

Universidad del Azuay

Facultad de Ciencia y Tecnología

Escuela de Ingeniería Electrónica

"Propuesta de un Modelo de Migración de Tecnología Analógica a Digital en Planta de una Estación de Televisión"

Trabajo de graduación previo a la obtención del titulo de Ingeniero Electrónico

> Autor: Rolando Alfredo Campos Mieles

Director: Ing. Hugo Torres Salamea

Cuenca, Ecuador 2009

Dedicado a: Rolando y Dora, mis padres Marlene, mi esposa

Quienes me apoyaron para realizar este trabajo

Agradecimientos

Un agradecimiento a las siguientes personas y empresas:

Unsión Televisión: Ing. Eduardo González

Unsión Network: Ing. Joe Hewes

Teleamazonas: Ing. Antonio Montalvo

Canal Uno: Ing. William Cobos

Frame Productora audiovisual: Lic. Christian Hernández

New Frontiers: Ing. Douglas Cowan

RESUMEN

Este documento presenta la migración desde la tecnología analógica hacia la digital, de un canal de televisión tipo; comparando las dos tecnologías y posibles rutas de cambio, se logra una digitalización total con los costos reales que implica esta migración. Con fundamentos teóricos del funcionamiento de la televisión analógica y digital, material bibliográfico, investigación y experiencias obtenidas, se describe y diseñan los modelos de los sistemas analógicos y digitales en planta, logrando analizar las ventajas de la digitalización de los sistemas y automatización de procesos para conseguir un buen desempeño en la producción de programación de mejor calidad.

ABSTRACT

This document presents the migration of a television channel from analogical technology to digital, by making a comparison of both technologies and the possible means of accomplishing a complete transition of the entire system, with the total cost that would implicate such migration. Using theoretic fundamentals of the functioning of digital and analog TV, bibliographic material, research in the media and from personal experience, it is possible to explain and design both analog and digital systems in use, to therefore analyze the advantages that brings the digitization of the system and the automation of the process. All this to ultimately better production and programming, and take advantage of the interactive services which are now possible with digital TV.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria	ii
Agradecimientos	iii
Resumen	iv
Abstract	V
Índice de Contenidos	vi
Índice de Ilustraciones y Cuadros	X
Introducción	1
CAPITULO 1 : TELEVISIÓN ANALÓGICA	
1.1 Introducción a la Televisión Analógica	3
1.2 Percepción ocular	4
1.2.1 Teoría de Young	4
1.2.2 Colorimetría	
1.2.3 Características del color	5 5 5
1.2.4 Exploración de la imagen	5
1.3 Estándares NTSC, PAL y SECAM	8
1.3.1 Sistema NTSC	8
1.3.2 Sistema PAL	10
1.3.3 Sistema SECAM	11
1.4 Captura y formación de la imagen	12 13
1.5 Señal de video compuesto1.6 Transmisión de la señal analógica	15
1.7 Conclusiones	16
CAPITULO 2 : TELEVISIÓN DIGITAL	
2.1 Digitalización de la señal de video	17
2.1.1 Muestreo, cuantificación y codificación 2.1.1.1 Muestreo	17 18
2.1.1.2 Cuantificación	19
2.1.1.2 Cuantificación 2.1.1.3 Codificación	19
2.1.2 Formatos de muestreo	20
2.1.2 l'ornatos de maestreo 2.1.3 Niveles de cuantificación y cálculo de	20
velocidades binarias	22
2.1.4 Codificación de la señal compuesta	24
2.2 Relación de aspecto	24
2.3 Compresión de la señal de video	27
2.3.1 Reducción Temporal	28
2.3.2 Estimación y compensación de movimiento2.3.3 Descomposición en capas de una secuencia	30
de video MPEG	31

	2.3.4 Reducción espacial	33
	2.3.4.1 DCT	33
2.4	2.3.4.2 Descomposición en Bloques	34
2.4	Multiplex y flujo de transporte	36
	2.4.1 PES	36
2.5	2.4.2 Formación del flujo de transporte	37 38
2.3	Digitalización de la señal de audio 2.5.1 Muestreo, Cuantificación y Codificación	38
	2.5.2 Señal PCM	39
	2.5.3 Señal de audio AES/EBU	40
	2.5.4 Compresión de la señal de audio	41
	2.5.4.1 Umbral de enmascaramiento	42
	2.5.4.2 Compresión de audio MPEG-2	43
	2.5.4.3 Compresión de audio Dolby AC-3	45
2.6	Distribución de televisión digital terrestre	46
	2.6.1 Estándar ATSC	48
	2.6.2 Estándar DVB-T	49
	2.6.2.1 Transmisión No-Jerárquica	50
	2.6.2.2 Transmisión Jerárquica	51
	2.6.3 Estándar ISDB-T	51
2.7	Conclusiones	52
CAPITUI	LO 3 : ESTACIÓN DE TELEVISIÓN ANALÓGICA	
		52
3.1	Estructura de un estudio de televisión tipo	53 53
3.1	Estructura de un estudio de televisión tipo Master Control	53
3.1	Estructura de un estudio de televisión tipo Master Control 3.2.1 Estudio – Producción	53 54
3.1	Estructura de un estudio de televisión tipo Master Control	53
3.1	Estructura de un estudio de televisión tipo Master Control 3.2.1 Estudio – Producción 3.2.1.1 Producción Switcher	53 54 55
3.1	Estructura de un estudio de televisión tipo Master Control 3.2.1 Estudio – Producción 3.2.1.1 Producción Switcher 3.2.1.2 VTR 3.2.1.3 Consolas de audio 3.2.1.4 Routing switcher	53 54 55 59
3.1	Estructura de un estudio de televisión tipo Master Control 3.2.1 Estudio – Producción 3.2.1.1 Producción Switcher 3.2.1.2 VTR 3.2.1.3 Consolas de audio 3.2.1.4 Routing switcher 3.2.1.5 Monitores	53 54 55 59 61 63
3.1	Estructura de un estudio de televisión tipo Master Control 3.2.1 Estudio – Producción 3.2.1.1 Producción Switcher 3.2.1.2 VTR 3.2.1.3 Consolas de audio 3.2.1.4 Routing switcher 3.2.1.5 Monitores 3.2.1.6 Cámaras de Estudio	53 54 55 59 61 63 63
3.1	Estructura de un estudio de televisión tipo Master Control 3.2.1 Estudio – Producción 3.2.1.1 Producción Switcher 3.2.1.2 VTR 3.2.1.3 Consolas de audio 3.2.1.4 Routing switcher 3.2.1.5 Monitores 3.2.1.6 Cámaras de Estudio 3.2.1.7 Generador de Caracteres	53 54 55 59 61 63 63 63
3.1	Estructura de un estudio de televisión tipo Master Control 3.2.1 Estudio – Producción 3.2.1.1 Producción Switcher 3.2.1.2 VTR 3.2.1.3 Consolas de audio 3.2.1.4 Routing switcher 3.2.1.5 Monitores 3.2.1.6 Cámaras de Estudio 3.2.1.7 Generador de Caracteres 3.2.2 Sala de Control	53 54 55 59 61 63 63 63 65
3.1	Estructura de un estudio de televisión tipo Master Control 3.2.1 Estudio – Producción 3.2.1.1 Producción Switcher 3.2.1.2 VTR 3.2.1.3 Consolas de audio 3.2.1.4 Routing switcher 3.2.1.5 Monitores 3.2.1.6 Cámaras de Estudio 3.2.1.7 Generador de Caracteres 3.2.2 Sala de Control 3.2.2.1 Waveform monitor	53 54 55 59 61 63 63 63 65 65
3.1	Estructura de un estudio de televisión tipo Master Control 3.2.1 Estudio – Producción 3.2.1.1 Producción Switcher 3.2.1.2 VTR 3.2.1.3 Consolas de audio 3.2.1.4 Routing switcher 3.2.1.5 Monitores 3.2.1.6 Cámaras de Estudio 3.2.1.7 Generador de Caracteres 3.2.2 Sala de Control 3.2.2.1 Waveform monitor 3.2.2.2 Vectorscope	53 54 55 59 61 63 63 65 65 66
3.1	Estructura de un estudio de televisión tipo Master Control 3.2.1 Estudio – Producción 3.2.1.1 Producción Switcher 3.2.1.2 VTR 3.2.1.3 Consolas de audio 3.2.1.4 Routing switcher 3.2.1.5 Monitores 3.2.1.6 Cámaras de Estudio 3.2.1.7 Generador de Caracteres 3.2.2 Sala de Control 3.2.2.1 Waveform monitor 3.2.2.2 Vectorscope 3.2.2.3 Estudio Genlock	53 54 55 59 61 63 63 63 65 65 66 69
3.1 3.2	Estructura de un estudio de televisión tipo Master Control 3.2.1 Estudio – Producción 3.2.1.1 Producción Switcher 3.2.1.2 VTR 3.2.1.3 Consolas de audio 3.2.1.4 Routing switcher 3.2.1.5 Monitores 3.2.1.6 Cámaras de Estudio 3.2.1.7 Generador de Caracteres 3.2.2 Sala de Control 3.2.2.1 Waveform monitor 3.2.2.2 Vectorscope 3.2.2.3 Estudio Genlock 3.2.2.4 TBC (Time Base Corrector)	53 54 55 59 61 63 63 65 65 66
3.1 3.2	Estructura de un estudio de televisión tipo Master Control 3.2.1 Estudio – Producción 3.2.1.1 Producción Switcher 3.2.1.2 VTR 3.2.1.3 Consolas de audio 3.2.1.4 Routing switcher 3.2.1.5 Monitores 3.2.1.6 Cámaras de Estudio 3.2.1.7 Generador de Caracteres 3.2.2 Sala de Control 3.2.2.1 Waveform monitor 3.2.2.2 Vectorscope 3.2.2.3 Estudio Genlock	53 54 55 59 61 63 63 63 65 65 66 69 70
3.1 3.2 3.3 3.4	Estructura de un estudio de televisión tipo Master Control 3.2.1 Estudio – Producción 3.2.1.1 Producción Switcher 3.2.1.2 VTR 3.2.1.3 Consolas de audio 3.2.1.4 Routing switcher 3.2.1.5 Monitores 3.2.1.6 Cámaras de Estudio 3.2.1.7 Generador de Caracteres 3.2.2 Sala de Control 3.2.2.1 Waveform monitor 3.2.2.2 Vectorscope 3.2.2.3 Estudio Genlock 3.2.2.4 TBC (Time Base Corrector) Ajuste y calibración de equipos	53 54 55 59 61 63 63 65 65 66 69 70 71
3.1 3.2 3.3 3.4 3.5	Estructura de un estudio de televisión tipo Master Control 3.2.1 Estudio – Producción 3.2.1.1 Producción Switcher 3.2.1.2 VTR 3.2.1.3 Consolas de audio 3.2.1.4 Routing switcher 3.2.1.5 Monitores 3.2.1.6 Cámaras de Estudio 3.2.1.7 Generador de Caracteres 3.2.2 Sala de Control 3.2.2.1 Waveform monitor 3.2.2.2 Vectorscope 3.2.2.3 Estudio Genlock 3.2.2.4 TBC (Time Base Corrector) Ajuste y calibración de equipos Transmisores analógicos Costos de equipos Post-producción en estudio	53 54 55 59 61 63 63 63 65 65 66 69 70 71 71 74 76 80
3.1 3.2 3.3 3.4 3.5	Estructura de un estudio de televisión tipo Master Control 3.2.1 Estudio – Producción 3.2.1.1 Producción Switcher 3.2.1.2 VTR 3.2.1.3 Consolas de audio 3.2.1.4 Routing switcher 3.2.1.5 Monitores 3.2.1.6 Cámaras de Estudio 3.2.1.7 Generador de Caracteres 3.2.2 Sala de Control 3.2.2.1 Waveform monitor 3.2.2.2 Vectorscope 3.2.2.3 Estudio Genlock 3.2.2.4 TBC (Time Base Corrector) Ajuste y calibración de equipos Transmisores analógicos Costos de equipos Post-producción en estudio 3.6.1 Formatos de video	53 54 55 59 61 63 63 63 65 65 66 69 70 71 71 74 76 80 81
3.1 3.2 3.3 3.4 3.5	Estructura de un estudio de televisión tipo Master Control 3.2.1 Estudio – Producción 3.2.1.1 Producción Switcher 3.2.1.2 VTR 3.2.1.3 Consolas de audio 3.2.1.4 Routing switcher 3.2.1.5 Monitores 3.2.1.6 Cámaras de Estudio 3.2.1.7 Generador de Caracteres 3.2.2 Sala de Control 3.2.2.1 Waveform monitor 3.2.2.2 Vectorscope 3.2.2.3 Estudio Genlock 3.2.2.4 TBC (Time Base Corrector) Ajuste y calibración de equipos Transmisores analógicos Costos de equipos Post-producción en estudio 3.6.1 Formatos de video 3.6.1.1 Formato Betacam	53 54 55 59 61 63 63 63 65 65 66 69 70 71 71 74 76 80 81 81
3.1 3.2 3.3 3.4 3.5	Estructura de un estudio de televisión tipo Master Control 3.2.1 Estudio – Producción 3.2.1.1 Producción Switcher 3.2.1.2 VTR 3.2.1.3 Consolas de audio 3.2.1.4 Routing switcher 3.2.1.5 Monitores 3.2.1.6 Cámaras de Estudio 3.2.1.7 Generador de Caracteres 3.2.2 Sala de Control 3.2.2.1 Waveform monitor 3.2.2.2 Vectorscope 3.2.2.3 Estudio Genlock 3.2.2.4 TBC (Time Base Corrector) Ajuste y calibración de equipos Transmisores analógicos Costos de equipos Post-producción en estudio 3.6.1 Formatos de video	53 54 55 59 61 63 63 63 65 65 66 69 70 71 71 74 76 80 81

	3.6.2 Edición Analógica	82
3.7	Funcionamiento de un canal de televisión tipo	84
3.8	Conclusiones	87
CAPITUL	O 4: ESTACIÓN DE TELEVISIÓN DIGITAL	
<i>l</i> 1	Datumatana da um astralia da talanisita tina	0.0
	Estructura de un estudio de televisión tipo Transmisión de datos	88 88
4.2	4.2.1 Formatos de muestreo 4:2:2 y 4:2:0	88
	4.2.1 Formatos de muestreo 4.2.2 y 4.2.0 4.2.2 SDI (Serial Digital Interfase)	90
	4.2.2.1 SDTI (Serial Data Transport Interface)	92
4 3	Master Control	93
1.5	4.3.1 Producción switcher	94
	4.3.2 Servidores de video	95
	4.3.2.1 Estación de control	98
	4.3.2.2 Red Gigabit Ethernet	98
	4.3.3 Estudio decoder, Estudio encoder	100
	4.3.4 Up-converter, Down-converter	101
	4.3.5 Routers	102
	4.3.6 Equipos de control de video	102
	4.3.6.1 Waveform, Vectorscope	103
	4.3.6.2 Generador de barras SMPTE	104
	4.3.6.3 Monitores de Video	104
	4.3.7 Cámaras de estudio	106
	Transmisores Digitales	107
	Costos de equipos	108
4.6	Postproducción	111
	4.6.1 Equipos para edición digital	112
	4.6.2 Edición digital: Programas, formato, transmisión de datos	112
17	Funcionamiento de un canal digitalizado tipo	113
	Tipos de estaciones digitales	116
	Conclusiones Conclusiones	116
1.5	Concrusiones	110
CAPITUL	O 5 : MIGRACIÓN DE ANALÓGICO A DIGITAL	
<i>5</i> 1	G :41	117
	Switchres Servideres de video	117
	Servidores de video	120
	Consolas de audio Estación de edición digital	122 123
	Costos, mantenimiento y calibración	123
5.5	5.5.1 Costos de equipos de una estación de televisión	124
	analógica y digital tipo	124
	5.5.2 Mantenimiento y calibración	134
	5.5.2.1 Estación analógica	135
	$oldsymbol{\omega}$	

Campos Mieles ix

5.	5.2.2 Estación Digital	136
5.6 Ventaja	s de la migración de tecnología	136
5.7 Desvent	ajas de la migración de tecnología	139
5.8 Conclus	iones	140
CONCLUSIONES		
6.1 Costo be	eneficio a corto y largo plazo	141
	s y desventajas de la televisión digital	142
GLOSARIO		144
BIBLIOGRAFÍA		158

