



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD Y COMPUTACIÓN**

PROCESO DE CAMBIO DE EQUIPAMIENTO ANÁLOGO A DIGITAL EN LAS  
ESTACIONES DE TV ABIERTA

**TESINA DE SEMINARIO**

Previa a la obtención del Título de:

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

Presentado por:

Kléber Adrián Suárez Taco  
Freddy Geovanny Arcos Torres

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO 2013

# TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

---

Ing. César Yépez

PROFESOR DEL SEMINARIO DE GRADUACIÓN

---

Ing. Washington Medina

PROFESOR DELEGADO POR LA UNIDAD ACADÉMICA

## DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesina de Grado, nos corresponde exclusivamente a sus autores, y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral”.

---

Freddy Arcos T.

---

Kléber Suárez T.

## RESUMEN

La presente investigación está enfocada al análisis detallado que implica el cambio de transmisión análogo a digital de las estaciones de TV abierta en Ecuador, tomando como puntos de referencia el estudio e instalaciones del canal Telerama.

La investigación se inicia con una breve explicación acerca de los diferentes departamentos que contiene una estación de televisión y sus respectivas funciones, seguido de la instrumentación utilizada para la obtención de audio y video, y la correcta iluminación del escenario, lo cual depende del ambiente y lugar donde se realice la grabación. Dentro del mismo capítulo se hace referencia al área de producción y edición.

Se presentan detalles técnicos y características de los distintos estándares de la televisión digital terrestre (TDT): el estándar Americano (ATSC), el estándar Europeo (DVB), el estándar Japonés (ISDB-T), adoptado por Ecuador, y el estándar Chino (DTMB), sin descuidar el estándar desarrollado por Brasil (SBTVD-T) en base al mismo estándar Japonés.

Igualmente se estudia la estructura técnica de un canal analógico desde la captura y generación de las señales de audio y video hasta su radio difusión en señales RF, describiendo mediante diagramas esquemáticos las diferentes fases por las que atraviesa dicha señal: monitoreo, procesamiento y transmisión entre estaciones del mismo operador a través de medios guiados (cable coaxial, fibra óptica) y NO guiados (microondas, satélite). Posteriormente se describe la estructura de un canal digital dando a conocer las ventajas que ofrece a los televidentes, y los cambios que conlleva el transmitir de manera digital.

Finalmente se muestra el diseño de un canal digitalizado y la inversión aproximada requerida de los operadores en equipamiento para poder transmitir bajo el estándar que adoptó Ecuador.

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

INTRODUCCIÓN

GENERALIDADES DE LA TELEVISIÓN

1.1	Historia de la Televisión .....	1
1.2	Estación de Televisión .....	4
1.2.1	Departamento Técnico.....	4
1.2.2	Departamento de Utilería.....	5
1.2.3	Departamento de Operaciones..	5
1.2.4	Departamento de Producción...	6
1.3	Instrumentación .....	7
1.3.1	Cámaras.....	7
1.3.1.1	Tipos de Cámaras.....	7
1.3.1.1.1	Cámaras de Estudio .....	7
1.3.1.1.2	Cámaras de Exteriores .....	8
1.3.1.1.3	Unidad Móvil para Cámaras ENG y EFP .....	11

1.3.1.2	Número de Cámaras.....	12
1.3.2	Iluminación.....	13
1.3.2.1	Orientación.....	16
1.3.2.2	Instrumentos de Iluminación.....	18
1.3.3	Micrófonos.....	21
1.3.3.1	Partes de un Micrófono .....	21
1.3.3.2	Clasificación de Micrófonos .....	23
1.3.3.2.1	Según su Dirección.....	23
1.3.3.2.2	Respuesta en Frecuencia o Fidelidad.....	26
1.3.3.2.3	Por su Sensibilidad .....	27
1.3.3.2.4	Según su Construcción.....	28
1.4	Producción.....	34
1.4.1	Operadores.....	34
1.4.2	Edición.....	36
1.4.2.1	Edición lineal.....	37
1.4.2.2	Edición no Lineal.....	38

## ESTÁNDARES INTERNACIONALES DE TELEVISIÓN DIGITAL

2.1	Análisis de los Estándares Internacionales .....	40
2.2	Estándar Americano ATSC .....	42

2.2.1	Especificaciones Técnicas.....	43
2.3	Estándar Europeo DVB-T .....	49
2.3.1	Especificaciones Técnicas.....	50
2.4	Estándar Japonés ISDB-T .....	52
2.4.1	Especificaciones Técnicas.....	53
2.4.2	Sistema Básico de Transmisión ISDB-T.....	55
2.5	Estándar Brasileño SBTVD.....	56
2.5.1	Especificaciones Técnicas.....	56
2.5.2	Sistema General de Transmisión SBTVD.....	57
2.6	Estándar Chino DMTB .....	59
2.6.1	Especificaciones Técnicas.....	61
2.6.2	Esquema de Funcionamiento.....	62

## TELEVISIÓN ANALÓGICA

3.1	Estructura de un Canal de Televisión (Analógico).....	64
3.2	Estructura de un Control Máster .....	65
3.2.1	Control Técnico y VTR.....	66
3.2.2	Generación de Señal de Video .....	68
3.2.2.1	Captura de Video.....	69
3.2.2.1.1	Funcionamiento de una Cámara de Video.....	71
3.2.2.1.2	Procesamiento de la Imagen .....	73



3.2.2.1.2.1	Amplificador .....	73
3.2.2.1.2.2	Blanking.....	74
3.2.2.1.2.3	Gama .....	74
3.2.2.1.2.4	White Clip .....	75
3.2.2.1.2.5	Pedestal.....	75
3.2.2.1.2.6	Circuito de Matriz .....	75
3.2.2.1.3	Video Compuesto .....	77
3.2.2.2	Control de Video.....	78
3.2.2.3	Monitoreo de Video.....	79
3.2.2.3.1	Wave Form Monitor .....	79
3.2.2.3.2	Vectorscopio.....	80
3.2.2.4	Switch de Video.....	82
3.2.3	Generación de Señal de Audio.....	83
3.2.3.1	Captura de Audio.....	84
3.2.3.2	Procesamiento de Audio .....	84
3.2.3.2.1	Consola de Audio .....	84
3.2.3.2.1.1	Entradas de una Consola.....	86
3.2.3.2.1.2	Conceptos de PFL y AFL.....	89
3.2.3.2.2	Ecualizador.....	90
3.3	Medios de Transmisión.....	92

3.3.1	Transmisión Satelital.....	92
3.3.1.1	Satélites Geoestacionarios.....	92
3.3.1.2	Ángulo de Elevación.....	93
3.3.1.3	Elementos de las Redes Satelitales .....	95
3.3.1.4	Equipamiento en Transmisión Satelital.....	97
3.3.1.4.1	Antenas.....	97
3.3.1.4.1.1	Ganancia de Antena .....	99
3.3.1.4.1.2	Figura de Merito.....	101
3.3.1.4.1.3	Temperatura de Ruido (Antena).....	102
3.3.1.4.1.4	Temperatura de Ruido (Receptor) .....	104
3.3.1.4.1.5	Polarización de Antena .....	104
3.3.1.4.1.6	Pérdidas de Transmisión .....	107
3.3.1.4.1.7	Potencia Isotrópica Irradiada Efectiva .....	109
3.3.1.4.2	Receptor.....	110
3.3.1.4.3	Demodulador.....	111
3.3.1.4.4	Transcoder.....	111
3.3.1.4.5	Modulador.....	112
3.3.1.4.6	Combinador.....	113
3.3.2	Transmisión Vía Microondas.....	113
3.3.2.1	Zonas de Fresne.....	115

3.3.2.1.1	Cálculo de las Zonas de Fresnel.....	116
3.3.3	Transmisión Vía Fibra Óptica.....	118
3.3.4	Transmisión Vía Internet – FTP.....	120
3.4	Broadcasting (Irradiación).....	121
3.4.1	Amplificadores de Alta Potencia .....	123
3.4.1.1	Amplificadores de Tubos de Onda Progresiva.....	124
3.4.1.2	Amplificadores Klystron .....	126
3.4.1.3	Amplificadores de Estado Sólido .....	127

## TELEVISIÓN DIGITAL

4.1	Television digital terrestre (TDT).....	128
4.1.1	Mejor aprovechamiento de ancho de banda.....	130
4.1.2	Mayor limite de calidad de audio y video.....	132
4.1.3	Mayor numero de emisiones de televisión.....	136
4.1.4	Mayor flexibilidad de las emisiones y servicios adicionales .....	137
4.2	Estructura de un canal de televisión (digital).....	138
4.2.1	Captura y generación de audio y video .....	139
4.2.2	Convertidor A/D (analogo/digital) .....	139
4.2.2.1	Muestreo.....	140
4.2.2.1.1	El efecto ALIAS (ALIASING).....	141

4.2.2.1.2	Elección de la frecuencia de muestro para audio.....	142
4.2.2.1.3	Elección de la frecuencia de muestro para video.....	143
4.2.2.2	Cuantificación.....	144
4.2.2.2.1	Error de cuantificación .....	146
4.2.2.2.2	Dither (indecisión).....	151
4.2.2.2.3	Jitter .....	152
4.2.2.2.4	SDI (Serial Digital Interface) .....	153
4.2.2.3	Compresión de Audio y Video .....	156
4.2.2.3.1	Codecs.....	156
4.2.2.3.2	Compresion de Video .....	158
4.2.2.3.2.1	Compresion de imagen fija: JPGE .....	159
4.2.2.3.2.1.1	Descomposición de la imagen en bloques .....	159
4.2.2.3.2.1.2	DCT (Transformada discreta del coseno) .....	160
4.2.2.3.2.1.3	Umbralizacion y cuantificación .....	162
4.2.2.3.2.1.4	Barrido en ZIG-ZAG .....	164
4.2.2.3.2.1.5	Codificación RLC .....	164
4.2.2.3.2.1.6	Codificación VLC .....	165
4.2.2.3.2.2	Compresion de imágenes en movimiento: MPEG .....	166

4.2.2.3.2.3	Métodos de Compresión Recientes .....	172
4.2.2.3.3	Codificación y Compresion de Audio .....	173
4.2.2.3.3.1	Codificación por Sub-Bandas de Acuerdo a las Capas I y II de MPEG.....	177
4.2.2.3.3.2	Codificación por Transformada para MPEG II y Dolby Digital .....	179
4.2.2.3.3.3	AAC MPEG-2 (Advanced Audio Coding) .....	180
4.2.2.4	Generador de paquetes.....	181
4.2.2.4.1	Flujo de datos MPEG-2 .....	181
4.2.2.4.2	El flujo elemental de empaquetado (PES) .....	183
4.2.2.4.3	Multiplexación.....	187
4.2.2.4.4	Paquete de flujo de transporte MPEG-2 .....	188
4.2.2.5	Codificación de Canal.....	190
4.2.2.5.1	Mux Adaption Energy Dispersal.....	191
4.2.2.5.2	Codificación Externa (Outer Coder) .....	192
4.2.2.5.3	Entrelazado Externo (Outer Interleaver.....	192
4.2.2.5.4	Codificación Interna (Inner Coder).....	193
4.2.2.5.2	Entrelazado Interno (Inner Interleaver) .....	193
4.2.2.5.6	Mapeo Digital.....	195
4.2.2.6	Transmisión.....	195



4.2.2.6.4.1	Transmisión por Desplazamiento de Fase Cuaternaria (QPSK) .....	208
4.2.2.6.4.2	Transmisor QPSK .....	209
4.2.2.6.4.3	Consideraciones del Ancho de Banda para el QPSK .....	211
4.2.2.6.4.4	Receptor QPSK .....	212

## ANÁLISIS REGULATORIO

5.1	Marco Regulatorio.....	214
5.2	Planificación del Espectro Radioeléctrico.....	221
5.3	Régimen de Concesiones .....	225
5.4	Aspectos Regulatorios Inherentes a la Implementación .....	226
5.5	Transición a la Televisión Digital Terrestre.....	228
5.6	Compartición de Infraestructura, Torres y Antenas .....	230

## INVERSIÓN DE LOS OPERADORES

6.1	Diseño de Estación de Televisión para Transmisión en Estándar Digital .....	232
6.2	Presupuesto Requerido .....	234
6.3	Equipos Requeridos.....	234
6.4	Digitalización en la Cadena de Valor.....	236
6.5	Afectación de la Producción Nacional Televisiva .....	238
6.6	Requerimiento de Personal Técnico .....	239
6.7	Ventajas y Desventajas de la Televisión Digital Terrestre .....	239

6.8	Percepción acerca de las características de la Televisión Digital.....	240
6.9	Percepción de la calidad de los servicios de la Televisión Digital.....	241
3.2	Apagón Analógico.....	241
3.2	Televisión Digital vs Televisión Analógica.....	242

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

ANEXOS

BIBLIOGRAFIA



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.1</b>	Disco de Exploración Lumínica de Paul Nipkow.....	2
<b>Figura 1.2</b>	Cámara de Video de Estudio... ..	8
<b>Figura 1.3</b>	Cámara ENG.....	10
<b>Figura 1.4</b>	Cámara EFP.....	11
<b>Figura 1.5</b>	Sistema Básico de Iluminación.....	15
<b>Figura 1.6</b>	Lámpara de Cuarzo .....	18
<b>Figura 1.7</b>	Lámpara HMI.....	19
<b>Figura 1.8</b>	Lámpara de Fresnel.....	19
<b>Figura 1.9</b>	Scoops.....	20
<b>Figura 1.10</b>	Spot Elipsoidal.....	21
<b>Figura 1.11</b>	Patrón Direccional de los Micrófonos .....	26
<b>Figura 1.12</b>	Respuesta en Frecuencia de Micrófono SM58.....	27
<b>Figura 1.13</b>	Estructura de un Micrófono Dinámico.....	29
<b>Figura 1.14</b>	Estructura de un Micrófono de Condensador .....	29
<b>Figura 1.15</b>	Estructura de un Micrófono de Cinta .....	32
<b>Figura 1.16</b>	Consola de Sonido para el Operador de Audio .....	35
<b>Figura 1.17</b>	Mezclador y Operador de Video .....	36
<b>Figura 2.1</b>	Difusión de los Sistemas de Televisión Digital Terrestre del Mundo.....	41

<b>Figura 2.2</b>	Capas de una Transmisión por medio del Estándar Japonés .....	54
<b>Figura 2.3</b>	Diagrama de Bloques de un Transmisor Estándar SBTVD .....	57
<b>Figura 2.4</b>	Diagrama de Bloques de un Transmisor Estándar SBTVD .....	58
<b>Figura 3.1</b>	Diagrama de Bloques – Proceso de Señal A/V .....	65
<b>Figura 3.2</b>	Estructura del Control Máster.....	65
<b>Figura 3.3</b>	Control Técnico.....	68
<b>Figura 3.4</b>	Diagrama de Bloques Generación, Control y Monitoreo de Video .....	68
<b>Figura 3.5</b>	Captura, Descomposición en Colores Primarios Rojo, Azul y Verde, Procesamiento de Imágenes Capturadas por una Cámara de Video.....	71
<b>Figura 3.6</b>	Diagrama de Bloques de Procesadores Internos de una Cámara de Video para cada Señal de Salida del CCD .....	73
<b>Figura 3.7</b>	Bloque de Circuito Matriz.....	76
<b>Figura 3.8</b>	Cable TRIAX.....	77
<b>Figura 3.9</b>	Fibra Óptica.....	77
<b>Figura 3.10</b>	Unidad de Control de Cámara.....	79
<b>Figura 3.11</b>	Medidor de Luminancia.....	80
<b>Figura 3.12</b>	Representación de Cromancia en Vectorscopio.....	82
<b>Figura 3.13</b>	Switcher de Video Marca Grass Valley .....	82
<b>Figura 3.14</b>	Diagrama de Bloques, Generación, Control y Monitoreo de Audio .....	83
<b>Figura 3.15</b>	Consola de Audio.....	86
<b>Figura 3.16</b>	Satélites Geoestacionarios.....	93

<b>Figura 3.17</b>	Ángulo de Elevación Azimut para Transmisión Satelital .....	94
<b>Figura 3.18</b>	Elementos de un Sistema de Transmisión Satelital .....	97
<b>Figura 3.19</b>	Antenas para Enlaces Satelitales .....	97
<b>Figura 3.20</b>	Polarización de Antenas para Transmisión Satelital .....	106
<b>Figura 3.21</b>	Espectro de Frecuencias de un Canal Analógico .....	111
<b>Figura 3.22</b>	Diagrama de Bloques de un Modulador .....	113
<b>Figura 3.23</b>	Enlace Microonda.....	114
<b>Figura 3.24</b>	Zonas de Fresnel para Enlace Microonda .....	115
<b>Figura 3.25</b>	Modelo de Transmisión Vía Internet.....	120
<b>Figura 3.26</b>	Transmisor Broadcasting Televisión Analógica .....	122
<b>Figura 3.27</b>	Proceso de Señal de Audio y Video en Transmisor Analógico .....	123
<b>Figura 4.1</b>	Cadena de Transmisión Canal Digital .....	130
<b>Figura 4.2</b>	Señal superpuesta por el rebote de la señal en edificios.....	134
<b>Figura 4.3</b>	Estructura de un Canal Digital .....	138
<b>Figura 4.4</b>	Convertidor Análogo a Digital .....	139
<b>Figura 4.5</b>	Muestreo de una señal analogica mediante un tren de impulsos .....	140
<b>Figura 4.6</b>	Muestreo de Señales.....	142
<b>Figura 4.7</b>	Error de cuantificación.....	150
<b>Figura 4.8</b>	Dither debido al error de cuantificación .....	152
<b>Figura 4.9</b>	Jitter: desviación en la exactitud de la señal de reloj .....	153

<b>Figura 4.10</b>	Diagrama de bloques Codificación, Transporte de Paquetes y Multiplexación de Señales de Audio y Video.....	156
<b>Figura 4.11</b>	Diagrama de Bloques de un Compresor MPEG-2.....	158
<b>Figura 4.12</b>	Componente Descompuesta de la Imagen.....	159
<b>Figura 4.13</b>	Matriz Generada por la Transformada Discreta del Coseno.....	162
<b>Figura 4.14</b>	Matriz Reducida DCT.....	163
<b>Figura 4.15</b>	Barrido en Zig-Zag.....	164
<b>Figura 4.16</b>	Predicción e Interpolación en la Compresión MPEG.....	170
<b>Figura 4.17</b>	Fuente de una Señal de Audio, Muestreo y Compresión.....	174
<b>Figura 4.18</b>	Diagrama de Bloques de un Codificador MPEG-2 AAC.....	181
<b>Figura 4.19</b>	Estructura de Encabezado PES.....	184
<b>Figura 4.20</b>	Estructura de Encabezado PES Opcional.....	184
<b>Figura 4.21</b>	Campos Opcionales en el Encabezado Opcional PES.....	185
<b>Figura 4.22</b>	Paquete de Flujo de Transporte.....	186
<b>Figura 4.23</b>	Multiplexación de Paquetes de Flujo de Transporte.....	187
<b>Figura 4.24</b>	Estructura del Flujo de Transporte MPEG-2.....	189
<b>Figura 4.25</b>	Diagrama de Bloques de Codificador y Compresión de Fuentes, Codificador de Canal y Modulación OFDM.....	191
<b>Figura 4.26</b>	Entrelazado Interno para Modo No Jerárquico y Modulación 64-QAM.....	194
<b>Figura 4.27</b>	Medios de Transmisión Televisión Digital ISDB.....	196

<b>Figura 4.28</b>	Capacidad del Demodulador a partir de un rebote o la Señal Principal más Ecos .....	197
<b>Figura 4.29</b>	Diagrama de Bloques Transmisor 8-PSK.....	199
<b>Figura 4.30</b>	Diagrama de Constelaciones Modulador 8-PSK.....	201
<b>Figura 4.31</b>	Diagrama de Bloques Receptor 8-PSK .....	202
<b>Figura 4.32</b>	Diagrama de Bloques Transmisor 8-QAM.....	204
<b>Figura 4.33</b>	Diagrama de Bloques Transmisor 16-QAM .....	206
<b>Figura 4.34</b>	Diagrama de Bloques Transmisor QPSK .....	210
<b>Figura 4.35</b>	Diagrama de Constelaciones Modulador QPSK.....	211
<b>Figura 4.36</b>	Diagrama de Bloques Receptor QPSK.....	213
<b>Figura 6.1</b>	Diseño de Canal Digitalizado .....	233
<b>Figura 6.2</b>	Automatización de Canal Digital .....	233
<b>Figura 6.3</b>	Valoración de Características de TV Digital .....	240
<b>Figura 6.4</b>	Valoración de Servicio de TV Digital .....	241

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.1</b>	Comparativa de los Micrófonos según su Construcción.....	33
<b>Tabla 2.1</b>	Fortalezas de los Estándares Internacionales.....	42
<b>Tabla 2.2</b>	Comparativa de Sistemas de TV Digital.....	42
<b>Tabla 2.3</b>	Características de los Medios de Transmisión Digital .....	46
<b>Tabla 2.4</b>	Parámetros de una Transmisión STVD.....	59
<b>Tabla 4.1</b>	Estructuras de Muestreo para Señales de Video .....	155
<b>Tabla 6.1</b>	Operadoras Locales que Transmiten a través de Grupo TV Cable .....	237
<b>Tabla 6.2</b>	Inversión Económica de los Operadores de TV en la Transición hacia lo Digital .....	238
<b>Tabla 6.3</b>	Comparativa de Televisión Digital vs Análoga .....	243

## INTRODUCCIÓN

Desde algunas décadas atrás, cuando las transmisiones de señales de televisión a color empezaban a dar sus primeros pasos, éstas auguraban grandes proyecciones para el futuro. Es posible evidenciar en la actualidad, que la televisión ha conducido a gestar importantes avances tecnológicos y ha llegado a influenciar tanto a la industria como a la sociedad en general.

Existen algunos sistemas de televisión analógica, dentro de ellos los más destacados en la actualidad son: NTSC, PAL y SECAM. En Ecuador y la mayoría de países de América se utiliza el sistema NTSC. En estos tiempos se está empezando la transición de la televisión análoga a la digital. Es necesaria la gestión de implementar nuevas opciones viables como IPTV, TV por Internet, P2PTV, TV Mobile, las cuales traen consigo un cambio radical en la manera de ver, utilizar y apreciar los contenidos referidos a la TV actual y posterior, y la forma de interactuar con los mismos.

# **CAPÍTULO 1**

## **GENERALIDADES DE LA TELEVISIÓN**

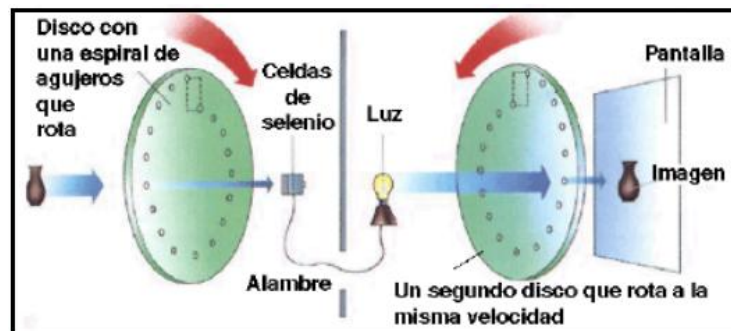
### **1.1.- HISTORIA DE LA TELEVISIÓN**

La palabra televisión proviene del griego “tele” –lejos- y el latín “videre” – ver-; es decir, ver lejos. Fue pronunciada por primera vez en 1900, en Francia, aunque sus orígenes datan de los años precedentes a la Segunda Guerra Mundial. Más aún, se habla que en el siglo pasado se realizaron los primeros experimentos, un tanto primitivos, pero que sirvieron de base para la creación de este nuevo medio.

La historia del desarrollo de la televisión ha sido en esencia la historia de la búsqueda de un dispositivo adecuado para explotar imágenes. En la figura 1.1 se muestra el disco de exploración lumínica llamado disco Nipkow, patentado por el inventor alemán Paul Gottlieb Nipkow en



1884(tomado de la historia de la televisión en el mundo y en México) Era un disco plano y circular en forma de espiral partiendo desde el centro. Al hacer girar el disco delante del ojo, el agujero más alejado del centro exploraba una franja en la parte más alta de la imagen y así sucesivamente hasta explorar toda la imagen. Sin embargo, debido a su naturaleza mecánica el disco Nipkow no funcionaba eficazmente con tamaños grandes y a altas velocidades de giro para conseguir una mejor definición.



**Figura 1.1** Fuente:Wikipedia-Disco de Exploración Lumínica de Paul Nipkow

La primera imagen televisiva la produjo el británico John Logie Baird, en 1924, logró transmitir la imagen parpadeante de una cruz de Malta y el 26 de Enero de 1926, realizó su primera demostración pública del sistema ante un grupo de científicos: su muñeco, la vieja marioneta Bill, fue el primer ser en aparecer en una pantalla de televisión. La imagen tenía una resolución de apenas 25 líneas y era diminuta, pero el rostro era

perfectamente reconocible. La televisión electrónica la desarrolló en Estados Unidos el ingeniero Vladimir Zworykin, quien creó un tubo de rayos catódicos para transmisiones de imágenes y con eso nació el iconoscopio, la primera cámara capaz de transmitir video.

Las primeras emisiones públicas de televisión las efectuó la BBC (British Broadcasting Corporation) en Inglaterra en 1927, y la CBS y NBC en Estados Unidos en 1930. En ambos casos se utilizaron sistemas mecánicos y los programas no se emitían con un horario regular. Las emisiones con programación se iniciaron en Inglaterra en 1936, y en Estados Unidos el día 30 de Abril de 1939, coincidiendo con la Exposición Universal de Nueva York. Las emisiones programadas se interrumpieron durante la II Guerra Mundial, reanudándose cuando terminó. Durante los años inmediatamente posteriores a la II Guerra Mundial se realizaron diferentes experimentos con distintos sistemas de televisión en algunos países de Europa, incluida Francia y Holanda, pero fue la URSS, que comenzó sus emisiones regulares en Moscú en 1948, el primer país del continente en poner en funcionamiento este servicio público.

Ya en 1960 existía 45 millones de televisores en Estados Unidos, el 87% de los hogares poseía un equipo receptor. En 1962 el mundo quedó

atónito con el nuevo descubrimiento de la televisión vía satélite. Se pudo observar en muchos rincones de la Tierra el funeral de John F. Kennedy y la llegada del hombre a la Luna. Así fue transcurriendo el tiempo y en 1989 en los Estados Unidos ya existía cerca de 176 millones de televisores, aproximadamente un 98% de los hogares tenían al menos un receptor (tomado de la historia de la televisión en el mundo y en México).

## **1.2.-ESTACIÓN DE TELEVISIÓN**

Un canal de televisión consta de varias áreas, cada una de ellas con igual importancia, para poder transmitir su programación a los miles de clientes en los hogares, oficinas, etc. Cada área, que a su vez trabaja conjuntamente con las demás áreas, existiendo una cierta dependencia entre ellas, consta de su personal respectivo detallado a continuación:

### **1.2.1.- DEPARTAMENTO TÉCNICO**

Su principal función es que la transmisión sea enviada de manera correcta, desde la correcta captura de audio y video, corrigiendo, reparando y calibrando los equipos utilizados para el fin mencionado, hasta la irradiación de la señal como Canal de Televisión.

- Control Técnico
- Técnicos en Transmisión
- Técnicos en Electricidad
- Personal de Mantenimiento de Equipos

### **1.2.2 DEPARTAMENTO DE UTILERÍA**

Si bien pareciera que el departamento de utilería solo es un soporte a las demás áreas, el mismo se encarga de actividades de gran importancia como el diseño y preparación de un estudio para un cierto programa, de igual manera la iluminación, etc.

- Iluminación
- Tramoyista
- Limpieza

### **1.2.3 DEPARTAMENTO DE OPERACIONES**

El departamento de operaciones se encarga de la creación del programa tanto local como fuera de estudio, consta principalmente de operadores de los diferentes equipos como las cámaras, micrófonos, etc.

- Director de Cámaras
- Camarógrafos
- Sonidista
- VTR (Video Tape Recording)

#### **1.2.4 DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN**

Se encarga de llevar a cabo todas las etapas de realización por las que pasa cualquier programa, los profesionales que ocupan esta área son:

- Productores
- Asistentes de Producción
- Reporteros
- Camarógrafos
- Elenco

## **1.3 INSTRUMENTACIÓN**

### **1.3.1.- CÁMARAS**

La cámara no es más que un transductor óptico, es decir, captura luminosidad de las imágenes enfocadas mediante un barrido progresivo y entrelazado por el lente, descomponiéndolas en sus colores primarios Rojo, Azul y Verde, para luego ser procesados y convertir la señal captada, la cual es considerada un proceso estocástico, en una señal eléctrica

#### **1.3.1.1 TIPOS DE CÁMARAS**

##### **1.3.1.1.1 CÁMARAS DE ESTUDIO**

La figura 1.2 muestra una cámara de estudio la cual generalmente está diseñada para la obtención de la mejor calidad de imagen posible en función de la rapidez con que se obtiene. Están conectadas directamente a la sala técnica del estudio, es decir, son cámaras que sólo capturan la señal de video, no pueden grabar por sí solas.



**Figura 1.2**Fuente:imagen tomada de google- Cámara de Video de Estudio

#### **1.3.1.1.2 CÁMARAS DE EXTERIORES**

##### **Cámaras ENG:**

ENG es el asíncrono de Electronic New Gathering, que traducido al español significa: Producción Electrónica de Informativos. Popularmente se designa así a los reporteros que trabajan con una cámara de video portátil. Puede decirse que el equipo para producción en exteriores lo conforma tres personas: un periodista, que realiza las entrevistas y presentaciones, un operador de cámara, que realiza el encuadre y control de la imagen, y un ayudante que se encarga del sonido, el transporte del material auxiliar y el mantenimiento de todo material técnico.

Los equipos ENG se centran especialmente en la obtención de noticias para los informativos, por ejemplo los corresponsales de crónicas en el país, o los rodajes en exteriores con poco equipo, por ejemplo la grabación de un documental. El material grabado en un equipo ENG es posteriormente llevado a una sala de edición donde se seleccionan los extractos de mayor calidad e importancia intercalándolos con la presentación del reportero, de igual manera se matiza con sonido para conformar toda la pieza informativa.

Las unidades ligeras son usadas cuando no es necesario movilizar demasiado equipamiento para realizar una transmisión en otro lugar fuera del estudio de tv. Por lo general son furgonetas o camionetas con equipos ligeros tanto de grabación como de transmisión.





**Figura 1.3** Fuente: Imagen tomada de Google-Cámara ENG

### **Cámaras EFP:**

Son las siglas de “Electronic Field Production”, traducido al español: Producción Electrónica de Exteriores. Son designadas a las grandes unidades móviles, las mismas que constan de un sistema de controles técnicos y de producción similar a los que se encuentran en el estudio de televisión, por tal razón es un sistema completo de producción en un vehículo: desde trípodes hasta cámaras portátiles, por ejemplo para hacer entrevistas a la puerta de un estadio, sin olvidar mezcladores, controles de sonido y magnetoscopios.

Las unidades móviles están bien dotadas de un enlace de radio frecuencia que le permite conectarse con la emisora de televisión y emitir de este modo en directo. El único elemento no independiente y que limita en su total

autosuficiencia es la necesidad de suministro eléctrico, por lo que debe conectarse a una fuente de energía.



**Figura 1.4** Fuente: Imagen tomada de Google-Cámara EFP

Una de las principales diferencias entre el tipo de cámaras EFP sobre las cámaras ENG la determina el uso de una Unidad de Control de Cámara (CCU).

#### **1.3.1.1.3 UNIDAD MÓVIL PARA CÁMARAS ENG Y EFP**

Según las características del evento las unidades móviles se dividen en:

- Unidad móvil grande, la más completa, incorpora todo el instrumenta, y tiene la posibilidad de poder emplearse como sala de control de un estudio e incluso llegar a desmontarse el material del vehículo y montarlo en un nuevo lugar. Esta

unidad móvil es imprescindible en las producciones a gran escala.

- Unidad móvil mediana, dotada de una sala de control más pequeña con equipamiento mínimo para dos cámaras de estudio ligeras. Utilizable tanto para transmisiones en directo como también para grabaciones previas para ser posteriormente editadas.

- Unidad móvil ligera, son las habituales para cámaras ENG, conformada por dos cámaras ligeras, un pequeño magnetoscopio y una pequeña editora portátil. Pueden grabar para una edición posterior, emitir en directo o transmitir a otra unidad móvil.

### **1.3.1.2 NÚMERO DE CÁMARAS**

Dentro de un set o estudio es posible utilizar 3 o 4 cámaras que cubran casi 160 grados, el director tiene que estar en la capacidad de seleccionar cualquiera de esas cámaras en

cualquier momento, la iluminación debe de funcionar simultáneamente en todos los ángulos.

Para una producción en exteriores depende del evento que se vaya a producir, los productores y equipo técnico determinarán el número de cámaras a utilizar tomando en cuenta sus necesidades y exigencias.

### **1.3.2.- ILUMINACIÓN**

La iluminación es un trabajo especial, brindar la correcta iluminación es trabajar para el televidente puesto que se le ofrece una imagen nítida, esto ayudará al espectador a informarse y mantenerse interesado durante toda la programación, caso contrario se presentará imágenes pesadas y poco atractivas para el espectador.

La iluminación también depende del lugar, espacio y luz natural que presenta cada centro de grabado, al igual que la ubicación de la cámara u otras entradas de luz que presente el lugar de grabación, esto nos ayudará a determinar si es necesario agregar

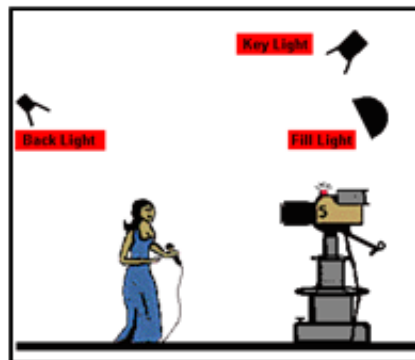
o quitar luces para evitar sombras o para obtener una mejor imagen.

Cuando las grabaciones se realizan en el exterior es conveniente buscar un lugar adecuado que se preste para la iluminación necesaria y trabajar con una imagen clara, lamentablemente dentro del mundo real al momento de grabar en exteriores resulta difícil adecuar la cámara a la luz puesto que no es posible elegir la luz dependiendo de nuestra necesidad, pero aun así se debe buscar la manera de adecuar una buena toma para una excelente calidad de imagen.

Iluminación es el tratamiento de la imagen por medio de la luz, imprescindible tanto a nivel técnico como artístico. Los principales valores de la iluminación son:

**Calidad:** la luz puede ser directa – luz dura – o difusa – luz suave-, creando tipos de sombras diferentes. Con luz dura se resaltan los contornos y la textura mientras que la luz suave reduce el contraste y resalta el detalle de las sombras.

**Dirección:** el ángulo en que incide la luz sobre el sujeto varía el efecto. El sistema básico de iluminación se basa en tres luces mostradas en la Figura 1.5: una frontal o principal que descubre al personaje; una lateral o de relleno, que realza contorno y textura reduciendo la sensación de imagen plana; y una posterior, o contraluz, que resalta al personaje del fondo dotándole de tridimensionalidad.



**Figura 1.5** Fuente:Imagen tomada de Google-Sistema Básico de Iluminación

**Intensidad:** cantidad de luz necesaria para obtener la señal de vídeo de calidad necesaria y su manipulación para crear efectos.

El iluminador jefe o director de iluminación es la persona encargada del control de la calidad de la imagen. Establece con el realizador el tono y nivel dramático que se le va a dar al programa en cada instante. Decide la composición de la parrilla de

iluminación, el número y tipo de fuentes, así como su temperatura color, luces frías o calientes y si deben o no llevar algún filtrado especial para crear efectos. La regulación de la intensidad de los focos se realiza desde una mesa de luces con control de dimmer, que controla un técnico de mesa de luces. A través del monitor de forma de onda y del vectroscopio se determina que la calidad de la señal de imagen, su crominancia y luminancia, es la deseada (Video Avanzado Volumen 1).

### **1.3.2.1 ORIENTACIÓN**

La orientación permite a los televidentes situarse en el lugar de la historia, identificar el contorno, al mismo tiempo que se sitúa en el tiempo, hora del día o de la noche, en nada influye la hora real si lo que se quiere es un efecto psicológico.

La iluminación va en busca de la belleza pictórica y producir placer estético, la luz crea clima, ayuda al contenido emocional, puede crear ilusión de profundidad y sensación de perspectiva con el rejuego de tonos.

En el uso de las luces se señalan tres características:

- La dirección de donde procede
- Su intensidad
- Dureza o suavidad

La luz está dividida en dos tipos:

- Alta iluminación, Hight Key
- Baja iluminación, Low Key

A diferencia de otros vías de comunicación la televisión es el medio donde el espectador queda cautivado por las imágenes, pero no es el único recurso por el cual la televisión deberá trabajar, presentar una buena iluminación es fundamental para retener la atención del espectador, de esta manera el espectador podrá identificar cada elemento mostrado, caso contrario con una iluminación que no es tan clara provocará desconcierto, inseguridad y sobre todo el interés del espectador terminará.



### 1.3.2.2 INSTRUMENTOS DE ILUMINACIÓN

**Lámparas de Cuarzo:** la mayoría de lámparas incandescentes usadas en la producción de televisión son luces de tungsteno – halógeno o normalmente conocidas como lámparas de cuarzo, generalmente poseen un rango que oscila entre los 500 y los 2000 watts.



**Figura 1.6** Fuente: Imagen tomada de Google-Lámpara de Cuarzo

**Luces HMI:** de las siglas “Hydrargyrum Medium Arc-Lengthlodide”, es un tipo de lámpara que emite una luz muy intensa de la misma temperatura de color del sol. Las luces HMI son mucho más eficientes que las de tungsteno – halógeno y generan mucho menos calor. La mayor desventaja de las luces HMI es que requieren de una fuente de poder de alto voltaje grande, pesado y costoso.



**Figura 1.7** Fuente: Imagen tomada de Google- Lámpara HMI

**Frésneles:** por varias décadas el Fresnel ha sido la fuente más usada de luz en los estudios de televisión. El lente de Fresnel que está en el extremo de estas luces consiste de círculos concéntricos que concentran y difuminan la luz simultáneamente.

La coherencia de la luz que emiten es una mezcla ideal de luz suave y dura.



**Figura 1.8** Fuente: Imagen tomada de Google-Lámpara de Fresnel

**Scoops:** las poncheras producen una iluminación más suave que los Frésneles. Usualmente tienen bombillos incandescentes de 500 a 2000 watts. Como no poseen ningún lente no proyectan la luz a una distancia significativa.



**Figura 1.9** Fuente: Imagen tomada de Google - Scoops

**Spot Elipsoidal:** produce una luz dura y muy enfocada. Utilizada con filtros, puede proyectar círculos de luz sobre un fondo. Algunos elipsoidales, tienen una ranura en su centro óptico para insertarle un patrón metálico. Esto es un pequeño patrón que permite proyectar una gran cantidad de formas sobre el fondo.



**Figura 1.10** Fuente: Imagen tomada de Google -Spot Elipsoidal

### **1.3.3.- MICRÓFONOS**

La utilización de los micrófonos es importante, pero a su vez también depende del espacio con que se cuente para el desarrollo de éste, lo cual determinará el micrófono adecuado para el trabajo y de igual manera el tipo de micrófono a utilizar por los reporteros.

Si se realiza un trabajo dentro de un estudio se podrá utilizar micrófonos corbateros, o trabajar con un micrófono incrementado en la cámara. Dependiendo de las necesidades presentadas será indispensable el uso del correcto micrófono adecuándose mejor a nuestro lugar de grabación.

#### **1.3.3.1.- PARTES DE UN MICRÓFONO**

##### **Diafragma**

Es la parte más delicada de un micrófono. En algunos lugares también recibe el nombre de pastilla, aunque

generalmente este término se refiere al dispositivo que capta las vibraciones en los instrumentos como por ejemplo, en una guitarra eléctrica. El diafragma es una membrana que recibe las vibraciones de nuestra voz y está unido al sistema que transforma estas ondas en electricidad.

### **Dispositivo transductor**

Esta cápsula microfónica puede estar construida de diferentes maneras y, dependiendo del tipo de transductor podemos clasificar a los micrófonos como dinámicos, de condensador, de carbón, piezoeléctricos. Se encarga los sonidos en electricidad.

### **Rejilla**

Protege el diafragma. Evita tanto los golpes de sonido así como los físicos impidiendo que sufra daños por alguna caída.

### **Carcasa**

Es el recipiente donde colocamos los componentes del micrófono. En los de mano, que son los más comunes, esta carcasa es de metales poco pesados, ligeros de portar pero resistentes a la hora de proteger el dispositivo transductor.

### **Conector de Salida**

A través del conector, llevamos la señal eléctrica a la consola. Por lo general son conectores XLR macho. En los modelos sin cables o inalámbricos, el conector de salida se cambia por un pequeño transmisor de radio frecuencia que envía la señal a través de ondas electromagnéticas.

## **1.3.3.2.- CLASIFICACIÓN DE MICRÓFONOS**

### **1.3.3.2.1 SEGÚN SU DIRECCIÓN**

Los micrófonos no captan el sonido de igual manera por todos sus lados. La directividades la característica que nos indica desde qué dirección recoge mejor el sonido. Es importantísimo conocer los *patrones de directividades*

nuestros micrófonos para colocarlos correctamente en las grabaciones.

### **Unidireccionales**

Captan en una sola dirección. Hay algunos modelos súper direccionales que tienen un haz muy estrecho y largo para recoger sonidos desde lugares muy puntuales y a largas distancias. Son ideales para captar ruidos de animales en la naturaleza. A este tipo de micrófonos se les conoce como cañón.

Dentro de esta categoría se encuentra el patrón más extendido y usado en la mayor parte de micrófonos, el cardiode. Como su nombre indica, la forma de la captación del sonido tiene forma de corazón. Estos micrófonos reciben mejor la señal al hablarles de frente, aunque siempre recogen un poco de sonido por la parte trasera y lateral.

Hay un par de variaciones de este modelo que se denominan súper cardiode e híper cardiode. Son patrones más abiertos que nos permiten captar mejor por los costados del micrófono y por su parte trasera, aunque sin llegar a ser bidireccionales.

