fiber)
 - G.655 (Ribbon fiber for DWDM applications)

FreeLight™
Characteristics

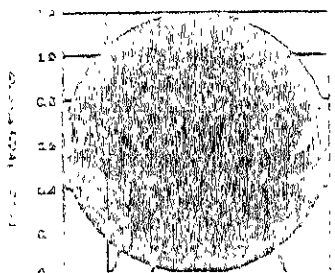
Products
Optical Fibre
Optical or
Plastic
Cables
Communication
Installable
services

Dimensional specifications	Unit	
Geometrical characteristics of FreeLight™ have been improved to enhance the splicing process:		
Cable geometry		
Cable diameter	µm	125.0 ± 1.0
Cable non-circularity error	%	< 1.0
MFD/cable concentricity error	µm	< 0.5
Cable geometry		
Outer coating diameter	µm	245 ± 5
Coating-diameter concentricity	µm	< 10

Optical specifications	Unit	
The mode field diameter (MFD) and the effective area (Aeff) have been optimized for splicing process, non-linear effect (power density) and bending performances.		
MFD (Ø1550 nm) range	µm	9.5 ± 0.4
Typical effective area	µm²	72
Cable cut off wavelength (λcc)	nm	< 1450
Fibers are characterized both in the Conventional and in the Extended Band for attenuation and chromatic dispersion performances		
Attenuation coefficients		
@ 1550 nm	dB/km	< 0.23
@ 1625 nm	dB/km	< 0.25
Dispersion coefficients		
in the range 1530 - 1555 nm	ps/(nm².km)	2.0 - 6.0
in the range 1565 - 1625 nm	ps/(nm².km)	< 5 - 11.2
- Polarization mode dispersion (PMD)	ps/√km	< 0.1

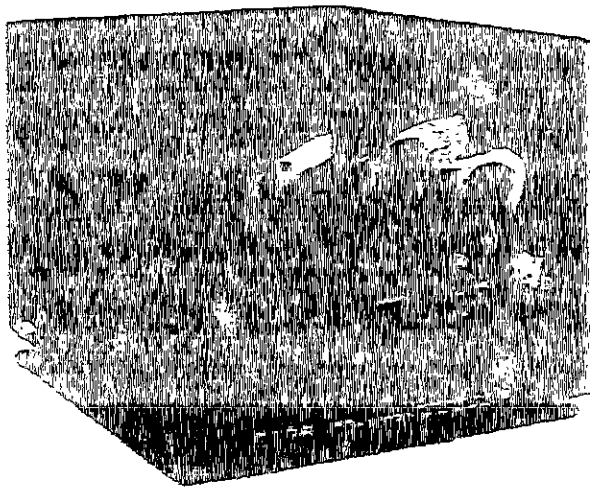
PERFORMANCE
FreeLight™ is proof tested at an elongation greater or equal to 2% a second (or equivalent test conditions). This fiber is characterized in terms of Weibull plot and a value (Stress Corrosion Susceptibility Factor) with typical values above 22 (Dynamic Test).

FreeLight™ typical refractive index profile



ADV M 20E

20" Hybrid Digital / Analog Broadcast Monitor



Key Benefits

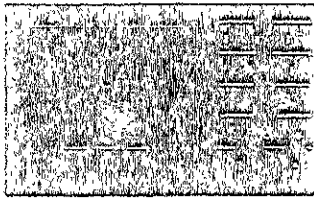
- Detachable 26 mm
- Automatic color alignment
- Ultra high resolution (1000 lines)
- Ultra dark CRT for highest contrast ratio
- CCC (Continuous Cathode Calibration)
- Supports multiple color temperature settings (3200 K, 6500 K, 9300 K and user defined)
- Full on digital input with loop-through
- 2 multi-standard analog composite inputs
- Adaptive comb (composite input)
- Closed captioning support (also on digital input)
- Standard broadcast features such as P, G and B on / off, user cross, monochrome etc
- Simple and user friendly control
- Optional 16:9 bezel
- VESA mountable

Further information: www.bornolab.com/products/adv_m_20.htm
Service Email: adv_m_20@bornolab.com



Vectorscopes/Waveform Monitors

1720 Series • 1730 Series



1720 Vectorscope - Vector and Stereo Audio Dual display mode.

> [Features](#)

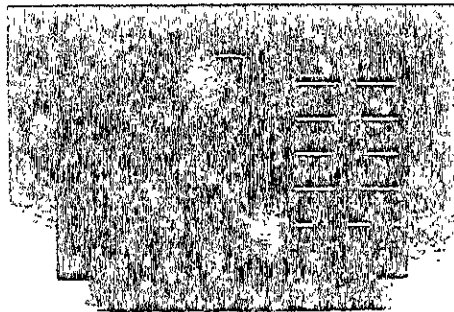
[Specs](#)

[Ordering Information](#)

[Pricing Information](#)

[Request a Quote](#)

1730 Waveform Monitor - Simultaneous Channel A and B display.



FEATURES AND BENEFITS

- Performance and Economy
- Full Frame Line Select
- Simultaneous Channel A and B Display
- Dual Filter Display
- One-button Front Panel Remote
- RGB/RGB Display Capability
- 1730 Series Displays D-2 Servo Waveforms
- Parallax-free Internal Graticules
- Differential Phase and Gain Measurement
- Stereo Audio Phase Measurement
- Vector Center Dot Clamping
- Remote Control Capability
- Available in NTSC and PAL Standards as well as

GENERAL ORGANIZATION

• Acoustic introduction system	
• Initial speed	0 to 40 km/h (0 to 25 mph)
• Acceleration	0 to 40 km/h (0 to 25 mph) in 10 s
• Storage	10 to 15 km/h (6 to 9 mph)
• Fuel tank	12.5 l (3.3 gal) (standard)
• Power output	100 W (136 hp)
• Power consumption	Typ. 25 W
• Power factor	> 0.95
• Efficiency	25.5 km/h (15.8 mph)
• Maximum RPM at 100 W	4500 ± 50 (4500 nominal / 4500 max)
	± 0.5% rms
	at 100 W (136 hp)
	(standard / max) (at 100 W)

STANDARD MOTOR OPERATIONS

• Output power	
• Maximum	100 W (136 hp)
• Minimum	25 W
• Average	Typ. 25 W
• Efficiency	> 0.95
• Power factor	> 0.95

• Generalized input	
• Number of inputs	
• Level	100 ± 0.1 dB
• Channels	1 (100 ± 0.1 dB) / 1 (100 ± 0.1 dB)
• COM1	Standard
	Level for 100 W (136 hp)
• Loop-through	Yes
• Type	Loop-through
• Transmission (T/R)	None
• External sync	No
• Connector	BNC

• VDC (L-AMP) video input	
• V	0.1 Vpp at 1.0 MHz
• C	0.1 Vpp at 1.0 MHz
• Connector	BNC

DISPLAY PERFORMANCE

• Line-of-sight	
• Line-of-sight error	± 0.1% of screen height
• Geometry error	± 0.1% of screen height
• Aspect ratio	Standard between 4:3 and 16:9
• Contrast	100:1

• THD specifications	
• Frequency response	100 Hz to 100 kHz at 0 dB

• THD specifications	
• Power	100 W
• Voltage	100 V

• Color temperature calibration	
• Factory setpoint	6500 K, 6500 K, 6500 K
• User defined	

The 100 W output signal is based on Composite S-video Calibration (S-video) instead of (no cut-off) as used on the part of the 100 W signal and is based on a 100 W output.

