



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE  
HIDALGO**

---

**INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA  
ÁREA ACADÉMICA DE SISTEMAS COMPUTACIONALES  
INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES**

**DISEÑO DE UNA RED DE DISTRIBUCIÓN INALÁMBRICA  
DE SEÑALES DE TELEVISION PARA SUSCRIPTORES DEL  
VALLE DE TULANCINGO, HGO.**

**TESIS QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES**

**PRESENTAN:**

**BENJAMÍN MANUEL HERNÁNDEZ BRIONES  
JOVANY RAMÍREZ FERNÁNDEZ**

**DIRECTOR:**

**ING. MARIANO ARUMIR RIVAS**

## ***DEDICATORIA***

***A Dios, por darme la bendición de la vida, la salud, por darme la dicha de conocer seres maravillosos como lo son mis padres, gracias dios mío por la familia que elegiste para mí.***

***A mis Padres, por su amor, amistad, confianza, sus enseñanzas, sus consejos, su apoyo incondicional a lo largo de mi vida.***

***A mi familia por su amor, apoyo, por darme una vida llena de felicidad muchísimas gracias.***

*DEDICATORIAS:*

*A* Dios,

*A* mis padres y hermana,

*A* mis abuelos y familiares,

*A* mis maestros.

*Jovany Ramírez Fernández*





<b>ÍNDICE GENERAL</b>	<b>2</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>7</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	<b>11</b>
<b>RÉSUMEN</b>	<b>12</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>14</b>
<b>OBJETIVO</b>	<b>16</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>132</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>133</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>144</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>147</b>

**CAPÍTULO 1: LA TELEVISIÓN**

**1.1 Antecedentes de la Televisión** ..... 17

**1.1.1 Primeros Dispositivos** ..... 18

**1.1.2 Primeras Transmisiones Televisivas** ..... 21

**1.1.3 La Televisión a Color** ..... 22

**1.1.3.1 Forma de Transmisión** ..... 22

**1.1.3.2 Captación** ..... 24

**1.1.3.2.1 Tubo de Imagen y CCD** ..... 25

**1.1.4 La Televisión en México** ..... 27

**1.1.4.1 Los Canales de Televisión Actuales** ..... 28

**1.1.4.2 Satélites Mexicanos** ..... 30

**1.1.5 La Televisión en la Actualidad** ..... 31

**1.2 Sistema de Televisión de Acceso Restringido** ..... 31

**1.2.1 Evolución de este Sistema en México** ..... 32

**CAPÍTULO 2: CONCEPTOS BÁSICOS**

**2.1 Televisión, señal y parámetros** ..... 35

**2.1.1 Señales de Vídeo** ..... 36

**2.1.2 Señales de Audio** ..... 37

**2.2 El Espectro de Frecuencias** ..... 38

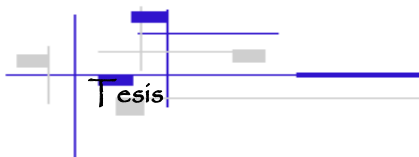
**2.2.1 Características de las Señales** ..... 39

**2.2.1.1 Polarización** ..... 40

**2.2.1.2 Longitud de Onda y Frecuencia** ..... 40



2.2.1.3	Amplitud	41
2.3	Digitalización de Señales de Televisión	41
2.3.1	Señales Analógicas y Digitales	42
2.4	Estándares	43
2.4.1	Características	44
2.4.2	DVB, Radiodifusión de Vídeo Digital	44
2.4.2.1	Características	45
2.4.3	PAL ( <i>Phase Alternation by Line</i> )	46
2.4.4	SECAM ( <i>Séquential Couleur Avec Mémoire</i> )	47
2.4.5	ATSC, Comité de Sistemas de Televisión Avanzada	48
2.4.5.1	Características	48
2.4.6	NTSC ( <i>Nacional Televisión System Committee</i> )	49
2.4.7	ISDB, Radiodifusores de Servicios Digitales Integrados	50
2.5	Sistemas de Televisión	50
2.5.1	Componentes	53
2.5.1.1	Transmisor	54
2.5.1.2	Red Troncal	54
2.5.1.2.1	Red de Distribución	55
2.5.1.3	Medios de transmisión	55
2.5.1.3.1	Medios Guiados	55
2.5.1.3.2	Medios no Guiados	56
2.5.1.4	Equipo Terminal (Modulo Decodificador)	57
2.6	Métodos de Transmisión	59



2.6.1 Sistemas Simultáneos ..... 59

2.6.2 Sistemas Secuenciales ..... 59

2.7 Redes de Telecomunicaciones ..... 60

2.7.1 Componentes de Red ..... 60

2.7.2 Arquitectura de Red ..... 60

2.7.2.1 Redes Conmutadas ..... 60

2.7.2.2 Redes de Difusión ..... 62

**CAPÍTULO 3: LA TELEVISIÓN PARA SUSCRIPTORES**

3.1 Televisión como Medio de Difusión ..... 64

3.1.1 Formas de Expansión ..... 64

3.2 Marco Legal de Telecomunicaciones ..... 65

3.2.1 Atribuciones de la Frecuencia de Trabajo ..... 68

3.3 Manejo de Sistema de Acceso DOCSIS ..... 71

3.3.1 Características ..... 71

3.4 Tecnologías de Difusión ..... 71

3.4.1 Sistema de Cable Coaxial ..... 72

3.4.1.1 Constitución del Sistema ..... 72

3.4.2 Sistema de Televisión Satelital ..... 72

3.4.2.1 Configuración ..... 73

3.4.3 Sistema de Televisión Inalámbrica AML ..... 73

3.4.3.1 Tipos de Enlaces Inalámbricos ..... 74

3.4.4 Tecnología Inalámbrica MMDS ..... 74



3.4.4.1	Características	75
3.4.4.2	Tipos de Sistemas MMDS	76
3.5	Digitalización de Vídeo	79
3.5.1	MPEG (Grupo de Expertos en Imágenes en Movimiento)	81
3.5.1.1	Categorías	81
3.5.1.2	Grupo de Imágenes	82

## CAPÍTULO 4: DISEÑO DE LA RED

4.1	Consideraciones Generales	86
4.1.1	Servicios y Economía de Tulancingo, Hgo.	86
4.2	Marco Jurídico para el Proceso de Licitación (11 de Abril de 2006).	87
4.3	Determinación de la Zona de Transmisión	90
4.3.1	Zonas de Cobertura	92
4.4	Cálculo del Azimut y la Elevación	105
4.5	Cálculos de Pérdidas por Espacio Libre	106
4.6	Equipos de Centro de Distribución y Suscriptor	110
4.7	Modulación QAM ( <i>Quadrature Amplitud Modulation</i> )	111
4.8	Sistema MMDS Digital	113
4.8.1	Centro de Distribución	114
4.8.1.1	Configuración del Centro de Distribución	116
4.8.1.1.1	Módulo de Centro de Distribución Digital DHM-4001	117
4.8.1.2	Combinador VHF	118
4.8.1.2.1	Combinador Pasivo PHC-12G	119

4.8.1.3 CAS ( <i>Condicional Access System</i> )	119
4.8.1.3.1 Tipos de CAS	121
4.8.1.4 Sistema de Facturación	121
4.8.1.4.1 Sistema de Gestión <i>Isis</i> Versión <i>Mini Pyme</i>	122
4.8.1.5 Sistema de Transmisión	123
4.8.1.5.1 Transmisor ITX02-100C	123
4.8.1.6 Sistema de Antena	124
4.8.1.6.1 Antena de Transmisión SEC-25V-120-11	124
4.8.1.7 Equipo de Suscriptor	125
4.8.1.7.1 Antena de Panel DB973G90-SR	125
4.8.1.7.2 Convertidor de Bajada	126
4.8.1.7.3 Set Top Box	126
4.8.1.7.4 Decodificador Digital GI, modelo DSR-413	127
4.8.1.8 Cableado Estructural y Conectores	127
4.8.1.8.1 Elección del Cable Coaxial	128
4.9 Análisis Económico del Proyecto	129

ÍNDICE DE FIGURAS

**Fig. 1** Disco de Nipkow: Muestra una imagen del primer sistema electromecánico de televisión.  
**Fuente:** Resumen Monográfico sobre tubos de cámara y CCDs.  
..... 19

**Fig. 2** Diagrama del Funcionamiento del Disco de Nipkow: Se observa el esquema del funcionamiento del sistema de televisión.  
**Fuente:** Biblioteca Digital UAEH.  
..... 19

**Fig. 3** El Iconoscopio: Primer tubo de cámara práctico.  
**Fuente:** Resumen Monográfico sobre tubos de cámara y CCDs.  
..... 20

**Fig. 4** Principio Básico del Tubo de Cámara: Basado en la emisión de un haz de luz electrónico.  
**Fuente:** Resumen Monográfico sobre tubos de cámara y CCDs.  
..... 20

**Fig. 5** Espectro de frecuencias de un transmisor de Televisión: Ilustra dos transmisores uno de FM para audio y otro de AM para vídeo.  
**Fuente:** Biblioteca Digital UAEH.  
..... 23

**Fig. 6** Esquema de un tubo de imagen: Explica el funcionamiento del Tubo de Imagen.  
**Fuente:** Universidad Nacional Autónoma de México.  
..... 26

**Fig. 7** Imagen de un televisor: Fotografía de un televisor convencional.  
**Fuente:** Samsung Telecommunication.  
..... 35

**Fig. 8** Imagen de longitud de onda: Muestra gráficamente el concepto de longitud de onda.  
**Fuente:** Enciclopedia de México.  
..... 40

**Fig. 9** Señales senoidales con distintas frecuencias: Se observa la diferencia entre distintas frecuencias de la señal.  
**Fuente:** Enciclopedia de México.  
..... 41

**Fig. 10** Teorema de Muestreo: Grafica el resultado del muestreo de una señal analógica.  
**Fuente:** Oxford University.  
.....43

**Fig. 11** Centro de distribución de una red CATv: Esquema básico de los principales elementos de una red CATv.  
**Fuente:** Cablevisión.  
..... 51

**Fig. 12** Terminal Centro de Distribución de Red CATv: Encargada de la transformación de la señal para la distribución hacia los abonados.  
**Fuente:** Cablevisión.  
..... 52

**Fig. 13** Componentes de un sistema CATv en topología de árbol: La transmisión de un gran número de canales de Tv en un espectro aislado.  
**Fuente:** Cablevisión.  
..... 53

**Fig. 14** Diagrama a bloques de un receptor: Se observa el esquema de la forma de interconexión de los dispositivos del receptor.  
**Fuente:** Biblioteca Digital UAEH.  
..... 58

**Fig. 15** Red y equipo terminal: Muestra gráficamente el concepto de red de Telecomunicaciones.  
**Fuente:** Fondo de Cultura Económica.  
..... 61

**Fig. 16** Red conmutada: Sucesión alternante de nodos y canales de comunicación.  
**Fuente:** Fondo de Cultura Económica.  
..... 61

**Fig. 17** Conmutación de paquetes: El mensaje se divide en pequeños paquetes independientes, a cada uno se le agrega información de control.  
**Fuente:** Fondo de Cultura Económica.  
..... 62

**Fig. 18** Conmutación de circuitos: Se busca y se reserva una trayectoria entre los usuarios para comunicarse hasta el término de la transmisión.  
**Fuente:** Fondo de Cultura Económica.  
..... 62

**Fig. 19** Tipos de Difusión de Redes: Formas de transmisión o comunicación entre varios equipos.  
**Fuente:** Fondo de Cultura Económica.  
..... 63

**Fig. 20** Secuencia de cuadros de imagen: Muestra la redundancia en cuadros de imagen consecutivos.  
**Fuente:** Biblioteca Digital UAEH.  
..... 80

**Fig. 21** Disposición de cuadros de imagen en un GOP: Muestra la secuencia de un grupo de imágenes con cambios de posición con gran parte de la escena del cuadro anterior.  
**Fuente:** Biblioteca Digital UAEH.  
..... 83

**Fig. 22** Representación esquemática de macro bloques y región de búsqueda del estándar MPEG: Define la región de búsqueda en base a un vector de movimiento.  
**Fuente:** Biblioteca Digital UAEH.  
..... 85

**Fig. 23** Mapa de localización geográfica de Tulancingo: Ubicación dentro del Estado de Hidalgo.  
**Fuente:** Gobierno de Tulancingo.  
..... 91

**Fig. 24** Mapa geográfico del Valle de Tulancingo: Vista de la topografía del valle de Tulancingo en una superficie de 400Km<sup>2</sup>.  
**Fuente:** INEGI.  
..... 92

**Fig. 25** Radiales: Diagrama de la división radial a partir del punto de transmisión al norte geográfico en dirección de las manecillas del reloj a 45 grados.  
**Fuente:** Electrónica y Telecomunicaciones, UAEH.  
..... 93

<b>Fig. 26</b> Radial 1: Muestra el perfil geográfico de la zona de cobertura del radial 1 tomando en cuenta la curvatura de la tierra. <b>Fuente:</b> Electrónica y Telecomunicaciones, UA EH.	94
<b>Fig. 27</b> Radial 2: Muestra el perfil geográfico de la zona de cobertura del radial 2 tomando en cuenta la curvatura de la tierra. <b>Fuente:</b> Electrónica y Telecomunicaciones, UA EH.	95
<b>Fig. 28</b> Radial 3: Muestra el perfil geográfico de la zona de cobertura del radial 3 tomando en cuenta la curvatura de la tierra. <b>Fuente:</b> Electrónica y Telecomunicaciones, UA EH.	96
<b>Fig. 29</b> Radial 4: Muestra el perfil geográfico de la zona de cobertura del radial 4 tomando en cuenta la curvatura de la tierra. <b>Fuente:</b> Electrónica y Telecomunicaciones, UA EH.	97
<b>Fig. 30</b> Radial 5: Muestra el perfil geográfico de la zona de cobertura del radial 5 tomando en cuenta la curvatura de la tierra. <b>Fuente:</b> Electrónica y Telecomunicaciones, UA EH.	98
<b>Fig. 31</b> Radial 6: Muestra el perfil geográfico de la zona de cobertura del radial 6 tomando en cuenta la curvatura de la tierra. <b>Fuente:</b> Electrónica y Telecomunicaciones, UA EH.	99
<b>Fig. 32</b> Radial 7: Muestra el perfil geográfico de la zona de cobertura del radial 7 tomando en cuenta la curvatura de la tierra. <b>Fuente:</b> Electrónica y Telecomunicaciones, UA EH.	100
<b>Fig. 33</b> Radial 8: Muestra el perfil geográfico de la zona de cobertura del radial 8 tomando en cuenta la curvatura de la tierra. <b>Fuente:</b> Electrónica y Telecomunicaciones, UA EH.	101
<b>Fig. 34</b> Diagrama de penetración: Muestra gráficamente las zonas de sombra y las zonas de cobertura del sistema a partir del análisis anterior. <b>Fuente:</b> Electrónica y Telecomunicaciones, UA EH.	102
<b>Fig. 35</b> Puntos muestra de zona de penetración: Basado en la elección al azar de poblaciones del valle de Tulancingo. <b>Fuente:</b> Electrónica y Telecomunicaciones, UA EH.	103
<b>Fig. 36</b> Trayectos de 5 puntos muestra: 5 poblaciones para el análisis de intensidad de potencia captada en la zona, se toman puntos críticos y cercanos. <b>Fuente:</b> Electrónica y Telecomunicaciones, UA EH.	105
<b>Fig. 37</b> Diagrama a bloques del centro de Distribución: Se observa la interconexión de los equipos que conforman el centro de distribución. <b>Fuente:</b> Cable AML.	110

<b>Fig. 38</b> Diagrama a bloques del equipo del suscriptor: Se observa la interconexión de los equipos que conforman al sistema del suscriptor. <b>Fuente:</b> Cable AML.	111
<b>Fig. 39</b> Curvas de cascada para modulación QAM y M-PSK: Comparativo de la eficiencia de los tres tipos de modulación QAM y su equivalente en M-PSK. <b>Fuente:</b> Biblioteca Digital UAEH.	112
<b>Fig. 40</b> Esquema de transmisión de señales inalámbricas: Imagen de una estación repetidora. <b>Fuente:</b> Cable AML.	117
<b>Fig. 41</b> Modulo DHM-4001: Vista del modulo perteneciente al Centro de distribución. <b>Fuente:</b> Cable AML.	118
<b>Fig. 42</b> Combinador pasivo PHC-12G: Vista del equipo perteneciente al Centro de distribución. <b>Fuente:</b> Cable AML.	119
<b>Fig. 43</b> Vista del sistema de Gestión: Muestra la estructura del software de control de facturación. <b>Fuente:</b> Datahouse Company.	122
<b>Fig. 44</b> Transmisor ITX02-100C: Vista del transmisor perteneciente al Centro de distribución. <b>Fuente:</b> Cable AML.	123
<b>Fig. 45</b> Antena SEC-25V-120-11: Antena sectorial de 120 grados para la transmisión de señales. <b>Fuente:</b> RadioWaves.	125
<b>Fig. 46</b> Antena DB973G90-SR: Antena direccional para la recepción de señales de televisión. <b>Fuente:</b> Decibel Products.	126
<b>Fig. 47</b> Decodificador DSR-413: Decodificador digital de 16 canales de televisión. <b>Fuente:</b> General Instruments.	127
<b>Fig. 48</b> Cable Coaxial: Diagrama que muestra la estructura de un cable coaxial. <b>Fuente:</b> Biblioteca Digital UAEH.	128
<b>Fig. 49</b> Cable coaxial RG-58: muestra la forma o estructura física del cable RG-58. <b>Fuente:</b> Condumex..	129
<b>Fig. 50</b> Cable coaxial para radiofrecuencias de 1.25": muestra la forma física del cable diseñado para la transmisión de señales de radiofrecuencia del orden de los GHz. <b>Fuente:</b> Condumex..	129

ÍNDICE DE TABLAS

**Tabla 1.** Televisión por cable: Crecimiento en México 1970-1994. Sistemas de televisión que operan en México y se crecimiento.  
**Fuente:** CANITEC.  
..... 32

**Tabla 2.** Estándares del DVB: Estándar Europeo para la transmisión de señales digitales de televisión.  
**Fuente:** UIT  
..... 45

**Tabla 3.** Especificaciones Técnicas del PAL: Hace referencia al modo en que la información de crominancia de la señal de vídeo es transmitida.  
**Fuente:** Compañía Editorial Continental.  
..... 46

**Tabla 4.** Especificaciones Técnicas del SECAM: Refiere a la forma de transmitir la señal de crominancia dentro del mismo ancho de banda.  
**Fuente:** Compañía Editorial Continental.  
..... 48

**Tabla 5.** Estándares del ATSC: Estándar americano de Tv digital que utiliza el esquema de compresión MPEG-2 y bloques para corrección de errores.  
**Fuente:** UIT  
..... 49

**Tabla 6.** Especificaciones Técnicas del NTSC: Sistema de codificación y transmisión analógica que incorpora un corrector de matiz manual.  
**Fuente:** Compañía Editorial Continental.  
..... 50

**Tabla 7.** Código de colores de la representación del mapa: Nos ubica en el significado de la representación gráfica de la imagen del valle de Tulancingo.  
**Fuente:** Electrónica y Telecomunicaciones, UA EH.  
..... 102

**Tabla 8.** Municipios muestra de cobertura: Municipios elegidos al azar para la determinación de los niveles de recepción de la señal.  
**Fuente:** Electrónica y Telecomunicaciones, UA EH.  
..... 104

**Tabla 9.** Resultados: Son aquellos que se obtienen a partir de los cálculos relativos a los niveles de recepción de la señal en condiciones extremas.  
**Fuente:** Electrónica y Telecomunicaciones, UA EH.  
..... 109

**Tabla 10.** Modulación QAM: Implica la división de la señal en 4 fases diferentes para la obtención de 8 señales representadas por 3 bits de información cada una.  
**Fuente:** Enciclopedia de México  
..... 113

**Tabla 11.** Inversión general y plan de recuperación del proyecto: Muestra un análisis de costos y la forma de recuperación de la inversión para la implementación del proyecto.  
**Fuente:** Electrónica y Telecomunicaciones, UA EH.  
..... 130

## RESUMEN

La transmisión de canales locales, nacionales y extranjeros de televisión a partir de la implementación de tecnología inalámbrica de banda ancha en la ciudad de Tulancingo, Hgo., permite el surgimiento de la presente Tesis. El objetivo se resume de forma general al Diseño de una Red de Distribución Inalámbrica de Señales de Televisión para Suscriptores del Valle de Tulancingo, Hgo.; un sistema punto-multipunto de transmisión de 30 señales de televisión. Para ello, se ha dividido el trabajo partiendo de lo general a lo particular; es decir, se pretende llevar de la mano al lector en el conocimiento del tema.

En el Capítulo 1 se habla de la televisión en su concepción general, la historia y la forma de transmisión de las señales. El desarrollo del Disco de Nipkow como principio de la generación de imágenes en movimiento, pasando por el tubo de rayos catódicos, el iconoscopio, el tubo de imagen, los sistemas de grabación de vídeo y las primeras transmisiones de televisión. La generación de la imagen a color y los sistemas de transmisión de imágenes para cada región, esto debido a que casi a la par se generaron estas y cada país apoyo su método. La historia de la televisión en México, orígenes y la creación de grandes empresas productoras. La llegada de la era de los satélites y su inclusión a nuestro país, los nuevos sistemas de televisión de acceso restringido y los cambios generados.

En el Capítulo 2 se definen los conceptos básicos del funcionamiento del televisor, la transmisión y recepción. La generación de señales electromagnéticas y la capacidad que tienen para transmitir información; las formas de propagación y los métodos de transmisión. Explicación más detallada de los estándares de televisión y los componentes de los sistemas de televisión enfocados a las redes privadas o de acceso restringido. La modernización de los servicios de redes de Telecomunicaciones, sus componentes, arquitectura, tipos y parámetros.

El Capítulo 3 da un enfoque total a la televisión para suscriptores, las formas de expansión y la generación de contenidos exclusivos. Las formas en que se mantiene la legalidad del uso de los canales y el marco para la solicitud de concesiones a partir de las leyes vigentes





en materia de Telecomunicaciones Mexicanas. Las principales formas de transmisión y la explicación de cada sistema como fuente de entretenimiento. Breve explicación del sistema MMDS (Sistema de Distribución Multicanal Multipunto Vía Microondas) que se pretende aplicar mostrando los distintos tipos para la determinación del sistema más óptimo y la forma de digitalización de las señales de televisión.

Finalmente, en el Capítulo 4 se realizan los cálculos necesarios para el diseño de la red de distribución de señales de televisión, tomando las condiciones generales de la Ciudad de Tulancingo y las ubicaciones virtuales del Centro de Distribución y los posibles suscriptores. Se determina la zona de transmisión, el nivel real de penetración y la capacidad de recepción de las señales desde distintos puntos de la zona de impacto. Se detalla el estudio de los equipos a utilizar y la forma en como realizan los procesos y la forma de modulación utilizada, la manera en como van interconectados para su correcto funcionamiento. Las formas en que se mantendrá el control de los suscriptores y su forma de acceder al paquete contratado y mantener su estatus de actividad.

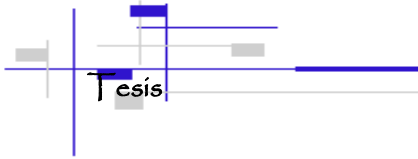


## INTRODUCCIÓN

El sistema de televisión por cable nació para cubrir la necesidad de recepción de señales de Tv manifestada por aquellos lugares alejados de los centros de emisión o separados de los mismos por obstáculos naturales, recurriendo a la utilización de una antena comunitaria, que ubicada a gran altura proveía de la señal que era distribuida a toda la comunidad por un cable coaxial como vínculo. Actualmente ese principio es utilizado para ofrecer nuevas alternativas de entretenimiento para toda la familia; gran cantidad de canales y servicios de Internet. Las redes de Telecomunicaciones han innovando hasta llegar al punto de poder transmitir señales completamente digitales en un mismo ancho de banda multiplexadas y codificadas de forma que sólo el suscriptor puede ver esa información. Claro está que la televisión por cable no es una innovación técnica en sí, sino que utiliza varios inventos ya existentes: las antenas que permitían captar las señales electromagnéticas de la televisión hertziana y el cable coaxial que había sido utilizado por primera vez para el envío de mensajes telegráficos submarinos. El cable había sido tradicionalmente un modo de distribución de imágenes en movimiento y se está convirtiendo en el canal por el que discurren servicios integrales de Telecomunicación: datos, imágenes y voz. Sin embargo, la transmisión de señales por medios inalámbricos permite abrir paso a nuevas formas de expansión, crecimiento y distribución, reduciendo costos sin mermar la calidad de los servicios que se ofrecen. Por ello, hablar de televisión por cable, inalámbrico o no, es hacer referencia a tan sólo uno de los servicios que ofrecen los operadores de Telecomunicaciones. El presente trabajo no pretende trazar un marco de completos conocimientos de sistemas de televisión, sino que intenta colocar las bases de un amplio estudio sobre la aplicación de nuevas tecnologías para la transmisión de señales de televisión que sea competitivo frente a la televisión por cable y la televisión vía satélite. A nuestro juicio, emparar de los orígenes de la televisión, los sistemas y redes de comunicaciones y la consolidación del cable como fuente propia de programación. Analizar el estado actual de la convergencia y plantear estrategias para su implementación.



La integración de estos contenidos ha facilitado, en muchos casos, la vida del hombre. Los Ingenieros en Electrónica y Telecomunicaciones tienen que proveer de servicios y aplicaciones dispuestas a aprovechar los recursos de nuestro entorno, disponer de facilidades y comodidad al público en general. Basados en la teoría en que por medios inalámbricos se puede diseñar una red de distribución para acceder a contenidos televisivos, proponemos un sistema de acceso restringido de televisión digital de alta calidad que fomente el entretenimiento familiar pero que permita avanzar en estrategias de autoaprendizaje a través de los recursos programáticos. Que sea capaz de satisfacer las necesidades y problemáticas antes mencionadas del Valle de Tulancingo, Hgo.



## **OBJETIVO**

- Diseñar una Red de Distribución por medios Inalámbricos de Señales de Televisión para Suscriptores del Valle de Tulancingo.

## CAPÍTULO 1

### LA TELEVISIÓN

#### 1.1 Antecedentes de la Televisión

El origen de la Televisión se remonta a los inicios de la imagen en sí, y el principio de la imagen es el desarrollo de la cámara fotográfica; que era una habitación oscura cuya única fuente de luz era un minúsculo orificio en una de las paredes. La luz que penetraba en ella por aquel orificio proyectaba una imagen del exterior en la pared opuesta. Aunque la imagen así formada resultaba invertida y borrosa, los artistas utilizaron esta técnica, mucho antes de que se inventase la película, para esbozar escenas proyectadas por la cámara. Con el transcurso de los siglos la cámara oscura evolucionó y se convirtió en una pequeña caja manejable y al orificio se le instaló una lente óptica para conseguir una imagen más clara y definida. En el año 1816, el físico francés Nicéphore Niépce consigue una imagen mediante la utilización de la cámara oscura y un procedimiento fotoquímico. Niépce bautiza a su invento con el nombre de heliograbados; el pintor francés Louis Jacques Mandé Daguerre, en 1831, realizó fotografías en planchas recubiertas con una capa sensible a la luz de yoduro de plata. Después de exponer la plancha durante varios minutos. Daguerre empleó vapores de mercurio para revelar la imagen fotográfica positiva. Estas fotos no eran permanentes porque las planchas se ennegrecían gradualmente y la imagen acababa desapareciendo. En las primeras fotografías permanentes conseguidas por Daguerre, la plancha de revelado se recubría con una disolución concentrada de sal común. Este proceso de fijado, descubierto por el inventor británico William Henry Fox Talbot, hacía que las partículas no expuestas de yoduro de plata resultaran insensibles a la luz, con lo que se evitaba el ennegrecimiento total de la plancha. Mientras Daguerre perfeccionaba su sistema, Talbot desarrolló un procedimiento fotográfico que consistía en utilizar un papel

negativo a partir del cual podía obtener un número ilimitado de copias. Talbot descubrió que el papel recubierto con yoduro de plata resultaba más sensible a la luz si antes de su exposición se sumergía en una disolución de nitrato de plata y ácido gálico, disolución que podía ser utilizada también para el revelado de papel después de la exposición. Una vez finalizado el revelado, la imagen negativa se sumergía en tiosulfato sódico o hiposulfito sódico para hacerla permanente. El método de Talbot, llamado calotipo, requería exposiciones de unos 30 segundos para conseguir una imagen adecuada en el negativo. En 1839, John Eilliam Herschel da el nombre de fotografías a las imágenes fijas. La fotografía en sí es la base de la televisión, puesto que facilitó el uso de imágenes.

La televisión es un sistema de telecomunicaciones para la recepción de imágenes en movimiento y sonido a distancia. Esta transmisión puede ser efectuada mediante ondas de radio o por redes especializadas de televisión por cable.

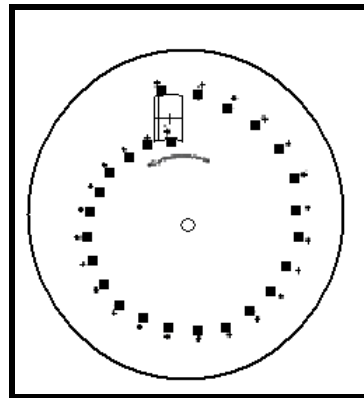
Televisión es un híbrido de la voz griega *Tele* (distancia) y la latina *visio* (visión). El término televisión se refiere, asimismo, a todos los aspectos de transmisión y programación de televisión. A veces se abrevia como Tv (Barnouw, 1992).

### 1.1.1 Primeros Dispositivos

En 1884, Paul Gottlieb Nipkow propuso y patentó el primer sistema electromecánico de Tv. El diseño de disco giratorio fue un sistema de exploración de imágenes, pero se cree que él nunca construyó un prototipo para probarlo. Ver figura 1. Esto no sucedería hasta 1907, cuando el desarrollo de la tecnología de amplificación mediante válvula termoiónica hizo factible el diseño.

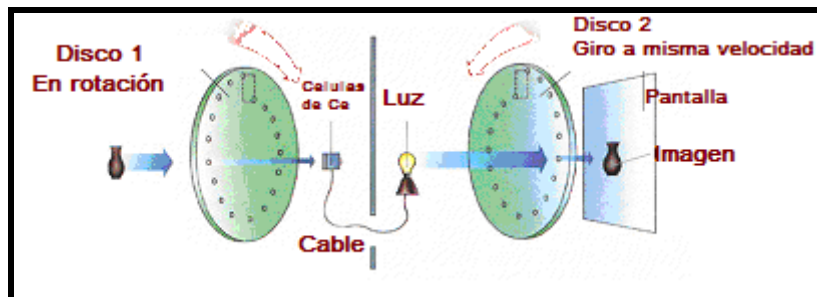
Este dispositivo estaba compuesto por un disco circular en el que se encontraban dispuestos una serie de pequeños agujeros en espiral situados frente a una fotocélula. La disposición en espiral de los elementos, 18, efectuaba al girar un barrido de la imagen, produciéndose una imagen mediante un entramado de 18 líneas horizontales paralelas. Ver figura 2.

El problema de este dispositivo era su reducida capacidad, condicionada a elementos mecánicos tales como los ejes verticales y horizontales, así como por el diámetro del disco, que determinaba el área que era capaz de reproducir.



**Fig. 1** Disco de Nipkow

A pesar de intentar ser mejorado, las limitaciones mecánicas condujeron a que este dispositivo no tuviera futuro: El sistema óptico era ineficiente, no existía una fuente de luz con la capacidad de ser modulada por las señales eléctricas de las altas frecuencias necesarias para la reproducción de la señal de vídeo (Bourdieu, 1997).

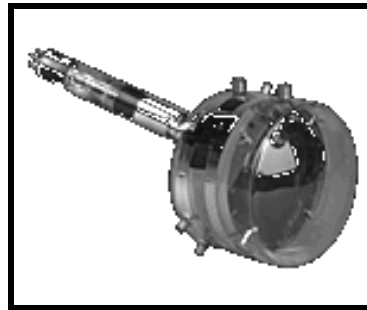


**Fig. 2** Diagrama del funcionamiento del Disco de Nipkow

Mientras tanto, Constantin Perskyi había acuñado la palabra televisión en un documento leído al Congreso Internacional de Electricidad en la Exposición Mundial de París el 25 de agosto de 1900. El documento de Perskyi revisaba las tecnologías electromecánicas existentes, mencionando el trabajo de Nipkow y otros (Barnouw, 1992).

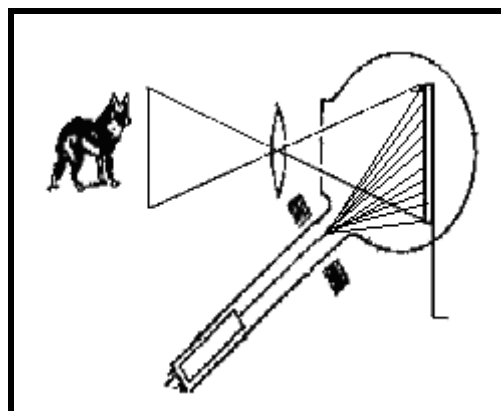
Entre 1907 y 1910, Boris Rosing y su alumno Vladimir Zworykin presentaron un sistema de Tv que utilizaba un explorador mecánico de tambor especular en el transmisor y el tubo electrónico de Braún (tubo de rayos catódicos) en el receptor (Bourdieu, 1997).

Durante los años veinte, el desarrollo de la Tv sufrió un avance importante con el desarrollo de sistemas que superaban las deficiencias mecánicas del disco de Nipkow. En Estados Unidos, Vladimir Zworykin, desarrolló el Iconoscopio, mostrado en la figura 3, en 1923. El primer tubo de cámara práctico (Southwick, 1998).



**Fig. 3** El Iconoscopio

El iconoscopio fue el primer tubo de cámara que hacía uso de un barrido electrónico para la codificación de la imagen. El principio básico era la emisión de un haz electrónico, que junto con la presencia de materiales fotosensibles excitados por la luz procedente de las lentes de entrada, generaban una variación eléctrica que a su vez creaba la señal de la imagen a transmitir. Se puede observar en la figura 4. La imagen era captada por unas lentes y recibidas por el material fotosensible, que reaccionaba produciendo una desviación del haz electrónico producido por el tubo, generando la señal eléctrica que intentaba reproducir la imagen para su transmisión.



**Fig. 4** Principio básico del tubo de cámara



El 18 de junio de 1908, se describió el concepto de Tv electrónica, utilizando el tubo de rayos catódicos inventado por Braún. Se proponía utilizar un haz de electrones tanto en la cámara como en el receptor, el cual podría ser guiado electrónicamente para producir imágenes en movimiento. En 1911 Campbell-Swinton dio una conferencia sobre el tema y mostró diagramas de circuitos, pero nadie, incluido el propio Swinton, sabía como llevar a cabo el diseño. El sistema nunca se construyó (Anónimo, s.a.).

Sin embargo, un sistema semi-mecánico de Tv analógica fue mostrado por primera vez en Londres en febrero de 1924. Cuando John Logie Baird mostró una imagen, y su retrato en movimiento para el 30 de octubre de 1925. En 1928 la compañía de Baird difundió la primera señal transatlántica de Tv, entre Londres y Nueva York y la primera transmisión tierra-barco. También mostró un sistema electromecánico a color, infrarrojo (denominado Noctovisión) y Tv estereoscópica mediante el uso de lentes adicionales, discos y filtros. En paralelo, desarrolló un sistema de grabación de vídeo disco (denominado Phonovision). Cierta número de grabaciones de Phonovision, que datan de 1927, existen aún (Southwick, 1998).

La Tv tuvo un gran declive durante la Segunda Guerra Mundial por la escasez de materiales y de técnicos que fueron desviados a la industria armamentística del momento, pero, tras la finalización de ésta, se produjo un impulso muy fuerte debido al uso de tecnología militar que se utilizó durante la contienda mundial en el avance del sistema de Tv.

### **1.1.2 Primeras Transmisiones Televisivas**

Las emisiones de este modelo televisual se iniciaron en 1928. La WGY, de la *General Electric*, fue la primera emisora experimental de Tv en el mundo y años más tarde, en Estados Unidos, funcionaban 17 emisoras de este tipo. El primer servicio regular, en aquel país, comenzó en marzo de 1939 a través de la emisora W2BS de Nueva York, de la cadena norteamericana NBC (Alcolea, 2005).

En 1937 comienzan en Francia y Reino Unido emisiones de Tv y la industria empieza a interesarse por la nueva técnica. Para 1945, se establecen normas CCIR (Comité Consultivo



Internacional de Radiocomunicación) de exploración, modulación y distribución de bandas en los sistemas de Tv.

En la conferencia de Oslo de 1966, se intentó adoptar para Europa un sistema común de televisión en color y el resultado fue que los países del occidente y centro optaron por el sistema PAL (*Phase Alternating Line*) ideado por el alemán Walter Bruch y los países del este y Francia optaron por el sistema SECAM (*Sequencial Couleur Avec Memoire*) ideado por el francés Henri de France.

Varios fueron los factores que contribuyeron al desarrollo de este invento tecnológico y a su difusión en la sociedad mediante un proceso más rápido y menos caótico que el de la radio. La tecnología de la Tv había sido ya muy sofisticada antes de que los receptores fueran puestos en el mercado. La historia del desarrollo de la Tv ha sido en esencia la historia de la búsqueda de un dispositivo adecuado para explorar imágenes.