### **Bidireccionales**

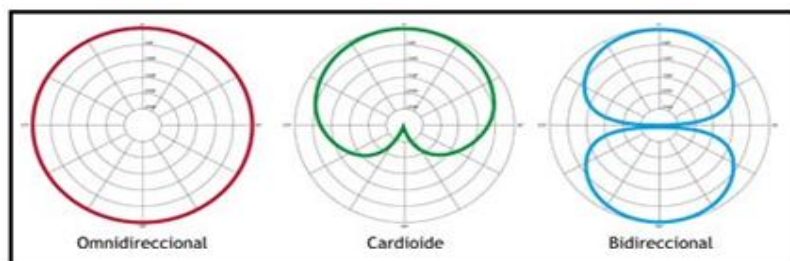
Captan por ambos lados de la cápsula. Esto permite colocar a la locutora frente al locutor, grabándose el audio con la misma intensidad. Es muy útil para que los actores graben cara a cara durante una escena.

### **Omnidireccionales**

Por cualquier lado que hablemos, el micrófono recogerá perfectamente el audio. Son ideales para escenas de grupo.

La Figura 1.11 nos indica el modo de apertura de los distintos tipos de micrófonos clasificados por su dirección.

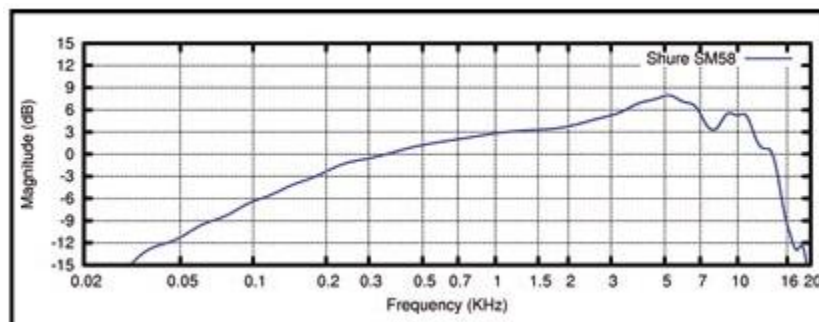




**Figura 1.11** Fuente Elementos Básicos de un Estudio de Grabación "Micrófonos" - Patrón Direccional de los Micrófonos

### 1.3.3.2.2- RESPUESTA EN FRECUENCIA O FIDELIDAD

Como es de conocimiento, el oído y la voz humana se encuentran en el rango de frecuencias de 20 Hz a 20kHz. La respuesta en frecuencia de un micrófono o su fidelidad nos indica qué rango del espectro audible es capaz de recoger. Por ejemplo, la mayor parte de los micrófonos están preparados para recibir frecuencias entre 80 Hz y 18 KHz, tal como lo indica la Figura 1.12, diagrama donde se presenta la respuesta a la frecuencia para un micrófono típico en aplicaciones de estudios de televisión del proveedor SHURE modelo SM58.



**Figura 1.12** Fuente Estudios y Equipos de Audio - Respuesta en Frecuencia de Micrófono SM58

Para grabar instrumentos necesitaremos equipos algo más fidedignos que se aproximen al rango audible humano (tomado de estudios y equipos de audio).

### 1.3.3.2.3.- POR SU SENSIBILIDAD

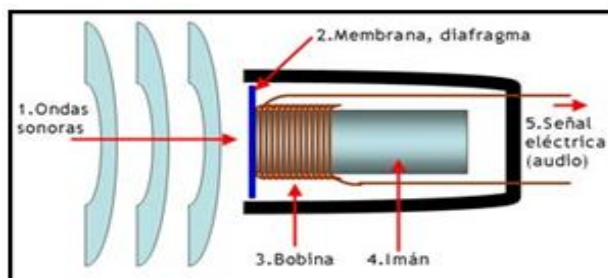
Este dato nos permite saber qué tan fuerte tiene que ser la señal de audio para que sea captada por el micrófono. Un micrófono muy sensible funcionará con unos 50 decibelios (50 dB), mientras que un micrófono menos sensible necesitará un mayor nivel de audio para que el diafragma pueda captar las vibraciones.

#### **1.3.3.2.4.- SEGÚN SU CONSTRUCCIÓN**

##### **Micrófonos Dinámicos**

La mayoría pertenecen a este grupo. No necesitan ningún tipo de alimentación eléctrica, se conectan al equipo y funcionan. Son económicos y resistentes. La respuesta en frecuencia y los valores de sensibilidad son muy aceptables. Se pueden usar tanto para salir al aire como en grabaciones, en escenas, como para cantar.

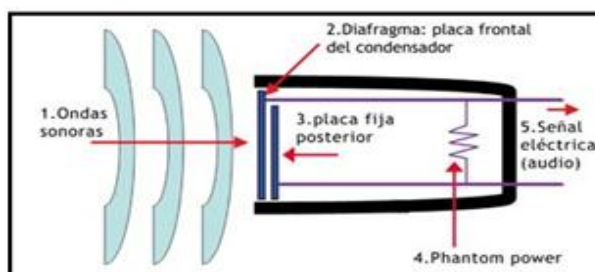
Son los más simples en su construcción ya que se basan en el principio del electromagnetismo por el cual, si colocamos un simple cable alrededor de un imán, el cable (bobina), al moverse dentro del campo magnético, producirá una corriente eléctrica. Las ondas mueven la membrana conectada a la bobina y en ésta se genera la electricidad.



**Figura 1.13** Fuente Estudios y Equipos de Audio - Estructura de un Micrófono Dinámico

### Micrófonos de Condensador

Necesitan energía, conocida como alimentación fantasma para que funcionen. Aunque el cable es igual que el usado para los micrófonos dinámicos, tienen que conectarse a una consola especial que tenga este tipo de alimentación, por lo general, de +48 voltios.



**Figura 1.14** Fuente Estudios y Equipos de Audio - Estructura de un Micrófono de Condensador

### **Micrófonos Electrec**

Se parecen mucho a los de condensador, pero no necesitan electricidad ya que “la traen de fábrica”. El diafragma, que como dijimos actúa como una de las paredes del condensador, es una lámina que durante su construcción es cargada con energía eléctrica, es decir, polarizada. Esta lámina lleva el nombre de electrec. Muchas grabadoras portátiles, celulares o micrófonos de computadora usan electrecs.

### **Micrófonos de Carbón**

Se colocan pequeños gránulos de carbón en un circuito eléctrico. Al hablar, las vibraciones varían la resistencia del carbón, permitiendo que fluya la electricidad.

Son poco sensibles y de poca fidelidad y calidad. Pero, en cambio, son muy resistentes y de bajo costo. Eso los hacía indicados para los primeros micrófonos

de teléfonos y aplicaciones similares, aunque ya no son muy usados.

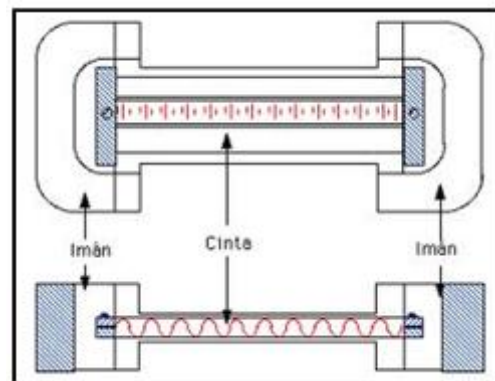
### **Micrófonos de Cristal**

Se basan en la característica de cristales, como el cuarzo, generan una tensión eléctrica cuando sus láminas se deforman al recibir la presión de las ondas sonoras. Esta propiedad recibe el nombre de *efecto piezoeléctrico*.

El problema es que estos cristales cambian sus propiedades con las variaciones de temperatura, lo que altera su funcionamiento. Además, el costo de fabricación es bastante alto, por lo que no son muy comunes.

## Micrófonos de Cinta

Formados por una fina cinta de metal conectada a un imán. Las vibraciones que producen las ondas sonoras hacen que la lámina vibre y al estar en un campo magnético se genera una señal eléctrica. Son delicados y caros, pero de altísima calidad para grabar instrumentos de viento como flautas o clarinetes.



**Figura 1.15** Fuente Estudios y Equipos de Audio

- Estructura de un Micrófono de Cinta

En la Tabla 1.1 se observa una comparativa entre los diferentes tipos de micrófonos clasificados según su construcción, indicando sus ventajas y desventajas.

<b>Comparativa de los principales modelos de micrófonos</b>		
	<b>Ventajas</b>	<b>Inconvenientes</b>
Dinámico	Barato. Buen desempeño en condiciones difíciles. Duradero.	Menor respuesta en altas frecuencias y captación de detalles.
Condensador	Sonidos brillantes y definidos. No tan resistentes como dinámicos pero más que los de cinta.	Sensibles a la humedad. Caros. Necesitan alimentación fantasma.
Electrec	Calidad media en reducido tamaños. Baratos y no necesitan alimentación.	No son los más adecuados para grabar instrumentos. Sensibles a la humedad y al polvo.
Cinta	Buena sensibilidad y respuesta en altas frecuencias.	Delicados, muy sensibles al viento y a los golpes de sonido de p y b.

**Tabla 1.1** Fuente Audio Analógico y Digital - Comparativa de los Micrófonos según su Construcción



## **1.4.- PRODUCCIÓN**

### **1.4.1.-OPERADORES**

#### **Operadores de Audio**

El Operador de Audio es una persona de muy importante ya que es la responsable del registro de sonido en una grabación, además realiza la planeación y registro de las tomas de audio en todas sus fases. Conoce con profundidad los equipos técnicos que le permiten realizar su trabajo así como las variables de sonido, la sensibilidad y característica de los micrófonos y sus soportes.

El operador de audio debe tener un oído muy educado, debe estar atento tanto en los matices de las voces, así como la acústica y el tipo de insonorización en el sitio en donde trabaja para así poder lograr obtener un sonido limpio y audible 100% por las personas, en caso de musicales conocer muy bien la impedancia que producen los instrumentos y qué tipo de técnicas emplear para así poder sacar un mejor sonido libre de impurezas como el ruido, sobre-modulaciones etc.,(Tomado de Video Avanzado Volumen 1).

Además controla la consola de audio para realizar las diferentes mezclas de las fuentes sonoras como voz directa, música en directo, ambiente en directo o pregrabado emitidas por la VTR.



**Figura 1.16** Fuente: Imagen tomada de Google-Consola de Sonido para el Operador de Audio

### **Operadores de Video**

Analiza, controla y ajusta las señales de color e iluminación de las diferentes fuentes como cámaras, VTR y señales remotas que llegan a la cabina de control dispuesta en el estudio de TV o en la unidad móvil.



**Figura 1.17** Fuente: Imagen tomada de Google-Mezclador y Operador de Video  
Además regula y controla el equipo para que observe las normas y estándares técnicos exigidos para su emisión así como el control del iris de las cámaras en eventos que requieren más de una.

#### **1.4.2.-EDICIÓN**

La edición de video es un proceso mediante el cual se elabora un trabajo audiovisual a partir de imágenes obtenidas de una cinta de video grabada previamente.

Completadas las formas las cintas, deben ser revisadas por el productor, editor y directores quienes formaran decisiones sobre la edición, una vez hecha la revisión de la cinta se selecciona los fragmentos de video y audio que formaran parte del montaje para

ello se necesita reproducir la cinta y analizar un troceado de la misma.

Según va avanzando la tecnología, se ha implementado formas de edición. Según el tiempo y la necesidad entre ellas tenemos los siguientes tipos de edición.

#### **1.4.2.1.-EDICIÓN LINEAL**

También conocida con el nombre de edición analógica. No obstante nada tiene que ver que la señal registrada sea digital. Para realizarla necesitamos dos magnetoscopios, un reproductor (player) y uno de grabado (recoder).

El proceso de edición consiste en grabar en el recoder la señal reproducida en el player, la característica que diferencia a los dos magnetoscopios es el botón rojo de REC tan solo presente en el recoder.

En el magnetoscopio reproductor insertaremos la cinta de brutos (que contiene las imágenes grabadas desde la cámara) y en el magnetoscopio grabador introduciremos la

cinta máster (primera cinta de montaje), de este modo podremos hacer sucesivas copias que recibirá el nombre de segunda y tercera generación, perdiendo con cada nueva copia calidad de imagen y sonido (Tomado de White Gordon. Técnicas de Video).

#### **1.4.2.2.-EDICIÓN NO LINEAL**

La edición no lineal no es más que el volcado de una cinta de brutos o el término llamado ROCH que significa material en bruto desde el magnetoscopio al ordenador a través de un programa informático montamos las imágenes manipulándolas como archivos.

Una vez creado nuestro montaje, se vuelca en formato de destino, que puede ser cinta máster, un DVD, un archivo comprimido, entre otros. Debemos recordar que existen varios software utilizados para la edición no lineal, tanto como para amateurs como los son PINACCLE STUDIO, NERO PREMIER, WINDOWS MOVIE MAKER, como para

un poco más profesionales ADOBE PREMIERE PRO, y sistemas más avanzados como los sistemas AVID en sus varios programas de edición,APPLE FINAL CUT PRO, así como diversas versiones de AUTODESK DISCREET o en software libre KINO (Tomado de White Gordon. Técnicas de Video).

## **CAPITULO 2**

### **ESTÁNDARES INTERNACIONALES DE TELEVISIÓN DIGITAL**

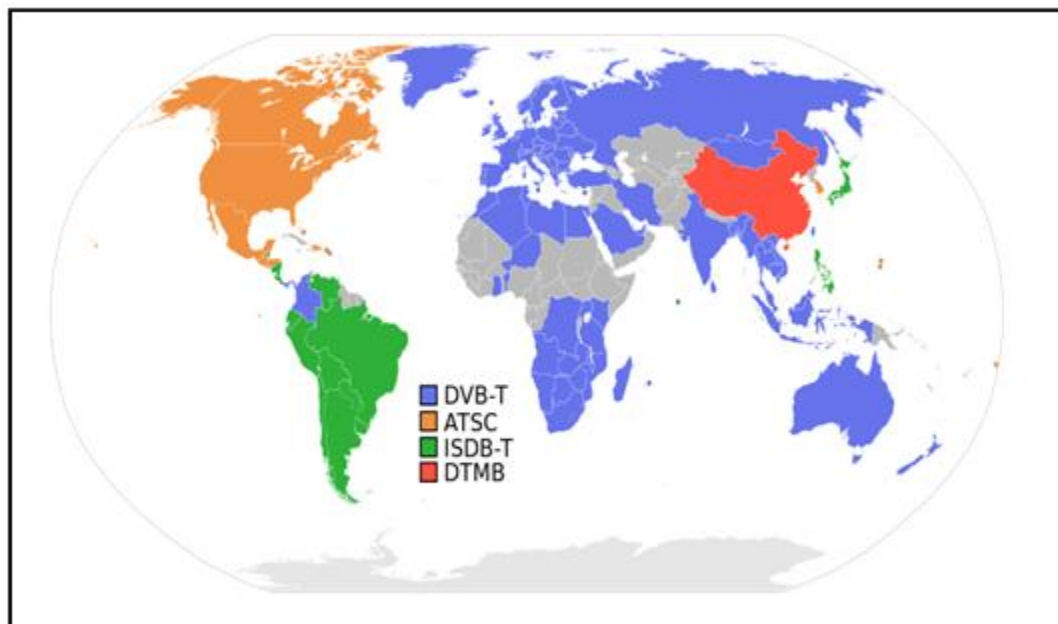
#### **2.1 ANALISIS DE LOS ESTANDARES**

La Televisión Digital Terrestre está operando con cuatro estándares a nivel mundial de los cuales mencionamos a continuación:

- Estándar Americano ATSC (Advanced Television System Committee)
- Estándar Europeo DVB-T (Digital Video Broadcasting Terrestrial o Difusión de Video Digital)
- Estándar Japonés ISDB-T (Integrated Service Digital Broadcasting – Terrestrial o Transmisión Digital de Servicios Integrados)

- Estándar Chino DTMB (Digital Terrestrial Multimedia Broadcasting o Digital Multimedia Broadcasting - Terrestrial)

Recordando que Brasil emplea su propio estándar que es una variación del estándar Japonés y se denomina SBTVD-T (Sistema Brasileiro de Televisión Digital Terrestre). Estos estándares tienen su propia característica que hacen que cada uno de ellos requieran sus propios equipos de recepción particulares, esto se traduce que si se requiere que la televisión abierta sea un servicio para todos es necesario que tanto el canal de televisión como los televidentes deben contar con el mismo estándar de televisión digital.



**Figura 2.1** Fuente: Wikipedia-Difusión de los Sistemas de Televisión Digital Terrestre del Mundo



A continuación en la Tabla 2.1 se presenta los aspectos que más destacan a cada uno de estos estándares de la televisión digital terrestre:

<b>ESTÁNDARES</b>	<b>FORTALEZAS</b>
ISDB-T	Portabilidad, Movilidad
DVB-T	Interactividad, Desarrollo de Aplicaciones Multimedia
ATSC	Alta definición , HD en puntos fijos
DTMB	Alta definición , movilidad, portabilidad
SBTVD	Destaca la posibilidad de combinar transmisiones de alta definición con las de definición estándar en un mismo canal.

**Tabla 2.1** Fuente: Supertel-Fortalezas de los Estándares Internacionales

La tabla 2.2 muestra una comparación entre los diferentes estándares.

<b>TECNOLOGIAS</b>	<b>ATSC</b>	<b>DVB</b>	<b>ISDB</b>	<b>BRASIL</b>
<b>APLICATIVOS</b>	Interactivo	Interactivo	Interactivo	Interactivo
<b>MIDDLEWARE</b>	DASE	MHP	Arib	Ginga
<b>COMPRESION AUDIO</b>	DOLBY AC 3	MPEG-1 L-II	MPEGII- AAC	MPEG-II AAC
<b>COMPRESION VIDEO</b>	MPEG-2	MPEG-2	MPEG-2	MPEG-4
<b>TRANSPORTE</b>	MPEG-2	MPEG-2	MPEG-2	MPEG-2
<b>TRANSMISION Y MODULACION</b>	8 –VSB	COFDM	BST-OFDM	BST-OFDM

**Tabla 2.2** Fuente: Comparación de Estándares TDT-Comparativa de Sistemas de TV Digital

## **2.2 ESTÁNDAR AMERICANO “ATSC”**

El estándar norteamericano privilegia la alta definición por sobre otras virtudes como el multicasting y datacasting. Esto se debe a las características de la población norteamericana, cual prefiere la alta definición (Tomado de Televisión Digital Avanzada, 1era Edición) .

### **2.2.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

Transmitir una señal digital ya sea en el formato estándar SDTV o en el estándar de alta definición HDTV, resultaba imposible en el espectro que ocupaba una señal de televisión analógica de 6 a 8 MHz de ancho de banda (una de HDTV digital ocuparía más de 420 MHz). Para ello se necesitaría resolver dos problemas: el primero poder comprimir la señal para poder transportarla en un ancho de banda de 6 a 8 MHz y segundo había que diseñar un sistema de modulación adecuado para ese flujo de datos comprimido.

Estos problemas se solucionaron mediante la compresión MPEG-2, la cual fue desarrollada y puesta en práctica en 1993. MPEG-2 es una norma técnica internacional de compresión de imagen y

sonido; el MPEG-2 especifica los formatos en que deben representarse los datos en el decodificador así como el conjunto de normas para la transmisión de imágenes y video digital. En la codificación se comparan los fotogramas actuales con los anteriores y futuros para almacenar solo las partes que cambia de unos a otros, la señal incluye sonido de calidad de CD.

Gracias a este sistema de compresión ahora en el ancho de banda existente para la televisión analógica se puede transmitir varias señales en estándar SDTV o una señal de alta definición digital HDTV.

La TV digital parte en 5 el ancho de banda actual. Es decir, en el espacio que hoy cabe una sola estación de TV, en el futuro cabrían 5. La norma norteamericana propone usar esos 5 canales enviando una señal de alta definición (HDTV).

En cuanto a capacidad de transportar información dispone de 19 mega bits por segundo, este estándar norteamericano fue exclusivamente creado para la televisión digital terrestre. En la

actualidad existen 3 medios de transmisión de tv digital: satelital, cable y televisión digital terrestre, pero también existe un cuarto medio llamado FTP (protocolo de transferencia de archivo).

Se llama terrestre a la que llega a través de repetidoras que envían ondas, minimizando así la distorsión de la señal, la televisión digital se opone a la satelital, donde los emisores están situados en el espacio (más lejos de nosotros, con más problemas debido a la distancia). Técnicamente, el sistema de TDT es similar al actual con emisiones a través de ondas hertzianas que, en lugar de transportar señales analógicas, transporta información digital.

Las señales, por tanto, son emitidas desde las mismas antenas que desde las que se emiten las ondas de TV actual. Para la recepción de la señal, se precisa adaptar la antena ya existente y además hay que contar con un receptor adecuado, ya sea un televisor digital preparado para este tipo de señal, o un adaptador conectado al televisor analógico.

Podemos observar en la Tabla 2.3 ciertas características importantes acerca de los distintos tipos de transmisión digital.

	<b>Satélite</b>	<b>Cable</b>	<b>TDT</b>	<b>ADSL</b>
<b>Implantación</b>	Fácil / Rápida	Difícil / Costosa	Fácil / Rápida	Fácil / Rápida
<b>Cobertura</b>	Continental	Local	Local	Local
<b>Anchode banda</b>	Gran capacidad	Gran capacidad	Limitado	Limitado
<b>Contenidos</b>	No permite información local	Información local	Información local	Información local
<b>Canal de retorno</b>	Limitado ( <u>Teléfono</u> , 56 Kbits/s)	Ilimitado (50 Mhz de retorno que equivalen a +300 Mbits/s)	Limitado ( <u>teléfono</u> , 56 Kbits/s)	Amplio, (hasta 2Mbits/s)

**Tabla 2.3** Fuente: Supertel-Características de los Medios de Transmisión Digital

El sistema de televisión de alta definición HDTV tiene dos modalidades principales: 1080 líneas activas con 1920 pixeles cuadrados por línea, con barridos entrelazados de 59,94 y 60 cuadros por segundo (hasta seis veces más que la NTSC) o, 720 líneas activas con 1280 pixeles por línea con barridos progresivos de 59.94 y 60 cuadros por segundo.

Se requiere contar con aparatos de televisión específicos, de grandes dimensiones y mismo formato.

El sistema norteamericano no está diseñado para la recepción de señales en condiciones de movilidad, esto se debe a que la gente en EEUU se desplaza principalmente en auto o en avión, no como en Europa donde se usa intensivamente el tren para desplazarse de un país a otro.

La interfaz de aire es menos robusta que la del estándar europeo por la razón expuesta en el punto anterior, la señal audiovisual requiere de 2.5 veces menos potencia que la europea.

Los formatos bajo la norma ATSC también poseen audio con “calidad de teatro”, porque utiliza el formato dolby digital AC-3 que brinda un canal 5.1 de sonido envolvente. El sistema permite el transporte de hasta 5 canales de sonido con un sexto canal para efectos de baja frecuencia.

Está basado en una modulación 8-VSB. Es un sistema de banda lateral Vestigial (al igual que los sistemas analógicos) basado en

una modulación 8-QAM que se extiende hasta 64-QAM con una codificación de Trellis.

A su vez, en este momento de transición es posible acceder a este servicio de televisión digital por medio de la utilización de decodificadores, llamados Set-Top Box. Un decodificador es un dispositivo que posibilita la recepción en el hogar de la televisión digital y todas sus ventajas: los servicios interactivos, el acceso condicional o la televisión de alta definición. El decodificador se encarga fundamentalmente de recibir una señal digital en alguno de los estándares de televisión digital existentes, comprueba luego que se tenga permiso para mostrarla y enviar la señal de forma analógica al televisor.

Las principales características de los decodificadores son:

- Procesadores 32.bits a 80 MHz
- Un mínimo de 8 Mb RAM
- 2Kb de EEPROM
- 8 MB de memoria Flash
- Disco duro de 20 Gb
- Mando a distancia
- Teclado inalámbrico(opcional)

### **2.3 ESTÁNDAR EUROPEO “DVB-T”**

DVB-T (Digital Video Broadcasting – Terrestrial, en castellano Difusión de Video Digital - Terrestre) es el estándar para la transmisión de televisión digital terrestre creado por la organización europea DVB. Este sistema transmite audio, video y otros datos a través de un flujo MPEG-2, usando una modulación COFDM.

El estándar DVB-T forma parte de toda una familia de estándares de la industria europea para la transmisión de emisiones de televisión digital según diversas tecnologías: emisiones mediante la red de distribución terrestre de señal usada en la antigua televisión analógica tradicional (DVB-T), emisiones desde satélites geoestacionarios (DVB-S), por redes de cable (DVB-C) e incluso para emisiones destinadas a dispositivos móviles con reducida capacidad de proceso y alimentados por baterías (DVB-H). Otra nueva modalidad es la TV por ADSL que también posee un nuevo estándar como es el DVB-IPTV y también la modalidad de audio el DAB(Digital Audio Broadcasting), utilizado para las emisoras de radio en formato Radio-digital.



### 2.3.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

El estándar DVB-T comparte el mismo proceso de aleatorización, protección externa e interna de datos y códigos convolucionales de entrelazado que el DVB-S (Digital Video Broadcasting by Satellite). La diferencia fundamental es que, en este caso, se utiliza una modulación o Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal Codificada COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing) con un total de 1705 (modo 2K) o 6817 portadoras (modo 8K). Esta modulación permite, mediante la utilización de múltiples portadoras que dispersan los datos de la trama a transmitir, operar en escenarios con un elevado índice de señal multitrayecto. La protección ante este tipo de interferencias se consigue insertando intervalos de guarda entre los datos que, eventualmente, reducen la capacidad del canal. Esta reducción de la capacidad es menor cuanto mayor es el número de portadoras utilizadas. Aun así, el aumento del número de portadoras incrementa la complejidad del receptor.

El modo 2K está pensado para transmisiones simples que cubran áreas geográficas reducidas (potencias reducidas) mientras que el

modo 8K puede utilizarse por áreas geográficas extensas en un único canal, común en toda la red. La fuerte protección del COFDM permite que el sistema pueda operar manteniendo la misma frecuencia portadora en toda una región geográfica extensa (cubierta por diversos radioenlaces). El receptor interpreta la señal procedente del radioenlace más débil como una señal multitrayecto y puede rechazarla. Si los radioenlaces están muy alejados, las diferencias de tiempo de recepción pueden ser considerables y es necesario aumentar los intervalos de guarda entre los datos digitales, perdiendo cierta eficiencia en la transmisión.

En términos más coloquiales podemos compararlo con un buffer de lectura en un PC, donde el PC recoge cierta información para reproducir, mientras carga otro paquete igual que ha de ser el siguiente; al aumentar las portadoras en DVB-T es exactamente lo mismo que reducir el tiempo entre las diferentes cargas en PC, de modo tal que el reproductor no se vaya a colgar. Un ejemplo comparativo para entender la teoría de modo coloquial y simplificar este tópico se puede ver en cualquier video de YouTube, allí podemos apreciar en una barra el proceso de carga del contenido en relación a su reproducción como procesos simultáneos(Tomado

Televisión Digital Avanzada, 1era Edición). A mayor velocidad de conexión (Que en DVB-T equivale a menos interferencias y la capacidad de obtener más portadoras o señales), la señal o el video como tal se ha de ver más limpio y fluido.

## **2.4 ESTÁNDAR JAPONÉS ISDB-T**

Se lo considera como un medio de Radiodifusión multimedia .El sistema ha sido diseñado para la radiodifusión terrenal con la flexibilidad suficiente como para distribuir los programas de televisión y audio digitales; uno de los puntos importantes es ofrecer servicios multimedios en los cuales se van a integrar algunos tipos de información digital, como audio y a la vez video, texto y programas de computadoras.

Aquí también se permite la recepción con receptores móviles compactos, ligeros y de precios muy baratos, estos receptores son utilizados típicamente en los hogares.

La modulación OFDM-BST (OrthogonalFrequencyDivision Multiplex – Band SegmentedTransmission) nos brinda una capacidad de transmisión jerárquicas con la utilización de diversos esquemas de modulación de

portadora y con velocidad de codificación de código interno de los distintos segmentos BST. Estos segmentos de datos pueden tener su propio esquema de protección o sea cada uno con velocidades de codificación del código interno, y profundidad del esquema entrelazado temporal. El tipo de modulación para este sistema es QPSK, DQPSK, 16-QAM O 64-QAM.

#### **2.4.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

Siguiendo con nuestro análisis este segmento pueden combinarse de forma flexible para tener un servicio de banda ancha por ejemplo en televisión de alta definición. La transmisión se consigue en grupos de segmentos mediante OFDM para parámetros de transmisión distintos. En un canal terrenal es posible disponer de tres grupos de segmentos diferentes; la recepción se consigue de los servicios en un canal de transmisión con un receptor de banda estrecha con una anchura como la de un segmento de OFDM.

Este sistema está probado y hecho para funcionar con canales de 6MHZ pero la capacidad de dicho sistema puede alcanzar a cualquier anchura de banda de canal, cuando se modifica

consecuentemente la capacidad de datos. El sistema permite la recepción portátil, móvil o fija con velocidades binarias y grado de robustez diferente; ha sido diseñado para redes SFN para su funcionamiento y tomando como referencia que en algunas partes del país de donde se origina este estándar existe mucha movilidad entre las personas que habitan.

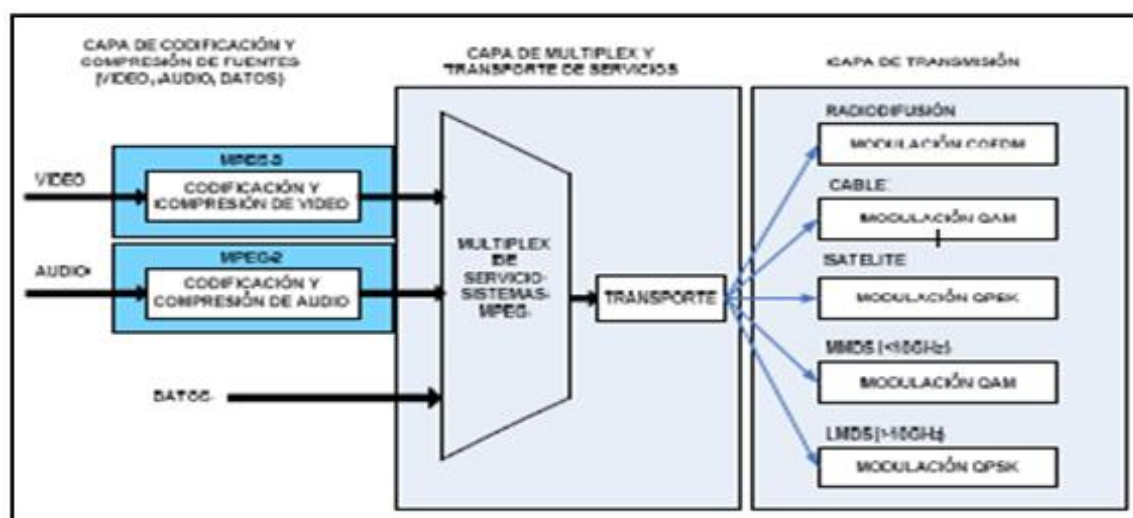


Figura 2.2 Fuente: Sistema de transmisión-Capas de una Transmisión por medio del Estándar Japonés

## 2.4.2 SISTEMA BASICO DE TRANSMISIÓN ISDB-T

Una de las características generales de este sistema es que divide la banda de frecuencia de un canal en trece segmentos. El radiodifusor puede seleccionar la combinación de segmentos a utilizar, la transmisión a terminales portátiles se la realiza mediante el concepto de recepción parcial de un segmento ("1 seg" ) y su principal fortaleza está relacionada con la recepción de la señal de televisión en terminales móviles.

El método utilizado para la modulación es OFDM con transmisión de banda segmentada, en donde se utiliza un conjunto de bloques de frecuencia básico denominados BST, en la transmisión de la TDT el espectro consiste de trece bloques sucesivos. La anchura de banda utilizable es correspondiente a 5.57 MHz para un canal de con  $BW_{TV} = 6 \text{ MHz}$ , siempre se debe tomar en cuenta que cada segmento tiene una anchura que corresponde a  $1/4$  de la separación entre canales de televisión terrenal.

## **2.5 ESTÁNDAR BRASILEÑO SBTVD**

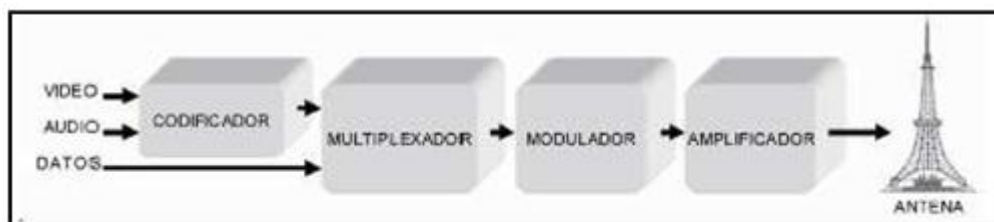
Este es el Sistema Brasileiro de TV Digital, fue creado por BRASIL por el comité de Desarrollo del sistema de TV Digital juntamente con el Superintendente de Servicios de comunicación de MASA.

### **2.5.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

En esta síntesis de estudio para nosotros SBTVD-T se diferencia de ISDB-T en que utiliza el códec de video H.264 / MPEG-4 AVC en vez de MPEG-2 de ISDB-T. En la transmisión una o más entradas contienen en el haz de datos TS, definidos en el sistema MPEG-2, se deben re-multiplexar obligatoriamente para crear un único TS; este TS debe obligatoriamente ser sometido a la etapa de codificación de canal múltiple, de acuerdo con la intención de servicio, y debe obligatoriamente ser entonces enviado como una señal OFDM común.

La transmisión digital terrestre debe utilizar necesariamente el time interleaving para proveer una codificación con la menor tasa de errores para recepción móvil, en las cuales son inevitables las variaciones de intensidad de campo.

El espectro de la radiodifusión de televisión digital debe consistir en 13 bloques OFDM sucesivos, con cada segmento ocupando  $\frac{1}{4}$  del ancho de canal de televisión. Un segmento OFDM debe tener una configuración que permita la conexión de múltiples segmentos para abastecer un ancho de transmisión que atienda a la necesidad del medio.



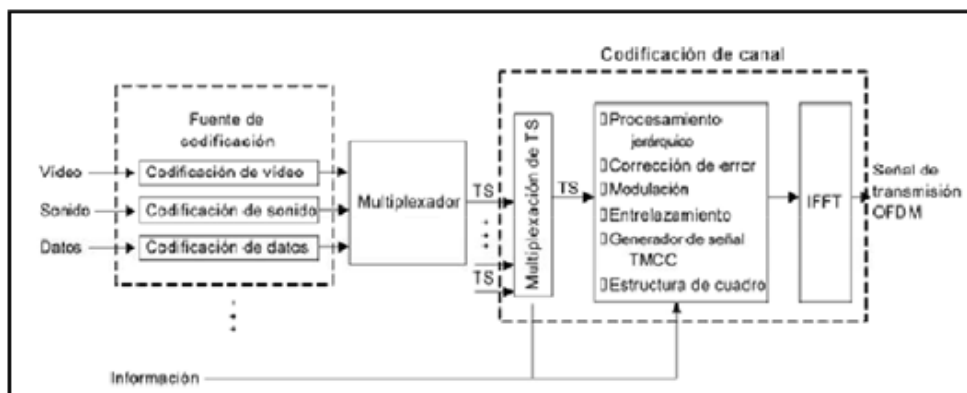
**Figura 2.3** Imagen tomada de google-Diagrama de Bloques de un Transmisor Estándar SBTVD

## 2.5.2 SISTEMA GENERAL DE TRANSMISIÓN SBTVD-T

La codificación de canal debe ser obligatoriamente realizada en unidades de segmento OFDM. Debe existir un único canal de televisión para el uso simultáneo de servicio de recepción fija, recepción móvil y recepción portátil. En cada capa jerárquica podemos especificar parámetros como esquema de modulación de portadora OFDM, tasa de innercode y de time interleaving; se puede definir hasta tres capas jerárquicas en donde un segmento puede ser usado como recepción parcial.



La señal TMCC debe obligatoriamente contener las informaciones de control e informaciones necesarias para auxiliar al receptor en la identificación de los modos de operación.



**Figura 2.4** Fuente: sistema de transmisión-Diagrama de Bloques de un Transmisor Estándar SBTVD

Para permitir la operación de acuerdo con la distancia entre las estaciones de una SFN y garantizar la recepción adecuada ante las variaciones del canal como consecuencia del efecto Doppler de la señal de recepción móvil, debe obligatoriamente ser posible seleccionar entre tres opciones de separación de portadoras OFDM ofrecidas por el sistema Brasileño.

La tabla 2.4 muestra una lista de parámetros y sus respectivos valores relacionados a la transmisión SBTVD.

	PARAMETROS	VALORES
1	Numero de Segmentos	13
2	Ancho de Segmento	6.000/14 = 428.57 KHZ
3	Banda UHF Numero de Portadoras	5.575MHZ 1; 5.573 MHZ 2 ;5.572 MHZ 3
4	Numero de Portadoras	1405 (modo 1); 2809 (modo 2 ; 5617 (modo 3 )
5	Método de modulación	DQPSK, QPSK, 16-QAM, 64-QAM
6	Duración de los símbolos activos	252us (modo 1); 504us (modo 2 ); 1.008us (modo 3 )
7	Separación de portadoras	3.968 KHZ (modo 1); 1.984 KHZ (modo 2 ), 0.992 (modo 3 )
8	Duración de intervalo de guarda	63; 31.5 ; 15.75 ; 7.875 us (modo 1 ) ; 63; 31.5 ; 15.75 ;126 us ( modo 2 ); 63; 31.5 ; 15.75 ;126 us ( modo 3)
9	Duración total de los símbolos	315 ; 283,5 ; 267,75 ; 259,875us (modo 1) ; 628; 565; 533,5 ;517,75 us (modo 2 ); 1260; 1134 ; 1071; 1039,5 us (modo 3 )

**Tabla 2.4** Fuente: sistema de transmisión- Parámetros de una Transmisión STVD

## 2.6 ESTÁNDAR CHINO DTMB

El DTMB surge de la fusión entre los estándares ADTB-T (desarrollado por la Universidad de ShanghaiJiaoTong, Shanghai), DMB-T (desarrollado por la Universidad Tsinghua, Beijing) y el TiMi (TerrestrialInteractiveMultiserviceInfrastructure), que es el estándar que propuso la Academia de Ciencias de Radiodifusión en el año 2002.

Al principio, las Universidades de ShanghaiJiaoTong y Tsinghua, carecían de medios y de fuerza política suficientes como para convertir sus

respectivos estándares en una tecnología única, así que la decisión final fue optar por un doble estándar, que fusionado con el estándar TiMi 3, dio respuesta a una necesidad de compatibilidad con versiones anteriores.

El DTMB comienza su formación en 2004 con una propuesta de fusión y se consolida como formato de difusión DTT en 2006.

Además de las funciones básicas del servicio de televisión tradicional, el DTMB da cabida a nuevos servicios adicionales utilizando el sistema de radiodifusión de televisión. El sistema DTMB es compatible con la recepción fija (cubierta y al aire libre) y móvil de la Televisión Digital Terrestre.

**La recepción móvil:** es compatible con la radiodifusión de TV digital en definición estándar (SD), la radiodifusión de audio digital, la radiodifusión multimedia y servicio de datos de radiodifusión.

**La recepción fija:** además de los servicios antes mencionados, también es compatible con la radiodifusión de TV digital en alta definición (HD).

### **2.6.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

El estándar DTMB utiliza muchas tecnologías avanzadas para mejorar su rendimiento, como por ejemplo: un código pseudo-aleatorio de ruido (PN-Pseudo-RandomNoise) como intervalo de guarda que permite una sincronización más rápida del sistema y una estimación de canal más precisa; codificación LDPC (Low-DensityParity-Check) como protección contra errores; modulación TDS-OFDM (Time DomainSynchronization - OrthogonalFrequencyDivisionMultiplexing) que permite la combinación de radiodifusión en SD, HD y servicios multimedia, etc. Este sistema da flexibilidad a los servicios que se ofrecen al soportar la combinación de Redes de Frecuencia Única (SFN-Single Frequency Network) y Redes de Frecuencias Múltiples (MFN-Multi Frequency Network). Los diferentes modos y parámetros pueden ser escogidos en base al tipo de servicio y el entorno de la red.

La secuencia de la trama pseudo-aleatoria es definida en el dominio temporal, y la trama con la información de la Transformada Discreta de Fourier (DFT) es definida en el dominio frecuencial. Las dos tramas se multiplexan en el dominio temporal, dando lugar a la Sincronización en el Dominio Temporal (TDS).

#### **2.4.2 ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO**

Este sistema de transmisión realiza la conversión de la señal de entrada de datos a la salida de señal de TV terrestre. El flujo de entrada de datos pasa por el codificador, por el proceso de protección contra errores FEC (Forward Error Correction), por el proceso de asignación de constelación y a continuación el dispersor procesa la información para crear los bloques básicos de datos. El bloque de datos y la información TPS son multiplexados, y pasan por el procesador de datos para formar la estructura del cuerpo. Se combina la información del cuerpo y la cabecera para formar la trama y esta se pasa por el filtro SRRC (SquareRootRaisedCosine) para convertirse en una señal dentro de un canal de ancho de banda de 8MHz. Finalmente se modula la señal para situarlo en la banda de frecuencias correspondiente.