• Operating modes	
• 100 W mode / 100 W	
• 100 W mode / 100 W	

ACQUISITION

• Channel location	Yes
• Power output	100 W

CONNECTIONS

• Power (100 W) / 100 W	
• Power	Operation with 100 W
• Power	Operation with 100 W
• Power	Operation with 100 W
• Power	Operation with 100 W
• Power	Operation with 100 W
• Power	Operation with 100 W
• Power	Operation with 100 W
• Power	Operation with 100 W
• Power	Operation with 100 W

Technical specifications are subject to change. Latest update April 2008.

Further information from www.barco.com or info@barco.com

www.barco.com



frame can be selected and displayed or the same line (s) in both fields can be viewed at one time. An intensified zone in the two-field sweep and on the picture monitor output signal indicates the location of the line selection. In addition, any successive 15 lines can be overlaid for camera and VTR adjustments.

Simultaneous Channel A and B Display

These instruments have microprocessor front panel control. They are operator-friendly and provide outstanding features in half-rock waveform monitors or vectorscopes. Both the 1730 Series Waveform Monitor and the 1720 Series Vectorscope have dual channel display capability, allowing both input channels to be displayed on the CRT simultaneously.

Dual Filter Display

The 1730 (NTSC) and the 1731 (PAL) Waveform Monitor include dual filter display, which provides low pass and flat information in the same display. The 2-Field and 2-Line Display Modes have the Low Pass Filter applied to the left half of the trace. In the 1-Line Mode, the two signals are overlaid. These filter modes can also be used independently. Both versions of the 1730 Series have chroma filters centered around the subcarrier frequency.

One-button Front Panel Recall

Once the front panel has been set up in a frequently used mode, the configuration can be stored for later one-button recall. In addition, when the 1720 is used in tandem with the 1730, it will respond to this Store/Recall operation. Up to four operator-selected front panel configurations can be stored from the front panel. Four other front panel configurations are factory-programmed settings and are accessible from the Remote Control Interface.

1730 NTSC Dual Filter
Display

Dual Standard

- White Phosphor Available
- SCH Monitoring Available with 1720 SCH Series Vectorscopes
- Composite Serial and Parallel Monitoring Is Available with 1730 D Series

APPLICATIONS

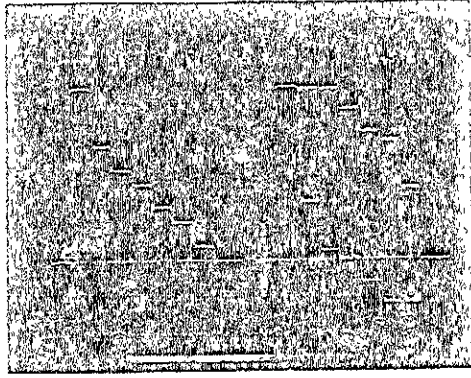
- Cost-effective Signal Monitoring in Camera Control Consoles and Video Transmission Applications

The Tektronix 1720 Series Waveform Monitors and 1730 Series Vectorscopes provide comprehensive television signal monitoring for both NTSC and PAL applications. These versatile instruments are light weight, half-rack width and have bright CRTs for video signal monitoring. Both instruments exceed normal monitoring capabilities, and their unique features make them even more powerful when operated in tandem. Each monitor has its own advanced feature set and the proven 1730 Series family performance to provide more monitor for the money. These monitors do the job faster, better and easier at an economical price.

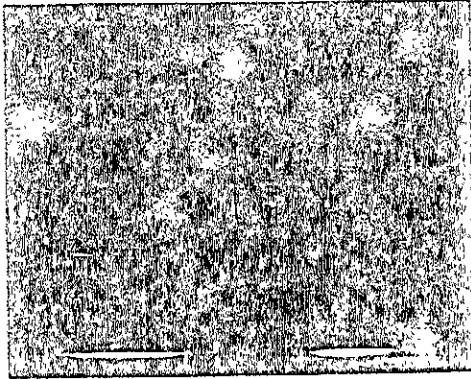
The 1720 Series and 1730 Series families cover a wide variety of video testing needs. For typical composite monitoring in the NTSC and PAL realm, the 1720 Series and 1730 Series more than handle the job. If there is a need for Dual Standard testing (PAL and NTSC), the 1735 Waveform Monitor and 1725 Vectorscope can be used. For SCH capability, the 1720 SCH Series of vectorscopes are an economical solution. Digital testing of both Composite Parallel and Composite Serial can be accomplished with the 1730 D Series of Digital Waveform Monitors. Whatever the individual video testing application, the 1720 and 1730 Series family provide an easy to use economical solution.

Complete Line Select

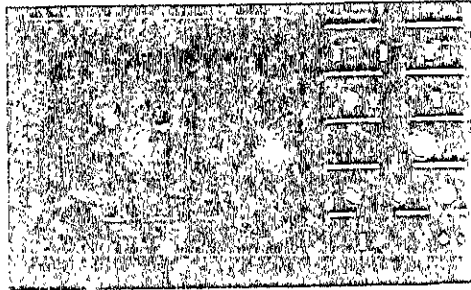
The 1730 Series Waveform Monitor has full frame line select, with alphanumeric readout, that can be tracked by the 1720 Series Vectorscope when in Auxiliary mode. Any one or two lines of the entire



Line Select Test Signal
display.

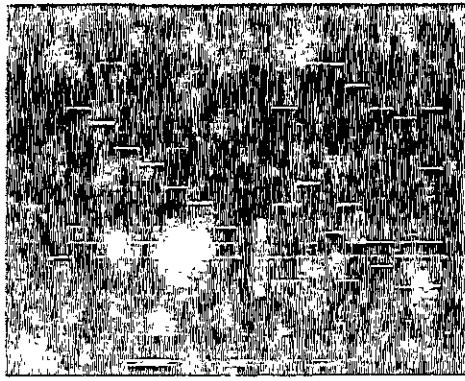


1720 NTSC Vector
display.



Differential Phase and Gain Measurements

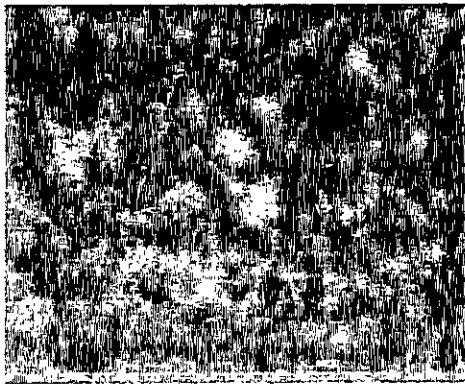
The 1720 Series Vectorscope grid has scales for measuring Differential Phase and Gain. The Differential Phase scale has markings at 2° intervals. The Differential Gain scale has markings at 5% intervals. For even greater precision, the 1720 and 1730 Series can be coupled for differential phase measurements using the field or line sweep on C1, 1730 Slave Waveform Monitor. The Waveform



1720 Stereo Audio
display with phase error.



1721 PAL Vector display.



1722 PAL Dual Filter
display.

Remote Control

Internal front panel presets, RGB/YRGB enable, along with front panel recall/status can be accessed through the waveform monitor remote connector.