### **1.1.3 La Televisión a Color**

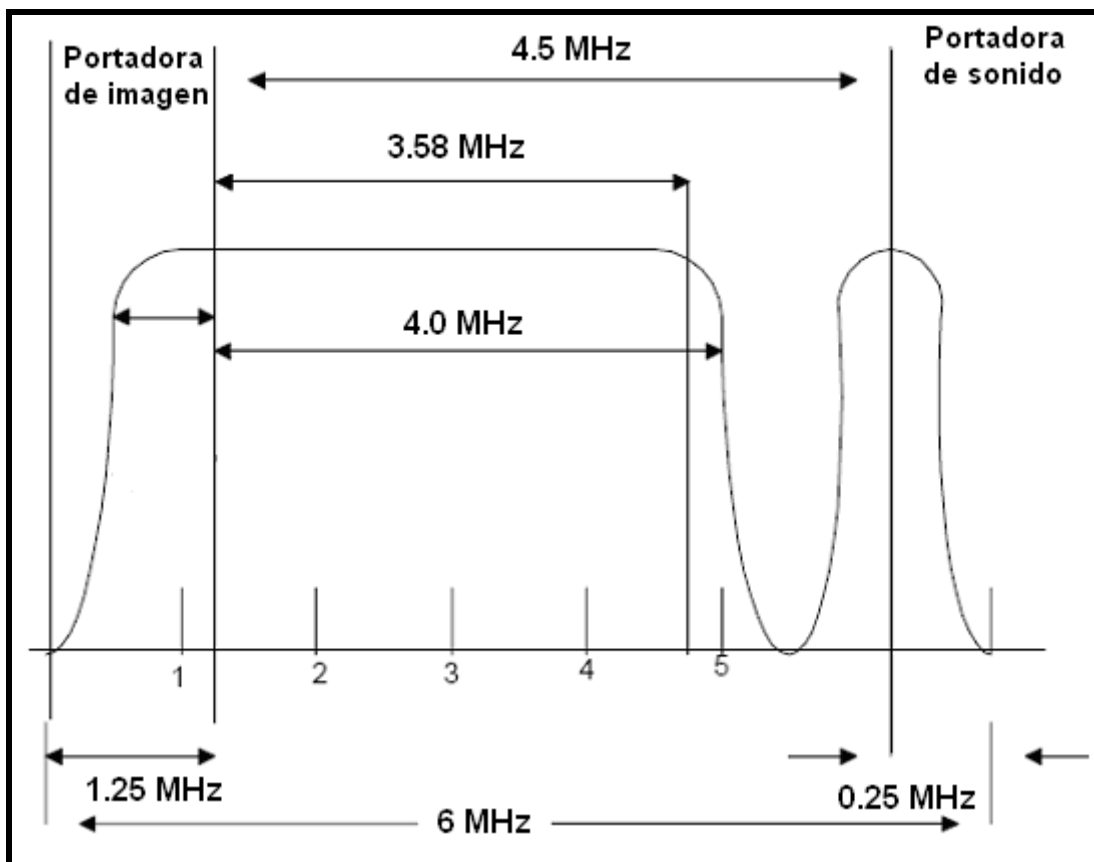
La Tv en color entró en funcionamiento en Estados Unidos y otros países en la década de 1950. En México, las primeras transmisiones en color se efectuaron en 1967 y en la década siguiente en España.

Guillermo González Camarena con sólo 17 años de edad construyó su primer televisor, patentó su invento de la Tv a color en México y en Estados Unidos, el cual fue rápidamente difundido en varios países del mundo. En 1934 fabricó su propia cámara de Tv. Comenzó a mejorar su equipo de Tv, con la idea latente de darle color, desarrolló un Sistema Tricromático Secuencial de Campos, que patentó al ver que era posible adaptarlo al sistema de blanco y negro. Cuando tenía 23 años le fue otorgada la patente de dicho sistema con el número 40235, que partía de los colores primarios (Camiroaga, 2005).

#### **1.1.3.1 Forma de Transmisión**

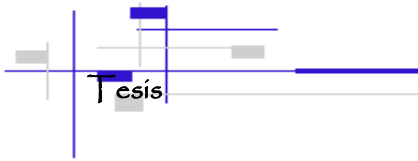
La emisión de Tv involucra la transmisión de dos señales por separadas: un aural (sonido) y una señal de vídeo (imagen). Cada transmisor de Televisor emite dos señales totalmente

separadas para la información de la imagen y sonido. La transmisión aural, utiliza la modulación de frecuencia y la transmisión de vídeo la modulación de amplitud. La figura 5 muestra el espectro de frecuencias de una señal de Tv. Ilustra dos transmisores totalmente separados (un transmisor de FM para la información de sonido y un transmisor de AM para la información de la imagen) cuyas salidas están combinadas en un puente diplexor y alimentan una sola antena.



**Figura 5.** Espectro de frecuencias de un transmisor de Televisión

La Tv en color se consigue transmitiendo, además de la señal de brillo o luminancia necesaria para reproducir la imagen en blanco y negro, otra que recibe el nombre de señal de crominancia, encargada de transportar la información de color. Mientras que la señal de luminancia indica el brillo de los diferentes elementos de la imagen, la de crominancia especifica la tonalidad y saturación de esos mismos elementos. Ambas señales se obtienen



mediante las correspondientes combinaciones de tres señales de vídeo, generadas por la cámara de Tv en color, cada una corresponde a las variaciones de intensidad en la imagen vistas por separado a través de un filtro rojo, verde y azul. Las señales compuestas de luminancia y crominancia se transmiten de la misma forma que la primera en la Tv monocroma.

### 1.1.3.2 Captación

Una vez en el receptor, las tres señales vídeo de color se obtienen a partir de las señales de luminancia y crominancia y dan lugar a los componentes rojo, azul y verde de la imagen, que vistos superpuestos reproducen la escena original en color (Anónimo, 2005). En la actualidad, todos los sistemas de captación son electrónicos. A título de ejemplo se enumeran los tubos de captación de imagen que más se han utilizado.

- El iconoscopio se basa en el principio de emisión fotoeléctrica; el barrido se realiza mediante un haz de electrones rápido; la imagen óptica se proyecta sobre un mosaico constituido por células fotoeléctricas elementales, cada una de las cuales emiten un cierto número de electrones que originan una señal de imagen correspondiente. Su principal problema es que requiere de gran iluminación.
- El orticón es un tubo de rendimiento elevadísimo: el mosaico fotosensible se barre mediante un haz de electrones lentos.
- El vidicón es un tubo basado en la fotoconductividad de algunas sustancias, es decir, en la variación de la resistencia de un semiconductor en función de la luz incidente. La imagen óptica se proyecta sobre una placa semiconductor que, a su vez, es explorada por el lado opuesto mediante un finísimo rayo de electrones. No es útil para la captación de imágenes en las que la iluminación de cada elemento cambia bruscamente, ya que parece un efecto de arrastre detrás de los objetos en movimiento.
- El plumbicón se basa en el mismo principio que el vidicón, pero en él la plancha fotoconductora, constituida por óxido de plomo, se halla formada por tres capas: la primera, en contacto con la placa colectora, esta constituida por un semiconductor;

la segunda, por óxido de plomo, y la tercera por otro semiconductor. De esta forma se origina un diodo que se halla polarizado inversamente durante su funcionamiento; debido a ello, la corriente a través de cada célula elemental, en ausencia de luz, es extraordinariamente baja y la sensibilidad del plumbicón, bajo estas características es muy elevada. Es de respuesta más rápida, por lo que no representa el efecto de arrastre del vidicon; sus características mecánicas y físicas aconsejan su utilización en Tv profesional y en cámaras de color.

Al igual que para la captación de la imagen, en la recepción se utilizan medios mecánicos que adolecían de análogos defectos; es decir, escaso rendimiento lumínico y elevada inercia de las partes móviles. Pero el tubo de imagen desplazó los otros sistemas.

#### 1.1.3.2.1 Tubo de Imagen y CCD

El tubo de imagen consiste en una ampolla de vidrio en cuyo interior se ha hecho el vacío; en el cuello se fija un cañón emisor de electrones y su parte frontal inferior está cubierta con una capa luminiscente para obtener un rendimiento, estabilidad y tipo de color preestablecido. La figura 6 muestra la imagen. También es importante que la luminiscencia originada por un barrido haya desaparecido prácticamente antes de que se realice el barrido siguiente, pues de lo contrario, al reproducir imágenes en movimientos rápidos, observará un efecto de arrastre.

El funcionamiento del tubo de imagen es como sigue. Un haz de electrones originado en el cañón, debidamente concentrado y desviado, incide a gran velocidad sobre un elemento de la pantalla provocando la iluminación del mismo. La concentración del haz se realiza mediante una lente electrónica y su intensidad se regula a través de un electrodo en función de la señal de vídeo recibida del emisor.

El desplazamiento del haz, en sentido vertical como horizontal, se realiza mediante campos electromagnéticos perpendiculares que en ambos sentidos se hallan gobernados por los impulsos de sincronismo superpuestos a la señal de imagen (Bourdieu, 1997).

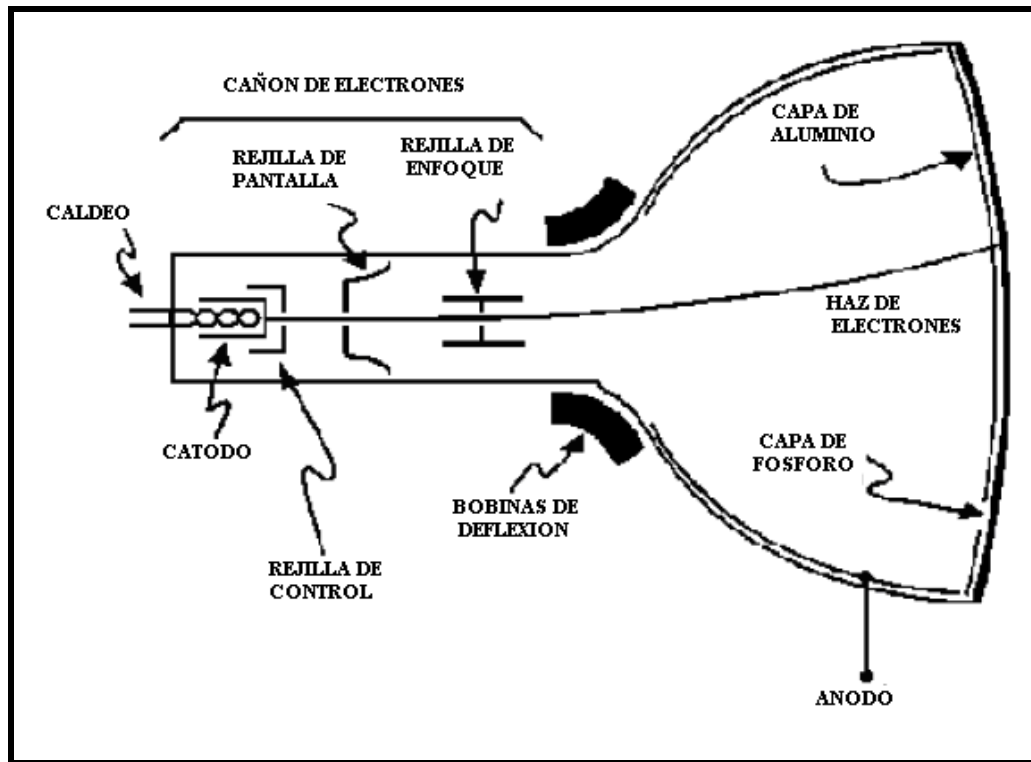
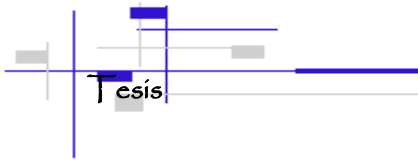


Fig. 6 Esquema de un tubo de imagen

Actualmente, los nuevos receptores de Tv utilizan sensores fotosensibles de estado sólido llamados CCDs (*charged-coupled devices*) que son capaces de detectar las diferencias de brillo en diferentes puntos durante una imagen. La superficie de un CCD contiene de cientos de miles a millones de píxeles, cada uno de los cuales responde electrónicamente a una cantidad de luz enfocada en su superficie. El voltaje de cada uno de estos puntos puede ser leído en un circuito electrónico de tipo línea-por-línea y son convertidos en luz. A mayor voltaje captado, mayores diferencias de brillo de la imagen. El proceso es continuamente repetido creando una secuencia constante de información de campos y cuadros cambiantes que es la imagen resultante que vemos en la pantalla de Tv.

La imagen de color recibida por el lente de una cámara de Tv a color pasa a través de un prisma de descomposición que separa la imagen de color en sus componentes rojo, azul y verde. Entonces lo que era una imagen a todo color esta ahora separada en porcentajes de luz roja, azul y verde.



Curiosamente, todos los CCDs son ciegos al color, solamente responden a la luz (de cualquier color) que esta enfocada en su superficie. Ya que cada color puede ser separado en algún porcentaje de rojo azul o verde, todos los colores pueden ser expresados en términos relativos de cada uno de estos primarios. Ya que el blanco es la presencia de todos los colores, el CCD de la cámara responde al blanco puro como la presencia simultanea de los tres colores. El negro es simplemente la ausencia de los tres colores.

Debido a que el ojo humano no ve todos los colores con igual intensidad, los fósforos de color usados en los aparatos de televisión utilizan una mezcla de color de 30 por ciento de rojo, 11 por ciento de azul y 59 por ciento de verde (Ávila y Senaim, 2004).

#### **1.1.4 La Televisión en México**

La Tv en México, como en cualquier otro país, forma parte de un sistema político, económico y social, y está determinada por él. Su historia se caracteriza por la relación que ha existido entre el sector gubernamental y grupo privado que aprovechó las primeras concesiones para crear una importante empresa de comunicación. La situación actual es consecuencia del uso que se le ha dado a lo largo de su desarrollo, con un carácter primordial y profundamente comercial, que ha inclinado su papel hacia una fuente inagotable de beneficios propios (Kuhlmann y Alonso, 1996).

Los primeros experimentos de Tv en México corren a cargo de los ingenieros Francisco Javier Stavoli y Miguel Fonseca, ambos profesores de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (ESIME) y del Instituto Técnico Industrial. Stavoli era, además, el encargado técnico de la emisora XEFO del Partido Nacional Revolucionario (PNR), instalada en 1930 e inaugurada el 1 de enero de 1931, por lo que esa organización política le otorgó apoyo económico para viajar a Estados Unidos donde adquirió un equipo completo de Tv integrado por dos cámaras de exploración mecánica a base del disco Nipkow, un transmisor y varios receptores, así como equipo adicional para realizar transmisiones experimentales (Mejía, 1998).



### **1.1.4.1 Los Canales de Televisión Actuales**

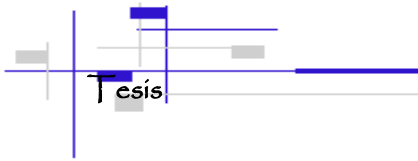
Se realizaron experimentos en Tv a partir de 1934, pero la puesta en funcionamiento de la primera estación de Tv, Canal 5, en la ciudad de México, tuvo lugar en 1946. Al iniciarse la década de 1950 se implantó la Tv comercial y ese mismo año se inauguran las instalaciones de Televisión en Avenida Chapultepec, lugar donde realizará sus actividades el nuevo medio de comunicación.

Como producto de la unión de los canales 2, 4 y 5 se crea en 1955 la empresa Telesistema Mexicano. En 1968, surge XHTMTV Canal 8, Televisión independiente de México propiedad de un grupo empresarial regiomontano que se instaló en San Ángel Inn. En 1973 se fusionan Telesistema Mexicano y Televisión Independiente de México, para formar TELEVISIA (Televisión Vía Satélite), con el fin de coordinar, operar y transmitir la señal de canales 2, 4, 5 y 8.

En 1958 se funda el canal 11, con finalidad de programas educativos de alto nivel, pero tuvo un problema de transmisión en la antena. Once años más tarde, arreglan el problema y se ve en la ciudad de México comenzando con una clase de matemáticas.

En 1968, se funda el canal 8 de Monterrey (XHTM) por el Grupo Industrial Monterrey, que después fue Grupo Alfa. Esta estación fue después competencia del Telesistema Mexicano y formó televisión independiente de México junto con las televisoras de provincia. En 1965, Barbachano P. Funda la Telecadena Mexicana, con 14 estaciones en el país (Proceso, 2002). Para 1968, se concluyen los trabajos de la Red Nacional de Telecomunicaciones iniciados desde 1963. El sistema incluye la Red Federal de Microondas, la Estación Terrestre para Comunicaciones Espaciales de Tulancingo (para envío y recepción de señales por satélite) conectada a los satélites INTELSAT II y III, y la Torre de Telecomunicaciones en la Ciudad de México. México se integra de lleno a la comunicación vía satélite. Se transmiten desde nuestro país los juegos de la XIX Olimpiada cuya audiencia acumulada en todo el planeta supera los 900 millones de personas, la mayor alcanzada hasta ese momento en la historia de la televisión. Para tal efecto se utiliza el satélite ATS-3, propiedad de la NASA y rentado por INTELSAT. A partir de 1969 se





establece una conexión internacional permanente de nuestro país con el exterior a través del satélite INTELSAT III colocado sobre el océano Atlántico (Mejía, 1998).

En 1969, Francisco Aguirre dueño de Radio Centro, funda el canal 13 y el Gobierno lo compró a través del Banco en 1972. El 29 de abril el Gobierno funda la televisión rural de México con programas educativos y rurales, después se cambia el nombre a Televisión Cultural de México, posteriormente a Televisión de la República Mexicana (Proceso, 2002).

En 1985, Canal 8 cambió su señal convirtiéndose en XEQ Canal 9, que en un principio se constituyó como un canal cultural, para posteriormente manejar una línea comercial. El 3 de junio de 2001, Canal 9 se convierte en Galavisión; y el 30 de abril del mismo año, Canal 4 se convierte en 4Tv (Televisa, 2006).

Para 1981, México amplía su infraestructura de comunicación por satélite, pero aún no cuenta con uno propio, el Gobierno de la República solicita al consorcio INTELSAT que modifiquen la órbita de uno de sus artefactos (el INTELSAT IV AF3) para que pueda bañar el territorio mexicano con sus señales. El alquiler de tres transpondedores en este satélite permite a México efectuar por esa vía una parte sustancial de sus Telecomunicaciones internas las cuales realizaba antes por microondas. En 1984, al concluir la vida útil de este satélite, México renta los servicios del INTELSAT V F8 para efectuar sus comunicaciones domésticas (Mejía, 1998).

1982, inicia sus transmisiones el canal 22 en la frecuencia de UHF bajo la administración del organismo estatal Televisión de la República Mexicana (TRM). El presidente López Portillo inaugura el 22 de junio la segunda etapa de la Red Nacional de Estaciones Terrenas, consistente en 71 estaciones. De ellas 39 han sido instaladas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y 32 por Televisa.

En 1993, sale al aire una nueva televisora cultural: el Canal 22, XEIMT. Aunque este canal operaba desde 1982 como parte del sector estatal de Televisión, su transformación en emisora cultural se remonta al 26 de enero de 1991 cuando un grupo de 800 intelectuales mexicanos publica en la prensa nacional una carta abierta dirigida al presidente Carlos Salinas de Gortari solicitándole que esa frecuencia no sea privatizada y se le destine, en cambio, a la difusión cultural. A diferencia del Canal 11, que opera bajo el régimen de

permiso, el 22 cuenta con una concesión cuyo titular es la empresa de propiedad estatal Televisión Metropolitana S.A. de C.V.

Se consolida la Red Satelital de Distribución de Televisión Educativa (EDUSAT), planeada desde 1989, mediante la cual se transmiten seis canales de Tv educativa a 11 mil escuelas en todo el país.

Tv Azteca alcanzó su privatización el 18 de Julio de 1993, durante el sexenio de Carlos Salinas de Gortari, debido a su decisión de vender las empresas estatales a empresas privadas. Tv Azteca, durante este periodo se convirtió de un consorcio estatal a un consorcio privado, nombrando así como actual presidente a Ricardo Salinas Pliego.

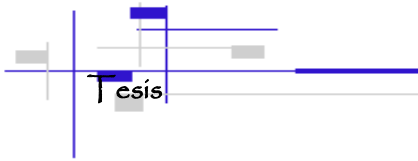
El 19 de junio de 1994 comienza sus transmisiones formales el Canal 40 del Distrito Federal, una nueva opción en la banda de frecuencias ultraelevadas (UHF). La concesión para operar este canal es obtenida el 23 de septiembre de 1991 por la empresa Televisión del Valle de México, S.A. Sus transmisiones de prueba se inician el 5 de diciembre de 1994 (Proceso, 2002).

#### **1.1.4.2 Satélites Mexicanos**

En 1985 se coloca el primer satélite de comunicaciones Mexicano en órbita. La madrugada del 17 de junio el trasbordador Discovery de la NASA coloca en órbita el Morelos I. El 26 de noviembre el Morelos II, segundo satélite del sistema mexicano, es enviado al espacio. En el trasbordador Atlantis, la nave que lo coloca en órbita, va como miembro de la tripulación el doctor Rodolfo Neri Vela, quien de esa forma se convierte en el primer astronauta mexicano.

A principios de la década de los 90's, el Gobierno de la República da a conocer su proyecto de ubicar en el espacio un nuevo sistema de satélites, también integrado por dos artefactos, que llevará el nombre de Solidaridad y cuya vida útil será de 14 años. Se anuncia que el primero de los satélites será enviado al espacio en 1993.

El 19 de noviembre de ese año, es lanzado al espacio desde Guyana Francesa, a bordo de un cohete Ariane, el nuevo satélite Mexicano Solidaridad I, construido, al igual que sus antecesores, los Morelos, por la empresa estadounidense Hughes. El 7 de octubre de 1994,



el satélite Solidaridad II es colocado en órbita. Construido también por la empresa Hughes Communications es enviado al espacio, desde Guyana Francesa, a bordo de un cohete de la compañía Ariane (Mejía, 1998).

### **1.1.5 La Televisión en la Actualidad**

La Tv ha alcanzado una gran expansión en todo el ámbito latinoamericano. En la actualidad existen más de 300 canales de Tv y una audiencia, según número de aparatos por hogares (más de 60 millones), de más de doscientos millones de personas.

En los últimos años la Tv ha experimentado un impresionante progreso. Los avances de la electrónica han permitido un gran abaratamiento de los receptores y una mayor calidad de recepción, teniendo como consecuencia una total penetración de la Tv en los hogares. Más recientemente la introducción de la Tv vía satélite y el aumento de canales terrenos a los que tiene acceso el telespectador han potenciado todavía más este medio de comunicación hasta hacerlo prácticamente imprescindible en nuestra vida diaria (Anónimo, 2005).

### **1. 2 Sistema de Televisión de Acceso Restringido**

El sistema de cable nació para cubrir la necesidad de recepción de señales de Tv manifestada por aquellos lugares alejados de los centros de emisión o separados de los mismos por obstáculos naturales, recurriendo a la utilización de una antena comunitaria, ubicada a gran altura proveía de la señal que era distribuida a toda la comunidad por un cable coaxial como vínculo (Norwood, 1996).

Esta tecnología, creada por el estadounidense John Walson en 1947, llega a nuestro país el año de 1954 con la instalación de un pequeño sistema de cable en Nogales, Sonora, cuyo objetivo básico es llevar a familias estadounidenses que viven en México canales provenientes de su país. A este sistema siguen otros, igualmente limitados, en Piedras Negras, Coahuila (1963), Ciudad Acuña (1964), y Monterrey, Nuevo León (también en 1964). Sin embargo, es hasta el surgimiento de Cablevisión, en 1970, cuando se inicia el desarrollo industrial de la CATv en México (CIRT, 1991).

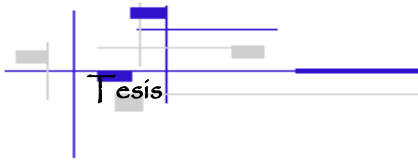
### 1.2.1 Evolución de este Sistema en México

En sus primeros 15 años, el crecimiento de esta actividad fue modesto. Los sistemas en operación fueron incrementándose de manera significativa en territorio Mexicano conforme se incrementaba la demanda de suscriptores. Véase tabla 1. Es hasta el sexenio 1988-1994 cuando registra un crecimiento sostenido. En 1995, sin embargo, la industria de la Tv por cable presenta problemas en su desarrollo debido principalmente a la crisis económica que afecta el poder adquisitivo de los suscriptores y la consolidación de otros sistemas de Tv restringida. Las redes fueron creciendo y la cantidad de canales a transmitir fue cada vez mayor. Se agregaron programas en vivo y grabados. Finalmente fue agregada la recepción de señales vía satélite.

En el primer semestre de ese año la CANITEC contabilizó un total de un millón 200 mil suscriptores. Sin embargo, en algunos meses la cifra de abonados llegó a ser de 900 mil debido a las cancelaciones que se registraron como consecuencia de la crisis desatada en diciembre de 1994. (Norwood, 1996).

**Tabla 1.** Televisión por Cable: crecimiento en México 1970-1994

AÑO	SIST. EN OPERACION	SUSCRIPTORES
1970	6	2,500
1975	40	80, 247
1980	56	233, 100
1985	74	330, 167
1990	97	610, 458
1991	100	761, 250
1992	109	867, 561
1993	118	1,061, 131
1994	124	1,108, 953
1995	143	1, 200, 000



La CATv no es una innovación técnica en sí, sino que utiliza varios inventos ya existentes: las antenas que permitían captar las señales electromagnéticas de la Tv hertziana y el cable coaxial que había sido utilizado por primera vez para el envío de mensajes telegráficos submarinos. El cable ha sido tradicionalmente un modo de distribución de imágenes en movimiento y actualmente se está convirtiendo en el canal por el que discurren servicios integrales de Telecomunicación: datos, imágenes y voz (CIRT, 1991).

Se entiende por servicios de difusión Directa al Hogar, DTH, a las señales unidireccionales encriptadas de radiocomunicación de vídeo o de vídeo/ audio que se transmiten con licencia de las partes, para recepción directa por parte de suscriptores mediante remuneración periódica (Ríos, s.a.). Existen muchos servicios de satélite mixtos, lo que significa que están configurados y sólo disponibles con suscripción pagada, como es *Sky* o *Direct Tv*. Para tener acceso a estos sistemas se debe realizar la contratación con una de las dos empresas que proveen el servicio en México. Estas empresas envían al usuario un número de serie único para que su receptor de satélite se pueda comunicar con la señal del mismo. Esto libera o abre la señal para que pueda aparecer a través del televisor del hogar que posea la antena (Delarbre, 2001).

Los primeros pasos de DTH en México comenzaron en marzo de 1994 cuando Televisa anunció su proyecto de iniciar el servicio de Tv vía satélite DTH. Sin embargo, su iniciación se postergó debido a que el satélite PAS III no pudo ser colocado en órbita en los tiempos proyectados. En 1995, Televisa, el grupo estadounidense News Corporation, la empresa brasileña O'Globo y la compañía Tele Communications Internacional Incorporated (TCI) firmaron un convenio para prestar de manera conjunta el servicio a nivel latinoamericano (Televisa, 2006).

El nombre que se le asignó a este proyecto fue de *Sky Entertainment Services*, sin embargo para fines publicitarios se le conoce simplemente como *Sky*. Al igual que *Direct Tv*, *Sky* comenzó a funcionar durante el segundo semestre de 1996.

En 1995, las empresas Hughes Communications de Estados Unidos, la Organización Cisneros de Venezuela, la Televisión Abril de nacionalidad brasileña y Multivisión de México (MVS), dieron a conocer la creación del consorcio Galaxy Latín América. Se trató de una alianza estratégica para lanzar al mercado *Direct Tv*, un servicio de Tv vía satélite



DTH con cobertura latinoamericana, con un servicio diseñado especialmente para el público latinoamericano con programación en español y portugués (Delarbre, 2001).

Otro sistema es el MMDS, que es un sistema de distribución multicanal multipunto que comenzó a operar en septiembre de 1989 cuando la empresa MVS Multivisión salió al aire en la ciudad de México. A mediados de 1996 existían 21 concesiones para operar este sistema de las cuales más de la mitad permanecía sin explotarse. El número de suscriptores se calculaba en 650 mil. Entre los sistemas en operación destacan, sin duda, los controlados por las empresas MVS Multivisión y Teleglobo. La primera explota una concesión en el Distrito Federal y la segunda es titular de dos concesiones, una en Guadalajara y otra en Monterrey. Funciona en el segmento de 2500 a 2696 MHz. (Fadul, 1997).

## CAPÍTULO 2

### CONCEPTOS BÁSICOS

#### 2.1 Televisión, señal y parámetros

La Tv en su aceptación más sencilla, consiste en la emisión de imágenes en movimiento, desde un sistema transmisor que radia la información modulada en ondas electromagnéticas, dentro de unas bandas de frecuencia que permitan su captación y descodificación por los receptores domésticos situados en el área de cobertura de dicho sistema transmisor, la imagen se muestra en la figura 7.



**Fig. 7** Imágen de un televisor

Una señal de Tv, es una onda electromagnética que contiene la información de la señal de audio y vídeo. El sistema se basa en la propiedad que tienen las radiaciones electromagnéticas de propagarse por la atmósfera y hacerlo a una gran velocidad de aproximadamente 300,000 Km/seg., lo que supone que el retardo acumulado desde el emisor hasta el receptor es tan pequeño que prácticamente se considera inexistente, lo que confiere a este tipo de distribución el calificativo de directo o tiempo real. Es de destacar que las ondas electromagnéticas no necesitan transmitirse, como las vibraciones sonoras por las moléculas de aire, ya que los propios impulsos de las ondas se empujan unos a otros para recorrer diferentes medios e incluso el vacío. La señal de vídeo es una corriente eléctrica de frecuencia y amplitud variable, y que estas variaciones de frecuencia pueden



oscilar entre un mínimo de 25 Hz hasta un máximo de 5.5 MHz. Son justamente estas variaciones de frecuencia y amplitud las que constituyen la información contenida en la señal, y las que en su momento activarán el receptor de Tv para que se produzca la imagen sobre la pantalla. Esto se podrá conseguir modificando los parámetros de la señal, haciendo variable su amplitud y manteniendo constante su frecuencia, o bien manteniendo constante su amplitud y produciendo variaciones de frecuencia. Si las variaciones de frecuencia o amplitud corresponden a las variaciones de la señal de vídeo, resultará que la información contenida en la señal de vídeo se habrá inscrito en la onda electromagnética, con lo cual nos encontraremos con una radiación capaz de propagarse pero al mismo tiempo es portadora de la información que se desea transmitir (Bourdieu, 1997).

### **2.1.1 Señales de Vídeo**

El vídeo es un sistema de almacenamiento de imágenes en movimiento y sonidos sincronizados, que utiliza, por lo general, procedimientos magnéticos. El vídeo posibilita la reproducción de las imágenes grabadas tantas veces como se requiera y se distingue del cine en que no utiliza un soporte químico-fotográfico sino un soporte magnético. La imagen en vídeo no es apreciable para la vista sobre la cinta magnética, pues se encuentra codificada en forma de huellas o códigos magnéticos (Martínez, 1997). La señal de vídeo se forma de los siguientes componentes básicos de señal: señal de crominancia y señal de luminancia. Cuando a éstas señales se añaden las señales de sincronización vertical y horizontal en una temporización apropiada. Este proceso es conocido como codificación de vídeo, la señal de vídeo pasa a llamarse señal de vídeo compuesto. El vídeo compuesto es una señal de vídeo que contiene la totalidad de la información necesaria para reproducir una imagen en color. El vídeo compuesto es creado mediante la suma de las señales R-Y y B-Y moduladas en amplitud en cuadratura con la señal de la luminancia. Las señales de R-Y y B-Y son las llamadas señales de diferencia de color que componen la señal de crominancia. Cuando decimos crominancia nos estamos refiriendo a la información del color en la imagen de Tv. La crominancia se puede subdividir además en las dos propiedades del color: tinte y saturación. La señal de luminancia, por otro lado, es la señal que representa el





brillo, o la cantidad de luz en la imagen. Esta es la única señal que se necesita para componer las imágenes monocromáticas (de blanco y negro), y para los sistemas de color, la luminancia se obtiene como una suma ponderada de  $0.3R + 0.59G + 0.11B = Y$ , donde R (Rojo), G (Verde) y B (Azul). Adicionalmente, en la señal de vídeo de Tv, específicamente en la Línea 21 del barrido horizontal, se añade una señal digital denominada señal de subtítulos adicionales o *Closed Caption* para la transmisión de subtítulos que repiten lo que se está hablando en el programa televisivo con la finalidad de ayudar a las personas con impedimentos auditivos para que puedan ver los programas y disfrutar de ellos también. Las imágenes en movimiento están formadas por gran cantidad de fotogramas con cierta continuidad, que al ser mostradas una detrás de otra a una determinada velocidad (las películas suelen tener 25 fotogramas por segundo) producen en el ojo humano la sensación de movimiento. Estos fotogramas se encuentran registrados en una película; para poder transmitirlos hay que convertirlo a algún soporte que sea fácilmente transportable.

### 2.1.2 Señales de Audio

En nuestro sistema NTSC, es modulada en FM sobre una portadora de 4.5MHz que luego se coloca dentro de otra portadora mayor de 41.25MHz para incluirla dentro de la portadora de FI de Tv. Pero antes de modular en FM la señal de audio sobre una portadora de 4.5MHz en el sistema de interportadora de sonido, la señal de audio es muchas veces codificada (multiplexada) con varias otras señales de sonido que forman subcanales de audio. Este es el conocido sistema MTS de audio. En éste sistema, el Sistema Multisonidos de Tv, se multiplexan a distintas frecuencias señales de audio para un idioma secundario de transmisión (SAP), señales de audio para canal izquierdo (L-R) y canal derecho (L+R), y algunas veces, una señal que puede llevar datos digitales o señales de voz, denominada señal de Telemetría. A éste paquete de señales se les agrega una señal de frecuencia constante como indicadora de que existe un paquete multiplexado de señales de audio que el receptor deberá decodificar. Esta señal indicadora es llamada la señal Piloto. Estas señales en conjunto conforman actualmente el denominado Audio Compuesto de Tv.



## 2.2 El Espectro de Radiofrecuencias

Debido a la gran importancia que en el contexto de la información y las telecomunicaciones, tienen las señales, es necesario presentar las ideas y los conceptos necesarios para que se entienda lo que es una señal. En cada área del conocimiento, las señales utilizadas son de distinta naturaleza: en acústica se trata de señales generadas por fuentes de sonido como la voz, la música o cualquier clase de ruido; en control de procesos pueden ser señales de tipo térmico, mecánico o eléctrico generadas por los procesos mismos; en medicina pueden ser señales eléctricas o magnéticas generadas por el organismo humano; en sismología se trata de señales mecánicas, es decir, movimientos de la corteza terrestre. Sin embargo, todas ellas tienen algo en común: cada señal tiene una o más características que reflejan el comportamiento de uno o varios fenómenos físicos; es decir, que en alguna de sus características contiene información acerca de los fenómenos físicos que entran en juego (Kuhlmann y Alonso, 1996).

Las ondas electromagnéticas son ondas producidas por la oscilación o la aceleración de una carga eléctrica. Las ondas tienen componentes eléctricos y magnéticos. La radiación electromagnética se puede ordenar en un espectro que se extiende desde ondas de frecuencias muy elevadas (longitudes de onda pequeñas) hasta frecuencias muy bajas donde las longitudes de onda son altas (Anónimo, 2005). La forma más fácil de transmitir imágenes y audio es mediante señales eléctricas, por lo que se decidió convertir esta información en impulsos eléctricos. De alguna forma debemos conseguir que la escena pueda ser transformada, mediante un dispositivo sensible a la luz, en una señal eléctrica que la represente. Todo esto vendrá condicionado por la naturaleza de la imagen y por cómo percibimos los seres humanos las imágenes (Ponce, 2003). El método de transmisión más popular es la radiocomunicación que consiste en un sistema de comunicación mediante ondas electromagnéticas que se propagan por el espacio. Las ondas más cortas poseen una frecuencia (número de ciclos por segundo) más alta; las ondas más largas tienen una frecuencia más baja. Las ondas de radio van desde algunos kilohercios a varias gigahercios y no se utilizan sólo en la radiodifusión, sino también en la telegrafía inalámbrica, la transmisión por teléfono, la Tv, el radar, los sistemas de navegación y la comunicación

espacial. En la atmósfera, las características físicas del aire ocasionan pequeñas variaciones en el movimiento ondulatorio, que originan errores en los sistemas de comunicación radiofónica como el radar. Además, las tormentas o las perturbaciones eléctricas provocan fenómenos anormales en la propagación de las ondas de radio. Las ondas electromagnéticas dentro de una atmósfera uniforme se desplazan en línea recta a una velocidad uniforme de casi 300.000 km/seg., y como la superficie terrestre es prácticamente esférica, la comunicación radiofónica a larga distancia es posible gracias a la reflexión de las ondas de radio en la ionosfera. Los sistemas normales de radiocomunicación constan de componentes básicos, transmisor, oscilador, modulador y el receptor. Los dos primeros en conjunto generan oscilaciones eléctricas con una frecuencia de radio denominada frecuencia portadora. Se puede amplificar la amplitud o la propia frecuencia para variar la onda portadora. Una señal modulada en amplitud se compone de la frecuencia portadora y dos bandas laterales producto de la modulación. La frecuencia modulada (FM) produce más de un par de bandas laterales para cada frecuencia de modulación, gracias a lo cual son posibles las complejas variaciones que se emiten en forma de voz o cualquier otro sonido en la radiodifusión, y en las alteraciones de luz y oscuridad en las emisiones televisivas (Kuhlmann y Alonso, 1996).