- Tasa de transmisión de bits: de 4.813Mbps a 32.486Mbps
- Difusión de SD, HD, y servicios multimedia
- Flexibilidad de servicios
- Procesamiento de datos en dominio temporal y frecuencial
- Difusión de entre 6 y 15 canales en SD y 1 o 2 en HD
- Misma calidad de recepción que el cable

## **CAPITULO 3**

### **TELEVISIÓN ANALÓGICA**

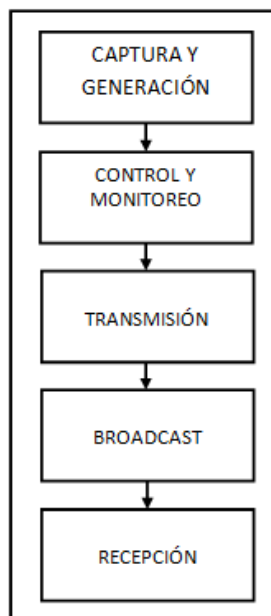
#### **3. 1 ESTRUCTURA DE UN CANAL DE TELEVISIÓN (ANALÓGICO)**

En la actualidad Ecuador mantiene su difusión de tipo analógica, sin embargo este modo de transmitir está próximo a desaparecer gracias a la tecnología desarrollada para el uso de un nuevo estándar digital lo cual implica con lo cual se obtienen mayores beneficios que desventajas. Los televidentes obtienen una variedad de señales al aire de televisión situadas en las bandas VHF y UHF. Pronto salieron las redes de cable que distribuían canales por la mayoría de ciudades del país, sin embargo dicha distribución correspondía a la misma transmisión analógica.

El estándar analógico usado en gran parte de América y utilizado en Ecuador desde el inicio de la difusión de canales nacionales es el NTSC (National Television Systems Committee), el cual ha permitido la reproducción fiel de los colores en el televisor del usuario y la compatibilidad del sistema de color con el de blanco y negro.

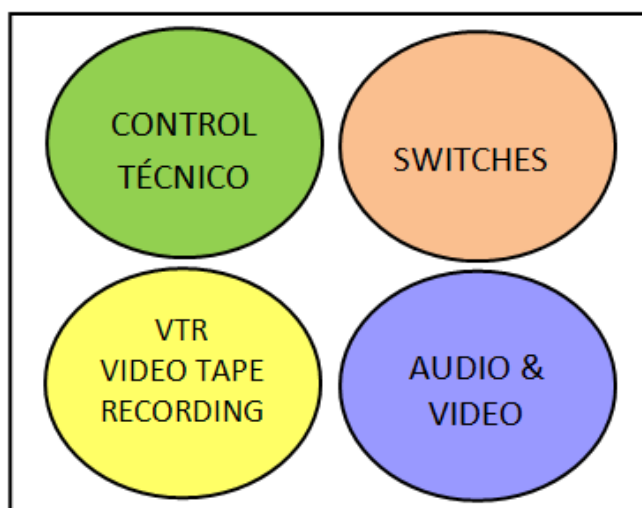
Básicamente el formato NTSC consiste en la transmisión de 29,97 cuadros de video en modo entrelazado con un total de 525 líneas de resolución y una velocidad de actualización de 30 cuadros de video por segundo y 60 campos de alternación de líneas.

En la siguiente figura se puede observar el proceso presentado en diagrama de bloques de un canal analógico por el cual atraviesa las señales de audio y video para su respectiva transmisión o difusión.



**Figura 3.1** Diagrama de Bloques – Proceso de Señal A/V

### 3. 2 ESTRUCTURA DEL CONTROL MÁSTER



**Figura 3.2** Estructura del Control Máster



Las salas de control son el centro nervioso de un estudio de TV; el sistema está diseñado para que exista una comunicación con todas las áreas y pueda monitorear todas las fuentes y salidas. El control máster es el lugar donde llegan todas las fuentes de señal de video donde el director de cámaras selecciona la salida del programa y en el que se puede añadir electrónicamente efectos, rótulos y mezclar distintas señales.

### **3.2.1 CONTROL TÉCNICO Y VTR**

El control técnico es el encargado de los racks de equipos donde se aloja el generador de sincronismos, que proporciona los impulsos necesarios para los equipos de video y mantiene sincronizadas todas las fuentes de señal.

Las salidas de las fuentes se distribuyen normalmente por medio de distribuidores de video que proporcionan de cinco a seis salidas aisladas por cada entrada que alimenta las distintas entradas del mezclador o switcher de video, los monitores y los generadores de efectos.

La entrada de las señales principales a los equipos puede ser a través de paneles de conexión, que permiten efectuar variaciones del conexionado para las señales de audio y video, en función de las necesidades de

explotación, lo que facilita a los técnicos su labor, pudiendo insertar a un equipo determinado señales de prueba o puentearlo en caso de avería. En esta sala, se cuenta con un monitor de imagen para revisar el encuadre de cada cámara y la Unidad de Control de Cámara (CCU) para operar el nivel de video o iris manualmente, al igual que un monitor de onda (Wave Form Monitor), el cual es de gran utilidad porque nos permite controlar los niveles de luz en la imagen, guiándonos en el diseño e intensidad de luz.

Esta sala también cuenta con un sistema de equipos llamados máster de proyección o VTR (Video Tape Recorder), para la reproducción de videocintas de comerciales, novelas y reportajes para las noticias sociales o deportivas.

El VTR está conformado por magnetoscopios: BETACAM y DVCAM, botoneras para seleccionar la fuente de video, TBC (Time Base Corrector), y una consola para chequear los niveles de audio.



Figura 3.3 Imagen tomada de google-Control Técnico

### 3.2.2 GENERACIÓN DE SEÑAL DE VIDEO

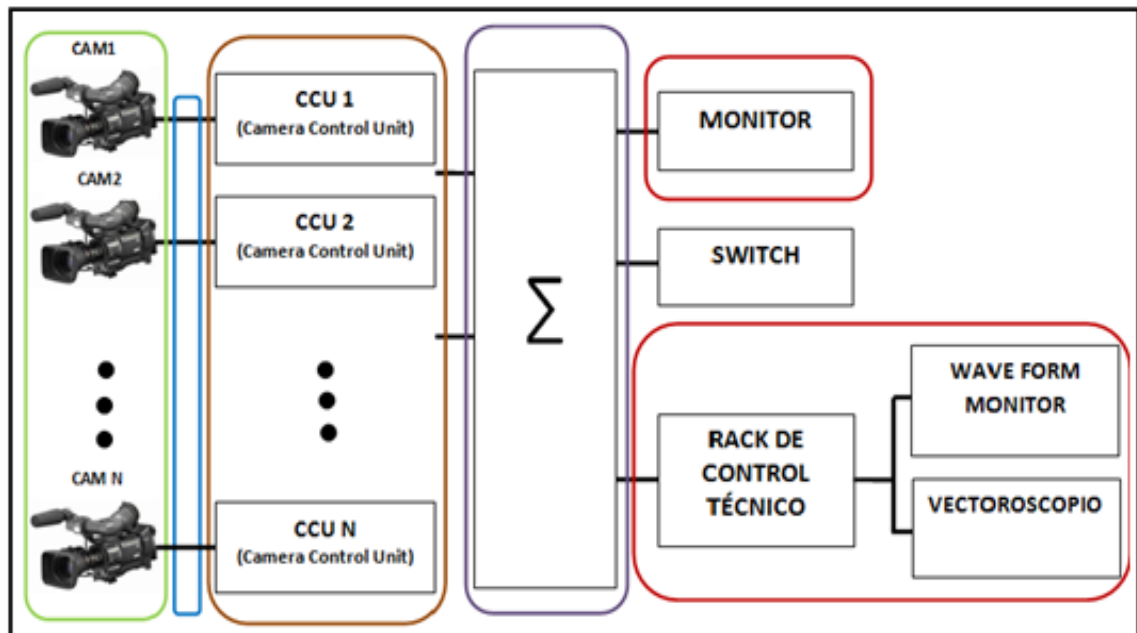


Figura 3.4 Diagrama de Bloques Generación, Control y Monitoreo de Video

### 3.2.2.1 CAPTURA DE VIDEO

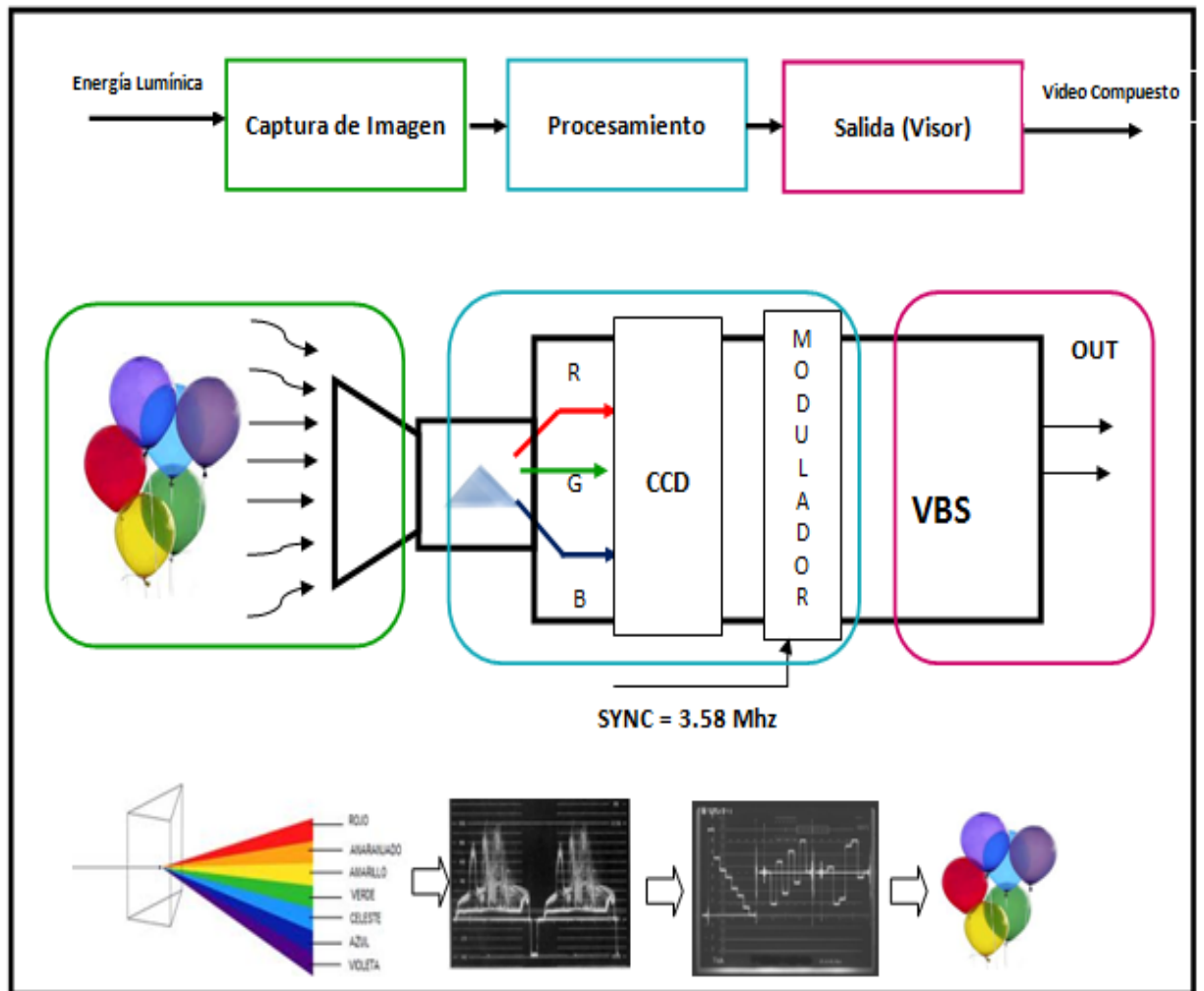
La etapa de captura es básicamente el origen de todo, la cámara obtiene energía lumínica mediante el lente, el cual a través de un barrido entrelazado o progresivo mide diferentes niveles de luminosidad transformándolos en energía eléctrica (valores discretos de voltajes).

La luz obtenida, gracias a la teoría de la óptica demostrada por Isaac Newton, se descompone debido a la refracción de la onda con el prisma en una gama de colores con su respectivo valor de longitud de onda ( $\lambda$ ), entre ellos, los colores principales Rojo, Verde y Azul o también conocidos por sus siglas en inglés R/G/B (Red –Green-Blue). En la otra cara del prisma se encuentran los captadores o dispositivos CCD (ChargeCoupledDevice), la imagen es leída por los CCDs y su sistema de muestreo y conducida a los circuitos preamplificadores. Los detectores CCD, al igual que las células fotovoltaicas, se basan en el efecto fotoeléctrico, la conversión espontánea de luz recibida en corriente eléctrica que ocurre en algunos materiales. De los preamplificadores las señales se enrutan a los procesadores, donde se realizan las correcciones de gamma, detalle, masking, pedestal, flare, ganancias, clipeos y limitadores.

Mientras que la señal de color se ha agregado con una frecuencia que es múltiplo de la horizontal sobre una subportadora suprimida de 3.579545 MHz modulada por amplitud y por cuadratura de fase (PCM Modulación por Pulsos Codificados – PAM Modulación por Amplitud de Pulsos), la demodulación de los componentes de crominancia requiere necesariamente de sincronía, por lo que se envía al inicio de cada línea (pórtico anterior) una señal sinusoidal de referencia de fase conocida como "salva de color", "burst" o "colorburst"; esta señal tiene una fase de  $180^\circ$  y es utilizada por el demodulador de la crominancia para realizar correctamente la demodulación. A veces, el nivel del "burst" es utilizado como referencia para corregir variaciones de amplitud de la crominancia de la misma manera que el nivel de sincronismo se utiliza para la corrección de la ganancia de toda la señal de vídeo.

Las señales ya están listas para salir al sistema de producción o para ser grabadas. Se envían entonces a los circuitos de visionado, los cuales muestran la imagen en el visor de la cámara y la transmiten mediante los correspondientes conectores de salida.

### 3.2.2.1.1 FUNCIONAMIENTO DE UNA CÁMARA DE VIDEO



**Figura 3.5** Captura, Descomposición en Colores Primarios Rojo, Azul y Verde, y Procesamiento de Imágenes Capturadas por una Cámara de Video

**- Por qué la frecuencia de la señal de sincronismo es de 3.58 Mhz?**

La relación entre la subportadora de color seleccionada y la frecuencia horizontal está dada por la siguiente ecuación:

$$f_c = \frac{1}{2} \times 455 \times f_h$$

Tocar la portadora de audio estaba totalmente prohibido, porque todos los receptores tenían este valor fijo, por lo tanto se optó por cambiar la frecuencia de horizontal un poco, y su nuevo valor es:

$$f_h = \frac{f_{audio}}{286} = \frac{4500000}{286}$$

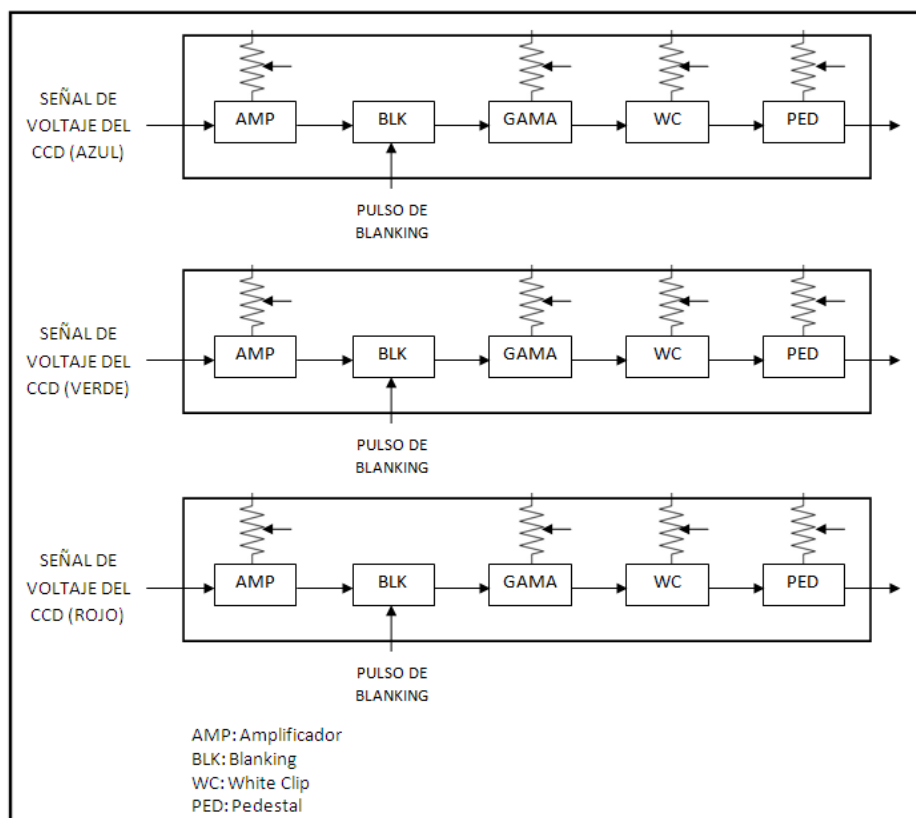
$$f_h = 15734,264 \text{ Hertz}$$

El nuevo valor será:

$$f_c = 277.5 \times 15734,264$$

$$f_c = 3,579545 \text{ Mhz}$$

### 3.2.1.2.2 PROCESAMIENTO DE LA IMAGEN



**Figura 3.6** Fuente Video Avanzado 3 - Diagrama de Bloques de Procesadores Internos de una Cámara de Video para cada Señal de Salida del CCD

#### 3.2.2.1.2.1 AMPLIFICADOR

Las señales de los CCD's pasan primero por unos amplificadores, los cuales poseen un ajuste el del rojo y el azul. El objetivo de esto es que a la salida de los amplificadores, las señales de los tres CCD's sean iguales



para un objeto supuestamente blanco. El verde no tiene ajuste porque se toma como referencia para el rojo y el azul, la razón por la cual se toma en cuenta el color verde como referencia es debido a que es el que mejor percibe el ojo humano.

#### **3.2.2.1.2.2 BLANKING**

El circuito de blanking elimina cualquier ruido durante el tiempo correspondiente al blanking del televisor, para evitar que los pulsos de sincronismo horizontal y vertical se destruyan por causa del ruido.

#### **3.2.2.1.2.3 GAMA**

Para corregir el problema al momento de reproducir la señal de video en el televisor (amplitud no constante en escalones respecto a los distintos colores de la imagen) se vio en la necesidad de crear una “distorsión en la cámara” para compensar dicho inconveniente.

#### **3.2.2.1.2.4 WHITE CLIP**

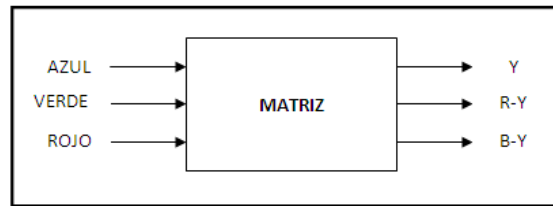
También conocido como Limitador de Blanco, establece un límite a la amplitud máxima de la señal de voltaje del dispositivo captador. Por eso se denomina limitador de blanco porque por más brillante que sea la imagen, la amplitud de la señal nunca podrá sobrepasar el límite impuesto por el circuito White Clip.

#### **3.2.2.1.2.5 PEDESTAL**

Cuando se ajusta el potenciómetro de pedestal, se ajusta la diferencia entre el nivel del blanking y el nivel de negro. El nivel de negro permanece constante y el nivel del blanking sube o baja con respecto al nivel del negro.

#### **3.2.2.1.2.6 CIRCUITO DE MATRIZ (MATRIX)**

El circuito de matriz es el encargado de mezclar las señales de los voltajes rojo, verde y azul que salen de los dispositivos captadores para obtener las señales de luminancia y señales de diferencia de color.



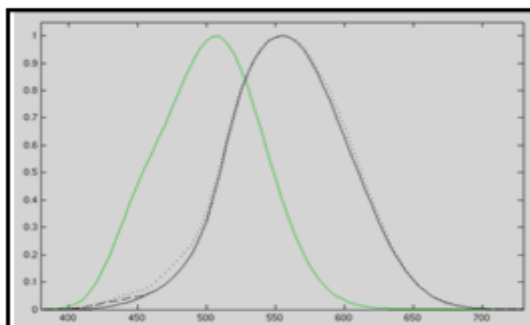
**Figura 3.7** Bloque del Circuito de Matriz

La señal Y se conoce como señal de luminancia o señal de blanco y negro o brillo. Se necesita esta señal para los televisores blanco y negro. La señal Y es una mezcla de las señales verde, rojo y azul en las siguientes proporciones:

$$Y = 0.3(\text{VoltajeRojo}) + 0.59(\text{VoltajeVerde}) + 0.11(\text{VoltajeAzul})$$

Como se observa, los voltajes se mezclan con diferente amplitud. Se da mayor amplitud al voltaje del dispositivo captador verde. Esto con la finalidad de imitar la sensibilidad del ojo humano, debido a que el color verde es uno de los colores más sensibles y el que el ojo percibe mejor (534 nanómetros de longitud de onda), tal como lo muestra la siguiente gráfica representada en la Figura 3.8.

Las señales R-Y y B-Y corresponden a las señales diferencia de color del Rojo y Azul respectivamente (R=Red – B=Blue).



**Figura 3.8** Gráfica Sensibilidad vs Longitud de Onda.

### 3.2.2.1.3 VIDEO COMPUESTO

Las señales VBS (Video BurstSync) son mandadas mediante el adaptador TRIAX, fibra óptica o Multi-Core (26pins) a la estación base, que se encargará de enrutarlas en el sistema de producción al que pertenece la cámara.



**Figura 3.8**Cable TRIAX



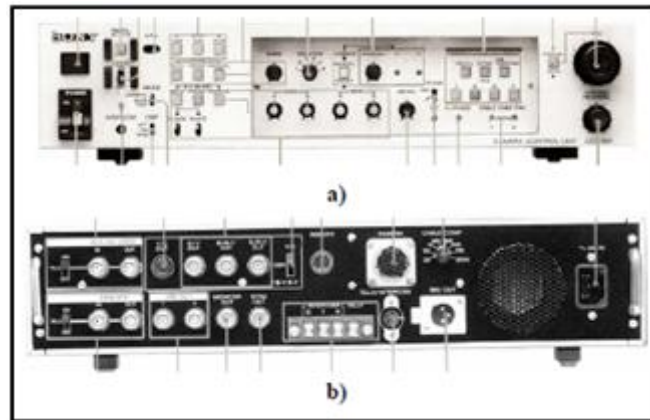
**Figura 3.9**Fibra Óptica

### 3.2.2.2 CONTROL DE VIDEO

La etapa de control consta de unidades de control de cámara o CCU por sus siglas en inglés, nos permite controlar de manera remota todas las señales de video captadas por las cámaras.

Es posible manipular los dispositivos típicos que encontramos en todas las cámaras profesionales como son los siguientes:

- Control selección Iris (manual o automático)
- Control manual de la apertura del diafragma
- Control de filtros T<sup>a</sup> de color
- Control del máster pedestal
- Control del pedestal de R, G, B independiente
- Control de la ganancia de R, G, B independiente
- Control de la ganancia electrónica: 0dB, 9dB, 18dB
- Generador de barras de color
- Control del balance de blancos y balance de negros
- Almacenamiento y recuperación de memorias y configuración.



**Figura 3.10** Imagen tomada de google-Unidad de Control de Cámara a) Vista Frontal b) Vista Posterior

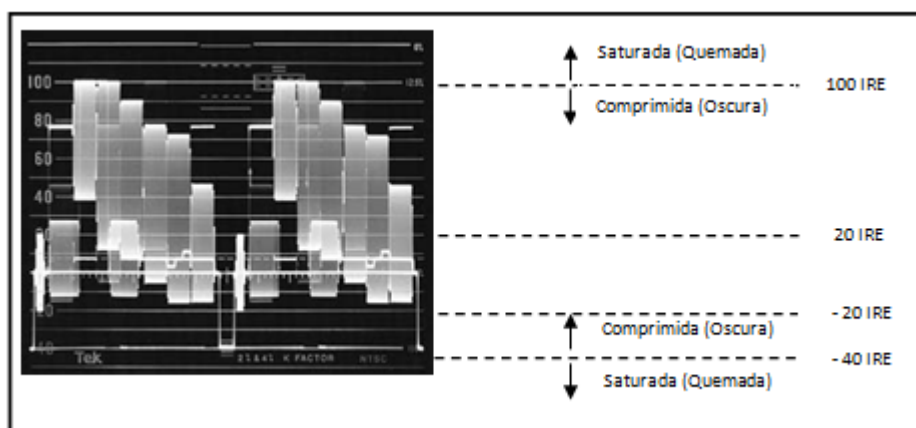
### 3.2.2.3 MONITOREO DE VIDEO

La etapa de monitoreo es dedicada para visualizar y analizar la señal de video mediante dos equipos necesarios en una estación televisiva:

#### 3.2.2.3.1 WAVE FORM MONITOR:

Waveform monitor es un tipo de osciloscopio especial usado en aplicaciones de producción televisiva. Típicamente usado para medir y mostrar niveles, o el voltaje de una señal de video respecto al tiempo.

El nivel de la señal de video usualmente corresponde al brillo, o luminancia, de una parte de la imagen que es dibujada dentro del monitor de video regular en un mismo punto de tiempo. Dicho monitor puede usarse para mostrar el brillo total de una ilustración en televisión, o puede realizar un acercamiento de una o dos líneas de señal de video individuales. Además, puede ser usado para visualizar u observar señales especiales en el intervalo de supresión, así como el “colorburst” entre cada línea de video.



**Figura 3.11** Imagen tomada de google- Medidor de Luminancia

### 3.2.2.3.2 VECTORSCOPIO

Vectorscopio es un instrumento de medida utilizado en televisión para ver y medir la componente de color de la señal de vídeo.

El monitor del vectorscopio es en realidad un osciloscopio especializado en la representación de la parte de crominancia de la señal de vídeo.

La crominancia, o señal de color, es la parte de la señal de vídeo en la que se codifica la información de color. Esta información tiene dos parámetros, uno es la cantidad de color, o saturación y otro es el tipo del color, o tinte (hue en inglés). Tanto en el sistema PAL o NTSC estos dos parámetros se codifican sobre una misma señal mediante una modulación en cuadratura. Esta señal recibe el nombre de portadora de color y se modula en amplitud con la información de la saturación y en fase con la información del tinte. El resultado es un vector que tiene por módulo la saturación y por argumento el tinte (es decir el tipo de color, rojo, amarillo...) Para su representación se utiliza el vectorscopio, que viene a ser y osciloscopio trabajando en representación X - Y (es decir sin base de tiempos) al que se le aplica en su canal vertical y en el horizontal las señales de diferencia de color. El resultado es una serie de vectores que tienen como origen el centro de la pantalla y en donde su módulo coincide con la saturación y el argumento con el tinte de la señal aplicada.

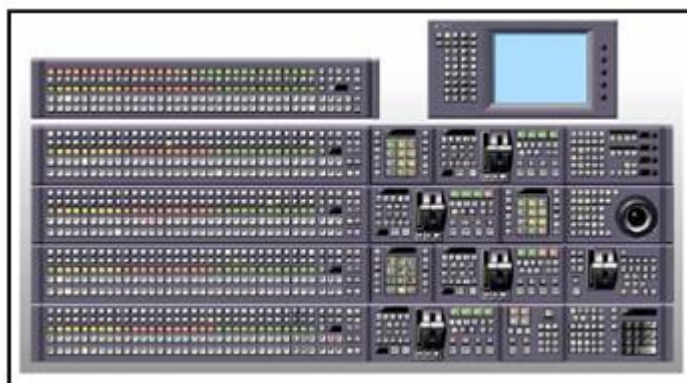




**Figura 3.12** Imagen tomada de google- Representación de Crominancia en Vectorscopio

#### 3.2.2.4 SWITCH DE VIDEO

El Switcher de video es el equipo utilizado para conmutación y mezcla entre cámaras u otras fuentes de video, la Figura 3.11 muestra un switcher marca Grass Valley de la serie ZODIAK.

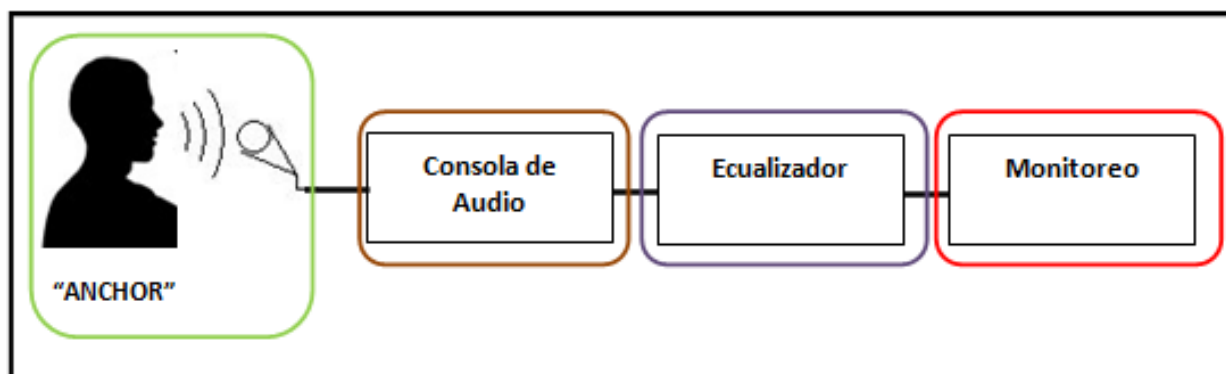


**Figura 3.13** Imagen tomada de google- Switcher de Video Marca Grass Valley

Las fuentes individuales que llegan al mezclador de video, terminan en una matriz de conmutación que puede seleccionarse como entrada de programas. El mezclador se aloja en los racks de video, junto con el resto del equipo de distribución, para su control y chequeo técnico.

La complejidad de un switcher está determinada por la sofisticación de la generación de efectos y número de filas de selección y de entradas al equipo. Los más sencillos tienen dos filas de selección, denominados normalmente A y B.

### 3.3 GENERACIÓN DE SEÑAL DE AUDIO



**Figura 3.14** Diagrama de Bloques Generación, Control y Monitoreo de Audio

### **3.3.1 CAPTURA DE AUDIO**

Un micrófono es un transductor, es decir, transforma energía acústica en eléctrica. Inversamente a lo que hace un altavoz, que transforma la eléctrica en sonido. Aunque hay muchas clases de micrófonos, el funcionamiento de todos es muy similar.

Nuestra voz produce una serie de vibraciones que ejercen presión sobre un diafragma que se encuentra dentro del micrófono, una membrana similar al tímpano de nuestros oídos. Esta membrana está unida a un dispositivo que, dependiendo del tipo de micrófono, puede ser una bobina, un cristal, partículas de carbón, un condensador, etc. Y a su vez, este mecanismo es capaz de transformar estas variaciones sonoras en electricidad.

### **3.2.3.2 PROCESAMIENTO DEL AUDIO**

#### **3.2.3.2.1 CONSOLA DE AUDIO**

La mesa de mezclas o mesa mezcladora es un dispositivo electrónico al cual se conectan diversos elementos emisores de audio, tales como micrófonos, entradas de línea, samplers,

sintetizadores, gira discos de vinilos, reproductores de cd, reproductores de cintas, etc.

Una vez las señales sonoras entran en la mesa estas pueden ser procesadas y tratadas de diversos modos para dar como resultado de salida una mezcla de audio, mono, multicanal o estéreo.

Consola es una abreviación para consola de mezclas.

Mixer generalmente se refiere a una unidad pequeña, ya sea del tipo rack montable o con una cantidad de canales de entrada menor a 10 o 12.

Board es una palabra no tan formal algunas veces utilizada para referirse a una consola de mezclas.

Desk es el término popular británico para este mismo equipo.

El procesado habitual de las mesas de mezclas incluye la variación del nivel sonoro de cada entrada, ecualización, efectos de envío,

efectos de inserción y panorámica (posición a la izquierda o derecha de una fuente de sonido). Otras mesas de mezclas permiten la combinación de varios canales en grupos de mezcla (conocidos como "buses") para ser tratados como un conjunto, la grabación a disco duro, la mezcla entre 2 o más canales mediante un crossfader.



**Figura 3.15** Imagen tomada de google-Consola de Audio

### **3.2.3.2.1.1 ENTRADAS DE UNA CONSOLA**

#### **1. Entrada de Micrófono o Línea.**

**2. Alimentación Fantasma (Phantom Power)** se utiliza para los micrófonos de condensador.

**3. Inversor de Fase:** desfasa la señal en 180°, se ocupa para evitar cancelaciones.

4. **Atenuador**, se utiliza quitarle 10 o 20 dB (dependiendo del PAD) a la señal de entrada.
5. **Amplificador de Micrófono**: más conocido como **pre-amplificador**, es el encargado de levantar la señal desde el nivel de micrófono (del orden de los 0,001 [mV]) a nivel de línea (del orden 0,1 [mV]). Este pre-amplificador es controlado por el potenciómetro GAIN.
6. **Insert**: La prestación de Insert permite extraer la señal del canal para procesarla externamente y luego reingresarla nuevamente. En definitiva este conector nos permite intercalar o insertar un procesador externo en el recorrido de la señal. Esta prestación es pre-Fader (ninguna modificación que hagamos con el controlador de nivel de salida "Fader" afectará lo que se ha procesado por vía Insert).
7. **Procesador**: Se refiere a todos los procesamientos de señal que se hacen internamente en la mesa, por ejemplo el Ecuador, o efectos incluidos en la mesa.

**8. Envío PFL:** es un envío que se encuentra antes del Fader, por lo cual no es afecto por este.

**9. Fader:** Cada módulo de canal, consta de un potenciómetro generalmente deslizable denominado Fader (existen consolas que tienen potenciómetros no deslizables). El Fader controla el nivel de salida de cada canal atenuado o amplificado.

En su posición mínima el Fader no permite la salida de señal, cuando el Fader está posicionado en 0 dB (ganancia unitaria) el Fader no atenúa ni refuerza el nivel de la señal de entrada, ésta es dirigida hacia la salida sin sufrir modificaciones. Por último en algunas consolas el Fader puede amplificar la señal hasta 12 dB.

**10. Panorámica:** este potenciómetro distribuye la señal en dos vías para atacar de forma conveniente a la etapa posterior de asignación. Con este control se reparte en la proporción deseada la señal a los canales izquierdo y derecho, bien de la salida principal L y R o de la pareja

de buses a la que se vuelque la señal. Este control se sitúa físicamente encima del Fader, por comodidad a la hora de trabajar con el Fader.

#### **3.2.3.2.1.2 CONCEPTOS PFL Y AFL**

Los Conceptos PFL (Pre FaderLevel) y AFL (AfterFaderLevel) se utilizan para referirse al punto en que son enviadas las señales, es decir si estas son tomadas antes o después del Fader, lo cual - como ya hemos señalado- implica que el movimiento de este potenciómetro afecta o no a dicha señal.

Es habitual que las consolas posean un botón PFL encada canal, que en ese caso funciona como el Botón Solo (es decir, al presionarlo se escucha solamente ese canal) y que se utiliza para monitorear la entrada de cada canal. Al presionar este botón, escucharemos - en general por la salida de fonos - lo que existe en dicho canal, antes de pasar por el Fader, esto implica que podemos tener el Fader abajo (es decir el canal no se



está escuchando en la mezcla final) y escuchar la entrada del canal.

### **3.2.3.2.2 ECUALIZADOR**

El ecualizador es una forma especial de amplificador que provee una ganancia que es dependiente de la frecuencia: el ingeniero puede setear la ganancia relativa de forma diferente para distintas bandas de frecuencias. El control de tono encontrado en los equipos estéreo caseros es una forma simple de ecualizador.

Generalmente, cada modulo de entrada entrega cierto control de EQ. Muchos tipos de ecualizadores están disponibles y el tipo empleado varía de un fabricante a otro. El sonido del ecualizador está determinado por el tipo y calidad del actual diseño empleado, por lo que ecualizadores similares en diferentes consolas pueden sonar diferentes.

Algunos ingenieros tienen distintas preferencias, pero es usualmente posible crear un sonido similar con cualquier tipo de consola disponible.

Los tipos específicos de ecualizadores comúnmente encontrados en consolas mezcladoras incluyen al paramétrico, semi-paramétrico y shelving.

Los filtros paramétricos permiten al usuario ajustar la frecuencia central, ancho de banda, y la cantidad de realce/corte para cada banda del filtro.

Los EQ Semi-paramétricos carecen del ajuste de ancho de banda que poseen los ecualizadores tipo paramétricos.

Los filtros Shelving alzan o cortan todas las frecuencias por sobre o debajo de la frecuencia en la esquina y son comúnmente utilizados como control de tono en equipos caseros y también en consolas.

Los ecualizadores gráficos, que proveen un ajuste de alza/corte de frecuencias de 5 a 30 bandas fijas de frecuencia. Son raramente utilizados en consolas pero a menudo uno puede encontrarlos en mezcladoras del tipo PA y en ecualizadores externos.

### **3.3 MEDIOS DE TRANSMISIÓN**

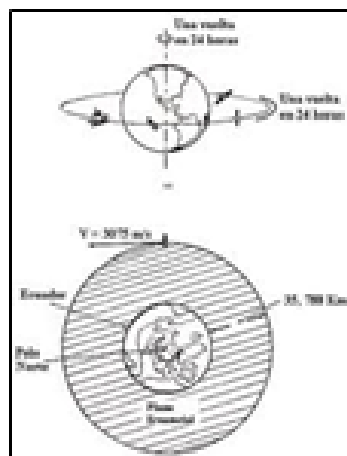
#### **3.3.1 TRANSMISIÓN SATELITAL**

Un satélite puede definirse como un repetidor radioeléctrico ubicado en el espacio, que recibe señales generadas en la tierra, las amplifica y las vuelve a enviar a la tierra, ya sea al mismo punto donde se originó la señal u otro punto distinto.

Una red satelital consiste de un transponder (dispositivo receptor-transmisor), una estación basada en tierra que controla su funcionamiento y una red de usuario, de las estaciones terrestres, que proporciona las facilidades para transmisión y recepción del tráfico de comunicaciones, a través del sistema de satélite.

##### **3.3.1.1 SATELITES GEOESTACIONARIOS**

Los satélites geoestacionarios son satélites que giran en un patrón circular como se puede notar en la Figura 3.14, con una velocidad angular igual a la de la tierra. Consecuentemente, permanecen en una posición fija con respecto a un punto específico en la tierra.



**Figura 3.16** Imagen tomada de google-Satélites Geoestacionarios

### 3.3.1.2 ÁNGULO DE ELEVACIÓN

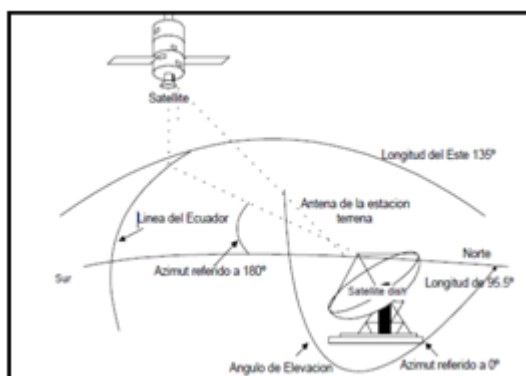
El ángulo de elevación es el ángulo formado entre la dirección de viaje de una onda radiada desde una antena de estación terrena y la horizontal, o el ángulo de la antena de la estación terrena entre el satélite y la horizontal. Entre más pequeño sea el ángulo de elevación, mayor será la distancia que una onda propagada debe pasar por la atmósfera de la Tierra. Como cualquier onda propagada a través de la atmósfera de la Tierra, sufre absorción y, también, puede contaminarse severamente por el ruido. De esta forma, si el ángulo de elevación es demasiado pequeño y la distancia de la onda que está dentro de la atmósfera de la Tierra es demasiado larga, la onda puede deteriorarse hasta el grado que

proporcione una transmisión inadecuada. Generalmente,  $5^{\circ}$  es considerado como el mínimo ángulo de elevación aceptable.

Azimut se define como el ángulo de apuntamiento horizontal de una antena. Se toma como referencia el Norte como cero grados, y si continuamos girando en el sentido de las agujas del reloj, hacia el Este, llegaremos a los  $90^{\circ}$  de Azimut.

Hacia el Sur tendremos los  $180^{\circ}$  de Azimut, hacia el Oeste los  $270^{\circ}$  y por ultimo llegaremos al punto inicial donde los  $360^{\circ}$  coinciden con el  $0^{\circ}$  del Norte.

El ángulo de elevación y el azimut, dependen ambos, de la latitud de la estación terrena, así como el satélite en órbita.



**Figura 3.17** Imagen tomada de google-Ángulo de Elevación Azimut para Transmisión Satelital

### 3.3.1.3 ELEMENTOS DE LAS REDES SATELITALES

**Transponders:** Es un dispositivo que realiza la función de recepción y transmisión. Las señales recibidas son amplificadas antes de ser retransmitidas a la tierra. Para evitar interferencias se cambia la frecuencia.

**Estaciones Terrenas:** Las estaciones terrenas controlan la recepción con el satélite y desde el satélite, regula la interconexión entre terminales, administra los canales de salida, codifica los datos y controla la velocidad de transferencia.

Consta de 3 componentes:

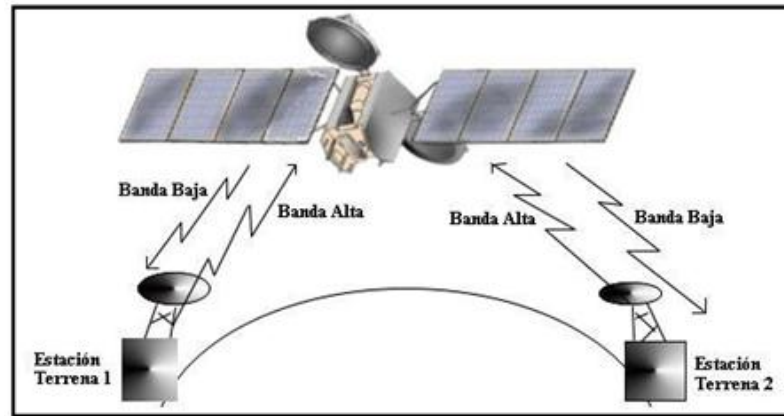
**Estación Receptora:** Recibe toda la información generada en la estación transmisora y retransmitida por el satélite.

**Antena:** Debe captar la radiación del satélite y concentrarla en un foco donde está ubicado el alimentador. Una antena de calidad debe ignorar las interferencias y los ruidos en la mayor medida posible. Estos satélites están equipados con antenas receptoras y con antenas transmisoras. Por medio de ajustes en los patrones de radiación de las antenas pueden generarse cubrimientos globales, cubrimiento a solo

un país (satélites domésticos), o conmutar entre una gran variedad de direcciones.