Available in NTSC, PAL and Dual Standard

Both the 1730 Series and the 1720 Series are available in either NTSC or PAL versions. The 1721 Vectorscope and the 1731 Waveform Monitor are the PAL versions. The 1730D monitors digital and analog NTSC signals. The 1735 Waveform Monitor and 1725 Vectorscope provide PAL/NTSC Dual Standard Monitoring. PAL-M and PAL-N instruments are available as a modified product.

[Top of Page](#)

[Features](#)
[Specs](#)

[Ordering Information](#)

[Pricing Information](#)

[Request a Quote](#)



Tektronix Measurement products are manufactured in ISO registered facilities.



25V4-10867-3p105, 04/1996, 09/01/1999

[Have an Account Manager contact me](#)



[Email this page](#)



[URL for Favorites](#)



[Printable page](#)

[Tektronix Site](#)

[Home](#) | [Products](#) | [Support](#) | [Services](#) | [Search](#)

[© Copyright Tektronix, Inc.](#) | [Contact Us](#) | [Privacy Statement](#)

Monitor Chroma filter can be used for differential gain measurements.

Stereo Audio Phase Measurements

Balanced inputs for the X-Y mode are available on the 1720 Series Vectorscope through a separate input connector. This mode is particularly useful for evaluation of stereo audio with a special X-Y graticule scale for both amplitude and phase measurements. X-Y measurements can be displayed individually or in combination with a vector display. This input can also be used for other applications where X-Y monitoring is useful.

Prior Display of Relative and Absolute SCB Phase (1721 SCB Series Only)

The absolute and relative SCB polar displays makes the 1720 SCB series ideal for the editing suite. In the two dot absolute SCB mode, the 1720 SCB series accurately display the subcarrier to horizontal phase relationship of the input signal. In the one dot relative mode, the SCB relationship is measured against an external reference signal. This makes matched frame editing sequences easy to verify.

RGB-YRGE

The Waveform Monitor can display RGB or YRGE. The RGB/YRGE staircase input is through a rear panel connector.

Vector Center Dot Clamping

The 1720 Series Vectorscopes employ center dot clamping in Vector mode for easy detection of residue, sub-carrier on the signal. In addition, with signal present, the center dot automatically dims prolonging the CRT life.

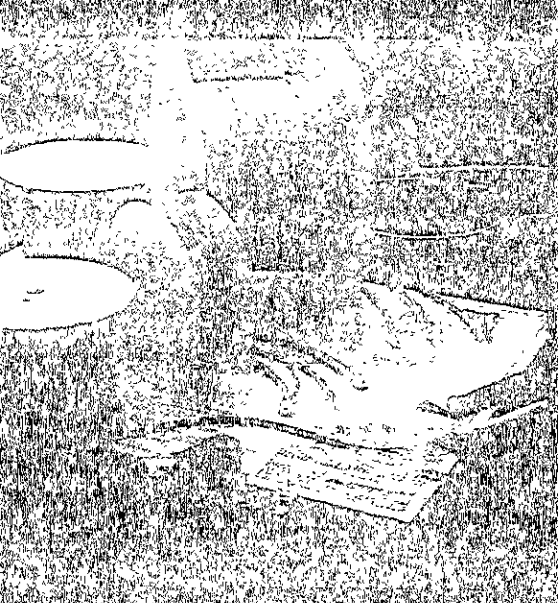
Parallax-free Internal Graticules

Both instruments utilize post-accelerated, mesh-type CRTs equipped with internal graticules to provide parallax-free displays. Variable, evenly-illuminated scales, along with molded bezels, make waveform photography a snap.



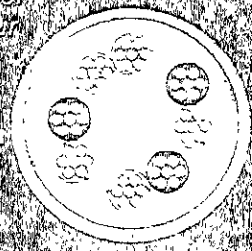
VIDEO & NETWORKING
PRODUCT CATALOG 1999

Tektronix



- Custom Cable Assemblies
- Molded Interconnects
- Wire & Cable Extrusions
- Modular Plug Interface Cables
- Fiber Optic Patch Cords
- Telecom/Data Cables
- UL listed and CSA certified

Assemblies for Telecom/Data/OEM Applications since 1964. We are a vertically integrated company, responsible for all phases of manufacturing including wire drawing, insul-fabrication, extrusion, molding and production of custom cable assemblies made to OEM specifications in our ISO 9002/CS 9000 facility in Monterrey, Mexico.



TEL: (800) 257-4542
TEL: (401) 769-1600
TEL: (401) 762-1491
WWW: awcusa.com
EMAIL: awc@awcusa.com

AWC International S.A. de C.V. Mexico
TEL: (011) 52 (8) 35-7672
TEL: (011) 52 (8) 351-1781
EMAIL: awc@awcusa.com



ADIRONDACK WIRE & CABLE

AWC USA

Distribution Amplifiers

Reference Charts

DISTRIBUTION AMPLIFIER SELECTION TABLES

DISTRIBUTION AMPLIFIERS

Model	# of Outputs	Frame	Auto EQ Response (dB)	Locking	Aspect Ratio Conversion
6	1	100	100		
6	1	100	100	Y	
4	2	100	100	Y	Y

DISTRIBUTION AMPLIFIERS

# of Outputs	Frame	Locking	Passive Lowthrough	Data Rate (Mbps)	Data Rate Selection	Number Monitoring
8	2500			144/177/270/360	Auto	
8	2500	X		144/177/270/360	Auto	
6	2500	X		270	Auto	X
8/4	2500	X		144/177/270/360	Auto	

LOC VIDEO DISTRIBUTION AMPLIFIERS

# of Outputs	Frame	Equalization	Equalization Length (in)	Locking	Selectable Delay
3	8500				
8	8500				
8	8500	X	3, 150 or 300		
6	8500	X	D = 300 ± 1 in	X	
6	8500	X	0, 150 or 300		X
5	8500	X	1, 150 or 300	X	

LOC DISTRIBUTION AMPLIFIERS

Signal Type	# of Outputs	Frame	Color Control	Remote Control
AES/EBU	6	8500	Auto	
Monaural	6	8550	Auto	
Monaural	6	8550	Auto	Yes
Stereo	2	8560	Auto	

OPERATION MATRIX FOR 8500/8500 SERIES DAS

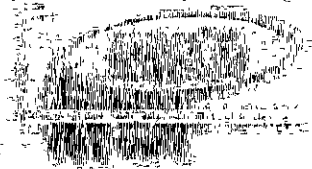
Type	8502	8500	8504	8500
8281/8628/PS1/T	X	X	X	X
1694A	X	X		
1505A/1506A	X			X
830den 9259	X	X	X	X
830den 8230	X			X
L-502VS	X			X
0637	X	X	X	X
0627	X	X	X	X
loc	X	X		X

For more information, contact your nearest distributor or write to the back of this catalog or to the manufacturer.



For more information, contact your nearest distributor or write to the back of this catalog or to the manufacturer.

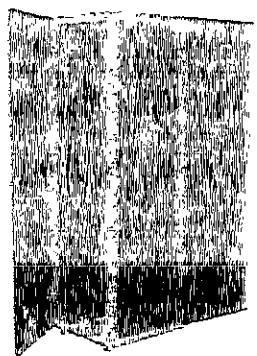
DISTRIBUTION AMPLIFIERS



FICHA TÉCNICA

GABINETE STD. PARA TELECOMUNICACIONES

OPTIMO



UNIDADES RACKS 6 U.