### 2.2.1 Características de las Señales

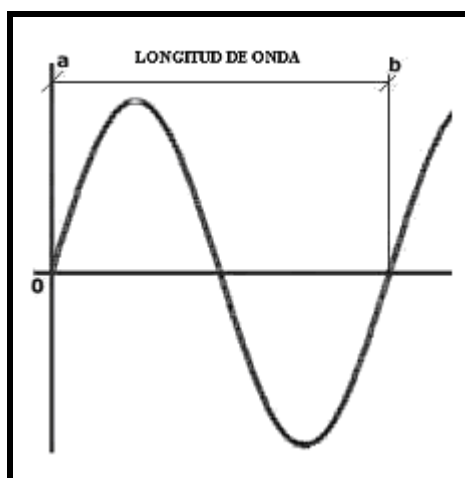
Pese al relativo desconocimiento científico sobre la naturaleza de las ondas electromagnéticas, se conocen algunas características de su comportamiento: se les conoce como energía radiante porque pueden ser irradiadas desde un manantial o fuente energética como el sol, una lámpara, un transmisor, etc. Al atravesar materias disminuye en relación a la densidad de dichas materias. Pueden atravesar sustancias según su frecuencia; su forma de propagación es virtualmente recta desde las fuentes de radiación y se desplaza en forma de ondas que se expanden desde el centro hacia la periferia (Martínez, 1997).

### 2.2.1.1 Polarización

Los componentes eléctricos y magnéticos de una onda están caracterizados por el fenómeno de polarización. Los campos eléctrico y magnético vibran siempre en un solo plano, generalmente horizontal o vertical. Estos componentes son perpendiculares entre sí y su dirección de propagación es también perpendicular a dichos componentes. La polarización es vital en la propagación de las ondas de radio. Para determinar el sentido de la polarización se toma como referencia el componente eléctrico, es decir, la dirección de la vibración del campo eléctrico. Si una antena receptora no está situada en el mismo plano que el de polarización de la onda a captar, se producirá una elevada pérdida de energía de radiofrecuencia y, en consecuencia, un desaprovechamiento de la energía de radiación (Martínez, 1997).

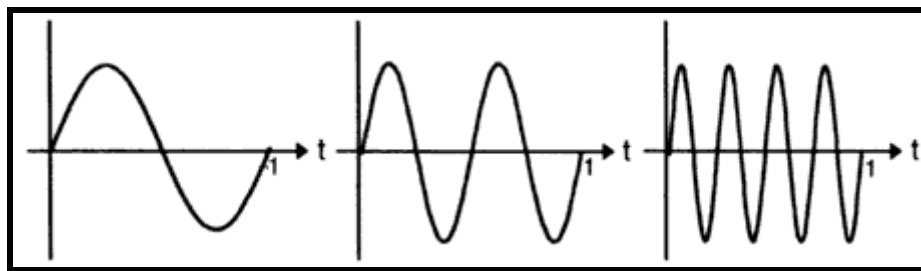
### 2.2.1.2 Longitud de Onda y Frecuencia

Una vez conocida la velocidad de propagación de las ondas electromagnéticas, es posible establecer para cualquier frecuencia el espacio recorrido durante la realización completa de uno de los ciclos. La figura 8 muestra lo que es la longitud de onda.



**Fig. 8** Imágen de longitud de onda

La distancia entre el principio y el final de la onda, o entre dos crestas contiguas, es una magnitud de máxima importancia para el estudio de las ondas. Es la longitud de onda. El conocimiento de la longitud de onda facilita la clasificación de las radiaciones electromagnéticas. La longitud de onda esta íntimamente asociada al concepto de frecuencia o número de oscilaciones que se producen en un segundo. La frecuencia es también, una característica diferencial de las ondas. Se mide en ciclos por segundo es decir en hertzios. La figura 9 muestra una señal a distintas frecuencias.



**Fig. 9** Señales senoidales con distintas frecuencias

### 2.2.1.3 Amplitud

Es la cantidad de energía que contiene una señal, sea ésta acústica o electromagnética. Las ondas electromagnéticas decrecerán paulatinamente en altura, hasta llegar a su extinción sin que ello signifique una variación de su frecuencia ni de su longitud de onda. La amplitud se refiere exclusivamente a la potencia de la onda (Martínez, 1997).

## 2.3 Digitalización de Señales de Televisión

Los años 90, sin duda pasarán a la historia desde el punto de vista tecnológico por la implantación de la Tv digital. Su importancia y repercusión es comparable a la introducción de la Tv en color, e incluso al comienzo de las transmisiones de Tv a través de satélite. Sin duda ha sido la viabilidad para poner en práctica las ideas acerca del tratamiento digital de la señal de Tv y el desarrollo de estándares de codificación y transmisión, lo que ha

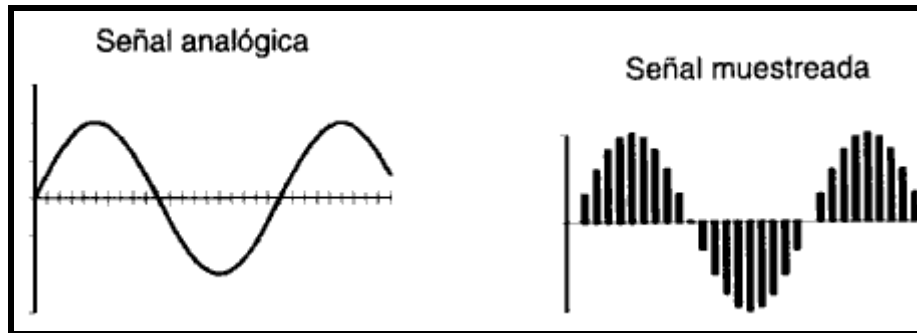


permitido poner en práctica este hito; hito que revolucionará de una manera espectacular el mundo de la Tv. Al verse la información reducida a un flujo de bits, se consigue una mayor protección contra posibles fallos ya que se pueden introducir mecanismos de detección de errores, se elimina el problema de las interferencias, podemos disminuir el efecto del ruido en los canales de comunicación, conseguir codificaciones más óptimas y encriptado, mezclar con otros tipos de información a través de un mismo canal, y poder manipular los datos con ordenadores para comprimirlos, por ejemplo.

### 2.3.1 Señales Analógicas y Digitales

Las señales de vídeo analógicas refieren al hecho de una variación constante del nivel de la corriente eléctrica. La variación de la tensión en esta señal comprende infinitos valores de corriente fluida y sin interrupciones. Una señal digital es un conjunto de muestras tomadas a la señal original. Entre mayor sea el número de muestras, mayor será la reproducción fiel de la señal original, a esto se le llama frecuencia de muestreo. La relación numérica de las muestras es lo que constituye la digitalización de la señal. La digitalización podría constituir una larga lista de valores numéricos, aún así, la electrónica y la tecnología informática son capaces de ser tan rápidas como para realizar y procesar muestras a una gran frecuencia, y a cada muestra asignarle un valor, al cual se le llama cuantificación. No obstante, esta cuantificación debería realizarse utilizando tan solo dos cifras diferentes, ya que es más operativo utilizar una corriente eléctrica que sólo distinga dos niveles diferentes. La solución es la utilización del sistema binario, el cual puede definir cualquier valor decimal utilizando únicamente las cifras 1 y 0. Una vez cuantificado, se define el valor de la frecuencia de muestreo, que para Tv es de 13.500.000 muestras por segundo, según las normas UER (Unión Europea de Radiodifusión); el nivel de cuantificación será el que determine la fidelidad de la señal, entre mayor sea el nivel de cuantificación, mayor será la fidelidad. La norma de Tv es de 8 bits por muestra. Basado en el Teorema del Muestreo. En la figura 10 se ilustra una señal analógica  $x(t)$ , así como su versión muestreada, que designaremos  $x[mT]$ , donde las muestras ocurren en los instantes en que el tiempo  $t$  toma

los valores  $T$ ,  $2T$ ,  $3T$ ..., etc. Estos instantes se llaman tiempos de muestreo, y al tiempo entre muestras consecutivas se le llama intervalo de muestreo.



**Fig. 10** Teorema de Muestreo

En sistemas de audio digital es común utilizar 16 bits por muestra. A cada bloque de 8 bits se le da el nombre de byte, lo que significa que en Tv / vídeo cada muestra está definida por 1 byte (Louis, 1994).

## 2.4 Estándares

La Tv digital es, finalmente, una realidad y la competencia entre los dos principales estándares que dan cabida a esta tecnología han propiciado la formación de dos diferentes vertientes en la implementación de este servicio. Estos estándares de vídeo compuesto de color codificado de señales fueron desarrollados para atender las necesidades de los pequeños y medianos sistemas de cable, esto en vez de optar por sistemas que implican en una excesiva manipulación de la señal, los sistemas de codificación simple evitan la degradación de la señal, básicamente la codificación de vídeo se basa en la supresión y degradación del sincronismo horizontal, y sincronismo vertical, generación de pulsos verticales falsos y la rotación de las líneas de vídeo. La codificación se utiliza para representar los caracteres de lenguas europeas distintas del inglés-americano y de esta forma estandarizar los sistemas de codificación para la transmisión de señales de Tv. El estándar americano, normado por la ATSC, cuyas siglas en inglés se refieren al Comité de Sistemas de Televisión Avanzada, representa la primera de estas dos vertientes tecnológicas



basada en su antecesor el NTSC. Además de adoptarse como una norma en los Estados Unidos y Canadá, otros países como Corea del Sur y Taiwán han optado por emplear al estándar como el medio de distribución de señales de Tv digital. Por su parte, México ha sido considerado por los Estados Unidos como uno de sus principales aliados en la adopción de este estándar. Sin embargo, la alternativa que ofrece el frente europeo, adoptada en diferentes países de la Unión Europea, Australia y recientemente en Brasil, aparece como una extraordinaria opción que, para muchos, es más robusta que la propuesta americana; la PAL y SECAM son la base del DVB Francia (Wayne, 1996).

#### **2.4.1 Características**

La Tv digital aporta nuevas y sorprendentes características, tanto desde el punto de vista del usuario como desde el punto de vista técnico. Será una Tv fundamentalmente de pago, siendo el pago por visión el concepto que configurará la Tv del futuro; posibilita un incremento enorme de programas y producirá un cambio de actitud del espectador, convirtiéndolo en un espectador activo, e incluso interactivo. Permitirá la recepción de la Tv en receptores móviles sin pérdida de calidad (Tv digital terrena). Y facilitará la integración de todos los aparatos audiovisuales domésticos. Desde el punto de vista técnico, multiplica la eficiencia espectral por un factor entre 4 y 6 veces. Lo que permite un gran incremento de programas empleando el mismo ancho de banda; la codificación de la señal fuente será un estándar mundial y la modulación utilizada es mucho más robusta al ruido (Tv satélite, cable) e incluso a la interferencia multitrayecto (Tv digital terrena). Estas características técnicas traerán consigo un gran número de ventajas no solo a los usuarios, sino también al resto de los participantes que están estableciendo la Tv digital.

#### **2.4.2 DVB, Radiodifusión de vídeo Digital**

El proyecto DVB da lugar al estándar europeo, respaldado por más de 300 industrias de 35 países diferentes, que desarrollan y proponen estándares para la transmisión de Tv digital y servicios de datos. DVB ha sido adoptado como estándar de transmisión de Tv digital por la



UER y está definido para sistemas terrenales, vía satélite, por cable y como servicio de distribución multipunto. El DVB se caracteriza por ser un estándar abierto, flexible, interoperable y de propósitos comerciales que, además, cuenta con la capacidad de recepción móvil.

### 2.4.2.1 Características

Utiliza el esquema de compresión de vídeo MPEG-2. Usa un conjunto de bloques para corregir errores provocados por la transmisión de información a través del canal. Para la compresión de la señal de audio emplea el método Musicam, desarrollada por Philips, utiliza el método de modulación COFDM (Multicanalización por División en Frecuencia, Ortogonal Codificada). Las características más relevantes se muestran en la tabla 2 (Wayne, 1996).

**Tabla 2.** Estándares del DVB

CARACTERÍSTICA	ESTÁNDAR	OBSERVACIONES
Ancho de Banda por Canal	8 MHz	Igual al Estándar de Tv analógica PAL
Tipo de Modulación	COFDM (con mapeo QPSK, o QAM)	Modo 2k (1,705 subportadoras de datos y auxiliares) Modo 8k (6,817 subportadoras de datos y auxiliares).
Estándar de compresión	MPEG-2 (vídeo) Musicam (audio)	
Relación de aspecto	4:3 (SDTV) 16:9 (HDTV)	SDTV: Televisión de definición estándar HDTV: Televisión de alta definición
Máxima Resolución	Vertical: 1152 líneas Horizontal: 1920 píxeles	El estándar permite otras resoluciones menores para SDTV y computadoras

### 2.4.3 PAL (*Phase Alternation by Line*)

Este sistema de línea alternada en fase hace referencia al modo en que la información de crominancia (color) de la señal de vídeo es transmitida, siendo invertida en fase en cada línea, permitiendo la corrección automática de los posibles errores en fase al cancelarse entre sí. Fue implementado al comienzo de la década de los años 60. Es usado en Alemania, Gran Bretaña y en la mayoría de las naciones de Europa del Oeste (Excepto en Francia).

Utiliza QAM para modulación de color. Basado en sistemas de poder de 50Hz, PAL muestra 625 líneas entrelazadas a campos por segundo (25 tramas por segundo). PAL no es compatible con NTSC ni con SECAM, sin embargo la conversión entre los estándares es posible. Existen variaciones del sistema PAL: PAL B, G, H, PAL I, D, N y PAL M.

**Tabla 3.** Especificaciones técnicas del PAL

SISTEMA	PAL B, G, H	PAL Y	PAL D	PAL N	PAL M
Líneas de campo	625/50	625/50	625/50	625/50	525/60
Frecuencia Horizontal	15.625 Khz.	15.625 Khz.	15.625 Khz.	15.625 Khz.	15.750 Khz.
Frecuencia Vertical	50 Hz	50 Hz	50 Hz	50 Hz	60 Hz
Frecuencia de subportadora de color	4.433618 MHz	4.433618 MHz	4.433618 MHz	3.582056 MHz	3.575611 MHz
Ancho de banda de vídeo	5 MHz	5.5 MHz	6 MHz	4.2 MHz	4.2 MHz
Portadora de sonido	5.5 MHz	6 MHz	6.6 MHz	4.5 MHz	4.5 MHz

La imagen aprecia un ligero defecto de saturación de color, que es mucho menos perceptible al ojo humano. Los primeros receptores PAL aprovechaban las imperfecciones



del ojo humano para cancelar los errores de fase, la solución fue introducir una línea de retardo en el procesado de la señal de luminancia de aproximadamente  $64 \mu\text{s}$  que sirve para almacenar la información de crominancia de cada línea recibida. Esta solución reduce la resolución vertical de color en comparación con NTSC, pero como la retina humana es mucho menos sensible a la información de color que a la de luminancia o brillo, este efecto no es muy visible. Ver Tabla 3. El sistema PAL es analógico.

Hubo un intento de fabricar equipos que digitalizasen la señal PAL, pero no tuvo ningún éxito comercial y ahora son una rareza (Camiroaga, 2005).

#### **2.4.4 SECAM (*Séquential Couleur Avec Mémoire*)**

El sistema Color secuencial con memoria para la codificación de Tv a color analógica fue creado en 1967 por Henri de France para la firma Thomson, debido a que Francia no quiso estandarizar su sistema al americano. Es utilizado también en Rusia, Europa del Este y algunos países del Medio Este. Dicho sistema en colores cuenta con una definición de 625 líneas, convirtiéndose en la primera norma de Tv en color en Europa y algunos países de África. Es una norma compatible con los demás sistemas utilizados para la transmisión de Tv en color en el mundo, lo que significa que los televisores monocromos (B/N) preexistentes a su introducción son aptos para visualizar correctamente los programas codificados en este sistema, aunque naturalmente en blanco y negro. En la tabla 4 se muestran sus especificaciones técnicas. Debido a este requerimiento de compatibilidad, los estándares de color añaden a la señal básica monocroma una segunda señal que porta la información de color. Esta segunda señal se denomina crominancia (C), mientras que la señal en blanco y negro es la luminancia (Y).

Los televisores antiguos solamente ven la luminancia, mientras que los de color procesan ambas señales. Además no utiliza más ancho de banda que la señal monocroma sola, por lo que la señal de color ha de ser insertada en la monocroma pero sin interferirla. Esta inserción es posible porque el espectro de la señal de Tv monocroma no es continuo, existiendo espacios vacíos, los cuales pueden ser reutilizados. Esta falta de continuidad resulta de la naturaleza discreta de la señal, que está dividida en cuadros y líneas. Los

sistemas de Tv en color analógicos difieren en la forma en que se usan estos espacios libres. En todos los casos la señal de color se inserta al final del espectro de la señal monocroma (Camiroaga, 2005).

**Tabla 4.** Especificaciones técnicas del SECAM

SISTEMAS	SECAM B, G, H	SECAM D, K, KI, L
Líneas / Campo	625/50	625/50
Frecuencia Horizontal	15.625 Khz.	15.625 Khz.
Frecuencia Vertical	50 Hz	50 Hz
Ancho de banda de vídeo	5 MHz	6 MHz
Portadora de sonido	5.5 MHz	6.5 MHz

#### 2.4.5 ATSC, Comité de Sistemas de Televisión Avanzada

El estándar americano es el resultado de los trabajos realizados por un grupo conformado por distintas empresas que ofrecían diferentes propuestas para establecer un estándar de Tv digital en Estados Unidos, fue adoptado por la Comisión Federal de Comunicaciones de aquel país a finales de 1996.

##### 2.4.5.1 Características

También utiliza el esquema de compresión de vídeo MPEG-2 y un conjunto de bloques para corregir errores provocados por la transmisión de información a través del canal. Utiliza la compresión de la señal de audio Dolby AC-3. El método de modulación que utiliza es el 8-VSB (Banda Lateral Vestigial de 8 niveles). Las características más relevantes del estándar americano se muestran en la tabla 5.

**Tabla 5.** Estándares del ATSC

CARACTERÍSTICA	ESTÁNDAR	OBSERVACIONES
Ancho de Banda por Canal	6 MHz	Igual al Estándar de Tv analógica NTSC
Tipo de Modulación	8-VSB o 16- VSB	8-VSB: Terrenal 16-VSB: Cable y Satelital
Estándar de compresión	MPEG-2 (vídeo) Dolby AC-3 (audio)	
Relación de aspecto	4:3 (SDTV) 16:9 (HDTV)	SDTV: Tv de definición estándar HDTV: Tv de alta definición
Máxima Resolución	Vertical: 1080 líneas Horizontal: 1920 píxeles	El estándar permite otras resoluciones menores para SDTV y computadoras

#### 2.4.6 NTSC (*National Television System Committee*)

Sistema de codificación y transmisión de Tv analógica desarrollado en Estados Unidos en 1940, en la actualidad se emplea en la mayor parte de América y Japón, entre otros países. El nombre viene del comité de expertos que lo desarrolló. El problema de insertar el color en la señal de Tv sin pérdida de compatibilidad con la Tv en blanco y negro y sin aumentar notablemente su ancho de banda se solucionó utilizando el concepto de modulación de amplitud en cuadratura. En el sistema NTSC la señal (Y) se trasmite por modulación de amplitud con banda lateral vestigial, sobre una portadora de R.F. correspondiente al canal utilizado. El Cb (diferencia al azul) modula en amplitud a una subportadora, Cr (diferencia al rojo) también modula la misma portadora, pero adelantada en 90 grados. Esta modulación de la croma, recibe el nombre de modulación en cuadratura y permite que ambas componentes de color puedan modular a la subportadora y luego ser recuperadas en el receptor. En el NTSC se evita la sensación de parpadeo que se puede apreciar en la zona de visión periférica de una Tv de pantalla grande (más de 21 pulgadas), porque la velocidad

de refresco es superior (30 Hz en NTSC frente a 25 Hz en PAL). NTSC corre sobre 525 líneas por segundo. La tabla 6 muestra sus especificaciones.

**Tabla 6.** Especificaciones técnicas del NTSC

SISTEMA	NTSC
Líneas / Campo	525/60
Frecuencia Horizontal	15.734 Khz.
Frecuencia Vertical	60 Hz
Frecuencia Subportadora de color	3.579545 MHz
Ancho de banda de vídeo	4.5 MHz
Portadora de sonido	4.5 MHz

Los televisores NTSC incorporan un corrector de matiz de color para realizar esta corrección manualmente (Camiroaga, 2005).

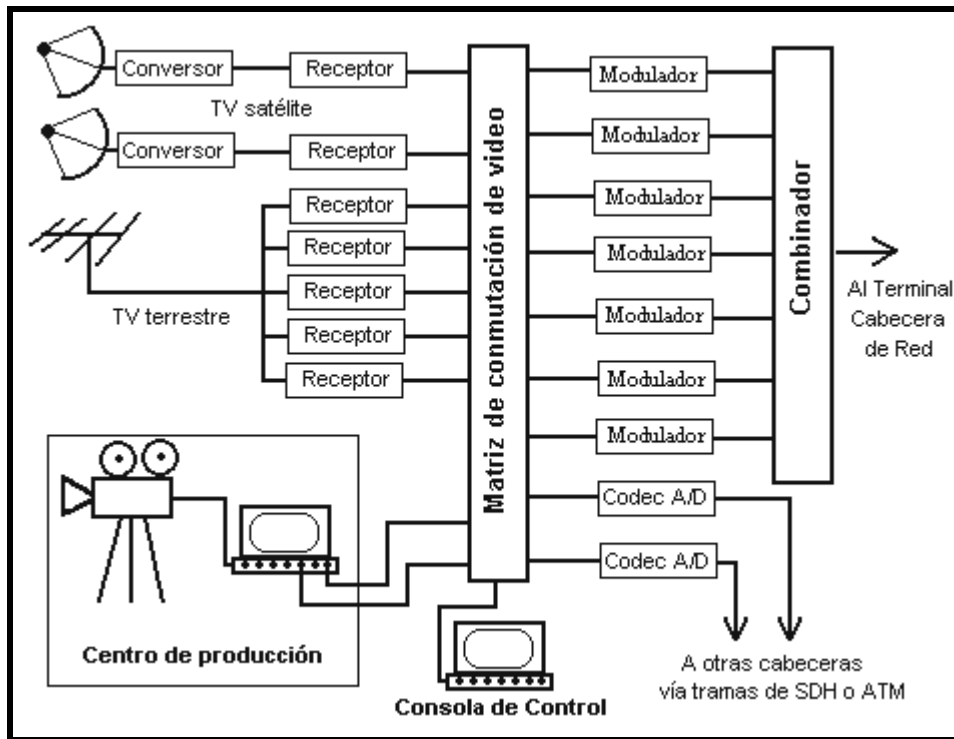
#### **2.4.7 ISDB, Radiodifusores de Servicios Digitales Integrados**

Estándar desarrollado en Japón y basado también en COFDM. Radiodifusores de Servicios Digitales Integrados, ISDB, es una adaptación del estándar europeo, ofrece las ventajas con relación a la propagación multitrayectoria y a la interferencia entre símbolos (Wayne, 1996).

### **2.5 Sistemas de Televisión**

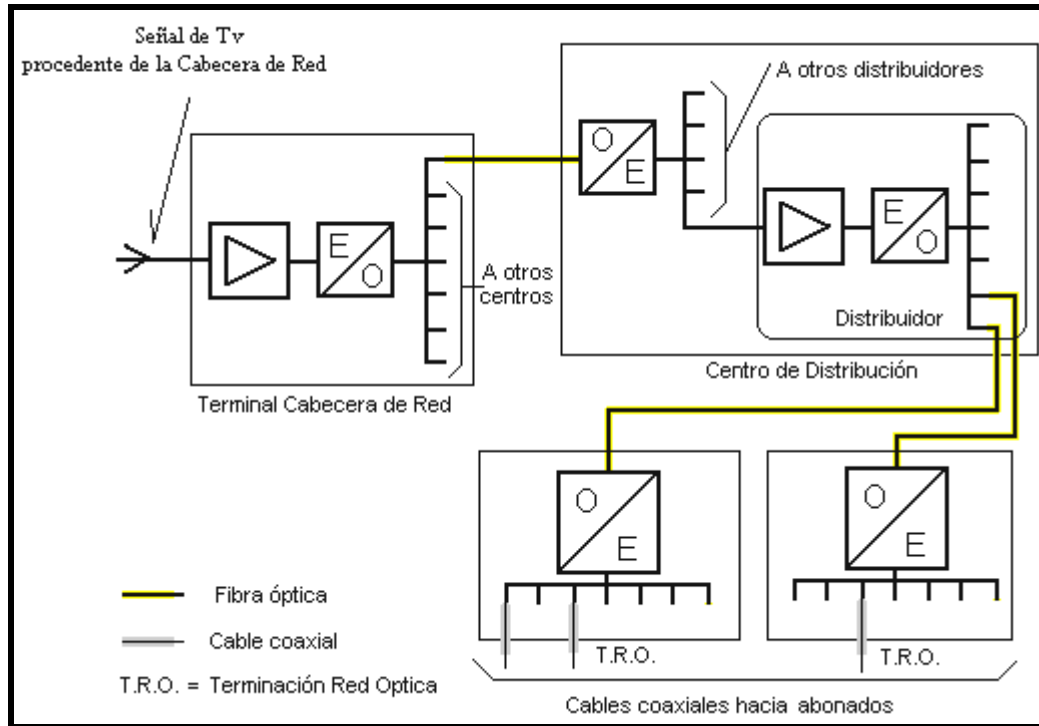
La Tv es un sistema que permite la transmisión de imágenes en movimiento acompañadas de sonido (audio y vídeo). Aunque existen diversas topologías de red a continuación se describe, de forma esquematizada, una que incluye los elementos principales de una red de CATv. El Centro de distribución es el centro de la red encargado de agrupar y tratar los

diversos contenidos que se van a transmitir por la red. En la Figura 11, se puede observar como se aplica a una matriz de conmutación señales de vídeo de procedencia muy diversa.



**Fig. 11** Centro de distribución de una red CATV

Por razones de simplificación solo se representan nueve señales de entrada a la matriz, pero su número puede ser mucho mayor, tantas como canales facilite el operador de la red. Después de pasar por la matriz, las señales de vídeo son moduladas para colocar a cada una de ellas en un canal distinto y poder agruparlas en el combinador para formar la señal compuesta que se enviará al Terminal Centro de Distribución de Red situado cerca del Centro de Distribución. Otras señales son inyectadas a codificadores analógico/digitales para ser enviados mediante tramas de la red SDH o ATM a Centros de Distribución remotos de redifusión situadas en otras poblaciones distintas del Centro de Distribución principal. El Terminal es el encargado de recibir la señal eléctrica generada en el Centro de Distribución y transformarla en señal óptica para su envío por fibra a los diversos centros de distribución repartidos por la población, como se observa en la Fig. 12.



**Fig. 12** Terminal Centro de Distribución de Red CATv

En el Centro de Distribución, la señal óptica se convierte nuevamente en eléctrica y se divide para aplicarla a los distribuidores. En cada distribuidor tenemos un amplificador para elevar el nivel de la señal, atenuada por la división. A continuación la convertimos nuevamente en óptica y mediante fibra se encamina hasta la proximidad de los edificios a servir. Estas fibras terminan en las denominadas Terminaciones de Red Óptica, que son el último eslabón de la red. Colocadas en zonas comunes de los edificios, como garajes o cuartos de contadores, sirven de terminal de las fibras hasta la acera que portan las señales ópticas que van a ser convertidas nuevamente en eléctricas y aplicadas a un distribuidor para, mediante cables coaxiales, llevar la señal de Tv a los domicilios de los abonados al servicio (Cablevisión, 2006).

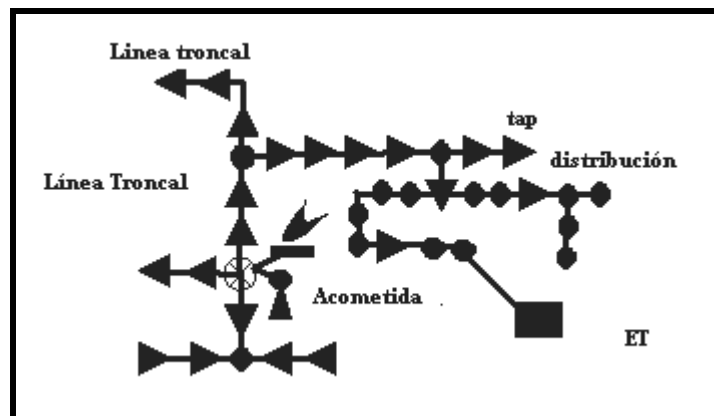
Los sistemas de Tv por cable han cubierto necesidades específicas de los usuarios. En un principio era el único método para que la gente en lugares remotos viera la Tv. Tiempo después se fueron agregando más canales a las redes de cable, hasta la incorporación de métodos de compresión digital de señales capaces de transportar varios canales digitales en



el mismo ancho de banda de un canal analógico. Debido al gran ancho de banda de las redes de cable, en los últimos años se han incorporado servicios adicionales al de Tv, como lo son Internet de banda ancha y enlaces de última milla para telefonía, entre otros. De esta manera, los sistemas CATv en México se han convertido en Redes Públicas de Telecomunicaciones capaces de proporcionar cualquier servicio que sea tecnológicamente posible ofrecer, dentro de las limitaciones del cable.

### 2.5.1 Componentes

La CATv se ha especializado en la transmisión de numerosos canales de Tv en un espectro aislado (cable coaxial o fibra óptica). La topología típica utilizada tiene una máxima eficiencia y se le conoce como topología tipo árbol, como se ilustra en la Fig. 13.



**Fig. 13** Componentes de un sistema CATv en topología de árbol.

Por componentes se entiende que son todos aquellos elementos que integran un sistema de Telecomunicación, como son un transmisor o Centro de Distribución, una red troncal o medio de transmisión y un receptor o caja terminal. La Telecomunicación puede ser punto a punto, punto a multipunto o teledifusión, que es una forma particular de punto a multipunto que funciona solamente desde el transmisor a los receptores, siendo su versión más popular la radiodifusión (Ponce, 2003).



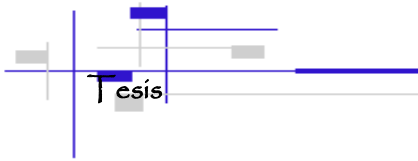
### **2.5.1.1 Transmisor**

Es el punto de origen de las señales a transmitir y la fuente de todos los programas disponibles. El Centro de Distribución cuenta con antenas parabólicas para recibir señales satelitales, antenas de alta ganancia para Tv abierta, máquinas de vídeo tape para reproducir material grabado y estudios de producción. Es la principal fuente de control y da servicio a una o a varias localidades conectadas por el sistema de red troncal; generalmente las extensiones a poblaciones cercanas utilizan el mismo CRC. El transmisor es un elemento constituido en conjunto por un detector, decodificador, amplificador, convertidor que modulan onda o señal, según se requiera (Louis, 1994).

El Transmisor convierte la señal de banda ancha proveniente de los moduladores a la frecuencia de transmisión (de 2500 a 2586 MHz) y amplifica la señal de microondas resultante al nivel de potencia requerido para la transmisión. Si el transmisor está lejos del Centro de Distribución, se pueden fabricar enlaces de microondas de banda ancha para transportar las señales de vídeo desde el Centro de Distribución al transmisor de tecnología MMDS.

### **2.5.1.2 Red Troncal**

Transporta la señal a la zona que requiere del servicio. Se busca conservar la calidad de la señal, utilizando equipos amplificadores. El objetivo principal de la red troncal es cubrir grandes distancias manteniendo la calidad de la señal. La red troncal abarca alrededor del 12% del cableado total de la red. El número de amplificadores troncales que se colocan en cascada en la red troncal por lo general oscila entre 20 y 30 en redes de gran capacidad y hasta 60 en redes de menor ancho de banda. La fibra óptica está sustituyendo al cable coaxial en esta sección de la red de cable, debido a que se puede eliminar gran parte del ruido del sistema así como la distorsión que aportan los amplificadores en cascada. Sin embargo, la red de distribución y la acometida siguen utilizando cable coaxial. Los sistemas que tienen ambos métodos (fibra óptica y coaxial) se conocen como redes Híbridas Fibra / Coaxial (HFC, por sus siglas en inglés).



### 2.5.1.2.1 Red de Distribución

Se conecta a la red troncal mediante amplificadores, su propósito es llevar las señales hasta las instalaciones del suscriptor. Del amplificador puente, la red de distribución entrega la señal a una serie de taps a los que se conectan las acometidas; si el nivel de la señal llegara a decrecer, se coloca un extensor de línea (amplificador de distribución) para incrementar el nivel de la señal de forma que llegue adecuadamente al siguiente tap.

### 2.5.1.3 Medios de Transmisión

El medio de transmisión constituye el soporte físico a través del cual emisor y receptor pueden comunicarse en un sistema de transmisión de datos. Distinguimos dos tipos de medios: guiados y no guiados. En ambos casos la transmisión se realiza por medio de ondas electromagnéticas. La naturaleza del medio junto con la de la señal que se transmite a través de él constituye los factores determinantes de las características y la calidad de la transmisión. En el caso de medios guiados es el propio medio el que determina principalmente las limitaciones de la transmisión: velocidad de transmisión de los datos, ancho de banda que puede soportar y espaciado entre repetidores. Sin embargo, al utilizar medios no guiados resulta más determinante en la transmisión el espectro de frecuencia de la señal producida por la antena que el propio medio de transmisión (Jenkins, 1997).

#### 2.5.1.3.1 Medios Guiados

Los medios de transmisión son los caminos físicos por medio de los cuales viaja la información y en los que usualmente lo hace por medio de ondas electromagnéticas. Se conoce como medios guiados a aquellos que utilizan unos componentes físicos y sólidos para la transmisión de datos también conocidos como canales de comunicación por cable.

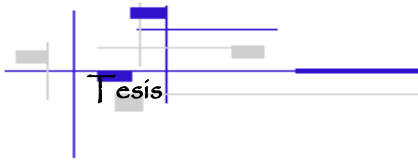
- **Par Trenzado:** Consiste en dos alambres de cobre aislados, en general de 1mm de espesor. Los alambres se entrelazan en forma helicoidal. La forma trenzada del cable se utiliza para reducir la interferencia eléctrica con respecto a los pares cercanos que se encuentran a su alrededor. Los pares trenzados se pueden utilizar

tanto para transmisión analógica como digital, su ancho de banda depende del calibre del alambre y de la distancia que recorre; en muchos casos pueden obtenerse transmisiones de varios Mb, en distancias de pocos kilómetros. Debido a su adecuado comportamiento y bajo costo, los pares trenzados se utilizan ampliamente y es probable que su presencia permanezca por muchos años.

- **Cable Coaxial:** Consta de un alambre de cobre duro en su parte central que constituye el núcleo, el cual se encuentra rodeado por un material aislante. Este material aislante está rodeado por un conductor cilíndrico que frecuentemente se presenta como una malla de tejido trenzado. El conductor externo está cubierto por una capa de plástico protector. La construcción del cable coaxial produce una buena combinación y un gran ancho de banda y una excelente inmunidad al ruido. El ancho de banda que se puede obtener depende de la longitud del cable; para cables de 1km, por ejemplo, es factible obtener velocidades de datos de hasta 10Mbps, y en cables de longitudes menores, es posible obtener velocidades superiores. Se pueden utilizar cables con mayor longitud, pero se obtienen velocidades muy bajas. Los cables coaxiales se emplean ampliamente en redes de área local y para transmisiones de largas distancia del sistema telefónico.
- **Fibra Óptica:** Un cable de fibra óptica consta de tres secciones concéntricas. La más interna, el núcleo, consiste en una o más hebras o fibras hechas de cristal o plástico. Cada una de ellas lleva un revestimiento de cristal o plástico con propiedades ópticas distintas a las del núcleo. La capa exterior, que recubre una o más fibras, debe ser de un material opaco y resistente. Un sistema de transmisión por fibra óptica está formado por una fuente luminosa monocromática, (generalmente un láser), la fibra encargada de transmitir la señal luminosa y un fotodiodo que reconstruye la señal eléctrica. (Jenkins, 1997).

#### 2.5.1.3.2 Medios no Guiados

Los medios no guiados o sin cable han tenido gran acogida al ser un buen medio para cubrir grandes distancias y hacia cualquier dirección, su mayor logro se dio desde la conquista



espacial a través de los satélites y su tecnología no para de cambiar. De manera general se pueden definir las características de estos tipos de medios, debido a que la transmisión y recepción se realiza por medio de antenas, las cuales deberán estar alineadas cuando la transmisión es direccional ó si es omnidireccional la señal se propaga en todas direcciones.