**Estación emisora:** Esta compuesta por el transmisor y la antena de emisión. La potencia emitida es alta para que la señal del satélite sea buena. Esta señal debe ser captada por la antena receptora. Para cubrir el trayecto ascendente envía la información al satélite con la modulación y portadora adecuada.

Como medio de transmisión físico se utilizan medios no guiados, principalmente el aire. Se utilizan señales de microondas para la transmisión por satélite, estas son unidireccionales, sensibles a la atenuación producida por la lluvia, pueden ser de baja o de alta frecuencia y se ubican en el orden de los 100 MHz hasta los 10 GHz.



**Figura 3.18** Imagen tomada de google- Elementos de un Sistema de Transmisión Satelital

### 3.3.1.4 EQUIPAMIENTO EN TRANSMISIÓN SATELITAL

#### 3.3.1.4.1 ANTENAS

La captación y emisión de señales satelitales se encuentran comprendidas entre los 4 GHz y 6 GHz (para la banda C), las antenas pueden utilizar una polarización vertical como en horizontal, dependiendo del satélite a utilizar.



**Figura 3.19** Imagen tomada de google- Antenas para Enlaces Satelitales



Para aumentar más la potencia de la señal de transmisión se usan antenas con reflector parabólico que permiten obtener una señal de mayor potencia a medida que aumenta el diámetro de la parábola de la antena. A este tipo de ganancia se le llama Ganancia direccional. Las antenas son dispositivos pasivos cuyo propósito es incrementar la potencia en una dirección dada y disminuirla en otras direcciones. Las antenas parabólicas son utilizadas ampliamente en las comunicaciones satelitales. La antena es un dispositivo recíproco por lo que las funciones de transmisión y recepción son recíprocas. La ganancia  $G$  en una antena parabólica es la relación de potencia transmitida en una dirección específica con respecto a una antena con radiador isotrópico.

En el segmento terrestre las antenas terrenas generalmente cuentan con un solo alimentador mientras que en el segmento espacial cuentan con varios alimentadores para producir una huella determinada sobre la tierra.

### 3.3.1.4.1.1 GANANCIA DE ANTENA

La ganancia de un reflector parabólico es

$$G = \frac{4\pi nA}{\lambda^2}$$

Donde

A: es el área física del reflector,

$\eta$  : es la eficiencia de la antena (que es una fracción menor que 1)

$\lambda$ : es la longitud de onda.

El rango típico de eficiencia de una antena es entre 0.4 y 0.8 mientras que un valor típico es 0.55.

El área A es igual a

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

El área efectiva

$$A_e = nA$$

La  $\lambda$  es igual a la velocidad de la luz  $c$  dividida entre la frecuencia  $f$ . Por lo que la ganancia de antena se puede escribir como sigue:

$$G = \eta \left( \frac{\pi D f}{c} \right)^2$$

El resultado de la ecuación anterior se expresa como una relación. Para expresarla en decibeles, tomando el logaritmo en ambos lados y multiplicándolo por 10, la ganancia de antena se puede escribir como sigue:

$$G = 20 \log_{10} D + 10 \log_{10} f + 10 \log_{10} \eta + 20.4$$

Donde  $D$  es el diámetro de la antena en metros, y  $f$  es la frecuencia en GHz. La eficiencia de la antena  $\eta$  se expresa en decimal, 0.55. La constante de  $20.4 \frac{dB}{m^2} GHz^2$  es igual a  $20 \log_{10} \left( \frac{\pi}{c} \right)$ .

La velocidad de la luz es  $0.299792458 \text{ m/ns}$ . Las dimensiones de  $c$  no son usuales pero son apropiadas cuando  $f$  está dada en GHz y  $D$  en metros. Como se puede notar la ganancia de la antena aumenta cuando la frecuencia o/y el diámetro aumenta. Por ejemplo, una antena de 7.6 metros operando en la banda Ku, tendrá mayor ganancia que una antena de 9.3 metros operando en la banda C.

### 3.3.1.4.1.2 FIGURA DE MERITO

Es el parámetro más importante en el modo de recepción de una estación terrena y se entiende como la relación de dos parámetros como son la ganancia de la antena (a la frecuencia de recepción y apuntando en dirección al satélite) y la temperatura de ruido del sistema (que se refiere a la entrada del receptor) cuya relación recibe el nombre de figura de merito  $G/T$ .  $G/T$  es igual a  $G_{\text{db}} - 10 \log_{10} T$ . En el cálculo de la figura de merito es importante mencionar cual es el plano de referencia es decir hasta que punto de la cadena descendente en el sistema de recepción se está calculando y considerando aquellas influencias de los diversos elementos con el propósito de quien observe los resultados del cálculo este seguro cuales fueron los elementos considerados. La temperatura del sistema  $T_{\text{sys}} = T_{\text{ant}} + T_r$ , la temperatura de ruido de la antena  $T_{\text{ant}}$ , incluye todas las contribuciones de ruido como ruido cósmico y ruido por las perdidas hasta llegar al plano de referencia. El ruido del receptor  $T_r$ , todas las contribuciones de ruido desde el plano de referencia a los sistemas de

banda base a la salida del de modulador. En la mayoría de los sistemas comerciales se toma como plano de referencia la entrada del amplificador de bajo ruido, LNA, en la antena mientras que en los sistemas militares se toma en la base del pedestal de la antena.

#### **3.3.1.4.1.3 TEMPERATURA DE RUIDO (ANTENA $T_{ant}$ )**

Se asume que el plano de referencia se encuentra a la entrada del LNA. Existen dos contribuciones principales de ruido: ruido del cielo y ruido de las pérdidas óhmicas. El ruido cósmico está formado las fuentes externas que entran a la antena a través del lóbulo principal y los lóbulos laterales. La fuente más poderosa de ruido es el sol y puede interrumpir la comunicación satelital cuando se coloca detrás del satélite y se encuentra apuntado por el haz principal del patrón de recepción de la estación terrena. El ruido de la antena es pues la contribución total de ruido al sistema de recepción desde la antena al plano de referencia.

$$T_{ant} = \frac{(I_a - 1)290 + T_{ciclo}}{I_a}$$

Donde  $l_a$  es la suma de las pérdidas óhmicas del sistema (en decibeles). Por lo que  $I_a$  se debe expresar como

$$l_a = \log_{10} \frac{L_a}{10}$$

Ejemplo. Asuma una estación terrena con una antena a un ángulo de elevación de  $30^\circ$ , a cielo despejado,  $7.5 \text{ g/cm}^3$  de concentración de vapor de agua y con las siguientes pérdidas óhmicas: pérdidas de guías de ondas 2.5dB, pérdidas por el alimentador de 0.1 dB, pérdidas de inserción del acoplador direccional de 0.2 dB (2 elementos) y pérdidas de inserción por el filtro pasa bandas 0.5 dB. Todas estas pérdidas se encuentran por arriba del plano de referencia que se considera la entrada del amplificador de bajo ruido LNA. La frecuencia de operación es 14 GHz. El ruido cósmico para un ángulo de elevación de  $30^\circ$  a una frecuencia de 14GHz es de 11 K.

La suma de las pérdidas óhmicas sobre el plano de referencia es:

$$L_a = 2.5dB + 0.1dB + (0.2 \times 2)dB + 0.5dB = 3.5dB$$

$$l_a = \log^{-1} \left( \frac{3.5}{10} \right) = 2,24$$

Se substituye en la ecuación

$$T_{ant} = \frac{(2.24 - 1)290 + 11}{2.24} = 165.44 \text{ K}$$

#### **3.3.1.4.1.4 TEMPERATURA DE RUIDO (RECEPTOR $T_r$ )**

El receptor comúnmente está compuesto por varios dispositivos en cascada por lo que para el cálculo de la temperatura de ruido efectiva del sistema receptor deberán de considerarse todos los elementos y se le llamara  $T_r$  , que es calculada con la fórmula para dispositivos en cascada tradicional.

$$T_r = y_1 + \frac{y_2}{G_1} + \frac{y_3}{G_1 G_2} + \dots + \frac{y_n}{G_1 G_2 \dots G_{n-1}}$$

En donde  $y$  es la temperatura efectiva de ruido de cada amplificador o dispositivo y  $G$  es la número equivalente a la ganancia o perdida del dispositivo.

#### **3.3.1.4.1.5 POLARIZACIÓN DE ANTENA**

La polarización de una onda electromagnética está definida por la orientación del vector eléctrico de la onda. Este vector

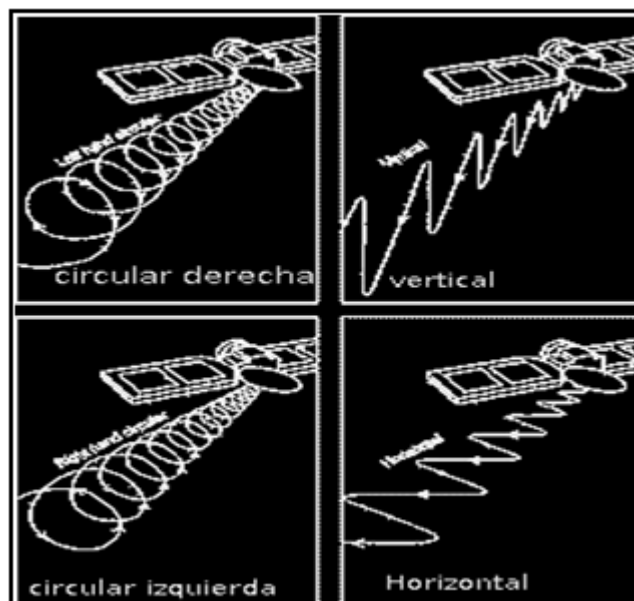
es perpendicular, en la polarización lineal, al vector de propagación que varía en dirección e intensidad durante su trayectoria. La polarización de una señal electromagnética nos permite hacer una reutilización del espectro. La discriminación de polarización para señales transmitidas en la polarización lineal es tan importante para las comunicaciones de microondas satelitales como lo es para las comunicaciones de radio de microondas terrestres.

Existen dos formas de polarizar las señales electromagnéticas de comunicaciones que son en forma lineal o circular. En la polarización lineal se cuenta con la polarización vertical y con la polarización horizontal y se requiere hacer un ajuste con una segunda antena para eliminar la polarización no deseada en la polaridad cruzada con respecto a la polaridad operativa para no interferir a señales de otros usuarios.

La polarización circular es utilizada proporcionando un mejor desempeño en los enlaces satelitales. La onda polarizada circularmente se genera mediante la combinación de dos



ondas polarizadas linealmente con un ángulo de  $90^\circ$  entre ellas. Si el campo eléctrico de la onda gira en sentido de las manecillas del reloj se dice que esta polarizado RHCP (right-handcircularlypolarized) y si rota en sentido contrario a las manecillas del reloj se dice que esta polarizado LHCP (left-handcircularlypolarized). La tasa de rotación es igual a la frecuencia de la portadora. La ventaja de la polarización circular es que no es necesario ajustar el alimentador de la antena a la recepción para recibir señales polarizadas en RHCP o en LHCP pero complica el diseño del alimentador, el cual debe separar las dos señales antes de que sean procesadas.



**Figura 3.20** Polarización de Antenas para Transmisión Satelital

#### 3.3.1.4.1.6 PÉRDIDAS DE TRANSMISIÓN

La mayor pérdida de transmisión se encuentra en la propagación de la señal de la tierra al satélite y viceversa. En un cálculo de enlace ésta atenuación debida a la distancia se le llama pérdida por espacio libre,  $L$  y está basada en la distancia  $S$  a una longitud de onda  $\lambda$ .

La pérdida por espacio libre se puede calcular como:

$$L = \frac{(4\pi S)^2}{\lambda^2}$$

La pérdida por espacio libre comúnmente se expresa en decibeles. Mediante la ecuación mostrada anteriormente se

obtiene un número absoluto. La distancia se mide en kilómetros y la longitud de onda esta expresada en metros. Existen otro tipo de pérdidas que son relativamente menores. Las pérdidas atmosféricas son pequeñas pero significativas y se vuelven más representativas con el incremento en la frecuencia y con la precipitación en el aire especialmente cuando se presentan tormentas tropicales. Las pérdidas en potencia debido a errores en el apuntamiento de la antena se incluyen como perdidas por transmisión.

Para realizar los cálculos de las pérdidas por el espacio libre primero hay que conocer primeramente la distancia  $S$  de la estación terrena al satélite que dependerá del ángulo de elevación de la antena de la estación terrestre y se calcula como:

$$S = \sqrt{R^2 + R_e^2 - (2R_e(R) \sin(E + \sin^{-1}((R_e/R) \cos E)))}$$

Donde  $R$  es la distancia promedio del centro de la tierra hacia el satélite, 42164.2 kilómetros,  $R_e$  es el radio

promedio de la tierra, 6378.155 kilómetros y E es el ángulo de elevación.

Para calcular las pérdidas en el espacio libre se puede utilizar la siguiente ecuación:

$$L_{db} = 20 \log\left(\frac{4\pi f S}{c}\right)$$

Siendo f la frecuencia en Hz, S la distancia entre la estación terrestre y el satélite expresado en metros y c la velocidad de la luz  $3 \times 10^8$  m/s.

#### **3.3.1.4.1.7 POTENCIA ISOTRÓPICA RADIADA EFECTIVA - PIRE**

Se ha hablado anteriormente sobre las cualidades de las antenas parabólicas para concentrar la energía electromagnética de radiofrecuencia hacia el receptor. La PIRE se obtiene multiplicando la potencia de transmisión (la potencia del amplificador menos todas las pérdidas hasta el radiador de la antena) con la ganancia de antena.

$$PIRE = P_{tx} G_{ant}$$

La ecuación anterior da como resultado la potencia isotrópica radiada efectiva expresada en watts. La ecuación también puede expresarse en términos de decibeles.

$$PIRE = 10 \log P_{tx} + G_{ant}$$

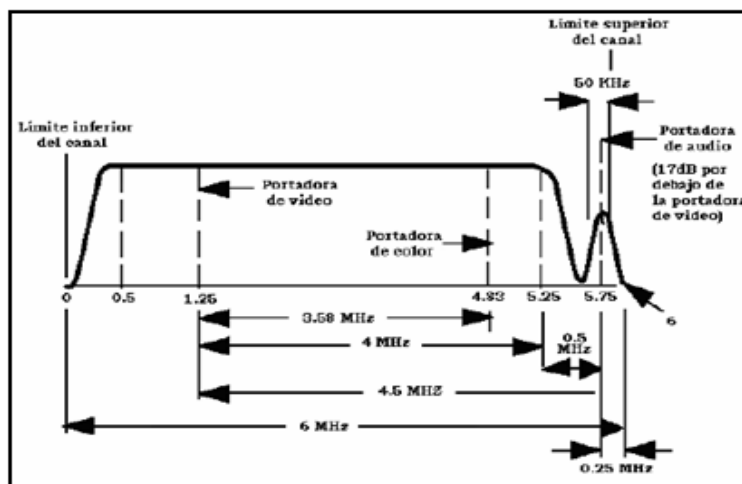
La potencia es en watts y la ganancia es en dB por lo que la PIRE está dada en dBW.

#### **3.3.1.4.2 RECEPTOR**

Una vez recibida la señal del satélite por medio de la antena el receptor se encarga de separar los distintos canales provenientes de un mismo satélite; para lo cual se programa al receptor con los datos del satélite, las frecuencias a sintonizar y el Symbol Rate, el mismo proporciona la alimentación eléctrica necesaria para el LNB (Bloque de Bajo Ruido por sus siglas en inglés), el cual se encuentra ubicado en el foco de la antena parabólica.

A la salida del receptor satelital se tiene por separado la señal de audio y video las cuales pasan a un demodulador. En la figura 3.19 se observa las frecuencias a las que están siendo moduladas las portadoras de audio y video dentro del

ancho de banda de un canal analógico. En caso de ser un canal de servicio pago por ver (PPV), las señales de audio y video pasan por un equipo transcoder antes de entrar al modulador.



**Figura 3.21** Imagen tomada de google- Espectro de Frecuencias de un Canal Analógico

### 3.3.1.4.3 DEMODULADOR

Las señales recibidas por el receptor pasan a un equipo demodulador, el cual, recuperará toda la información ya sea datos, audio y video por separado, o audio y video juntos.

### 3.3.1.4.4 TRANSCODER

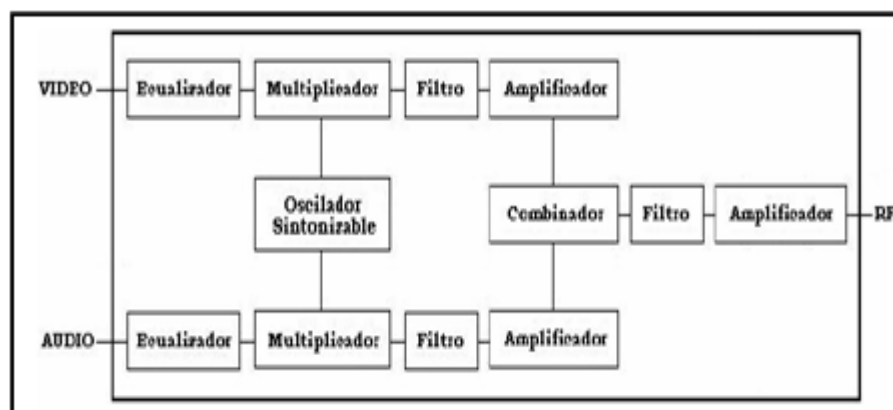
Este equipo se encarga de eliminar la sincronía de la señal de video en determinados canales, con el fin de impedir que los usuarios accedan a canales PPV; para esto, se modula únicamente la portadora de video a una frecuencia diferente dentro del ancho de banda del canal analógico. Al eliminar la sincronía de la portadora de video se consigue que la imagen no pueda ser vista en el televisor, aunque muchas veces el canal del audio si puede ser escuchado.

Muchas veces el transcoder es denominado codificador de señal. La recuperación de la señal se la realiza a través de filtros a nivel de la red de acometida.

#### **3.3.1.4.5 MODULADOR**

Dentro del modulador las señales son ecualizadas para corregir la diferencia de amplitud, dependiendo del tipo del modulador, la frecuencia a la cual se va a transmitir puede ser fija o sintonizable, luego de la etapa de modulación, las señales son filtradas para eliminar los armónicos propios de la modulación; a continuación las portadoras moduladas de

audio y video son amplificadas para garantizar calidad en la señal del canal. Una vez amplificadas pasan por un combinador y vuelven a ser filtradas para evitar cualquier inserción extraña propia del combinador.



**Figura 3.22**Diagrama de Bloques de un Modulador

#### 3.3.1.4.6 COMBINADOR

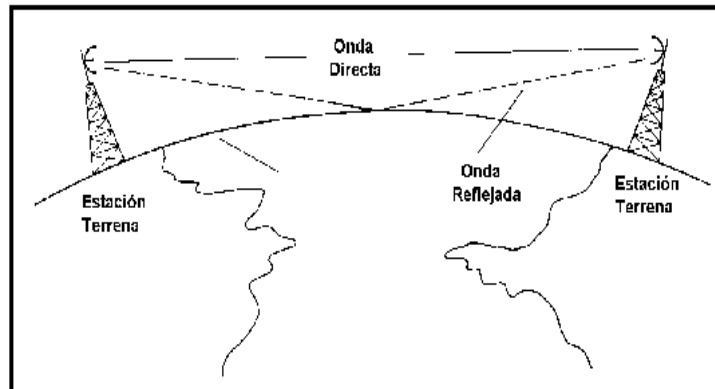
A la salida del modulador se encuentra una señal RF de determinada frecuencia, como todas las señales deben viajar por el mismo canal, se emplean combinadores los cuales multiplexan en frecuencias las señales que reciben.

### 3.3.2 TRANSMISIÓN VÍA MICROONDAS – ENLACE PTP (PUNTO A PUNTO)



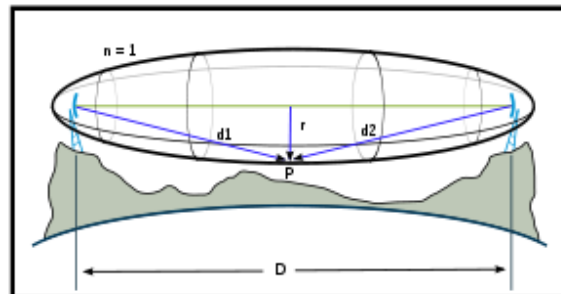
Las microondas son ondas que pueden propagarse en el vacío sin necesidad de un soporte material, cuya frecuencia está comprendida entre 300 MHz y 3 GHz. Como podemos deducir se trata de un sistema de transmisión inalámbrico ya que no precisa líneas de cableado. Entre las características más importantes tenemos:

- La transmisión se realiza entre un Emisor (modulador de microondas) y un Receptor (Demodulador), ayudado por repetidores intermedios para conseguir mayores alcances.
- Es imprescindible el contacto directo entre el emisor y el receptor, pudiendo intercalar varios repetidores.
- Permite la transmisión de señales de audio y video en tiempo real.
- Sensibilidad a ciertas interferencias y condiciones atmosféricas adversas.
- Alta capacidad de transmisión de datos.



**Figura 3.23** Imagen tomada de google- Enlace  
Microonda

### 3.3.2.1 ZONAS DE FRESNEL



**Figura 3.24** Imagen tomada de google-Zonas de Fresnel para un  
Enlace Punto a Punto - Microonda

Se llama zona de Fresnel al volumen de espacio entre el emisor de una onda -electromagnética, acústica, etc.- y un receptor, de modo que el desfase de las ondas en dicho volumen no supere los  $180^\circ$ .

Así, la fase mínima se produce para el rayo que une en línea recta al emisor y el receptor. Tomando su valor de fase como cero, la primera zona de Fresnel abarca hasta que la fase llegue a  $180^\circ$ , adoptando la forma de un elipsoide de revolución. La segunda zona abarca hasta un desfase de  $360^\circ$ , y es un segundo elipsoide que contiene al primero. Del mismo modo se obtienen las zonas superiores.

La obstrucción máxima permisible para considerar que no hay obstrucción es el 40% de la primera zona de Fresnel. La obstrucción máxima recomendada es el 20%. Para el caso de radiocomunicaciones depende del factor K (curvatura de la tierra) considerando que para un  $K=4/3$  la primera zona de Fresnel debe estar despejada al 100% mientras que para

un estudio con  $K=2/3$  se debe tener despejado el 60% de la primera zona de Fresnel.

### 3.3.2.1.1 CÁLCULO DE LAS ZONAS DE FRESNEL

Para establecer las zonas de Fresnel, primero debemos determinar la línea de vista de RF, que de forma simple, es la línea recta que une los focos de las antenas transmisora y receptora.

La fórmula genérica de cálculo de las zonas de Fresnel es:

$$r_n = \sqrt{\frac{n\lambda d_1 d_2}{d_1 + d_2}}$$

Donde:

$r_n$ = radio de la  $n$ ésima zona de Fresnel en metros ( $n=1, 2, 3, \dots$ ).

$d_1$ = distancia desde el transmisor al objeto en metros.

$d_2$ = distancia desde el objeto al receptor en metros.

$\lambda$ = longitud de onda de la señal transmitida en metros.

Aplicando la fórmula se obtiene del radio de la primera zona de Fresnel ( $r_1$  de la fórmula superior), conocida la distancia entre dos antenas y la frecuencia en la cual transmiten la señal, suponiendo al objeto situado en el punto central. En unidades del SI:

$$r_1 = 8,657 \sqrt{\frac{D}{f}}$$

Donde:

$r_1$  = radio en metros (m).

$D$  = distancia en kilómetros (km) ( $d_1 = d_2, D = d_1 + d_2$ ).

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

$f$  = frecuencia de la transmisión en gigahercios (GHz)

### 3.3.3 TRANSMISIÓN VÍA FIBRA ÓPTICA

La fibra óptica es un medio de transmisión empleado habitualmente en redes de datos; un hilo muy fino de material transparente, vidrio o materiales plásticos, por el que se envían pulsos de luz que representan los datos a transmitir. El haz de luz queda completamente confinado y se propaga por el interior de la

fibra con un ángulo de reflexión por encima del ángulo límite de reflexión total, en función de la ley de Snell. La fuente de luz puede ser láser o un LED.

Las fibras se utilizan ampliamente en telecomunicaciones, ya que permiten enviar gran cantidad de datos a una gran distancia, con velocidades similares a las de radio y superiores a las de cable convencional. Son el medio de transmisión por excelencia al ser inmune a las interferencias electromagnéticas, también se utilizan para redes locales, en donde se necesite aprovechar las ventajas de la fibra óptica sobre otros medios de transmisión

**MULTIMODO:** En este hay múltiples rayos de luz de una fuente luminosa que se mueven a través del núcleo por caminos distintos.

En la fibra Multimodo de índice escalonado, la densidad del núcleo permanece constante desde el centro hasta los bordes. El término índice escalonado se refiere a la rapidez de este cambio, que contribuye a distorsionar la señal a medida que pasa a través de la fibra.

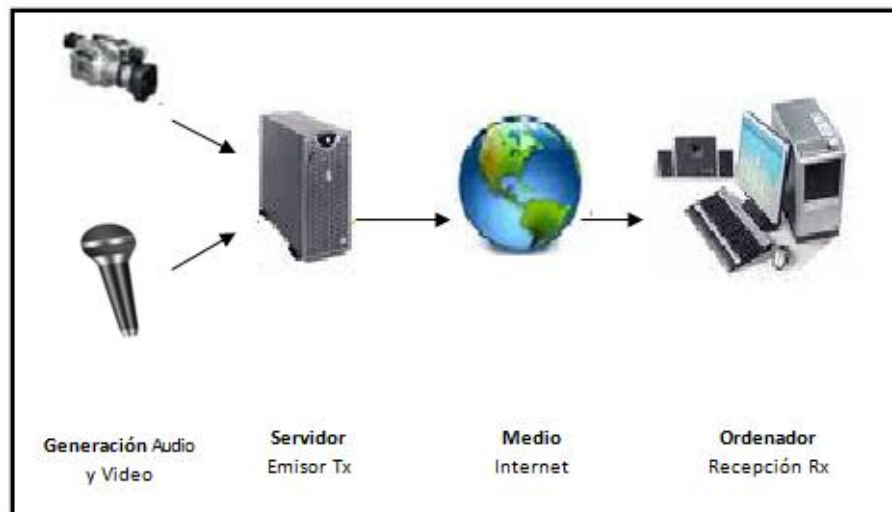
En la fibra Multimodo de índice de gradiente gradual, decrecienta esta distorsión de la señal a través del cable. Esta tiene densidad variable. La densidad es mayor que el centro del núcleo y decrece gradualmente hasta el borde.

**MONOMODO:** Usa fibra de índice escalonado y una fuente de luz muy enfocada que limita los rayos a un rango muy pequeño de ángulos.

Se fabrica con un diámetro mucho más pequeño que las fibras Multimodo y con una densidad sustancialmente menor (índice de refracción). La propagación de los distintos rayos es casi igual y los retrasos son despreciables y los rayos llegan al destino 'juntos'.

### 3.3.4 TRANSMISIÓN VIA INTERNET - FTP

Es posible la transmisión de audio y video a través de una red (Internet o Intranet), llegando a cualquier lugar del mundo por medio de la línea RDSI, ADLS, GSM solo disponiendo de un ordenador en red conectado a la nube de internet contando con todos los accesos correspondientes tal como usuarios y contraseñas.



**Figura 3.25** Imagen tomada de google-Modelo de Transmisión

Vía Internet

### 3.4 BROADCASTING (IRRADIACIÓN)

Broadcasting (literalmente lanzar ampliamente) es un término inglés que designa generalmente la emisión de señales de radio y televisión para uso público generalizado. En español, a veces, se usa radiodifusión, aunque esta palabra está asociada generalmente a las emisiones de radio; el broadcasting, en cambio, puede hacerse por medios técnicos distintos a las radiofrecuencias, como por ejemplo Internet o cable. Una aproximación bastante precisa parece darla el término difusión masiva.



La televisión hasta tiempos recientes, principios del siglo XXI, fue analógica totalmente y su modo de llegar a los televidentes era mediante el aire con ondas de radio en las bandas de VHF y UHF. Pronto salieron las redes de cable que distribuían canales por las ciudades. Esta distribución también se realizaba con señal analógica, las redes de cable pueden tener una banda asignada, más que nada para poder realizar la sintonía de los canales que llegan por el aire junto con los que llegan por cable.

El satélite, que permite la llegada de la señal a zonas muy remotas y de difícil acceso, su desarrollo, a partir de la tecnología de los lanzamientos espaciales, permitió la explotación comercial para la distribución de las señales de televisión. El satélite realiza dos funciones fundamentales, la de permitir los enlaces de las señales de un punto al otro del orbe, mediante enlaces de microondas, y la distribución de la señal en difusión.

La figura 3.24 nos muestra el diagrama de bloques de un transmisor usado para la radio difusión de canales para televisión analógica, y la Figura 3.25 presenta el proceso por el cual atraviesa una señal antes de ser enviada al aire hacia los televidentes, el último bloque corresponde a la amplificación con la cual se define la cobertura de un canal de televisión.

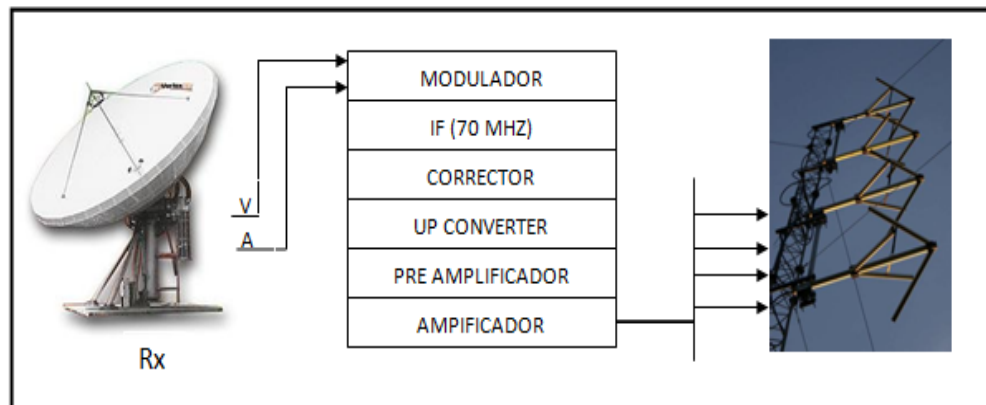


Figura 3.26 Transmisor para Broadcasting Televisión Analógica

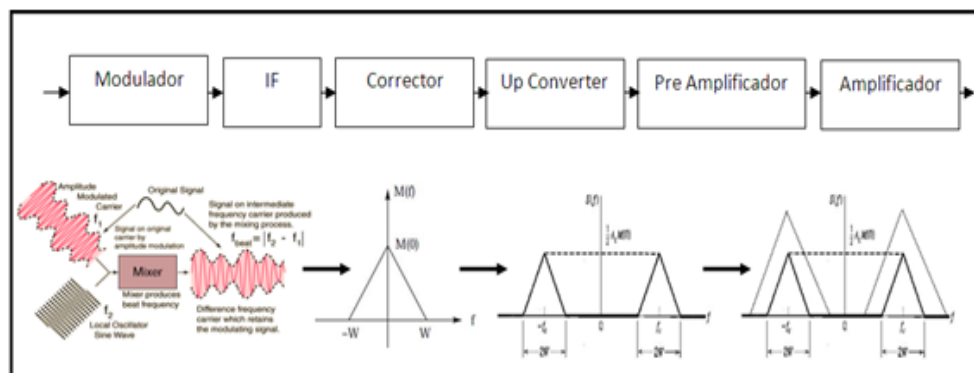


Figura 3.27 Proceso de la Señal de Audio y Video en un Transmisor Analógico

### 3.4.1 AMPLIFICADORES DE ALTA POTENCIA

Los amplificadores de potencia tienen la función principal de aumentar la potencia de la señal para que esta pueda propagarse a través del espacio. Existen tres tipos principales de amplificadores de potencia: los amplificadores de estado sólido (SSPA), los amplificadores klystron y los

amplificadores de tubos de ondas progresivas (TWTA). El uso de estos amplificadores depende de que segmento se trate. Por ejemplo, en el segmento terrestre se pueden utilizar TWTAs, SSPAs y Klystrons ya que existe mayor disponibilidad de energía eléctrica. Las estaciones terrenas de calidad mínimamente cuentan con un amplificador de alta potencia (HPA) en operación junto a otro HPA asociado de respaldo en caso de que el HPA operativo falle. La conmutación es posible a través de un circuito conmutador de entradas y salidas que consiste en un arreglo redundante conectado al combinador de la antena a través de guías de onda que lo interconectan con una configuración determinada de conmutadores de guías de onda. Los tubos de microondas utilizados principalmente en los amplificadores de las estaciones terrenas medianas y grandes son los TWTAs y los Klystrons, mientras que en las estaciones terrenas pequeñas son utilizados los amplificadores de estado sólido.

#### **3.4.1.1 AMPLIFICADORES DE TUBOS DE ONDAS PROGRESIVAS TWTA**

Un amplificador de este tipo se dice que es de banda amplia ya que amplifica en la banda completa del satélite utilizado (500 Mhz)

con una ganancia uniforme en toda la banda y con el mismo retardo de grupo.

Es muy utilizado en estaciones terrestres con portadoras del tipo TDMA y por que permite, en las portadoras telefónicas, que múltiples portadoras sean transmitidas simultáneamente usando un mismo tubo independientemente en que frecuencia de la banda se encuentren dichas portadoras. El problema que se presenta es que pueden generarse productos de intermodulación en este tipo de amplificadores al transmitir múltiples portadoras usando el mismo tubo. Los tubos cuentan con un parámetro que es dado por el fabricante que expresa el grado de linealidad que puede esperarse del tubo.

Esta dificultad puede ser eliminada configurando la unidad amplificadora y realizando un ajuste en la cadena ascendente de las señales de comunicaciones que se tienen a la entrada del amplificador utilizando dispositivos de diagnostico como medidores de potencia y analizadores de espectro de radiofrecuencia. El inconveniente que esto produce es que actualmente no es posible

aprovechar toda la potencia de un amplificador de este tipo al usar múltiples portadoras sin que se produzcan intermodulaciones.

Actualmente los proveedores de este tipo de amplificadores han hecho algo para minimizarlo introduciendo linealizadores para los tubos de ondas progresivas para aumentar la eficiencia de las unidades amplificadoras. Los proveedores principales que construyen este tipo de amplificadores son MCL y CPI, quienes en la mayoría de sus amplificadores utilizan tubos de ondas progresivas manufacturados por NEC.

#### **3.4.1.2 AMPLIFICADORES KLYSTRON**

Los amplificadores Klystron son esencialmente amplificadores por canales. Estos equipos cuentan con dispositivos pasa bandas de 40, 45 y 85 MHz para la banda C (aproximadamente el ancho de banda de un transpondedor de satélite) y de 80 y 85 MHz para la banda Ku. Estos amplificadores operan mejor en las redes con portadoras moduladas en frecuencia del tipo FDMA pero se considera que pueden ser inadecuadas para portadoras moduladas en xFSK y con codificación digital del tipo TDMA.

Algunos sistemas amplifican un ancho de banda de señales mayor a este.

#### **3.4.1.3 AMPLIFICADORES DE ESTADO SÓLIDO**

Amplificadores de potencia de estado sólido – SSPA Estos amplificadores son utilizados para estaciones terrenas de pocas portadoras y de baja capacidad relativa. Debido a los adelantos en los transistores de efecto de campo usando Galio Arsénico (GaAs) y los avances en la tecnología de circuitos, los amplificadores de estado sólido ya han alcanzado los 200W en la banda C y los 100W en la banda Ku

## **CAPITULO 4**

### **TELEVISIÓN DIGITAL**

#### **4. 1 TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE (TDT)**

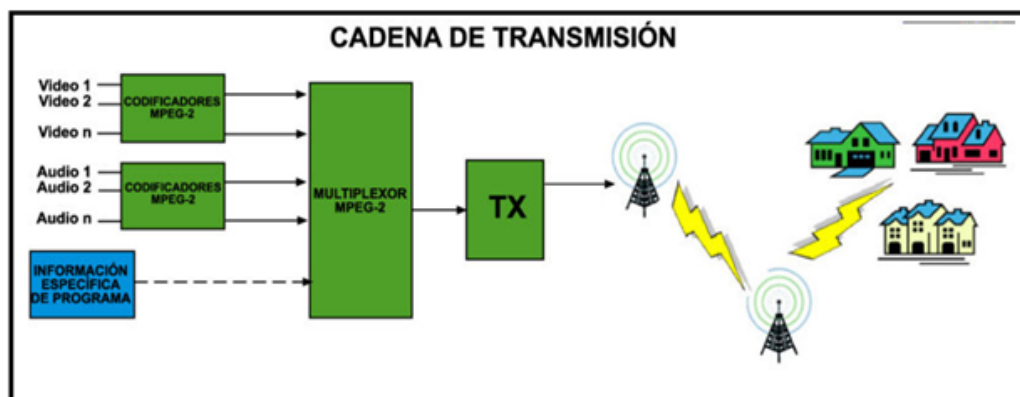
Televisión digital terrestre (TDT) es la transmisión de imágenes en movimiento y su sonido asociado (televisión) mediante una señal digital (codificación binaria) y a través de una red de repetidores terrestres.

La codificación digital de la información aporta diversas ventajas. Entre ellas cabe destacar, en primer lugar, la posibilidad de comprimir la señal. Se puede efectuar un uso más eficiente del espectro radioeléctrico. Tras proceder a su multiplexación, se pueden emitir más canales - que en sistema digital pasan a denominarse "programas digitales" - en el espacio antes empleado por uno, denominado ahora "canal múltiple digital" o "múltiplex". El número de programas transmitidos en cada canal múltiple dependerá del ratio de compresión empleado. Por otro lado, se puede dedicar el espectro sobrante para otros usos. La compresión también ha hecho viable la emisión de señales de televisión en alta definición (HD o highdefinition en inglés), que requieren un ancho de banda mayor que la de definición estándar.

Conviene mencionar que la señal digital no es más robusta que la analógica, es decir, no es más resistente a posibles interferencias. Ambas son señales electromagnéticas, de la misma naturaleza, y susceptibles de ser distorsionadas por campos eléctricos o magnéticos, por las condiciones meteorológicas, etc. La diferencia, como se ha expuesto, radica en la manera de codificar la



información. La codificación digital sigue algoritmos lógicos que permiten posteriormente identificar y corregir errores. La transmisión de TDT se realiza siguiendo los parámetros técnicos establecidos por diferentes estándares tecnológicos. Existen varios y su uso por parte de los estados responde a su capacidad para crear estándares, a su ubicación geográfica y a su pertenencia a la esfera de influencia de los estados creadores de estándares. Así, el ATSC estadounidense es empleado, entre otros, en Estados Unidos, Canadá, México, Corea del Sur, Honduras, El Salvador y República Dominicana. El estándar japonés ISDB-T se utiliza en Japón, Filipinas y en la mayoría de los países latinoamericanos: Brasil, Bolivia, Perú, Argentina, Paraguay, Chile, Venezuela, Ecuador, Costa Rica, Nicaragua, Guatemala, Y Uruguay (con excepción de Colombia, Panamá, Guyana, Suriname, Honduras, El Salvador y México). El DVB-T europeo se emplea en la Unión Europea, Australia, Sudáfrica, Namibia, Panamá, Colombia y Turquía. En China se usa el DTMB (antes denominado DSM-T/HDSM).



**Figura 4.1** Cadena de Transmisión Canal Digital

#### **4.1.1 MEJOR APROVECHAMIENTO DEL ANCHO DE BANDA**

La tecnología de televisión analógica sólo permite la transmisión de un único programa de televisión por cada canal UHF (ya sea de 6 MHz, 7 MHz u 8 MHz de ancho de banda). Además los canales adyacentes al que tiene lugar una emisión han de estar libres para evitar las interferencias.

La codificación digital de los programas permite que en el ancho de banda disponible en un solo canal UHF se puedan transmitir varios programas con la calidad similar a la de un DVD o uno o dos con calidad HD.

El número de programas simultáneos depende de la calidad de imagen y sonido deseadas, si bien en la actualidad es de cinco programas, con un uso habitual de cuatro, lo cual da una buena calidad en imágenes con movimientos lentos, si bien en escenas de más acción se pueden apreciar fácilmente zonas de la imagen distorsionadas, que reciben el nombre de artefactos (anomalías) (artifacts, en inglés) debidas a la codificación digital MPEG-2 (o MPEG-4) de baja velocidad.

Sin embargo, la gran flexibilidad de la codificación MPEG-2 o MPEG-4 permite cambiar estos parámetros en cualquier momento, de manera transparente a los usuarios. El bloque de cuatro o cinco canales de emisión que se emite por un canal habitual de UHF recibe el nombre de MUX (múltiplex). El flujo binario del MUX es la multiplexación de los canales que lo componen. La relación de flujo de cada canal multiplexado se puede regular a voluntad, lo que es equivalente a regular la calidad de los mismos. Se puede asignar un flujo alto a una película o un evento deportivo de pago detrayendo flujo de los otros canales que componen el MUX y pueden ser de emisión abierta. Como el flujo depende del contenido de la imagen, muchas variaciones o mucho detalle de una imagen producen más flujo. El aprovechamiento óptimo del MUX, cuando todos sus componentes tienen la misma importancia comercial, se realiza mediante un control estadístico del flujo. Un sistema inteligente estima el flujo de cada canal que compone en MUX en cada momento y va asignando mayor o menor ancho de banda según la necesidad detectada. Lógicamente, se puede determinar, canal por canal, un ancho de banda mínimo como se ha comentado anteriormente

#### **4.1.2 MAYOR CALIDAD DE AUDIO Y VIDEO**

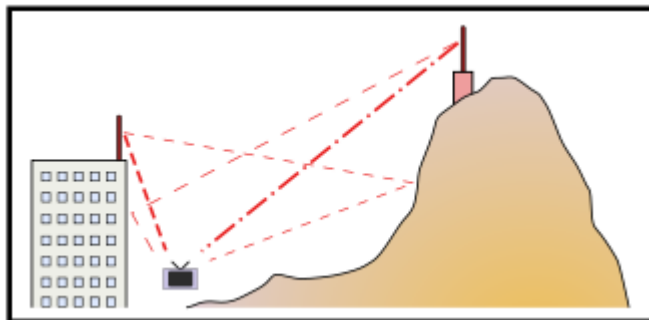
Debido al mejor aprovechamiento del ancho de banda, las emisiones de TDT pueden constar de mayor calidad audiovisual.