2 CUBIERTOS VENTILADOS 120 VAC - 50 Hz
4 BARRAS CONTACTOS DOBLES POLARIZADOS
4 TORNILLOS NIVELADORES

4 CREAMALLERAS PARA MONTAJE ROSCADAS
1 PUERTA POSTERIOR VENTILADA ABATIBLE

PESO DEL GABINETE: 65 KG.

CAPACIDAD DE CARGA: 200 KG.

ESPECIFICACION DE COLORES PERMISIVAS PARA EQUIPO DE COMPUTADORA, NEGRO.



GABINETE EQUIPADO: 1 PUERTA FRONTAL INASTILLABLE COLOR RUMBO
2 PANELES LATERALES DESMONTABLES
2 EXTRACTORES DE AIRE 120 VAC
4 BARRAS CONTACTOS DOBLES POLARIZADOS
4 TORNILLOS NIVELADORES
4 CREAMALLERAS PARA MONTAJE ROSCADAS
1 PUERTA POSTERIOR VENTILADA ABATIBLE



ACCESORIOS OPCIONALES: 2 EXTRACTORES DE AIRE DE 120 VAC
1 KIT DE ILUMINACION
4 RODILLOS GUARDANTES
4 CREAMALLERAS PARA MONTAJE DE EQUIPO
KIT DE TERRAFISICA

ACCESORIOS OPCIONALES: 2 EXTRACTORES DE AIRE DE 120 VAC
1 KIT DE ILUMINACION
4 RODILLOS GUARDANTES
4 CREAMALLERAS PARA MONTAJE DE EQUIPO
KIT DE TERRAFISICA

NUMERO DE PARTE: OPT 000

NORTH GARANTIZA Y CERTIFICA SUS RACKS Y GABINETES QUE CUMPLEN CON LAS NORMAS INTERNACIONALES (EMTA UNIVERSAL HOLE PATTERN) TANTO EN SUS MEDIDAS COMO EN SU CAPACIDAD DE SOPORTE Y LO GARANTIZA POR 2 AÑOS CONTRA DEFECTOS DE FABRICACION Y SUS PARTES, TANTO EN CORROSION Y FUNCIONAMIENTO.

NORTH SIETEFAS
TECNOLOGIAS, S.A. DE C.V.
Carretera Compuactivos y Fibra
Cajoncillos 286
Paseo Industrial 2800 2da. Etapa
San Jose del Valle, Mexico 04700

TELEFONO: 011-055-262-262-262-262-262
FAX: 011-055-262-262-262-262-262
WWW.NORTHTECH.COM



Plaza Reforma Sur 6605 66041
CALLE LAS AMÉRICAS 14000 045
CERESOS DEL ESTE 06018-0676 06037
Banco de México 06000 06000

FICHA TÉCNICA

RACK ABIERTO DE ALUMINIO (19'')



UNIDADES RACK: 42 U.R.

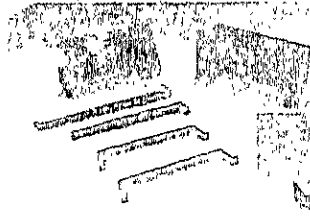
DIMENSIONES EXTERNAS: ANCHO - 51.5 CM (20.28")
ALTO - 213.5 CM (84")
PROF. - 38 CM (15")

MATERIALES UTILIZADOS: ALUMINIO EXTRUIDO
(ALEACIÓN Y TEMPLE 6061/T5)

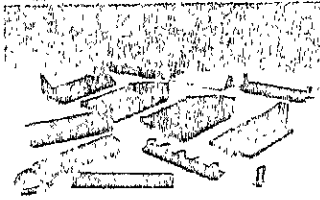
CAPACIDAD DE CARGA: 200 KG. (DESARCO)
50 KG. (LIGEROS)

ESPECIFICACION DE COLORES: ALUMINIO ANODIZADO NATURAL
MATE Y PINTURA ELECTROSTÁTICA COLOR NEGRO.

CARACTERÍSTICAS GENERALES: EL RACK ABIERTO POSEE GRAN
CAPACIDAD DE MONTAJE, HASTA 42 U.R. CADA UNA DE 1.75" (4.4 CM.)
LAS PERFORACIONES ROSCADAS PARA LA SUJECIÓN DE EQUIPO SON 12-24.



ACCESORIOS OPCIONALES
SOLICITAR INFORMACION



LAS PERFORACIONES PARA EL ANCLAJE SON DE 5/8" PARA FIJARSE CON ESPANSOR PARA TORNILLO DE 1/2"

NUMERO DE PARTE: NORTH 001

NORTH GARANTIZA Y CERTIFICA SUS RACKS Y GABINETES QUE CUMPLEN CON LAS NORMAS INTERNACIONALES (EIA, T4 UNIVERSAL HOLE PATTERN) TANTO EN SUS MEDIDAS COMO EN SU CAPACIDAD DE SOPORTE Y LO GARANTIZA POR 2 (DOS) AÑOS CONTRA DEFECTOS DE FABRICACION Y SUS PARTES TANTO EN CORROSIÓN Y FUNCIONAMIENTO