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES Y CUADROS

Tabla 1.1 : Valores de barras de colores	15
Figura 1.1 : Barrido de la imagen .	3
Figura 1.2 : Detalle de la mezcla de colores primarios RGB.	5
Figura 1.3 : Exploración de la imagen.	6
Figura 1.4 : Determinación de la distancia óptica de observación.	7
Figura 1.5 : Distribución de señales del sistema NTSC.	9
Figura 1.6 : Distribución de señales del sistema PAL.	10
Figura 1.7 : Distribución de señales del sistema SECAM.	11
Figura 1.8 : Señal de video compuesta.	12
Figura 1.9 : Formación de la imagen por componentes RGB.	13
Figura 1.10 : Representación de una línea de Barras de Color.	14
Figura 1.11 : Esquema básico de emisión de una estación de televisión.	16
Tabla 2.1 : Valores binarios de niveles de amplitud.	20
Tabla 2.2 : Formatos estándar de televisión digital.	25
Tabla 2.3 : Formatos de sonido Multicanal.	44
Figura 2.1 : Elementos básicos de la conversión analógico-digital.	17
Figura 2.2 : Espectro de la señal muestreada.	18
Figura 2.3 : Señal muestreada.	18
Figura 2.4 : Asignación de valores discretos a cada uno de los	
niveles de muestreo.	19
Figura 2.5 : (Y; Cb:Cr) (4:4:4).	20
Figura 2.6: (Y; Cb:Cr) (4:2:2).	21
Figura 2.7: (Y; Cb:Cr) (4:1:1).	21
Figura 2.8: (Y; Cb:Cr) (4:2:0).	22
Figura 2.9 : Niveles de cuantificación para Y.	23
Figura 2.10 : Obtención de una señal SDI.	24
Figura 2.11: Comparación relación de aspecto de televisión	
y aplicaciones en filmación.	25

Figura 2.12 : Conversiones de relación de aspecto.	26
Figura 2.13 : Comparación de ancho de banda de televisión digital	
y analógica.	27
Figura 2.14 : Relación entre compresión-dinamismo/calidad señal.	28
Figura 2.15 : Redundancia temporal.	29
Figura 2.16 : Grupo de imágenes GOP.	29
Figura 2.17 : Representación esquemática de la compensación de	
movimiento.	30
Figura 2.18 : Jerarquía de capas de la secuencia al bloque.	31
Figura 2.19 : Conjunto de macrobloques que conforman una slice.	32
Figura 2.20 : Imagen con su cabecera de información.	32
Figura 2.21 : Imagen redundante.	33
Figura 2.22 : Reducción espacial DCT.	34
Figura 2.23 : Ejemplo numérico de una transforma de coseno de un	
bloque de imagen.	34
Figura 2.24 : Frecuencias discretas de una imagen como resultado	
de aplicar DCT.	35
Figura 2.25 : Cuantificación a 2 bits.	35
Figura 2.26 : Elementos básicos de televisión digital. Sistema DVB.	36
Figura 2.27 : Múltiplex de Programa con el flujo de control PMT.	37
Figura 2.28 : Formación del Flujo de Transporte, a partir de los	
flujos PES.	38
Figura 2.29 : Digitalización de la señal analógica de audio.	39
Figura 2.30 : Proceso de la señal analógica para obtener el	
código PCM.	40
Figura 2.31 : Estructura de datos AES/EBU.	41
Figura 2.32 : Curva de enmascaramiento espectral.	42
Figura 2.33 : Diagrama simplificado de un compresor de audio	
MPEG-2.	43
Figura 2.34 : Estructura del cuadro de audio.	44
Figura 2.35 : Sistema de audio en DTV.	46
Figura 2.36 : Televisión digital en el mundo.	46
Figura 2.37 : Características principales del estándar ASTC	
para DTT .	48

Figura 2.38 : Diagrama de Bloques para TDT en estándar ATSC.	49
Figura 2.39 : Características principales del estándar DVB-T.	50
Figura 2.40 : Características principales del estándar DVB-T.	50
Figura 2.41 : Capacidad de programas a transportar en modo	
Jerárquico.	51
Figura 2.42. Segmentos de datos en ISDB-T para un canal de 6 MHz.	52
Tabla 3.1 : Formatos populares de video analógico.	60
Tabla 3.2 : Niveles de señal de video.	67
Tabla 3.3 : Costos de equipos por marca y modelo.	77
Tabla 3.4 : Características cable RG-59.	84
Figura 3.1 : Esquema básico de una estación de Televisión.	53
Figura 3.2 : Esquema básico master control.	54
Figura 3.3 : Switchers de producción, completo y básico.	55
Figura 3.4 : Circuito básico que indica como el switcher realiza	
la transición de imagen.	56
Figura 3.5 : Efectos en switcher analógico.	56
Figura 3.6 : Esquema de switcher de producción.	59
Figura 3.7 : Sistemas de grabación de VCR.	59
Figura 3.8 : Formatos analógicos más utilizados en VTR.	60
Figura 3.9 : Consola de audio Yamaha PM-D5 y conectores.	62
Figura 3.10 : El porque se utiliza cables balanceados en sistemas	
broadcast.	62
Figura 3.11: Master Control con monitores profesionales.	63
Figura 3.12 : Esquema básico de una cámara de estudio.	64
Figura 3.13 : Cálculo de distancia focal.	65
Figura 3.14 : Representación de una señal de barras al 100% en	
un waveform.	66
Figura 3.15 : Tres tipos de onda: a)Flat b) Low pass c) Chroma.	68
Figura 3.16 : Representación de una señal de barras al 100% en	
un vestorscope.	69

Figura 3.17 : Detalle de barras de color en una sección de un	
vectorscope.	70
Figura 3.18: Conectores posteriores Betacam PVW-1800.	70
Figura 3.19 : Conexión de equipo sin entrada de genlock a través	
de un TBC.	71
Figura 3.20 : Esquema básico de conexión para calibración de equipos.	72
Figura 3.21: Efecto wipe entre dos fuentes de video.	73
Figura 3.22 : Efecto wipe entre dos fuentes de video. Equipos calibrados	
correctamente.	73
Figura 3.23 : Calibración de monitores profesionales.	74
Figura 3.24 : Comparación entre cintas Betacam S, Betacam L y VHS.	81
Figura 3.25 : Comparación entre cintas U-matic y VHS.	82
Figura 3.26 : Ejemplo de un sistema de edición analógico.	83
Figura 3.27 : Características cable RG-59.	84
Figura 3.28 : Esquema de una estación de televisión analógica tipo.	86
Tabla 4.1 : Características principales de la señal SDI.	91
Tabla 4.2 : Características principales de la señal SDI.	96
Tabla 4.3 : Costo de equipos digitales.	109
Figura 4.1 : Interconexión en SDI de dos equipos.	90
Figura 4.2 : Diagramas de bloques SDI.	91
Figura 4.3 : Señal SDI.	92
Figura 4.4 : Esquema básico master control SD con generación de	
señal SDI.	93
Figura 4.5 : Esquema básico de un switcher de producción.	94
Figura 4.6 : Switcher de producción digital Zodiac Digital de	
Grass Valley con unidad separada de efectos digitales de video.	95
Figura 4.7. Pantalla principal de control, Apella de Video Technics, INC.	97
Figura 4.8. Esquema de video bajo demanda VOD.	98
Figura 4.9. Topología red estrella ethernet en estudio de TV.	99
Figura 4.10 : Decoder de componentes analógicos a SDI 4:2:2.	100
Figura 4.11. Encoder SDI a componentes analógicas.	101
Figura 4.12 : Formatos de entrada y salida <i>Up-Converter</i> .	102

Figura 4.13 : Diagrama de bloques de un instrumento de medida	
Automático.	103
Figura 4.14 : Etapas prueba de video para televisión digital.	105
Figura 4.15 : Diagrama de bloques del procesamiento digital de una	
cámara HDTV.	106
Figura 4.16 : Sistema de transmisión digital 4 canales SD.	107
Figura 4.17 : Esquema de estación de edición no lineal.	112
Figura 4.18 : Esquema de una estación de televisión digital tipo, con	
generación de señal SD y HD.	115
Tabla 5.1. Especificaciones generales en switcher de producción	
análogo/digital.	118
Tabla 5.2. Especificaciones generales servidor de video.	121
Tabla 5.3. Costos equipos estación analógica de televisión de planta tipo.	126
Tabla 5.4. Costos equipos estación digital de televisión de planta tipo.	129
Tabla 5.5. Cables y conectores para video, audio y datos.	132
Tabla 5.6. Costos de medios de grabación y reproducción analógica	
y digital.	133
Tabla 5.7. Costos sistemas de grabación analógico y digital canal 24 horas.	138
Figura 5.1. Infraestructura analógica existente con adaptación a digital.	118
Figura 5.2. Infraestructura SDI existente con adaptación a HD.	119
Figura 5.3. Infraestructura analógica existe con acoplamiento a servidor	
de video.	121
Figura 5.4. Infraestructura de audio análoga/digital.	123
Figura 5.5. Infraestructura de sistema de edición lineal y edición no lineal.	124

Campos Mieles Rolando Alfredo Trabajo de Graduación Ing. Hugo Torres Salamea Junio del 2009

"Propuesta de un Modelo de Migración de Tecnología Analógica a Digital en Planta de una Estación de Televisión"

Introducción

La importancia que tiene la digitalización de los sistemas hoy en día, ha alcanzado prácticamente todas las áreas que conocemos. La televisión no podía quedarse atrás. Es por eso que, tanto los sistemas de transmisión, como las estaciones de televisión, están adecuando sus sistemas para trabajar en una plataforma digital. Una de la razones se debe al llamado apagón analógico, mismo que se dará a partir de una fecha determinada. Será entonces, que las estaciones de televisión dejarán de transmitir en analógico.

Todos los canales de televisión estudian las posibilidades de cambio de los sistemas analógicos de sus equipos de planta, tanto en post-producción, producción, como en Master Control. Esta tesis pretende ser un referente, de lo que se debería implementar para migrar a sistemas digitales: ¿qué ventajas y desventajas implica este cambio? y ¿cómo se aplicará en cuánto se establezcan las transmisiones digitales?. La migración del sistema, a digital; tiene que ser progresivo. Los cambios que se realizarán tienen varias alternativas y/o prioridades que fusionarán los dos sistemas, hasta llegar a una digitalización total. La transmisión de televisión digital dará un giro completo de la forma de ver televisión; ya que, tanto para las estaciones de TV como para sus consumidores, tendrán formas diferentes de ver la programación en audio y video. Nuevas formas de hacer negocio y mejorar los procesos de producción.

Los canales de televisión, que actualmente cuentan con estaciones de trabajo analógico, se caracterizan por el uso de cintas de video para la reproducción y/o

grabación. Pero, el costo de las cintas, mantenimiento de equipos, fallas humanas, etc., incentivan a la digitalización y automatización de los sistemas, y mejoramiento de los procesos. Este cambio a una plataforma digital tiene un costo que se analiza con valores reales en el mercado: comparaciones de las características de los sistemas analógicos y digitales, y las posibles vías de cambio, sin tener que realizar variaciones drásticas, que puedan detener la producción y transmisión de la programación.

Con el diseño de las plataformas analógicas y digitales en planta, se tiene una mejor idea de los cambios que tendrán que realizarse, hasta lograr la digitalización y automatización total de la estación de televisión. Si se habla de digitalización en planta, se tiene que hacer referencia también, a los estándares de televisión digital terrestre que están funcionando en el mundo; con una explicación de las características de cada uno de éstos.

La investigación proporciona información bibliográfica, técnica, y de experiencia; logradas en los canales de televisión, para poder diseñar y desarrollar los modelos de televisión tipo analógicos y digitales. Con ésta información obtenida, se desarrollan a través de tablas y gráficos, los diseños de las estaciones de televisión analógica y digital tipo, permitiendo de esta manera entender su funcionamiento.

CAPITULO 1

TELEVISIÓN ANALÓGICA

1.1 Introducción a la televisión analógica

La televisión es tal vez la técnica de las comunicaciones en sus diversos aspectos y actividades, donde la electrónica representa un papel relevante. La transmisión de las imágenes a distancia se ha constituido en una de las áreas de mayor crecimiento en adelantos tecnológicos y comerciales. La transmisión de televisión se puede realizar por medio de ondas de radio o por redes (televisión por cable), siendo el televisor el receptor de estas señales que las convierte nuevamente en imágenes y sonido.

Los sistemas de transmisión a distancia, inclusive los de televisión por cable, se fundamentan en la descomposición de imagen que se transmite. El proceso se realiza en idéntica forma que lo hace el ojo humano, es decir, empezando por la línea superior para interpretar cada una de las partes que constituyen la imagen, siempre de izquierda a derecha hasta llegar a su punto final, pasando con rapidez al punto inicial de la línea siguiente para así, de manera sucesiva, ir recorriendo hasta llegar a la línea final. Este proceso se designa bajo el nombre de *exploración de la imagen*, lo cual equivale al análisis de la imagen.

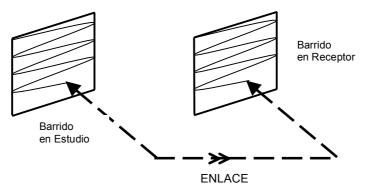


Figura 1.1. Barrido de la imagen.

El haz explorador llega a la parte inferior de la superficie analizada, regresando a la parte superior de la imagen para repetir el proceso línea por línea, este barrido se llama progresivo (p).

1.2 Percepción ocular

La explicación de como el ojo humano, que es una maravillosa cámara electrónica, capta las imágenes en movimiento del video se explica con la existencia del fenómeno de persistencia retiniana, cuyo estudio sobre su funcionamiento permite la obtención de la vastísima gama de colores, con la ventaja de que las imágenes se desvanecen sin dejar huella.

Las tres células encargadas de recibir y traducir la excitación de la luz son los conos, bastones y coroides, cuyas ramificaciones se unen al nervio óptico el cual transmite, al punto cerebral correspondiente de la visión, las excitaciones nerviosas recibidas. Los cinco centímetros cuadrados que mide la retina contienen 137 millones de células receptoras, sensibles a las ondas luminosas. Los bastones cuyo número es de 130 millones, posibilitan la visión en blanco y negro. En tanto que los siete millones restantes, hacen posible la recepción del color.

La actuación de estas células puede calificarse como <electrónica>, puesto que la excitación ejercida por las ondas luminosas repercute en cada una de las células que se halla ajustada para reaccionar, con arreglo, a la frecuencia del impulso recibido.

1.2.1 Teoría de Young

Llamada teoría de los <tres componentes>, establece la teoría de las tres diferentes clases de neuronas, las cuales ante la excitación por una longitud de onda recibida, corresponde a la mezcla de los tres colores fundamentales (Rojo, Verde y Azul) llegando a la sensación de blanco¹, en tanto si predominan los impulsos motivados por un color determinado estos actúan sobre una neurona concreta, cuya longitud de onda coincide con el tono captado.

¹ MOMPIN. J. *Aplicaciones de la Electrónica*. Producción Ana Soriano. Características del ojo humano. Barcelona: Boixareu Editores. 1984, No 15, p. 283.

1.2.2 Colorimetría

Es parte del principio de que cada color tiene una característica determinada, formando una gama de colores a partir de RGB². Además de la percepción del ojo que depende de la luz que llegue a la imagen, lo que determina la reflexión luminosa que se produzca. Por ejemplo, si iluminamos un limón con luz azul se verá azul, con roja se verá rojo.

Así, a partir de los principios colorimétricos se puede obtener, con los colores primarios, los matices que permitirán, por decirlo así, engañar al ojo humano, quien recibe las excitaciones luminosas que llegan a la retina a través de la imagen del televisor.

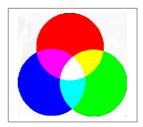


Figura 1.2. Detalle de la mezcla de colores primarios Rojo, Verde y Azul (R G B).

1.2.3 Características del color

En video monocromático se tiene en cuenta únicamente la luminosidad o luminancia (brillo), en televisión policromática se toma en cuenta la crominancia o coloración (tono) y la posible saturación (cromancia), conociéndose como tono, la excitación recibida por el ojo que le permite apreciar la diferencia entre los distintos niveles de color. Como saturación se designa a la intensidad que puede revestir el color en su estado de pureza o al estar aclarado por una mayor cantidad de luz blanca.