La transmisión terrestre de televisión se ve afectada por dispersión de energía, zonas de sombra y reflexiones que provocan ecos. En transmisión analógica esos problemas se manifiestan como nieve, ruido en la imagen, dobles imágenes, colores deficientes y sonido de baja calidad. En transmisión digital, al haberse codificado la señal de manera lógica y no proporcional, el receptor puede corregir, hasta cierto punto, las distorsiones provocadas por interferencias. No obstante, cuando el receptor no es capaz de subsanar ciertos errores - ello puede ocurrir cuando la interferencia ha modificado sustancialmente la señal - puede producirse la congelación de partes de la imagen o la interrupción del sonido. Cuando el nivel de error supera cierto límite, el receptor es incapaz de recomponer la señal. Es entonces cuando la pantalla ofrece una imagen en negro sin sonido. El hecho de que exista este límite de error determinado, y no una pérdida progresiva de la calidad (como era

habitual en la transmisión analógica) se denomina abismo digital (digital cliff en inglés).

La imagen, sonido y datos asociados a una emisión de TDT se codifican digitalmente. Para ello, en resolución estándar, se suele emplear el estándar MPEG-2. También se puede emplear, entre otros, el estándar H.264, que al permitir un mayor ratio de compresión, es adecuado para las emisiones en alta definición o bien para incrementar el número de programas digitales incluidos en cada canal múltiple.

El problema de los ecos se ha solucionado aplicando, en el caso de DVB-T, la modulación COFDM. En la TDT el flujo binario resultante de codificar la imagen, el sonido y los datos del programa se transmite mediante miles de portadoras entre las que se reparte la energía de radiación. Las portadoras mantienen una ortogonalidad, en el dominio de la frecuencia, su energía se sitúa en el cruce por cero de cualquier otra, lo que facilita la modulación.



**Figura 4.2** Señal Superpuesta por el Rebote se Señal en Edificios

COFDM: La duración de los bits es superior a los retardos, evitando ecos y permitiendo reutilizar las mismas frecuencias en antenas vecinas.

Se divide el flujo de datos binarios en miles de sub-flujos de datos a muy baja velocidad y por tanto elevada duración de bit. Se emite durante un tiempo útil seguido de una parada o tiempo de guarda. Durante el tiempo útil todos los transmisores están sincronizados y emiten en paralelo una parte de bits del flujo binario. De esta manera, en entornos urbanos, las interferencias no degradan sino que mejoran la potencia y relación señal-ruido de la señal recibida. Las posibles reflexiones o rebotes de la señal en obstáculos del entorno como se observa en la figura 4.2 (p. ej. edificios) hacen que las señales se superpongan sumando potencia y mejorando la relación de señal a ruido.

Además, la codificación dispone de mecanismos para la detección y corrección de errores que mejoran la tasa de error en las señales recibidas en entornos especialmente desfavorables.

La compresión MPEG-2 utilizada es una compresión con pérdidas. Esto significa que antes de la emisión la calidad del audio y el vídeo en televisión digital puede ser inferior que en televisión analógica debido a las anomalías (artefactos) provocadas por la compresión. En cambio, la calidad relativa a la relación señal/ruido aumenta como ocurre entre un disco compacto y una cinta o casete. Por lo tanto, lo que nos garantiza la televisión digital terrestre es una correcta recepción de la señal recibida, libre de perturbaciones provocadas por la transmisión. El efecto de una gran pérdida en la compresión por un ancho de banda escaso para la escena se puede comprobar en imágenes con gran cantidad de cambios de un fotograma al siguiente, como es el caso imágenes con lluvia o aspersores, polvo y tierra, pruebas deportivas o multitudes en movimiento como los encierros de San Fermín. En estas situaciones se pueden observar los bordes de los cuadrados en los que se divide la imagen para codificarla. Este problema es subsanable con el ancho de banda dinámico en el MUX, como se explica a continuación.

### **4.1.3 MAYOR NÚMERO DE EMISIONES DE TELEVISIÓN**

Gracias al mejor aprovechamiento del ancho de banda, la TDT permite transmitir mayor cantidad de señales en un mismo canal.

Puesto que en el ancho de banda empleado por un canal analógico ahora se pueden transmitir varios programas digitales, la emisión digital comporta un importante ahorro energético por canal. Ello implica una reducción de costos para los radiodifusores.

### **4.1.4 MAYOR FLEXIBILIDAD DE LAS EMISIONES Y SERVICIOS ADICIONALES**

En cada canal de radio se emite un único flujo MPEG-2, que puede contener un número arbitrario de flujos de vídeo, audio y datos. Aunque varios operadores compartan el uso de un canal multiplexado (múltiplex), cada uno puede gestionar el ancho de banda que le corresponde para ofrecer los contenidos que desee. Puede (por ejemplo) emitir un flujo de



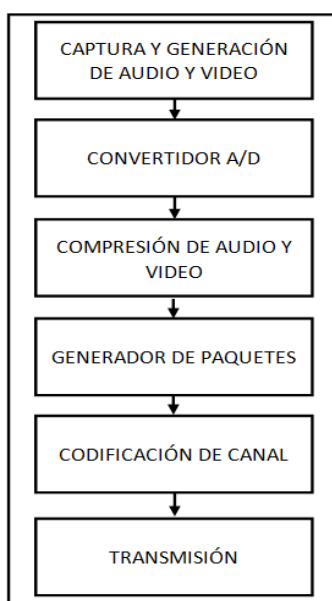
vídeo, dos de audio (por ejemplo, en dos idiomas a la vez), varios de datos (subtítulos en tres idiomas, subtítulos para sordos, en un partido información con las estadísticas de los jugadores, o en una carrera automovilística información de tiempos y posiciones, etc.).

El aprovechamiento de toda esta información por parte del usuario es posible gracias a las diversas aplicaciones de que dispone el receptor TDT, en general conformes al estándar de la industria llamado MHP (Multimedia Home Platform). Cada operador podrá desarrollar las aplicaciones que proporcionen los servicios deseados a sus clientes, y éstas se instalarán en el receptor TDT para dar acceso a dichos servicios.

Una de estas aplicaciones es la EPG (Electronic Program Guide), o guía electrónica de programas, que permitirá al usuario ver la información sobre programas de las emisoras (y horarios), eventualmente le dará la posibilidad (según la complejidad del receptor) de programar la grabación de programas, ver la descripción de los mismos, actores, etc.

Entre los diferentes servicios que incluye la plataforma digital hay un capítulo entero dedicado al pago por visión. La televisión digital permite el cifrado y por ello cualquier posibilidad de televisión de pago.

## 4. 2 ESTRUCTURA DE UN CANAL DE TELEVISIÓN (DIGITAL)



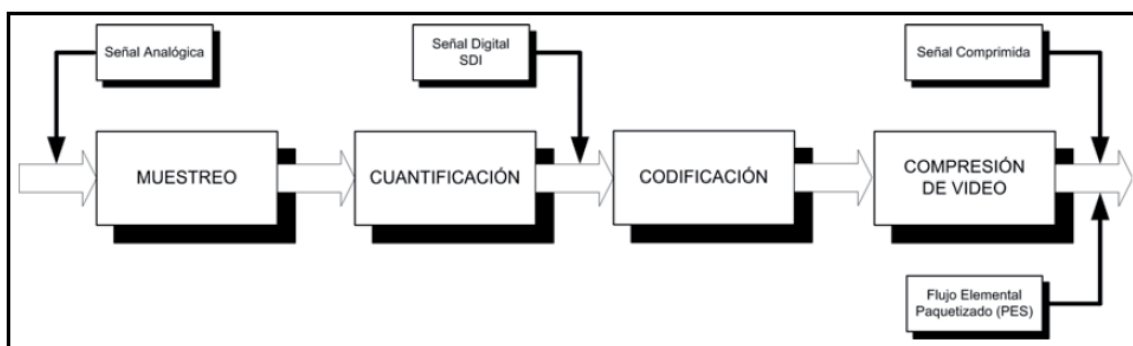
**Figura 4.3** Estructura de Canal Digital

### 4.2.1 CAPTURA Y GENERACIÓN DE AUDIO Y VIDEO

Dado que, tanto la señal generada de una imagen (puntos luminosos) por un barrido de una cámara de video, como la voz para crear audio, son procesos estocásticos la forma de obtenerlos es exactamente la misma que para el caso analógico, explicado en el Capítulo anterior, la principal diferencia radica en la posibilidad de aumentar los puntos de escaneo de

una cámara para lograr una mejora en la calidad de imagen, ya que gracias a la compresión de datos en televisión digital, es posible manejar gran cantidad de tramas de bits las cuales contienen la información de las imágenes grabadas.

#### 4.2.2 CONVERTIDOR A/D (ANÁLOGO A DIGITAL)



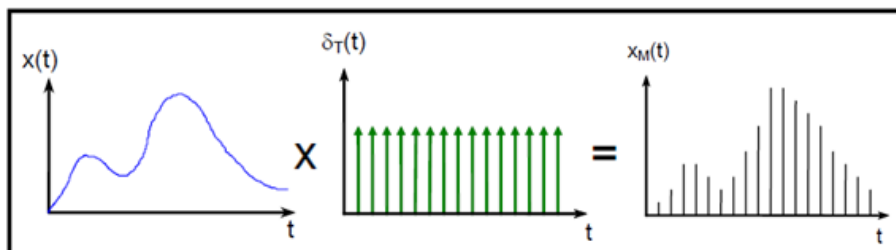
**Figura 4.4** Convertidor Análogo a Digital y Bloque de Compresión

Existen varias maneras de representar digitalmente una forma de onda, pero la más usada es el sistema PCM (Modulación por Impulsos Codificados). La entrada es una forma de onda continua en el tiempo y continua en amplitud, que mediante una combinación de muestreo y cuantificación se convierte en un formato discreto tanto en el tiempo como en amplitud. Como ambos procesos son ortogonales entre sí, son por completo independientes y pueden realizarse en cualquier orden. En

teoría, los dos procesos dan el mismo resultado pero, en la práctica, cada uno adolece de defectos diferentes.

#### 4.2.2.1 MUESTREO

El muestreo no es más que una medición periódica de la onda. El proceso de muestreo se origina con un tren de impulsos, de amplitud y periodo constante. La amplitud de la forma de onda de la señal modula el tren de impulsos del mismo modo que se modula en amplitud la portadora de un transmisor radio eléctrico.



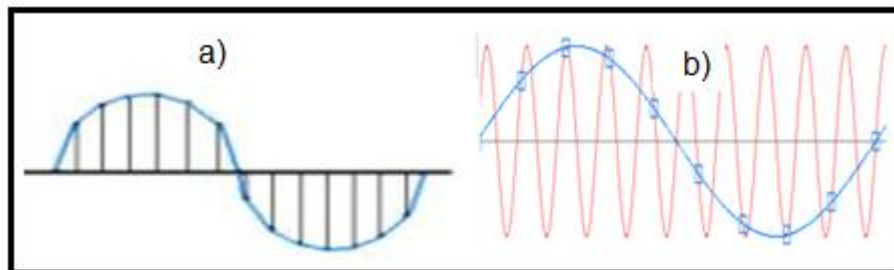
**Figura 4.5** Muestreo de una Señal Analógica Mediante un Tren de Impulsos

##### 4.2.2.1.1 EL EFECTO ALIAS (ALIASING)

En estadística, procesamiento de señales, computación gráfica y disciplinas relacionadas, el aliasing es el efecto que causa que señales continuas distintas se tornen indistinguibles cuando se muestrean digitalmente. Cuando esto sucede, la señal original no puede ser reconstruida de forma unívoca a partir de la señal digital. Una imagen

limitada en banda y muestreada por debajo de su frecuencia de Nyquist en las direcciones "x" e "y", resulta en una superposición de las replicas periódicas del espectro  $G(f_x, f_y)$ . Este fenómeno de superposición periódica sucesiva es lo que se conoce como aliasing o Efecto Nyquist. Cuando se produce este efecto, ciertas frecuencias de salida no son las mismas que las correspondientes frecuencias de entrada, sino que se convierten en frecuencias diferencias.

En resumen, cuando la frecuencia de entrada es superior a la frecuencia de muestreo se produce el efecto aliasing, mostrado en la Figura 4.6, debido al solape de las bandas laterales, dando a lugar a la regla fundamental de muestreo, formulado en primer lugar por Shannon en el mundo occidental y casi al mismo tiempo por Kotelnikov en Rusia. La regla estipula que la frecuencia de muestreo debe ser al menos el doble de la frecuencia de entrada más alta.



**Figura 4.6** Muestreo de Señales a) Señal Muestreada Correctamente b) Efecto Aliasing debido al solape de las Bandas Laterales

#### 4.2.2.1.2 ELECCIÓN DE LA FRECUENCIA DE MUESTREO PARA AUDIO

El criterio de Nyquist es solo el principio del proceso que hay que seguir para elegir una adecuada frecuencia de muestreo.

La adaptación de una frecuencia de muestra única para el audio hubiera sido ventajoso, pero por razones prácticas y económicas, el audio digital cuenta con tres frecuencias de muestreo: 32 KHz para radio difusión, 44,1 KHz para discos compactos y 48 KHz para aplicaciones profesionales.

#### 4.2.2.1.3 ELECCIÓN DE LA FRECUENCIA DE MUESTREO PARA VIDEO

La frecuencia de 13,5 MHz es suficiente para ajustarse a la teoría del muestreo y, al mismo tiempo, permite un número entero de muestras con una frecuencia de reloj común para las dos normas (525 y 625 líneas).

Las señales en componentes, o diferencias de color, tienen solo la mitad de la anchura de banda de la luminancia y pueden ser muestreadas a la mitad de la frecuencia de muestreo para la luminancia, es decir, 6,75 MHz. Los sistemas de televisión mejorada y de alta definición requieren frecuencias de muestreo proporcionalmente más elevadas.

En video compuesto, el proceso que normalmente se realiza en el dominio digital es la decodificación en componentes. En el dominio digital, la separación de la luminancia y la crominancia es más fácil si la frecuencia de muestreo es un múltiplo de la frecuencia de la sub-portadora. Aunque el triple de la frecuencia de la sub-portadora es un valor adecuado desde el punto de vista de la teoría del muestreo,

necesita filtros con bastante pendiente, y por ello como valor práctico se utiliza el cuádruple de la frecuencia de la sub-portadora.

#### **4.2.2.2 CUANTIFICACIÓN**

Básicamente, la cuantificación lo que hace es convertir una sucesión de muestras de amplitud continua en una sucesión de valores discretos preestablecidos según el código utilizado.

Durante el proceso de cuantificación se mide el nivel de tensión de cada una de las muestras, obtenidas en el proceso de muestreo, y se les atribuye un valor finito (discreto) de amplitud, seleccionado por aproximación dentro de un margen de niveles previamente fijado.

Los valores preestablecidos para ajustar la cuantificación se eligen en función de la propia resolución que utilice el código empleado durante la codificación. Si el nivel obtenido no coincide exactamente con ninguno, se toma como valor el inferior más próximo.



En este momento, la señal analógica (que puede tomar cualquier valor) se convierte en una señal digital, ya que los valores que están preestablecidos, son finitos. No obstante, todavía no se traduce al sistema binario. La señal ha quedado representada por un valor finito que durante la codificación será cuando se transforme en una sucesión de ceros y unos.

Así pues, la señal digital que resulta tras la cuantificación es diferente a la señal eléctrica analógica que la originó, algo que se conoce como Error de cuantificación. El error de cuantificación se interpreta como un ruido añadido a la señal tras el proceso de decodificación digital. Si este ruido de cuantificación se mantiene por debajo del ruido analógico de la señal a cuantificar (que siempre existe), la cuantificación no tendrá ninguna consecuencia sobre la señal de interés

#### **4.2.2.2.1 ERROR DE CUANTIFICACIÓN**

Se define como error de cuantificación o ruido de cuantificación a la señal en tiempo discreto y amplitud continua introducida por el proceso de cuantificación y que resulta de igualar los niveles de las muestras de amplitud

continua a los niveles de cuantificación más próximos. Una vez cuantificadas las muestras podrán ser codificadas ya que siempre se podrá establecer una correspondencia biunívoca entre cada nivel de cuantificación y un número entero. Para el caso del cuantificador ideal se trata del único error que introduce el proceso.

El proceso de convertir una señal en tiempo discreto de amplitud continua en una señal discreta en tiempo y amplitud, expresando cada muestra por medio de una precisión finita y conocida consecuencia del ajuste a un número finito y determinado de niveles, se denomina cuantificación. La diferencia que resulta de restar la señal de entrada a la de salida es el error de cuantificación, esto es, la medida en la que ha sido necesario cambiar el valor de una muestra para igualarlo a su nivel de cuantificación más próximo. Esta diferencia, entendida como una secuencia de muestras de tiempo discreto pero de amplitud continua (al igual que la señal de entrada), puede ser interpretado en la práctica como una señal indeseada añadida a la señal

original (motivo por el que se denomina ruido, aunque no siempre cumpla con todos los criterios necesarios para ser considerado así y no distorsión), de modo que se cumple:

$$e_q(n) = x_q(n) - x(n)$$

Donde  $x(n)$  representa a la secuencia de muestras de amplitud continua a la entrada del cuantificador,  $x_q(n)$  es la secuencia de amplitud discreta (cuantificadas) a la salida del cuantificador y  $e_q(n)$  representa la secuencia de muestras de amplitud continua del error de cuantificación. El receptor/lector de  $x_q(n)$  no tiene la información necesaria para identificar el componente de error  $e_q(n)$  que incluye y poder recuperar  $x(n)$ . Es decir, la reconstrucción de las muestras originales de amplitud continua (sin cuantificar) no es posible sólo a partir de las muestras cuantificadas: falta la información necesaria para distinguir el error de la señal una vez estos se suman en la cuantificación.

El error de cuantificación  $e_q(n)$  está siempre en el rango  $-\Delta/2$  a  $\Delta/2$  mientras la señal analógica de entrada se encuentre dentro del rango del cuantificador:

$$-\frac{\Delta}{2} < e_q(n) < \frac{\Delta}{2}$$

Donde  $\Delta$  es el tamaño del escalón de cuantificación que viene dado por:

$$\Delta = \frac{R}{L}$$

Donde  $R$  es el rango del cuantificador y  $L$  el número de niveles de cuantificación.

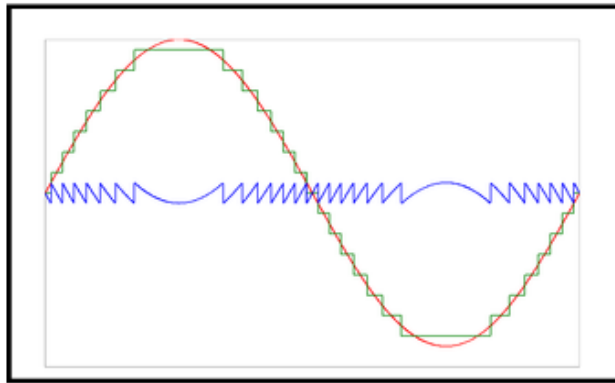
En el caso de que el error está limitado en magnitud [es decir,  $|e_q(n)| < \Delta/2$ ], el error resultante se denomina ruido granular. Cuando la entrada cae fuera del rango de cuantificación (recorte),  $e_q(n)$  es ilimitado y resulta en ruido de sobrecarga.

Teóricamente, la cuantificación de las señales analógicas resulta siempre en una pérdida de información. Éste es el

resultado de la ambigüedad introducida por la cuantificación. De hecho, la cuantificación es un proceso no reversible, dado que a todas las muestras a un intervalo inferior a  $\Delta/2$  de un determinado nivel se les asignan el mismo valor. Sin embargo, discretizar una señal en su otra dimensión (el tiempo) mediante el proceso de muestreo, no es irreversible tal y como demuestra el teorema de muestreo y si se cumplen los criterios que impone el propio teorema debido a la naturaleza periódica y, por tanto, determinista de las señales que se someten a este proceso y a la limitación del ancho de banda (límite superior a la frecuencia de los componentes que componen la señal periódica). Dicho de otro modo, una onda periódica muestreada cumpliendo los criterios de Nyquist sólo puede comportarse de un único modo entre dos muestras contiguas y este comportamiento es totalmente deducible a partir de la serie completa de muestras de amplitud continua de la señal. La discretización de la dimensión amplitud (la cuantificación), es, por tanto, el único proceso que introduce un error teórico (en procesos

ideales) sobre la señal original en todo el procedimiento completo de digitalización de una señal.

La Figura 4.7 nos muestra tres señales: en color rojo la señal analógica original; en color verde la señal muestreada y cuantificada; y en color azul el error de cuantificación del resultado de la resta entre ambas señales.



**Figura 4.7** Imagen tomada de google-Error de Cuantificación

#### **4.2.2.2.2 DITHER (INDECISIÓN)**

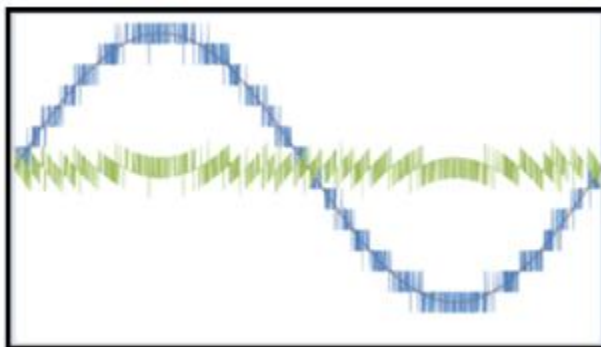
A niveles altos de señal, el error de cuantificación se comporta como ruido. A niveles más bajos, el error de

cuantificación de un cuantificador ideal pasa a tener una gran correlación con la señal y el resultado es distorsión. Si se puede eliminar de algún modo esta correlación, el sistema puede seguir siendo lineal. Esta función la realiza el dither haciendo que el cuantificador actúe de forma imprevisible.

El dither tiene el efecto de forzar al cuantificador a cambiar entre dos o más estados. Cuanto mayor sea el voltaje de la señal de entrada dentro del intervalo, será más probable que el código de salida tome un valor más alto y, por el contrario, cuanto menor sea el voltaje de la señal de entrada dentro del intervalo, es más probable que el código de salida tome el valor más bajo. El dither ha dado como resultado una forma de modulación de ciclo de trabajo, y la resolución del sistema se ha extendido indefinidamente, en vez de estar limitada por la dimensión de los pasos.

El uso del dither invalida los cálculos convencionales de la relación señal/ruido disponible para una longitud de palabra dada. Sin embargo, esto no tiene importancia, ya que la

simple regla de multiplicar el número de bits de la longitud de palabra por 6dB para obtener la relación señal/ruido, da un resultado suficientemente aproximado para todos los fines prácticos.



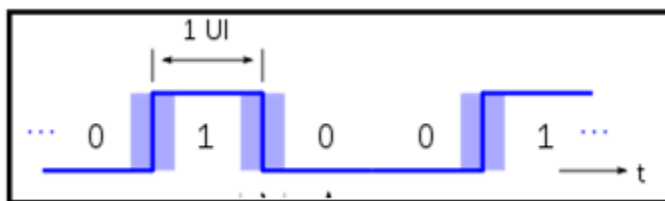
**Figura 4.8** Imagen tomada de google- Dither debido al Error de Cuantificación

#### 4.2.2.2.3 JITTER

Se denomina Jitter a la variabilidad temporal durante el envío de señales digitales, una ligera desviación de la exactitud de la señal de reloj. El jitter suele considerarse como una señal de ruido no deseada. En general se denomina jitter a un cambio indeseado y abrupto de la propiedad de una señal. Esto puede afectar tanto a la amplitud como a la frecuencia y la situación de fase. El jitter



es la primera consecuencia de un retraso de la señal. La representación espectral de las variaciones temporales se denomina ruido de fase.



**Figura 4.9** Jitter: Desviación en la Exactitud de la Señal de Reloj

#### 4.2.2.2.4 SDI (SERIAL DIGITAL INTERFACE)

La interfaz digital en serie (SDI) permite la comunicación en serie de video digital compuesto, también admitiendo datos auxiliares incluyendo el transporte de canales de audio digital AES/EBU. El SDI funciona con pérdidas de cable de hasta 30 dB. Las pérdidas aumentan con la frecuencia y, por consiguiente, tanto el estándar del video como el grado del cable que se utilice afecta a la máxima distancia que la señal pueda recorrer con seguridad.

Posee una velocidad de transmisión de datos constante de 270 Mbps, con una estructura de muestre 4:2:2 y una

resolución de cuantificación de 10 bits por muestra. Se transmite por cable coaxial el cual posee una impedancia característica de 75 Ohms.

Para el muestreo de una señal de video se utilizan estructuras de muestreo que se identifican con tres números, por ejemplo la estructura 4:2:2 (utilizada frecuentemente en estudio).

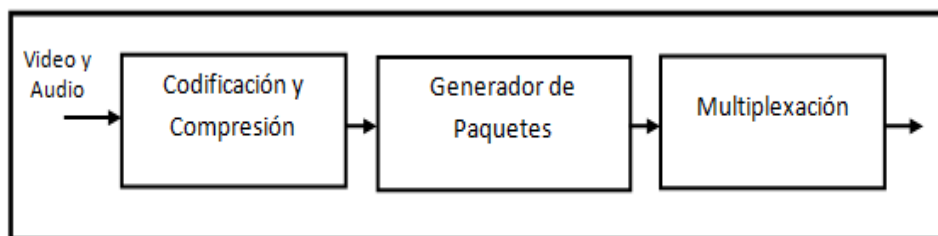
El primer número (4), indica la frecuencia de muestreo de la señal de luminancia, la misma que tiene un valor de 13,5 MHz. El segundo número (2), indica la frecuencia de muestreo de la señal diferencia de color azul, que tiene un valor de 6,75 MHz y el tercer número (2), indica la frecuencia de muestreo de la señal diferencia de color rojo, que toma el mismo valor de 6,75 MHz.

En la siguiente tabla se muestran las características principales de algunas estructuras de muestreo junto con las frecuencias utilizadas.

ESTRUCTURA	FRECUENCIA DE MUESTREO (Y),(Cr),(Cb)	MUESTRAS TOTALES	NÚMERO DE BITS/MUESTRA	VELOCIDAD BINARIA
4:4:4	13,5MHz:13,5MHz:13,5MHz	40.500.000	8	324Mbps
			10	405Mbps
4:2:2	13,5MHz:6,75MHz:6,75MHz	27.000.000	8	216Mbps
			10	270Mbps
4:1:1	13,5MHz:3,375MHz:3,375MHz	20.250.000	8	162Mbps
			10	202,5Mbps
4:2:0	En líneas impares el muestreo es 4:2:2 En líneas pares solo se muestrea (Y) no se muestrea croma	-	-	25% menos que en 4:2:2

**Tabla 4.1** Fuente Elementos del Diseño - Estructuras de Muestreo para Señales de Video

#### 4.2.2.3 COMPRESIÓN DE AUDIO Y VIDEO



**Figura 4.10** Diagrama de Bloques – Codificación Transporte de Paquetes y Multiplexación de Señales de Audio y Video

#### 4.2.2.3.1 CODECS

Un códec de video es un tipo de códec que permite comprimir y descomprimir video y audio digital. Normalmente los algoritmos de compresión empleados conllevan una pérdida de información.

El problema que se pretende acometer con los códec es que la información de video es bastante ingente en relación a lo que un ordenador normal es capaz de manejar. Es así como un par de segundos de video en una resolución apenas aceptable puede ocupar un lugar respetable en un medio de almacenamiento típico (disco duro, Cd, Dvd) y su manejo (copia, edición, visualización) puede llevar fácilmente a

sobrepasar las posibilidades de dicho ordenador o llevarlo a su límite.

Es así como se ha preferido construir y ocupar estos algoritmos de compresión y descompresión en tiempo real; Su finalidad es obtener un almacenamiento sustancialmente menor de la información. Esta se comprime en el momento de guardar la información hacia un archivo y se descomprime, en tiempo real, durante la visualización. Se pretende, por otro lado, que el proceso sea transparente para el usuario, es decir, que no intervenga o lo haga lo menos posible.

Existe un complicado equilibrio entre la calidad de video, la cantidad de datos necesarios para representarlo (también conocida como tasa de bits), la complejidad de los algoritmos de codificación y decodificación, la robustez frente a las pérdidas de datos y errores, la facilidad de edición, la posibilidad de acceder directamente a los frames, y otros factores.

#### 4.2.2.3.2 COMPRESIÓN DE VIDEO

El sistema de compresión MPEG-2 es el más utilizado en aplicaciones de video. Es una técnica que permite reducir datos redundantes y como consecuencia de ellos se produce una disminución de la velocidad binaria del flujo.

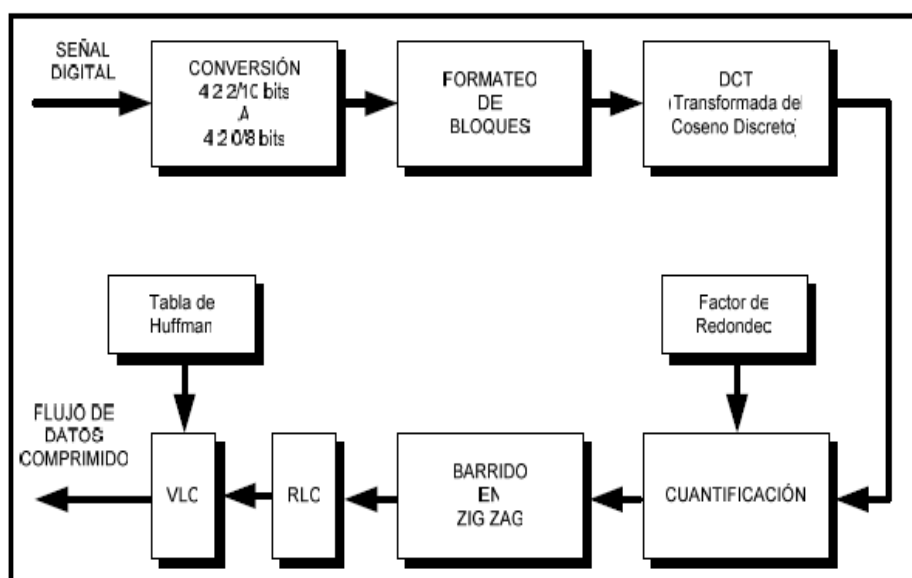


Figura 4.11 Diagrama de Bloques de un Compresor MPEG-2

#### 4.2.2.3.2.1 COMPRESIÓN DE IMAGEN FIJA: JPEG

#### 4.2.2.3.2.1.1 DESCOMPOSICIÓN DE LA IMAGEN EN BLOQUES:

Las señales básicas en televisión digital son: Y (Luminancia), Cr (Componente Rojo) y Cb (Componente Azul) definidas por:

$$Cr = 0,713 (R - Y)$$

$$Cb = 0,564 (B - Y)$$

Las componentes Y, Cr y Cb de la imagen se descomponen en bloques de 8x8 pixeles como se observa en la Figura 4.12.

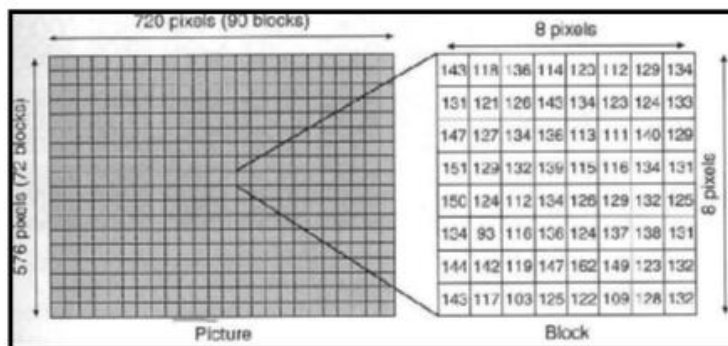


Figura 4.12 Imagen tomada de google-

Componente Descompuesta de la Imagen

#### **4.2.2.3.2.1.2 DCT (TRANSFORMADA DISCRETA DEL COSENO)**

A cada uno de los bloques se le aplica la DCT, teniendo como resultado matrices de 8x8 coeficientes. En cada matriz los coeficientes en el eje horizontal representan frecuencias horizontales crecientes de izquierda a derecha y los coeficientes en el eje vertical representan frecuencias verticales crecientes de arriba hacia abajo. La frecuencia espacial viene a ser el número de detalles que tiene la imagen en esa dirección, una imagen plana tendrá frecuencia cero, y una imagen con muchos detalles tendrá una frecuencia alta. El concepto de frecuencia horizontal y vertical indica en qué dirección se producen las variaciones, así por ejemplo una imagen formada por un conjunto de líneas horizontales tendrá una frecuencia horizontal cero (porque si nos movemos a lo largo de una línea horizontal no encontramos

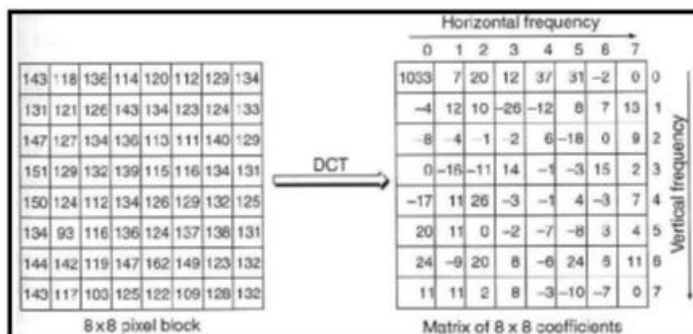


ningún cambio) y una frecuencia vertical alta (porque si nos movemos a lo largo de una línea vertical encontramos múltiples cambios).

Dependiendo de los detalles de la imagen, los coeficientes de frecuencias altas serán mayores o menores, pero en general la amplitud decrece rápidamente con la frecuencia, porque la mayoría de las imágenes “naturales” tienen una baja energía en las frecuencias espaciales altas.

La DCT tiene la propiedad de concentrar mucho la energía del bloque en un pequeño grupo de coeficientes situados en la esquina superior izquierda de la matriz. El coeficiente más importante es el que está situado justo en la esquina superior izquierda, conocido como coeficiente DC, que representa la luminancia o crominancia media del bloque. Si el bloque

tiene luminancia o crominancia uniforme, este coeficiente es el único distinto de cero.



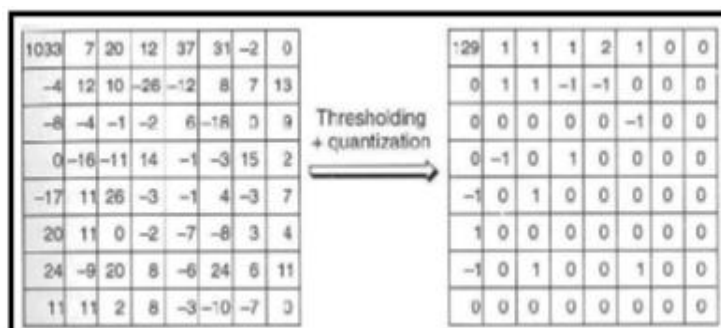
**Figura 4.13** Matriz Generada por la Transformada Discreta del Coseno

#### 4.2.2.3.2.1.3 UMBRALIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN

Aquí se introducen las primeras pérdidas.

Debido a las características de la visión humana, el ojo no distingue detalles finos por encima de cierto nivel de luminancia. Por tanto los coeficientes con valores por debajo de un cierto umbral se transforman en ceros, tal como se presenta en la Figura 4.14, y después se hace una cuantificación de los coeficientes,

utilizando un menor número de bits para frecuencias altas. A diferencia de los 63 coeficientes AC, para el coeficiente DC se utiliza una codificación DPCM respecto al coeficiente DC del bloque anterior, lo que consigue una codificación más precisa con el mismo número de bits (sólo se codifica la diferencia entre un bloque y el siguiente). Esto ayuda a que se vean menos los bloques en la imagen reconstruida, ya que el ojo es muy sensible a pequeñas variaciones de luminancia en zonas uniformes.



**Figura 4.14** Matriz Reducida DCT

#### 4.2.2.3.2.1.4 BARRIDO EN ZIG-ZAG

Excepto para el coeficiente DC, que es tratado aparte, los 63 coeficientes AC son leídos utilizando un barrido en zig-zag mostrado en la Figura 4.15, para convertir la matriz en una secuencia de datos.

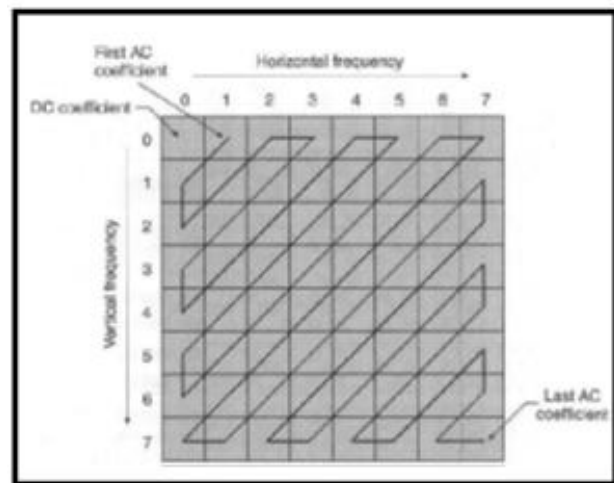


Figura 4.15 Barrido en Zig-Zag

#### 4.2.2.3.2.1.5 CODIFICACIÓN RLC (RUN LENGTH CODE)

La umbralización y cuantificación y el barrido en zig-zag producen series de ceros bastante largas. La codificación RLC consiste en

codificar en una única palabra código el par de valores (número de ocurrencias de ceros, siguiente valor distinto de cero). Con esto se reduce bastante la cantidad de información a transmitir.

**4.2.2.3.2.1.6      CODIFICACIÓN      VLC  
(VARIABLE      LENGTH      CODE):  
CODIFICACIÓN DE HUFFMAN**

Se utiliza una tabla de conversión para codificar los valores más frecuentes con una longitud de símbolo menor, y los más frecuentes con una longitud mayor.

Sólo con estos dos últimos pasos (RLC y VLC) se consigue un factor de compresión de entre 2 y 3.

La decodificación de una secuencia JPEG realiza el proceso inverso.

#### **4.2.2.3.2.2 COMPRESIÓN DE IMAGEN EN MOVIMIENTO: MPEG**

En 1990 se vio la necesidad de almacenar y reproducir imágenes en movimiento y su sonido asociado en formato digital para aplicaciones multimedia. La ISO formó un grupo de expertos provenientes de distintos ámbitos para realizar este proyecto, siguiendo la línea definida por JPEG: este grupo se llamó MPEG (MotionPicturesExpertsGroup).

Su primer logro fue el estándar MPEG-1, publicado en noviembre de 1992, que permitía el almacenamiento de vídeo y sonido estéreo con una tasa binaria máxima de 1.5 Mbps. Esta reducción de la tasa binaria se conseguía aprovechando la redundancia espacial mediante JPEG y añadiéndole un aprovechamiento de la redundancia temporal entre imágenes sucesivas existente en una secuencia de vídeo.

Sin embargo, la codificación de imagen conseguida por MPEG-1 no era adecuada para difusión, lo cual llevó al grupo MPEG a definir un estándar más flexible y optimizado para la difusión: en noviembre de 1994 definieron el estándar internacional MPEG-2, que consta de 3 partes:

- ✓ Sistema MPEG-2 (ISO/IEC 13818-1): define las tramas MPEG-2.
- ✓ Vídeo MPEG-2 (ISO/IEC 13818-2): define la codificación de vídeo de MPEG-2.
- ✓ Audio MPEG-2 (ISO/IEC 13818-3): define la codificación de audio de MPEG-2.

MPEG-2 es el estándar de codificación de fuente utilizado por DVB. Utiliza todas las herramientas de MPEG-1 y le añade otras propias.

Las técnicas de aprovechamiento de la redundancia espacial entre imágenes se llaman técnicas de predicción con compensación de movimiento. Consisten en predecir la mayoría de las imágenes de

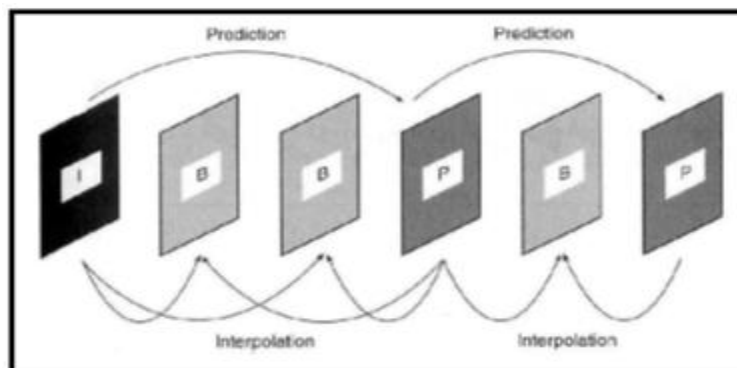
una secuencia a partir de imágenes anteriores y posteriores a ellas, consiguiendo que las nuevas imágenes se representen con un mínimo de información adicional añadida. Esto se consigue con un predictor de movimiento, que es la parte más compleja del codificador (sin embargo no es necesario en el decodificador). El predictor de movimiento desplaza la imagen original un número de píxeles (ese desplazamiento es lo que tiene que predecir), compara esa imagen predicha con la imagen que realmente hay y transmite las diferencias: así tiene que transmitir mucha menos información que si calculase la diferencia respecto a la imagen original.

Existen tres tipos de imágenes MPEG:

- Imágenes I (Intraframe): Son imágenes codificadas en sí mismas. Tienen toda la información necesaria para su decodificación. Su compresión es similar a la de una imagen JPEG.



- Imágenes P (Predicted): Se codifican las diferencias respecto a la anterior imagen I o P, utilizando técnicas de predicción con compensación de movimiento. Como estas técnicas no son perfectas, no es conveniente introducir muchas imágenes P entre dos I. La compresión de las imágenes P es mucho mayor que la de las imágenes I.
- Imágenes B (Bidirectional o Bidirectionalinterpolated): Se codifican mediante interpolación bidireccional entre la imagen I o P anterior y posterior. Como no se utilizan para codificar otras imágenes, las imágenes B no propagan los errores de codificación. Son las que tienen mayor compresión.