NORTH SISTEMAS
TECNOLOGIAS, S.A. DE C.V.
CALLE DE LAS AMÉRICAS 14000
CERESOS DEL ESTE 06018-0676 06037

TEL: 011 52 55 5612 0000 FAX: 011 52 55 5612 0000
CALLE LAS AMÉRICAS 14000 045 CERESOS DEL ESTE 06018-0676 06037

75 ohm Video Cables

75-ohm Type

See Connector Cross Reference Guide on Pages 55-63 for Connector Recommendation

Cable Type	Part No.	Length (ft)	Length (m)	Diameter (in)	Diameter (mm)	Shielding	Impedance (ohms)	Attenuation (dB/100ft)	Frequency (MHz)				Attenuation (dB)			
									75	68%	20.5	67.2	1	3	10	
Special Application CATV Cable	0215	500	152.4	33.1	21 (solid)	Polyethylene	282	6.43	2 bare copper braids 97% shield coverage 1.1Ω/ft 3.6Ω/km	75	68%	20.5	67.2	1	.4	1.0
		1000	304.8	73.5	.028 bare copper covered steel 32.0Ω/ft 105.0Ω/km									10	.8	2.0
Special Application CATV Cable	0208	U-500	U-152.4	28.6	18 (solid)	Foam Polyethylene	288	7.32	2 bare copper braids 88% shield coverage 2.6Ω/ft 8.6Ω/km	75	78%	17.3	56.7	1	.2	.5
		500	152.4	29.4	.037 bare copper 7.5Ω/ft 24.6Ω/km									10	.7	2.0
Special Application CATV Cable	0208	1000	304.8	60.2										100	2.5	6.0
		2000	609.6	117.0										200	3.6	11.0
Special Application CATV Cable	0248	U-500	U-152.4	18.1	18 (solid)	Gas Injected ¹	270	6.86	Duroflex [®] +61% braided copper braid 100% shield coverage 5.6Ω/ft 17.4Ω/km	75	82%	16.2	53.1	1	.3	1.0
		500	152.4	18.1	.040 bare copper 6.4Ω/ft 21.0Ω/km									10	.7	2.0
Special Application CATV Cable	0248	1000	304.8	38.2										100	2.0	6.0
		1640	500	60.9	21.0Ω/km	.180	4.57							200	2.8	9.0
Special Application CATV Cable	0248	3280	1000	117.6										400	4.0	13.0
														700	5.3	17.0
Special Application CATV Cable	0248													900	8.3	27.0
														1000	8.8	28.0
Non-conduct Plenum	0240	500 ²	152.4	18.9	18 (solid)	Foam FEP	226	5.74	Duroflex [®] +63% braided copper braid 100% shield coverage 5.1Ω/ft 16.7Ω/km	75	82%	16.5	54.1	1	.30	1.0
		1000 ²	304.8	37.7	.040 bare copper 6.4Ω/ft 21.0Ω/km									10	.66	2.0
Non-conduct Plenum	0240	2000 ²	609.6	71.7										100	1.50	4.5
														200	3.10	10.0
Non-conduct Plenum	0240													400	4.50	14.0
														700	6.00	19.0
Non-conduct Plenum	0240													900	6.80	22.0
														1000	7.30	23.0
Special Application CATV Cable	0240	U-1000 ²	U-304.8	33.5	18 (solid)	Foam FEP	226	5.74	Duroflex [®] +63% braided copper braid 100% shield coverage 5.1Ω/ft 16.7Ω/km	75	82%	16.5	54.1	1	.30	1.0
		1000 ²	304.8	34.8	.040 bare copper 6.4Ω/ft 21.0Ω/km									10	.66	2.0
Special Application CATV Cable	0240													50	1.50	4.5
														100	3.10	10.0
Special Application CATV Cable	0240													200	3.10	10.0
														400	4.50	14.0
Special Application CATV Cable	0240													700	6.00	19.0
														900	6.80	22.0
Special Application CATV Cable	0240													1000	7.30	23.0
Special Application CATV Cable	0114	U-500 ²	U-152.4	14.8	18 (solid)	Gas Injected ¹	270	6.86	Duroflex [®] II +40% aluminum braid 100% shield coverage 24.7Ω/ft 81.0Ω/km	75	82%	116.2	53.1	1	.5	1.0
		Black	Black	28.1	.040 bare copper covered steel 27.0Ω/ft 86.6Ω/km									10	.9	2.0
Special Application CATV Cable	0114	1000 ²	304.8	30.8										50	1.5	4.0
														100	2.0	6.0
Special Application CATV Cable	0114													200	2.8	9.0
														400	4.0	13.0
Special Application CATV Cable	0114													700	5.3	17.0
														900	6.1	20.0
Special Application CATV Cable	0114													1000	6.5	21.0

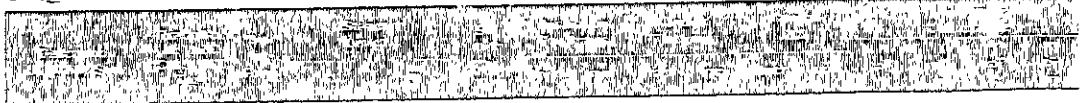
¹ Cat 100 is the only wire in this cable custom woven by Belden. All other components are standard. Cross Reference Guide, Section 1.1.1. See also Section 1.1.2 for other types of wire.

² Solid and Shielded Twisted Pair cables are available in lengths that vary from 100 feet to 1000 feet and also for lengths from 100 feet to 1000 feet. For more information, contact your local Belden distributor.

³ Cat 100 is the only wire in this cable custom woven by Belden. All other components are standard. Cross Reference Guide, Section 1.1.1. See also Section 1.1.2 for other types of wire.

Single and Double Pair Audio Cables

Single and Double Pair Audio Cables



22 Gauge Solid Conductors

	2-Pole C22C	100% Shield Coverage 30V/90°C	U-182A	6.5	.307	.108	.078	.42	.118	.333	.41	.131	.75	.245
			U-182B	6.5	.307	.108	.078	.42	.118	.333	.41	.131	.75	.245

Product Description: Tinned copper, polypropylene insulated, twisted pair. Braid of aluminum-polyester shield. 22 AWG stranded tinned copper wire. PVC jacket. Color code: Black/Red.

22 Gauge Stranded Conductors (100%)

	2-Pole C22S	100% Shield Coverage	U-182A	7.7	.308	.20	.082	.51	.138	.365	.34	.111	.51	.220
			U-182B	7.7	.308	.20	.082	.51	.138	.365	.34	.111	.51	.220

Product Description: Tinned copper, polypropylene insulated, twisted pair. Braid of aluminum-polyester shield. 22 AWG stranded tinned copper wire. PVC jacket. Color code: Black/Red.

	2-Pole C22T	100% Shield Coverage	U-182A	7.0	.308	.20	.082	.51	.138	.365	.34	.111	.51	.220
			U-182B	7.0	.308	.20	.082	.51	.138	.365	.34	.111	.51	.220

Product Description: Tinned copper, polypropylene insulated, twisted pair. Braid of aluminum-polyester shield. 22 AWG stranded tinned copper wire. PVC jacket. Color code: Black/Red.

	2-Pole C22V	100% Shield Coverage 30V/90°C	U-182A	15.7	.310	.28	.122	.51	.145	0.65	.31	.86	.51	.175
			U-182B	15.7	.310	.28	.122	.51	.145	0.65	.31	.86	.51	.175

Product Description: Tinned copper, polypropylene insulated, twisted pair. Braid of aluminum-polyester shield. 22 AWG stranded tinned copper wire. PVC jacket. Color code: Black/Red.

	2-Pole C22W	100% Shield Coverage 30V/90°C	U-182A	18.0	.310	.28	.122	.51	.142	0.61	.53	.174	.51	.215
			U-182B	18.0	.310	.28	.122	.51	.142	0.61	.53	.174	.51	.215

Product Description: Tinned copper, PVC insulated, twisted pair. Braid of aluminum-polyester shield. 22 AWG stranded tinned copper wire. PVC jacket. Color code: Black/Red.

	2-Pole C22X	100% Shield Coverage 30V/90°C	U-182A	16.0	.316	.41	.125	.64	.175	0.45	.24	.75	.47	.154
			U-182B	16.0	.316	.41	.125	.64	.175	0.45	.24	.75	.47	.154

Product Description: Tinned copper, polypropylene insulated, twisted pair. Braid of aluminum-polyester shield. 22 AWG stranded tinned copper wire. PVC jacket. Color code: Black/Red.

	2-Pole C22Y	100% Shield Coverage Non-terminated Plenum	U-182A	10.0	.308	.15	.075	.35	.115	0.0	.35	.115	.51	.220
			U-182B	10.0	.308	.15	.075	.35	.115	0.0	.35	.115	.51	.220

Product Description: Tinned copper, PEP insulated, twisted pair. Braid of aluminum-polyester shield. 22 AWG stranded tinned copper wire. PVC jacket. Color code: Black/Red.

	2-Pole C22Z	100% Shield Coverage Non-terminated Plenum	U-182A	21.0	.305	.15	.075	.35	.115	0.0	.35	.115	.51	.220
			U-182B	21.0	.305	.15	.075	.35	.115	0.0	.35	.115	.51	.220

Product Description: Tinned copper, PEP insulated, twisted pair. Braid of aluminum-polyester shield. 22 AWG stranded tinned copper wire. PVC jacket. Color code: Black/Red.