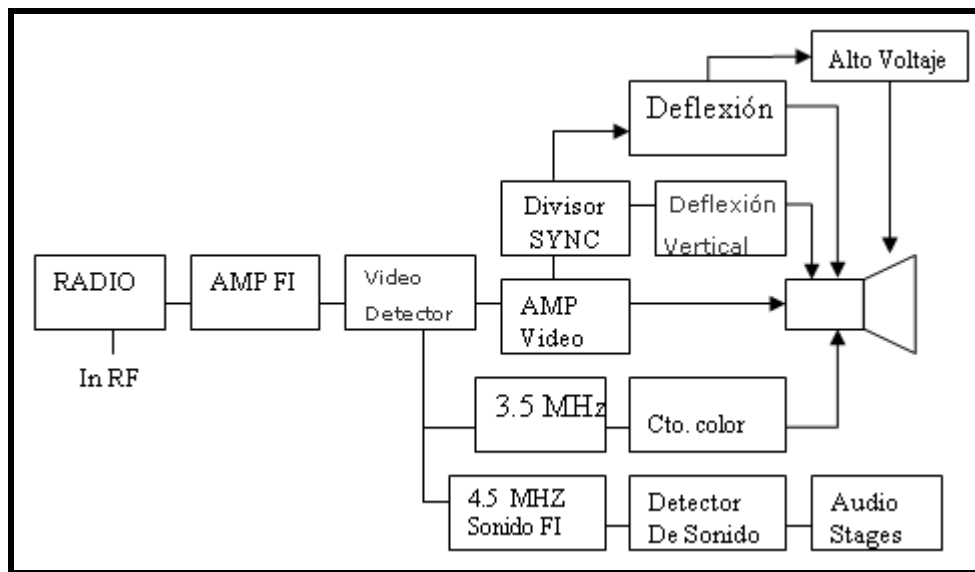
- **Radio Enlaces:** Son capaces de recorrer grandes distancias, incluso atravesar edificios. Su mayor problema son las interferencias entre usuarios. Su alcance máximo es de un centenar de kilómetros, y las velocidades que permite del orden de los 9600 Bps. Su aplicación suele estar relacionada con los radioaficionados y con equipos de comunicación.
- **Microondas:** Las microondas nos permiten transmisiones tanto terrestres como con satélites. Sus frecuencias son del orden de 1 a 10 GHz, las microondas son muy direccionales y sólo se pueden emplear en situaciones en que existe una línea visual que une emisor y receptor de forma cuidadosa. Tienen dificultades para atravesar edificios. Debido a la propia curvatura de la tierra, la distancia entre dos repetidores no debe exceder de unos 80 Km. Es una forma económica para comunicar dos zonas geográficas mediante dos torres suficientemente altas para que sus extremos sean visibles.
- **Infrarrojos:** Son ondas direccionales incapaces de atravesar objetos sólidos (paredes), están indicadas para transmisiones de corta distancia (Jenkins, 1997).
- **Ondas de luz:** Las ondas láser son unidireccionales. Se pueden utilizar para comunicar dos edificios próximos instalando en cada uno de ellos un emisor láser y un foto detector (Louis, 1994).

#### 2.5.1.4 Equipo Terminal (Modulo Decodificador)

Dispositivo necesario para la recepción de ondas eléctricas ó radioeléctricas, las cuales convertirá en sonidos (audio), imágenes (vídeo), o señales inteligibles de cualquier clase; en ocasiones utilizado para la excitación o desexcitación de un relé (dispositivo por medio del cual una pequeña potencia puede controlar una potencia relativamente grande, dicha potencia puede ser electromagnética ó electrónica).

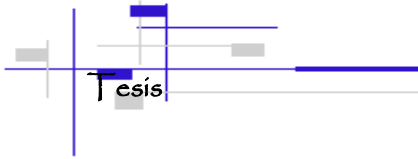
El receptor puede captar una señal modulada en altas frecuencias y transformarla en informaciones de bajas frecuencias. En recepción inalámbrica permite la obtención de señales de audio, vídeo y datos transportados por una onda portadora, para restituirlos hacia los circuitos del televisor, equipo de audio o de una consola de videojuegos.

Por modulación se entiende a la capacidad de tomar información digital (ondas cuadradas) y modificar frecuencias específicas de la señal portadora para que la información sea transmitida de un punto a otro sin ningún problema. La demodulación es el proceso inverso de la modulación, además de esta función el receptor realiza funciones de preamplificador y amplificador de potencia, entre otras. Ver Figura 14 (Collazo, 1980).



**Fig. 14** Diagrama a bloques de un receptor

En conjunto, el equipo terminal acondiciona la señal para poder ser reproducida en una Tv no fabricada con la capacidad de desplegar todos los canales que el cable transporta, además sirve como filtro para proporcionar al suscriptor únicamente los canales que ha pagado. El uso de las cajas direccionables permite la provisión de distintos paquetes al usuario y eventualmente, la desconexión de suscriptores que no paguen por el servicio. Las cajas decodificadoras también ayudan a evitar la piratería de las señales de cable (Anónimo, 2005).



## 2.6 Métodos de Transmisión

Hay propuestos numerosos métodos y sistemas de transmisión de señales de Tv. Entre las varias clasificaciones que de ellos se hacen, la correspondiente a las características de tiempo es una de las más importantes; según esta, los sistemas pueden ser clasificados como se describen a continuación.

### 2.6.1 Sistemas Simultáneos

En que los tres elementos de información necesarios para un elemento de imagen son transmitidos simultáneamente.

### 2.6.2 Sistemas Secuenciales

En que los tres elementos de información son transmitidos sucesivamente. Los sistemas secuenciales que han sido propuestos se subdividen en:

- **Campo secuencial:** Se transmite un campo completo en un color, seguido de campos sucesivos en los restantes colores. En un sistema de tres colores con entrelazado 2:1, deben superponerse seis campos para que pueda ser completada una imagen, tanto geoméricamente como en color.
- **Línea secuencial:** Se transmite una línea de un color, seguida por líneas sucesivas en los colores restantes, y se repite el ciclo. En este sistema, si el número de colores es un submúltiplo entero del número de líneas en una imagen completa, se repetirá siempre una determinada línea de imagen en un mismo color, a no ser que sea alterada momentáneamente en el extremo de un cuadro para lograr una nueva puesta en fase en el cuadro siguiente. Con tres colores es difícil evitar una tendencia al serpenteo del sistema de línea secuencial en la imagen producida.
- **Punto secuencial:** Las tres integrantes de la información que describen un elemento individual de imagen son transmitidos en sucesión, inmediatamente después de lo cual tiene lugar la transmisión de información para el elemento siguiente de imagen. En este sistema aparece una figura de punto, parecida a la de un grabado de medio



tono, superpuesto a las porciones coloreadas de la imagen. Las características de los sistemas secuenciales de punto tienen más analogía con los de sistemas simultáneos que con las de los otros sistemas secuenciales (Camiroaga, 2005).

## **2.7 Redes de Telecomunicaciones**

Una red es un conjunto de dispositivos interconectados físicamente, vía alámbrica o vía inalámbrica, que comparten recursos y que se comunican entre sí a través de reglas o protocolos de comunicación (Ponce, 2003). Un sistema de telecomunicaciones consiste en una infraestructura física a través de la cual se transporta la información desde la fuente hasta el destino, y con base en esa infraestructura se ofrecen a los usuarios los diversos servicios de telecomunicaciones (figura 15). Una red de telecomunicaciones se encarga del transporte de la información (Kuhlmann y Alonso, 1996).

### **2.7.1 Componentes de Red**

En general se puede afirmar que una red de telecomunicaciones consiste en las siguientes componentes: a) un conjunto de nodos en los cuales se procesa la información, y b) un conjunto de enlaces o canales que conectan los nodos entre sí y a través de los cuales se envía la información desde y hacia los nodos (Kuhlmann y Alonso, 1996).

### **2.7.2 Arquitectura de Red**

Respecto a la arquitectura de las redes de telecomunicaciones, y la forma en que transportan la información, pueden ser clasificadas en:

#### **2.7.2.1 Redes Conmutadas**

Son una sucesión alternante de nodos y canales de comunicación. La información se transmite a través del canal, llega a un nodo que la procesa y la transmite por el siguiente canal hasta el próximo nodo, y así sucesivamente como se muestra en la figura 16.



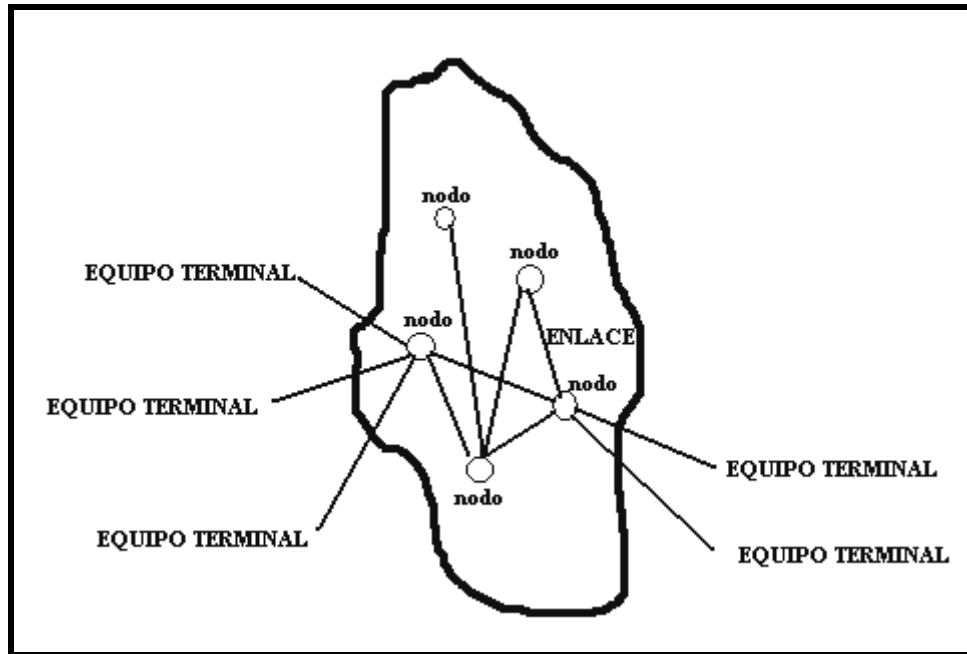


Fig. 15 Red y equipo terminal

Existen dos tipos de conmutación: de paquetes y de circuitos. En la conmutación de paquetes, el mensaje se divide en pequeños paquetes independientes, a cada uno se le agrega información de control (por ejemplo, las direcciones del origen y del destino), y los paquetes circulan de nodo en nodo, posiblemente siguiendo diferentes rutas.

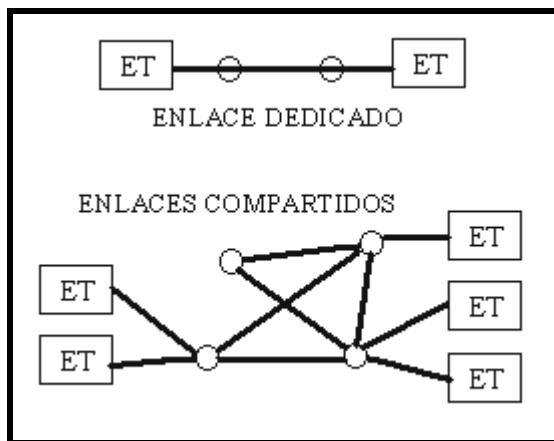
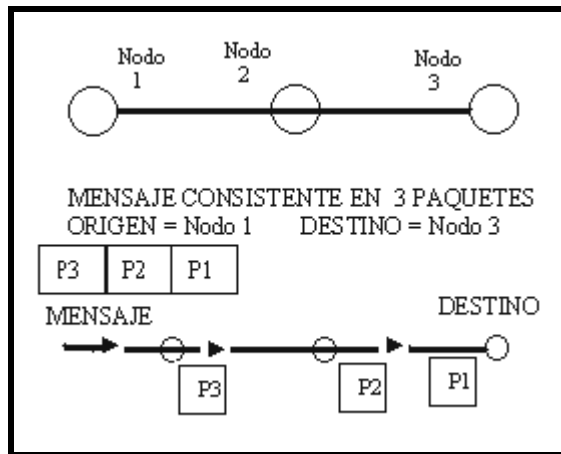


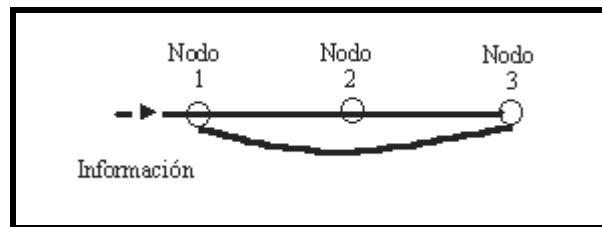
Fig. 16 Red conmutada

Al llegar al nodo al que está conectado el usuario destino, se reensambla el mensaje y se le entrega, Ver figura 17.



**Fig. 17** Conmutación de paquetes

Por otra parte, en la conmutación de circuitos se busca y reserva una trayectoria entre los usuarios, se establece la comunicación y se mantiene esta trayectoria durante todo el tiempo que se esté transmitiendo información. Figura 18.



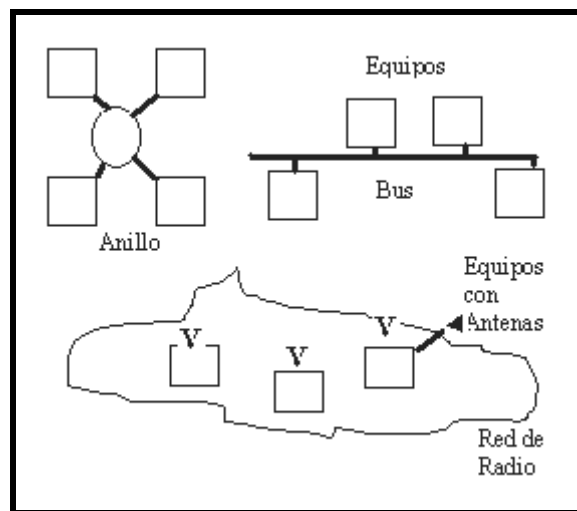
**Fig. 18** Conmutación de circuitos

Para establecer una comunicación con esta técnica se requiere de una señal que reserve los diferentes segmentos de la ruta entre ambos usuarios, y durante la comunicación el canal quedará reservado para esta pareja de usuarios.

### 2.7.2.2 Redes de Difusión

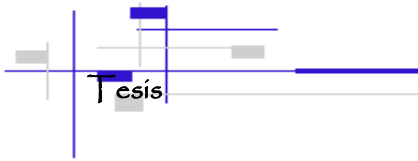
Se tiene un canal al cual están conectados todos los usuarios, y todos ellos pueden recibir todos los mensajes, pero solamente extraen del canal los mensajes en los que identifican su dirección como destinatarios. Aunque el ejemplo típico lo constituyen los sistemas que

usan canales de radio, no necesariamente tienen que ser las transmisiones vía radio, ya que la difusión puede realizarse por medio de canales metálicos, tales como cables coaxiales. En la figura 19 se presentan ejemplos de redes de difusión con diferentes formas y arreglos de interconexión o topologías, aplicables a redes basadas en radio o en cables. Lo que sí puede afirmarse es que típicamente las redes de difusión tienen sólo un nodo, el transmisor, que inyecta la información en un canal al cual están conectados los usuarios.



**Fig. 19** Tipos de difusión de redes

Los usuarios no pueden transmitir información en todas las redes. Por ejemplo, en Tv o radiodifusión, los usuarios son pasivos, es decir, únicamente reciben la información que transmiten las estaciones transmisoras, mientras que, en telefonía, todos los usuarios pueden recibir y transmitir información. Refiere el término topología a la forma de distribución de cada estación en relación a la red y a las demás estaciones. La figura 19 muestra la topología en anillo, que consiste en una serie de repetidores conectados entre sí mediante un único enlace de transmisión unidireccional formando un camino cerrado; la topología en bus conecta a todas las estaciones a un único cable birreccional lineal o bus con puntos de terminación bien definidos; la red de radio refiere a el uso del espectro para la transmisión de forma inalámbrica utilizando equipos con antenas especiales (Aguilar, 2002).



## CAPÍTULO 3

### LA TELEVISIÓN PARA SUSCRIPTORES

#### 3.1 Televisión como Medio de Difusión

Con el surgimiento de los medios de información y las nuevas capacidades tecnológicas-materiales que han conquistado en México a lo largo del siglo XX, como son su amplia cobertura informativa, su gran penetración mental, su rápida capacidad de difusión, su enorme versatilidad semiótica, su gran perfeccionamiento tecnológico, etc; estos se han convertido en el centro del poder contemporáneo de nuestra nación. En este sentido, de haber sido instrumentos de difusión relevantes en 1920 en México y de convertirse en el cuarto poder político a partir de 1960 como corresponsales del poder, en estas últimas décadas se han transformado en el vértice del poder actual. Así, observamos el surgimiento de entretenimiento enfocado a la administración pública, el deporte, la política, la banca, la oración, la medicina, la venta, la diversión, entre otras. Por ello, es de comprenderse que en la actualidad no existen vehículos más eficaces para transmitir la información colectiva a la sociedad que la radio y la Tv. (Esteinou, 2001).

##### 3.1.1 Formas de Expansión

La Tv se difunde en el tejido social de dos maneras: por expansión y por contacto. El primero, histórico y acumulativo, es un crecimiento cuantitativo constante que depende de la cantidad de aparatos, del crecimiento de las redes y de la instalación y uso de los satélites. El segundo, en cambio, es variable y puede considerarse según los diferentes grupos de pertenencia, edad, clase, sexo, ocupación, nivel cultural y según el modo en que estos grupos consumen e interpretan los mensajes televisivos.

Los dos procesos interactúan ya que, en la medida en que expande la red, los contactos son más frecuentes. Si en los años sesenta, para muchos sectores intelectuales, podía ser un rasgo característico no tener televisor, la distinción consiste hoy en día en decir que no se enciende (Aguilar, 2002).

Según el Reglamento del Servicio de Televisión por cable, la CATv es: “...*aquel servicio que se proporciona por suscripción mediante sistemas de distribución de señales de vídeo y audio a través de líneas física, con sus correspondientes equipos amplificadores, procesadores, derivados y accesorios, que distribuyen señales de imagen y sonido a los suscriptores del servicio*” (SCT, 1972).

Desde 1970, el consorcio Televisa inició las operaciones de Cablevisión S. A. para ofrecer el servicio de Tv para suscriptores. El contenido programático abarca películas, deportes, eventos especiales y noticias, motivo por el cual esta tecnología es muy importante. El contenido por demanda abarca cualquier tipo de programación como son películas, deportes, eventos especiales y noticias, motivo por el cual a esta tecnología se le ha dado el nombre de Vídeo por Demanda, VOD. Este tipo de contenidos esta programado únicamente cuando el usuario final requiere del servicio.

### 3.2 Marco Legal de Telecomunicaciones

Con la publicación de la Ley Federal de Telecomunicaciones en 1995 se establecieron las bases para brindar un marco legal propio a la Tv restringida, por cable, microondas y vía satélite, las cuales tenían como soporte legal reglamentos, para el primer caso y acuerdos para los demás, cuya naturaleza había implicado *persé* no sólo una vulneración a la seguridad jurídica de los eventuales concesionarios, sino un problema grave de transparencia y talante democrático.

Esta Ley define, en principio, que su objeto es “*regular el uso, aprovechamiento y explotación del espectro radioeléctrico, de las redes de telecomunicaciones y de la comunicación vía satélite*”, según dispone a la letra el artículo 1o. del citado ordenamiento. Al igual que la Ley Federal de Radio y Televisión y la Ley General de Vías de Comunicación, la ley en cuestión establece las dos modalidades conforme a las cuales la

iniciativa privada puede participar en el uso y prestación de servicios en materia de telecomunicaciones.

Con las nuevas reforma a las Leyes de Radio y Televisión y Telecomunicaciones, se modifican las formas de asignación de concesiones e imponen la modernización tecnológica. Estas leyes fueron publicadas en el Diario Oficial de la Federación el 11 de abril de 2006. Las reformas fijan nuevos mecanismos para asignar nuevas concesiones a los medios, eliminan la facultad del Gobierno para administrar el espectro radioeléctrico.

Entre las principales modificaciones se pueden mencionar: se extienden de 10 a 20 años la vigencia de las concesiones, que podrán ser refrendadas de manera directa; permiten a las empresas concesionarias ofrecer servicios adicionales a través de las señales digitales, como Internet y telefonía móvil, mediante un pago adicional y se obliga a los concesionarios a la modernización.

Deja en claro que la Cofetel será la encargada de la disposición de concesiones establecido en el artículo 9-A de la nueva ley ya reformada para abril de 2006.

***Artículo 9-A:** La comisión Federal de Telecomunicaciones es el órgano administrativo desconcentrado de la secretaría, con autonomía técnica, operativa, de gasto y de gestión, encargado de regular, promover y supervisar el desarrollo eficiente y la cobertura social amplia de las telecomunicaciones y la radiodifusión en México, y tendrá autonomía plena para dictar sus resoluciones. Para el logro de estos objetivos, corresponde a la citada comisión es ejercicio de las siguientes atribuciones:*

*I. Expedir disposiciones administrativas, elaborar y administrar los planes técnicos fundamentales y expedir las normas oficiales mexicanas en materia de telecomunicaciones;*

*II. Realizar estudios e investigaciones en materia de telecomunicaciones, así como elaborar anteproyectos de adecuación, modificación y actualización de las disposiciones legales y reglamentarias que resulten pertinentes;*

*III. Promover, en coordinación con las dependencias y entidades competentes, así como con las instituciones académicas y los particulares, el desarrollo de las actividades encaminadas a la formación de recursos*

*humanos en materia de telecomunicaciones, así como el desarrollo tecnológico en el sector;*

*IV. Opinar respecto de las solicitudes para el otorgamiento, modificación, prórroga y cesión de concesiones y permisos en materia de telecomunicaciones, así como de su revocación;*

*V. Someter a la aprobación de la Secretaría, el programa sobre bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico para usos determinados, con sus correspondientes modalidades de uso y coberturas geográficas que serán materia de licitación pública; así como de coordinar los procesos de licitación correspondientes;*

*VI. Coordinar los procesos de licitación para ocupar y explotar posiciones orbitales geostacionarias y órbitas satelitales asignadas al país, con sus respectivas bandas de frecuencias y derechos de emisión y recepción de señales;*

*VII. Establecer los procedimientos para la adecuada homologación de equipos, así como otorgar la certificación correspondiente o autorizar a terceros para que emitan dicha certificación, y acreditar peritos y unidades de verificación en materia de telecomunicaciones;*

*VIII. Administrar el espectro radioeléctrico y promover su uso eficiente, elaborar y mantener actualizado el Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias;*

*IX. Llevar el registro de telecomunicaciones previsto en el capítulo VI de la Ley Federal de Telecomunicaciones;*

*X. Promover y vigilar la eficiente interconexión de los equipos y redes públicas de telecomunicaciones, incluyendo la que se realice con redes extranjeras, y determinar las condiciones que, en materia de interconexión, no hayan podido convenirse entre los concesionarios de redes públicas de telecomunicaciones;*

*XI. Registrar las tarifas de los servicios de telecomunicaciones, y establecer obligaciones específicas, relacionadas con tarifas, calidad de servicio e*

*información incorporando criterios sociales y estándares internacionales, a los concesionarios de redes públicas de telecomunicaciones que tengan poder sustancial en el mercado relevante, de conformidad con la Ley Federal de Competencia Económica;*

*XII. Recibir el pago por concepto de derechos, productos o aprovechamientos, que procedan en materia de telecomunicaciones, conforme a las disposiciones legales aplicables;*

*XIII. Vigilar la debida observancia a lo dispuesto en los títulos de concesión y permisos otorgados en la materia, y ejercer las facultades de supervisión y verificación, a fin de asegurar que la prestación de los servicios de telecomunicaciones se realice con apego a las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas aplicables;*

*XIV. Intervenir en asuntos internacionales en el ámbito de su competencia;*

*XV. De manera exclusiva, las facultades que en materia de radio y televisión le confieren a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes la Ley Federal de Radio y Televisión, los tratados y acuerdos internacionales, las demás leyes, reglamentos y cualesquiera otras disposiciones administrativas aplicables, y*

*XVII. Las demás que le confieran otras leyes, reglamentos y demás disposiciones aplicables.*

*Para los fines de la presente ley, al órgano desconcentrado a que se refiere este artículo se le podrá denominar también como la Comisión.*

### **3.2.1 Atribuciones de la Frecuencia de Trabajo**

Según la Ley Federal de Telecomunicaciones, se tendrá que hacer el respectivo trámite para obtener la concesión del uso de servicios de Televisión Restringida para la Frecuencia de uso específico según el artículo 10, Capítulo II que dice:

***Artículo 10:** El uso de las bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico se clasificará de acuerdo con lo siguiente:*



- I. Espectro de uso libre: son aquellas bandas de frecuencias que pueden ser utilizadas por el público en general sin necesidad de concesión, permiso o registro;*
- II. Espectro para usos determinados: son aquellas bandas de frecuencias otorgadas mediante concesión y que pueden ser utilizadas para los servicios que autorice la Secretaría en el título correspondiente;*
- III. Espectro para uso oficial: son aquellas bandas de frecuencias destinadas para el uso exclusivo de la administración pública federal, Gobiernos estatales y municipales, otorgadas mediante asignación directa;*
- IV. Espectro para usos experimentales: son aquellas bandas de frecuencias que podrá otorgar la Secretaría, mediante concesión directa e intransferible, para comprobar la viabilidad técnica y económica de tecnologías en desarrollo tanto en el país como en el extranjero, para fines científicos o para pruebas temporales de equipo, y*
- V. Espectro reservado: son aquellas bandas de frecuencias no asignadas ni concesionadas por la Secretaría.*

En la Sección III de la misma Ley, hace referencia a la operación de las comercializadoras y la forma de manejo de este tipo de servicios. Para nuestro caso, es indispensable debido a que el sistema que se pretende desarrollar se basa en el principio de las Repetidoras del servicio de Tv Restringida.

**Artículo 52:** *Para los efectos de esta Ley, se entiende por comercializadora de servicios de telecomunicaciones toda persona que, sin ser propietaria o poseedora de medios de transmisión, proporciona a terceros servicios de telecomunicaciones mediante el uso de capacidad de un concesionario de públicas de telecomunicaciones.*

**Artículo 53:** *Salvo aprobación expresa de la Secretaría, los concesionarios de redes públicas telecomunicaciones no podrán participar, directa o indirectamente, en el capital de una empresa comercializadora de servicios de telecomunicaciones.*

*Artículo 54: El establecimiento y operación de las empresas comercializadoras de servicios de telecomunicaciones deberá sujetarse, invariablemente, a las disposiciones reglamentarias respectivas.*

Finalmente, se aclara que aunque MVS Multivisión es poseedora de la concesión para sistemas MMDS en México, es posible establecer un proceso de licitación debido a que la ciudad de Tulancingo, Hgo. no mantiene dentro del cuadro de frecuencias el uso de la Frecuencia de 2.5GHz que está concesionada para servicios de televisión restringida. Esto según los siguientes artículos.

*Artículo 14: Las concesiones sobre bandas de frecuencias del espectro para usos determinados se otorgarán mediante licitación pública. El Gobierno Federal tendrá derecho a recibir una contraprestación económica por el otorgamiento de la concesión correspondiente.*

*Artículo 15: La Secretaría establecerá, y publicará periódicamente, un programa sobre las bandas de frecuencias del espectro para usos determinados, con sus correspondientes modalidades de uso y coberturas geográficas, que serán materia de licitación pública.*

*Los interesados podrán solicitar que se liciten bandas de frecuencias, modalidades de uso y coberturas geográficas distintas de las contempladas en el programa mencionado en el párrafo anterior.*

*En estos casos, la Secretaría resolverá lo conducente en un plazo que no excederá de 60 días naturales.*

Para tener un conocimiento total sobre los procesos administrativos, es necesario tener un conocimiento básico de la Ley Federal de Telecomunicaciones que puede ser vista en la página de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes en su respectiva sección (SCT, 2006).

### 3.3 Manejo de Sistema de Acceso DOCSIS

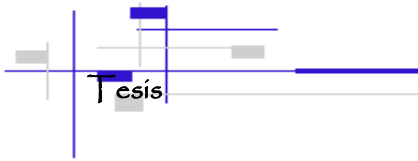
Es aquella forma que define los requisitos de la interfaz de comunicaciones y operaciones para los datos sobre sistemas de cable. El más importante es sin duda el Sistema DOCSIS, que es un estándar que permite añadir transferencias de datos de alta velocidad a un sistema de televisión por cable existente.

#### 3.3.1 Características

DOCSIS utiliza el método de acceso TDMA/SCDMA y no experimenta ninguna colisión. Tiene variantes en configuración y métodos de acceso. Para la modulación del canal de bajada se utiliza desde 64 hasta 256QAM, y para el canal de subida se utiliza QPSK y 16QAM. El ancho del canal puede variar de 400kHz a 3,2 MHz en DOCSIS 1.0/1.1. DOCSIS 2.0 aporta mas opciones al canal de subida, incluyendo una modulación más alta (64QAM) y canales con más ancho (6,4MHz). DOCSIS 2.0 también incorpora Ingress Cancellation (cancelación de ingreso). Todas estas mejoras se combinan para proporcionar una velocidad de subida total de 30,72Mbps por canal. La velocidad de subida en DOCSIS 1.0 está limitada a 5Mbps, y a 10Mbps en DOCSIS 1.1. Todas las versiones del estándar DOCSIS soportan una velocidad de bajada de hasta 38Mbps por canal (Ponce, 2003).

### 3.4 Tecnologías de Difusión

Para la mayor parte de los operadores de sistemas de cable, la transmisión de vídeo analógico o digital a través de su red, representa el servicio de mayor importancia que puede ofrecerse. El surgimiento de nuevas y mejores tecnologías abarca no sólo aquellas que han comenzado a desarrollarse recientemente, sino también las que conocemos desde hace algún tiempo. Cabe destacar que se da prioridad a la nueva tecnología con la que se pretende realizar el Diseño de la Red de Televisión Inalámbrica.



### **3.4.1 Sistema de Cable Coaxial**

El sistema de cable nació para cubrir la necesidad de recepción de señales de Tv manifestada por aquellos lugares alejados de los centros de emisión o separados de los mismos por obstáculos naturales, recurriendo a la utilización de una antena comunitaria, que ubicada a gran altura provea de la señal que era distribuida a toda la comunidad por un cable coaxial como vínculo (Louis, 1994).

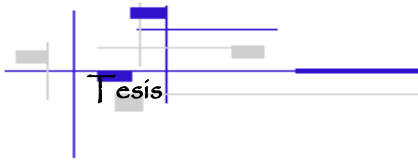
#### **3.4.1.1 Constitución del Sistema**

Consta básicamente de un equipamiento central que recibe el nombre de Centro de Distribución y una planta externa que suele llamarse red. En el Centro de Distribución se centraliza la recepción y/o generación y luego una combinación de las señales que serán distribuidas a través del sistema. Los canales abiertos son retransmitidos por cable, generalmente sin ser demodulados a la banda base. Las señales vía satélite recibidas en un receptor satelital, son procesadas en el Centro de Distribución según sea necesario su cambio de norma y/o su decodificación y codificación, de allí sale a la red. En la red se puede distinguir dos tipos de tendido: red troncal y red subtroncal. Un tercer tipo de cable de menores dimensiones se utiliza para transportar la señal hasta el domicilio del abonado.

### **3.4.2 Sistema de Televisión Satelital**

El sistema vía satélite permite llegar con una gran capacidad de transmisión a los puntos mas lejanos, con una excelente calidad de imagen y sonido. Además, permite la interacción en la que los televidentes podrán participar activamente.

Básicamente un sistema satelital es un sistema repetidor. La capacidad de recibir y retransmitir se debe a un dispositivo receptor-transmisor llamado transponder, cada uno de los cuales escuchan una parte del espectro, la amplifica y retransmite a otra frecuencia para evitar la interferencia de señales.



Un sistema satelital consiste en un cierto número de transponder además de una estación terrena maestra para controlar su operación, y una red de estaciones terrenas de usuarios, cada uno de los cuales posee facilidad de transmisión y recepción.

Las señales transmitidas por satélites pueden ser modificadas para impedir su recepción en forma utilizable por quienes no estén expresadamente autorizados para ello. Como consecuencia, quien carezca de los medios que permitan descifrarla no podrán aprovecharlas.

### 3.4.2.1 Configuración

Para comprender el Sistema Digital, vemos todas las partes que lo componen, es decir, desde el estudio hasta el receptor, pasando por el control remoto del televisor.

El Centro de Transmisión: transmite los programas a los satélites y éstos reenvían las señales que constituyen los programas a la antena parabólica que mide solo 60 cm, gracias a la enorme potencia de las señales enviadas por el satélite. La antena parabólica recibe la información codificada proveniente del satélite y la envía a su receptor de Satélite que procesa la información que contiene el programa de Tv y la envía al televisor. Finalmente, el control remoto para el televisor, incluido con el Sistema Digital de Satélite, controla el sistema y la mayor parte de los televisores que utilizan control remoto. La tarjeta de acceso que está instalada en el receptor del satélite proporciona los sistemas de seguridad y la autorización necesaria para utilizar el servicio digital de Satélite (González, 2004).

### 3.4.3 Sistema de Televisión Inalámbrica AML

Estos enlaces son ideales para transportar la señal de cable salvando obstáculos naturales o artificiales tales como lagos, ríos, mar, montañas o edificios, o para atravesar áreas donde no hay ningún abonado. Las siglas AML se refieren a la técnica específica que se utiliza para implementar enlaces multicanales para señales de Tv con cualquier modulación: digital, AM o FM. Los enlaces microondas de Cable AML entregan señales de calidad a distancias relativamente largas. AML es una tecnología de línea de vista. Si no hay línea de

vista entre el transmisor y el receptor, uno o más repetidoras deben usarse para completar el enlace.

### 3.4.3.1 Tipos de Enlaces Inalámbricos

Existen 2 tipos de enlaces inalámbricos para señales de banda ancha de Tv, estos se muestran a continuación:

- **Enlaces unidireccionales:** Un enlace inalámbrico punto a punto de banda ancha consiste en un transmisor en el Centro de Distribución y un receptor en unos o más nodos. La alimentación de corriente del receptor se hace directamente del troncal de cable de salida del mismo, por lo que en el nodo de recepción no se necesitan equipos de conexión especializados ni instalaciones de ningún tipo.
- **Enlaces bidireccionales:** Permiten a los operadores de Cable prestar servicios bidireccionales mediante enlaces inalámbricos. Los nuevos productos para extensiones inalámbricas permiten proveer vía de retorno inalámbrico para servicios de datos tales como las señales de retorno de los módems de cable DOCSIS y las señales de control de la Tv interactivo, mientras que simultáneamente aumentan la capacidad de transmisión de canales sin tener que sacrificar el ancho de la banda existente.

### 3.4.4 Tecnología Inalámbrica MMDS

El Sistema de Distribución Multicanal Multipunto vía microondas es una tecnología de banda ancha desarrollada para transmitir varios canales de Tv desde un punto de origen que se denomina Centro de Distribución a los subscriptores que estén dentro del radio de alcance del transmisor. Cada subscriptor recibe la señal de Tv a través de una antena integrada con un convertidor de frecuencia de bajo costo y un descodificador o STB (Set Top Box) junto al televisor. Los sistemas de MMDS constituyen una alternativa inalámbrica a la de Tv por Cable, dado que proporcionan los mismos servicios, y por esa razón el MMDS se llama también "Cable Inalámbrico."

La empresa Cable AML proporciona soluciones de sistemas integrados de MMDS tanto analógicos, digitales o híbridos (analógico y digital), así como soluciones para añadir datos y acceso a Internet a sistemas ya existentes. Estos sistemas de banda ancha se caracterizan por sus prestaciones óptimas en potencia de transmisión, así como su fiabilidad y calidad.

#### **3.4.4.1 Características**

- **Arquitectura Abierta:** Solo utilizan componentes y software que cumplan con los estándares internacionales MPEG2 y DVB-C, y además son compatibles con todos los formatos de codificación de señal y con todos los formatos ESTÉREO y SAP.
- **Diseño Modular:** Permite que sea fácil agregar en el futuro transmisores adicionales para redundancia o repetidores para cobertura de áreas remotas o para aumentar la potencia transmitida, según sean los requerimientos.
- **Equipo de RF Listo para Señales Digitales:** Todos los equipos de RF aceptan señales de Tv digitales. Todos los modelos de transmisores y repetidoras pueden combinar señales analógicas y digitales (por separado o simultáneamente) en el mismo transmisor o repetidora.
- **Fácilmente Ampliables a Configuración Dual Redundante:** Pueden ampliarse fácilmente a configuraciones con transmisor dual redundante para obtener máxima fiabilidad y simultáneamente aumentar el área de cobertura.
- **Rapidez en Instalación y Puesta en Marcha:** Pueden comisionarse y ponerse a trabajar en un plazo de tiempo muy pequeño, aumentando así el tanto el ritmo de reembolso del capital invertido como el flujo de caja.
- **Bandas de Frecuencia Adaptables a las Necesidades del Cliente:** Pueden ser fabricados en bandas espectrales dentro de rangos de bandas autorizadas aunque estén fuera de las frecuencias estándar de MMDS en el rango de 2.1 a 2.6 GHz.
- **Integración del Sistema Completo:** Están integrados y verificados como sistemas completos en fábrica. Ofrece curso de formación que cubre la instalación, funcionamiento y mantenimiento del sistema mientras está operando como unidad integrada.