1.2.4 Exploración de la imagen

El ciclo de barrido se determina en función de la persistencia retiniana, con un umbral de 1/15 de remanencia y la frecuencia de la red eléctrica de 60Hz en América

² MOMPIN. J. *Aplicaciones de la Electrónica*. Producción Ana Soriano. Características del ojo humano. Barcelona: Boixareu Editores. 1984, No 15, p. 283.

y 50Hz en Asia y Europa. Se ha determinado entonces, una relación de 1/25 y 1/30 de segundo, respectivamente, como tiempo de duración de análisis de la imagen, valor superior al umbral de persistencia de sensación luminosa.

Este valor se encuentra al margen de la tolerancia de retención del ojo. Podría llegar a molestar la sensación de parpadeo y para evitarlo, se recurre al sistema de *barrido entrelazado* (i), que consiste en que el haz explorador recorre la primera línea, para pasar seguidamente a la tercera, luego a la quinta y así sucesivamente, a todas las líneas impares. Luego de recorrer las líneas impares se realiza el borrado de la pantalla en una milésima de segundo (período de retraso vertical), regresando el haz a la parte superior para repetir el proceso de trazado, pero ahora del campo par.

La trayectoria del haz electrónico en el barrido o exploración de la imagen y su restitución al lado de partida, tiene un ligero nivel inferior, una vez recorrida la totalidad de la línea. Estos dos movimientos son el resultado de valores de tensión que siguen la forma de dientes de sierra.

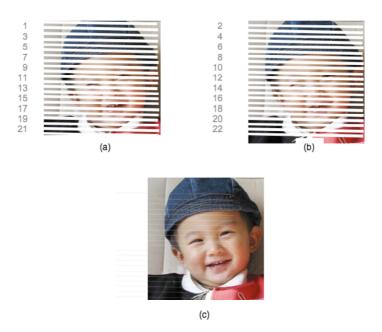


Figura 1.3. a) Exploración de líneas impares.

- b) Segunda fase exploratoria, que se refiere a las líneas pares, llenando los espacios existentes entre las líneas pares.
- c) Ambos campos, líneas impares y pares forman el cuadro completo.
 (Fotos archivo).

De esta manera, se evita el parpadeo al ver las imágenes, ya que por la retentiva del ojo se puede almacenar las líneas impares y juntarlas con las pares. Además, se reduce el ancho de banda de transmisión a la mitad, lo que permite aprovechar mejor el espectro.

La cantidad de líneas horizontales depende de dos factores: la distancia normal de observación de la imagen y el poder resolutivo del ojo.

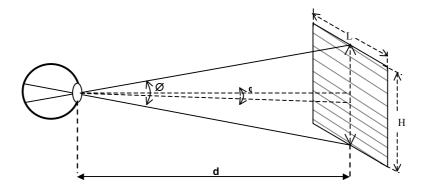


Figura 1.4. Determinación de la distancia óptica de observación.

La distancia normal de observación es de cuatro veces la diagonal de la imagen, *la relación de aspecto o formato* está determinado por:

$$\frac{\text{Altura}}{\text{Anchura}} = \frac{\text{H}}{\text{L}} = \frac{3}{4}$$

La distancia D vale:

D =
$$\sqrt{(H^2 + L^2)}$$
 = $\frac{5}{3}$ H

La distancia de observación *d* ideal es:

$$d = 4 \times \frac{5}{3} H = \frac{20}{3} H$$

Calculando el ángulo φ:

$$tg \frac{\varphi}{2} = 1 x \frac{3}{40} = 0,075$$

De donde:

$$\varphi = 8^{\circ}40'$$

El ángulo de resolución del ojo es de 1' (un minuto de grado). Por lo tanto, la cantidad de líneas horizontales en el análisis de una imagen debería ser superior a:

$$\frac{8^{\circ}40'}{1'} = 520$$

La relación de la frecuencia de línea y de cuadro deben asegurar un barrido entrelazado, dependen de un solo oscilador. La frecuencia de éste, debe ser el mínimo común múltiplo de ambas, por lo tanto se obtiene:

$$625 = 5 \times 5 \times 5 \times 5$$

$$525 = 3 \times 5 \times 5 \times 7$$

A partir de esto, se desarrollaron los sistemas NTSC (525 líneas), el sistema PAL y SECAM de (625 líneas).

1.3 Estándares NTSC, PAL Y SECAM

Son varios los sistemas para la obtención de la imagen en pantalla. Todos ellos, con fundamentos de recomposición de los impulsos eléctricos de la escena analizada, basados en la televisión de blanco y negro con relación de aspecto 4:3 y barrido entrelazado.

1.3.1 Sistema NTSC (National Television System Committee)

Es el sistema más antiguo desarrollado en 1953 y puesto en práctica en los Estados Unidos y varios países de América, derivándose de él, la existencia de los otros sistemas. Sistema con 525 líneas, las cuales 485 son activas. Pues el resto de líneas que no son visibles, se utilizan para el borrado. Tiene una tasa de refrescamiento de

60Hz entrelazado (i). Esto significa, que tiene una transmisión de 29,97 cuadros por segundo con una resolución de 525 líneas.

Por lo tanto, la frecuencia de barrido horizontal se determina:

$$525 \text{ lineas} * 29.97 \text{ cuadros} = 15734,25 (63,5 \text{ mseg})$$

El sistema NTSC mantiene la señal monocromática en blanco y negro como componente *Y* de luminancia, y para la señal de color se tiene dos subportadoras de crominancia, las cuales se modulan en amplitud de cuadratura sobre una subportadora de 3.579545 Mhz.

Estas informaciones de color se concretan estrictamente al Rojo y Azul, que por principio de designación R-Y, dan origen a la señal conocida como I (en fase), A-Y da origen a la señal Q (en cuadratura).

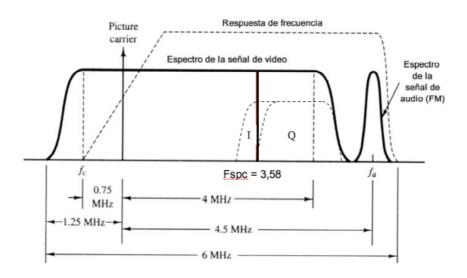


Figura 1.5. Distribución de señales del sistema NTSC.

- Utiliza un canal de transmisión de 6Mhz de ancho de banda.
- Una banda de resguardo de 250Khz, entre el video y el audio.
- Para la portadora de video principal 4,2Mhz, con dos bandas laterales de 1,25Mhz.
- Los componentes de color 3.579545Mhz sobre la portadora de video principal moduladas en cuadratura.

- La portadora de audio principal de 4,5Mhz transmitida sobre la señal de vídeo principal.
- La señal de audio de 250Khz estereofónica en FM.
- Uno de los defectos principales de este sistema es que, por interferencias, pierde la fase de la señal de color, por lo que se tiene que incluir un control de tinte, que no es necesario en los otros sistemas.

1.3.2 Sistema PAL (Phase Alternation Line)

Desarrollado en Europa y presentado en 1963, este sistema radica en suprimir algunos defectos producidos por el NTSC. Sistema con 625 líneas, de las cuales 575 son activas, pues el resto de líneas que no son visibles se utilizan para el borrado. Tiene una tasa de refrescamiento de 50Hz entrelazado. Esto significa que tiene una transmisión de 25 cuadros por segundo con una resolución de 625 líneas.

Por lo tanto, la frecuencia de barrido horizontal se determina:

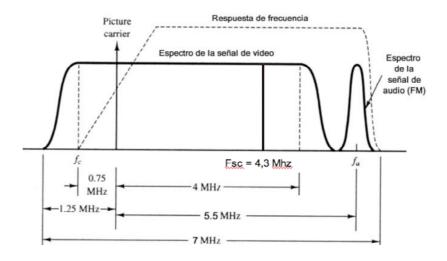


Figura 1.6. Distribución de señales del sistema PAL.

Línea Alternada de Fase indica al modo en que la información de crominancia de la señal de video es transmitida. Se caracteriza por su subportadora de color de

4,433Mhz. Habitualmente el contenido de color de una línea, es similar a la siguiente, tomando el valor medio de esta línea con respecto a la que le sigue, el posible error de fase existente entre ambas será contrario, por lo tanto se anulan. En lugar de apreciarse dicho error como corrimiento de tono (NTSC), se aprecia como un ligero defecto de saturación de color, que es mucho menor perceptible al ojo.

- Utiliza un canal de transmisión de 6, 7 u 8Mhz de ancho de banda.
- Una banda de resguardo de 250Khz, entre el video y el audio.
- Para la portadora de video principal 4,2Mhz, con dos bandas laterales de 1,25Mhz.
- Subportadora de color de 4.433Mhz.
- La portadora de audio principal de 5,5Mhz, transmitida sobre la señal de video principal en FM.

1.3.3 Sistema SECAM (Séquentiel Couleur avec Mémoire)

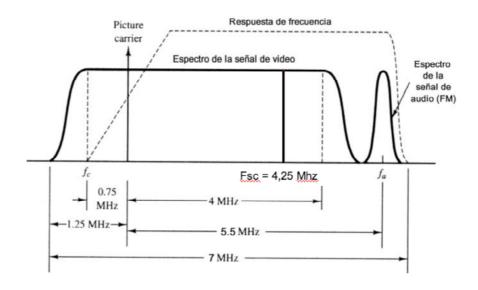


Figura 1.7. Distribución de señales del sistema SECAM.

Sistema que significa Color Secuencial con Memoria, utilizada por primera vez en Francia, de 625 líneas. Las señales de crominancia no se mezclan, si no se envían por separado la señal *Y* de luminancia y una señal de color a la vez, audio modulado en amplitud.

1.4 Captura y formación de la imagen

La Televisión ha obligado a encontrar formas para lograr la sensación de las imágenes en movimiento. Los sistemas de análisis y descomposición de imagen utilizan la técnica que es conocida como análisis secuencial. La misma que se realiza en la cámara, aprovechando el desplazamiento del haz de electrones por toda la pantalla. Esta técnica analiza el nivel de luminosidad, en donde existe un punto blanco que da origen a la tensión máxima y de forma recíproca, un punto negro (falta de luminosidad), donde no existe tensión. La gama de grises y colores intermedios dan lugar a tensiones distintas.

La señal proporcionada por el tubo de la cámara, durante el análisis de cada línea de la imagen, se denomina *señal de video*. Tras modular una portadora de RF, ésta puede ser transmitida vía hertziana. Después demodulada, donde se regula la intensidad en el haz electrónico del tubo de imagen en la recepción. La señal de video es la parte más importante en las transmisiones de TV. Las señales de sincronismo y audio, se consideran como complementarias. Al visualizar las variaciones de las tensiones en la pantalla, se determina los niveles de blanco y negro, incluyendo las tonalidades de los grises, con lo que se determina la señal de video resultante.

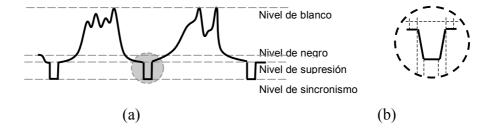


Figura 1.8. a) Aspecto de la señal de video compuesta.b) Detalle de un impulso de sincronización de línea.

Cuando se produce el retorno del haz después del barrido, se produce un nivel de negro, con la finalidad de que, los trazos de retorno sean imperceptibles. Asegurando así, la separación de la señal de video y la de sincronismo. Los impulsos de sincronismo durante el borrado, están por debajo del nivel de supresión, para evitar

que se reflejen en la pantalla del televisor. Estos impulsos sincronizan el barrido, tanto en el sistema transmisor, como en el receptor.

Las componentes básicos de una señal de video, con algunas de sus características son:

La señal Y, luminancia o de imagen, que ocupa prácticamente el 75% de la amplitud total, tiene como ecuación fundamental: Y = 30% R + 59% G + 11% B

Señal de borrado, que se emite entre cada ciclo de línea y de trama, a nivel ligeramente inferior el negro, corresponde al 25% de la amplitud total. Señal de sincronismo, que es emitida con la del borrado, se refiere a una sincronización entre la forma de descomponer la escena original y reconstruirla de nuevo. Asegurando que éstos, llamados impulsos de sincronismo, superpongan las tensiones generadas por los puntos explorados, por distinta que sea su intensidad.

1.5 Señal de video compuesto

Esta conformada por la señal de luminancia con mayor ancho de banda y la de crominancia con un ancho de banda mucho menor. La inclusión del color en la señal de video, se logra a través de la mezcla de los colores primarios mencionados: Rojo, Verde y Azul.

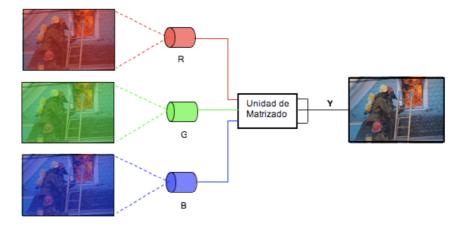


Figura 1.9. Formación de la imagen por componentes RGB.

Los sistemas NTSC, PAL y SECAM diseñaron sus sistemas para que los receptores blanco y negro no tengan inconvenientes en la reproducción de la imagen por la inclusión del color. La señal de video compuesta es una señal que se forma antes de ser modulada por una portadora de RF, una señal con solo información de la imagen,

sin sincronismo, tramas o líneas de borrado, conformada por tres señales que se conocen como YUV.

Y es la *luminancia*, denominación que equivale al brillo. Donde Y = 1 es el máximo brillo. Para agregar color a la señal Y se requieren de otras dos señales que dan paso a la señal de *crominancia* que se determinan de la siguiente relación:

$$(\mathbf{R} - \mathbf{Y}) + \mathbf{Y} = \mathbf{R}$$
$$(\mathbf{B} - \mathbf{Y}) + \mathbf{Y} = \mathbf{B}$$

Que se concretan estrictamente en los colores Rojo y Azul.

A partir de estas relaciones se obtiene los valores de color, I y Q para el sistema NTSC, U y V para el sistema PAL que modulan en amplitud una subportadora de color de 3,58 Mhz o 4,43 Mhz para formar la señal de video compuesta de color.

$$I = -0.27 \text{ (B-Y)} + 0.74 \text{ (R-Y)} \qquad \qquad U = 0.493 \text{ (B-Y)} \qquad \text{en fase}$$

$$Q = 0.41 \text{ (B-Y)} + 0.48 \text{ (R-Y)} \qquad \qquad V = 0.877 \text{ (R-Y)} \qquad \text{en cuadratura}$$

La transmisión de la señal se la realiza por dos canales, el de luminancia Y que modula la portadora de video, mientras que la información de color U y V se modula el canal de la subportadora, multiplexando estas dos señales se obtiene la señal de video compuesta.

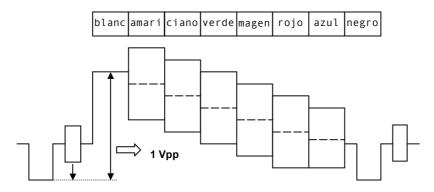


Figura 1.10 Representación de una línea de Barras de Color.

Las unidades IRE son medidas relativas de la amplitud de la señal de video. La amplitud de la señal NTSC de video esta normalizada en 1V p-p corresponde a 140 unidades de IRE, la separación entre la señal de video y sincronismo representa el

nivel de pedestal o negro 0mV o 7,5 unidades IRE, y el pulso de sincronismo es 285,70mV o sea -40 unidades IRE.

Barra de color	Escalón de luminancia (mV)	Amplitud de croma (mV)	Fase de señal de croma (Grados)
Blanco	700	0	-
Amarillo	620,2	627,33	167°
Ciano	490,7	885,08	283°
Verde	410,9	826,79	241°
Magenta	289,3	826,79	61°
Rojo	209,3	885,08	103°
Azul	79,8	627,33	347°
Negro	0	0	-

Tabla 1.1 Valores de Barras de Colores.

1.6 Transmisión de la señal analógica

La transmisión de la señal de televisión en los sistemas NTSC, PAL Y SECAM varía por su número de líneas, cuadros, anchura de banda, etc., se concretará a los principios básicos de emisión comunes en todos los sistemas. La información que se transmite esta contenida en la señal de videofrecuencia compuesta (luminancia, sincronismo, crominancia...), estas diferentes señales modulan en amplitud una portadora que se amplifica y se radia en banda lateral atenuada o banda vestigial que hace posible incluir mayor cantidad de canales dentro de cada banda.

De forma paralela la señal de audio modulada (en amplitud o frecuencia) en una portadora distinta se amplifica y se radia con métodos clásicos de radiodifusión. La amplitud máxima de la señal de entrada de video, con una modulación máxima en el emisor, es de 1 Vpp con 0,3 V para la señal de sincronismo y 0,7 V para la señal de luminancia. La impedancia de entrada es de 75 ohmios.