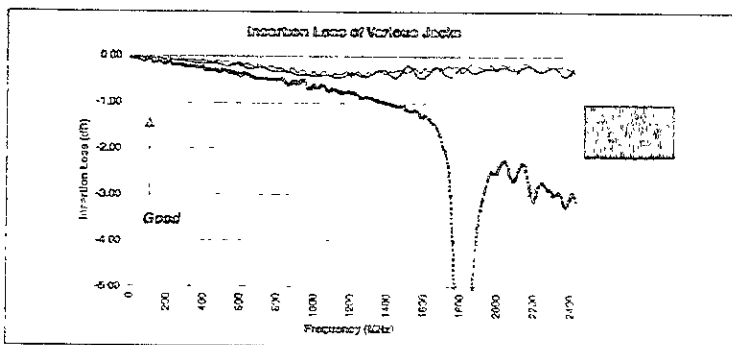
* Capacitance between conductors
 ** Capacitance between one conductor and other conductors connected to shield
 † Spools and/or Un-Reel quantities are one piece, but length may vary ±3% (not length shown)

Video Jacks

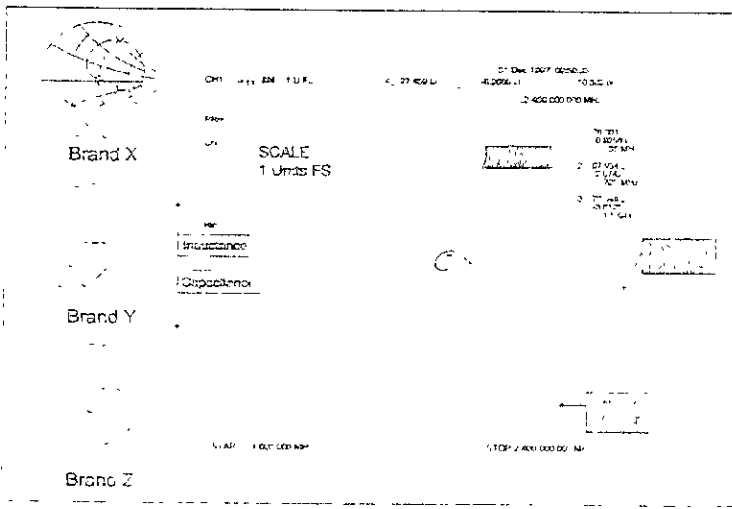
At ADC we're prepared to migrate your system seamlessly from analog and serial digital video to the astonishing technology of HDTV. Innovating the only solutions to pass SMPTE's 292M specification for fully uncompressed HDTV, ADC will meet your needs today while building you a bridge to tomorrow. The new Superjack family of BNC self-normalizing video jacks features performance matched for data rates up to and including HDTV in the full uncompressed 1.485 Gbit/sec rate. The standard size SVJ combines the unique features of 2.4 GHz bandwidth, sealed switch, and an industry exclusive 75 Ω impedance in the patched state when used with ADC's ST series high definition patch cords. The ultra compact MVJ-3 miniature Superjack combines the unique features of 3.0+ GHz bandwidth, sealed switch and "true" 75 Ω impedance in either the normalised through or patched states.

Both Superjacks are designed for use in high data rate applications including HDTV, L and S band satellite, D1 digital video and all lower data rate video transmissions including analog base band video. No other video jacks combine the ultra wide bandwidth, RFI shielding, sealed switches and 75 Ω performance of the ADC Superjacks.

Insertion loss for ADC's Superjacks stays less than .5 dB to 2.4 GHz.

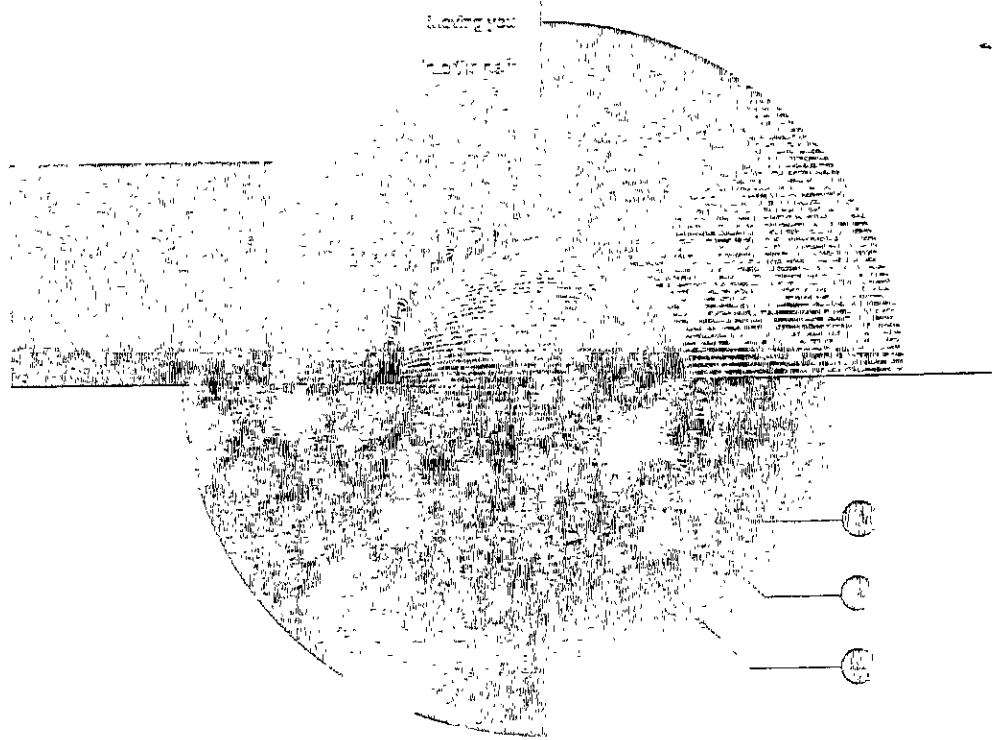
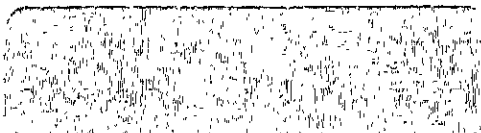


ADC's Superjacks maintain 75 Ω impedance throughout the band. Competitive jacks spiral out of control.



Broadcast and Entertainment Products

Start Edition



Telecommunications

Video Products

Video Jacks Standard Size Super Video Jacks



The new SVJ-2 standard size to BNC self-normalizing Super Video Jack family features performance matched for data rates up to and including HDTV in the full uncompressed 1.485 Gbits/sec rate. The SVJ-2 combines the unique features of:

- 2.4 GHz bandwidth
- Sealed switch
- 75 ohm performance
- RFI shielding
- 2x25 or 2x24 mounting in one or two rack spaces
- Unique captive mounting screws

The SVJ-2 family is designed for use in high data rate applications including the HDTV specification, L and lower S Band satellite, D1 digital video and all lower data rate video transmission methods. For more detailed information on ADC's SVJ-2 Super Video Jacks, see catalog #939.