### 3.4.4.2 Tipos de Sistemas MMDS

Cable AML ofrece tres tipos de sistemas MMDS:

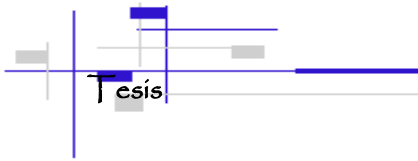
- Sistemas MMDS analógicos
- Sistemas MMDS digitales
- Ampliación de sistemas existentes para datos y Acceso a Internet

#### Sistemas MMDS Análogos

Los elementos más importantes de un sistema de MMDS analógico son:

- Centro de Distribución: Es el punto de origen de las señales de Tv que se transmiten a través del sistema. Un Centro de Distribución típica incluye equipos tales como procesadores de señales, receptores y demoduladores satelitales para generar los programas de Tv (señales de vídeo y audio en banda base). Moduladores que aceptan las señales de vídeo y audio en banda base y entregan portadoras moduladas en el rango de frecuencia de 222 a 408 MHz. Las señales de salida de los moduladores se combinan para alimentar al transmisor de banda ancha.
- Transmisor y Antena: El Transmisor convierte la señal de banda ancha proveniente de los moduladores a la frecuencia de transmisión y amplifica la señal de microondas resultante al nivel de potencia requerido para la transmisión. Los equipos de antena de transmisión incluyen los cables o la guía de ondas que conectan el transmisor a la antena, así como la propia antena y, si se requiere, el sistema de la presurización para el cable o guía y la antena propiamente dicha.
- Equipo del suscriptor: Consiste en una unidad montada en el exterior (una antena integrada con un convertidor de bajada) que convierte las señales de microondas recibidas a la banda de 220 a 408 MHz, que es la indicada para alimentar directamente los televisores de los suscriptores. Si las señales están codificadas, se necesita conectar un STB (Set Top Box o decodificador) al receptor de Tv del suscriptor.





### Opciones de Codificación:

La decisión de cómo y cuando codificar (por lo menos para algunos canales) debería tomarse desde un principio. La seguridad de la señal es obviamente la principal preocupación que incita a los operadores a incurrir en el gasto adicional de un sistema de codificación, pero no la única. El tipo de sistema de codificación determina la posibilidad de ofrecer programas en Paquetes.

Hay varias opciones disponibles, por ejemplo:

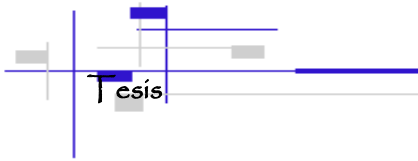
- **Convertidores Direccionables:** Hacen posible conectar o desconectar el servicio a cada suscriptor por medio de instrucciones enviadas a través de una PC en el Centro de Distribución. El equipo direccionable del suscriptor incluye un convertidor especial de bajada acoplado con la antena, fuente de alimentación de A/C e insertor de potencia.
- **Sistema de Codificación sin STB:** Los canales son codificados en bloque y los decodificadores descifran todos los canales también en bloque. En la casa del suscriptor hay un sólo decodificador que se coloca inmediatamente siguiendo al convertidor de bajada. Este decodificador descodifica todos los canales en bloque para todos los receptores de Tv en la casa del suscriptor, sin que sea necesario usar decodificadores individuales en cada receptor de Tv.
- **Sistema de codificación con STB:** Cada receptor de Tv en la casa del suscriptor requiere un STB individual para descodificar los canales. Los canales pueden descodificarse uno por uno (no necesariamente como un bloque, como en el caso anterior).

### Sistemas MMDS Digitales

El sistema MMDS digital de Cable AML en la banda de 2,500 a 2,686 MHz puede configurarse para transmitir más de 186 programas de Tv. Cada 6 MHz de ancho de banda puede llevar de uno a seis programas de Tv NTSC o PAL.

El sistema de MMDS digital consiste en los siguientes elementos:

- **Centro de Distribución:** Incluye varios módulos de la familia DHM de módulos de Centro de Distribución digital. Estos módulos aceptan entradas de vídeo y audio analógicas en banda base, las convierte en datos digitales, multiplexa los datos en una sola portadora y modula esta portadora con modulación 64-QAM. Los otros elementos del Centro de Distribución son el Sistema de Control de Gerencia y el Sistema de Acceso Condicional, conocido como CAS por sus siglas en inglés (Conditional Access System). El sistema CAS controla la autorización de suscriptores para descodificar programas y también cuales programas está autorizado a descodificar cada suscriptor.
- **Transmisor:** El sistema de transmisión incluye el transmisor o transmisores de banda ancha y el equipo de radiación (antenas y accesorios). Los transmisores normalmente están ubicados cerca de las antenas para minimizar la pérdida de señales a través de las líneas de transmisión que conectan los dos.
- **Equipos de Antena de Transmisión:** Estos equipos incluyen los cables y la guía de ondas que conecta el transmisor a la antena, así como la antena propiamente dicha y también el sistema de presurización para la antena. El diagrama de radiación de la antena transmisora (en lo que respecta a polarización, cobertura del azimut, inclinación eléctrica y ganancia) tiene que ser cuidadosamente seleccionado para obtener la cobertura geográfica deseada dada la localización del transmisor y la torre de transmisión.
- **Equipo de suscriptor:** Consiste en una unidad exterior (antena integrada con convertidor de bajada o “downconverter”) con prestaciones apropiadas para las señales digitales 64-QAM. La unidad exterior se conecta a través de un cable coaxial a la casa del suscriptor o directamente al STB o descodificador junto al receptor de Tv. Hay varios tipos de unidades exteriores disponibles, dependiendo de requisitos de ganancia de antena, tamaño, y disponibilidad de características como filtros para reducción de interferencia, etc.



### **Sistema de Acceso Condicional:**

Viene totalmente determinado por el CAS (Sistema de Acceso de Condicional). Las principales razones que inducen a los operadores a incurrir en el gasto adicional de un sistema de CAS son:

- La posibilidad de desconectar remotamente las señales a los suscriptores que no están al corriente en los pagos.
- Seguridad de señal para impedir el uso no autorizado de las señales MMDS.
- Disponibilidad de diversos paquetes de programación (por ejemplo: básico, Premium, etc.).
- Capacidad de habilitar el Pago Por Evento (PPV).

Un sistema CAS puede proporcionar algunas o todas las estas posibilidades. Cable AML ofrece un sistema CAS que ha sido específicamente perfeccionado para proporcionar un alto nivel de funcionalidad y de seguridad para sistemas digitales de MMDS a un costo razonable.

### **Sistemas MMDS para Datos y Acceso a Internet**

Los operadores de sistemas MMDS ya existentes (analógicos o digitales) pueden ofrecer servicio de Internet de alta velocidad a sus suscriptores añadiendo un Sistema de Acceso al ya existente. El sistema de comunicación inalámbrico de doble vía incluye el retorno inalámbrico del equipo RF y los equipos de datos para conexión a Internet (Cable AML, 2006).

### **3.5 Digitalización de vídeo**

Cuando la naturaleza de la señal a transmitir es analógica y se requiere utilizar una red digital, se necesita convertir una forma de onda continua en una serie de pulsos discretos. La digitalización de las señales de Tv ha facilitado procesarlas con computadoras digitales

y transmitir las de forma efectiva y eficiente por medios cableados e inalámbricos. Sin embargo, el costo inmediato de la digitalización de señales es un importante incremento en el ancho de banda requerido para representarlas. La alternativa más socorrida para resolver este problema es el uso de técnicas de compresión digital de señales. Existen técnicas de compresión de tipos distintos como audio, imágenes fijas, imágenes en movimiento y datos. La compresión distingue entre la estructura de la señal y su esencia; luego toma la esencia y elimina la estructura, finalmente almacena y transporta esta versión reducida de la señal original. Para recuperar la señal original (o una versión aproximada de ésta) se debe antes descomprimir la señal agregándole, de alguna forma, aquello que le restamos al comprimirla.

Una señal de vídeo puede entenderse como la sucesión continua de cuadros de imagen fijos. En el estándar NTSC utilizado en México, se presentan 30 cuadros de imagen cada segundo para dar la sensación de movimiento. Al digitalizar una señal de vídeo se toman muestras de cada cuadro de imagen en forma horizontal y vertical, formando una matriz de elementos de imagen o píxeles. Es esta representación digital de la señal de vídeo la que ocupa un ancho de banda muy superior al de la señal original. Para resolver este problema, una primera aproximación podría consistir en la compresión de cada cuadro de imagen en forma independiente, explotando la redundancia (espacial) que existe en cada uno, como si se tratara de una secuencia de múltiples fotografías. Sin embargo, este mecanismo no explota la redundancia temporal que existe entre cuadros de imagen consecutivos. La Figura 20 muestra cómo existe redundancia en cuadros de imagen consecutivos.



**Fig. 20** Secuencia de cuadros de imagen

### 3.5.1 MPEG (Grupo de Expertos en Imágenes en Movimiento)

El estándar MPEG utiliza varias técnicas de compresión de señales para procurar que la versión final sea lo más compacta posible, manteniendo un cierto grado de calidad de la señal. En general, las técnicas de compresión pueden clasificarse en dos grandes categorías: compresión sin pérdidas y compresión con pérdidas. Como su nombre lo sugiere, las técnicas de compresión sin pérdidas permiten recuperar una versión idéntica a la señal original, pero usualmente no permiten altas tasas de compresión. Estas técnicas se utilizan con frecuencia en la compresión de datos de computadora (como archivos ejecutables, por ejemplo). Por su parte, la compresión con pérdidas produce cierta degradación tolerable a la señal, pero a cambio permite tasas de compresión mucho más altas. El estándar MPEG utiliza una combinación de técnicas de ambas categorías.

MPEG es un estándar internacional para la representación codificada y comprimida de imágenes en movimiento y audio asociado, orientado a medios de almacenamiento digital. El algoritmo que utiliza además de comprimir imágenes estáticas compara los fotogramas presentes con los anteriores y los futuros para almacenar sólo las partes que cambian. La señal incluye sonido en calidad digital. El inconveniente de este sistema es que debido a su alta complejidad necesita apoyarse en hardware específico.

#### 3.5.1.1 Categorías

Los estándares MPEG fueron desarrollados para ser independientes de la red específica para proporcionar un punto de interoperabilidad en entornos de red heterogéneos.

- Con una calidad superior al MPEG-1, MPEG-2 fue universalmente aceptado para transmitir vídeo digital comprimido con velocidades mayores de 1Mb/s aproximadamente. Con MPEG-2 pueden conseguirse elevadas compresiones de hasta 100:1, dependiendo de las características del propio vídeo. MPEG-2 normalmente define dos sistemas de capas, el flujo de programa y el flujo de transporte. Se usa uno u otro pero no los dos a la vez. El flujo de programa

funcionalmente es similar al sistema MPEG-1. La técnica de encapsulamiento y multiplexación de la capa de compresión produce paquetes grandes y de varios tamaños. Los paquetes grandes producen errores aislados e incrementan los requerimientos de almacenamiento en el receptor/decodificador para demultiplexar los flujos de bits. En contraposición el flujo de transporte consiste en paquetes fijos de 188 bytes lo que decrementa el nivel de errores ocultos y los requerimientos del sistema de almacenamiento del receptor.

- MPEG-4 es un estándar relativamente nuevo orientado inicialmente a las videoconferencias y el Internet. El objetivo es crear un contexto audiovisual en el cual existen unas primitivas llamadas AVO (objetos audiovisuales). Se definen métodos para codificar estas primitivas que podrían clasificarse en texto y gráficos. La comunicación con los datos de cada primitiva se realiza mediante uno o varios flujos de datos, cuya característica principal es la calidad de servicio requerida para la transmisión.

### 3.5.1.2 Grupo de Imágenes

Con el ánimo de obtener la mayor tasa de compresión posible, es necesario explotar tanto la redundancia espacial que existe en cada cuadro de imagen, como la redundancia temporal que existe en cuadros sucesivos. Un concepto importante relacionado con el estándar MPEG se conoce como grupo de imágenes, GOP. Un GOP está formado por una secuencia de cuadros de imagen consecutivos con una longitud que oscila entre 10 y 30 imágenes. Los cuadros de imagen dentro de un GOP pueden ser de uno de tres tipos distintos: intra-cuadros (o cuadros I), cuadros predichos (o cuadros P) y cuadros bidireccionales (o cuadros B). Un intra-cuadro es un cuadro de imagen que se codifica en forma independiente de otros cuadros, como si se tratara de una fotografía; esto es, sólo explota la redundancia presente en ese cuadro. Los cuadros predichos, como su nombre lo sugiere, se estiman o predicen" con base en un cuadro I o en un cuadro P previo, y los cuadros bidireccionales se estiman con base en cuadros I y P (o sólo P) que se hallen antes y después del cuadro a ser estimado. La Figura 38 muestra un GOP con la disposición de cuadros I, P y B.

Como se aprecia en la Figura 38, un GOP siempre inicia con un cuadro I. Con base en este primer cuadro se hace una estimación de un primer cuadro P, que se encuentra a varios cuadros de distancia hacia delante del cuadro I. Con base en el cuadro I y en el P estimado, se estiman los cuadros bidireccionales (B), que se hallan entre el cuadro I y el P. Después, con el primer cuadro P se estima el siguiente cuadro P y con estos dos se estiman los valores de los cuadros B intermedios. Este proceso continúa hasta que se llega a final del GOP.

Las herramientas que se utilizan para la estimación de cuadros P son distintas a las utilizadas para codificar los intra-cuadros. En este caso se desea explotar la redundancia temporal que existe entre un cuadro y otro posterior. Como es de esperarse, gran parte de la información de un cuadro de imagen estará presente en un cuadro posterior, siempre que ambos pertenezcan a una misma escena. De este modo, no es necesario codificar (ni transmitir) toda la información de un cuadro posterior, sino sólo aquella sección del cuadro que haya cambiado respecto del cuadro de referencia. En la Figura 21 se mostraron cuadros de imagen de una misma escena. Como puede notarse, el segundo cuadro contiene gran parte de la información del primero, sólo que ésta se ubica en una posición distinta, debido a que la cámara se ha desplazado hacia la derecha. Este mismo efecto puede apreciarse al comparar el segundo y el tercer cuadros.

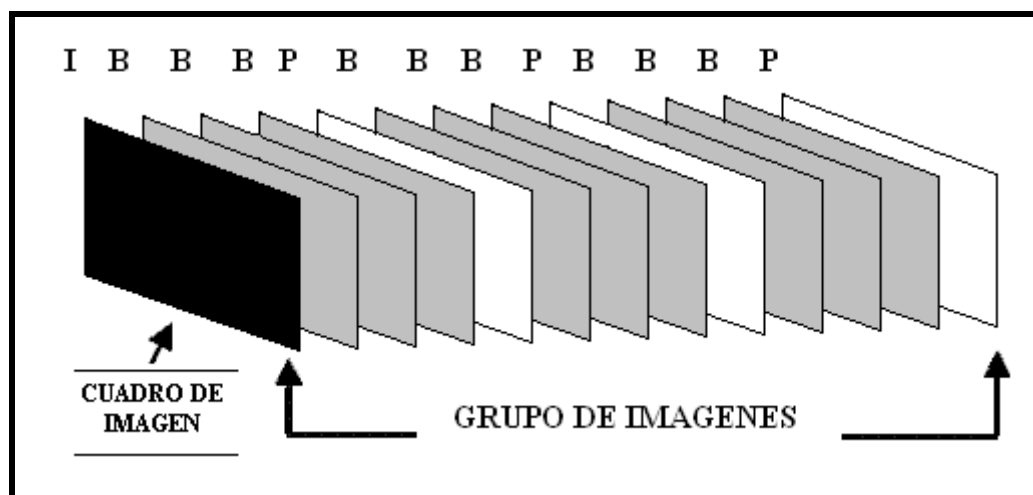


Fig. 21 Disposición de cuadros de imagen en un GOP



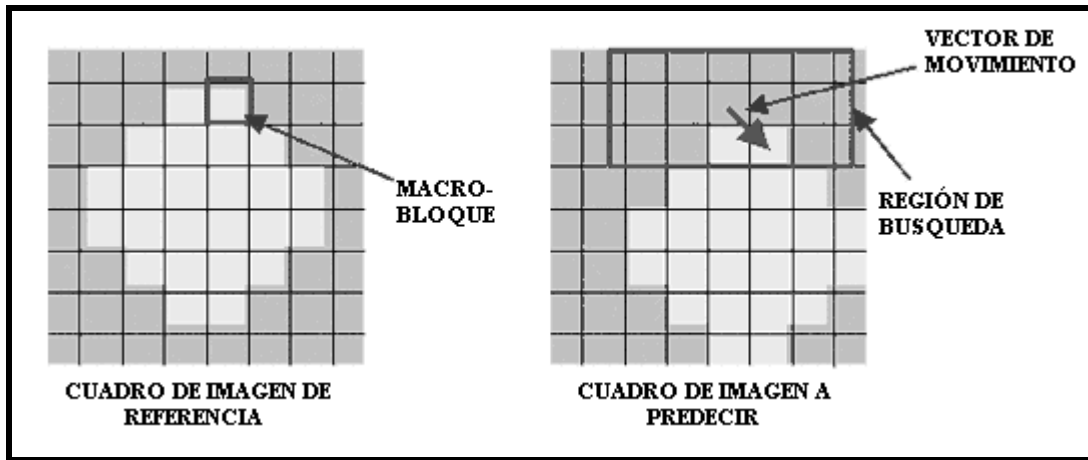
El codificador MPEG definirá una región de búsqueda dentro del segundo cuadro en el que encontrará la mejor coincidencia de una sección del cuadro previo de referencia conocida como "macro bloque". El tamaño de un macro bloque es de 16 píxeles por lado y las regiones de búsqueda miden, por lo general, 60 píxeles de alto por 120 de ancho. La búsqueda se hará entonces 30 píxeles arriba y abajo del macro bloque de referencia y 60 píxeles a la derecha y a la izquierda de éste. La Figura 22 muestra esquemáticamente los conceptos de macro bloque y de región de búsqueda definidos en el estándar MPEG.

Una vez que el codificador MPEG identifica el macro bloque de la región de búsqueda que mejor concuerda con el macro bloque de referencia, define su ubicación con base en un "vector de movimiento". Esto es, un vector de movimiento es un vector que indica a cuántos píxeles se desplazó el macro bloque, tanto en forma horizontal como en forma vertical, como se muestra en la Figura 22. Como podría esperarse, es muy probable que ningún macro bloque de la región de búsqueda sea exactamente igual al macro bloque de referencia (aunque se trate de la misma escena, podría haber cambios de iluminación, de enfoque o de perspectiva). Por esta razón, el estándar MPEG define, en adición a un vector de movimiento, los "residuos" o diferencia que existe entre el macro bloque original y el seleccionado. Al final de cada cuadro de imagen MPEG codificará tanto los vectores de movimiento como los residuos. Esta información codificada es la que es almacenada y, en su caso, transmitida. Para reconstruir el cuadro predicho, el decodificador MPEG lo único que tiene que hacer es, para cada macro bloque de un cuadro, tomar el macro bloque de referencia, desplazarlo a la posición que le indique el vector de movimiento y sumarle el residuo correspondiente. A la técnica que se basa en la obtención de vectores de movimiento para reducir los efectos de movimiento se le conoce como "compensación de movimiento". La codificación de vectores de movimiento y de residuos se basa en métodos de "codificación de entropía" que hacen uso de las propiedades estadísticas de los datos a codificar.

Si pensamos en que un codificador MPEG deberá calcular los vectores de movimiento para cada macro bloque de un cuadro predicho y que este proceso se basa en la búsqueda exhaustiva de un mejor macro bloque dentro de una región de búsqueda, no es difícil



suponer que el trabajo de un codificador MPEG es muchísimo mayor que el de un decodificador.



**Fig. 22** Representación esquemática de macro bloques y región de búsqueda del estándar MPEG

Toda vez que el estándar MPEG es la base de los procesos de codificación de vídeo en la Tv digital (tanto en definición estándar como en alta definición), los conceptos relacionados con el se hallan presentes en la literatura de todos los servicios relacionados con transmisión de vídeo digital (Navarrete, 2002).

## CAPÍTULO 4

### DISEÑO DE LA RED

#### 4.1 Consideraciones Generales

Para la elección del Valle de Tulancingo de Bravo, como zona para el Diseño de una Red de Distribución Inalámbrica de Señales de Televisión para Suscriptores, se tomó en cuenta el marco jurídico para el proceso de licitación, la geografía del lugar, la carencia del tipo de servicio, y factores como el crecimiento poblacional y número de casas habitación.

##### 4.1.1 Servicios y Economía de Tulancingo, Hgo.

De acuerdo con cifras del INEGI, al año 2000, la población económicamente activa de 12 años y más asciende a 46481. La electricidad es uno de los servicios que se abastece casi la totalidad del municipio pues abarca el 97% del mismo, cubre las necesidades de la población en general a través de la electrificación en industrias, establecimientos comerciales, viviendas, alumbrado público, etc. Cuenta con todos los servicios: telefónico, oficinas de telégrafos, transporte, oficinas postales, parques y áreas de recreación, unidad deportiva, seguridad pública y vial, mercados públicos, central de abastos, panteón y rastro municipal. Cuenta con servicios de CATv proporcionado por TvCable de Provincia S.A., Vizi3n S.A. y el sistema de Tv Satelital *Sky*. Hay 21593 casas habitación de las cuales 19,764 cuentan con televisor. Su factor de crecimiento a 5 años no esta ligado al índice de natalidad en la región, sino que se basa en el incremento de población económicamente activa y el incremento de casas habitación de aproximadamente 22% más de los datos actuales; esto como referencia de la creación de nuevas fuentes de empleo y las facilidades otorgadas para la adquisición de bienes inmuebles por parte del Gobierno y las compañías constructoras. (INEGI, 2000).

#### 4.2 Marco Jurídico para el Proceso de Licitación (11 de Abril de 2006).

En este apartado se detalla el proceso a seguir y los requisitos que deben ser presentados para la concesión a fin de explotar comercialmente los servicios de Tv privada.

El artículo 19 faculta a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes para que resuelva a su libre juicio si alguna de las solicitudes presentadas para obtener esa concesión debe seleccionarse para continuar con la tramitación respectiva.

Ello, sin embargo, no implica violación al artículo 17 de la carta magna. Tampoco puede decirse que esa dependencia del Estado se haga justicia por sí misma, pues no existe conflicto en el que ella sea parte ni está resolviendo si es o no su propia actuación.

*Artículo 17.- Las concesiones previstas en la presente ley se otorgarán mediante licitación pública. El Gobierno Federal tendrá derecho a recibir una contraprestación económica por el otorgamiento de la concesión correspondiente.*

*Artículo 17-A.- La Secretaría publicará en el Diario Oficial de la Federación el programa de concesionamiento de frecuencias de radiodifusión.*

*Para determinar la ubicación de las estaciones de radiodifusión y las demás características de las frecuencias que serán licitadas, la Secretaría considerará:*

*I. Los fines de la radio y televisión previstos por el artículo 5 de la presente ley;*

*II. Las condiciones del mercado del servicio de radiodifusión en la plaza o región de que se trate, y*

*III. Las solicitudes que, en su caso, le hayan sido presentadas previamente por los interesados.*

*Cualquier interesado podrá solicitar dentro de los 30 días naturales siguientes a la publicación del programa, que se liciten frecuencias y coberturas geográficas adicionales o distintas de las ahí contempladas. En*

estos casos, la Secretarías resolverá lo conducente en un plazo que no excederá de 30 días naturales.

**Artículo 17-B.-** La comisión deberá publicar la convocatoria para la licitación de nuevas concesiones en el Diario Oficial de la Federación, poniendo a disposición de los interesados las bases de la licitación en un plazo máximo de 30 días naturales contados a partir de la citada publicación.

**Artículo 17-C.-** La convocatoria deberá contener:

- I. Frecuencia a través de la cual se prestara el servicio objeto de la licitación, potencia y zona geográfica de cobertura;
- II. Los requisitos y plazos que deberán cumplir los interesados en participar en la licitación; y
- III. Formas de adquisición de las bases de licitación.

**Artículo 17-D.-** Las bases de licitación deberán contener:

- I. Procedimiento y plazos;
- II. Información y documentación que se requerirá de los solicitantes;
- III. Montos y formas de las garantías y derechos que deberán cubrir los participantes;
- IV. Especificaciones de los requisitos señalados en el artículo 17-E, y V. Modelo del título que será otorgado.

**Artículo 17-E.-** Los requisitos que deberán llenar los interesados son:

- I. Datos generales del solicitante y acreditamiento su nacionalidad mexicana;
- II. Plan de negocios que deberá contener como mínimo, los siguientes apartados:
  - a) Descripción y especificaciones técnicas;
  - b) Programa de cobertura;
  - c) Programa de Inversión;
  - d) Programa Financiero, y
  - e) Programa de actualización y desarrollo tecnológico.

*III. Proyecto de producción y programación;*

*IV. Constituir garantía para asegurar la continuación de los trámites hasta que la concesión sea otorgada o negada, y*

*V. Solicitud de opinión favorable presentada a la Comisión Federal de Competencia.*

**Artículo 17-F.-** *Dentro de los 15 días hábiles siguientes a la fecha de recepción, se prevendrá al solicitante de la información faltante o de aquella que no cumpla con los requisitos exigibles, quien tendrá un plazo de hasta 15 días hábiles, a partir de la prevención de la Comisión, para la entrega de la información requerida.*

*Si no se hace requerimiento alguno de información dentro del plazo señalado, no se podrá descalificar al solicitante argumentándose falta de información.*

**Artículo 17-G.-** *La comisión valorará, para definir el otorgamiento de la concesión, la congruencia entre el Programa a que se refiere el artículo 17-A de esta ley y los fines expresados por el interesado para utilizar la frecuencia para prestar el servicio de radiodifusión, así como el resultado de la licitación a través de subasta pública.*

**Artículo 17-H.-** *Concluido el proceso de licitación, quedará sin efecto la garantía que se hubiera constituido para asegurar la continuidad del trámite de solicitud.*

**Artículo 17-I.-** *Dentro de los 30 días siguientes a la notificación de la resolución que declare al ganador de la licitación, éste deberá acreditar el pago de la contraprestación a que se refiere el artículo 17 de esta Ley.*

**Artículo 17-J.-** *Una vez acreditado el pago a que se refiere el artículo anterior, la resolución que declare al ganador de la licitación deberá ser presentada al Secretario de Comunicaciones y Transportes para la emisión del título de concesión. A su vez, se deberá notificar a los participantes que no hubiesen sido seleccionados, con fundamento en la misma resolución.*

*El título de concesión será publicado, a costa del interesado, en el Diario Oficial de la Federación.*

**Artículo 19.-** *Cuando a juicio de la Secretaría las solicitudes presentadas no aseguren las mejores condiciones para la prestación de los servicios de radiodifusión, las contraprestaciones ofrecidas no sean satisfactorias o ninguna de las solicitudes cumpla con los requisitos exigidos en la convocatoria o las bases de licitación, declarará desierto el procedimiento concesionario a que se refiere el artículo 17-B, sin responsabilidad alguna para esa Dependencia.*

Todas las consideraciones generales que deben ser atendidas se localizan en La Ley Federal de Radio y Televisión, que puede ser consultada en la página de la COFETEL.

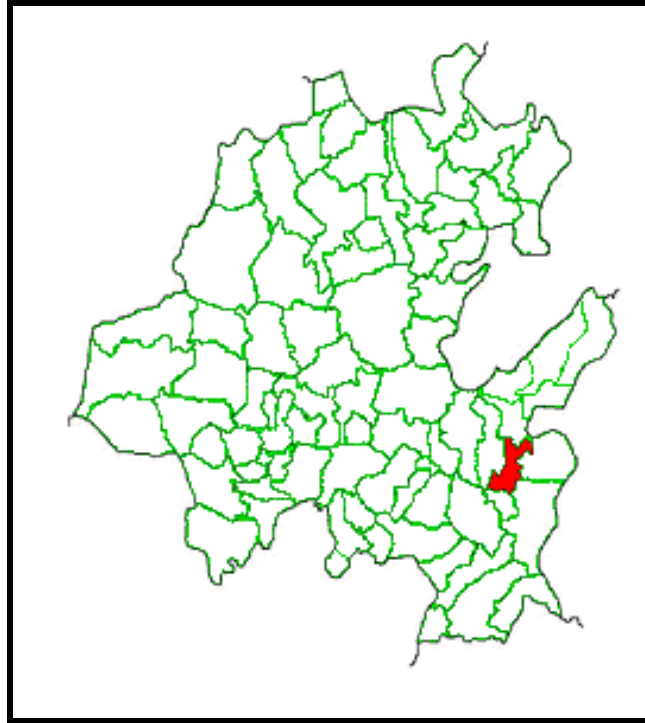
### **4.3 Determinación de Zona de Transmisión**

El municipio de Tulancingo se ubica aproximadamente entre los 2200 y 2400 metros sobre el nivel del mar y lo localizamos geográficamente en las coordenadas: latitud norte 20° 04' 53'', latitud oeste 98° 22' 07'' del Meridiano de Greenwich, la diferencia horaria es de GTM -6.

Colinda con los siguientes municipios; al norte con el municipio de Metepec, al este con Acaxochitlán y Cuauhtepac y al oeste con Acatlán y Singuilucan. Se encuentra a 93 kilómetros de México, D.F. (vía corta Pirámides y a una distancia de Pachuca, capital del Estado de 46 km.) Obsérvese Fig. 23.

Su superficie es de 290.4 kilómetros cuadrados, que representa el 1.4% del total de la superficie territorial del Estado de Hidalgo (Anónimo, s.a.). El Valle de Tulancingo está ubicado en el eje Neovolcánico formado por llanuras principalmente, y por sierra en menor proporción. Su topografía presenta una superficie semi-plana, cortada por cañadas, barrancas, cerros y volcanes. Las cañadas que se localizan en el municipio son; la de los Ermitaños, se encuentra a 2,580 metros sobre el nivel del mar. En su relieve uno de los cerros más importantes es el del Tezontle, quien debe su nombre a la piedra volcánica que lo forma. Otras de sus elevaciones son; el Cerro Viejo, Napateco y las Navajas, este último

es el segundo en altura en todo el Estado con 3,212 m sobre el nivel del mar, el cerro Napateco tiene una altitud de 2,660 metros sobre el nivel del mar (msnm).



**Fig. 23** Mapa de localización geográfica de Tulancingo

El cerro la Esperanza con altitud de 2,480 msnm, el Cerro Xocotepec cuya altitud es de 2,440 msnm y el Cerro Jagüey Chico con 2,320 msnm. Para fines del estudio, el cerro La Esperanza representa una mayor ventaja al estar situado a menos de 2 km. del centro de Tulancingo. En la figura 24 se muestra el mapa de Tulancingo. Esto permite que sea un punto atractivo para cubrir las necesidades de la población actual y genera expectativas de crecimiento a largo plazo.



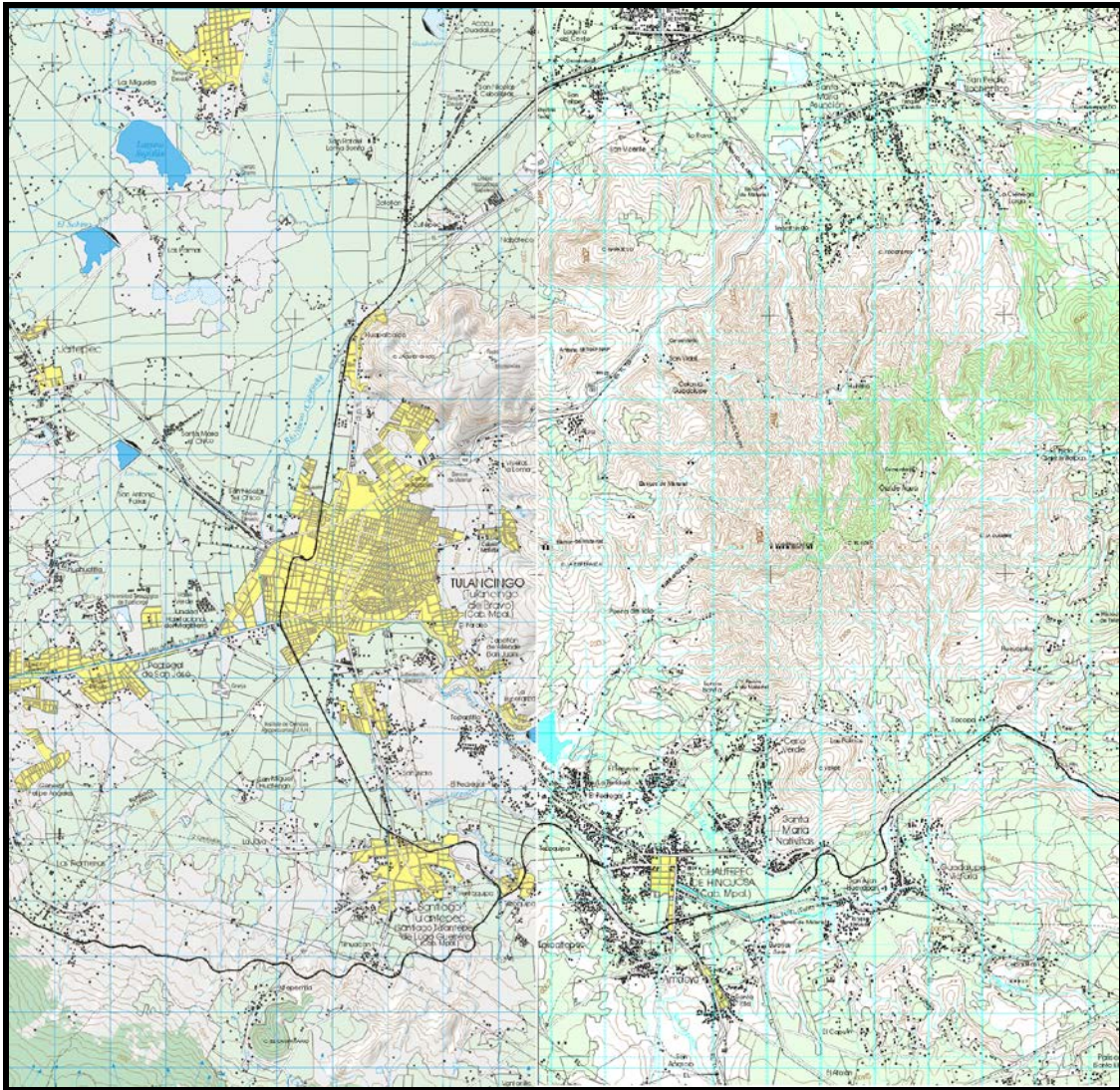


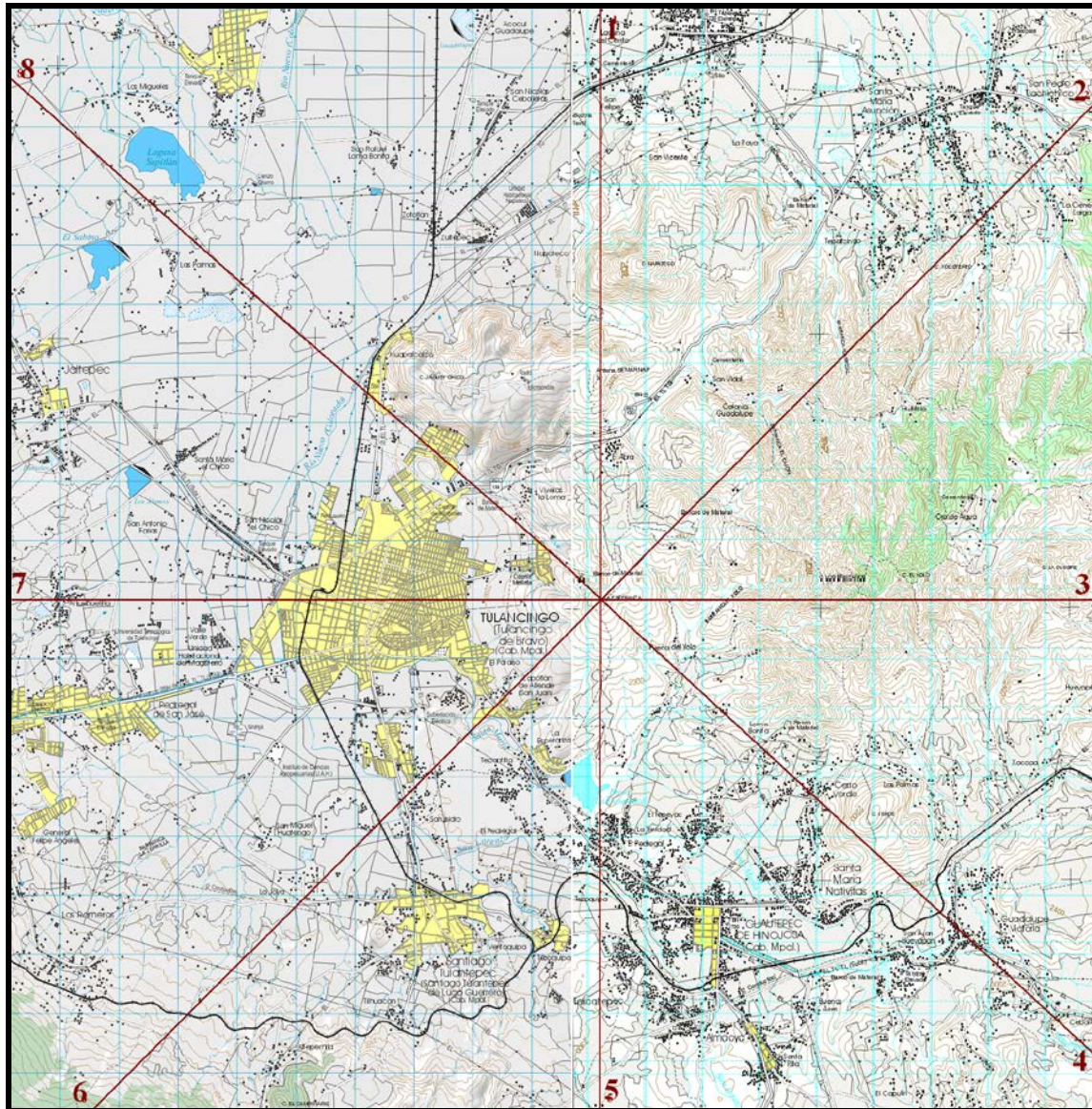
Fig. 24 Mapa geográfico del Valle de Tulancingo

#### 4.3.1 Zonas de Cobertura

Una vez determinado el lugar de instalación del Centro de Distribución, se procede a hacer un estudio de radiales del sitio de transmisión. Se determinará el perfil que tiene la topografía en 8 distintos rumbos a los cuales se les llamará radiales; se determina la línea de vista de cada uno de ellos. Cada radial estará numerado de forma ascendente y siguiendo



las manecillas del reloj a partir del norte geográfico del sitio como se muestra en las líneas trazadas con rojo en la figura 25.