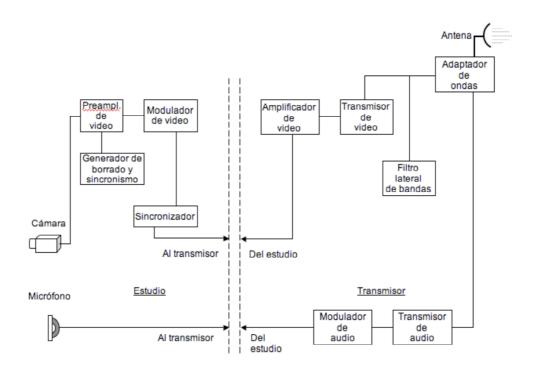


Figura 1.11. Esquema básico de emisión de una estación de televisión.

Las frecuencias de las portadoras se sitúan en gamas de video en los canales VHF (Very High Frequency) entre 30 y 300 MHz y UHF (Ultra High Frequency) desde 350 MHz hasta 1GHz. La asignación de las bandas son distintos en cada país. Cuatro son las bandas asignadas a la televisión:

1.7 Conclusiones

La televisión analógica ha tenido muchos cambios desde la televisión blanco y negro hasta su adaptación a la televisión a color. Esta a sido la piedra angular para los sistemas actuales, pero que a marcado una rivalidad en cuanto al diseño electrónico y los estándares utilizados en cada país.

CAPITULO 2

TELEVISION DIGITAL

2.1 Digitalización de una señal de video

Las transmisiones digitales ya sea vía satélite, por cable o transmisión terrestre están revolucionando la televisión digital. Las normas definitivas se han perfeccionado y puestas a prueba en ensayos de laboratorio y campo que son reconocidas ahora como normas internacionales de la UIT. Las ventajas que ofrece la televisión digital de la analógica son notables tanto vía microonda como en transmisión, por ejemplo:

- Transmisión de un programa de alta definición o hasta 4 programas de definición estándar, comparado con solo uno en un canal analógico.
- Una potencia menor cubrirá mayor distancia (mayor inmunidad al ruido e interferencias)
- Mejor calidad de imagen sin reflexiones, imágenes dobles o distorsiones.
- Posibilidad de transmisión de datos auxiliares.

La conversión de Análogo a Digital (A/D) es el proceso de convertir un rango continuo de la señal analógica a códigos digitales específicos, creando una sucesión de palabras digitales que comprende solo dos valores discretos, 0 y 1. La señal de video compuesta digital se representa en elementos llamados píxeles.

2.1.1 Muestreo, cuantificación y codificación

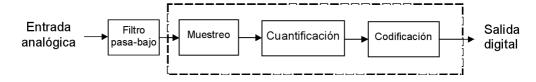


Figura 2.1. Elementos básicos de la conversión analógico-digital.

2.1.1.1 Muestreo

Consiste en obtener un valor instantáneo de amplitud de la señal de video con sus componentes (luminancia Y y crominancia Cb Cr) a intervalos regulares generalmente con modulación PCM. La señal de muestreo debe ser dos veces mayor a la frecuencia máxima de información, basado en el teorema de Nyquist. La frecuencia de muestreo debe ser múltiplo entero de la frecuencia de línea. La señal de luminancia tiene un ancho de banda típico de 5,5 Mhz. Se obtiene:

Frecuencia de muestreo de Y (SD 4:3) = 13.5 MHzNumero total de muestras por línea = $F_{muestreo}$ / $F_{Horizontal}$ Sistema 625 13.5 MHz / 15625 = 864 muestras por línea Sistema 525 13.5 MHz / 15750 = 858 muestras por línea

Para este ultimo, el numero de muestras por línea activa es igual a 720.

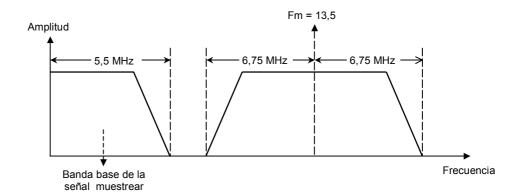


Figura 2.2. Espectro de la señal muestreada.

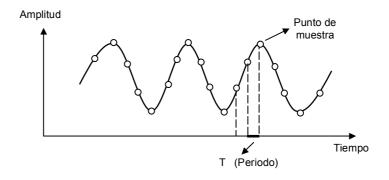


Figura 2.3. Señal muestreada.

Si la frecuencia de muestreo es menor que la frecuencia máxima, se produce el efecto conocido como "aliasing" que es la ausencia de valores digitales que permiten la reconstrucción fiel de la señal analógica. Un filtro pasa bajo antes del muestreo permite convertir las muestras de la señal analógica en amplitudes regulares en intervalos discretos de tiempo.

2.1.1.2 Cuantificación

El proceso de cuantificación consiste en asignar un determinado valor discreto a cada uno de los niveles obtenidos en el muestreo, convirtiendo la muestra analógica en valores binarios. Estas amplitudes son cuantificadas en diferentes niveles de amplitud, por ejemplo 256 niveles convertidos a 8-bits o 1024 niveles a 10-bits, de los cuales cada uno de estos niveles puede ser convertido en una palabra o valor binario específico.

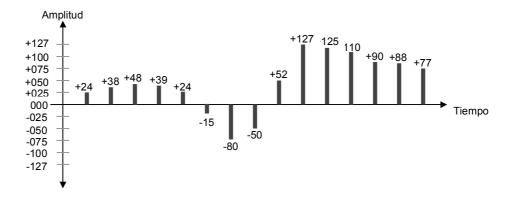


Figura 2.4. Asignación de valores discretos a cada uno de los niveles de muestreo.

2.1.1.3 Codificación

Las palabras digitales corresponden a las amplitudes muestreadas, cada muestra tiene un código especifico. En la tabla 2.1 se muestra los niveles de la señal codificada a 8 bits, en un rango de 0 a 255. La señal codificada de esta forma se dice que es PCM (*Pulse-Code-Modulated*). La señal analógica puede ser convertida en códigos digitales usando métodos numéricos, como: Integración, Aproximación sucesiva,

Conversión Paralela (Flash), Modulación Delta, Pulse-code-modulation, conversión sigma-delta¹.

Amplitude	Binary Level	Amplitude	Binary Level	Amplitude	Binary Level
0	00000000	120	01111000	240	11110000
1	0000001	121	01111001	241	11110001
2	00000010	122	01111010	242	11110010
3	00000011	123	01111011	243	11110011
4	00000100	124	01111100	244	11110100
5	00000101	125	01111101	245	11110101
6	00000110	126	01111110	246	11110110
"	и	"	и	"	и
15	00001111	135	100001111	255	11111111

Tabla 2.1. Valores binarios de niveles de amplitud (8-bits).

2.1.2 Formatos de muestreo

La frecuencia de muestreo de la señal de video esta especificada por la nomenclatura a:b:c que determina la calidad de la imagen. Por ejemplo la frecuencia de muestreo mas popular 4:2:2, especifica que se realizan 4 muestreos de la señal de luminancia *Y* muestreada a 13,5MHz por cada dos muestreos de (*B-Y*) y (*R-Y*) muestreada a 6,75MHz. El ojo humano es más sensible al brillo que al color, por lo que se puede reducir la información de color con respecto al brillo. Se han propuesto distintas frecuencias de muestreo como la 4:4:4; 4:2:2; 4:1:1; 4:2:0 de las cuales cada una tiene su aplicación.

Formato 4:4:4

El muestreo se realiza dividiendo la pantalla en píxeles. Por ejemplo la frecuencia de muestreo 4:4:4 determina una muestra de *Y* por cada muestra Cb (B-Y) y Cr (R-Y).

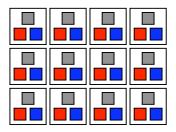


Figura 2.5. (Y; Cb:Cr) (4:4:4).

¹ Whitaker, J. C. *DTV: The Revolution in Digital Video*. Edited by Steve Chapman. 2nd ed. New York: Mcraw-Hill. 1999. Chap. 4, Digital Coding of Video Signal, p. 99-100.

Frecuencia de muestreo (Y, Cb, Cr) = 13,5 : 13,5 : 13,5 Muestras activas por línea de Y = Cb = Cr = 720 Guarda toda la información de la imagen, no genera perdidas.

Formato 4:2:2

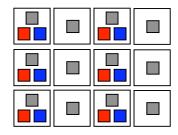


Figura 2.6. (Y; Cb:Cr) (4:2:2).

SD (4:3)

Frecuencia de muestreo (Y, Cb, Cr) = 13.5: 6.75: 6.75: 6.75: Muestras activas por línea de Y = 720; Cb = Cr = 360Reduce la información del color a la mitad (en horizontal).

SD (16:9)

Frecuencia de muestreo (Y, Cb, Cr) = 18:9:9Muestras activas por línea de Y = 960; Cb = Cr = 480

Este formato de muestreo es utilizado para relaciones de aspecto 4:3 y 16:9 y es el estándar de formato de muestreo de video en aplicaciones de estudio. La señal analógica en digitalizada obteniendo una señal SDI (Serial Digital Interfase).

Formato 4:1:1

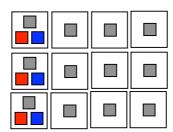


Figura 2.7. (Y; Cb:Cr) (4:1:1).

Frecuencia de muestreo (Y, Cb, Cr) = 13.5 : 3.375 : 3.375

Muestras activas por línea de Y = 720; Cb = Cr = 180

Los valores de crominancia son tomados una vez por cada cuatro muestras.

Este formato de muestreo es utilizado para aplicaciones semiprofesionales.

Formato 4:2:0

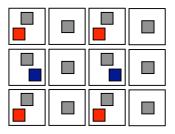


Figura 2.8. (Y; Cb:Cr) (4:2:0).

Frecuencia de muestreo (Y, Cb, Cr) = 13,5 : 3,375 : 3,375

Muestras activas por línea de Y = 720; Cb = Cr = 90

Explora los colores en líneas alternadas: en una el rojo y en otra el azul.

Este formato de muestreo es utilizado para aplicaciones MPEG-2.

2.1.3 Niveles de cuantificación y calculo de velocidades binarias

La ITU 601 establece los parámetros para una cuantificación de 8 y 10 bits por muestra. Actualmente es común cuantificar a 10 bits. El cálculo de las velocidades binarias se puede calcular de dos formas:

$$Vb = (Fy + Fcb + Fcr) x bits / muestra$$
 \acute{o}

Vb = Muestras totales x bits / muestra

Relación de aspecto (4:3)

4:4:4 Vb =
$$(13.5MHz + 13.5MHz + 13.5MHz) \times 8 = 324 \text{ Mbps}$$

Vb = $(40.5MHz \times 10) = 405 \text{ Mbps}$

4:2:2 Vb =
$$(13.5MHz + 6.75MHz + 6.75MHz) \times 8 = 216 \text{ Mbps}$$

Vb = $(27MHz \times 10) = 270 \text{ Mbps}$ (SDI Standard)

4:2:0 Vb =
$$(13.5MHz + 3.375MHz + 3.375MHz) \times 8 = 162 \text{ Mbps}$$

Vb = $(20.25MHz \times 10) = 202.5 \text{ Mbps}$

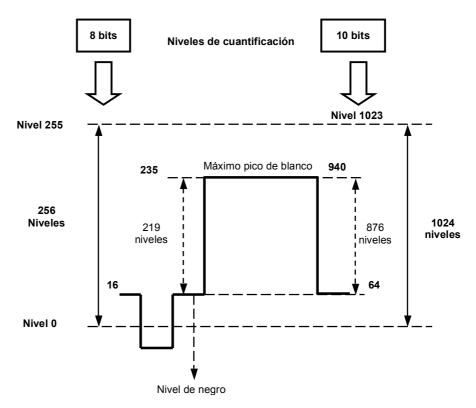


Figura 2.9. Niveles de cuantificación para Y.

Relación de aspecto (16:9)

4:2:2 Vb =
$$(18MHz + 9MHz + 9MHz) \times 8 = 288Mbps$$

Vb = $(36MHz \times 10) = 360 Mbps (SD)$

Vb = (My + MCb + MCr) x n líneas x n cuadros x n bits/muestra

My = Numero de muestras totales de Y por línea

MCb = Numero de muestras totales de Cb por línea

MCr = Numero de muestras totales de Cr por línea

n líneas = Numero total de líneas por cuadro

n cuadro = Numero de cuadros por segundo

n bits/muestra = rango de cuantificación

625/50 (575 Líneas Activas) 4:2:2

$$Vb = (864 + 422 + 422) \times 625 \times 25 \times 8 = 216 \text{ Mbps}$$

$$Vb = (864 + 422 + 422) \times 625 \times 25 \times 10 = 270 \text{ Mbps}$$

525/50 (480 Líneas Activas) 4:2:2

$$Vb = (858 + 429 + 429) \times 525 \times 29.97 \times 8 = 216 \text{ Mbps}$$

$$Vb = (858 + 429 + 429) \times 525 \times 29.97 \times 10 = 270 \text{ Mbps}$$

La relación de S/N es directa en la cuantificación, esta aumenta 6dB por cada bit adicional.

Cuantificación a 8bits/muestra = 58.8dB Cuantificación a 10bits/muestra = 70.8dB Cuantificación a 12bits/muestra = 82.8dB

2.1.4 Codificación de la señal compuesta

Para la codificación de la señal de video compuesta se toma un valor de 4 veces la subportadora de color para la frecuencia de muestreo, que es diferente para NTSC y PAL y se obtiene los valores de velocidades binarias. Al codificar una señal compuesta se obtiene la señal SDI (*Serial Digital Interface*) formato estándar de video digital que se transmite a través de un cable coaxial, mas comúnmente a una velocidad de 270Mbps a 8 y 10 bits.

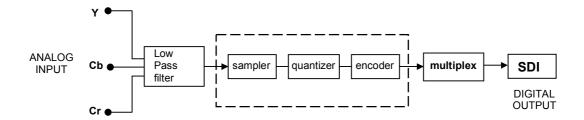


Figura 2.10. Obtención de una señal SDI.

2.2 Relación de aspecto

La relación de aspecto de la imagen se define como la como la razón de la dimensión de la imagen horizontal con respecto a la vertical. Esta razón toma comúnmente el valor de 4:3 utilizada comúnmente en la producción de programas SDTV, o 16:9 para SDTV y/o HDTV, siendo estas relaciones cuadráticas entre si. Además la relación 16:9 es compatible con el formato de cine, esta permite un ángulo mejor de visión horizontal.

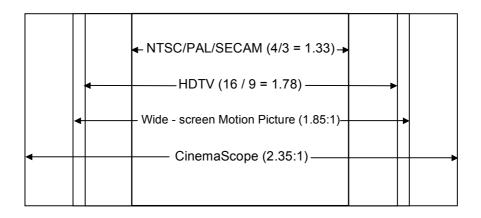


Figura 2.11. Comparación relación de aspecto de televisión y aplicaciones en filmación.

La ITU-R Rec. 601 determina para una relación de aspecto 4:3 en formato 4:2:2 la señal de luminancia de video en 720 muestras activas por línea, a 10 bits de resolución por muestra tenemos:

Señal de luminancia Y = 720
$$4/3 \times 720 = 960$$
 muestras activas Señal Cb = 360 $4/3 \times 360 = 480$ Señal Cr = 360 $4/3 \times 360 = 480$

Por lo tanto para HDTV el numero de muestras activas por línea debería ser:

720 x 16/9
$$\frac{\text{x 2}}{4/3} = 720 \text{ x 5,33} \frac{\text{x 2}}{4} = 1920 \text{ muestras activas}$$

El sistema de televisión HDTV se presenta en dos modalidades: 1125 líneas totales de las cuales, 1080 líneas son activas, por 1920 píxeles por línea con barridos entrelazados, y 750 líneas totales, de las cuales 720 líneas activas por 1280 píxeles con barrido progresivo. Ambos trabajan con barrido progresivo para 30 y 25 cuadros por segundo, para la grabación de programas filmados.

Resolucion vertical	Pixeles	Relación de aspecto	Cuadros por segundo Barrido
1080	1920	16:9	60I, 30P, 24P
720	1280	16:9	60P, 30P, 24P
480	704	16:9 y 4:3	60P, 60I, 30P,
480	640	4:3	60P, 60I, 30P,

Tabla 2.2. Formatos estándar de televisión digital.