**Figura 4.16** Predicción e Interpolación en la Compresión

MPEG

Según la complejidad del codificador se pueden utilizar sólo imágenes I, imágenes I y P o imágenes I, P y B.

Se define un grupo de imágenes (GOP: Group Of Pictures) como el conjunto de imágenes que hay entre dos imágenes I (incluyendo una de estas). Según la calidad de vídeo y la tasa de compresión deseadas se puede parametrizar el tamaño del GOP y el número de imágenes B entre dos P.

Para codificar o decodificar una imagen B hay que tener almacenadas la imagen I o P anterior y la

imagen I o P posterior, lo que introduce un retardo en la codificación e incrementa la memoria necesaria, además es necesaria una reordenación de las imágenes.

La trama de bits obtenida con este proceso se llama trama elemental (ES: ElementaryStream). Su tasa binaria al enviarla debería ser constante, lo que se consigue añadiendo una memoria FIFO a la salida.

MPEG-2 añade a todo esto una serie de tablas y funcionalidades adicionales. Tiene cuatro niveles (levels) que definen la resolución de la imagen, y cuatro perfiles (profiles) que definen su grado de compresión. La combinación más utilizada se denomina MainLevel at MainProfile.

Además añade funcionalidades para procesar imágenes entrelazadas, lo que lo hace adecuado para la difusión de televisión. Según el tipo de programas a transmitir, se codificará con distintas velocidades binarias, ya que cuanto más movimiento haya se

necesita enviar más información. Así por ejemplo, para dibujos animados se necesitan 2Mbps, para telediarios 3Mbps, para programación convencional 4-5 Mbps, para películas con calidad 6 Mbps y para deportes 8 Mbps.

#### **4.2.2.3.2.3 MÉTODOS DE COMPRESIÓN**

##### **RECIENTES**

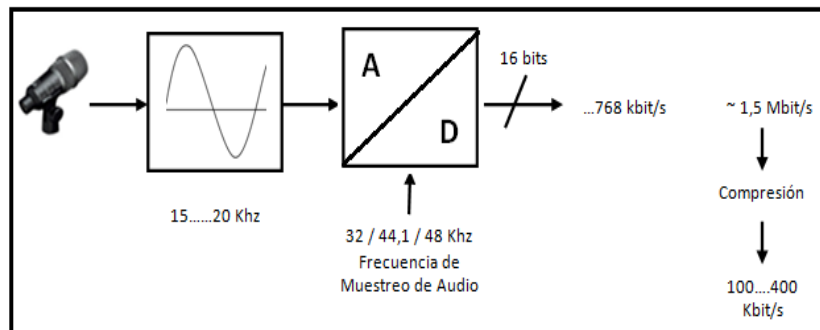
A medida que el tiempo avanza, surgen nuevos y más avanzados métodos de compresión tales como el MPEG-4 Parte 10 (AVC – Advance Video Coding o Codificación Avanzada de Video en español) (H.264) o Windows Media 9 (VC-1) los cuales ya se encuentran disponibles. Con tasa de datos que son más bajas por un factor de 2 a 3, se puede lograr, en muchos casos, una mejor calidad de imagen que con MPEG-2. Aunque el principio fundamental de la codificación de video no ha cambiado, la diferencia reposa en los detalles. Como la utilización de tamaños de bloque variable para la transformada. La

DTC (Transformada Discreta del Coseno) fue utilizada por primera vez en el JPEG y substituida solamente por una transformada similar, una transformada de número entero, en MPEG-4 Parte 10 (H.264).

#### **4.2.2.3 CODIFICACIÓN Y COMPRESIÓN DE AUDIO**

El oído humano tiene un rango dinámico de cerca de 140 dB y el ancho de banda de audición está cerca de los 20 Khz. Consecuentemente las señales de audio de alta frecuencia deben cumplir estas características. Las señales de audio para ser muestreadas y digitalizadas, deben ser limitadas en banda por medio de un filtro pasabajos. La conversión analógica a digital es realizada a una frecuencia de muestreo de 32 Khz, 44,1 Khz y 48 Khz (en la actualidad también a 96 Khz) y con una resolución de al menos 16 bits. La frecuencia de muestre de 44,1 Khz corresponde a los CD o discos compactos de audio, 48/96 Khz es calidad de estudio. Mientras que la frecuencia de muestreo de 32 Khz es aún usada para el estándar MPEG. Una frecuencia de

muestreo de 48 KHz con una resolución de 16 bits da una tasa de datos de 786 Kb/s por canal, que significa aproximadamente 1,5 Mb/s para una señal estéreo.



**Figura 4.17** Fuente de Señal de Audio, Muestreo y Compresión

El objetivo de la compresión del audio es reducir la tasa de datos de 1,5 Mbit/s al rango entre 100 Kb/s y 400 Kb/s. los archivos de audio en MP3, los que son usados ampliamente hoy en día, a menudo poseen velocidades tan bajas como 32 Kb/s. De manera similar a la compresión de video, esto es logrado con la reducción de la redundancia y la irrelevancia. En la redundancia, la información superflua simplemente es omitida; no hay pérdida de información. Por contraste, la reducción de la información irrelevante es eliminada tal que no pueda ser percibida en la recepción, en

el oído humano. Todos los métodos de compresión están basados en un modelo psico-acústico, es decir, sacan ventaja de la imperfección del oído humano para remover la información irrelevante de la señal de audio. El oído humano no es capaz de percibir los eventos sonoros en la vecindad de un sonido pulsante fuerte, ni en el dominio de la frecuencia, ni en el dominio del tiempo. Esto significa que, para el oído, ciertos eventos sonoros se enmascaran a otros eventos sonoros de menor amplitud.

La fuente de la señal de audio digital es dividida en el codificador en dos ramas, filtradas y tomadas por el analizador de frecuencias. El analizador de frecuencias realiza un análisis del espectro por medio de la transformada rápida de Fourier (FFT) y determina las componentes de la señal de audio con baja resolución en el tiempo y alta resolución de frecuencias.

Simultáneamente, con el análisis del espectro, la señal de audio sufre un filtrado por el cual es dividida en muchas sub-

bandas. Puede resultar que una sub-banda completa sea enmascarada por las señales de otras sub-bandas, es decir, el nivel de la señal en esta sub-banda está debajo del umbral de enmascaramiento. Si este es el caso, la sub-banda en cuestión no necesita ser transmitida, la información transportada en esta banda es completamente irrelevante del oído humano. El proceso de filtraje por el cual la señal de audio es dividida en sub-bandas debe usar muy altas resoluciones de tiempo tal que no se pierda la información en el dominio del tiempo. Algunas veces, las señales en una sub-banda están por encima del umbral de enmascaramiento, pero no solo por un margen estrecho. En tales casos, la cuantización en la sub-banda afectada es reducida al grado que el ruido de cuantificación en esta banda esté por debajo del umbral de enmascaramiento y por tanto no sea audible.



#### **4.2.2.3.2.1 CODIFICACIÓN POR SUB-BANDAS DE ACUERDO A LAS CAPAS I, II DE MPEG**

De acuerdo a las capas I y II del MPEG, la señal de audio es pasada a través de un banco de 32 filtros que dividen la señal en sub-bandas de frecuencia de 750 Hz. Para cada sub-banda hay un cuantificador separado por un bloque de FFT (Transformada Rápida de Fourier) y un bloque del modelo psicoacústico. El cuantificador o suprime completamente la sub-banda en cuestión o reduce el número de pasos de cuantificación. En el caso de la codificación de capa II, la FFT es realizada cada 24 milisegundos. Durante dicho intervalo, las sub-bandas están sujetas a la reducción de irrelevancias de acuerdo con la información recibida del bloque del modelo psicoacústico. En otras palabras, la señal es tratada como si su composición no hubiera sido alterada por 24 ms.

En la reducción de irrelevancias, las sub-bandas son también evaluadas por si ellas contienen armónicas

de la señal correspondiente a una sub-banda más baja, es decir, si las señales enmascaradas son componentes tonales (armónicas) o no tonales. Solo las señales enmascaradas no tonales pueden ser completamente suprimidas.

En la codificación MPEG, un cierto número de muestras son combinadas en cuadros. Un cuadro de la capa I está formado por 12 muestras para cada sub-banda. Un cuadro de la capa II está formado por 3x12 muestras para cada sub-banda.

Para cada bloque de 12 muestras, la muestra más alta es determinada. Esta muestra es usada como un factor de escala, el cual es aplicado a todas las 12 muestras del bloque para habilitar la reducción de la redundancia.

#### **4.2.2.3.2.2 CODIFICACIÓN POR TRANSFORMADA PARA MPEG CAPA II Y DOLBY DIGITAL**

La codificación por transformada, contraria a la codificación por sub-bandas, no usa bancos de filtros para el filtraje; aquí las tajadas de la información de audio en el dominio de la frecuencia son efectuadas por medio de una variación de la Transformada Discreta del Coseno (DCT) o la Transformada Discreta de Fourier Modificada (MFDT) la señal de audio es procesada para conseguir 256 ó 512 valores de potencia espectral. La ventaja de este método sobre el de la codificación por sub-bandas es que ofrece una resolución de alta frecuencia para el proceso de reducción por las irrelevancias. Este tipo de codificación es usado en el Dolby Digital AC-3 Audio (AC-3 viene de Audio Coding 3).

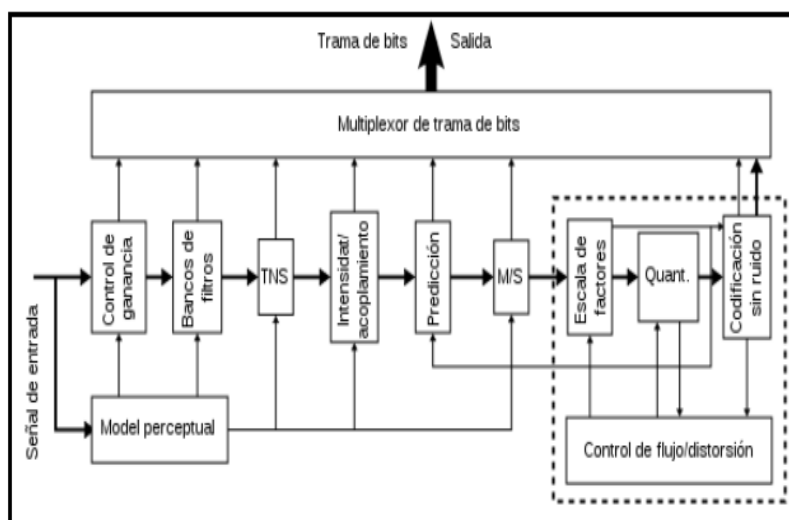
#### **4.2.2.3.2.3 AAC MPEG-2 (ADVANCED AUDIO CODING)**

AAC es un formato informático de señal digital audio basado en un algoritmo de compresión con pérdida, un proceso por el que se eliminan algunos de los datos de audio para poder obtener el mayor grado de compresión posible, resultando en un archivo de salida que suena lo más parecido posible al original.

El AAC utiliza una frecuencia de bits variable (VBR), un método de codificación que adapta el número de bits utilizados por segundo para codificar datos de audio, en función de la complejidad de la transmisión de audio en un momento determinado.

AAC es un algoritmo de codificación de banda ancha de audio que tiene un rendimiento superior al del MP3, que produce una mejor calidad en archivos pequeños y requiere menos recursos del sistema para codificar y decodificar.

Este códec está orientado a usos de banda ancha y se basa en la eliminación de redundancias de la señal acústica, así como en compresión mediante la Transformada de Coseno Discreta Modificada (MDCT), muy parecido al del MP3.



**Figura 4.18** Fuente Elementos del Diseño - Diagrama de Bloques de un Codificador MPEG-2 AAC

#### 4.2.2.4 GENERADOR DE PAQUETES

##### 4.2.2.4.1 FLUJO DE DATOS MPEG-2

Las señales de video se comprimen a aproximadamente 1 Mb/s en MPEG-1 y entre 2 y 6 Mb/s en MPEG-2. Las señales de audio tienen una tasa de datos de entre 100 y 400 Kb/s después de la compresión. Las señales de audio y video comprimidas en MPEG

se llaman “Flujos Elementales”, o ES (ElementaryStreams). Por lo tanto, hay flujos de video, flujos de audio y, en general, flujo de datos. Inmediatamente después de haber sido comprimidos todos los flujos elementales son divididos en paquetes de longitud variable, tanto para MPEG-1 como en MPEG-2.

Dado que unas veces es posible tener más y otras menos compresión, dependiendo del contenido instantáneo del video y el audio, se necesitan recipientes de longitud variable en la señal de datos.

Estos recipientes llevan uno o más cuadros comprimidos en el caso de la señal de video y uno o más segmentos comprimidos en el caso de la señal de audio. Estos flujos elementales así divididos en paquetes se conocen con el nombre de “Flujos Elementales Empaquetados” o simplemente PES (PaquetizedElementaryStreams) para abreviar.

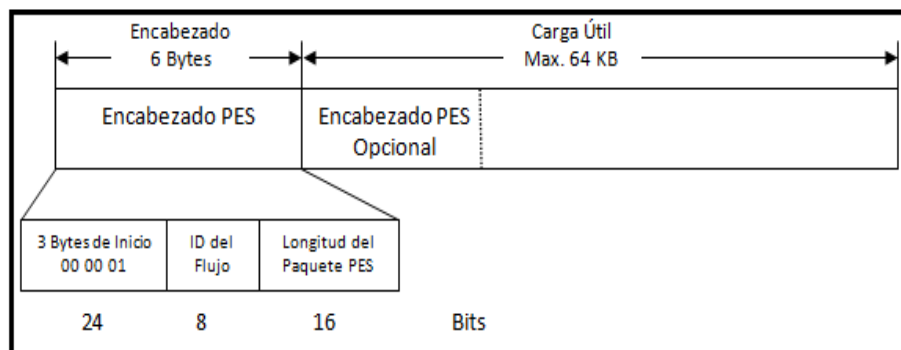
Cada paquete PES normalmente tiene un tamaño de 64KB. Consiste en un encabezado relativamente corto y una carga útil. El encabezado contiene, entre otros, un indicador de 16 bits de longitud para una longitud máxima de paquete de 64 bits. La parte

de la carga útil, o contiene flujos de video y audio comprimidos, o contiene un flujo de datos puro.

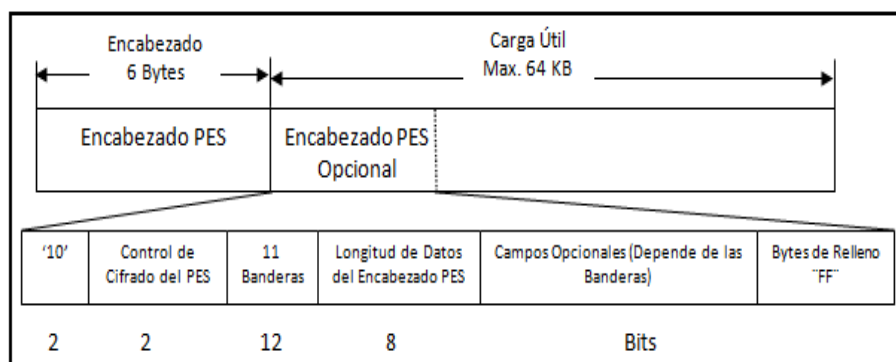
#### **4.2.2.4.2 EL FLUJO ELEMENTAL EMPAQUETADO (PES)**

Todos los flujos elementales en MPEG son primero empaquetados en paquetes de longitud variable llamados PES. Los paquetes, que principalmente tienen una longitud de 64 KB, empiezan con un encabezado PES de 6 bytes de longitud mínima. Los primeros 3 bytes de este encabezado representan el “Prefijo de Código de Inicio”, el contenido del cual es siempre 00 00 01 que se usa para identificar el inicio de un paquete PES. El byte que sigue en el código de inicio es la “Identificación del Flujo” que describe el tipo de flujo elemental que sigue en la carga útil. Indica si lo que sigue es, por ejemplo, un flujo de video, un flujo de audio o un flujo de datos. Después de eso hay dos bytes de “Longitud de Paquete” que se usan para direccionar hasta 64 KB de carga útil. Si dichos bytes se ponen a cero, puede esperarse un paquete PES con una longitud que puede exceder los 64 KB. El decodificador MPEG tendrá que usar otros medios para encontrar el límite del paquete PES.

La Figura 4.19 nos muestran la estructura del encabezado y longitud de un Flujo Elemental Empaquetado.



**Figura 4.19** Estructura de Encabezado PES



**Figura 4.20** Estructura de Encabezado PES Opcional

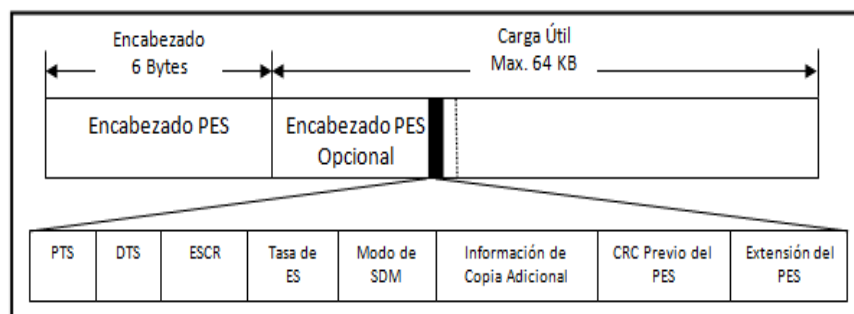
Después de estos 6 bytes del encabezado PES, se transmite un “Encabezado PES Optativo”, como indica la Figura 4.20, que es una extensión opcional del encabezado PES y se adapta a los requisitos del flujo elemental transmitiéndose en ese instante. Es



controlado por 11 banderas en un total de 12 bits de este encabezado PES optativo.

Los campos opcionales en el encabezado optativo contienen, entre otras cosas, las “Marcas de Tiempo de Presentación” (PTS – Presentation Time Stamps) y las “Marcas de Tiempo de Decodificación” (DTS – Decoding Time Stamps) que son importantes para sincronizar el video y el audio. Al final del encabezado PES optativo también puede haber bits de relleno.

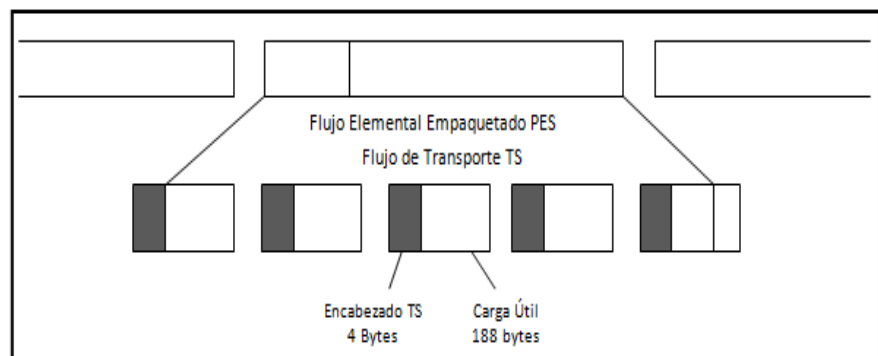
Siguiendo el encabezado del PES completo se transmite la carga útil del flujo elemental que normalmente puede ser de hasta 64 KB de largo o aún más larga en casos especiales, sin encabezado optativo.



**Figura 4.21** Campos Opcionales en el Encabezado Opcional PES

El objetivo en MPEG-2 es congregar hasta 6, 10 o incluso 20 programas independiente de TV o de radio para formar una única

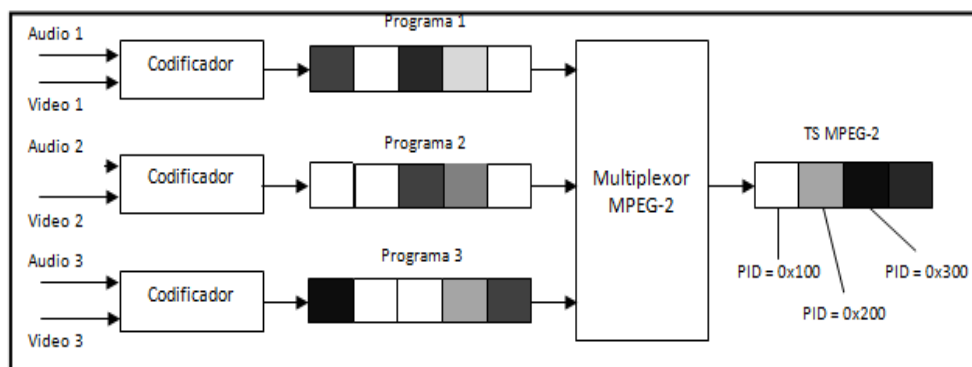
señal multiplexada de datos MPEG-2. Esta señal de datos se transmite vía satélite, cable o enlaces de transmisión terrestres. Con este fin, los paquetes PES largos son adicionalmente divididos en paquetes menores de longitud constante. De los paquetes PES, se toman pedazos de 184 bytes de largo y a esto se agrega otro encabezado de 4 bytes de largo, constituyendo paquetes de 188 bytes llamados “Paquetes de Flujo de Transporte” que son luego multiplexados.



**Figura 4.22** Paquete de Flujo de Transporte

#### 4.2.2.4.3 MULTIPLEXACIÓN

Los paquetes del flujo de transporte de un programa son multiplexados juntos como se observa en la Figura 4.22. Un programa puede consistir en una o más señales de video y de audio. Todos los flujos de datos multiplexados de todos los programas son luego multiplexados nuevamente para formar un flujo de datos completo que es llamado un “Flujo de Transporte MPEG-2”



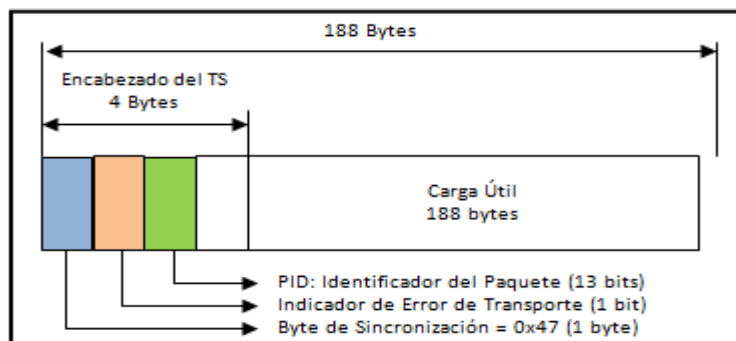
**Figura 4.23** Multiplexación de Paquetes de Flujo de Transporte

El flujo de transporte MPEG-2 contiene los paquetes del flujo de transporte de 188 bytes de largo de todos los programas con todas sus señales de video, sonido y datos. Para cada programa hay un decodificador MPEG que codifica todos los flujos elementales, genera una estructura PES y luego empaqueta estos paquetes

PES en los paquetes de flujo de transporte. La tasa de datos para cada programa está normalmente entre 2 y 8 Mb/s, pero la tasa agregada para el video, el sonido y los datos pueden ser constantes o variar de acuerdo al contenido del programa del momento. Esto es denominado “Multiplexado Estadístico”.

#### **4.2.2.4.4 PAQUETE DEL FLUJO DE TRANSPORTE MPEG-2**

El flujo de transporte MPEG-2 consiste en paquetes que tienen una longitud constante. Esta longitud es siempre de 188 bytes, con 4 bytes de encabezado y 184 bytes de carga útil. La carga útil contiene video, sonido o datos generales. El encabezado incluye numerosos ítems de importancia para la transmisión de los paquetes. El primer byte del encabezado es el “Byte de Sincronización”. Siempre tiene un valor de 0x47, con un espaciado constante de 188 bytes dentro del flujo de transporte. Es bastante probable, y ciertamente no ilegal, que exista un byte con el valor de 0x47 en alguna otra parte del paquete.



**Figura 4.24** Fuente Tecnologías para la Radiodifusión Digital de Video y Audio Estructura del Flujo de Transporte MPEG-2

El byte de sincronización se usa para sincronizar el paquete al flujo de transporte y es su valor, más el espaciado constante, lo que está usándose para la sincronización. Según MPEG-2, la sincronización en el decodificador ocurre después de que haya recibido cinco paquetes de flujo de transporte. Otro componente importante del flujo de transporte es el “Identificador de Paquete” de 13 bits de largo, describe el contenido actual de la parte de la carga útil de dicho paquete.

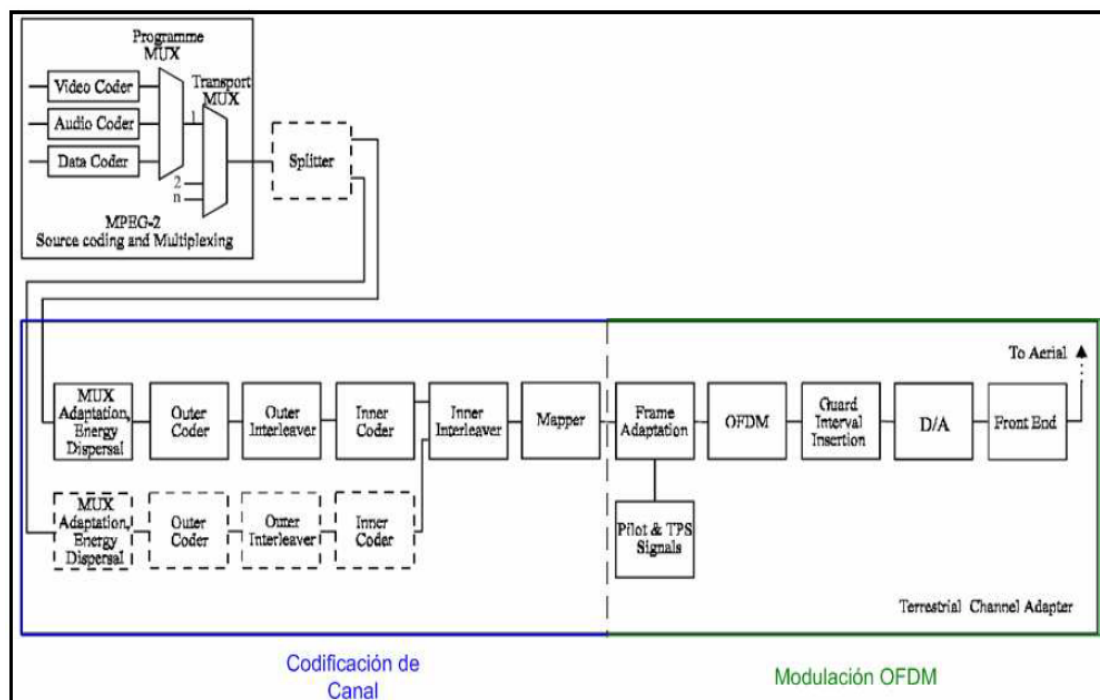
El bit que sigue inmediatamente al bit de sincronización es el bit indicador de error de transporte. Con este bit se marcan los paquetes del flujo de transporte como errados después de su transmisión, cuando han ocurrido demasiados errores y no ha

habido ninguna posibilidad de corregirlos por medio de los mecanismos de corrección de error usados durante la transmisión. En una de las primeras etapas del modulador (DVB-S, DVB-C, DVB-T), se agregan 16 bytes de protección de error al paquete inicial de 188 bytes. Estos 16 bytes de protección de error son un control especial que puede usarse para reparar hasta 8 errores por paquete en el receptor. Sin embargo, si hubiera más de 8 errores en un paquete, no hay ninguna posibilidad de corregir los errores, la protección de error falla y el paquete se marca como errado en el indicador de error de transporte. Este paquete ya no debe ser decodificado por el decodificador MPEG que, en cambio, tiene que ocultar el error que, en la mayoría de los casos, se ve como un cuadriculado en la imagen.

#### **4.2.2.5 CODIFICACIÓN DE CANAL**

Las señales a transmitir serán emitidas por el aire, debido a las propiedades de éste, además de la posibilidad de encontrar obstáculos e interferencias que introduzcan ruido y distorsión, se crea la necesidad de dotar a nuestro sistema de cierta robustez, de modo que nuestras transmisiones sean “inmunes” a las distorsiones provocadas por el medio.

Esto se consigue introduciendo información redundante, minimizando así, la cantidad de errores que puedan aparecer. El método de inserción de redundancia se conoce como codificación de canal mostrado en la Figura 4.25.



**Figura 4.25** Diagrama de Bloques de Codificador y Compresión de Fuentes, Codificador de Canal y Modulación OFDM

#### 4.2.2.5.1 MUX ADAPTATION ENERGY DISPERSAL

Adaptación múltiple de transporte y dispersión de energía, asegura las transiciones binarias (evitar largas series de unos y ceros), el

flujo binario de MPEG-2 se aleatoriza. Se utiliza un polinomio generador:  $1 + x^{14} + x^{15}$ .

#### **4.2.2.5.2 CODIFICACIÓN EXTERNA (OUTER CODER)**

Utiliza un codificador Reed-Solomon. El codificador Reed-Solomon toma un bloque de información digital y añade bits redundantes. Los errores pueden ocurrir durante la transmisión o almacenamiento de información por varios motivos: ruido o interferencia, ralladuras en los discos compactos, etc. El decodificador Reed-Solomon procesa cada bloque e intenta corregir los errores y recuperar la información original. El número y tipo de errores que pueden ser corregidos depende de las características del código Reed-Solomon.

#### **4.2.2.5.3 ENTRELAZADO EXTERNO (OUTER INTERLEAVER)**

Altera el orden de los paquetes, de tal forma que las ráfagas de errores introducidas por el canal, al ordenar los paquetes en recepción los errores se habrán disminuido, lo que favorecerá a la corrección Reed-Solomon.



#### 4.2.2.5.4 CODIFICACIÓN INTERNA (INNER CODER)

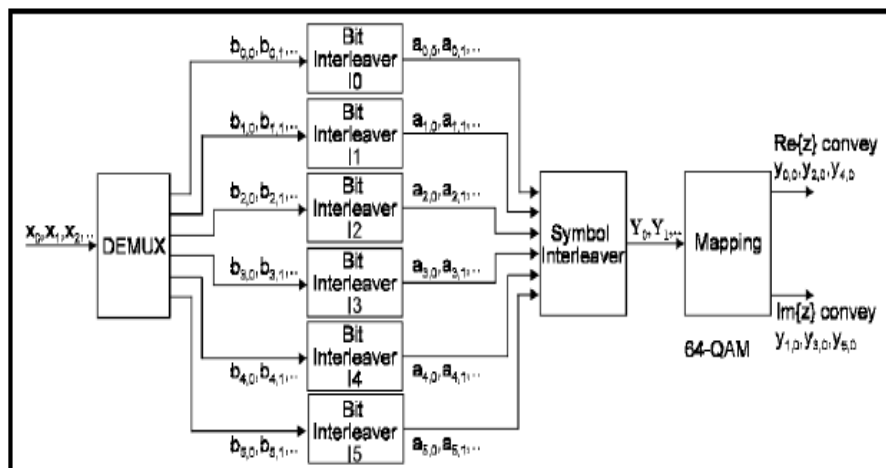
Es un codificador convolucional que distribuye los datos en dos flujos, que son combinaciones de la señal de origen y de esta misma desplazada en tiempo por unos registros de desplazamiento. El código convolucional es del tipo “Rate Compatible PuncturedConvolutionalCode”, con diversas tasas de codificación disponibles (1/2, 2/3, 3/4, 5/6 y 7/8)

#### 4.2.2.5.5 ENTRELAZADO INTERNO (INNER INTERLEAVER)

Se compone de dos procesos, el primero relativo al bit, y el segundo relativo al símbolo.

**Entrelazado de bits:** el flujo de entrada se divide en diferentes sub-flujos, dependiendo de la modulación de la portadora que se utilizará, y dependiendo del modo jerárquico o no jerárquico.

**Entrelazado de símbolos:** distribuye los datos entre las diferentes sub-portadoras.



**Figura 4.26**Entrelazado Interno para Modo No Jerárquico y Modulación 64QAM

**Modo Jerárquico y No Jerárquico:** como se puede observar en la Figura 4.24 se encuentra situado un Splitter el cual divide la señal en dos flujos que se procesan de forma diferente. El flujo HP (High Priority) tendrá un bajo BitRate y alta protección contra errores. El flujo LP (LowPriority) tendrá alto BitRate y baja protección contra errores.

El costo de utilizar el modo jerárquico es mayor, ya que se necesita un Splitter a la salida del codificador MPEG-2,

duplicar toda la codificación del canal, y además diferente modulación para unas portadoras que para otras.

#### **4.2.2.5.6 MAPEADO DIGITAL (MAPPER)**

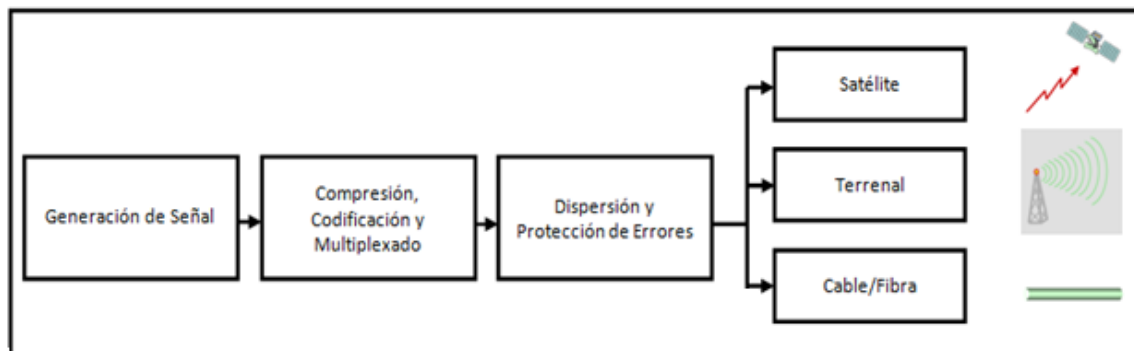
Genera la constelación de cada sub-portadora. A la salida de este bloque, el flujo quedará dividido en parte real e imaginaria.

En el modo jerárquico el flujo de alta prioridad se modulará con QPSK (mayor protección), mientras que el de baja prioridad se modulará con 16 ó 64 QAM.

#### **4.2.2.6 TRANSMISIÓN**

El ISDB utiliza distintos medios y sus respectivos sistemas de modulación para hacer más efectiva su llegada al usuario, dependiendo de los requerimientos de las bandas de frecuencia.

- Satélite (ISDB-S)
- Terrestre (ISDB-T)
- Cable (ISDB-C)



**Figura 4.27** Medios de Transmisión Televisión Digital ISDB

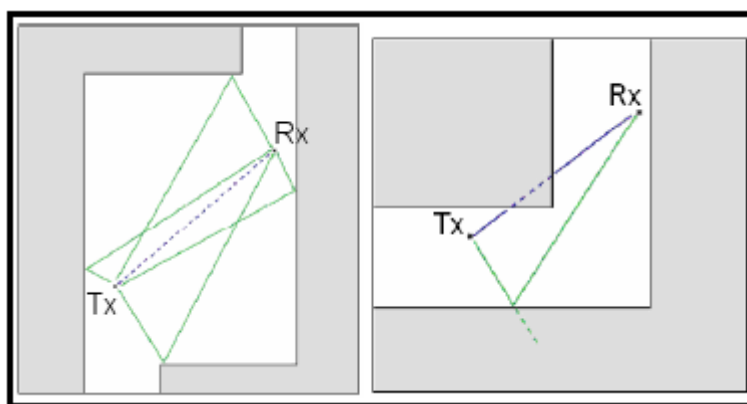
#### 4.2.2.6.1 MODULACIÓN OFDM

La modulación por división ortogonal de frecuencia, en inglés Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM) es una modulación que consiste en enviar la información modulando en QAM o en PSK un conjunto de portadoras de diferente frecuencia.

Normalmente se realiza la modulación OFDM tras pasar la señal por un codificador de canal con el objetivo de corregir los errores producidos en la transmisión, entonces esta modulación se denomina COFDM, del inglés Coded OFDM.

La modulación OFDM es muy robusta frente al multitrayecto, que es muy habitual en los canales de radiodifusión, frente al desvanecimiento debido a las condiciones meteorológicas y frente a las interferencias de RF.

Debido a las características de esta modulación, las distintas señales con distintos retardos y amplitudes que llegan al receptor contribuyen positivamente a la recepción, por lo que existe la posibilidad de crear redes de radiodifusión de frecuencia única sin que existan problemas de interferencia.



**Figura 4.28** Capacidad de Demodular a partir de un Rebote o a partir de la señal principal más ecos

#### 4.2.2.6.2 ISDB-S (SATELITAL)

La transmisión por medio de satélite requiere el uso de una modulación por fase 8-PSK/PSK.

#### **4.2.2.6.2.1 MODULACIÓN PSK**

Modulación por desplazamiento en fase (PSK) es una forma de modulación angular, modulación digital de amplitud constante.

#### **4.2.2.6.2.2 PSK DE OCHO FASES (8-PSK)**

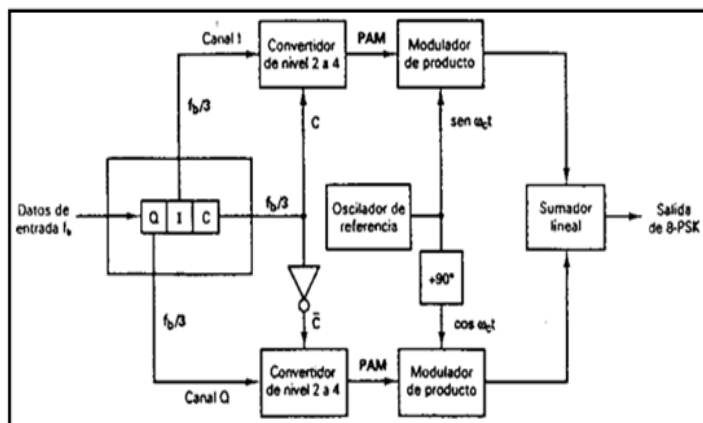
Un PSK de ocho fases (8-PSK), es una técnica para codificar M-ario en donde  $M= 8$ . Con un modulador de 8-PSK, hay ocho posibles fases de salida. Para codificar ocho fases diferentes, los bits que están entrando se consideran en grupos de 3 bits, llamados tribits ( $2^3 = 8$ ).

#### **4.2.2.6.2.3 TRANSMISOR PSK DE OCHO FASES**

A continuación se muestra en la Figura 4.29, un diagrama de bloques de un modulador de 8-PSK. El flujo de bits seriales que están entrando se introduce al desplazador de bits, en donde se convierte a una salida paralela de tres canales (el canal I, o en fase; el canal Q, o en cuadratura y el canal C, o de control). En consecuencia, la tasa de bits, en cada uno de los tres canales, es  $f_b/3$ . Los bits en los canales I y C' (C negado), entran al convertidor de los

niveles 2 a 4 del canal I, y los bits en los canales Q y C' entran el convertidor de los niveles 2 a 4, del canal Q. En esencia, los convertidores de los niveles 2 a 4 son convertidores digital a análogo (DAC) de entrada paralela.

Con 2 bits de entrada, son posibles cuatro voltajes de salida. El algoritmo para los DAC es bastante sencillo. El bit I o Q determina la polaridad de la señal analógica de salida (1 lógico = +V y 0 lógico = -V), mientras que la C o el bit C' determina la magnitud (1 lógico = 1.307V y 0 lógico = 0.541V). En consecuencia, con dos magnitudes y dos polaridades, son posibles cuatro condiciones de salida diferentes.



**Figura 4.29** Diagrama de Bloques Transmisor 8-PSK

En el diagrama puede verse que la separación angular, entre cualquiera de dos fasores adyacentes, es de  $45^\circ$ , la mitad de lo que es con QPSK. Por tanto, una señal 8-PSK puede experimentar un cambio de fase de casi  $\pm 22.5^\circ$ , durante la transmisión, y todavía tener su integridad.

#### **4.2.2.6.2.4 CONSIDERACIONES DEL ANCHO DE BANDA PARA EL 8-PSK**

Con el 8-PSK ya que los datos se dividen en tres canales, la tasa de bits en el canal I, Q, o C, es igual a un tercio de la tasa de datos de entrada binarios ( $f_b/3$ ), (El derivador de bits estira los bits I, Q y C a tres veces su longitud de bit de entrada). Debido a que los bits I, Q y C tienen una salida simultánea y en paralelo, los convertidores de nivel de 2 a 4, también ven un cambio en sus entradas (y en consecuencia sus salidas) a una tasa igual a  $f_b/3$ .



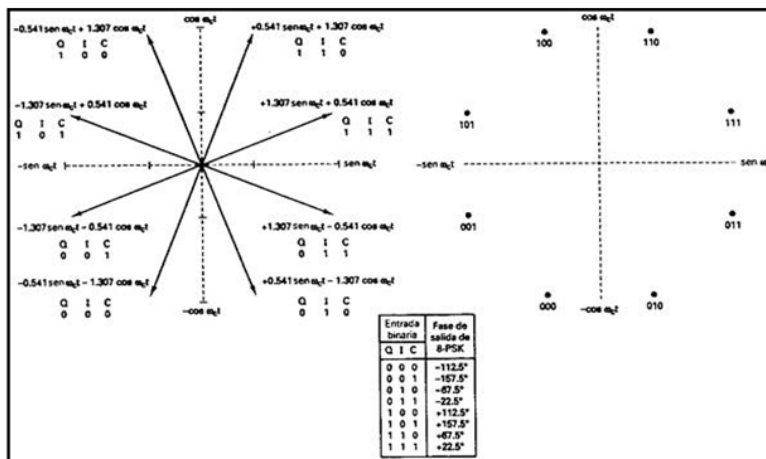


Figura 4.30 Diagrama de Constelaciones de Modulador 8-PSK

#### 4.2.2.6.2.5 RECEPTOR 8-PSK

Se muestra en la figura 4.31, un diagrama a bloques de un receptor de 8-PSK. El derivador de potencia dirige la señal de 8-PSK de entrada, a los detectores de producto I y Q, y al circuito de recuperación de la portadora. El circuito de recuperación de la portadora reproduce la señal original del oscilador de referencia. La señal de 8-PSK que está entrando se mezcla con la portadora recuperada, en el detector de productos I y con una portadora de cuadratura en el detector de producto Q. Las salidas de los detectores de producto son señales PAM, de nivel 4, que alimentan a los convertidores análogos a digital (ADC), del nivel 4 a 2.