**Fig. 25** Radiales

Para la determinación de línea de vista de cada radial se requiere del perfil topográfico de  $K= 4/3$  que representa la curvatura de la tierra para así tener una correcta visión de la cobertura (color azul) y forma de propagación de la señal (color rojo). Ver figuras 26-33.

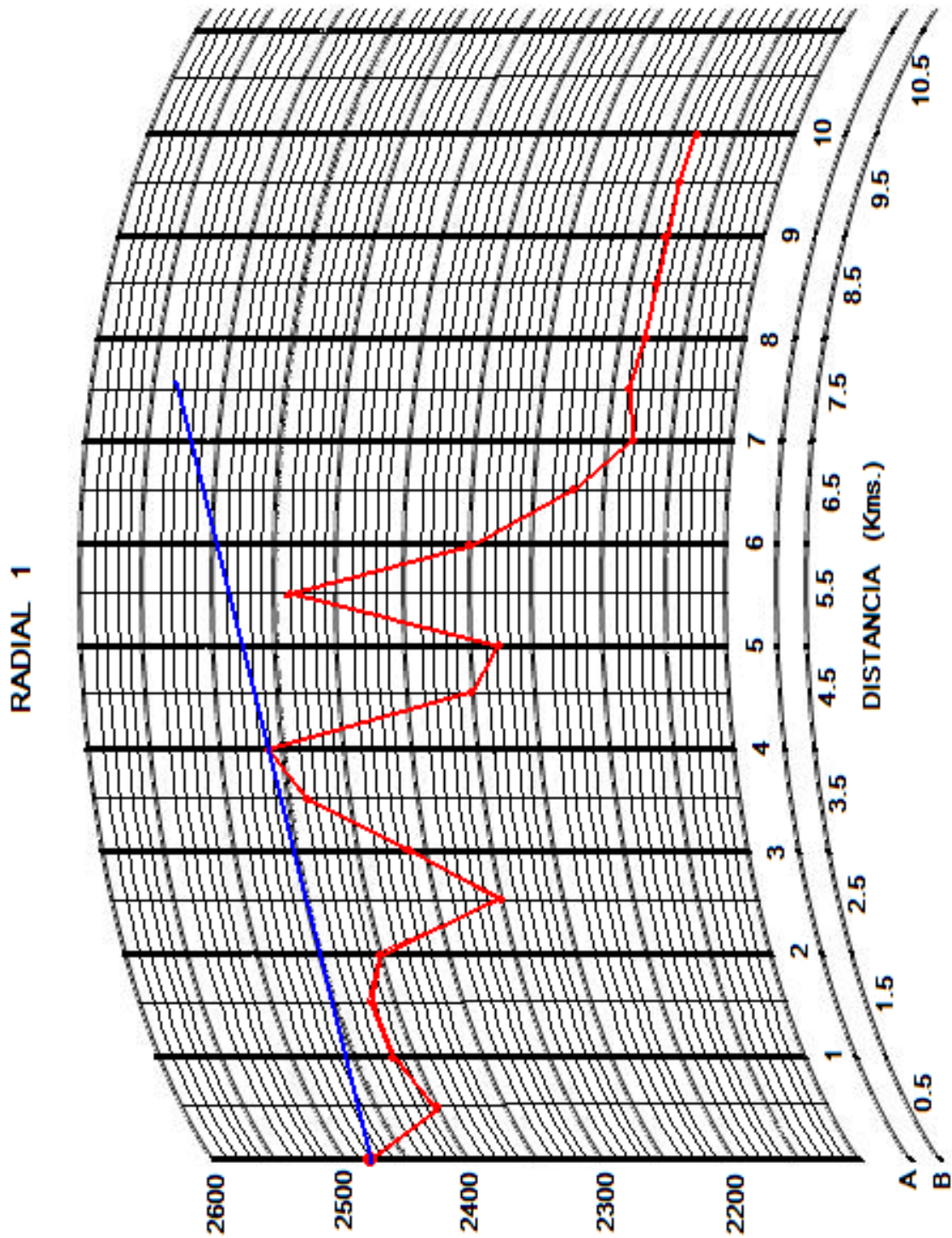


Fig. 26 Radial 1



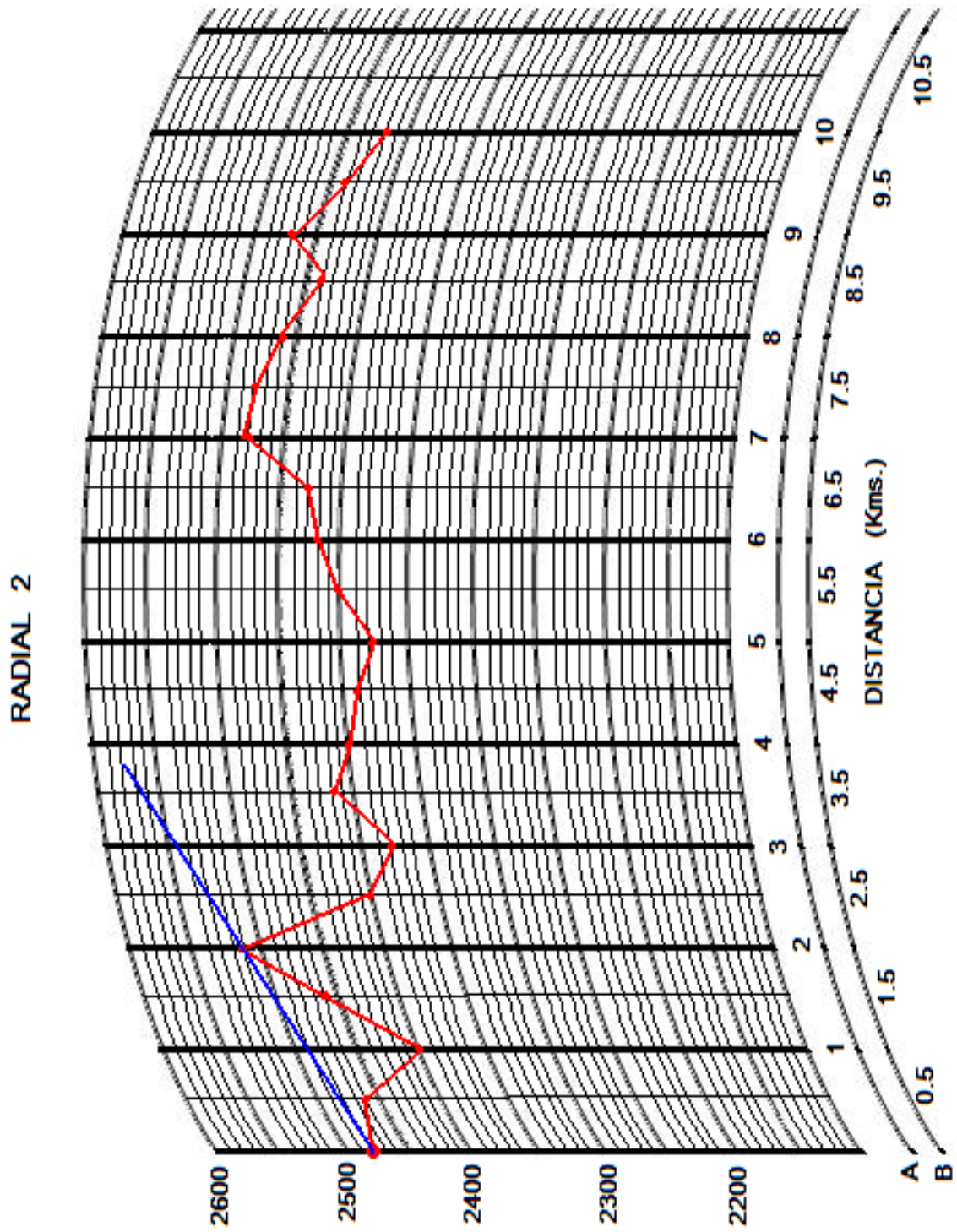


Fig. 27 Radial 2

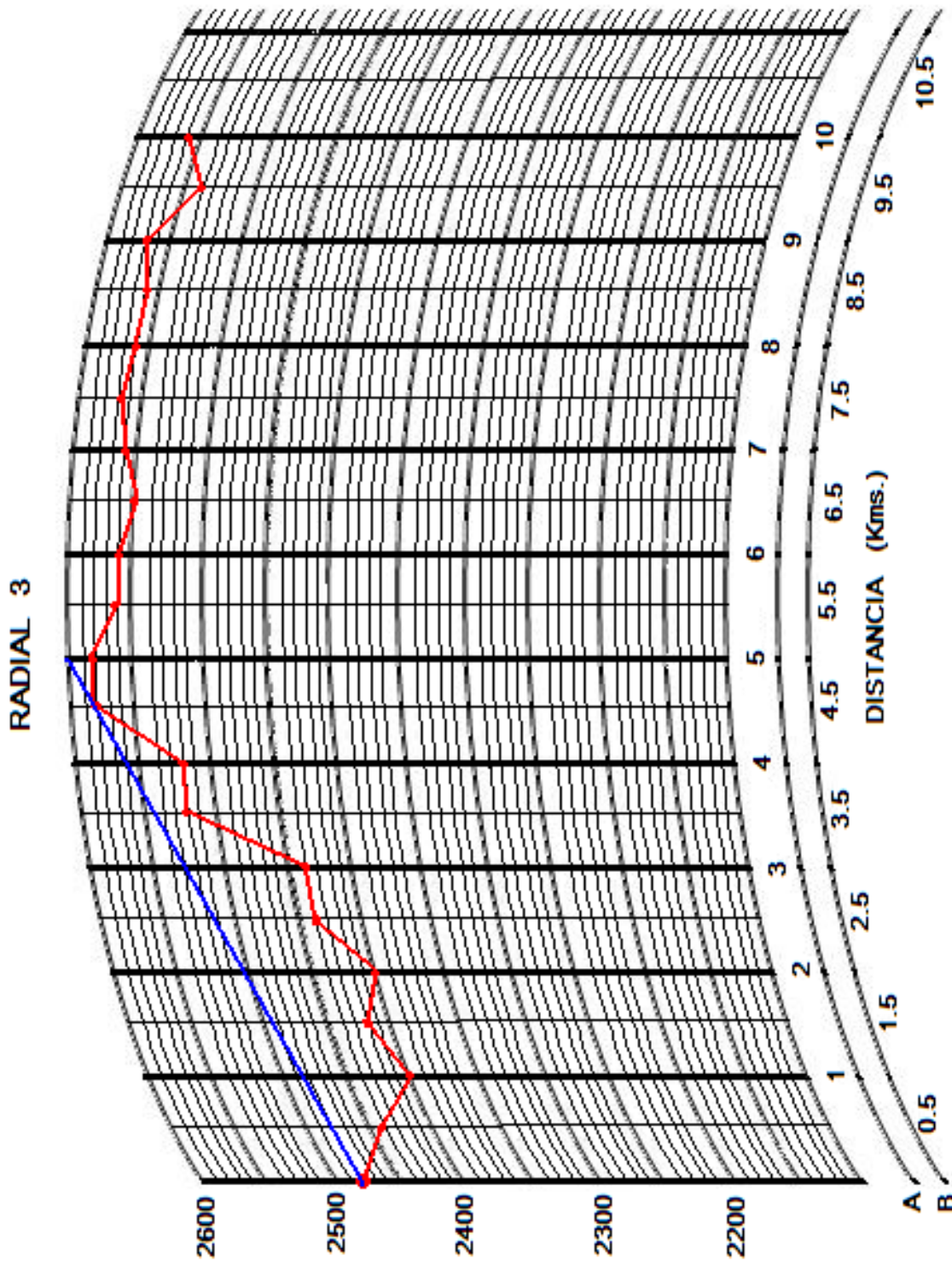


Fig. 28 Radial 3

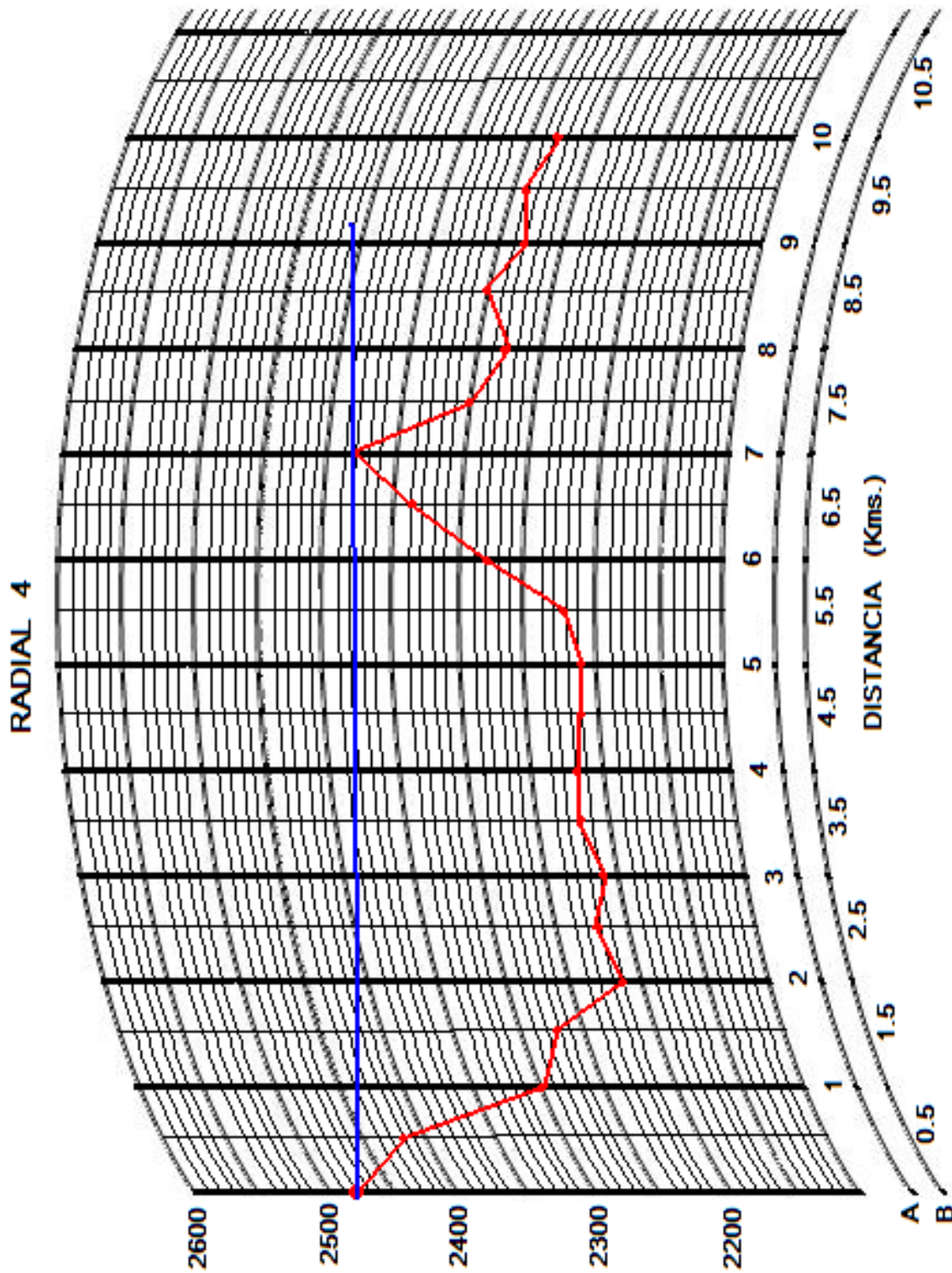


Fig. 29 Radial 4



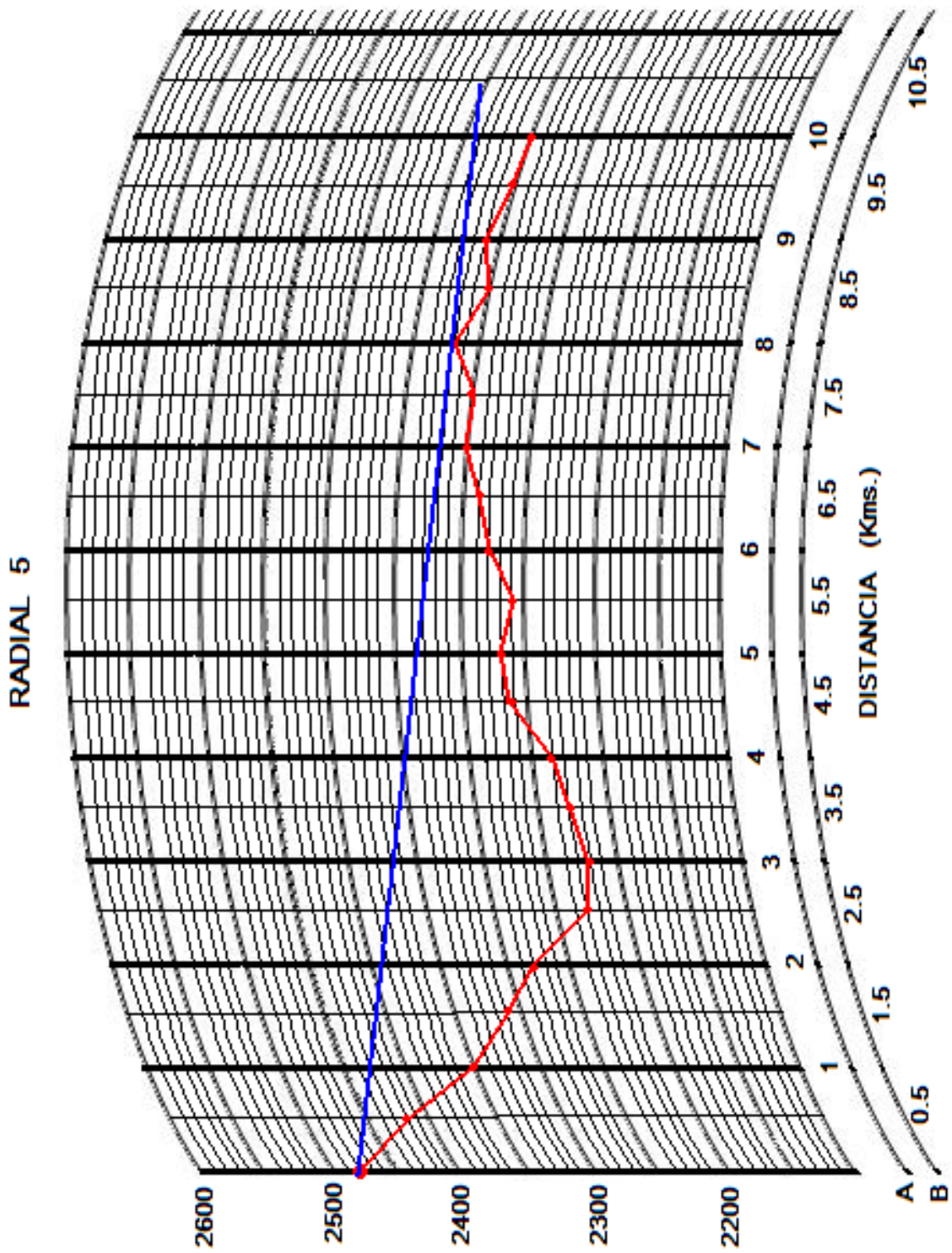


Fig. 30 Radial 5

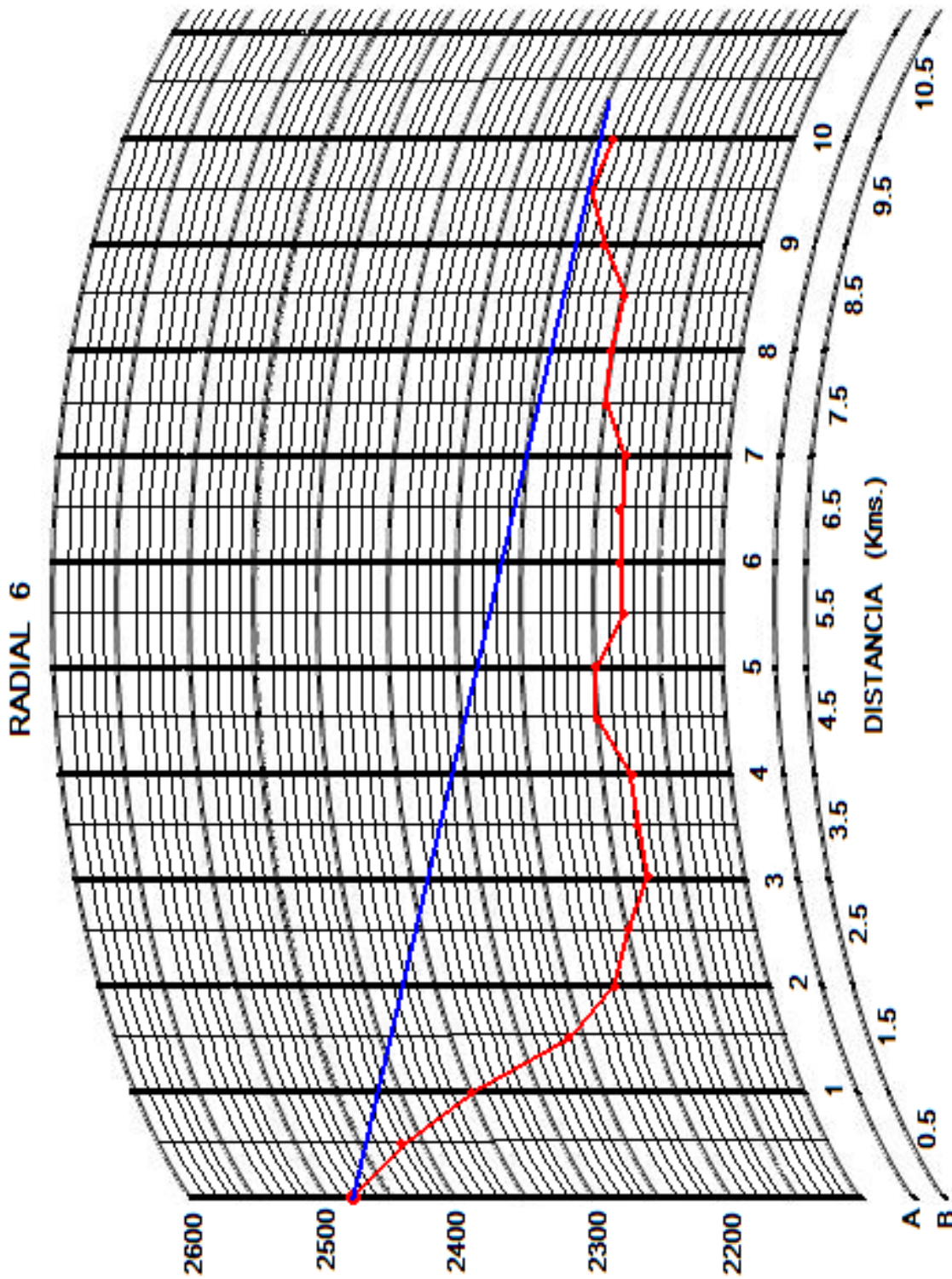


Fig. 31 Radial 6

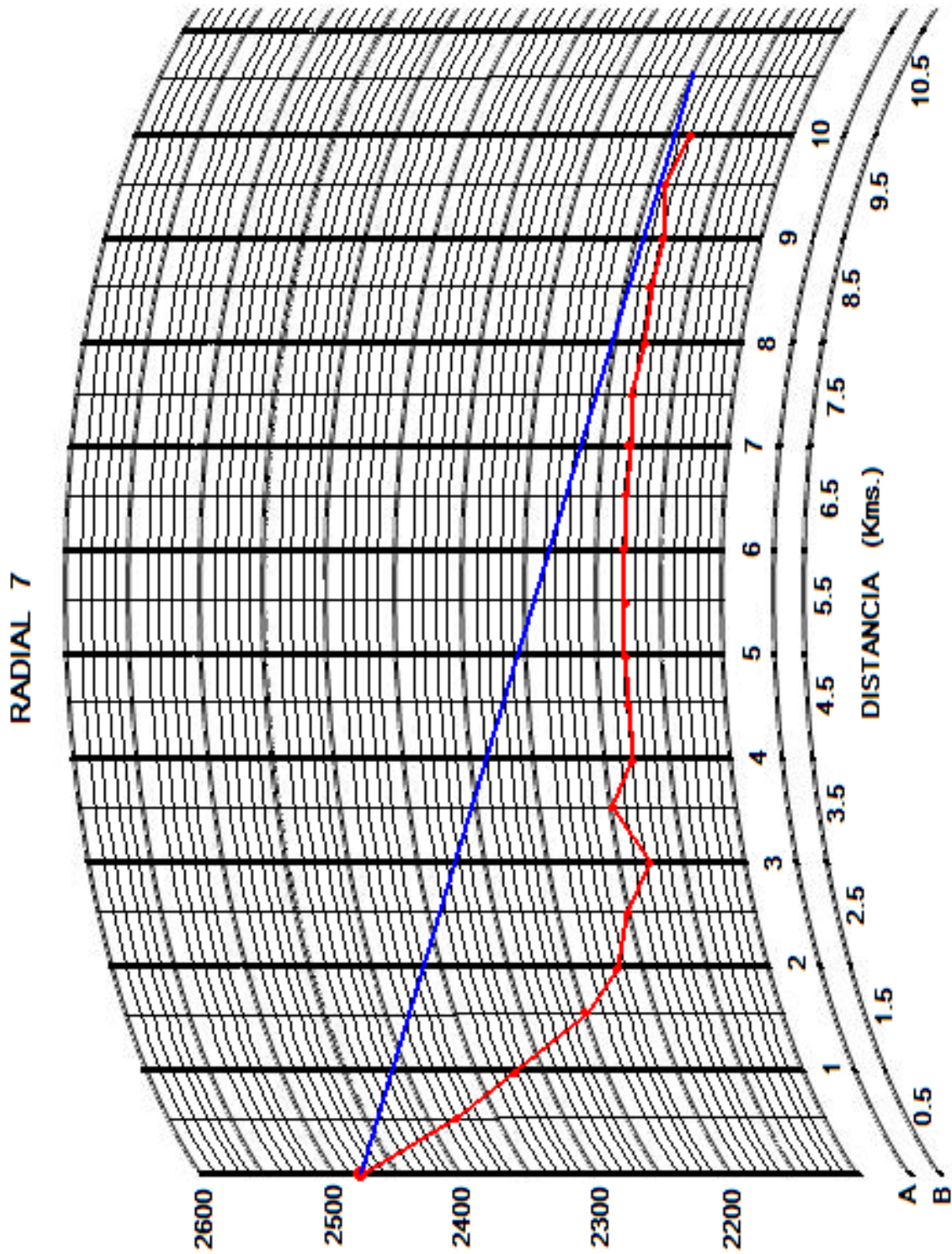


Fig. 32 Radial 7



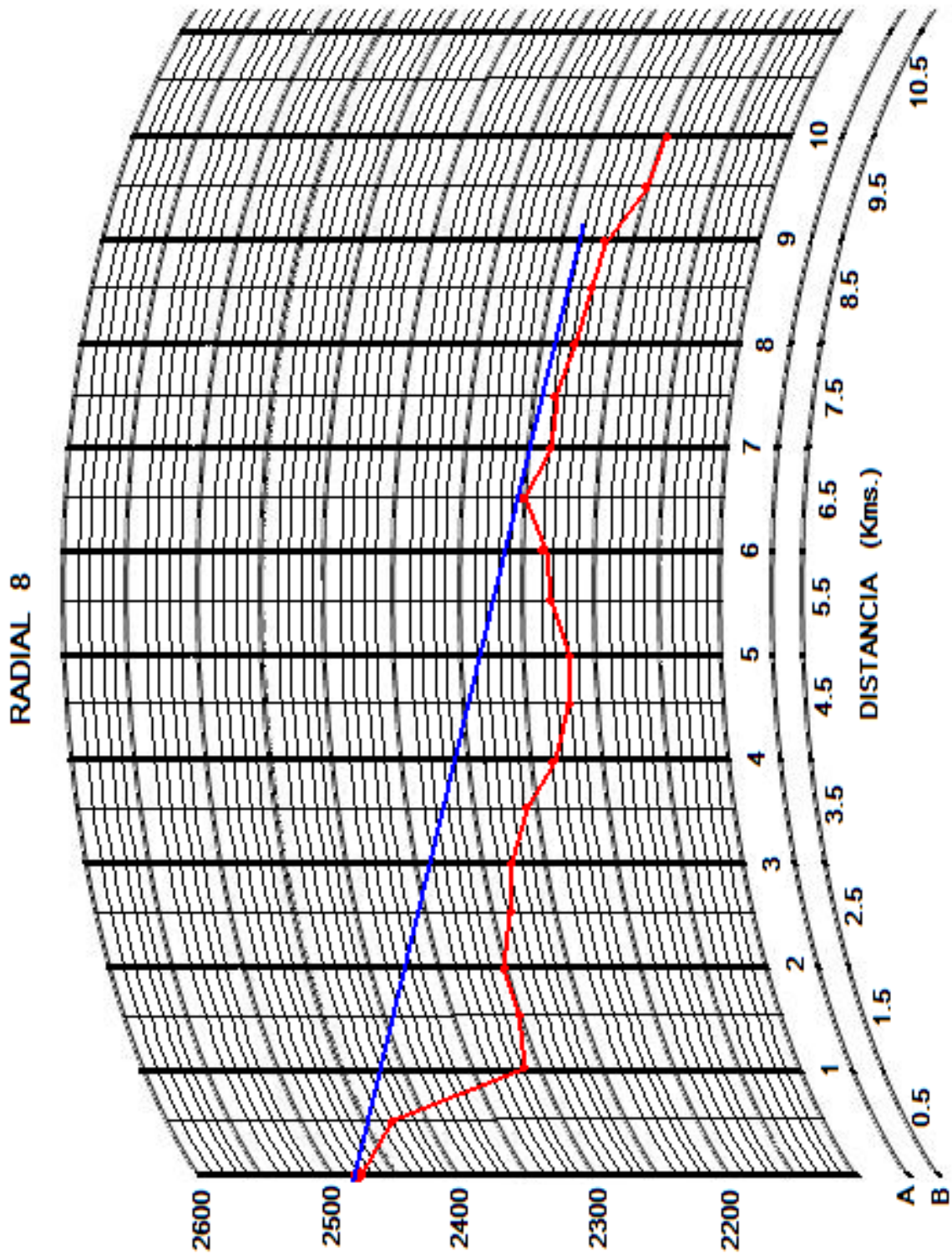
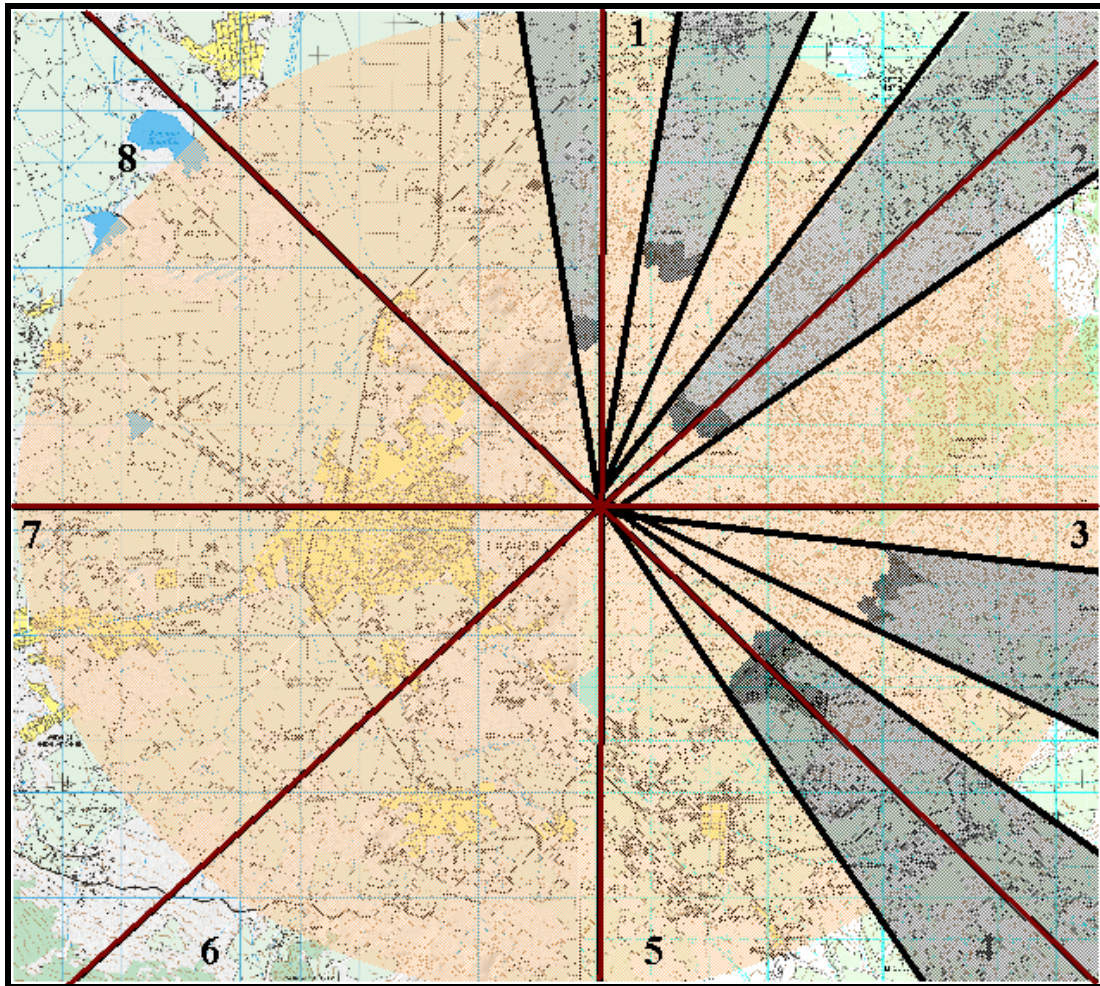


Fig. 33 Radial 8

En la figura 34 se muestra el diagrama de penetración en donde se observan zonas de sombra en los puntos marcados con sombreado gris. La zona total de radiación esta representada por el área circular en tono melón, ver tabla 7.



**Fig. 34** Diagrama de penetración

**Tabla 7.** Código de colores de la representación del mapa

Color	Representación
Melón	Zona de cobertura
Rojo	Radiales
Gris Claro	Zonas de sombra
Gris Oscuro	Cerros o montañas de más de 2480msnm.

Una vez realizado lo anterior y con las características de los equipos, se procede a determinar las pérdidas de espacio libre y los niveles de intensidad de la señal para las zonas más críticas de cobertura. En la siguiente figura, 35, se observan 24 estaciones suscriptoras vistas desde el Centro de Distribución o estación base. La tabla 8 los nombra según la ubicación que tienen.