La conversión de relación de aspecto es esencial, ya que se puede tener programación en 16:9 y esta tiene que combinarse o convertirse a 4:3 (Down Convertion), o viceversa de 4:3 a 16:9 (Up Convertion). Existen dos formas de convertir formatos de aspectos diferentes: una es ajustar la imagen original (cropping) al formato de relación de aspecto del receptor, o adicionar bandas horizontales (letterboxing), o bandas verticales (pillarboxing), conservando los formatos de relación de aspecto originales, evitando que la imagen tenga un aspecto anamórfico.

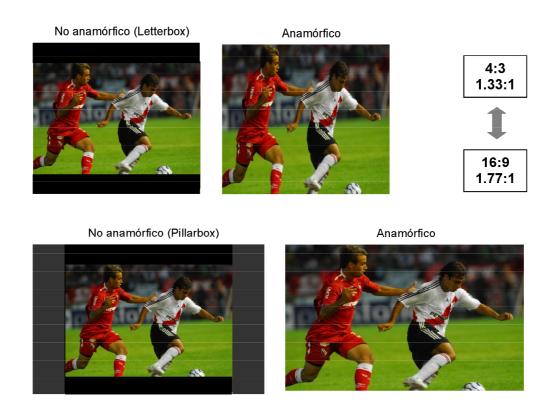


Figura 2.12. Conversiones de relación de aspecto. (Foto archivos Unsión TV).

Para propósitos de conversión se mantiene la relación de muestreo entre el HDTV (22:11:11) y el SDTV (4:2:2), por ejemplo si una estación transmite en HDTV 16:9 y necesita convertirlo a SDTV (4:3), se tiene:

$$Y = 13.5 \times 22 = 74.25 \text{ MHz}$$

$$R - Y = 13.5 \times 11 = 37.125 \text{ MHz}$$

$$R - Y = 13.5 \times 11 = 37.125 \text{ MHz}$$

$$R - Y = 13.5 \times 11 = 37.125 \text{ MHz}$$

La frecuencia de muestreo en HDTV es 74.25 MHz, la velocidad binaria por lo tanto es:

```
Vb = (74.25 + 37.125MHz + 37.125MHz) x 10 = 1.48 Gbps

Vb = (2200 + 1100 + 1100) x 1125 x 29.97 x 10 = 1,48 Gbps

Formato 1080p = 2.96Gbps

Formato 720p/60 y 720p/50

Vb = (1650 + 825 + 825) x 750 x 60 x 10 = 1,48 Mbps
```

2.3 Compresión de la señal de video

Formato 1080i/30 y 1080i/25

El video y el audio sin compresión contiene una gran cantidad de datos, típicamente un programa necesita una señal SDI con un *bit rate* de 270Mbps. Si estos datos se transmiten sin compresión, el ancho de banda de este canal digital ocuparía mas espacio que el ancho de banda de un canal analógico. Los sistemas de compresión reducen el volumen de datos aprovechando la redundancia temporal y espacial, eliminando los datos que no se muestran en pantalla. Es necesario por lo tanto comprimir tales datos a una proporción mas baja haciéndolos apropiados para su transmisión,

El objetivo principal de la compresión es retener una parte de los datos solo lo suficiente para reproducir la imagen original. La compresión ideal no degrada la calidad del video o audio. MPEG-2 (*Motion Picture Expert Group version 2*) puede comprimir un programa de televisión de 270Mbps a solo 5 o 6Mbps manteniendo la calidad.

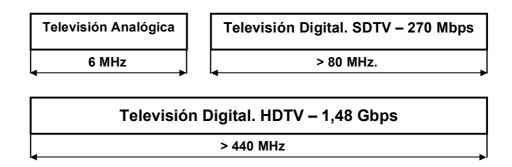


Figura 2.13. Comparación de ancho de banda de televisión digital y analógica.

La resolución de movimientos esta relacionada a la calidad de la imagen, es decir para señales mas dinámicas se requiere mayor velocidad, por lo tanto la compresión deberá ser moderada. Por ejemplo, en el caso de los deportes donde las imágenes tiene mucho movimiento se requiere mayor resolución que un noticiero con poco movimiento. Para un canal de 6 Mhz, el transporte de datos es de aproximadamente de 20Mbps. Por lo tanto, se puede realizar varias combinaciones de programas con velocidades de 6Mbps y 8Mbps.

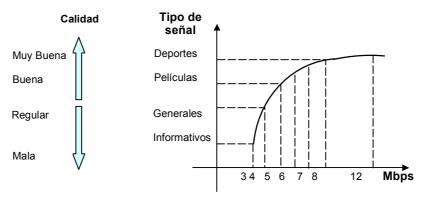


Figura 2.14. Relación entre compresión-dinamismo/calidad señal.

Un sistema de compresión consta de los siguientes componentes:

- Digitalización, muestreo y segmentación, pasos que convierten la señal analógica a imágenes que se representan dentro de una malla digital y divide primero al video en cuadros, luego en bloques.
- Reducción de redundancia, reducción de datos suficientes con técnicas de transformación invertible.
- Reducción de entropía, representación digital utilizando pocos bits produciendo *drops* significativos en la imagen.
- Codificación de entropía, asignación de códigos que minimiza el significativo numero de bits necesarios en la imagen.

2.3.1 Reducción Temporal

Es la reducción de la redundancia en imágenes sucesivas aprovechando el poco o estimado movimiento de los objetos que componen la imagen, es decir cada cuadro de una secuencia es muy similar al anterior y al siguiente, por ello, en vez de codificar cada cuadro completo únicamente se codifica la diferencia entre cuadros (codificación interframe). Es un proceso que se lleva a cabo varias veces sobre un

grupo de imágenes GOP (*Group Of Picture*) que se hacen de tres tipos de cuadros de información.

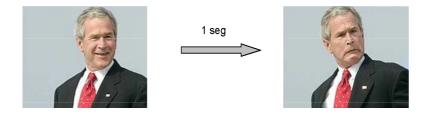


Figura 2.15. Redundancia temporal. (Foto archivos Unsión TV).

Cuadro I (Intra-frame), es el cuadro completo codificado sin ninguna referencia a las otras imágenes, conteniendo todos los elementos para reconstruirse siendo baja compresión.

Cuadro P (Previstas), hace referencia al cuadro codificado mas cercano ya sea este I o P, utilizando técnicas de predicción con compensación de movimiento, siendo la tasa de compresión mayor que I.

Cuadro B (Bidireccionales), requieren los cuadros anteriores como los posteriores, este tipo de imágenes utiliza compensación e interpolación de movimiento entre dos imágenes I y P, logrando una alta compresión.

El orden de los cuadros depende de la complejidad del codificador utilizado, por ejemplo, para alcanzar un flujo de video de 1,5 Mbps con buena calidad se dispone del GOP de la siguiente manera:

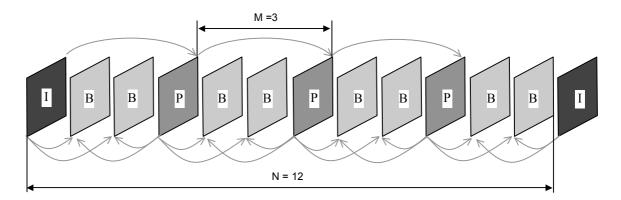


Figura 2.16. Grupo de imágenes GOP.

Los dos parámetros M y N define al manera de cómo I, B y P se encadenan, donde M es la distancia entre dos imágenes P sucesivas y N es la distancia entre las dos

imágenes I sucesivas. Este GOP se compone de 1/12, (8.33%) de imágenes I, 1/4 (25%) de imágenes P y 2/3 (66.66%) de imágenes B. La compresión total es favorecida debido a que las imágenes mas repetitivas tienen la mayor tasa de compresión. Según la grafica el orden posición-imagen, se tiene:

1(I) 2(B) 3(B) 4(P) 5(B) 6(B) 7(P) 8(B) 9(B) 10(P) 11(B) 12(B) 13(I) 14(B) 15(B) 16(P)...

Para codificar y descodificar una señal B (Bidireccional) se necesita las imágenes I y P que la precede, y la I y P que le sigue, por lo tanto el orden es modificado antes de la codificación de forma que el codificador y el descodificador puedan tratar la imagen B.

1(I) 4(P) 2(B) 3(B) 7(P) 5(B) 6(B) 10(P) 8(B) 9(B) 13(I) 11(B) 12(B) 16(P) 14(B) 15(B)...

2.3.2 Estimación y compensación de movimiento

La estimación de movimiento consiste en encontrar un vector que marque el movimiento de un macrobloque de píxeles y garantice la correspondencia entre la zona de llegada de la segunda imagen y la zona de partida de la primera².

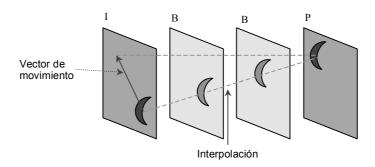


Figura 2.17. Representación esquemática de la compensación de movimiento.

Para las imágenes B los vectores intermedios se calculan por interpolación que tiene en cuenta su posición temporal entre las imágenes I y/o P. De esta forma solo es

² Benoit, H. *Television Digital:MPEG-1, MPEG-2.* 2nd ed. Madrid: Paraninfo . 2004. Chap. 3, Tipos de imagen MPEG, p. 39.

necesario codificar los macrobloques, que cambien de una imagen a otra, de ahí que se cumple la significativa reducción de información para la transmisión de estos datos. Luego se calcula la diferencia entre el bloque a codificar y el bloque estimado mas cerca transmite la diferencia utilizando codificación DCT (*Discrete Cosine Transform*).

2.3.3 Descomposición en capas de una secuencia de video MPEG

MPEG define una secuencia de capas (layers), que tiene un ordenamiento determinado, partiendo desde el nivel mas alto:

- Secuencia (Sequence layer), capa superior que determina la secuencia.
- GOP (*Group Of Picture layer*), capa que permite el acceso aleatorio de la secuencia (1 I, 3P, 8B).
- Imagen (*Picture layer*), se trata de la imagen básica elemental (I, P y B).
- Rebanada (slice layer), sucesión de macrobloques contiguos donde el conjunto de slices deben abarcar toda la imagen, la cabecera contiene información de la imagen y direccionamiento para la sincronización.
- Macrobloque (Macroblock Layer), capa donde se efectúa la predicción con compensación de movimiento.
- Bloque (*Block Layer*), capa donde se efectúa el DCT.

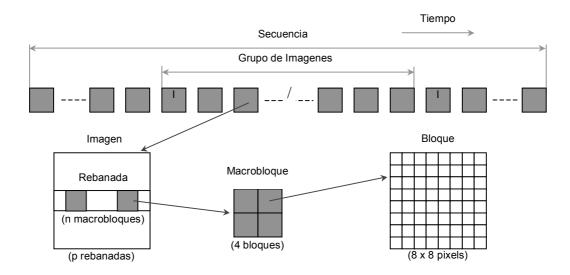


Figura 2.18. Jerarquía de capas de la secuencia al bloque.

El propósito de esta preparación de datos de video es organizar los cuadros de una forma adecuada para la compresión, el video ingresa al codificador en muestras de códigos de luminancia (Y) y crominancia (Cb, Cr), estas se agrupan en bloques de 8x8 usados en redundancia espacial.

Luego esos bloques son reorganizados en macrobloques de 16x16 y usados en la redundancia temporal. Los macrobloques están agrupados dentro de los *slices* (rebanadas), siendo la unidad básica de compresión. En la figura 2.19, se muestra un macrobloque con una estructura 4:2:0 a 8 bits.

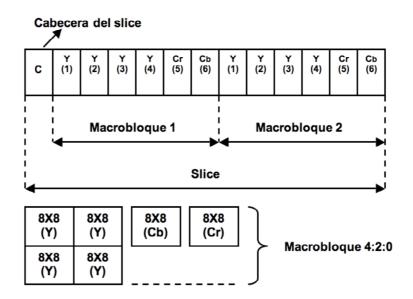


Figura 2.19. Conjunto de macrobloques que conforman una slice.

En un flujo de MPEG-2 los datos tienen un orden determinado. Los bloques de 8x8 muestras, conforman un macrobloque, y varios macrobloques conforman un *slice*. Este proceso contiene una cabecera de información que contiene los parámetros de ese flujo que luego servirán para el proceso de decodificación.

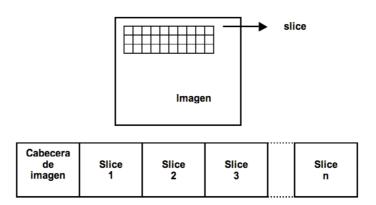


Figura 2.20. Imagen con su cabecera de información.

Una imagen esta compuesta por un conjunto de *slices*, que agrupados conforman la imagen, que puede ser I, B o P, y a su vez varias imágenes forman un GOP, que agrupados conforman una secuencia, que de igual manera tienen una cabecera de información con todo el flujo de datos como: tipo de barrido (i o p), relación de aspecto, formato de muestreo, etc.

2.3.4 Reducción Espacial

La entropía es la información útil de una imagen mientras que la redundancia es la información irrelevante, repetitiva y posible de reducir. La reducción espacial elimina la redundancia de la misma imagen fija (codificación intraframe), como por ejemplo, imágenes del cielo o el campo, donde el movimiento prácticamente es nulo.



Figura 2.21. Imagen redundante. (Foto Archivo).

2.3.4.1 DCT (Discrete Cosine Transform)

El corazón de la reducción de la redundancia espacial es el procesador DCT. El DCT recibe a los *slices* de video en bloques de 8x8, estos valores de muestra representan el píxel de cada bloque que luego son introducidos en el procesador DCT que representan luego la frecuencia espacial contenida en el bloque. El DCT es una clase de transformada de Fourier. Esta realiza un proceso que toma la información en el dominio del tiempo y lo expresa en el dominio de la frecuencia. Fourier analiza la forma de onda en el dominio del tiempo que puede ser representada por series de armónicas de la frecuencia fundamental que luego facilita al proceso de compresión. Al final del DCT algunos valores son cero o muy cercanos a cero, estos son eliminados, sin degradar la información original.

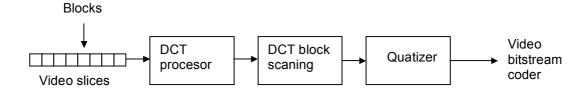


Figura 2.22. Reducción espacial DCT.

2.3.4.2 Descomposición en Bloques

En el caso de una imagen se trabaja en una señal bidimensional y se trata con un DCT bidimensional (horizontal y vertical), que transforma los valores de luminancia y crominancia de un bloque de NxN píxeles en una bloque de NxN coeficientes. Donde el primero a la izquierda (0,0) representa la intensidad media del bloque que se lo denomina DC. El último coeficiente de debajo de la derecha representa la componente mas elevada para los dos ejes.

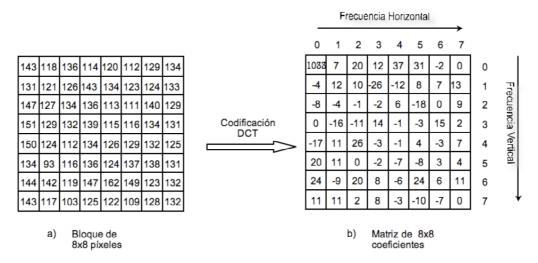


Figura 2.23. Ejemplo numérico de una transforma de coseno de un bloque de imagen. (Imagen, Television and Video Technology).

En figura 2.23 (a) representa un bloque de 8x8 muestras de píxel de luminancia en el dominio del tiempo. Los números representan el nivel de cuantificación de las muestras en donde el negro representa el nivel 16 y el valor máximo blanco representa el nivel 235. La figura 2.23 (b) representa la matriz aplicada el DCT. Una vez que los valores están en el dominio de la frecuencia, es factible detectar y eliminar la redundancia.

El proceso de aplicar DCT divide al área de la imagen en frecuencias discretas, incrementándose la frecuencia en la fila de izquierda a derecha y la columna en sentido vertical. Por lo tanto, el primer valor de la matriz será cuantificado con mayor precisión, o sea, con mas bits, por su baja frecuencia, y claro el ultimo valor de la matriz con menor precisión, menos bits, por su aumento en la frecuencia.

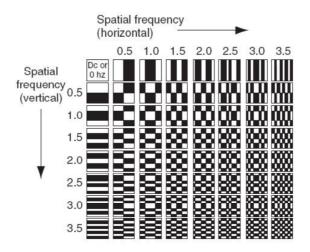


Figura 2.24. Frecuencias discretas de una imagen como resultado de aplicar DCT. (Imagen, Television and Video Technology).