Las salidas del convertidor de nivel 4 a 2, canal I, son los bits I y C, mientras que las salidas del convertidor de nivel 4 a 2, canal Q, son los bits Q y C'. El circuito lógico de paralelo a serial conviene los pares de bit, I/C y Q/C', a flujos de datos de salida serial I, Q y C.

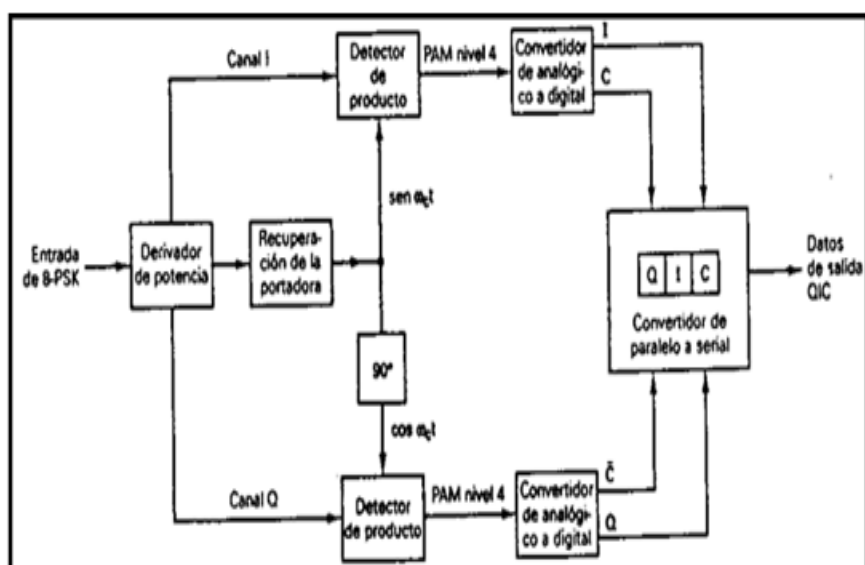


Figura 4.31 Diagrama de Bloques Receptor 8-PSK

#### 4.2.2.6.3 ISDB-C (CABLE)

La Televisión Digital por Cable es el resultado de la aplicación de la tecnología digital a la señal de televisión, para luego distribuirla por medio de redes híbridas de fibra óptica y cable coaxial. Junto con la señal de Televisión Digital, a través de estas redes se

proporcionan otros servicios como radio, telefonía fija y acceso a Internet. Utiliza una modulación QAM, la señal es robusta frente al ruido, la emisión es inmune a la interferencia y los retardos son mínimos pero el hecho de que la difusión sea mediante cable.

#### **4.2.2.6.3.1 MODULACIÓN QAM**

La modulación de amplitud en cuadratura (QAM), es una forma de modulación digital en donde la información digital está contenida, tanto en la amplitud como en la fase de la portadora transmitida.

#### **4.2.2.6.3.2 QAM DE OCHO (8-QAM)**

El QAM de ocho (8-QAM), es una técnica de codificación M-ario, en donde  $M = 8$ . A diferencia del 8-PSK, la señal de salida de un modulador de 8-QAM no es una señal de amplitud constante.

#### 4.2.2.6.3.3 TRANSMISOR DE QAM DE OCHO

Se muestra en la Figura 4.32 el diagrama a bloques de un transmisor de 8-QAM. Como pueda verse, la única diferencia, entre el transmisor de 8-QAM y el transmisor de 8-PSK es la omisión del inversor entre el canal C y el modulador de producto Q.

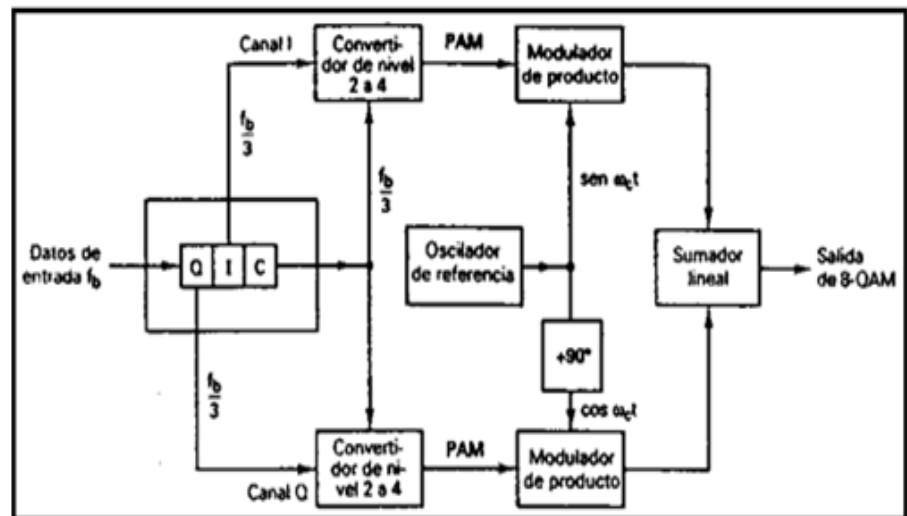


Figura 4.32 Diagrama de Bloques de Transmisor 8QAM

#### 4.2.2.6.3.4 CONSIDERACIONES DEL ANCHO DE BANDA PARA 8QAM

En el 8-QAM, la tasa de bits, en los canales I y Q, es un tercio de la tasa binaria de entrada, al igual que con el 8-PSK. Como resultado, la frecuencia de modulación

fundamental más alta y la razón de cambio de salida más rápida en 8-QAM, son iguales que para el 8-PSK. Por tanto, el mínimo ancho de banda requerido para 8-QAM es  $f_b/3$ , al igual que en el 8-PSK.

#### **4.2.2.6.3.5 RECEPTOR 8QAM**

Un receptor de 8-QAM es casi idéntico al receptor de 8-PSK. Las diferencias son los niveles PAM, en la salida de los detectores de producto, y las señales binarias a la salida de los convertidores análogo a digital. Debido a que hay dos amplitudes de transmisión posibles, con 8-QAM, que son diferentes de aquellas factibles con el 8-PSK, los cuatro niveles PAM demodulados son diferentes de aquellos en 8-PSK. En consecuencia, el factor de conversión para los convertidores analógico a digital, también tienen que ser diferentes. Además, con el 8-QAM las señales de salida binarias del convertidor analógico a digital, del canal I, son los bits I y C, y las señales de salida binarias del convertidor analógico a digital, del canal Q, son los bits Q y C.

#### 4.2.2.6.3.6 QAM DE DIECISÉIS (16-QAM)

Así como en 16-PSK, el 16-QAM es un sistema M-ario, en donde  $M=16$ . Actúa sobre los datos de entrada en grupos de cuatro ( $2^4 = 16$ ). Como con el 8-QAM, tanto la fase y la amplitud de la portadora transmisora son variados.

#### 4.2.2.6.3.7 TRANSMISOR QAM DE DIECISÉIS

Se muestra en la Figura 4.33 el diagrama de bloques para un transmisor de 16-QA. Los datos de entrada binaria se dividen en cuatro canales: El I, I', Q y Q'. La tasa de bits de cada canal es igual a un cuarto de la tasa de bits de entrada ( $f_b/4$ ).

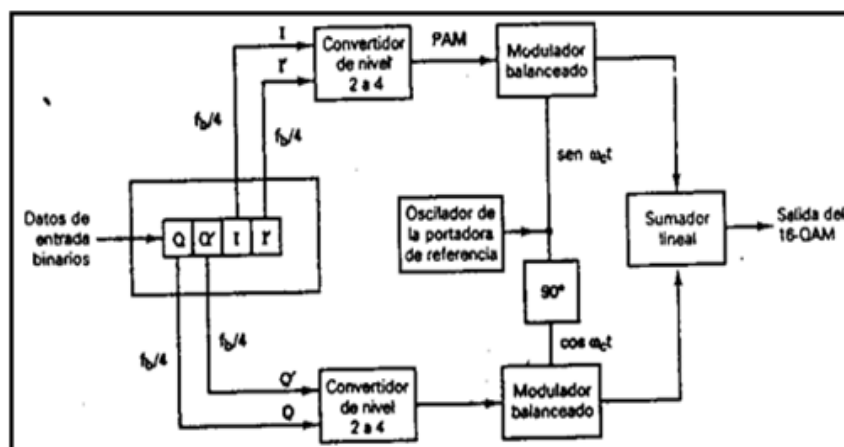


Figura 4.33 Diagrama de Bloques Transmisor 16QAM

#### **4.2.2.6.3.8 CONSIDERACIONES DEL ANCHO DE BANDA PARA 16QAM**

Con el 16-QAM, ya que los datos de entrada se dividen en cuatro canales, la tasa de bits en el canal I, I', Q o Q' es igual a un cuarto de la tasa de datos de entrada binarios ( $f_b/4$ ). (El derivador de bits estira los bits I, I', Q y Q', a cuatro veces su longitud de bits de entrada). Además, debido a que estos bits tienen salidas de manera simultánea y en paralelo, los convertidores de nivel 2 a 4 ven un cambio en sus entradas y salidas a una fase igual a un cuarto de la tasa de datos de entrada.

#### **4.2.2.6.4 ISDB-T (TERRESTRE)**

La transmisión (jerárquica) terrestre del estándar ISDB se realiza mediante la modulación 64QAM, 16QAM, QPSK y DQPSK.

#### **4.2.2.6.4.1 TRANSMISIÓN POR DESPLAZAMIENTO DE FASE CUATERNARIA (QPSK)**

La transmisión por desplazamiento de fase cuaternaria (QPSK) o, en cuadratura PSK, como a veces se le llama, es otra forma de modulación digital de modulación angular de amplitud constante. La QPSK es una técnica de codificación M-ario, en donde  $M=4$  (de ahí el nombre de “cuaternaria”, que significa “4”). Con QPSK son posibles cuatro fases de salida, para una sola frecuencia de la portadora. Debido a que hay cuatro fases de salida diferentes, tiene que haber cuatro condiciones de entrada diferentes. Ya que la entrada digital a un modulador de QPSK es una señal binaria (base 2), para producir cuatro condiciones diferentes de entrada, se necesita más de un solo bit de entrada. Con 2 bits, hay cuatro posibles condiciones: 00, 01, 10 y 11. En consecuencia, con QPSK, los datos de entrada binarios se combinan en grupos de 2 bits llamados dibits. Cada código dibit genera una de las cuatro fases de entrada posibles. Por tanto, para cada dibit de 2 bits introducidos al modulador,



ocurre un sola cambio de salida. Así que, la razón de cambio en la salida es la mitad de la razón de bit de entrada.

#### **4.2.2.6.4.2 TRANSMISOR QPSK**

En la Figura 4.34 se muestra un diagrama a bloques de un modulador de QPSK. Dos bits (un dibit) se introducen al derivador de bits. Después que ambos bits han sido introducidos, en forma serial, salen simultáneamente en forma paralela. Un bit se dirige al canal I y el otro al canal Q.

El bit I modula una portadora que está en fase con el oscilador de referencia (de ahí el nombre de “I” para el canal “en fase”), y el bit Q modula una portadora que está  $90^\circ$  fuera de fase o en cuadratura con la portadora de referencia (de ahí el nombre de “Q” para el canal de “cuadratura”).

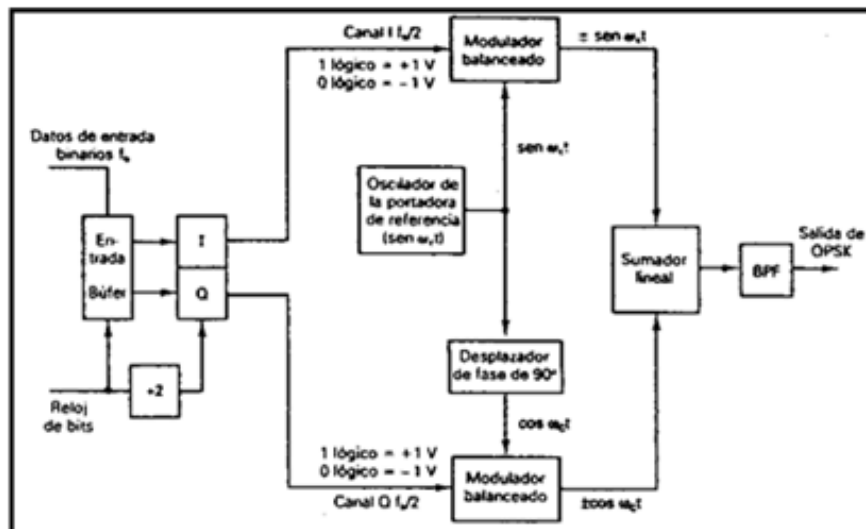


Figura 4.34 Diagrama de Bloques Transmisor QPSK

Puede verse que una vez que un dibit ha sido derivado en los canales I y Q, la operación es igual que en el modulador de BPSK. En esencia, un modulador de QPSK son dos moduladores, de BPSK, combinados en paralelo.

Cada una de las cuatro posibles fases de salida tiene, exactamente, la misma amplitud. En consecuencia, la información binaria tiene que ser codificada por completo en la fase de la señal de salida.

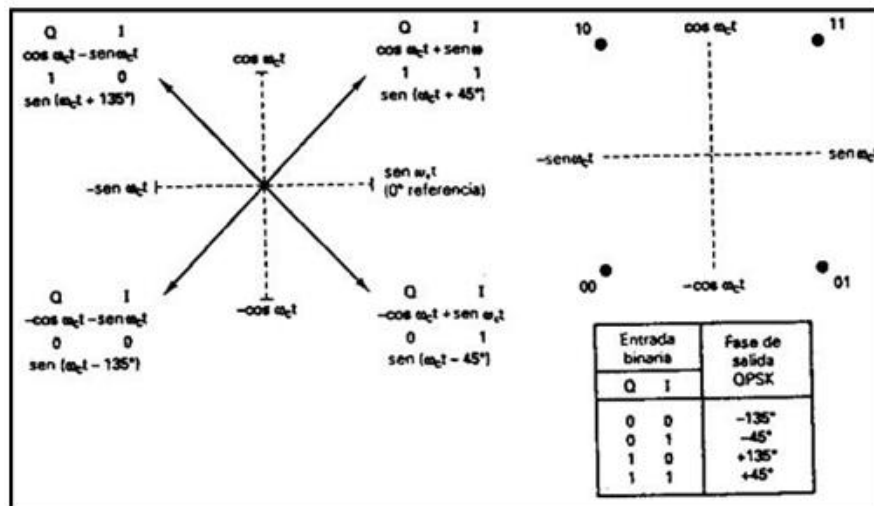


Figura 4.35 Diagrama de Constelaciones Modulador QPSK

#### 4.2.2.6.4.3 CONSIDERACIONES DE ANCHO DE BANDA PARA QPSK

Con QPSK, ya que los datos de entrada se dividen en dos canales, la tasa de bits en el canal I, o en el canal Q, es igual a la mitad de la tasa de datos de entrada ( $f_b/2$ ). En consecuencia, la frecuencia fundamental, más alta, presente en la entrada de datos al modulador balanceado, I o Q, es igual a un cuarto de la tasa de datos de entrada (la mitad de  $f_b/2$ :  $f_b/4$ ). Como resultado, la salida de los moduladores balanceados, I y Q, requiere de un mínimo ancho de banda

de Nyquist de doble lado, igual a la mitad de la tasa de bits que están entrando.

$$f_N = 2(f_b/4) = f_b/2 \quad (7)$$

Por tanto con QPSK, se realiza una compresión de ancho de banda (el ancho de banda mínimo es menor a la tasa de bits que están entrando).

#### **4.2.2.6.4.4 RECEPTOR DE QPSK**

El diagrama a bloques de un receptor QPSK se muestra en la Figura 4.36. El derivador de potencia dirige la señal QPSK de entrada a los detectores de producto, I y Q, y al circuito de recuperación de la portadora. El circuito de recuperación de la portadora reproduce la señal original del modulador de la portadora de transmisión. La portadora recuperada tiene que ser coherente, en frecuencia y fase, con la portadora de referencia transmisora. La señal QPSK se demodula en los detectores de producto, I y Q, que generan los bits de datos, I y Q, originales. Las salidas de los detectores de productos alimentan al circuito para combinar bits, donde se convierten

de canales de datos, I y Q, paralelos a un solo flujo de datos de salida binarios.

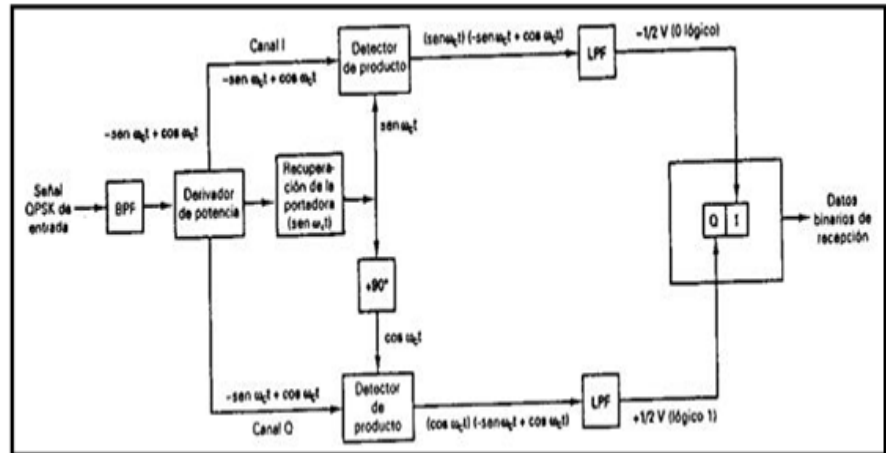


Figura 4.36 Diagrama de Bloques Receptor QPSK

## **CAPITULO 5**

### **ANÁLISIS REGULATORIO**

#### **5.1 MARCO REGULATORIO**

En Ecuador existen organismos encargados del control y regulación de todo tipo de servicio de Telecomunicaciones. El Consejo Nacional de Radiodifusión y Televisión (CONARTEL) reglamenta los diferentes aspectos contemplados en la Ley de Radiodifusión y Televisión, publicada en el Registro Oficial No. 691 el 9 de Mayo de 1995 en la misma que se decreta:

#### **DISPOSICIONES GENERALES**

Es de total obligación que todo medio, sistema o servicio de radiodifusión este regido por la Ley de Radiodifusión y Televisión, el Convenio Internacional de

Telecomunicaciones vigente, Reglamentos vigentes y adicionales y Las Normas Técnicas y Administrativas.

La Superintendencia de Telecomunicaciones (SUPTEL) tiene como objeto determinar el correcto funcionamiento de las estaciones y cumplimiento de las características autorizadas en la concesión tanto del área técnica como administrativa.

El espectro radioeléctrico es patrimonio nacional, el Estado posee derecho preferente de las frecuencias radioeléctricas no asignadas, por lo cual el Consejo Nacional de Radiodifusión y Televisión a través de la Superintendencia de Telecomunicaciones, reservará y asignará frecuencias para la operación de sistemas de radiodifusión y televisión sin necesidad de trámites.

## **DE LA CLASIFICACIÓN DE LAS ESTACIONES POR EL DESTINO DE LAS EMISIONES**

Las estaciones de radiodifusión o televisión se clasifican en:

- Estaciones Públicas: destinada al servicio colectivo y sin fines de lucro. Ofrecen a los usuarios programas de tipo cultural, educativo y asuntos de interés general, tales como conferencias de índole pedagógica, agrícola, industrial, económica, de desarrollo social, de servicio a la comunidad, de orientación al hogar.

- Estaciones Privadas: poseen un capital privado, cuentan con auspiciantes y persiguen fines de lucro.

### **DE LAS CONCESIONES DE RADIODIFUSIÓN COMUNALES**

La concesión de frecuencias para estaciones de radiodifusión de servicio comunal serán otorgadas a las Comunas legalmente constituidas, de acuerdo con la Ley de Organización y Régimen de las Comunas, previo informe favorable del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas, en el sentido de que el funcionamiento de la estación no alentará contra la seguridad nacional interna o externa del país.

Las comunidades interesadas en obtener la concesión de frecuencia para estaciones de radiodifusión de servicio comunal, además de lo contemplado en este Reglamento deberán presentar los siguientes requisitos:

- a) Documento con el que se acredite la personería jurídica de la comunidad, otorgado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- b) Domicilio del lugar en donde se pretende instalar, operar y transmitir programación regular la estación.
- c) Ubicación y altura de la antena.
- d) Número y lista de miembros que integran la comunidad organizada.
- e) Plan de la programación que transmitirá la estación.



- f) Declaración en donde conste el compromiso de la comunidad organizada de cumplir con el correspondiente Plan Nacional de Distribución de Frecuencias.
- g) Declaración en la que conste que la comunidad organizada, no está incurso en ninguna causal de inhabilidad, incompatibilidad o prohibición de orden constitucional o legal.
- h) Para el caso de que la comunidad actúe a través de apoderado, éste deberá acreditar su calidad de tal, mediante poder elevado a escritura pública, ante Notario de la jurisdicción donde se encuentre ubicada la comunidad.

#### **DE LAS CONCESIONES EN GENERAL**

Los requisitos que se indican en el artículo 20 de la Ley de Radiodifusión y Televisión deberán ser cumplidos y presentados por el peticionario para la concesión de frecuencias de estaciones de radiodifusión o televisión de la siguiente manera:

1. Para solicitar frecuencias o canales de radiodifusión y televisión.

- a) Solicitud escrita dirigida al CONARTEL, en la que conste los nombres completos del solicitante y su nacionalidad;
- b) Nombre propuesto para la estación o sistema a instalarse;

- c) Clase de estación o sistema comercial privado, de servicio público o de servicio público comunal;
- d) Banda de frecuencias: de radiodifusión de onda media, onda corta, frecuencia modulada, radiodifusión por satélite, radiodifusión circuito cerrado, televisión VHF o televisión UHF, televisión codificada, televisión por cable, de audio, video o datos, u otros medios, sistemas o servicios de conformidad con la Ley de Radiodifusión y Televisión y este Reglamento;
- e) Estudio de Ingeniería suscrito por un Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones colegiado y registrado en la Superintendencia de Telecomunicaciones;
- f) Ubicación y potencia de la estación o estaciones;
- g) Horario de trabajo;
- h) Dos certificados bancarios que acrediten la solvencia económica del solicitante;
- i) Currículum vitae, para el caso de persona natural;
- j) Partida de nacimiento del solicitante y del cónyuge;

k) Fotocopias de las cédulas de ciudadanía y certificado de votación de la persona natural o del representante legal de la persona jurídica; y,

l) Declaración juramentada que el peticionario no se encuentre incurso en ninguna de las limitaciones establecidas en la Ley de Radiodifusión y Televisión en relación con el número de estaciones de las que puede ser concesionario.

La persona jurídica además de lo indicado anteriormente en este artículo, debe presentar los documentos que acrediten su existencia legal y el nombramiento del representante legal. Para el caso de Compañías, Corporaciones o Fundaciones debe adjuntar las partidas de nacimiento de los socios, y de ser el caso, el certificado de porcentaje de inversión extranjera otorgada por la Superintendencia de Compañías.

## 2. Publicación por la prensa

Una vez que el Consejo conozca la solicitud con el informe del Superintendente de Telecomunicaciones, resolverá la publicación por la prensa sobre la concesión de la frecuencia, para lo cual el peticionario pagará los valores de publicación correspondientes.

## 3. Resolución para la concesión

Luego de que el Consejo haya aprobado la solicitud, y autorizado la celebración del contrato para la concesión de las frecuencias, para la instalación y operación de medios sistemas o servicios, el interesado deberá presentar los siguientes documentos:

- a) Una garantía en dinero en efectivo o cheque certificado a favor de la Superintendencia de Telecomunicaciones por cada una de las frecuencias que solicita para el fiel cumplimiento de la instalación y operación de la estación o sistema, por el valor equivalente a 20 Salarios Mínimos Vitales del Trabajador en General, vigentes a la fecha de suscripción del contrato;
- b) Título de propiedad de los equipos, a falta de éste la promesa de compraventa, judicialmente reconocida; y,
- c) Título de propiedad, o contrato de arrendamiento, de los terrenos en donde se instalará el transmisor de la estación matriz y la (s) repetidora (s).

#### 4. Para la suscripción del contrato

Cuando el Consejo resuelva la concesión de la frecuencia, el interesado deberá presentar el comprobante de pago por los vigentes derechos de concesión de la

frecuencia, otorgado por la Dirección Financiera de la Superintendencia de Telecomunicaciones.

### **DE LAS INSTALACIONES**

La Superintendencia de Telecomunicaciones concederá un plazo para que el operador realice la instalación, operación y transmisión, sujetas a las condiciones que estableció en el previo contrato, caso contrario la SUPTEL podrá dar por terminado el contrato y ejecutará la garantía.

### **DE LA POTENCIA**

La potencia con la que cada estación transmitirá será determinada mediante estudios técnicos acerca de la interferencia, calidad de servicio y el área de cobertura por medio de la Superintendencia de Telecomunicaciones.

## **5.2 PLANIFICACIÓN DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO.**

El espectro radioeléctrico en el Ecuador constituye un recurso escaso, el cual ha sido distribuido indiscriminadamente entre los operadores de los servicios de radiodifusión y televisión. Las bandas de frecuencias, atribuidas internacionalmente al servicio de televisión, se encuentran ampliamente utilizadas en el país, por estaciones de televisión con tecnología analógica.

La televisión digital terrestre tiene el potencial de favorecer la optimización del espectro radioeléctrico, la calidad de las señales se ve mejorada hasta lograr niveles de confiabilidad en la recepción de estas con lo que se fortalece el desarrollo de la convergencia en beneficio de la sociedad y constituirá una evolución tecnológica que cambiará la televisión de libre recepción conocida también como televisión abierta, abriendo para el país grandes posibilidades en múltiples ámbitos, particularmente en lo relativo a la diversidad informativa, cultural, desarrollo de la industria de contenidos, recepción de señales en terminales portátiles y aumento de la calidad de los servicios que reciba el público en general.

La necesaria migración de la televisión desde la banda VHF a la banda UHF en la que se producirán las transmisiones digitales, tiene grandes posibilidades tecnológicas para la optimización del uso del espectro radioeléctrico y por la calidad de las señales a ser receptadas por el público.

El régimen de transición de la televisión analógica a la televisión digital, se considera que debería darse en el plazo no mayor de 10 años, por cuanto dentro de dicho plazo terminan las concesiones otorgadas a los concesionarios de la televisión abierta, debiendo coexistir simultáneamente la señal analógica y digital, en algunos casos podría darse hasta que se produzca el apagón analógico, adicional a lo cual se debe tomar en cuenta que los usuarios

televidentes, deben adquirir el equipamiento necesario para recibir la señal digital.

La mayor eficiencia y el menor ancho de banda que utiliza la señal digital permite realizar transmisiones en un contexto de mucha mayor flexibilidad que la actual, pudiendo tanto emitirse en alta definición o resolución, como emitirse múltiples programas con calidad estándar; calidad que en cualquier caso, representa una gran mejora respecto de la actual señal analógica, semejándose a la que hoy es posible obtener gracias a un video en formato DVD.

Asimismo, la tecnología digital permite recibir la señal en movimiento o en terminales portátiles y también la prestación de servicios adicionales de información. Cabe tener presente que, a diferencia de la televisión analógica, que utiliza principalmente los canales del 2 al 13, en VHF, y en los canales del 21 al 51 en UHF. La televisión digital se implementará en los canales adyacentes, en la banda UHF, lo que permitirá disponer de una cantidad limitada de frecuencias para su implementación.

En la actualidad, resulta difícil determinar las estaciones de televisión analógica que se verán afectadas porque depende de los emplazamientos reales donde se sitúen las estaciones de televisión digital local y de sus características técnicas

de radiación proyectadas, por lo que su identificación se realizará cuando se conozcan esas variables a partir de los proyectos técnicos de las instalaciones.

En consideración a que la Ley de Radiodifusión y Televisión, en su Art. 5.5, establece que son atribuciones del CONARTEL, “c) aprobar el plan Nacional de Distribución de frecuencias para radiodifusión y televisión, o sus reformas;”. Es imprescindible modificar dicho Plan.

La prerrogativa que se señala en el decreto ejecutivo 681 del 18 de octubre de 2007, que reforma al artículo 10 del Reglamento General a la ley de Radiodifusión y Televisión, en la cual se establece que la investigación de nuevas tecnologías de radiodifusión y televisión, serán realizadas únicamente por la Superintendencia de Telecomunicaciones, para lo cual bastará únicamente comunicar al CONARTEL de las frecuencias o canales que utilizará. Esto sin duda viabiliza el ordenamiento del Espectro Radioeléctrico para la utilización de las frecuencias a ser consideradas en la implementación de la Televisión Digital Terrestre.



### **5.3 RÉGIMEN DE CONCESIONES.**

Un canal de televisión visto desde el punto concesional y operativo, es una entidad, estación o sistema integrado que por el derecho que le confiere la concesión puede transmitir una señal de televisión abierta.

De acuerdo a lo establecido en el artículo 9 de la Ley de Radiodifusión y Televisión, la concesión de canales o frecuencias radioeléctricas de televisión, se otorga por el período de diez (10) años de acuerdo con las disponibilidades del Plan Nacional de Distribución de Frecuencias, renovables por períodos iguales.

El régimen actual permite a un concesionario emitir únicamente una señal de televisión abierta considerando los términos establecidos en el Art. 10 de la Ley de Radiodifusión y Televisión, lo que se justifica en el contexto de la televisión analógica.

Sin embargo, los efectos de la digitalización permiten configuraciones variadas para la utilización del espectro radioeléctrico asignado, cuyo desarrollo difiere con el esquema regulatorio vigente.

Por motivo que la tecnología digital permite destinar el ancho de banda asignado en uso a las concesiones para la transmisión no sólo de una señal televisiva sino de múltiples señales distintas, que pueden ser servicios de datos, televisión digital móvil, etc.

En conclusión el marco normativo de concesiones actual debe modificarse y adaptarse a las características de la Televisión Digital Terrestre y además deberá enmarcarse a lo establecido en la Constitución de la República vigente, destinando frecuencias radioeléctricas para la operación de estaciones de televisión privada, pública y comunitaria, fomentando la pluralidad y la diversidad de la comunicación.

#### **5.4 ASPECTOS REGULATORIOS INHERENTES A LA IMPLEMENTACIÓN**

La Ley de Radiodifusión y Televisión, clasifica a las estaciones de televisión en: Comerciales privadas; y, de servicio público. Entendiendo a las primeras como las que tienen capital privado y se financian con publicidad pagada y persiguen fines de lucro; y, las segundas destinadas al servicio a la comunidad, sin fines utilitarios, las que no podrán cursar publicidad comercial de ninguna naturaleza, salvo algunos casos en los que su labor esté orientada al fortalecimiento de la

comunidad, a la consolidación intercultural y social, a la defensa de los valores y derechos humanos, históricos, artísticos, que afiancen la identidad nacional.

La actual legislación no contempla una categorización de concesiones televisivas de distinta naturaleza, que permita asociar a varias estaciones o canales para su desarrollo y el afianzamiento solvente de programaciones variadas y pluralistas, sino que se tiende a conservar un modelo programático de tipo generalista y centralizado, mediante concesiones indiferenciadas en este sentido, recubriendo así la existencia de medios audiovisuales que desde el centralismo transmiten los mismos contenidos al resto del país.

Si bien, la introducción de la televisión digital permitirá tecnológicamente contar con las señales de televisión en el espectro disponible, también es cierto que la barrera que impide mayor pluralidad y número de actores del mercado no está conformada de manera exclusiva por un problema meramente tecnológico o de espacio en el espectro radioeléctrico. También existen condicionantes económicas, en concreto, el financiamiento tanto para mejorar la calidad de los contenidos, como para facilitar el ingreso de nuevos actores a la industria de la televisión, y, en particular, favorecer el desarrollo preferente de las estaciones de carácter público y comunitario.

No hay duda que la televisión digital abre nuevos horizontes a la industria de la televisión con nuevos modelos de negocios y fuentes de financiamiento, pero esos efectos no se manifestarán de manera inmediata y cabe prever que los ingresos publicitarios se mantendrán, sin grandes variaciones, al menos en el corto plazo.

### **5.5 TRANSICIÓN A LA TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE**

Lograr una rápida cobertura nacional de las transmisiones digitales es fundamental para el éxito de la política pública. Tanto por un sentido de equidad territorial como por la posibilidad de ampliar la oferta programática (los nuevos concesionarios no tendrán transmisiones analógicas), es crítico que el proceso de digitalización sea acelerado y con un cronograma razonable que considere a todo el país.

Lo anterior debe comprender de manera conjunta la preservación de otros objetivos asociados al proceso de transición, generando una metodología que permita optimizar la reconversión tecnológica y también garantizar el acceso universal a los servicios de televisión.

En este contexto, un componente central de la política de la televisión digital debe estar asociado al principio de acceso universal. Esto significa un doble desafío desde el punto de vista de la regulación. Por una parte, generar las condiciones que aseguren la oferta de servicios de libre recepción con una cobertura al menos equivalente a la actual y, por otra, garantizar durante un período prudente, el acceso a la señal analógica de aquellos hogares sin la capacidad financiera que les permita adquirir equipos terminales compatibles con la señal digital.

El régimen de la transición a la televisión digital requiere resolver el problema de cómo deberán proceder los actuales operadores de televisión abierta, para desarrollar sus transmisiones digitales.

Por lo expuesto se colige que es necesario realizar las reformas a la normativa vigente, en las cuales deben determinarse las condiciones de la transición, tales como: migración, plazos establecidos en los contratos de concesiones vigentes, período de las nuevas concesiones, compartición de infraestructura, utilización y optimización del espectro radioeléctrico, entre otros.

Cabe, en todo caso, destacar que el objetivo primordial de las reformas a la normativa vigente, tienen relación con posibilitar el acceso de los ciudadanos a la televisión digital en forma masiva y universal; así como a la correcta implantación de la tecnología digital en la televisión abierta del Ecuador.

## **5.6 COMPARTICION DE INFRESTRUCTURA, TORRES Y ANTENAS**

Debido a la evolución que esta experimentado el sector de telecomunicaciones, cada vez más servicios son puestos a disposición de la población. En consecuencia, esta situación trae consigo que ciudades y poblados se encuentren sumergidos en ambientes contaminados por la proliferación de la infraestructura utilizada para la prestación de estos servicios.

Al momento, desde el punto de vista regulatorio, para la prestación individual de los servicios de televisión, se hace necesaria la implantación de una infraestructura de red. Por otro lado, no existe norma que posibilite el uso común de infraestructura tanto a nivel de red pública como al interior de edificaciones. Así mismo se hace necesario normar el uso común de torres y antenas.

Con acciones en esta dirección, se habrán dado pasos decisivos para la incorporación de las nuevas tecnologías (acceso a internet, telefonía, TV) a los edificios y viviendas, de forma económica y transparente para el usuario. Esta

compartición de infraestructura facilitará, además, el acceso a un amplio abanico de servicios avanzados en el ámbito de las telecomunicaciones y de la radiodifusión y televisión y sobre todo se evitará paisajes tan “urbanos” como una gigantesca plantación de antenas en los cerros y azoteas de edificios, con la consecuente contaminación visual.

## **CAPITULO 6**

### **INVERSIÓN DE LOS OPERADORES**

#### **6.1 DISEÑO DE ESTACIÓN DE TELEVISIÓN PARA TRANSMISIÓN EN ESTÁNDAR DIGITAL ISDB-T**

La siguiente figura muestra el diseño de un canal digitalizado y su respectiva automatización:



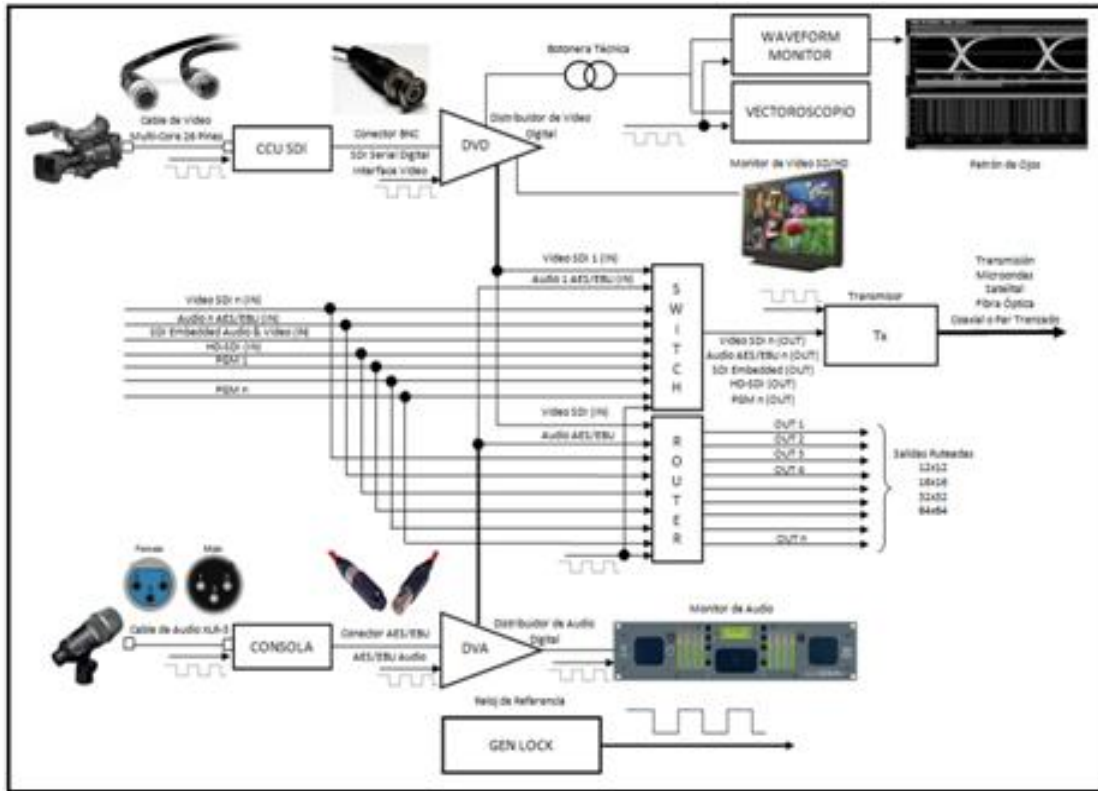


Figura 6.1 Diseño de Canal Digitalizado

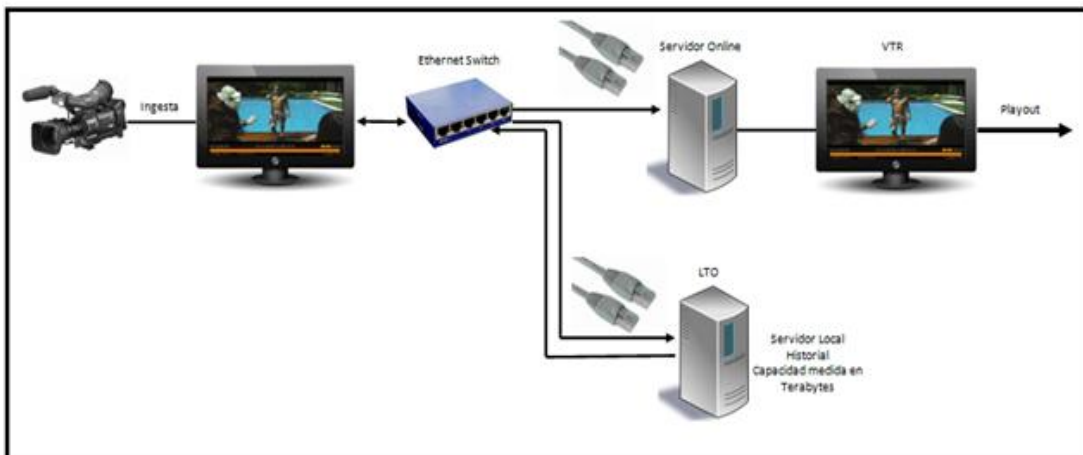


Figura 6.2 Automatizaci3n de Canal Digital

## 6.2 PRESUPUESTO REQUERIDO

Una vez decidido el estándar que adopte Ecuador, ISDBT, se tiene previsto que la inversión requerida para concretar el cambio de transmisión análoga a digital se encuentre entre un millón y cinco millones, dependiendo de las características de los equipos a implementar en el nuevo diseño y la cobertura que se precise.

## 6.3 EQUIPOS REQUERIDOS

Entre los equipos a resaltar tenemos:

Relación Material:

- Cámaras de video de Estudio (Cables, Baterías, Unidades de Almacenamiento, Lentes, Trípode, etc.)
- Cámaras de video Ligeras para Unidades Móviles (Cables, Baterías, Unidades de Almacenamiento, Lentes, Trípode, etc.)
- Micrófonos (De Solapa, De Mano, etc.)
- Cortinas para Croma
- Sistemas de Iluminación (Fluorescentes de 5400K, Fluorescentes de 3200K, Cuarzos, Fresnels, Dimmers, Reflectores, Bombillas de 1000W, Bombillas de 650W, etc.)
- Prompters

### Sala de Control:

- Mezclador de Video
- Magnetoscopios
- Generador de Sincronismo (GEN LOCK)
- Monitores de Audio y Video
- Matriz de Conmutación o Paneles de Conexión Video/Audio
- Mesa de Edición de Audio
- Mesa de Edición de Video
- Servidores de Almacenamiento para Edición
- Servidores WEB

### Control Máster:

- Controles Principales de Operación
- Generador de Caracteres
- Reproductor DVCAM
- Reproductor BETACAM
- Generador de Pulsos y Sincronismo de Color
- Equipos de Monitoreo (Vectorscopio, Wave Form Monitor)
- Distribuidor de Video
- Distribuidor de Audio
- Corrector de Base de Tiempo (TBC Time Base Corrector)
- Routers (12x12, 16x16, 32x32, etc.)

➤ Switcher

## **6.4 DIGITALIZACIÓN EN LA CADENA DE VALOR**

La Tabla 6.1 muestra en resumen los datos obtenidos de la investigación realizada por la SUPERTEL donde indica que ninguna operadora de televisión se encuentra transmitiendo en el nuevo estándar digital, a excepción de Ecuador TV, que actualmente transmite su señal televisiva en el canal 47, con el objetivo de que los usuarios puedan realizar pruebas con la señal. Además, se tiene previsto que las primeras ciudades en adquirir los equipos necesarios para empezar sus transmisiones en digital serán: Quito, Guayaquil, Cuenca y Manta, estimando el cambio al resto de ciudades del Ecuador gradualmente.