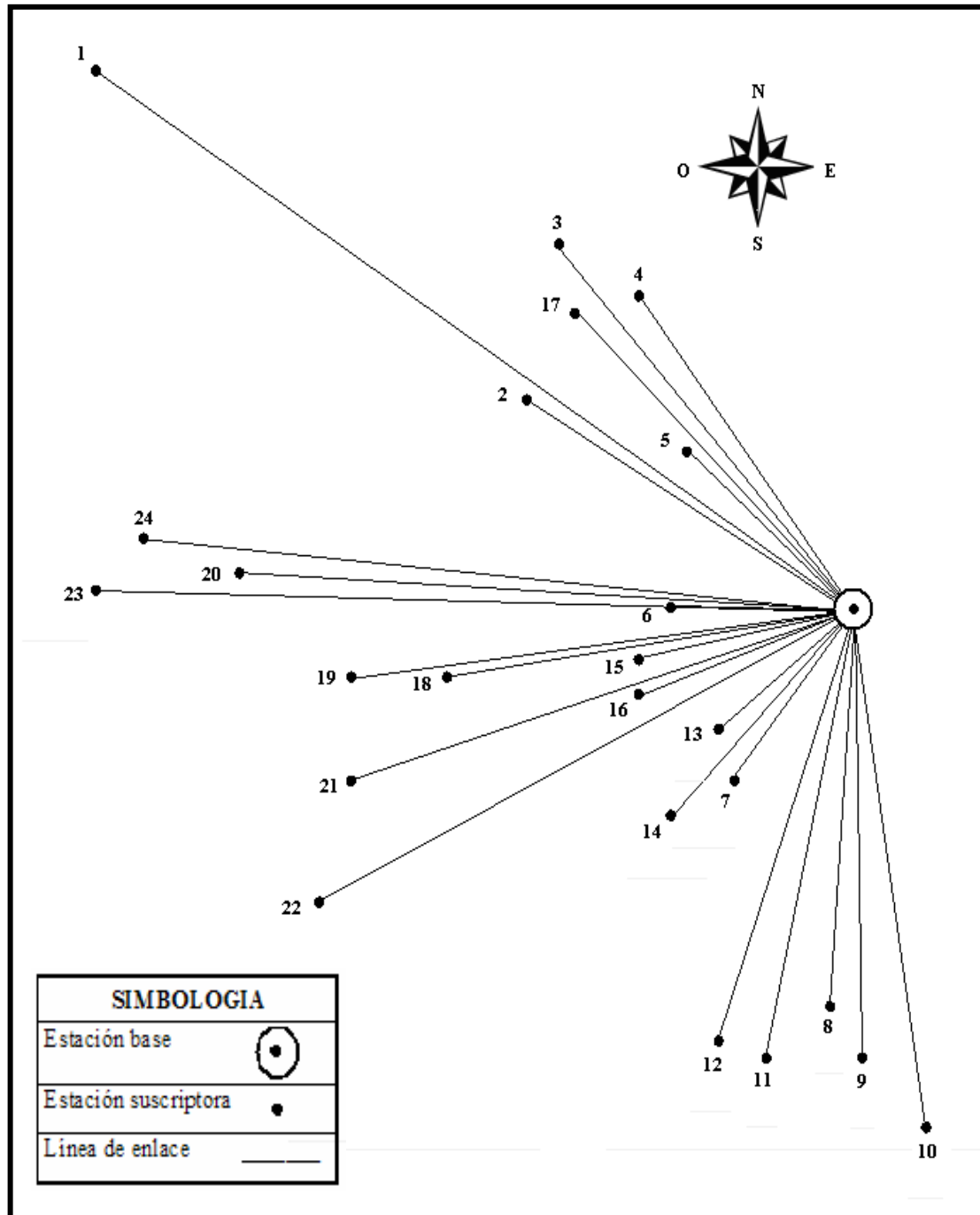


Fig. 35 Puntos muestra de la zona de penetración



**Tabla 8.** Municipios muestra de cobertura.

NÚM.	LOCALIDAD
1	JALTEPEC
2	SAN NICOLAS EL CHICO
3	HUAPALCALCO
4	LA CAÑADA
5	METILATLA
6	ZAPOTLAN DE ALLENDE
7	LA ESPERANZA
8	LA TRINIDAD
9	CUAUTEPEC
10	SANTA RITA
11	VENTOQUIPA
12	SANTIAGO TULANTEPEC
13	MEDIAS TIERRAS
14	SAN MIGUEL HUATENCO
15	CENTRO
16	JARDINES DEL SUR
17	LA MORENA RECLUS.
18	VALLE SOL
19	EL MAGISTERIO
20	VALLE VERDE
21	PEDREGAL DE SAN JOSE
22	GRAL. FELIPE ANGELES
23	AHUEHUETLA
24	UNIV. TEC. DE TGO.

A partir de esos puntos muestra, se procede a hacer un muestreo de la calidad de la señal a 5 puntos muestra. La figura 36 muestra las colonias elegidas para tal estudio. Destacando que se han elegido estas colonias por su cercanía o lo alejadas que se encuentran del Centro de Distribución y por ser zonas céntricas de Tulancingo.

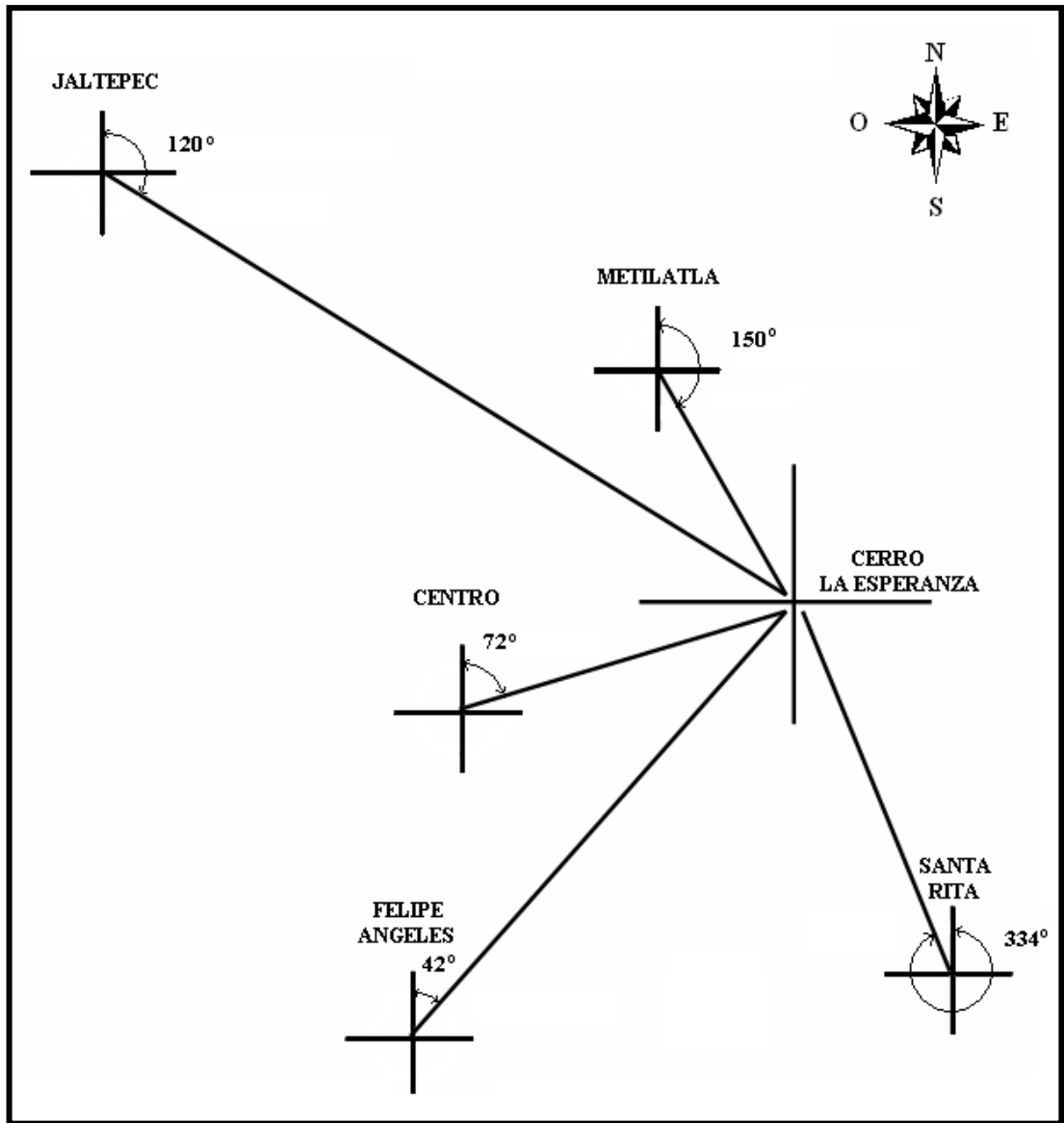
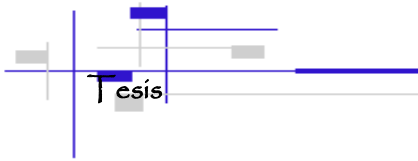


Fig. 36 Trayectos de 5 puntos muestra

#### 4.4 Cálculo del Azimut y la Elevación

Depende del tipo específico de antena, aunque el cálculo de los parámetros para su orientación es muy similar, y los conceptos son iguales en todos los tipos.



Para la orientación de una antena, hay que tener en cuenta la situación geográfica del lugar de recepción. El Azimut es el ángulo horizontal al que hay que girar la antena, desde el polo Norte terrestre hasta encontrar el dispositivo transmisor. La Elevación es el ángulo al que hay que elevar la antena desde el horizonte para localizar transmisor en cuestión. El desplazamiento de la polarización es el ángulo al que hay que girar el plato de la antena para que la polarización horizontal y vertical incida perfectamente en ella. Los ángulos de Azimut, Elevación y desplazamiento de la polaridad, se pueden determinar básicamente:

- Mediante cálculo matemático.
- Mediante tablas o gráficos realizados para cada región o equipos a utilizar.

Para instalar la antena se utiliza una brújula, que indica el polo Norte magnético, que tiene un error respecto al polo Norte geográfico. Por tanto habrá que tenerlo en cuenta y corregirlo; a dicho error se le denomina Declinación magnética, y es distinta para cada lugar e incluso para cada año.

Para la orientación de la antena se utilizarán dos instrumentos: brújula e inclinómetro. Con la Brújula ajustamos el valor del Azimut tomando siempre el ángulo en dirección a las manecillas del reloj. Para la Elevación se utiliza el inclinómetro que es un medidor de inclinación. Como el inclinómetro se coloca en la superficie de la antena, lo que realmente se mide es el ángulo complementario. A continuación se ajusta el desplazamiento de la polaridad al valor calculado. Para el ajuste con el inclinómetro, se suele colocar una regla recta en los extremos de la superficie de la parábola para obtener un plano recto y fiable. Una vez orientada la antena, se procede a medir, con un medidor de campo adecuado, el nivel de señal que se recibe, y se reajusta la antena para obtener el máximo nivel de señal.

#### **4.5 Cálculos de Pérdidas por Espacio Libre**

Es una cantidad técnica artificial que se originó debido a la manipulación de las ecuaciones de presupuesto de un enlace de comunicaciones que deben tener determinado formato en el que se incluye la ganancia de la antena transmisora, la pérdida en trayectoria por el espacio

libre y el área efectiva de la antena receptora. En realidad no se pierde energía alguna; tan solo se reparte al propagarse alejándose de la fuente y se produce una menor densidad de potencia en determinado punto a determinada distancia de la fuente, en consecuencia un término mas adecuado para definir el fenómeno es pérdida por dispersión, esta se debe a la ley del cuadrado inverso, la ecuación que define a la pérdida en trayectoria por el espacio libre es:

$$Lp_{(dB)} \approx (92.4) + (20 \log f_{(GHz)}) + (20 \log D_{(km)}) \quad \text{Formula 1}$$

Donde:

$Lp$  = pérdida en trayectoria por el espacio libre

$D$  = distancia (km.)

$f$  = frecuencia (2.5 GHz.)

$k$  = 92.4

Haciendo los cálculos para los 5 puntos muestra, queda:

$$1) Lp(dB) = (92.4) + (20 \log(2.5)) + (20 \log(9.42km))$$

$$Lp(dB) = 119.84dB$$

$$2) Lp(dB) = (92.4) + (20 \log(2.5)) + (20 \log(1.14km))$$

$$Lp(dB) = 101.5dB$$

$$3) Lp(dB) = (92.4) + (20 \log(2.5)) + (20 \log(7.57km))$$

$$Lp(dB) = 117.94dB$$

$$4) Lp(dB) = (92.4) + (20 \log(2.5)) + (20 \log(3.64km))$$

$$Lp(dB) = 111.58dB$$

$$5) Lp(dB) = (92.4) + (20 \log(2.5)) + (20 \log(9.71km))$$

$$Lp(dB) = 120.1dB$$

Se hacen cálculos para determinar la potencia de recepción con una antena direccional, pero antes se hace la conversión de la potencia del transmisor:



$$XdBw = 10 \log\left(\frac{P}{1w}\right)$$

Formula 2

Donde:

P = Potencia de transmisión (100 w)

Empleando:

Transmisor ITX02-100C

Resolviendo:

$$XdBw = 10 \log\left(\frac{100W}{1w}\right) = 20dBw$$

Se aplica la formula de potencia de recepción:

$$P_{(Rx)} = P_{Tx} - (L_{f(Tx)}) + (G_{(Tx)}) - (L_{(o)}) + (G_{(Rx)}) - (L_{f(Rx)})$$

Formula 3

Donde:

P<sub>(Rx)</sub> = Potencia de Recepción

P<sub>(Tx)</sub> = Potencia de Transmisión (20dBw)

L<sub>f(Tx)</sub> = Pérdida de cable Alimentado (2.05 dB)

G<sub>(Tx)</sub> = Ganancia de la Antena de Transmisión (11 dBi)

L<sub>o</sub> = Pérdidas en espacio libre

G<sub>(Rx)</sub> = Ganancia de la Antena de Recepción (11.1 dBi)

L<sub>f(Rx)</sub> = Pérdida de Alimentación en Recepción (2.8 dB)

Empleando:

Transmisor ITX02-100C

Antena de Transmisión SEC-25V-120-11

Antena de Recepción de Panel DB973G90-SR

Cable coaxial RG-58

Cable coaxial para Radiofrecuencias 1.25"





$$1) P_{(Rx)} = (20) - (2.05) + (11) - (119.84) + (11.1) - (2.8)$$

$$P_{(Rx)} \approx -82.59dBw$$

$$2) P_{(Rx)} = (20) - (2.05) + (11) - (101.5) + (11.1) - (2.8)$$

$$P_{(Rx)} \approx -64.25dBw$$

$$3) P_{(Rx)} = (20) - (2.05) + (11) - (117.94) + (11.1) - (2.8)$$

$$P_{(Rx)} \approx -80.69dBw$$

$$4) P_{(Rx)} = (20) - (2.05) + (11) - (111.58) + (11.1) - (2.8)$$

$$P_{(Rx)} \approx -74.33dBw$$

$$5) P_{(Rx)} = (20) - (2.05) + (11) - (120.1) + (11.1) - (2.8)$$

$$P_{(Rx)} \approx -82.85dBw$$

Finalmente se hace el cálculo de la Potencia Isotrópica Radiada (PIRE):

$$PIRE \approx (P_{Tx} (dBw)) - Lf (dB) + (G_{Tx} (dBi)) \quad \text{Formula 4}$$

$$PIRE = (20dBw) - (2.05) + (11dBi)$$

$$PIRE = 28.95$$

La tabla 9 muestra el resultado de los cálculos para cada una de las colonias muestra.

**Tabla 9. Resultados**

LOCALIDAD	P <sub>Tx</sub>	L <sub>fTx</sub>	L <sub>o</sub>	G <sub>Rx</sub>	L <sub>fRx</sub>	P <sub>Rx</sub>
1) JALTEPEC	20dBw	2.05dB	119.84dB	9 dBi	2.8dB	-82.59dBw
2) METILATLA	20dBw	2.05dB	101.5dB	9 dBi	2.8dB	-64.25dBw
3) SANTA RITA	20dBw	2.0dB	117.94dB	9 dBi	2.8dB	-80.69dBw
4) CENTRO	20dBw	2.05dB	111.58dB	9 dBi	2.8dB	-74.33dBw
5) GRAL. FELIPE ANG.	20dBw	2.05dB	120.1dB	9 dBi	2.8dB	-82.85dBw

#### 4.6 Equipos de Centro de Distribución y Suscriptor

El Centro de Distribución estará integrado por los equipos antes mencionados y cuyo diagrama se muestra en la figura 37:

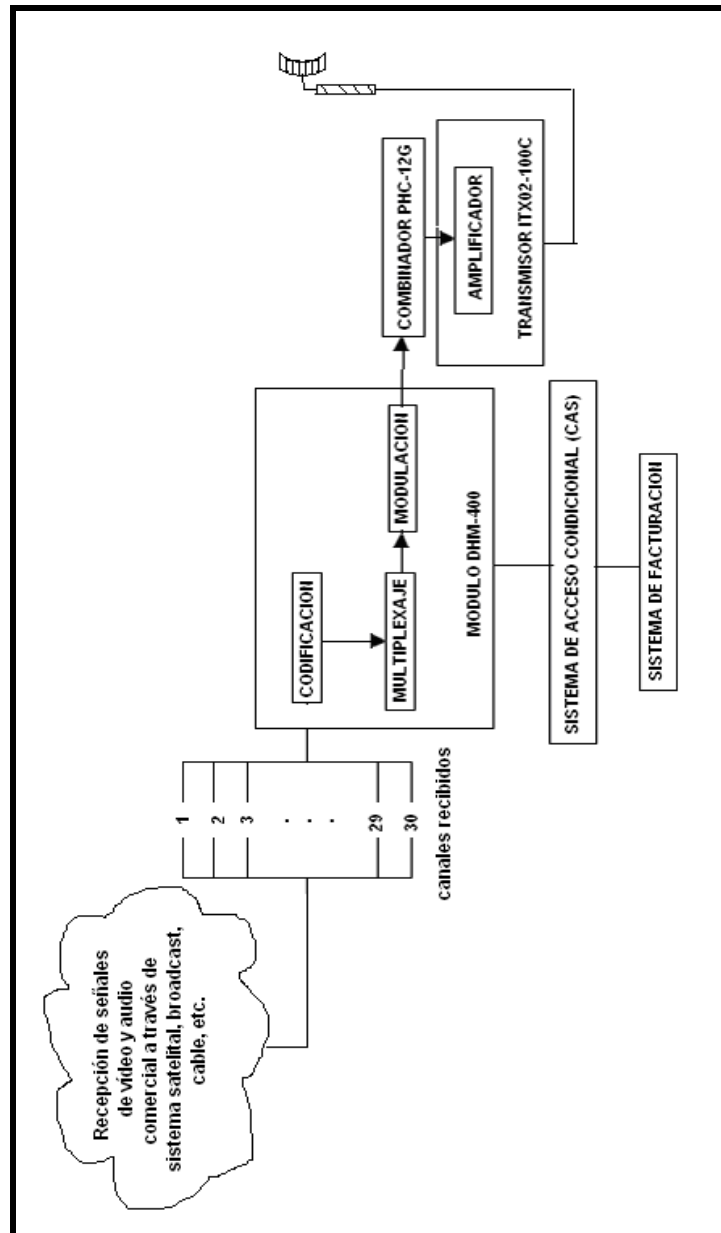


Fig. 37 Diagrama a bloques del Centro de Distribución

En la figura 38 se observan los elementos constituyentes del equipo de recepción que estará instalado en los hogares o negocios de los suscriptores.

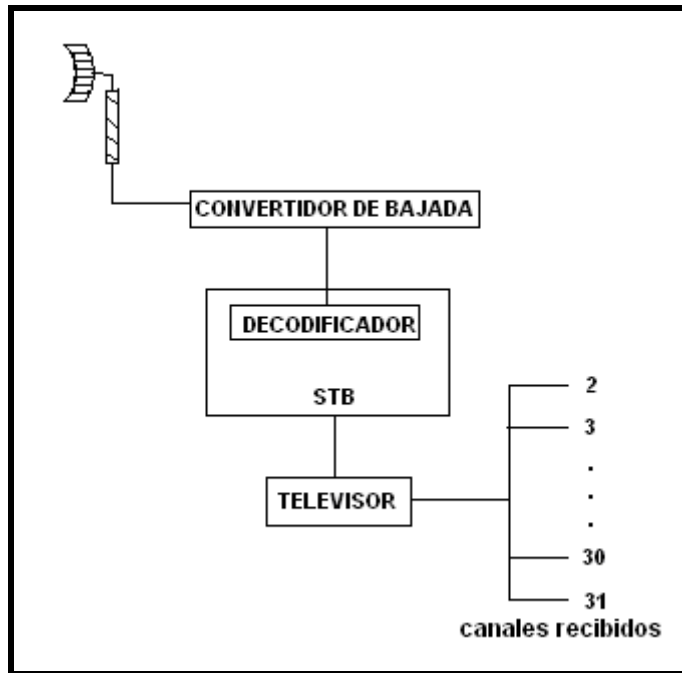
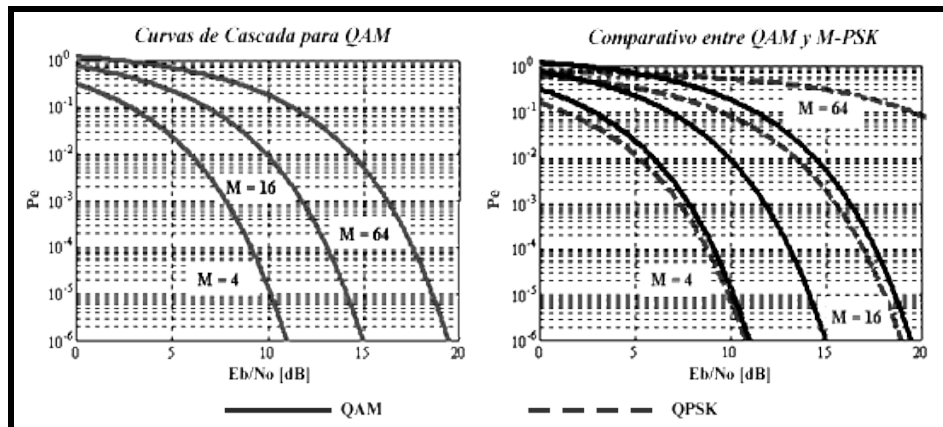


Fig. 38 Diagrama a bloques del equipo del suscriptor

#### 4.7 Modulación QAM (*Quadrature Amplitud Modulation*)

La Modulación en Amplitud por Cuadratura es un esquema de modulación multi-nivel en donde se envía una muestra de  $4n$  señales, con distintas combinaciones de amplitud y fase. Utilizando múltiples niveles, tanto en la modulación en amplitud como en la modulación en fase, es posible la transmisión de grupos de bits, de manera que cada uno de estos grupos será representativo de un conjunto nivel-fase característico de la portadora de la señal, mismo que dará cabida a un símbolo. Una de las características principales de la modulación QAM es que modula la mitad de los símbolos con una frecuencia y la otra mitad con la misma frecuencia, pero desfasada  $90^\circ$ . El resultado de las componentes después se suma, dando lugar a la señal QAM. De esta forma, QAM permite llevar dos canales en una misma frecuencia mediante la transmisión ortogonal de uno de ellos con

relación al otro. Como ya se ha dicho, la componente "en cuadratura" de esta señal corresponderá a los símbolos modulados con una frecuencia desfasada  $90^\circ$ , y la componente "en fase" corresponde a los símbolos modulados sobre una portadora sin fase. Las "curvas de cascada" permiten visualizar gráficamente el desempeño de un método de modulación digital. Estas gráficas no se refieren más a la eficiencia en el uso del ancho de banda, sino a la probabilidad de que un símbolo sea recibido con error, de acuerdo con la relación señal a ruido correspondiente a un determinado sistema de comunicación. Se obtienen al graficar la probabilidad de un símbolo en error, versus  $E_b/N_0$ .  $E_b/N_0$  se refiere al cociente de la energía de un bit entre la densidad de potencia promedio del ruido y equivale a la relación señal a ruido que se utiliza en los sistemas analógicos. En la determinación de estas gráficas se deberá asumir que los sistemas se encuentran en presencia de Ruido Blanco Aditivo Gaussiano. La Figura 39 muestra las "curvas de cascada" para modulación QAM de 4, 16 y 64 estados, además de un comparativo de eficiencia entre estos formatos de modulación y su equivalente en M-PSK. Obsérvese que el desempeño de la modulación QAM es superior al de la modulación M-PSK, aunque esto sólo sucede cuando se trata de un canal de comunicación lineal (Wayne, 1996).



**Fig. 39** Curvas de cascada para modulación QAM y M-PSK

Cada formato de modulación digital conlleva ventajas y desventajas, además de que algunos de estos son más adecuados que otros para ofrecer determinados servicios. En el caso particular los servicios digitales de vídeo y de datos, es una práctica común emplear

moduladores 16-QAM para el retorno. Conforme comiencen a ofrecerse nuevos servicios digitales como telefonía, vídeo por demanda y otras aplicaciones interactivas, será necesario hacer un uso más eficiente del espectro, lo que nos invita a pensar en formatos de modulación como 256-QAM. La modulación QAM implica la división de la señal en 4 fases diferentes ( $0^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $135^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $225^\circ$ ,  $270^\circ$ ,  $315^\circ$ ) podemos obtener hasta 8 señales y por cada una representaríamos 3 bits de información, como se muestra en la tabla 10.

**Tabla 10.** Modulación QAM.

000	$0^\circ$
001	$45^\circ$
010	$90^\circ$
011	$135^\circ$
100	$180^\circ$
101	$225^\circ$
110	$270^\circ$
111	$360^\circ$

#### 4.8 Sistema MMDS Digital

Cable AML es un líder mundial en sistemas inalámbricos de banda ancha que operan en las bandas de frecuencia autorizadas desde 1.5 GHz a 42 GHz. Esta en primera línea de la industria inalámbrica, proporcionando equipos y sistemas con excepcionales prestaciones y fiabilidad, sistemas con costos de adquisición bajos para que rindan una alta rentabilidad, capacidad de expansión y bajos costos de mantenimiento a largo plazo.

Todos los sistemas de acceso inalámbrico de banda ancha se componen de tres subsistemas funcionales: el sistema de RF, que es la “tubería inalámbrica” de alta capacidad que permite la transmisión y recepción de señales con cada suscriptor; el Sistema de Acceso, que reúne y formatea la información para su transporte y maneja el protocolo de comunicaciones entre el suscriptor y la estación base y la Interfase de Red, que en la estación base

representa la conexión entre el proveedor de servicio y la red de servicios de entretenimiento y en el lado del suscriptor, la red de conexión con el sistema inalámbrico.

El sistema MMDS digital de Cable AML puede ser configurado para trabajar con señales analógicas o digitales. El sistema también puede actualizarse fácilmente (en el campo) para proporcionar a un gran número de suscriptores acceso a Internet de alta velocidad en caso que se requiera.

Como ya se vio en el capítulo anterior, el sistema MMDS digital consta de: Centro de Distribución, transmisor, equipos de antena de transmisión y el equipo del suscriptor. A continuación se presenta un análisis de éstos y de los equipos más acordes al proyecto propuesto.

#### 4.8.1 Centro de Distribución

Es el origen o punto de partida de un sistema CATv, es el centro desde el que se gobierna todo el sistema. Su complejidad depende de los servicios que ha de prestar la red, por ejemplo, para el servicio básico de distribución de señales unidireccionales de Tv (analógicas, digitales) dispone de una serie de equipos de recepción de televisión terrenal, vía satélite y de microondas, así como de enlaces con otros Centros de Distribución o estudios de producción. Por otra parte las señales analógicas se acondicionan para su transmisión por el medio del cable y se multiplexan en frecuencia en la banda comprendida entre los 86 y los 606 MHz; las señales digitales de vídeo, audio y datos que forman los canales de televisión digital se multiplexan para formar el flujo de transporte MPEG.

La señal de banda ancha de un sistema consta de múltiples canales de televisión y de otros servicios originados en la estación Centro de Distribución de red. Algunas de estas señales de Tv se pueden producir en el mismo Centro de Distribución, pero la mayoría llegan a la misma a través de sistemas de Telecomunicación de muy variados tipos. Las diferentes señales que pueden recibirse y retransmitirse por un sistema CATv, son:

- Canales terrestres de Tv VHF y UHF.
- La banda de radiodifusión en FM.

- Señales de televisión procedentes de satélite
- Señales terrestres de microondas.
- Señales generadas localmente en el Centro de Distribución (vídeo reproductores, tele cine, generador de caracteres, generador de canal mosaico, etc.).
- Señales de un estudio de televisión propio o reportajes enviados en directo a través de sistemas de microondas portátiles.

Cada una de las señales recibidas en el Centro de Distribución requiere una preparación diferente antes de ser introducidas en el sistema. Los equipos fundamentales que componen la estación Centro de Distribución de un sistema MMDS son:

- Procesadores de señal.
- Demoduladores/Moduladores.
- Codificadores.
- Equipos para microondas.
- Decodificadores para señales vía satélite.
- Combinadores o redes combinadoras.
- Preamplificadores de bajo ruido para microondas y satélite.
- Amplificadores conversores para señales de satélite.
- Equipos para el tratamiento de las señales de FM.

En ella también se encuentran los equipos captadores de señales terrestres y de satélites tanto analógicos como digitales. La ubicación de las antenas receptoras es tal que proporciona la máxima calidad posible en las señales.

En el Centro de Distribución, o directamente conectada con ella, se encuentran también los codificadores necesarios para la gestión de los canales de pago. Para el caso del pago por visión, el explotador de la red recibe en el Centro de Distribución a través del canal de retorno la información procedente del abonado en la cual se indican los canales o los programas que éste desea ver. En el Centro de Distribución se procesa la información y se da acceso al descodificador del abonado para que se descodifiquen los programas seleccionados y se contabilizan los tiempos para su posterior facturación.

Si la red de CATv es lo suficientemente sofisticada, desde el Centro de Distribución se puede tener constancia en cada momento del estado de la red mediante sistemas de encuesta desde el Centro de Distribución hasta la línea de distribución, y de respuesta desde ésta hacia el Centro de Distribución a través del canal de retorno. Incluso se puede conocer el estado de los diferentes elementos de la red y modificar los parámetros de la misma. Esto implica la necesidad de algunas frecuencias para el control propio de la red.

Las diferentes señales presentes a la salida del Centro de Distribución poseen normalmente el mismo nivel y han de cumplir unos requisitos de calidad perfectamente especificada.

Para sistemas de un gran número de abonados, los Centros de Distribución suelen incluir redundancia en los canales de tal forma que ante un posible fallo en cualquier equipo se activa automáticamente un equipo de reserva.

Incluye varios módulos de la familia DHM de módulos de Centro de Distribución digital. Estos módulos aceptan entradas de vídeo y audio analógicas en banda base, las convierte en datos digitales, multiplexa los datos en una sola portadora y modula esta portadora con modulación 64-QAM.

#### **4.8.1.1 Configuración del Centro de Distribución**

El receptor capta las señales por satélite, microondas, etc. Dichas señales deben procesarse, ya que deben venir de diferentes formas. Luego las señales son multiplexadas y amplificadas para que la señal final sea transmitida utilizando un medio inalámbrico. La señal transmitida tendrá una velocidad de 9 muestras por símbolos QAM en la banda de frecuencia de 2.5 a 2.7GHz. Previamente digitalizadas con MPEG-2. El esquema básico puede observarse en la figura 40.



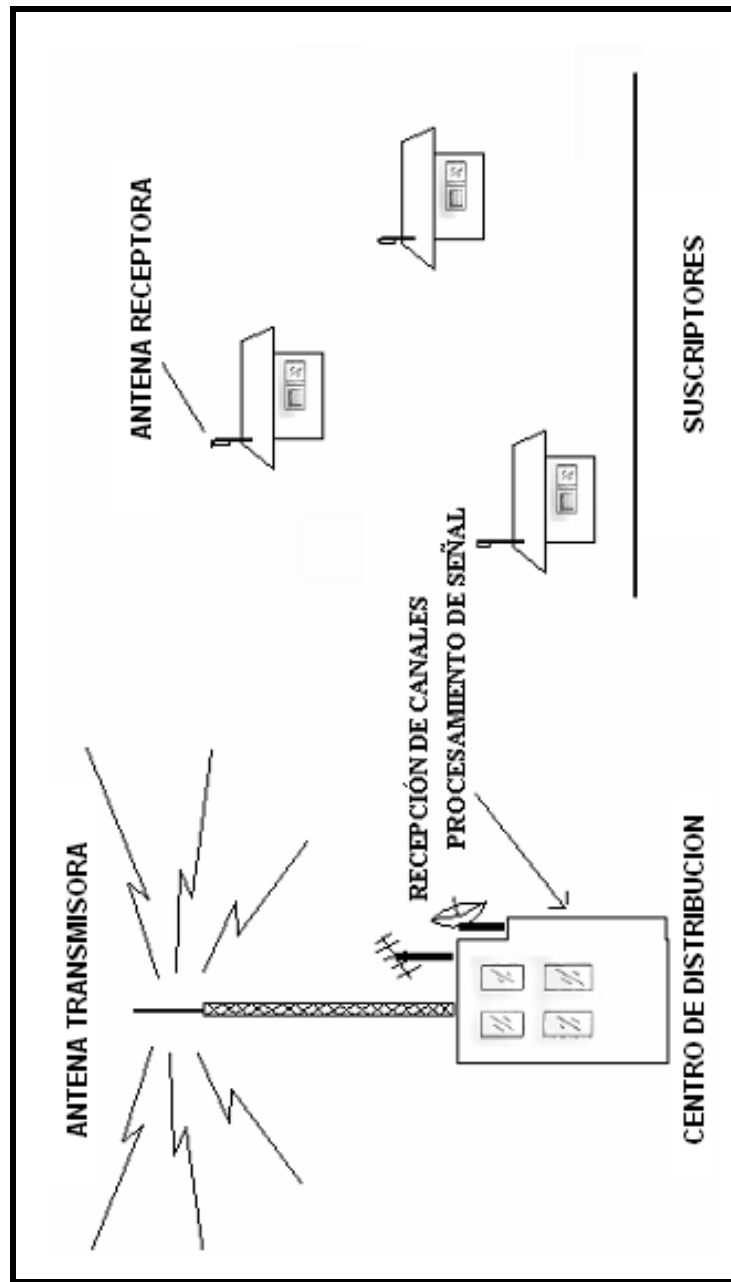


Fig. 40 Esquema de transmisión de señales inalámbricas

#### 4.8.1.1.1 Módulo de Centro de Distribución Digital DHM-4001

El módulo de Centro de Distribución digital modelo DHM-4001, permite combinar hasta cuatro señales de vídeo (más audio estereofónico) en una sola portadora digital. El DHM-

4001 codifica, multiplexa y modula digitalmente cuatro señales analógicas de vídeo en una sola portadora de RF, cumpliendo con los requisitos de la norma MPEG-2. Figura 41.



**Fig. 41** Modulo DHM-4001

La portadora de salida del DHM viene modulada en cualquiera de los formatos 16 QAM, 64QAM o QPSK. La frecuencia de la portadora de salida puede escogerse en la banda IF normal (38 MHz, 45 MHz, 70 MHz o 140 MHz), en las bandas de CATv (entre 5 MHz a 860 MHz) o en banda L (de 950 MHz a 1525 MHz).

El DHM-4001 tiene prestaciones técnicas del más alto nivel, previamente disponibles solamente en unidades de precio mucho mas elevado. Viene equipado con memoria no volátil para facilitar configuración de alta velocidad a través del puerto serie. El multiplexor está controlado por software residente en un FPGA (Field Programmable Gate Array) y puede multiplexar hasta cuatro flujos digitales tipo DVB, que pueden provenir de cuatro codificadores MPEG2 o de otras fuentes de señal de vídeo. Alternativamente, el multiplexor puede aceptar dos flujos digitales externos.

#### **4.8.1.2 Combinador VHF**

A la salida de cada modulo se encuentra una señal RF de determinada frecuencia, como todas deben viajar por el mismo canal estas deben ser combinadas o multiplexadas en frecuencia, existen dos tipos de combinadores: activos y pasivos dependiendo de la forma en que realicen la tarea. Los combinadores pasivos son mas frecuentemente usados que los activos.

#### 4.8.1.2.1 Combinador Pasivo PHC-12G

Es un combinador pasivo de 12 canales usado en sistemas de banda ancha de Tv por cable, para montaje en rack. Combina las salidas de múltiples moduladores y procesadores dentro de una sola salida común. Emplea acopladores direccionales para obtener un alto aislamiento entre puertos de entrada. La imagen 42 representa al modelo de combinador a utilizar.

Sus características principales son:

- Frecuencia de operación: banda ancha 5 - 1000MHz
- Pérdida por inserción: -18 dB
- Por su diseño permite su uso en aplicaciones analógicas y digitales.
- Punto de prueba frontal.



**Fig. 42** Combinador pasivo PHC-12G

#### 4.8.1.3 CAS (*Conditional Access System*)

Los sistemas de acceso condicional son sistemas que restringen el acceso de los usuarios a los servicios implementados por un determinado radiodifusor de una manera controlada.

Su aparición vino obligada por una serie de factores como: la liberación de los servicios de telecomunicaciones, la aparición de la comunicación por satélite, la imposibilidad de

acceder a fondos gubernamentales y la dificultad de control paterno para cierto tipo de programas.

El acceso condicional debe cumplir los siguientes requisitos:

- Compatible con los estándares de codificación y modulación.
- Robusto al ruido y otras interferencias.
- La señal resultante se debe poder enviar por medio de transmisión.
- Permitir un enorme número de suscriptores.
- Ser suficientemente seguro para evitar el robo de señal.
- Ser lo más transparente posible para la información original.

El CAS comprende:

- Algoritmo de Cifrado del programa o servicio específico; es propio de cada proveedor concreto.
- Algoritmo de Aleatorización de datos; este es un aspecto muy importante a la hora de permitir que varios proveedores den servicio a un mismo abonado, por lo que está normalizado bajo el nombre de Algoritmo de Aleatorización común.
- Sistema de Gestión de Abonado (SMS), que controla los datos sobre los abonados al servicio; es propio de cada proveedor.
- Sistema de Autorización de Abonado (SAS), que genera las palabras clave para la descodificación de la información.