Después de este proceso se efectúa la cuantificación de los coeficientes del macrobloque. En esta etapa, los coeficientes de la matriz de la zona de baja frecuencia espacial, son cuantificados con mayor precisión debido a que el ojo es muy sensible a estas frecuencias y lógicamente los de mayor frecuencia se cuantifica con pocos bits y es en donde se aprovecha para reducir el flujo de datos. Cuantificando a 2 bits se tiene cuatro niveles de cuantificación. Una valor distinto se aplica a cada coeficiente dependiendo de la posición el mismo en la matriz.

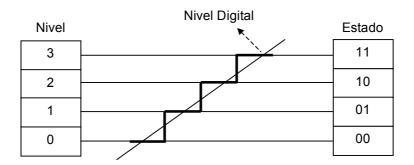


Figura 2.25. Cuantificación a 2 bits.

2.4 Multiplex y flujo de transporte

MPEG-2 adopta la norma protocolos de paquetización de los datos, el multiplexado y demultiplexado de los mismos, en una configuración apta para el almacenamiento y transmisión de datos, audio y video. El flujo de transporte se forma con porciones de 188 bytes de video, audio y datos extraídos de PES o de los (PS).

2.4.1 PES (Packetied Elementary Stream)

El PES es un flujo de paquetes de datos que ha sido formado mediante la paquetización de los flujos elementales (ES). Para la paquetización de este flujo elemental se toman porciones ordenadas de secuencias ES, cada parte que se extrae de la secuencia se identifica como una cabecera. Esta lleva toda la información de esa porción del paquete, a que secuencia pertenece, que orden lleva, etc. Cada PES, constituye un flujo de paquetes de video, audio y/o datos. A partir de los flujos de paquetes PES de video, audio y datos, se forman los flujos MPEG. El primero de estos flujos es el Program Stream (PS) o Flujo de Programa. El segundo flujo es el Transport Stream (TS) o Flujo e Transporte³.

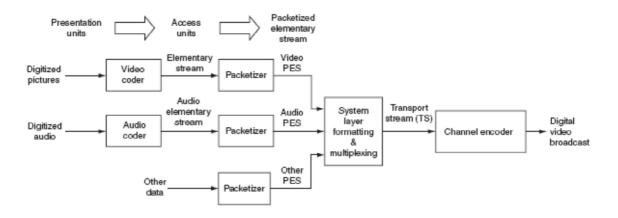


Figura 2.26. Elementos básicos de televisión digital. Sistema DVB. (Imagen Television and Video Technology).

A partir de del flujo de paquetes PES y mediante el multiplexado de los mismos, se forma el Flujo de Programa (PS). Analizando la figura 2.26 se tiene el Flujo

³ SIMONETTA, J. *Television Digital Avanzada*. 1 st ed. Argentina: Intertel. 2002. Chap. 9, Multiplex y Flujo de Transporte, p. 238-241.

Elemental (ES) puede ser de video, audio y datos, luego se tiene el PES que es la paquetización del ES, cada PES tiene una cabecera de información y la carga de datos, por ultimo el PS se forma en el Múltiplex del Programa con paquetes PES. La carga de datos de estos tiene una capacidad de datos variable. Cada flujo elemental lleva un PID (Packet Identification) y es utilizado para identificar los distintos flujos del tren de programa. La figura 2.26 muestra un diagrama simple de Múltiplex de Programa. El PID que representa la identificación del paquete esta indicando que flujo tiene ese paquete PES.

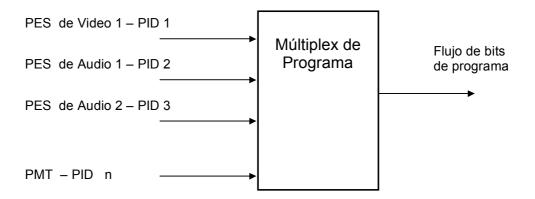


Figura 2.27. Múltiplex de Programa con el flujo de control PMT.

La *Program Map Table* (PMT), que es la Tabla de Mapa de Programas, provee la identificación de los distintos flujos de programas a través de los PID's.

2.4.2 Formación del Flujo de Transporte

Se parte del flujo elemental (ES) comprimido a la salida del Codificador o compresor compuesto por grupos de imágenes GOP. A manera de ejemplo se toma parte del (ES) con cuatro imágenes; I, B, B y P, estas imágenes (ES) representan la parte de la secuencia de un GOP.

Esta imágenes se paquetizan y se le agrega una cabecera de información, obteniéndose los PES. Luego para obtener el TS se extraen porciones en forma aleatoria de 188 bytes de cada uno de los PES con su cabecera de información incluida.

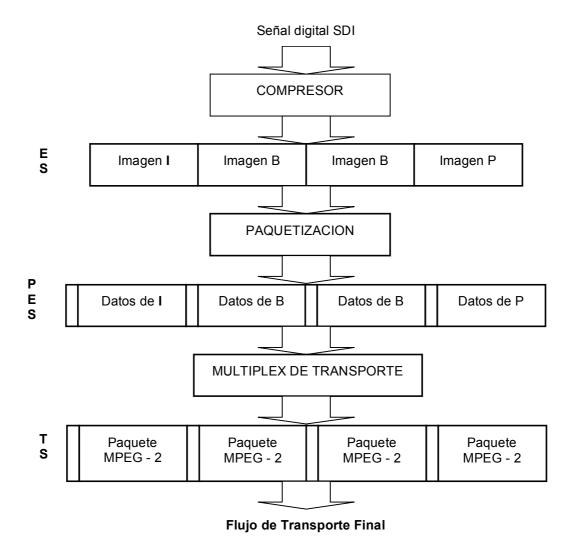


Figura 2.28. Formación del Flujo de Transporte, a partir de los flujos PES.

2.5 Digitalización de la señal de audio

La conversión de la señal de audio, consiste en efectuar una conversión analógica a digital. Lo principios de digitalizar esta señal es similar a la de video, donde se realizan procesos de muestreo, cuantificación y codificación PCM de la señal.

2.5.1 Muestreo, Cuantificación y Codificación

La señal de audio analógica se ingresa a un filtro pasa bajo, para ser limitada en banda. Luego esta se muestrea con otra señal cuya frecuencia se denomina muestreo.

Esta frecuencia debe cumplir con el teorema de Nyquist, la cual como se vio, debe ser el doble de la señal a muestrear para evitar el efecto de aliasing. Por ejemplo para una señal de 22Khz de ancho de banda, la frecuencia de muestreo debe ser por lo menos de 44Khz. Una vez que la señal ha sido muestreada se efectúa la cuantificación de los valores muestreados etapa en la cual se asignan palabras de bits a estos valores en amplitud. Estas palabras de bits codificadas en PCM.

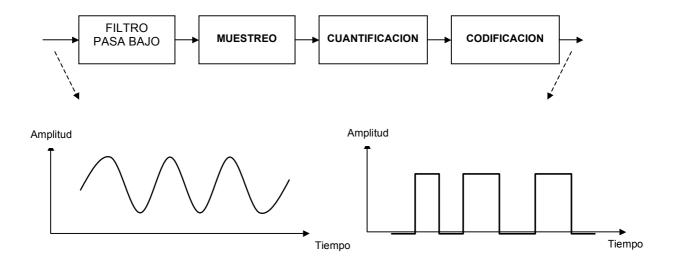


Figura 2.29. Digitalización de la señal analógica de audio.

2.5.2 Señal PCM

La señal analógica es muestreada en cuatro puntos, por lo tanto se emplean cuatro pulsos de muestreo. El primer punto de muestra ocurre en la frecuencia fm1 que corresponde a +1 Volt con código de PCM 1000 y así sucesivamente: fm2 a +3 Volts. código PCM 1010, fm3 a -2 Volts. código PCM 0010 y fm4 a +1 Volts. código PCM 1000.

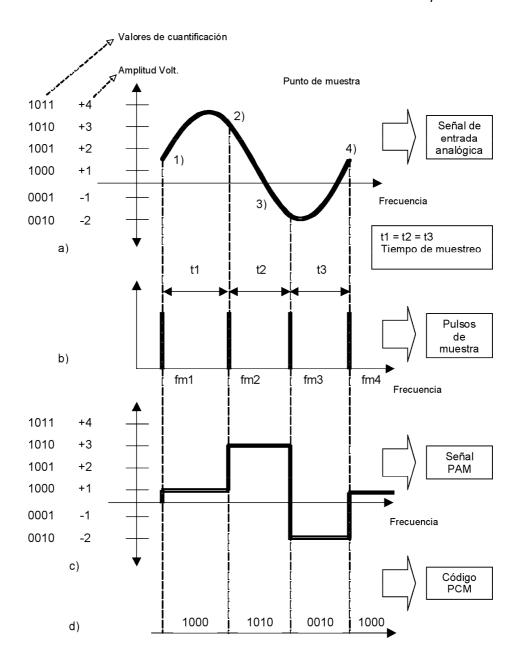


Figura 2.30. Proceso de la señal analógica para obtener el código PCM.

- a) Señal de audio analógica.
- b) Frecuencias de muestreo.
- c) Señal PAM (Modulación por Amplitud de Pulsos).
- d) Código PCM.

2.5.3 Señal de audio AES/EBU

En algunos casos la entrada de señal de entrada al compresor de audio es MPEG-2 ó Dolby AC-3 señal PCM. En otros casos es una señal AES/EBU. Este estándar se utiliza en equipos que operan en digital, formado por un par estéreo o dos canales de

audio mono independientes, cada muestra esta cuantificada a 20 o 24 bits de resolución. Cada palabra es formateada en un sub cuadro los cuales son multiplexados para forman el flujo AES/EBU, acepta frecuencia de muestreo de 32 – 44,1 y 48 KHz.

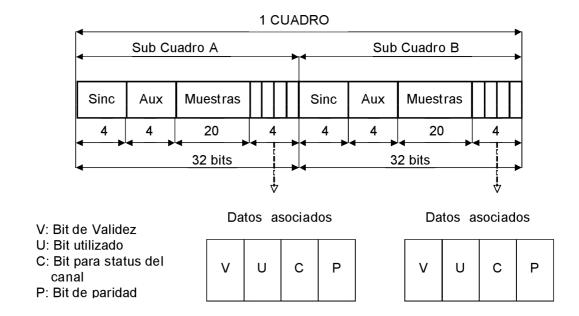


Figura 2.31. Estructura de datos AES/EBU.

Cada sub cuadro A y B se compone de 32 bits, de estos, cuatro bits se utilizan para la sincronización, cuatro bits para datos auxiliares, a continuación se tiene 20 muestras de datos de audio y cuatro bits corresponden a datos asociados. Dos sub cuadros de 32 bits forman un cuadro de 64 bits, transportando cada uno de ellos un canal. Se transmiten 192 cuadros por bloque. Los datos asociados a cada sub cuadro son:

V: Vality. Determina si existe algún error de datos.

U: *User Data*. Un bit de datos lleva datos correspondientes a ese usuario.

C: Channel Status Data. Utilizado para la formación de bloques con informacion del canal.

P: Parity bit. Paridad para el sub cuadro.

2.5.4 Compresión de la señal de audio

Con la combinación de los sistemas MUSICAM y ASPECT se creo un estándar común con tres niveles conocidos como capas (layers).

La capa I, es una versión simplificada del MUSICAM con una baja compresión y bajo costo (192 kbps por canal, 384 estéreo). Utilizadas en el estándar DVB.

La capa II, emplea toda la tecnología MUSICAM con alta compresión utilizada generalmente en DAB y DTV (128 kbps por canal, 256 kbps estéreo). Utilizada en Televisión Digital Terrestre.

La Capa III, combina las mejores características de los dos sistemas anteriores con una altísima compresión (64 kbps por canal, 128 kbps estéreo). Comúnmente conocida como MP3.

La compresión de audio después del PCM es de un factor de 7 u 8 dependiendo de la codificación de capa utilizada.

2.5.4.1 Umbral de enmascaramiento

La compresión aprovecha las deficiencias del oído humano, el rango audible es de 20 Hz a 20 KHz. Sin embargo la sensibilidad del oído no es lineal en el rango de la frecuencia, la máxima sensibilidad esta en el rango de 2 – 5 KHz fuera de este la sensibilidad decrece. Si se produce cualquier tipo de ruido este umbral se modifica, por ejemplo un tono de 1KHz hace que las señales que estén por debajo de esta curva no sean audibles. La señal es audible en el momento que esta supera la curva de enmascaramiento.

Existen dos tipos de enmascaramiento de audio:

Espectral o de frecuencia, donde dos o mas señales se encuentran simultáneamente. Temporal, donde dos o mas señales se encuentran la una cerca de la otra.

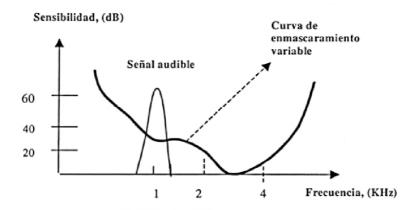


Figura 2.32. Curva de enmascaramiento espectral.

2.5.4.2 Compresión de audio MPEG-2

La señal digital de entrada ingresa a un banco de filtros dividiendo al espectro en 32 sub bandas. Se determina el nivel de enmascaramiento para cada una de las sub bandas. Si la amplitud de un sonido de las sub bandas supera la curva de enmascaramiento se les asigna un numero de bits correspondiente, los sonidos que no superan este nivel no se toman en cuenta y no se comprimen. Luego de cuantificados los sonidos de esta sub banda estos son multiplexados con los 31 sub bandas para obtener la salida del tren de datos MPEG-2 de audio, combinándose con el tren de video y audio en un Múltiplex de Transporte.

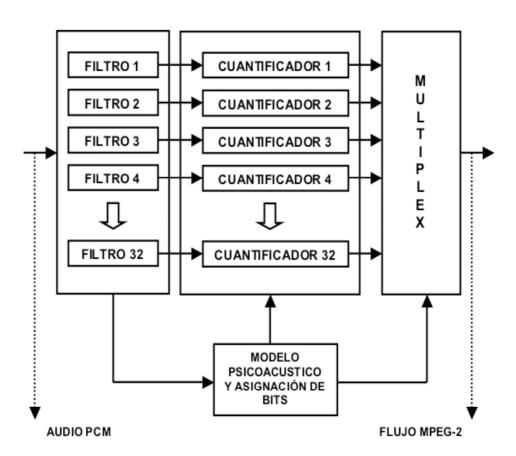


Figura 2.33. Diagrama simplificado de un compresor de audio MPEG-2. (Imagen, Televisión Digital Avanzada).

Este tipo de compresión es utilizado en las capas I y II. Para la capa III se utiliza la DCT al igual que el video.

2.5.4.2.1 Estructura del cuadro de audio en las capas de MPEG

La cabecera transporta 32 bits, de los cuales 12 son para la sincronización y 20 para la información del sistema. El CRC (Chequeo de Redundancia Cíclica), emplea 16 bits de paridad. Los datos de audio comprenden:

Asignación de bits, define la resolución de codificación de las sub bandas.

Factor de escala, factor de multiplicación de las muestras para las sub bandas.

Muestras, numero de muestras para cada capa, por ejemplo capa I tiene 384 muestras, capa II 1152 muestras.

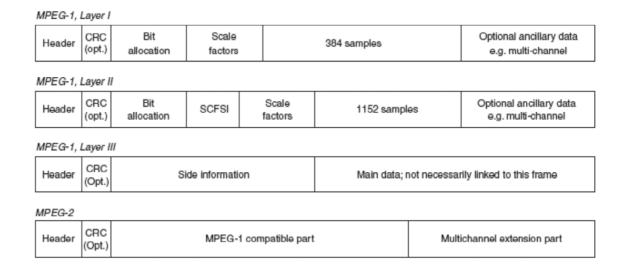


Figura 2.34. Estructura del cuadro de audio. (Imagen, Television and Video Technology).

Los datos auxiliares transportan los comentarios y/o multi lenguajes del programa. En la capa II se selecciona el factor de escala SCFSI (*Scale Factor Selection Information*) que indica el factor de escala que se aplica al cuadro. El formato multicanal puede tomar varias formas de acuerdo a la siguiente tabla:

1/0	Mono
2/0	Estéreo (Derecho, Izquierdo)
3/0	Derecho, izquierdo, central
2/1	Derecho, izquierdo, surround
3/1	Derecho, izquierdo, central, surround
2/2	Derecho, izquierdo, derecho surround, izquierdo surround

3/2	Derecho, izquierdo, central, derecho surround, izquierdo surround
5/2	Derecho, izquierdo, central derecho, central, central izquierdo
	derecho surround, izquierdo surround

Tabla 2.3. Formatos de sonido Multicanal.