Standard Size Video Jacks



SJ2000

For applications in analog and serial digital video at 270 Mbits/sec, ADC's improved SJ2000 is a logical choice. Long the standard of the industry, the SJ2000 has been redesigned for improved reliability and reduced cost for systems that do not require the advanced performance of ADC's Superjacks.

Standard Size Straight Through Video Jacks



CJ2011N

For applications requiring independent ground such as tie line panels, the straight-through CJ2011N is a logical choice. The CJ2011N mounts on standard .625 centers and has a rated bandwidth up to 2 GHz for analog and HDTV video applications.

See ordering information on page 13.

For video specifications see on pages 31-35.

Video Products

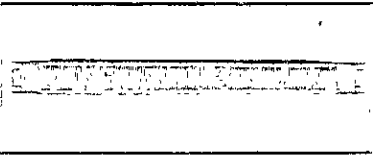
Pro Patch™ Video Panels

The Professional Video (PV) family of products incorporates the ultimate in cable management of video signals. PV video panels feature a steel chassis with insulated face plate, top cover, side brackets, and cable tray that provides superior cable support and strain relief, as well as maximum jack protection. The PV series also comes equipped with vertical designation strips for additional labeling space.

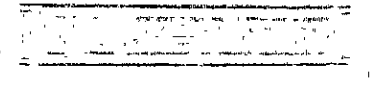
Each AOC Pro Patch Video Panel (PP) features a solid, molded and drilled aluminum faceplate with a molded ABS insulator backing plate for the jacks. Unlike all phenolic panels, the solid aluminum panel prevents the rack mounting ears from breaking off during handling or while used in mobile applications.

Standard size PV and PPI panels are available with several face options including the SV-2 Super Jack rated to 24 GHz, the SV2000 rated to 750 MHz and the SV3000 straight through single rated to 2 GHz. Panel configurations are available in 2x24, 2x36, 3x26 and one, two and three rack space options.

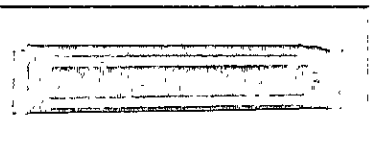
For midsize jacks, the midsize Pro Patch™ video panels feature rigid welded steel rack mount chassis with a molded ABS jack panel insert. A special adjustable rear cable support bar is provided with holes for tie-wraps to keep normal cables in place. Unlike all phenolic panels, the welded panel construction prevents rack mounting ears from breaking off during handling or while used in mobile applications. Standard panel configurations are available in 2x36 and one and two rack options. Custom panels are also available. Please contact AOC for more information.



PPI224RS-SW



PPI2226RS-SW



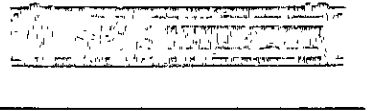
PPI2243-SW



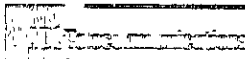
PPI2206-SW



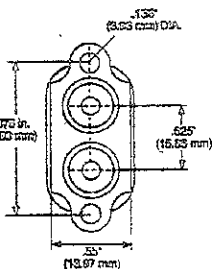
PPI232RS-1/2-BK



PPI2232RS-1/2



1000 Jacks
for Mating Coaxial
Jacks
12000



ELECTRICAL

Insertion Loss: 0.4 dB dc to 200 MHz
 Characteristic Impedance: 75 Ω nominal
 Return Loss: Better than 15 dB 1 MHz to 500 MHz relative to 75 Ω for .090" (.23 cm) diameter center conductor
 Contact Resistance: .030 Ω maximum charge post environment
 Termination Resistor Values: 75 Ω commercial, 1/8 watt 5%

MECHANICAL

Mechanical Shock: Per MIL-STD-202, method 210, test condition 1
 Vibration: Per MIL-STD-202, method 201
 Insertion Force: 7 lbs. (3.17 kg) minimum
 Withdrawal Force: 1 lb. (0.452 kg) minimum
 Life: 10,000 insertion/withdrawal cycles (single part) minimum

ENVIRONMENTAL

Thermal Limits:
 Operating: -40°C to +65°C operating
 Non-operating: -55°C to +85°C non-operating
 Thermal Shock: Per MIL-STD-202, method 107
 Humidity: 0% to 95% non-condensing, operating and non-operating
 Salt Spray: Per MIL-STD-202, method 101
 Moisture Resistance: Per MIL-STD-202, method 106

MATERIAL

Outer Shell, Jack Bodies and Rear Connectors: Zinc die-casting with electro-deposit 0.025 ohm maximum for contacts only; 0.150 ohm for connector and associated cables. 0.0001 gold plating per MIL-G-45204 or electro-deposited nickel plating per QQ-N-290
 Center Connectors: .090" (.23 cm): Beryllium copper per QQ-C-533 with electro-deposited gold plating per MIL-G-45204 on contact areas only
 Insulators: Unreinforced polyetherimide resin rated UL 94V-0 for flammability
 Springs: Beryllium copper per QQ-C-533 with electro-deposited gold plating per MIL-G-45204

INTERFACE DIMENSIONS

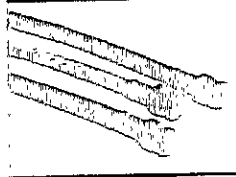
Standard Size: Outside diameter of mating plugs must be .375" (.95 cm) with pin diameter of .090" (.23 cm) or .070" (.18 cm)

MOUNTING INFORMATION

All jacks are supplied with (2) 6.32, round head, 5/16" Phillips head screws

ADC 75 ohm Connector Products

Straight ADC Plug Connectors



ADC's high performance EMC Connectors are designed to take your systems to EMI/RFI and beyond. Outstanding electrical performance to 8 GHz is achieved by unique design elements in the industry's true 75 ohm connector from end to end. Unlike so-called "precision 75 ohm connectors", ADC's connector limits a 50 ohm connector with a 75 ohm interface. From the start, ADC designed this EMC to be 75 ohms. Our precision milled insulation with locking gold plated center conductor ensure true 75 ohm characteristic impedance. Innovative features result in significant reduction of impedance mismatch, low reflection coefficient, and improved transmission reliability in digital applications. This translates to improved system performance and reduced bit errors, especially important for 200 mbps and higher rate digital video signals and much higher rate signals such as L-Mode Ethernet.

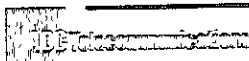
- Designed to exceed the rigorous demands of today's broadcast environments, including SMPTE 259, 274 and 292m standards.
- Outstanding electrical performance to 8 GHz
- True 75 ohm characteristic impedance
- Gold plated locking center conductor
- .025" crimp sleeve for greater pull-off force
- Tarnish resistant nickel plated body and hex nut
- 100% guided wiring
- Sizes for multiple cable types
- Compatibility with select competitive crimp tools and die sets

*In addition to the .042" square pin crimp, all connectors listed above are compatible with a .02 pin method of crimping or .042 Hex crimp.

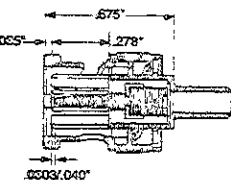
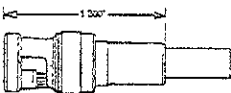
All ADC EMC connector plugs use the same crimp dimensions and crimp tools for the same cable type. See EMC Crimping Tool/Die Sets on page 24 for more information.