Las principales razones que inducen a los operadores a incurrir en el gasto adicional de un sistema de CAS son:

- La posibilidad de desconectar remotamente las señales a los suscriptores que no están al corriente en los pagos.
- Seguridad de señal para impedir el uso no autorizado de las señales MMDS.
- Disponibilidad de diversos paquetes de programación (por ejemplo: básico, Premium, etc.).
- Capacidad de habilitar el Pago Por Evento (PPV).

Un sistema CAS puede proporcionar algunas o todas las estas posibilidades. La compañía Cable AML ofrece un sistema CAS que ha sido específicamente perfeccionado para

proporcionar un alto nivel de funcionalidad y de seguridad para sistemas digitales de MMDS a un costo razonable.

#### 4.8.1.3.1 Tipos de CAS

Actualmente Cable AML ofrece dos variedades de CAS:

- El CAS-A proporciona el control de descodificación en bloque de los STBs.
- El CAS-B, además de todas las señales de descodificación en bloque, proporciona control de descodificación programa por programa para cada suscriptor. Hasta un total de 64 paquetes pueden habilitarse o desactivarse en cada STB. Un paquete puede ser uno o varios programas de vídeo, como por ejemplo el paquete básico o el paquete Premium. Este control también permite la aplicación de sistema de Pago Por Evento (PPV).

El CAS es un programa de software que viene instalado en estación de trabajo tipo PC. El programa tiene capacidad para controlar más de 24,000 abonados (ampliables), y en el caso del CAS-B, 64 paquetes en cada caja. El programa retiene la lista de los STBs autorizados y la información referente a cada suscripción (Cable AML, 2006).

#### 4.8.1.4 Sistema de Facturación

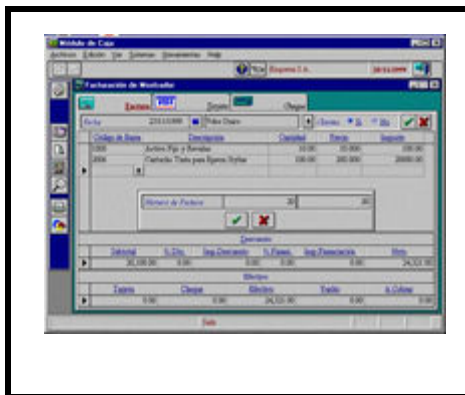
Es un software que permite obtener eficiencia y control de gestión para una empresa. La Compañía Datahouse ofrece el paquete Gestión Pyme Isis que es un sistema ideal para la pequeña administración que desea control, agilidad de facturación, y listados informativos para la toma de decisiones y para el cumplimiento de normas legales. La figura 43 muestra como es el paquete de facturación. Puede adicionársele un módulo de contabilidad.

Actualmente se ofrecen dos versiones: Gestión Mini Pyme (que incluye los módulos de una gestión administrativa básica) y Gestión Small Pyme (que se compone de la Gestión Mini Pyme más un sistema contable para obtener la administración completa de su comercio o pequeña empresa).

#### 4.8.1.4.1 Sistema de Gestión *Isis* Versión *Mini Pyme*

Sus características generales son: ilimitadas listas de precios, búsqueda por nombre o descripción al momento de facturar, consulta de saldos de estado/cuenta corriente desde el mismo comprobante y facturación de artículos y servicios/nuevos ítems no dados de alta en la base. Es multimonetario, múltiples condiciones de venta y plazos, cuentas corrientes, comisiones de ventas/cobranzas y manejo de clientes y proveedores. Generación automática de asientos por cada operación registrada, listados por impresora o pantalla con niveles de *zoom*, exportación de la información a múltiples formatos, módulo control de caja y manejo de controladores fiscales.

Se controla en dos unidades de medida por artículo. Genera reportes de control por artículo, valorización de inventarios, analítico de stock por comprobantes. Codificación alfanumérica de hasta 16 caracteres / descripción de 50 caracteres de artículos. Permite la consulta desde pantalla de facturación de control y saldos de clientes y maneja claves de seguridad para modificar precios y descuentos.



**Fig. 43** Vista del sistema de Gestión

Acepta las siguientes formas de cobranza: efectivo, tarjetas y cheques. Permite facturar a través de código de barras. Emite estadísticas de ventas por clientes y artículos.

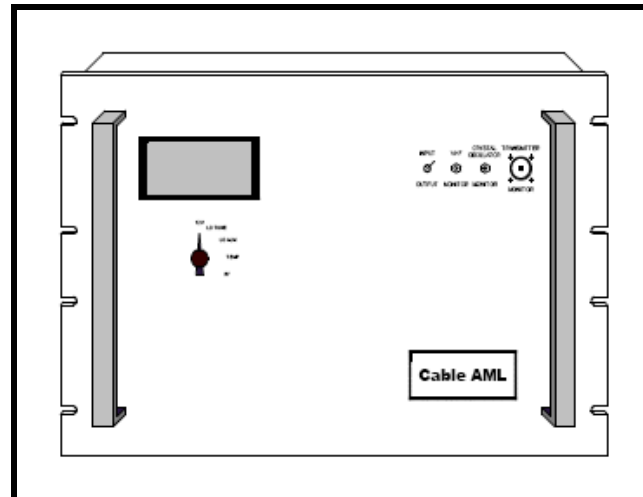
Carga de cobranzas con aplicación parcial o total a cada factura. Lista resúmenes de cuentas y vencimientos de facturas a cobrar.

#### 4.8.1.5 Sistema de Transmisión

El sistema de transmisión incluye el transmisor o transmisores de banda ancha y el equipo de radiación (antenas y accesorios). Los transmisores normalmente están ubicados cerca de las antenas para minimizar la pérdida de señales a través de las líneas de transmisión que conectan los dos (Datahouse, 2005).

##### 4.8.1.5.1 Transmisor ITX02-100C

El transmisor compacto de banda ancha de 100 W, modelo ITX02-100C cubre el rango de frecuencia de 2.2 a 2.7 GHz, diseñado en paquete robusto para montaje exterior en torre, provee excelentes prestaciones de servicio. Cable AML está entre las pocas compañías que diseñan y fabrican transmisores y repetidores de MMDS que operan fuera de la banda estándar de 2.500 a 2.686 MHz. Figura 44.



**Fig. 44** Transmisor ITX02-100C

Es un transmisor de estado sólido que incorpora técnicas de linealización avanzadas para un rendimiento excepcionalmente alto. Está diseñado para transmitir de uno a 31 canales de televisión analógica o 150 canales digitales (usando modulación 64QAM) a distancias de más de 10 kilómetros, dependiendo de la selección de la antena. La unidad está construida

para montaje exterior expuesta a los elementos. El anclaje está diseñado para poder colocarla junto a la antena en mástiles altos, reduciendo así al mínimo las pérdidas de potencia en la guía de ondas de conexión a la antena. Se caracteriza por su diseño modular compacto. Se empaqueta en una caja robusta, impermeable, que permite el fácil monitoreo de las señales de salida con un medidor de campo o un monitor de Tv, y acepta tanto vídeo analógico o digital como portadoras de datos con modulación en cualquier formato.

#### 4.8.1.6 Sistema de Antena

Dependiendo el tipo de señal que se quiera recibir se tienen distintos tipos:

- Platos Parabólicos: Para señales satelitales, poseen en su foco el LNA y el LNB que usualmente es tele alimentado desde la estación, la función principal de este bloque de bajo ruido es “bajar” la señal proveniente del satélite a una frecuencia de RF para poder ser inyectada a los receptores satelitales.
- Antenas de microondas: Para recepción de canales generados localmente.
- Antenas VHF y UHF: Captan las señales emitidas por los operadores de televisión.

Equipos de Antena de Transmisión: Estos equipos incluyen los cables y la guía de ondas que conecta el transmisor a la antena, así como la antena propiamente dicha y también el sistema de presurización para la antena. El diagrama de radiación de la antena transmisora (en lo que respecta a polarización, cobertura del azimut, inclinación eléctrica y ganancia) tiene que ser cuidadosamente seleccionado para obtener la cobertura geográfica deseada dada la localización del transmisor y la torre de transmisión.

##### 4.8.1.6.1 Antena de transmisión SEC-25V-120-11

La antena de panel sectorial de 120 grados de azimut y 16 de elevación es una antena con montaje mecánico integrado para su fácil instalación con diseño rudo y material altamente resistente, se muestra en la figura 45. Trabaja en las frecuencias de 2.4-2.7 GHz y tiene una ganancia nominal de 11 dBi.





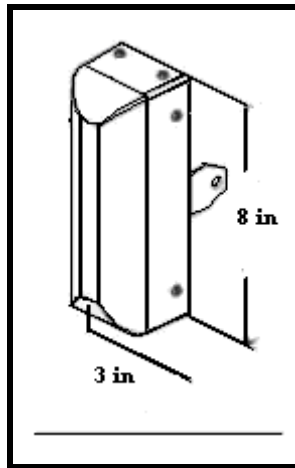
**Fig. 45** Antena SEC-25V-120-11

#### **4.8.1.7 Equipo de Suscriptor**

Consiste en una unidad exterior (antena integrada con convertidor de bajada o “downconverter”) con prestaciones apropiadas para las señales digitales 64-QAM. La unidad exterior se conecta a través de un cable coaxial a la casa del suscriptor o directamente al STB o descodificador junto al receptor de Tv. Hay varios tipos de unidades exteriores disponibles, dependiendo de requisitos de ganancia de antena, tamaño, y disponibilidad de características como filtros para reducción de interferencia, etc (Cable AML, 2006).

##### **4.8.1.7.1 Antena de Panel DB973G90-SR**

Es una antena de alta ganancia que trabaja en las frecuencias de 2.1 a 2.7 GHz. Tiene una ganancia nominal de 11.1dBi con ángulo de movimiento de 90 grados horizontal y 35 grados vertical. Muestra en la figura 46.



**Fig. 46** Antena de panel DB973G90-SR

#### 4.8.1.7.2 Convertidor de Bajada

Regularmente viene integrado con la antena, como el caso específico de los productos de Cable AML. Dicha antena tiene un convertidor de bajada (usualmente en el foco de la parábola) que transforma la señal de microondas (2.5Ghz) a VHF señal de Tv normal.

Existe un convertidor de bajada que trabaja en el rango de 2.5 a 2.7GHz con capacidad para determinar la frecuencia de salida según el operador del sistema.

#### 4.8.1.7.3 Set Top Box, STB

El STB digital para la red de cable ha de ser capaz tanto de demodular y decodificar las señales provenientes del Centro de Distribución a través del canal descendente de la antena y el convertidor de bajada. Los servicios interactivos exigirán al STB una cierta capacidad de procesado y almacenamiento de datos. A partir de la introducción de la tecnología digital, el STB dejará de ser un terminal pasivo que se limita a recibir la información y presentarla en la pantalla del televisor para convertirse en un terminal inteligente más cercano a un ordenador personal que al tradicional concepto de decodificador.

El tipo específico de STB para las aplicaciones del proyecto a realizar viene incluido en el paquete que ofrece Cable AML y no tiene especificaciones técnicas. Sin embargo, se muestra un equipo decodificador que podría trabajar con nuestro sistema pero con un límite de 16 canales de Tv.

#### 4.8.1.7.4 Decodificador Digital GI, modelo DSR-413

De la Marca General Instruments, cuenta con vídeo digital, además de cumplir con las normas MPEG - II y ATSC. Transmite en forma digital, con la más alta calidad, hasta 16 canales de televisión. Por cada canal de televisión existen dos canales de Audio Dolby digital de alta calidad. Tiene la capacidad de transmitir dos canales de datos a alta y baja velocidad. La velocidad de transmisión es de 2 Mbps.

Incorpora la posibilidad de prestar servicios adicionales de transmisión de vídeos específicos solicitados por los clientes. La figura 47 muestra la vista frontal del decodificador. Es configurable para la decodificación específica CAS.

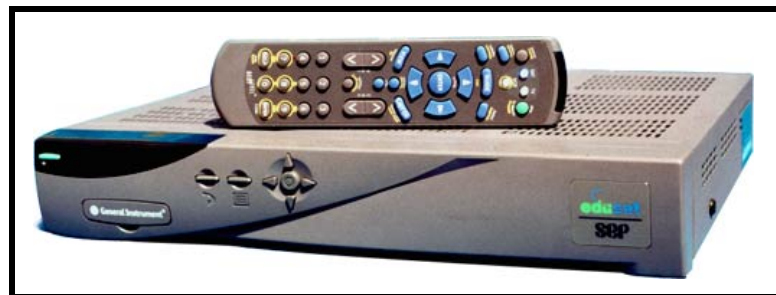


Fig. 47 Decodificador DSR-413

#### 4.8.1.8 Cableado Estructural y Conectores

Es la encargada de suministrar las señales desde el combinador hasta el transmisor y de éste a la antena. Del lado del receptor estará bajando la señal de la antena al STB. Las líneas de distribución estarán formada por los correspondientes elementos pasivos (conectores, repartidores, derivadores, acopladores, etc.) necesarios para distribuir la señal.

#### 4.8.1.8.1 Elección del cable coaxial

De forma resumida, un cable coaxial es un conductor de cobre o aluminio cubierto en cobre, rodeado por una capa dieléctrica de polietileno. La capa aislante es cubierta con una malla tubular compuesta por finas bandas de cobre trenzado, o un tubo de aluminio sin costura, finalmente todo protegido por una cubierta de PVC. Ver figura 48. El conductor y el blindaje interactúan para crear un campo electromagnético entre ellos, de esta forma se reducen las pérdidas en frecuencia y le da al cable una gran capacidad de transmitir señales.

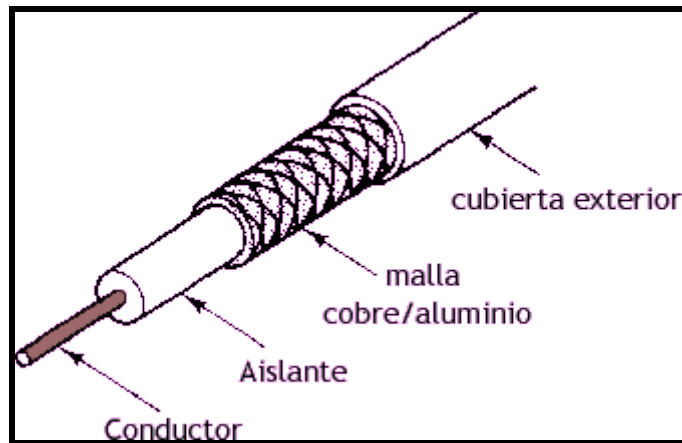


Fig. 48 Cable coaxial

Las ventajas de un cable coaxial incluyen transmisión a alta velocidad y buena inmunidad a interferencias externas. Los cables coaxiales vienen en varios tipos, basados en el tamaño del cable y su resistencia medida en Ohms.

Cada cable coaxial tiene que cumplir con los tres siguientes parámetros que son impuestos por el circuito al cual tendrá que ser conectado: impedancia característica; frecuencia de trabajo y atenuación máxima y/o potencia máxima.

El cable coaxial RG-58 es un cable de conductor central de cobre sólido con aislamiento de polietileno y malla de cobre estañado. Su atenuación va de 4 a 48 dB por cada 100 metros, dependiendo de la frecuencia de trabajo. La figura 49 nos muestra la forma del cable coaxial.



**Fig. 49** Cable coaxial RG-58

El cable coaxial para radiofrecuencias de 1.25” de Condumex tiene un conductor central tubo de cobre con aislamiento celular con capa interna y externa de polietileno sólido con conductor externo de cobre corrugado. Ver figura 50. Tiene aislamiento de bajo nivel de pérdidas y conductor corrugado externo que facilita su flexibilidad. Tiene una atenuación de 4.76 dB/100m promedio para una potencia de 2.1kW (Condumex, 2005).



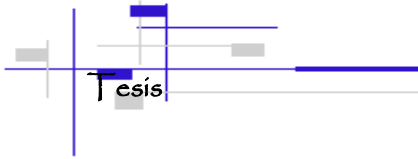
**Fig. 50** Cable coaxial para radiofrecuencias de 1.25”

#### 4.9 Análisis Económico del Proyecto

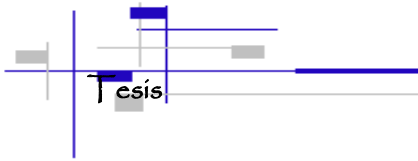
A continuación se presenta una lista de materiales y recursos a emplear, para el diseño de una Red de Distribución Inalámbrica de Señales de Televisión para Suscriptores, así como el costo de cada uno de ellos:

**Tabla 11.** Inversión general y plan de recuperación del proyecto.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
120 m <sup>2</sup>	Terreno ubicado en el cerro “La Esperanza”.	\$750.00 m <sup>2</sup>	\$90,000.00
90 m <sup>2</sup>	Construcción de edificación de dos plantas 90 m <sup>2</sup> , ubicado en el cerro “La Esperanza”.		\$265,000.00
3	Adquisición de Vehículos Chevy 2006. Tipo camioneta.	\$98,475.00	\$295,425.00
	Mobiliario equipamiento de locales y edificación. Software.	\$250,000.00 Disponibles	\$250,000.00
2	Rack	\$1,800.00	\$3,600.00
1	Transmisor ITX02-100C	\$18,000 Dlls.	\$198,000.00
1	Combinador pasivo PHC-12G	\$2,800.00	\$2,800.00
2	Antena de Transmisión SEC-25V-120-11	\$380 Dlls.	\$8,360.00
1000	Antena de Recepción de Panel DB973G90-SR	\$50 Dlls.	\$550,000.00
1000	Convertidor de bajada	\$65 Dlls.	\$715,000.00
300	Set Top Box	\$70 Dlls.	\$231,000.00
3	Cable coaxial RG-58. 100 Metros/rollo.	\$660.00	\$1,980.00
1	Cable coaxial para Radiofrecuencias 1.25”	\$2,700.00	\$2,700.00
	Equipo de recepción, herramientas, grapas, clavos, barriles, conectores de coaxial, etc.	\$250,000.00 Disponibles	\$250,000.00
<b>TOTAL INVERSIÓN INICIAL</b>			<b>\$2,863,865.00</b>
<b>ENTRADAS ECONOMICAS CON PLAZO DE UN AÑO</b>			
3,000	Pago inicial	\$300.00	\$900,000.00
	Renta mensual. Se toma como referencia un plazo de 6 meses para cubrir con 3,000 suscriptores a un año	\$120.00	\$2,160,000.00
	Renta mensual con STB adicional a paquete básico.	\$60.00	\$108,000.00
<b>TOTAL INGRESOS A UN AÑO</b>			<b>\$3,168,000.00</b>
<b>GASTOS DE OPERACIÓN CALCULADOS A UN AÑO</b>			
	Pago por uso de señales de Tv.		\$1,200,000.00
2	Arrendamiento de Locales para fines publicitarios y contractuales del sistema de Televisión.	\$5,000.00 Mensual	\$120,000.00
	Pago de servicios de luz, agua, uso de suelo, etc.		\$150,000.00
	Pago a empleados de planta, convenios, etc.	\$45,000.00	\$540,000.00
	Gastos de propaganda y publicidad	\$300,000.00 Disponibles	\$300,000.00
<b>TOTAL GASTOS DE OPERACION</b>			<b>\$2,310,000.00</b>
<b>TOTAL RECUPERADO</b>			<b>\$858,000.00</b>



El presupuesto general considerado para el diseño y la posible implementación de la Red de Distribución Inalámbrica de Señales de Televisión para Suscriptores en el Valle de Tulancingo es de \$2,561,065.00 M.N. aproximadamente, tomando en cuenta la tasa de cambio del dólar a \$11.00 M.N. El tiempo aproximado de realización es de 5 a 8 meses y con recuperación de inversión en un plazo no mayor a 2 años.



## CONCLUSIONES

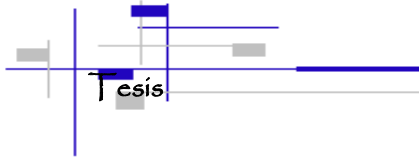
La tecnología, como la vida misma, evoluciona a pasos agigantados; día con día en el mundo se estudian, diseñan, desarrollan e implementan nuevas herramientas, métodos y mecanismos capaces de facilitar las labores cotidianas del ser humano. Entre las labores más relevantes encontramos: la educación, la salud, la cultura y la ciencia, un apartado de esta última es la comunicación, que representa una de las necesidades más antiguas del hombre y su entorno, esta problemática ha generado que las investigaciones se empleen más a fondo, a fin de satisfacer dicha necesidad, presentando resultados satisfactorios, contundentes y concretos, lo que dio lugar a la presentación de esta Tesis, que busca proporcionar una opción de comunicación y entretenimiento en lo que a televisión para suscriptores se refiere. Para esta investigación se empleó información y tecnología orientadas al Diseño de una Red de Distribución Inalámbrica de Señales de Televisión, tomando en cuenta factores geográficos, sociales, económicos y demográficos de la ciudad de Tulancingo, Hgo. Referido a la geografía del Valle, la ciudad presenta una superficie plana rodeada con cerros altos que no crean zonas de sombra que dificulten la transmisión de las señales de Televisión Inalámbricas. Es importante destacar que en la ciudad existen pocas opciones que satisfagan la necesidad de comunicación y entretenimiento; es decir, Tulancingo es una atractiva opción de mercado en servicios de Telecomunicaciones.

Por otra parte, al realizar el Diseño de una Red de Distribución Inalámbrica de Señales de Televisión para Suscriptores, las opciones existentes en el Municipio tendrán que generar un amplio abanico de opciones que introduzcan tecnología y mejoren de forma evidente los servicios ofrecidos; es decir, los servicios de Telecomunicaciones. De forma específica los que refieren a sistemas de televisión para suscriptores que evolucionarán y estarán a la altura de vanguardia nacional. Comprobando así la hipótesis de que una Red de Distribución de Señales Inalámbricas de Televisión para el Valle de Tulancingo presenta eficiencia, vanguardia tecnológica, reducción de costos, amplia zona de cobertura sin la necesidad de invertir en repetidoras o emplear grandes cantidades de cable u otros materiales presentes en los sistemas de distribución de señales de televisión satelitales y los sistemas CATv.



# ANEXOS

- MODULO DIGITAL
- TRANSMISOR
- ANTENAS
- CABLES



Tesis

**ANEXOS**

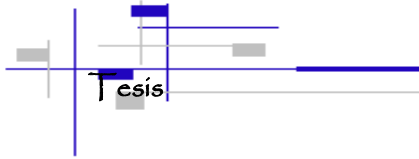


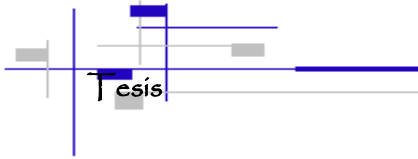


Tesis

**ANEXOS**



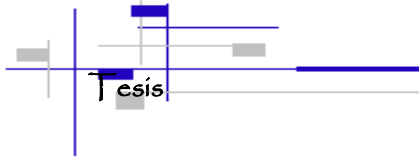




Tesis

**ANEXOS**

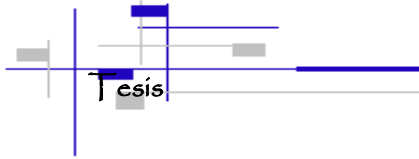


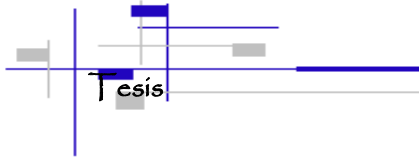


Tesis

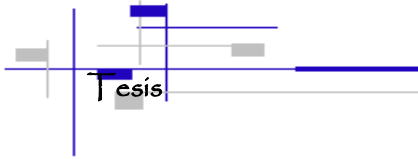
**ANEXOS**







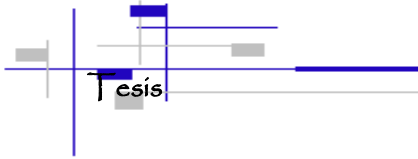


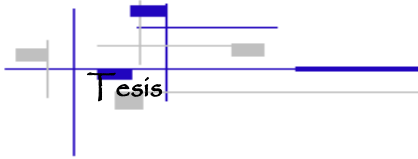


Tesis

**ANEXOS**



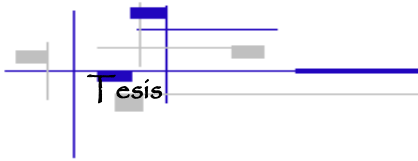




Tesis

**ANEXOS**





## GLOSARIO

**Ancho de Banda:** Canal de frecuencias por el cual se transmite la información, es decir los datos, entre mayor ancho de banda, mas rápida y eficiente será la transmisión.

**Amplitud de Onda:** Es la máxima elongación o alejamiento de su posición de equilibrio que alcanzan las partículas vibrantes.

**ATSC:** Comité de Sistemas de Televisión Avanzada, es el resultado de los trabajos realizados por un grupo conformado por empresas que ofrecían diferentes propuestas para establecer un estándar de Tv digital en Estados Unidos.

**Azimut:** Es el ángulo horizontal, al que se girará la antena, desde el polo norte terrestre hasta la ubicación del dispositivo transmisor.

**Broadcast:** (difusión amplia) Término utilizado en el medio de la televisión para indicar que sus emisiones las puede recibir cualquiera que sintonice una emisora.

**Cámara:** El término cámara deriva de camera, que en latín significa habitación.

**CATv:** Sistema de Televisión por cable, utiliza el cable como medio físico de distribución de su señal.

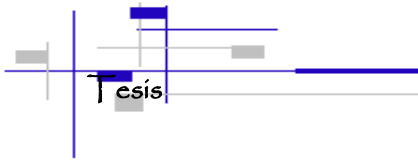
**CCD:** (*Charge-Coupled Device*), dispositivo de cargas eléctricas interconectadas, circuito integrado que contiene un número determinado de capacitores enlazados o acoplados.

**COFETEL:** Comisión Federal de Telecomunicaciones, organismo público y autónomo que rige todas las cuestiones administrativas y legales referentes a las telecomunicaciones en el país.

**CMOS:** (*Complementary Metal Oxide Semiconductor*) Semiconductor de Oxido Metálico Complementario, tecnología utilizada para crear circuitos integrados, como pueden ser compuertas lógicas, contadores, etc. Consiste en dos transistores, uno PFET y otro NFET. Los chips CMOS consumen menos potencia que aquellos que usan otro tipo de transistor.

**Cuantificación:** Es el procesamiento de muestras a una gran frecuencia, asignándoles un valor a cada una de ellas.

**Decodificador:** Dispositivo electrónico, que realiza un proceso que permite pasar de un lenguaje codificado a un que se pueda leer y manejar directamente.



**Electrónica:** parte de la electricidad encargada de estudiar los electrones libres y la técnica de los dispositivos que basan su funcionamiento en la utilización de haces de electrones libres, tal es el caso de válvulas, transistores.

**Elevación:** Es el ángulo al que se ubicará la antena desde el horizonte para localizar el dispositivo que realiza la transmisión.

**Efecto Fotoeléctrico:** Fenómeno eléctrico provocado por la presencia de radiaciones luminosas, en dicho proceso interviene dos electrodos, que son sometidos al vacío, produciendo una corriente eléctrica cuando las hiere la luz.

**Espectro de Frecuencias:** Es un tabulador, que ordena la radiación electromagnética que se extiende desde ondas de frecuencias muy elevadas (longitudes de onda pequeñas) hasta frecuencias muy bajas (longitudes de onda altas).

**Estándar DOCSIS:** Es un estándar no comercial específico, define los requisitos de la interfaz de comunicaciones y operaciones para los datos sobre sistemas de cable.

**Fotografía:** Procedimiento de fijar en una placa o película, impresionable a la luz, las imágenes obtenidas con ayuda de una cámara.

**Fotón:** Partícula de energía luminosa en la teoría de los quanta.

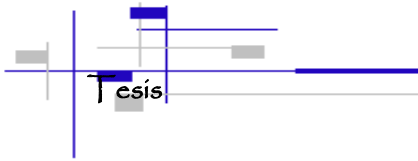
Frecuencia: Número de ciclos por segundo, su unidad de medida es el Hz.

**ISDB:** Radiodifusores de Servicios Digitales Integrados, es una adaptación del estándar europeo, ofrece las ventajas con relación a la propagación multitrayectoria y a la interferencia entre símbolos.

**Modulación:** Es la capacidad de formar información digital, (ondas cuadradas) y modificar frecuencias específicas de la señal portadora para que la información sea transmitida de un punto a otro sin ningún problema.

**Modulación QAM:** (*Quadrature Amplitud Modulation*) Modulación en Amplitud por Cuadratura, es un esquema de modulación multi-nivel en donde se envía una muestra de 4 señales, con distintas combinaciones de amplitud y fase.

**MPEG:** Grupo de Expertos en Imágenes en Movimiento, varias técnicas de compresión de señales para procurar que la versión final sea lo más compacta posible, manteniendo un cierto grado de calidad de la señal.



**NTSC:** (*National Television System Comité*) Comité Nacional de Sistemas de Televisión, sistema de codificación y transmisión de Tv analógica surgido en Estados Unidos.

**PAL:** (*Phase Alternating Line*) Sistema de Línea Alternada en Fase, hace referencia al modo en que la información de crominancia de la señal de vídeo es transmitida, siendo invertida en fase en cada línea, permitiendo la corrección automática de los posibles errores en fase al cancelarse entre sí.

**Píxel:** La capacidad de resolución o detalle de la imagen.

**Radiocomunicación:** Es un sistema de comunicación mediante ondas electromagnéticas que se propagan por el espacio, constan de consta de componentes básicos, transmisor, oscilador, modulador, receptor.

**Sistema MMDS:** Sistema de Distribución Multicanal Multipunto de banda ancha vía microondas que opera en las bandas de frecuencia autorizadas desde 1.5 GHz a 42 GHz.

**SECAM:** (*Séquential Couleur Avec Mémoire*) Sistema Color secuencial con memoria para la codificación de Tv color analógica, cuenta con una definición de 625 líneas, convirtiéndose en la primera norma de Tv en color en Europa y algunos países de África.

**Señal de Crominancia:** Señal encargada de transportar la información de color, especifica las tonalidades y saturación de los elementos de la imagen.

**Señal de Luminancia:** Señal encargada de indicar el brillo de cada unos de los elementos de la imagen.

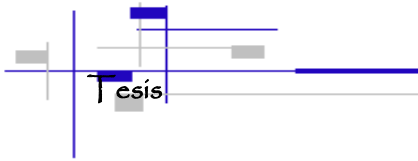
**Señal de Televisión:** También llamada señal de alta frecuencia resultante de la modulación de una onda por una señal de imagen.

**Sistema de Numeración Binario:** Es un sistema numérico, el cuál puede definir cualquier valor decimal utilizando únicamente las cifras 1 y 0.

**STB:** (Set Top Box) es un decodificador, ver significado de codificador.

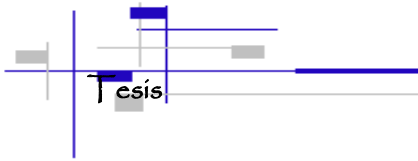
**Televisión:** Sistema de telecomunicaciones empleado para la recepción de imágenes en movimiento y sonido a distancia, dicha transmisión puede ser efectuada mediante ondas de radio o por redes especializadas de Tv por cable.

**UER:** Unión Europea de Radiodifusión, Organismo Europeo encargado de regular los procesos administrativos y legales de la Radiocomunicación Europea.



## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1]. Aguilar, G. 2002. **Televisión y vida privada**. Taurus. Argentina. <http://site.ebrary.com/lib/uaeh/Doc?id=10063330&ppg=6> (Visto el 1 de febrero de 2006).
- [2]. Alcolea, D.G. 2005. **Estrategias informativas y comerciales de la televisión digital por satélite**. Universidad Complutense de Madrid. España.
- [3]. Anónimo. 2005. Un poco de Historia. **En: Hablar de televisión**. CANITEC. México.
- [4]. Anónimo. s.a. **La Televisión en México**. UNAM. México.
- [5]. Ávila, R. y Semaim, M. 2004. **Principles of Color**. Ron Whittaker. [Página Web] [http://www.cybercollege.com/span/tvp\\_sind.htm](http://www.cybercollege.com/span/tvp_sind.htm) (Vista Junio 2006).
- [6]. Barnouw, E. 1992. **Tube of Plenty: The Evolution of American Television**. Oxford University Press. USA.
- [7]. Bourdieu, P. 1997. **Sobre la televisión**. Anagrama. Francia.
- [8]. Cable AML. 2006. **MMDS**. Estados Unidos. [Página Web] <http://www.cableaml.com> (Vista 2006).
- [9]. Cablevisión. 2006. Un poco de historia. **En: TvGuía de Cable**. Cablevisión. México.
- [10]. Camiroaga, R.P. 2005. **Comunicación Audiovisual**. Universidad UNIACC. Argentina.
- [11]. Christlieb, F. 2002. **Los medios de difusión masiva en México**. Juan Pablos. México.
- [12]. CIRT. 1991. Antecedentes. [Página web]. <http://www.cirt.com.mx>. México (Vista el 24 de enero de 2006).
- [13]. Collazo, J.L. 1980. **Enciclopedia Dictionary of Technical Terms**. Mc Graw Hill. México DF.
- [14]. Conde, L. y Flores S.J. 1979. **Televisión por cable: ¿otro factor de integración regional de México?**. Universidad Autónoma Metropolitana. México.
- [15]. Condumex. 2005. **Cables para Telecomunicaciones y Electrónica**. Grupo Condumex. México.



- [16]. Datahouse. 2005. **Software gestión para pymes**. Datahouse Company. Argentina.
- [17]. Delarbre, R. 2001. **Televisa el quinto poder**. Claves Latinoamericanas. México.
- [18]. Dirección Gral. De Radio y Tv y Cinematografía. 1993. **Televisión por cable: una visión global**. **En:** Intermedios. Dirección General de Radio, Televisión y Cinematografía de la Secretaría de Gobernación. México.
- [19]. Esteinou, J. 2001. **Hacia la ciudadanización de los medios de comunicación en México**. **En:** Revista Razón y Palabra. Octubre-noviembre. México. Razonypalabra.org.mx (Vista el 15 de enero de 2006).
- [20]. Fadul, L.M. 1997. **Satélites de Comunicación en México**. **En:** Las actividades espaciales en México: una revisión crítica. Fondo de Cultura Económica. México.
- [21]. García, J.M. 1996. **Legislación sobre telecomunicaciones**. Cuadernos Jurídicos. México.
- [22]. González, C. 2004. **Sistemas de transmisión de Tv. Abierta y Privada**. CINIT, Centro de Investigación e Innovación en Telecomunicaciones A.C. México.
- [23]. INEGI. 2000. **Datos estadísticos región Tulancingo**. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. [Página web] <http://www.inegi.gob.mx> (Vista marzo de 2006).
- [24]. Jenkins, M. 1997. **The DTH industry is lost in space**. [Página web] <http://www.efc.ca/pages/media/edmontonsun.23jun97.html>. Canadá (Vista el 15 de enero de 2006).
- [25]. Kuhlmann, F. y Alonso, A. 1996. **Información y Telecomunicaciones**. Fondo de Cultura Económica. México.
- [26]. Louis, A.P. 1994. **Sistema de televisión por cable**. Compañía Editorial Continental S.A. de C.V. México.
- [27]. Martínez, A.J. 1997. **Introducción a la tecnología audiovisual, Televisión, video, radio**. Ediciones Paidós Ibérica, S.A. Barcelona, España.
- [28]. Mejía, B.F. 1998. **Historia mínima de la televisión mexicana (1928-1996)**. [Página web]. [http://www.video.com.mx/articulos/historia\\_de\\_la\\_television.htm](http://www.video.com.mx/articulos/historia_de_la_television.htm). México (Vista el 15 de febrero de 2006).



- [29]. Navarrete, A. 2002. **Compresión de vídeo con el Estándar MPEG: Conceptos Básicos**. [Página web] <http://www.cinit.org.mx/idArticulo=15> (Vista el 22 de Marzo de 2006).
- [30]. Norwood, F.W. 1996. **Televisión por cable y satélites**. Fundesco. Madrid, España.
- [31]. Ponce, D. 2003. **Medidas Espectrales en redes CATV**. Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia. España.
- [32]. Proceso, 2002. Sistemas de televisión concesionados en México. **En:** Revista Proceso. Octubre. México.
- [33]. Ríos, W.R. s.a. **Derechos de autor y derechos conexos en la televisión por satélite y la televisión por cable**. [Página web]. <http://www.alfaredi.org/upload/revista/50303—8-30-tv%20cable-satelite.pdf>. México (Vista el 13 de febrero de 2006).
- [34]. SCT. 1972. **Ley Federal de Telecomunicaciones**. Secretaría de Comunicaciones y Transportes. México.
- [35]. SCT. 1972. **Reglamento del Servicio de Televisión por Cable**. Secretaría de Comunicaciones y Transportes. México.
- [36]. Southwick. T. 1998. The Cable Televisión: The first 50 Years. **En:** Revista Cableworld. Marzo. USA.
- [37]. Televisa, 2006. Historia. **En:** Televisa, sueños hechos realidad. Editorial Televisa. México.
- [38]. Trujillo, A. 2006. **Análisis de contenidos**. Citura/Imaginario. Bogotá, Colombia.
- [39]. Wayne, T. 1996. **Comunicaciones**. Prentice Hall Dispanamericana S.A. USA.