2.5.4.3 Compresión de audio Dolby AC-3

El sistema de audio dolby utiliza el algoritmo de compresión AC-3 para codificar hasta seis canales de audio Dolby Digital. El sistema sonido AC-3 surround se dice que tiene 5.1 canales porque tiene un canal izquierdo, derecho, central, izquierdo surround y derecho surround con una respuesta de 20 KHz formando los 5 canales. Un sexto canal es de baja frecuencia con una respuesta de 120 Hz haciendo referencia al canal 0,1 o *Low Frequency Effect* (LFE). La velocidad binaria de cada uno de los canales es:

```
Velocidad binaria = 48 KHz x 20 bits = 960 KHz
Por los seis canales = 5,76 Mbps.
```

El AC-3 tiene un flujo de compresión a su salida de 384 Kbps. La relación de compresión es:

$$RC = 5760 / 384 = 15$$

Por lo tanto la Relación de Compresión es de 15:1

El sistema de compresión AC-3 emplea un algoritmo digital de alta ganancia de codificación. Comprimiendo canales de audio de una fuente PCM o AES/EBU. El codificador esta formado por tres etapas:

- Banco de filtros, donde las muestras de audio se transforman del dominio del tiempo al de la frecuencia.
- Asignador de bits, determina la relación señal ruido (S/N).
- Cuantificador, que cuantifica los coeficientes para formar el flujo AC-3.

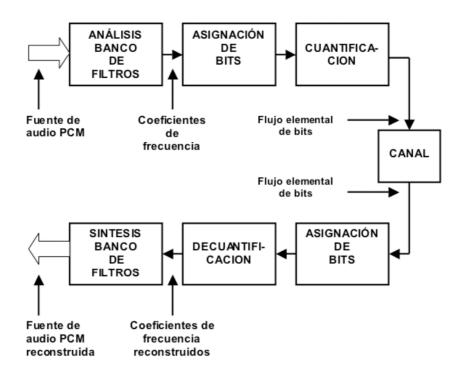


Figura 2.35. Sistema de audio en DTV.

2.6 Distribución de televisión digital terrestre

La Televisión Digital Terrestre (TDT) es la aplicación de la tecnología de producción de televisión digital y transmitida a través de ondas hercianas (no cable, no satélite). La señal MPEG-2 es comprimida y luego combinada en un multiplex de transporte, la cual es luego modulada y transmitida. Así como en televisión analógica (NTSC, PAL y SECAM), cada país o región tiene sus sistema de transmisión, la televisión digital nuevamente esta divida. Existen principalmente tres normas para la transmisión de televisión digital:

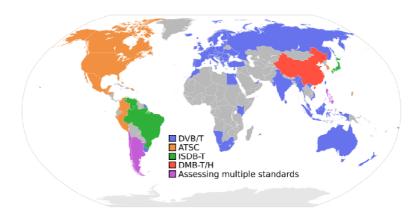


Figura 2.36. Televisión digital en el mundo. (Imagen, Revista TV & Video).

ATSC, Advanced Television Systems Committee (EE.UU)

DVB-T, Terrestrial Digital Video Broadcasting (Europa)

ISDB-T, Terrestrial Integrated Services Digital Broadcasting (Japón)

Existen otras normas, como por ejemplo, el sistema Brasilero SBTVD-T (Sistema Brasilero de Televisión Digital Terrestre), que es una adaptación del sistema japonés. China a desarrollado también su propio sistema, este es el DTMB (Digital Terrestrial Televisión Multimedia Broadcasting). Estos dos últimos sistemas están diseñados de acuerdo al uso y distribución de su propia tecnología. Por lo tanto, los receptores son fabricados y diseñados para funcionar individualmente con cada uno de los sistemas antes mencionados, pero todos deben de cumplir con los requerimientos de estandarización de TDT que son:

Tipos de escaneo, que determina como la imagen es muestreada en espacio y tiempo, de forma progresiva (p) o entrelazada (i), numero de líneas por imagen, imágenes por segundo.

Representación de la información de color, que determina como la información de color es trasportada.

Relación de aspecto, que define como la imagen se va a ver en la pantalla del receptor.

Niveles de señal, que determina como el receptor interpretara la señal de video, entre voltajes analógicos y códigos digitales.

Formato, que establece la compresión de la información para transmisión o grabación.

La transmisión de la TDT depende de la modulación que utiliza cada sistema, por ejemplo. El sistema ASTC utiliza un estándar de modulación 8-VSB (Vestigial Side Band), el sistema DVB-T un estándar de modulación COFDM de múltiples portadoras. En general la TDT en transmisión ofrece muchas ventajas como:

- Mejor calidad de la señal, tanto en transmisión VHF como UHF, ya que la señal es mas inmune al ruido.
- Mejor utilización del ancho de banda de transmisión, puede transmitir un programa con calidad HD o varios programas en SD en un mismo ancho de banda que ocuparía un canal analógico.

- Varios canales de audio, con capacidad hasta para aplicaciones de sistemas de audio digital surround (seis canales audio).
- Varios sistemas de Multimedia, que permite interactuar con los usuarios y crear muchas formas de negocio.

2.6.1 Estándar ATSC

Desarrollado en Estados Unidos para la transmisión de señal digital en HDTV o SDTV para un espectro de ancho de banda de 6Mhz con modulación VSB (Vestigial Side Band). La HDTV se transporta a una velocidad de 19,39 Mbps una vez multiplexados todos los trenes de datos, mientras que para SDTV depende de la relación de compresión que se asigne a cada uno de los canales a transmitir.

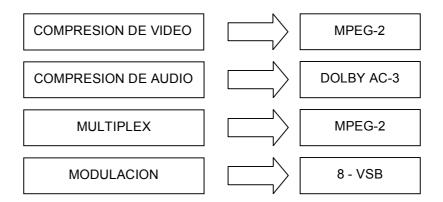


Figura 2.37. Características principales del estándar ASTC para DTT (Digital Terrestrial Televisión).

La compresión de video y múltiplex adoptan las especificaciones del estándar MPEG-2 y son compatibles con el sistema de transporte ATM, mientras que el audio se comprime con el estándar Dolby AC-3. Para DTT se adopto la modulación 8-VSB de Banda Lateral Vegistial con 8 niveles discretos de amplitud. La señal de video de entrada es un flujo de datos de HDTV y se comprime bajo el estándar MPEG-2, con utilización de cuadros (I ,B, P) con una estructura de muestreo 4:2:0. El nivel alto tiene un formato de 1920 muestras por línea activa para un total de 1152 líneas y una velocidad de flujo de datos de 80 Mbps. En estudio HDTV tiene una velocidad binaria de 1,48 Gbps siendo la relación de compresión MPEG-2 de 76:1. A la salida del compresor se tiene los PES de audio y video que junto con los datos auxiliares se

combinan para el Múltiplex de Transporte. Los datos auxiliares son flujos adicionales para programas con subtítulos y/o selección idiomas.

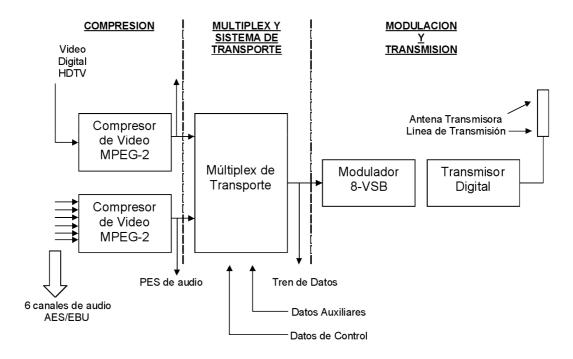


Figura 2.38. Diagrama de Bloques para TDT en estándar ATSC.

A la salida del modulador se tiene el flujo de transporte modulado que excita al transmisor digital y las salida de este, es conectado a la antena transmisora, mediante la línea de transmisión para una velocidad total de flujo de datos para un canal de 6MHz de ancho de banda.

2.6.2 Estándar DVB-T

Este sistema tiene desarrollados mas de 50 estándares para distintas aplicaciones como: satélite, cable, televisión terrestre, redes de microonda, etc. De los múltiples estándares DVB los mas utilizados son: DVB-S, DVB-C y DVB-T, diferenciándose por su sistema de modulación.

La compresión de video, audio, protocolos de paquetes de datos, Multiplex y Sistema de Transporte es MPEG-2. Adopto también el sistema audio con compresión Dolby AC-3.

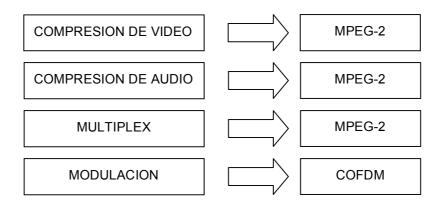


Figura 2.39. Características principales del estándar DVB-T.

El sistema de modulación es COFDM de múltiples portadoras donde cada una de ellas es modulada en 64 QAM y opera con SDTV y HDTV. Para SDTV tiene una relación de aspecto 4:3 y 16:9 con espectros de 6, 7 y 8 MHz de ancho de banda. El audio utilizado es el Musicam de capa II en dos canales en modo estéreo con unavelocidad de 128 Kbps. Para HDTV el audio esta conformado por seis canales comprimidos en el estándar MPEG-2. Utiliza también el sistema de compresión de audio Dolby AC-3.

2.6.2.1 Transmisión No-Jerárquica

Transmite un flujo de datos aproximado de 19,6 Mbps, en 6Mhz de ancho de banda en transportando un varios programas SDTV o un programa HDTV, ambos con sus audio y datos asociados.

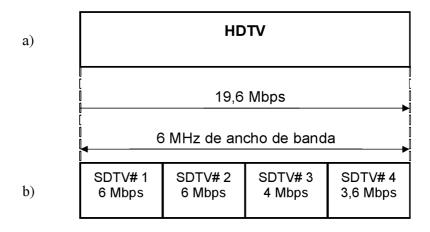


Figura 2.40. Características principales del estándar DVB-T.

2.6.2.2 Transmisión Jerárquica

Transmisión de dos flujos de datos combinados en uno solo, permitiendo transmitir un programa de HDTV para recepción fija y un programa SDTV para recepción móvil, cada uno de estos tiene una modulación diferente dentro del sistema COFDM. Al flujo de alta velocidad binaria se lo denomina LP (Low Priority) para recepción fija con portadora modulada en QPSK y al flujo de baja velocidad binaria se lo denomina HP (High Priority) para recepción móvil con portadora modulada en 64 QAM.

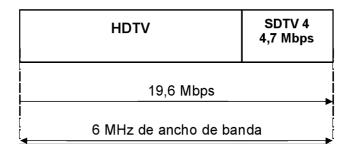


Figura 2.41. Capacidad de programas a transportar en modo Jerárquico.

2.6.3 Estándar ISDB-T

El estándar desarrollado en Japón toma como base el estándar DVB-T utilizando compresión y multiplexado MPEG-2 con modulación COFDM, tiene las siguientes aplicaciones:

- Transmisión de un programa de TV en HDTV o múltiples programas SDTV.
- Servicios de multimedia e interactividad.
- Recepción portable y móvil.
- Redes de frecuencia única.
- Operación en modo jerárquico.
- Transmisión de un canal HD o varios canales SD.

El Flujo de Transporte es remultiplexado y agrupado en datos transformados luego en segmentos de datos OFDM de 13 segmentos siendo la misma cantidad para un

canal de 6, 7 y 8 MHz de ancho de banda, variando solamente el tiempo de duración de cada segmento.

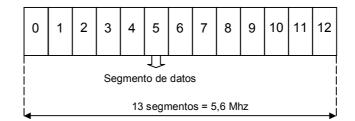


Figura 2.42. Segmentos de datos en ISDB-T para un canal de 6 MHz.

Las transmisiones en modo jerárquico en este estándar permite transmitir flujos de datos para recepción móvil y fija simultáneamente. Además con la agrupación de segmentos se tiene las aplicaciones requeridas tanto para canales con calidad SD (menor numero de segmentos), o para canales HD (mayor agrupación de segmentos). Las transmisiones en modo parcial o de banda angosta son aplicadas para la recepción portable y móvil, con la característica que de que el segmento parcial a transmitir esta ubicado en la parte central de la banda de los trece segmentos.

2.7 Conclusiones

La televisión digital implica un cambio tan grande como lo fue la inclusión de la televisión a color. Esta revoluciona por completo la forma de ver televisión, mejorando la calidad de la señal en estudio y transmisión, aprovechando mejor el escaso espectro radioeléctrico, interacción con los usuarios (televidentes), y dando cabida a un sin numero de nuevas formas de hacer negocio. Nuevamente la división se ha dado con respecto al estándar en transmisión lo que en la actualidad causa división en el uso de equipos en cada país. En el Ecuador la SUPERTEL y el CONARTEL son los entes que están a cargo de los temas y pruebas relacionados con la TDT. Actualmente se realizan pruebas técnicas con el estándar japonés y europeo con el fin de poder determinar y seleccionar cual de estos estándares es el mejor para el Ecuador.

CAPITULO 3

ESTACIÓN DE TELEVISIÓN ANALÓGICA

3.1 Estructura de un estudio de televisión tipo

La producción de programas de televisión entrelaza entretenimiento y tecnología. Alguien que mira unos minutos un programa de televisión, ve a uno o varios presentadores, cambio de imágenes, inserción de publicidad, cambio inmediato de lugares, efecto de audio y video, etc. Pero detrás de esto, se encuentra una gran cantidad de personas y equipo, capaces de efectuar el resultado final que se presenta en la pantalla del televisor. Típicamente un canal de televisión tiene varios estudios, cabinas de edición, producción, área de control de audio y video, transmisión, etc.; pero el área que controla toda la programación, ya sea en vivo o pregrabada, es el Master Control ó cerebro del canal.

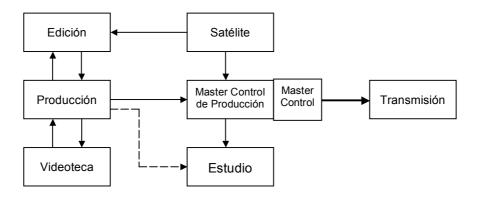


Figura 3.1. Esquema básico de una estación de Televisión.

3.2 Master Control

El área de master control se divide en dos partes:

- Master de Producción.
- Master de Control

El *Master Control de Producción* es el área de un canal de televisión donde se organiza y ejecuta todo el trabajo de la producción, sean estos programas pregrabados, enlatados (novelas, caricaturas, series, documentales, etc.) o programación en vivo. Es aquí, donde se realizan las diferentes tomas de las cámaras, la inserción de publicidad, la reproducción de videos, inserción de efectos de audio y/o video, etc. El productor (o productores) se encuentran en una sala llena de monitores, que permiten ver todo el movimiento y desarrollo de un programa.

El *Master de Control* es el área previa a la transmisión de la señal al aire, sistema satelital y/o sistema de cable. En el área del master control se encuentra el rack de monitores de video, receptores satelitales, reproductores y grabadores de video (players, players-recorder), equipos de transmisión y más. El Master Control es monitoreado generalmente por uno o dos operadores que se aseguran que la señal esté continuamente en operación, verificando y ajustando la calidad del video y audio, funcionamiento correcto de los equipos y ruteo de la señal para los diferentes sistemas (señal aire, satélite y/o cable).

3.2.1 Estudio - producción

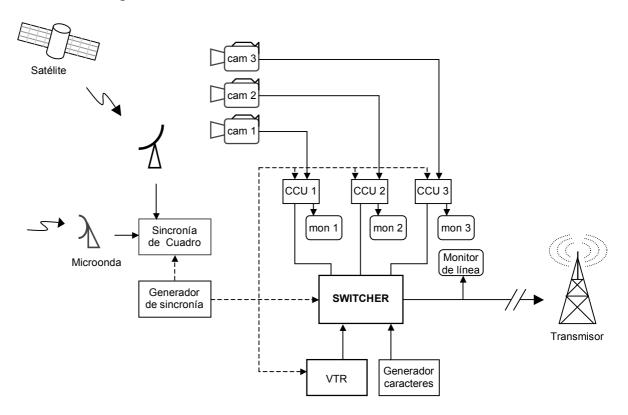


Figura 3.2. Esquema básico master control.