20 lb packaging in quantities of 100 is available. Package includes 100 connector bodies, 100 center pins and 100 crimp sleeves bagged separately for bulk packaging and shipped to the end of the catalog number. Example: EMC-35.

ADC Part Number	Cable Dimensions (Diameter)		Connector Crimp Dimension		Cable Type
	Outer Jacket	Center Conductor	Sleeve	Center Pin	
EMC-245	20 AWG/0.031"	255	.042	784, 8055, 1536A, 8100	
EMC-242	20 AWG/0.028"	255	.042	R352, 8229, 8278	
EMC-305	20 AWG/0.031"	324	.042	725, 8281, 8281, 8322*	
EMC-271	20 AWG/0.028"	324	.042	6-WED36 HED-2	
EMC-275	18 AWG/0.040"	275	.042	16944, 1694	
EMC-264	18 AWG/0.040"	255	.042	1695A	
EMC-265	20 AWG/0.028"	324	.042	8-WED39	
EMC-145	24 AWG/0.027"	175	.042	1635, 1655A	



Specifications BNC Connectors



ELECTRICAL

Characteristic Impedance:	75 Ω
Voltage Rating:	1000 Volts RMS
Insertion Loss:	< 0.6 dB 1 MHz to 1 GHz (measured with 1 meter of 728 cable)
Return Loss:	Better than 35 dB to 1 GHz; 50 dB to 2 GHz; 25 dB to 3 GHz
Contact Resistance:	.030 Ω maximum change post environmental
Insulation Resistance:	200 megohms minimum change

MECHANICAL

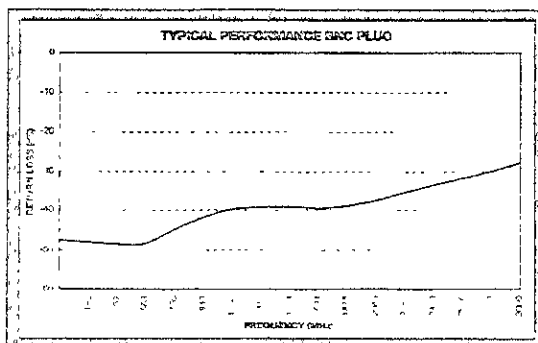
Mechanical Durability:	500 cycles minimum
Center Contact Retention:	6 lbs. minimum
Coupling Mechanism:	100 lbs. minimum
Cable Bend and Twist:	500 cycles minimum
Force to Engage/Disengage:	Torque 2.5 in/lb maximum; longitudinal force 3 lbs. maximum
Interface Dimension:	MIL-C-38012 except 75 Ω

ENVIRONMENTAL

Thermal Shock:	-40°C to 65°C operating; -55°C to 85°C non-operating
Moisture Resistance:	0 to 95%; MIL-STD-202 Method 106
Corrosion (Salt Spray):	MIL-STD-202 Method 101, Test Condition B
Flammability:	UL 94-V0 rated (center conductor insulator)
Vibration:	MIL-STD-202 Method 201
Solvent Resistance:	MIL-STD-202 Method 215

FINISH

Body/Bayonet:	Electroless nickel plate tarnish resistant
Center Conductor:	50 millionths inch gold plating MIL-G-45204 Type 1, Grade C, Class 1; requires .042" crimp station die



Audio Products

Pro Patch™ Mark IV Patchbays and Broadcast Jackfields

Pro Patch™ Mark IV patchbays and broadcast jackfields feature the new QCP IV punchdown system, drop down adjustable cable bars and white backplane making it easier to see circuits in dark racks. Each Pro Patch panel is loaded with the highest quality frame type jacks featuring ADC's "crossbar" self-cleaning jacks. All Pro Patch panels are powder coated for exceptional durability and come with standard horizontal and vertical designation strips.*

ADC's new line of audio patchbays and jackfields feature an extensive selection of jacks, panel sizes, normal options, and a variety of rear terminations. Broadcast jackfields are available with standard or custom umbilical cable lengths.

Panel options include:

- Standard analog cable
- Precision 110Ω digital audio cable

Jack Options:

- Standard Longframe jacks
- Space-saving Bantam jacks
- A stereo-spacing option places jacks in pairs along the panel.

Panel Sizes:

- Single rack space (1.75" x 4.45 cm)
- Two rack space (3.5" x 8.89 cm)
- Custom panel sizes available

Termination Options:

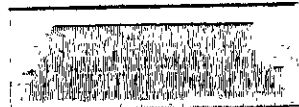
- Patented QCP and QCP IV split cylinder "punch down"
- EDAC/ELCO 90, 56, 33 and 2-pin
- Amphenol 50-pin
- "Header" connections
- "UP" panel with QCP IV, prewired umbilical (available broadcast jackfields only)
- Stub end cut to length

Normaling Options:

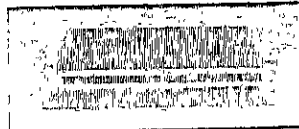
- No normals (requires looping plugs or patch cords)
- Normals strapped (fully normalled)
- Half-normalizer
- Normals brought out
- Sleeve normals brought out
- Bussed grounds

Ordering information follows on page 3.

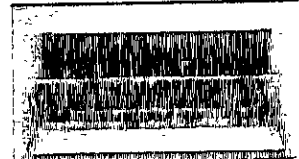
* New designation strip software available. See page 3* for more information.



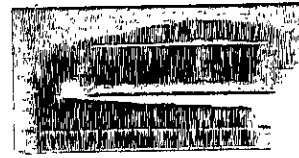
PPA1-14MKIVNS (front)



PPB3-14MKIVNS (front)



PPB3-14MKIVNS (rear)



BJP-03-4MKIV

Antenna Jacks
Single

ELECTRICAL

Contact Resistance:	.020Ω maximum (initial) .020Ω maximum (after life cycling) .10Ω maximum (after salt spray)
Insulation Resistance:	10,000 megohms minimum (initial) 1,000 megohms minimum (after moisture resistance test)
Dielectric Withstanding Voltage:	500V RMS
Contact Rating:	Maximum: 100 mA ± 120 Vdc; Minimum: -40 dBm

MECHANICAL

Mechanical Shock:	Per MIL-STD-202F, method 215B, test condition H
Vibration:	MIL-STD-1344, method 2005, test condition I
Insertion Force:	7 lbs. (3.17 kg) maximum
Withdrawal Force:	1.5 lbs. (.679 Kg) minimum
Life:	20,000 insertion/withdrawal cycles minimum

ENVIRONMENTAL

Temperature	
Operating:	-40°C to 65°C
Storage:	-55°C to 85°C
Thermal Shock:	Per MIL-STD-202F, method 107G, test condition A
Humidity	
Operating:	0% to 95% (no condensation)
Storage:	0% to 95% (no condensation)
Salt Spray:	Per MIL-STD-202F, method 101D
Moisture Resistance:	Per MIL-STD-202F, method 105E

MATERIALS

Frame:	Zinc die-cast zinc plated with chromate conversion plating
Insulators:	Unreinforced polyetherimide resin rated UL 94-V0 for flammability
Springs:	Nickel-Silver alloy
Contacts:	WECO No. 1 gold crossbar alloy welded to springs

Single Bantam
Three Conductor