Las operadoras de televisión en Ecuador, en su mayoría, se encuentran en una etapa de cotización de equipos, donde el personal a cargo de cada operadora analiza minuciosamente la posibilidad de adquisición tomando en cuenta dos factores importantes que son: los costos y la calidad, basado en un previo diseño de la nueva estación televisiva, sin embargo existen operadoras locales que actualmente transmiten programación HD (Alta Definición) gracias a un acuerdo firmado con la operadora de televisión por cable Grupo TV

Cablemediante redes de fibra óptica que unen ambas empresas (operadora de TV Cable y operadoras locales), como se muestra en la siguiente tabla:

Operadora Local	Canal			Fecha de Inicio
	Guayaquil	Quito	TV Cable	
Ecuavisa HD	21	24	290	1 de Abril del 2012
RTS HD	31	32	295	27 de Julio del 2012
Tele amazonas HD	23	22	292	17 de Julio del 2012
TC HD	35	36	299	30 de Mayo del 2012
Canal Uno HD	27	28	294	2 de Abril del 2012

**Tabla 6.1** Fuente: Supertel-Operadoras Locales que Transmiten a través de Grupo TV Cable

Debido al periodo extenso de tiempo en el cual los operadores deberán cumplir con el proceso de transición a digital (aproximadamente 5 años) se transmitirá simultáneamente en análogo y digital, hasta que finalmente se suceda el apagón analógico.

DIGITALIZACIÓN DE LA CADENA DE VALOR DE OPERADORES				
Operadora	Producción de contenido	Programación	Distribución (enlaces)	Transmisores
TC-TV	SI	SI	SI	NO
Teleamazonas	SI-SD	No responde	No responde	NO
Ecuavisa	En proceso	En proceso	SI	NO
TV – Telerama	SI	SI	NO	NO
TV-Machala	NO	NO	NO	NO
Caravana TV	SI	NO	NO	NO
Zaracay TV	NO	NO	NO	NO
RTU	NO	NO	SI	NO
RTS	NO	NO	NO	NO
TVOS Riobamba	SI	SI	NO	NO
Magnavisión	En proceso	En proceso	En proceso	NO
Empalme TV	NO	NO	NO	NO
Telecine Cable Carchi	NO	NO	NO	NO
UTV Canal 24 Ibarra	NO	NO	SI	NO
TV Norte Ibarra	SI	NO	NO	NO
ETV Televisión Otavalo	NO	NO	NO	NO
Ecotel de Loja	SI	SI	SI	NO
UBTV	SI-SD	SI	SI	NO
TV Sur Cariamanga	SI	SI	SI	NO

**Tabla 6.2** Fuente: SUPERTEL. “Inversión económica de los operadores de TV en la transición hacia lo digital”

## 6.5 AFECTACIÓN DE LA PRODUCCIÓN NACIONAL TELEVISIVA

Prácticamente, el contenido en la programación de la producción nacional televisiva no se verá afectada, es decir, será la misma independiente del cambio

de transmisión; la principal diferencia entre estaciones de televisión terrestres en el país será su innovación tecnológica debido a que ciertos canales podrán contar con un mejor presupuesto para equipamiento, siendo notorio así una mejora de calidad en el servicio hacia el cliente final o televidente.

### **6.6 REQUERIMIENTO DE PERSONAL TÉCNICO**

Las estaciones de televisión, en su mayoría, consideran que el personal con el que cuentan actualmente posee la capacidad necesaria para adaptarse a la transición, por lo cual no se ven en la necesidad de contratar nuevo personal siendo más conveniente capacitar a su personal técnico, los cuales, naturalmente cuentan con buenas bases acerca de la televisión en transmisión analógica.

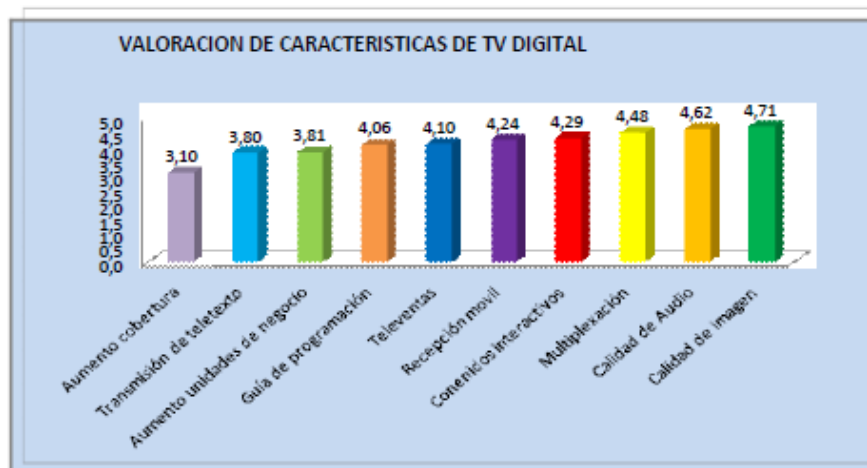
### **6.7 VENTAJAS Y DESVENTAJA DE LA TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE**

Entre las ventajas más evidentes se encuentra la mejora en la calidad en el servicio, gracias a la compresión de audio y video será posible transmitir imágenes de alta resolución con altas velocidades de transmisión y con mayor cobertura, siendo posible inclusive la interacción con el usuario final.

Desde el punto de vista del propietario del canal, la desventaja más clara es el costo de migración que conlleva la transición hacia lo digital.

## 6.8 PERCEPCIÓN ACERCA DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA TELEVISIÓN DIGITAL

Estudios realizados por la SUPERTEL demuestran que los operadores consultados tienen por prioridad alta la calidad de audio y video transmitida hacia el televidente, definen como prioridad media la recepción móvil y televentas, y finalmente como prioridad baja el aumento de cobertura.



**Figura 6.3** Fuente: SUPERTEL. “Valoración de Características de TV Digital – Ecuador”



## 6.9 PERCEPCIÓN DE LA CALIDAD DE LOS SERVICIOS DE LA TELEVISIÓN DIGITAL

En solicitar la valoración de servicios que puede ofertar la televisión digital, se establecieron, en su orden, los siguientes:

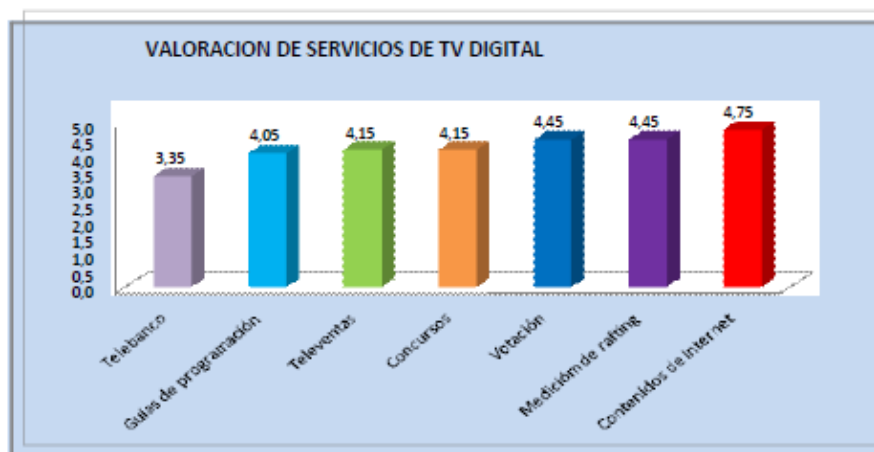


Figura 6.4 Fuente: SUPERTEL. “Valoración de Servicios de TV Digital – Ecuador”

## 6.10 APAGÓN ANALÓGICO

La transición de analógico a digital debe darse en un plazo no mayor a 8 años, tiempo en el cual deberá coexistir ambas señales al aire: la analógica y la digital, hasta que se produzca el apagón analógico. La super intendencia de telecomunicaciones (SUPERTEL) considera al factor económico como el más importante, por un lado el operador deberá realizar una fuerte inversión para adquirir equipos que le permitan transmitir su señal digital, y por el otro lado se

encuentra el usuario obligado a obtener decodificadores que le permitan recibir y decodificar las nuevas emisiones.

La era digital traerá un desarrollo mucho más acelerado que el que tuvo la TV en sus primeros 50 años en Ecuador, mayor calidad, mayor número de canales, mayores servicios, movilidad y finalmente llegará la interactividad a la tele.

#### **6.10 TELEVISIÓN DIGITAL VS TELEVISIÓN ANALÓGICA**

A continuación se presenta una tabla resumiendo las diferencias de mayor jerarquía entre ambas transmisiones, por un lado la analógica, usada desde sus inicios en Ecuador y por más de medio siglo, y por el otro la digital, opción prometedora a nuevos avances tecnológicos en las emisiones de audio y video muy superior en calidad y bajo en uso del espectro radioeléctrico.

	TELEVISION ANALOGA	TELEVISION DIGITAL	COMPARACION
<b>VIDEO</b>	Modulación AM	64QAM-OFDM, 16QAM-OFDM, QPSK-OFDM, DQPSK-OFDM COFDM	Dado que la señal se transmite de forma digital, esto permite eliminar el efecto niebla o doble imagen de nuestros televisores.
<b>AUDIO</b>	Modulación FM	COMPRESION MPEG-2 Audio (AAC)	Mejor calidad de sonido (parecida a la que proporciona un CD), con efectos sur-round multicanal.
<b>ANCHO DE BANDA</b>	6 MHZ	6 MHZ con posibilidad de varios canales dentro del mismo ancho de banda	Debido al uso más eficiente que la TDT hace del espectro radioeléctrico, esto permite incrementar de modo significativo la oferta de canales disponibles al público, pasando de una oferta entre 6 y 8 canales a otra que aglutina en torno a 25, con carácter general.
<b>CORRECCION DE ERRORES</b>	X	Codificación interna , Convolución 7/8,3/4,2/3,1/2 Codificación externa:RS(204,188)	La televisión analógica no tiene mecanismos de detección de errores ni corrección de errores durante la transmisión a diferencia de la tv digital.
<b>RESOLUCION</b>	512 x 400	704 x 480 (30cu/seg) 704 x 480 (60cu/seg) 1280 x 720 1920 x 1080(30cu/seg) 1920 x 1080(60cu/seg)	La televisión digital tiene mayor resolución, es decir la señal de video es más tinida que en la televisión analógica, la cual da como máximo una resolución 512x40.
<b>TRANSMISION DE DATOS</b>	X	ARIB STD B-24 (BML, ECMA script)	La televisión digital no hay transmisión de datos, debido que solo se envía en un canal de 6 MHZ solo señal de audio y video
<b>POTENCIA</b>	100%	Es un 50%-70% (-3,-8db)	Normalmente las transmisiones digitales requieren de entre un 50% y 75% menos potencia para cubrir la misma distancia geográfica
<b>MOVILIDAD</b>	X	Completa Movilidad	Permite la recepción de señales sin necesidad de utilizar antenas especiales en zonas bajo cobertura.
<b>INTERACTIVIDAD</b>	X	Interactividad Local y Remota	Experiencia frente al televisor de manera activa, selección de contenidos de lo que se desea ver, comunicación bidireccional con el proveedor de aplicaciones interactivas

**Tabla 6.3**Comparativa de Televisión Digital VS Análoga

## CONCLUSIONES

1. Ecuador adoptó en el mes de Marzo del 2010 transmitir en el estándar digital ISDB-T en consenso con la Embajada de Japón, luego de analizar las diferentes opciones optó por el estándar mencionado tomando en cuenta los beneficios disponibles frente a los demás estándares, como son la movilidad, flexibilidad, interactividad, portabilidad y gracias a la posible explotación de aplicaciones varias con ayuda de talentos para el desarrollo de aplicaciones y contenidos en el país, generando grandes oportunidades de empleos.
2. Dado a los escasos ingresos obtenidos en las operadoras de televisión pequeñas en Ecuador, y debido a una inversión alta necesaria para el cambio de la infraestructura en el nuevo estándar digital ISDB-T, dichas estaciones no poseen el capital suficiente por lo cual se ven la necesidad de optar por ayuda del gobierno o en su defecto por inversiones extranjeras.
3. El cambio de transmisión de análogo a digital en las estaciones de televisión abierta requieren de diversas etapas para su implementación: diseño, financiamiento, cotización de equipos, infraestructura; sin olvidar

el factor humano el cual debe estar debidamente capacitado para contar con un óptimo desempeño tanto en el área técnica como en la de producción, dando como resultado una adaptación idónea para la operadora televisiva.

4. El Estado ecuatoriano se encuentra en constante estudios acerca de las mejores alternativas económicas en equipos de recepción del estándar ISDB-T para que los usuarios finales (televidentes) obtengan los beneficios del nuevo sistema de transmisión sin notar el impacto monetario que esto conlleva, para lo cual invertirá una suma importante de dinero para contrarrestar el gasto en el telespectador.
5. Una de las ventajas de mayor importancia que representa el transmitir de forma digital es el aprovechamiento del espectro radioeléctrico concedido por el Estado para radio difusión de señales televisivas, gracias a los métodos de compresión de tramas de audio, video y datos, siendo posible transmitir simultáneamente varios canales en el mismo ancho de banda actual para televisión análoga.

6. No es posible deducir una cantidad determinada a invertir en equipamiento por tanto que los costos varían dependiendo de ciertos aspectos técnicos, el cual no será el mismo para las diferentes operadoras dependiendo netamente de sus exigencias y su financiamiento económico.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a los televidentes en general, al momento de adquirir cualquier equipo de recepción (TV), tomar en cuenta que el equipo adquirido posea tecnología adecuada para recibir señales en el estándar ISDB-T, ahorrando la necesidad de contar con un decodificador adicional para la conversión de Digital a Análogo, opción viable para los usuarios que no tengan las posibilidades económicas para la compra de un nuevo televisor.
2. El personal a cargo en el proceso de transición a digital (infraestructura) deberá evaluar las diferentes alternativas de hardware y software de captura, control, procesamiento, monitoreo, transmisión, encriptación, almacenamiento, edición, entre otras, de audio y video, comparando costos y beneficios entre los proveedores de las distintas marcas y modelos para obtener la mejor calidad de imagen y fidelidad de sonido al menor costo posible.
3. Se recomienda el diseño ideal de una estación de televisión con el objetivo de aprovechar al máximo el capital a invertir, consiguiendo la mayor calidad posible lo cual influirá en el espectador al momento de

escoger la programación habitual de una cierta operadora, ganando rating y muy buena aceptación.

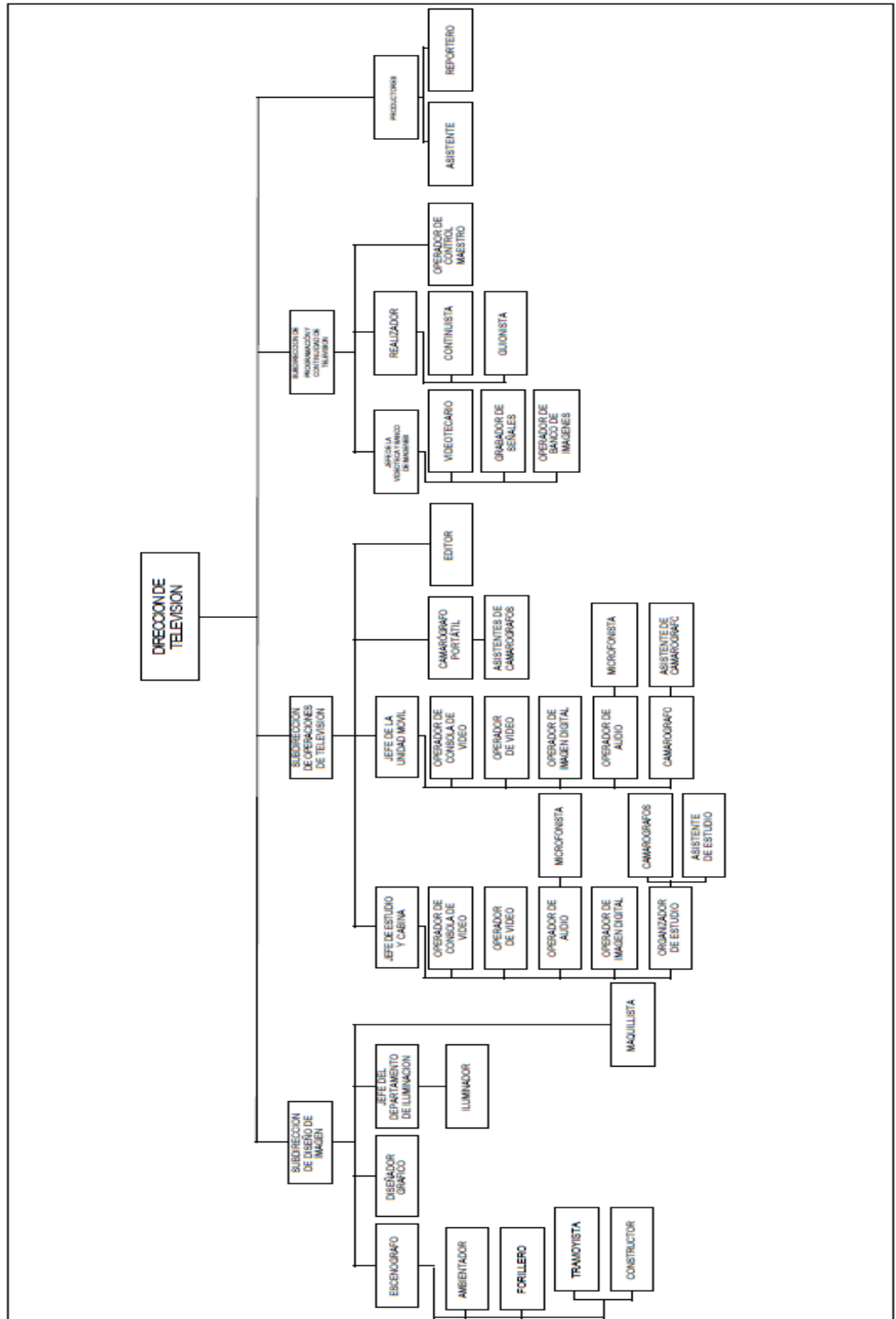
4. Es recomendable promover la precisa ayuda por parte del Estado ecuatoriano favoreciendo en la obtención de equipamiento a las pequeñas operadoras que no cuenten con el capital necesario, estableciendo convenios o acuerdos estratégicos con los proveedores extranjeros como por ejemplo la disminución de aranceles para las respectivas importaciones al país.



# **ANEXO A**












# ORGANIGRAMA DE UNA ESTACIÓN DE TELEVISIÓN

Fuente: Canal Telerama








# **ANEXO B**

## B-1 CÁMARAS PROFESIONALES SONY (MODELO Y PRECIO)

<p><b>HVRA1U</b></p>  <p><b>HVRA1U</b> C-MOS 1080i HDV Camcorder</p> <p>U.S. List Price</p> <p><b>\$2,750.00</b></p>	<p><b>HVRHD1000U</b></p>  <p><b>HVRHD1000U</b> Digital High Definition HDV Shoulder Mount Camcorder</p> <p>U.S. List Price</p> <p><b>\$1,950.00</b></p>	<p><b>HVRS270U</b></p>  <p><b>HVRS270U</b> HDV Shoulder-mount Camcorder with Memory Recording Unit</p> <p>U.S. List Price</p> <p><b>\$8,700.00</b></p>	<p><b>HVRV1U</b></p>  <p><b>HVRV1U</b> 3CMOS 1080p HDV Camcorder</p> <p>U.S. List Price</p> <p><b>\$4,230.00</b></p>
<p><b>HVRZ5U</b></p>  <p><b>HVRZ5U</b> HDV High Definition Handheld Camcorder</p> <p>U.S. List Price</p> <p><b>\$4,950.00</b></p>	<p><b>HVRZ7U</b></p>  <p><b>HVRZ7U</b> HDV Camcorder with Memory Recording Unit</p> <p>U.S. List Price</p> <p><b>\$6,850.00</b></p>	<p><b>NIPROS/S26</b></p>  <p><b>NIPROS/S26</b> Multi Core Studio System for Sony Handheld Camcorders (Shown with PMW-EX3 Camcorder)</p> <p>U.S. List Price</p> <p><b>\$7,000.00</b></p>	<p><b>NIPROS/V26</b></p>  <p><b>NIPROS/V26</b> Multi Core Studio System for HVR-S270U</p> <p>U.S. List Price</p> <p><b>\$7,000.00</b></p>
<p><b>SSS12</b></p>  <p><b>SSS12</b> SSS12 studio camera configuration package</p> <p>U.S. List Price</p> <p><b>\$14,560.00</b></p>	<p><b>SSS17</b></p>  <p><b>SSS17</b> SSS17 studio camera configuration package</p> <p>U.S. List Price</p> <p><b>\$20,440.00</b></p>	<p><b>SSS20</b></p>  <p><b>SSS20</b> SSS20 studio camera configuration package</p> <p>U.S. List Price</p> <p><b>\$23,940.00</b></p>	



## B-2 SWITCH DE VIDEO SONY (MODELO)

<p>MVS8000X</p>  <p><b>MVS8000X</b> Multi-Format Production Switcher Processor</p>	<p>MVS3000</p>  <p><b>MVS3000</b> Affordable HD/SD Multi-format Switcher with Advanced New Control Panel</p>	<p>MVS6520</p>  <p><b>MVS6520</b> 2 M/E Affordable HD/SD Multi-format Switcher with Advanced New Control Panel</p>	<p>MVS6530</p>  <p><b>MVS6530</b> 3 M/E Affordable HD/SD Multi-format Switcher with Advanced New Control Panel</p>
<p>MVS7000X</p>  <p><b>MVS7000X</b> Multi-Format Production Switcher Processor</p>			

## B-3 SWITCH DE AUDIO SONY (MODELO)



## B-4 ROUTER SONY (MODELO Y PRECIO)

IXS6600	IXS6700
	
<b>IXS6600</b> Integrated Routing System 4RU Chassis	<b>IXS6700</b> Integrated Routing System 8RU Chassis
U.S. List Price	U.S. List Price
<b>\$22,550.00</b>	<b>\$30,580.00</b>

## B-5 SD/HD VIDEO ROUTER EVERTZ (MODELO)

**EQT-1616-H, EQT-1616-3G, EQT-1604-H, EQT-1604-3G**  
16x16 and 16x4 3G/HD/SD Front Accessible Router



The EQT is a routing solution for mission critical applications. Its revolutionary design provides 100% redundancy and easy access to all components for quick replacement, minimizing down time. With this, and the ability to route up to 16x16 signals in a compact 1RU frame, the EQT is ideal for all mission critical and demanding 24/7 environments.

Being format independent data paths the EQT supports digital signals from 3Mb/s all the way up to 3Gb/s including SD-SDI, HD-SDI, 3G-SDI, DVB-ASI, SMPTE ST 310.

## QT-0808H, QT-1616H, QT-3232H, QT-0808S, QT-1616S & QT-3232S Topaz High & Standard Definition Routers



Designed to meet the needs of both the broadcast and professional video users, Topaz is an aggressively low priced routing system combining no-compromise technical specifications with a market leading control system.

With broadcast quality, reliability, and affordability, Topaz is suited to many applications, including professional, corporate/industrial markets, educational uses and the AV and presentation markets.

Topaz-High Definition routers offer a full 1.5Gb/s bandwidth to handle uncompressed HD signals. Automatic Bit Rate Detection on the input equalizer allows any mix of HD and SD signals in the same unit.

Up to 95m of cable equalization is provided at HD data rates (250m at SD rates).

## B-6 AUDIO ROUTER EVERTZ (MODELO)

### Q16-AES & Q32-AES Q16 & Q32 Digital Audio Router



The Q16-AES and Q32-AES routers provide asynchronous or synchronous AES/EBU digital audio switching with either balanced or unbalanced inputs and outputs. The synchronous audio switching mode also supports a number of additional features such as Soft Switching, Wild Shuffling, Mono Mixing and Sample Rate Conversion.

## QT-1616-AA & QT-3232-AA




### Topaz Analog Audio Routers



Designed to meet the needs of both the broadcast and professional video users Topaz is an aggressively low priced routing system combining no-compromise technical specifications with a market leading control system.

With broadcast quality, reliability, and affordability, Topaz is suited to many applications, including professional, corporate/industrial markets, educational uses and the AV and presentation markets.

## B-7 PROCESADOR DE VIDEO SONY (MODELO Y PRECIO)

MPE200	PFVSP3100	PFVSP3300
		
<b>MPE200</b> Multi Image Processor	<b>PFVSP3100</b> Signal Processing Frame, 1RU, 4 Slot	<b>PFVSP3300</b> Signal Processing Frame 3 RU, 17 Slot
U.S. List Price	U.S. List Price	U.S. List Price
<b>\$38,000.00</b>	<b>\$2,740.00</b>	<b>\$5,260.00</b>



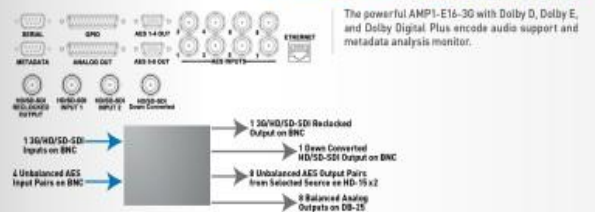
# B-8 AUDIO MONITORS 16 CANALES WHOLER (MODELO)



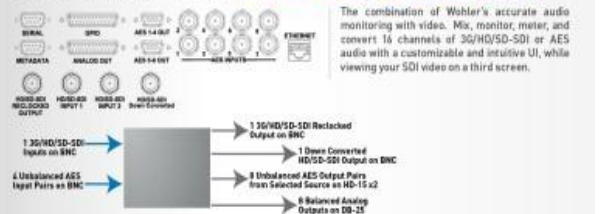
The **AMP1-16V-MD** monitors 16 channels of audio from 3G/HD/SD-SDI and AES sources with loudness display using ITU-R1770-1 algorithms and audible monitoring through a fully digital high-fidelity amplifier system and speakers.

The **AMP1-16V-MD** monitors 16 channels of embedded 3G/HD/SD-SDI and AES audio, while the **AMP1-E16V-3G** includes DOLBY-E, DOLBY-D, and DOLBY Digital Plus capability. You can select all the channels for simultaneous display and concurrently monitor them on bright, sharp LCD screen that you can easily configure for bar graph meter look, scale and ballistics.

## AMP1-E16V-MD



## AMP1-16V-MD



# B-9 VIDEO MONITOR WHOLER (MODELO)

## DVM-2443



Four 4.3" LCD screens displaying 3G/HD/SD-SDI, Component, Composite, DVI-I, MPEG2-TS and MPEG4-TS signals

Audio Capabilities: Monitor embedded audio via speakers, headphones and analog audio input.

Native Aspect Ratio: 16:9

Video Format: MPEG-2/MPEG-4, 3G/HD-SD-SDI, DVI, analog composite and analog component video  
Dimensions: (H x W) 33.5" x 19" x 2.2" (863 x 483 x 56 mm)  
Weight: 5.2 lbs (2.4 kg)

## DVM-4290



Dual 9" LCD Screens Displaying 3G/HD/SD-SDI, Component, Composite, DVI-I, MPEG2-TS and MPEG4-TS Signals

## DVM-3270



Dual 7" LCD Screens Displaying 3G/HD/SD-SDI, Component, Composite, DVI-I, MPEG2-TS and MPEG4-TS Signals

## DVM-5210



Dual 10" LCD Screens Displaying 3G/HD/SD-SDI, Component, Composite, DVI-I, MPEG2-TS and MPEG4-TS Signals

## RM-3357-HD



Triple 5.0" tilting HD/SD-SDI tilting video monitor with loop-through, embedded audio metering and monitoring.

Audio Capabilities: On-screen level meters with audio from both-in speakers or headphone jack  
Native Aspect Ratio: 4:3  
Video Format: Up to 1080i60p30  
Viewing Angle: 145°H x 105°V  
Resolution: 640 x 480  
Dimensions: (H x W x D) 11.1 x 3.5 x 2.4" (282 x 89 x 61 mm)  
Weight: 2 lbs (0.9 kg)  
Power Consumption: 10W

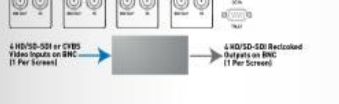


## RM-2443W-HD



Quad 4.3" HD/SD-SDI tilting video monitor with loop-through, embedded audio metering and monitoring.

Audio Capabilities: On-screen level meters with audio from headphone jack  
Native Aspect Ratio: 16:9  
Video Format: Up to 1080i60p30  
Viewing Angle: 145°H x 145°V  
Resolution: 480 x 272  
Dimensions: (H x W x D) 3.5 x 19" x 2.2" (89 x 483 x 60 mm)  
Weight: 2 lbs (0.9 kg)  
Power Consumption: 10W



## RM-2443W-2HD



Quad 4.3" HD/SD-SDI tilting video monitor with dual inputs and embedded audio metering and monitoring.

Audio Capabilities: On-screen level meters with audio from built-in speakers or headphone jack  
Selection: Front A/B selection  
Native Aspect Ratio: 16:9  
Video Format: Up to 1080i60p30  
Viewing Angle: 145°H x 145°V  
Resolution: 480 x 272  
Dimensions: (H x W x D) 3.5 x 19" x 2.4" (89 x 483 x 60 mm)  
Weight: 2 lbs (0.9 kg)  
Power Consumption: 10W



## RM-2443W-C











Quad 4.3" CVBS tilting video monitor with 2 inputs per screen







Selection: Front A/B selection  
Native Aspect Ratio: 16:9  
Viewing Angle: 145°H x 145°V  
Resolution: 480 x 272  
Dimensions: (H x W x D) 3.5 x 19" x 2.25" (89 x 483 x 57.15 mm)  
Weight: 2.1 lbs (1.4 kg)  
Power Consumption: 10W



## B-10 SISTEMA DE MICRÓFONOS WHOLER (MODELO Y PRECIO)

 <p style="text-align: center;"><b>SF-DSF-1-SZS</b> Price: <b>\$11,300.00</b></p> <p>Soundfield DSF-1 Digital Performance Microphone System optimized for concert venue broadcast and recording markets, with Surround Zone post-production software plug-in.</p>	 <p style="text-align: center;"><b>SF-DSF-2-SZS</b> Price: <b>\$11,300.00</b></p> <p>Soundfield DSF-2 Digital Broadcast Microphone System developed to provide simultaneous digital surround and stereo soundscapes at large scale outside broadcast events, with Surround Zone post-production software plug-in.</p>	 <p style="text-align: center;"><b>SF-DSF-1</b> Price: <b>\$10,825.00</b></p> <p>Soundfield DSF-1 Digital Performance Microphone System optimized for concert venue broadcast and recording markets.</p>	 <p style="text-align: center;"><b>SF-DSF-2</b> Price: <b>\$10,825.00</b></p> <p>Soundfield DSF-2 Digital Broadcast Microphone System developed to provide simultaneous digital surround and stereo soundscapes at large scale outside broadcast events.</p>
 <p style="text-align: center;"><b>SF-MKV-SZS</b> Price: <b>\$8,225.00</b></p> <p>Soundfield MKV Microphone System, with Surround Zone post-production software plug-in. Single point source studio microphone system designed to capture the width, height and depth of an acoustical event.</p>	 <p style="text-align: center;"><b>SF-ST450/K3/SZS</b> Price: <b>\$7,820.00</b></p> <p>ST450/K3/SZS Portable Microphone System, with Surround Zone post-production software plug-in. Kit 3 includes Compact Rycote + Battery Kit</p>	 <p style="text-align: center;"><b>SF-MKV</b> Price: <b>\$7,750.00</b></p> <p>Soundfield MKV Microphone System. Single point source studio microphone system designed to capture the width, height and depth of an acoustical event.</p>	 <p style="text-align: center;"><b>SF-ST450/K2/SZS</b> Price: <b>\$7,400.00</b></p> <p>ST450/K2/SZS Portable Microphone System, with Surround Zone post-production software plug-in. Kit 2 includes Compact Rycote.</p>

## B-11 MICRÓFONOS SHURE (MODELO Y PRECIO)

 <p><b>SM58-CN</b> SM58 Vocal Microphone with Cable USD\$ 109.00</p>	 <p><b>SM58-LC</b> SM58 Vocal Microphone USD\$ 99.00</p>	 <p><b>SM58-X2U</b> SM58+X2u USB Digital Bundle USD\$ 199.00</p>	 <p><b>SM58S</b> SM58 Vocal Microphone with On / Off Switch USD\$ 104.00</p>
 <p><b>SM86</b> SM86 Vocal Microphone USD\$ 179.00</p>	 <p><b>SM87A</b> SM87A Vocal Microphone USD\$ 279.00</p>		

## B-12 CCU (CONTROL CAMERA UNIT) SONY (MODELO)

<p>CCU590</p>  <p>CCU590 Portable Camera Control Unit</p>	<p>CCUD50P</p>  <p>CCUD50P PAL Camera Control Unit</p>	<p>CCUTX50P</p>  <p>CCUTX50P PAL Camera Control Unit</p>	<p>HDCU2500L</p>  <p>HDCU2500L HDC2000 Series CCU, Half Rack</p>
<p>HKCUFP1</p>  <p>HKCUFP1 CCU Control Panel for HXCU100</p>	<p>HDCU2000L</p>  <p>HDCU2000L HDC2000 Series CCU, Full Rack.</p>		



# B-13 ILUMINACIÓN DEXEL



## STUDIO FLUORESCENT SOFTLIGHT

### DIGITAL DMX VERSION

LFS-2/55  
LFS-4/55  
LFS-4/55PAN  
LFS-6/55  
LFS-8/55  
LFS-2/80  
LFS-4/80

### Compact Fluorescent lamps 55 Watts

2 Lamps 55W for DMX/Local Dimming Control, 230V or 120V  
4 Lamps 55W for DMX/Local Dimming Control, 230V or 120V  
Panoramica 4 Lamps 55W for DMX/Local Dim Ctrl, 230V or 120V  
6 Lamps 55W for DMX/Local Dimming Control, 230V or 120V  
8 Lamps 55W for DMX/Local Dimming Control, 230V or 120V  
2 Lamps 80W for DMX/Local Dimming Control, 230V or 110V  
4 Lamps 80W for DMX/Local Dimming Control, 230V or 110V

### PHASE CONTROL VERSION

LFSF-2/55  
LFSF-4/55  
LFSF-4/55PAN  
LFSF-6/55  
LFSF-8/55

### Compact Fluorescent lamps 55 Watts

2 Lamps 55W for PHASE DIMMING CONTROL 230V  
4 Lamps 55W for PHASE DIMMING CONTROL 230V  
Panoramica 4 Lamps 55W for PHASE DIMMING CTRL 230V  
6 Lamps 55W for PHASE DIMMING CONTROL 230V  
8 Lamps 55W for PHASE DIMMING CONTROL 230V

### NON DIMMING VERSION

LFSN-2/55  
LFSN-4/55  
LFSN-4/55PAN  
LFSN-6/55  
LFSN-8/55

### Compact Fluorescent lamps 55 Watts

2 Lamps 55W for NON Dimming Control 230V or 120V  
4 Lamps 55W for NON Dimming Control 230V or 120V  
Panoramica 4 Lamps 55W for NON Dimming Ctrl 230V or 120V  
6 Lamps 55W for NON Dimming Control 230V or 120V  
8 Lamps 55W for NON Dimming Control 230V or 120V



## FLUORESCENT CYCLORAMA STUDIO

### DIGITAL DMX VERSION

LFS-2/55CYC  
LFS-4/55CYC

### Compact Fluorescent lamps 55 Watts

2 Lamps 55W for DMX/Local Dimming Control, 230V or 120V  
4 Lamps 55W for DMX/Local Dimming Control, 230V or 120V

### PHASE CONTROL VERSION

LFSF-2/55CYC  
LFSF-4/55CYC

### Compact Fluorescent lamps 55 Watts

2 Lamps 55W for PHASE DIMMING CONTROL, 230V  
4 Lamps 55W for PHASE DIMMING CONTROL, 230V

### NON DIMMING VERSION

LFSN-2/55CYC  
LFSN-4/55CYC

### Compact Fluorescent lamps 55 Watts

2 Lamps 55W for NON Dimming Control, 230V or 120V  
4 Lamps 55W for NON Dimming Control, 230V or 120V



## STUDIO FLUO SPOT

### DIGITAL DMX VERSION

LFS-4/42 SPOT

### Compact Fluorescent lamps 42 Watts

4 Lamps 42W for DMX/Local Dimming Control, 230V

### NON DIMMING VERSION

LFSN-2/42 SPOT

### Compact Fluorescent lamps 42 Watts

4 Lamps 42W for NON Dimming Control, 230V



## POWER BANK STUDIO

### DIGITAL DMX VERSION

PBS-4/58  
PBS-6/58  
PBS-8/58

### 1.50Mts Fluorescent lamps 58 Watts

4 Lamps 58W for DMX/Local Dimming Control, 230V or 120V  
6 Lamps 58W for DMX/Local Dimming Control, 230V or 120V  
8 Lamps 58W for DMX/Local Dimming Control, 230V or 120V

### NON DIMMING VERSION

PBSN-4/58  
PBSN-6/58  
PBSN-8/58

### 1.50Mts Fluorescent lamps 58 Watts

4 Lamps 58W for NON Dimming Control, 230V or 120V  
6 Lamps 58W for NON Dimming Control, 230V or 120V  
8 Lamps 58W for NON Dimming Control, 230V or 120V



## KIT: 2x U-LED + 1x SOFT STUDIO LED

### MODEL 2x U-LED 36W 1x STUDIO LED 48 SOFT

2 Ultralight heads leds 36w model 53-09 110v-240v  
1 Studio led lighting 48 leds model 50-47 110v-240v  
3 Bandoors 4-leaf  
3 Adapter socket to stands  
3 Mini compact lighting stands Mod 1052BAC  
1 Softcase 0.75 x 0.42 x 0.40 m made in nylon cordura  
Optional: dichroic filter cto to 3200K

### MODEL 2x U-LED 60W 1x STUDIO LED 81 SOFT

2 Ultralight heads leds 60w model 53-12 110v-240v  
1 Studio led lighting 81 leds model 50-48 110v-240v  
3 Bandoors 4-leaf  
3 Adapter socket to stands  
3 Mini compact lighting stands Mod 1052BAC  
1 Softcase 0.75 x 0.42 x 0.40 m made in nylon cordura  
Optional: dichroic filter cto to 3200K

## KIT: 3x U-LED







### MODEL KIT U-LED 36W

3 Ultralight heads leds 36w model 53-09 110v-240v  
3 Bandoors 4-leaf  
3 Adapter socket to stands  
3 Mini compact lighting stands Mod 1052BAC  
1 Softcase 0.75 x 0.42 x 0.40 m made in nylon cordura  
Optional: dichroic filter cto to 3200K

### MODEL KIT F/SP LED

3 Ultralight heads leds 60w model 53-12 110v-240v  
3 Bandoors 4-leaf  
3 Adapter socket to stands  
3 Mini compact lighting stands Mod 1052BAC  
1 Softcase 0.75 x 0.42 x 0.40 m made in nylon cordura  
Optional: dichroic filter cto to 3200K

## B-14 PROMPTERS AUTOUCUE

	<p><b>SSP Tablet PC Teleprompter Package &amp; QStart →</b> <b>\$2999.00</b></p> <p>Autocue's Tablet PC and Starter Series teleprompter package combined in to one - instead of a separate PC with QStart connected to a separate prompter monitor, simply mount a tablet PC on to the teleprompter and remove the need for a separate PC!</p>
	<p><b>SSP17 Teleprompter Package &amp; QStart →</b> <b>\$1899.00</b></p> <p>Complete teleprompter prompting package from Autocue including free teleprompter software. Designed for ready ranges of up to 6m (20ft).</p>
	<p><b>SSP10 Teleprompter Package &amp; QStart →</b> <b>\$1599.00</b></p> <p>A complete teleprompter prompting package from Autocue including free QStart teleprompter software. Designed for reading ranges of up to 4m (13 ft).</p>
	<p><b>SSP17 LITE &amp; QStart →</b> <b>\$1499.00</b></p> <p>New 17" LITE - an entry-level teleprompter package ideal for smaller cameras and fixed shots. Includes free teleprompter software. Designed for reading ranges of up to 6m (20 ft).</p>
	<p><b>SSP iPad Portable Teleprompter Package →</b> <b>\$1299.00</b></p> <p>A complete Autocue hardware package enabling you to turn your iPad into a portable teleprompter (iPad not included).</p>
	<p><b>SSP07 Teleprompter Package &amp; QStart →</b> <b>\$1299.00</b></p> <p>Complete teleprompter prompting package from Autocue, including free QStart teleprompter software. Designed for reading ranges of up to 2m (7 ft).</p>
	<p><b>SSP10 Lite &amp; QStart →</b> <b>\$1099.00</b></p> <p>New 10" LITE - an entry-level teleprompter package ideal for smaller cameras and fixed shots. Includes free teleprompter software. Designed for reading ranges of up to 4m (13 ft).</p>

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Hernández, Gutiérrez, M. N. Video Avanzado Volumen 1, 1987.
- [2] Gutiérrez, Sáenz. Video 8 – Cámara, Sony Corporation of Panama, S.A., 1990.
- [3] White Gordon. Técnicas de Video, IORTV Instituto Oficial de Radio Televisión Española RTVE, 1996.
- [4] Fisher Walter, Tecnologías para la Radiodifusión Digital de Video y Audio, Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG, 2009.
- [5] Sony Corporation. Broadcast and Professional Equipment, 2007.
- [6] Clayton Jade. Diccionario Ilustrado de Telecomunicaciones.
- [7] Simoneta José. Televisión Digital Avanzada, 1era Edición, Editorial Internel, Buenos Aires, 2002.
- [8] Loyola Luis. Televisión Digital al Alcance de Todos.
- [9] Informe para la Definición e Implementación de la Televisión Digital Terrestre en Ecuador, Superintendencia de Telecomunicaciones.
- [10] Ley de Radiodifusión y Televisión, Registro Oficial No. 691 el 9 de Mayo de 1995.