El Estudio de producción está conformado en su forma básica, de las siguientes etapas:

- Producción Switcher
- VTR
- Consola de audio
- Routing switcher
- Monitores
- Cámaras de estudio
- Generador de caracteres

3.2.1.1 Producción Switcher

El equipo que es el corazón de las instalaciones de la producción de video es el switcher, siendo el punto de conexión para todas las piezas, en un estudio de televisión. El switcher puede ser sencillo o muy complejo, depende del tipo y la aplicación que se le de a éste. Sin embargo, todos tienen el mismo funcionamiento básico: selección de las diferentes fuentes de video, transiciones de una o más entradas y la creación de algunos efectos.

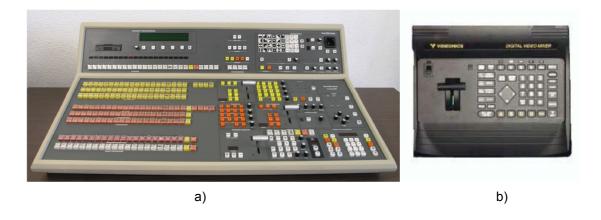


Figura 3.3. Switchers de producción, completo y básico. (Fotos Unsión TV).

- a) Switcher Grass Valley Group 250.
- b) Videonixs MX 50.

En la figura 3.3. se observa dos tipos de switcher: b) uno de aplicación básica y a) otro completo que contiene los llamados "bancos", que pueden crear varias imágenes compuestas y efectos más complejos. La función más común en un switcher, es la

disolvencia que se crea con dos fuentes ó dos bancos de video. La función de disolvencia es manipulada por la barra de control del switcher, misma que se encarga de los niveles de voltaje de los amplificadores operacionales, que no es otra cosa, que el incremento de voltaje de una señal y el decremento de otra.

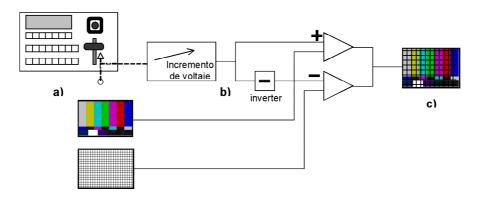


Figura 3.4. Circuito básico que indica como el switcher realiza la transición de imagen.

- a) La barra de control determina el nivel de voltaje durante la transición.
- b) El voltaje entra a dos amplificadores a través de un inversor para obtener una sola señal.
- Las señales de los amplificadores se mezclan y se obtienen a la salida del switcher como una sola señal mezclada.

3.2.1.1.1 Wipes

Algunas ocasiones el efecto de corte o mezclado de imágenes no es apropiado, entonces se usa el efecto "wipe" que permite ver porciones de las dos imágenes simultáneamente, a medida que la línea de separación se mueve a través de la pantalla. Existen muchos diseños de efectos wipe, que van, desde típicas líneas verticales, horizontales y diagonales; a círculos, cuadrados, dientes de sierra, etc.



Figura 3.5. a) Efecto de wipe con dos diseños diferentes. b) Efecto wipe con imágenes.

3.2.1.1.2 Keys

Un efecto *key* también mezcla dos fuentes distintas de video. Pero, en este caso, se corta parte de la fuente de señal y la reemplaza por otra. Estos efectos se utilizan más en la inserción de letreros o publicidad, que van sobre impuestos en la imagen. El efecto *chroma key* es un proceso de color específico. En lugar de un diseño gráfico o patrón, se usa la base *key* electrónica para recortar la imagen. Por lo general, se usa fondo azul o verde. Un ejemplo muy común es el reporte del clima, donde se monta una imagen sobre un fondo prediseñado. En la figura 3.6. se presenta el esquema de un switcher analógico con procesamiento de señales de video.

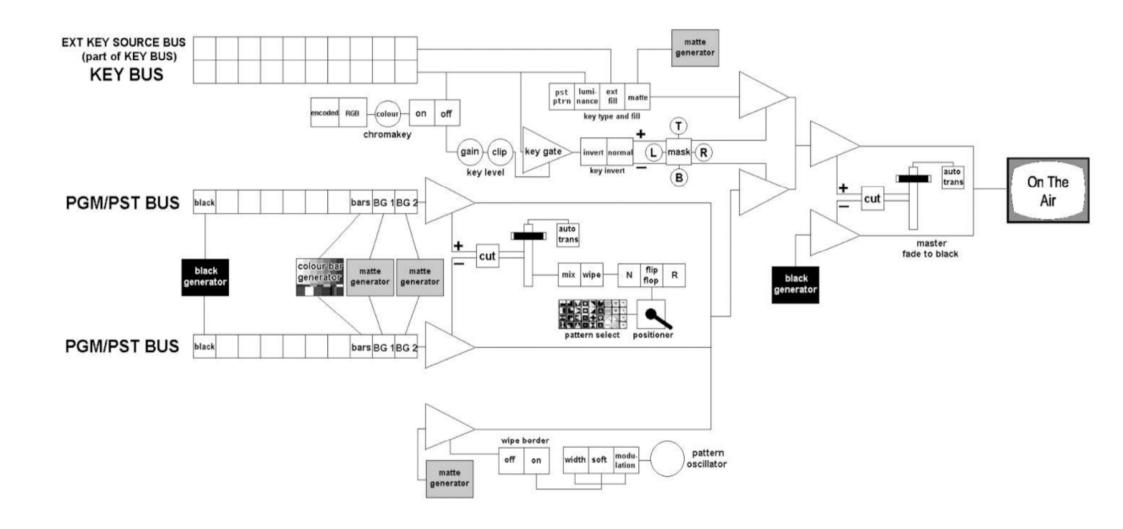


Figura 3.6. Esquema de un switcher de producción. (Imagen, Manual Grass Valley).

3.2.1.2 VTR

Esta parte del master control, es en donde se encuentran los diferentes equipos de reproducción de videos analógicos en sus distintos formatos. Los equipos de reproducción y grabación tienen prácticamente el mismo principio. Para grabar y reproducir la información de video en cinta, se usa un sistema de escaneo helicoidal. Este sistema de dos o más cabezas de reproducción/grabación, está montado en un tambor inclinado que gira rápidamente, moviéndose en ángulo con respecto a la cinta.

Además de la información de video, se tiene la información de audio que se graba en pistas longitudinales, que están paralelas a los bordes de la cinta.

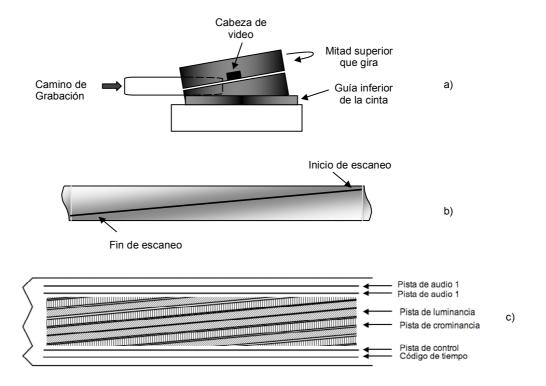


Figura 3.7. a) Ensamblaje del tambor de una video casetera de escaneo helicoidal.

- b) Pista inclinada de escaneo helicoidal.
- c) Información que contiene cinta de video (Betacam ½ plg).

La información de video ocupa el 80% de la cinta, donde se guarda la información de la señal, color y brillo de la imagen. Muchos de estos sistemas tienen el sistema de video componente, donde la grabación de la luminancia y croma se los realiza por separado.

Formato	Introducción	Ancho de cinta	Componentes/ Compuesto	Rango de muestreo
U-matic	1971	3/4 plg	Composite	N/A
VHS	1976	1/2 plg	Composite	N/A
Type C	1978	1 plg	Composite	N/A
Betacam SF	1986	1/2 plg	Component	N/A
M-II	1986	1/2 plg	Component	N/A
S-VHS	1987	1/2 plg	Component	N/A
Hi-8	1989	8 mm	Component	N/A

Tabla 3.1. Formatos populares de video analógico.

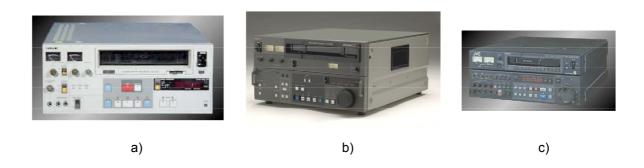


Figura3.8. Formatos analógicos más utilizados en VTR. (Fotos Unsión TV).

- a) Formato U-matic 3/4.
 - b) Formato Betacam 1/2.
 - c) Formato S-VHS 1/2.

El Código de Tiempo (TC), es el sistema de localización exacto de cada cuadro de video, mediante una asignación numérica.

Horas: minutos: segundos: cuadros 21:03:13:27

El código de tiempo consiste en pulsos electrónicos grabados en la cinta, mediante un generador de código de tiempo. Se graba de dos maneras: el primer método graba los pulsos de TC en las secciones de intervalo vertical (VITC) de la cinta, que son espacios entre cuadros grabados al mismo tiempo que la información de video. El segundo método, el TC longitudinal (LTC), que graba en una pista de audio sin usar.

3.2.1.3 Consolas de audio

Las consolas de audio en el Master Control, permiten controlar todos los niveles de señal de audio de las diferentes fuentes que ingresan a la consola, como: micrófonos, audio VTR, instrumentos musicales, etc. Las funciones principales de una consola de audio son:

- Transducir: convertir las ondas de sonido en energía eléctrica y viceversa.
- Canalizar: dirigir las señales y enviarlas donde sea necesario.
- Mezclar: combinar dos o más fuentes de sonido.
- Amplificar: aumentar o disminuir el nivel de la señal.
- Monitorear: oír o ver una indicación de la calidad y volumen de las fuentes de sonido, en varias fases de control.

El sonido es medido en decibeles (medida logarítmica), y las consolas de audio usan esta escala, para medir los diferentes niveles de señal con relación a un determinado nivel de referencia, expresando una relación de dos cantidades en una adimensional.

0 dB ha sido considerado como el nivel adecuado para que el equipo no distorsione la señal audible. Al referirse a medidas de potencia se tiene la siguiente fórmula:

$$L_{\rm dB} = 10\log_{10}\left(\frac{P_1}{P_0}\right)$$

Si P1=P0 en la ecuación, se dice que L tiene un valor de 0dB. Si P1 es mayor que P0 entonces L es positivo. Si P1 es menor que P0 entonces L es negativo. En acústica se utilizan los dB (SPL), que determinan el nivel de presión del sonido, dB SIL la intensidad del sonido. El dB (A), dB(B) y dB(C) son símbolos usados para definir el uso de diferentes filtros de ponderación, que se utilizan para aproximar la respuesta del oído humano al sonido. El espectro de la señal audible se considera desde los 20Hz hasta los 20Khz. Y es ahí, donde se determina la calidad de la consola; en donde, los ecualizadores, tienen mayor rango en sus controles para poder corregir, modular ó incluso, eliminar ruido. Las consolas pueden ser sencillas o muy complejas. De acuerdo a la aplicación a las que estén destinadas.

Las entradas y salidas en una consola, están conformadas por tres tipos de conectores: conectores XLR, conectores FONET y conectores RCA.





Figura3.9. a) Consola de audio Yamaha PM-D.

b) Conectores de audio.

La señal puede ser transportada por dos o tres líneas. Una de ellas es la conexión a tierra. Entonces, se llama a los cables de tres líneas conectadas a sus terminales, a los conectores XLR y/o FONET, cables balanceados. Dos conducen señal y uno para tierra. Los cables desbalanceados sólo tienen dos líneas: uno conecta la señal, y el otro lleva parte de la señal y también actúa de tierra. En las aplicaciones profesionales de audio se utilizan cables balanceados con conectores XLR, de preferencia; ya que, en un estudio de televisión, los cables que entran y salen de la consola, pasan por fuentes de poder, equipos de alto y mediano consumo, parrillas de iluminación, etc.; situación que puede inducir un flujo electromagnético a estos cables, produciendo defectos en el sistema de audio.

Al utilizar un sistema balanceado, a más de que el cable tiene mejores características (malla trenzada que cubre los cables de señal); permite reducir el ruido (hum), en el caso de que éste se filtre en el cable que trasporta la señal. Este ruido al llegar a la consola, tiene una amplitud y una fase, la cual se encuentra en las dos líneas de señal. La consola está diseñada para recibir estas señales con ruido, toma una de ellas y la desfasa 180°. La técnica es que, al mezclar la una señal con la otra, éstas están en oposición en amplitud y fase, por lo tanto, se eliminan.

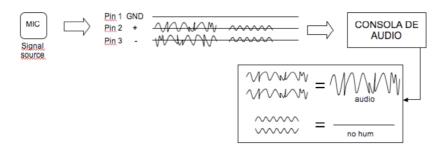


Figura 3.10. El porque se utiliza cables balanceados en sistemas broadcast.

3.2.1.4 Routing switcher

Equipo que rutea las diferentes entradas de video y audio, a uno o varios equipos. Principalmente, este router se usa en el área de VTR, en dónde se conectan los diferentes formatos de video, permitiendo seleccionar el destino de las señales de estas fuentes de video y/o audio, a las diferentes áreas del Master Control.

3.2.1.5 Monitores

Los monitores no solo permiten visualizar el trabajo que se realiza en el Master Control, sino también, verificar la calidad de imagen real como: el nivel de video, el color, tinte, contraste de la imagen, etc. Aunque existen equipos que nos permiten controlar los niveles de video, los monitores permiten captar algún desperfecto de la imagen en cámaras, VTR e incluso audio. Los monitores profesionales brindan estas características, lo cual no lo hace un televisor convencional usado en el hogar. Ajustados correctamente, también contribuyen a graduar la calidad de señal de otros equipos, como cámaras y VCR. De ahí, su mayor costo.





Figura 3.11. a) Master Control con varios monitores para el control de imagen. b) Monitor profesional Panasonic. (Fotos RCTV).

3.2.1.6 Cámaras de Estudio

La función principal de las cámaras es convertir la energía física de las ondas de luz, en energía eléctrica a manera de señales de video. Como se vio en el capítulo 1, la cámara realiza un barrido de la imagen que, una vez transformado en energía eléctrica; viaja, en este caso, a través de un cable de video específico realizando el

proceso inverso. Se convierten los impulsos eléctricos en lumínicos, permitiendo visualizar las imágenes captadas por la cámara.

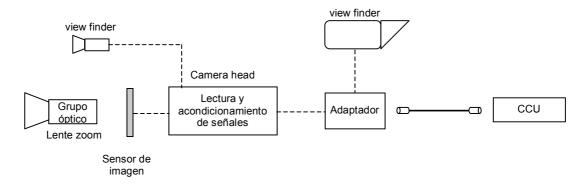


Figura 3.12. Esquema básico de una cámara de estudio.

Grupo óptico, proporciona una proyección plana sobre la superficie del sensor de imagen conformado por varias lentes, que permiten regular a través del zoom la posición relativa de éstas, para controlar el ángulo de la escena proyectada en el sensor.

Sensor de imagen, es el encargado de convertir la luz incidente en los objetos, en impulsos eléctricos (CCD).

Lectura y acondicionamiento de la señal, proporcionan los diferentes componentes de color, que luego son tratados en la unidad de control externa (CCU).

Visor o *view finder*, facilita al operador de la cámara una replica de la imagen que recibe el sensor a través de un visor en la parte lateral izquierda de la cámara, ó un pequeño monitor en la parte superior de ésta.

CCU, unidad de control de cámara, que permite manipular la cámara a distancia en el master control, como por ejemplo: diafragma, pedestal, balance de blanco y negro, y demás funciones electrónicas de la cámara.

La cantidad de luz que incide sobre el sensor, depende de dos dispositivos que actúan sobre la cantidad de luz (Diafragma), y sobre el tiempo de exposición del sensor (Obturador). El diafragma se encuentra dentro del grupo óptico y permite mayor o menor ingreso de luz sobre el sensor, actuando igual que el iris del ojo humano. Este dispositivo es circular, se abre cuando la intensidad de la luz es baja y se cierra cuando la intensidad de la luz es alta.

CCD's (Charge Couple Device)

Los sensores de imagen más populares son las células, conocidas como CCD. Se trata de un dispositivo sólido de reducido tamaño, alta resolución de imagen y bajo consumo, que desplazó al uso de tubos de imagen. La calidad de imagen se determina, básicamente, por este dispositivo. Entre mayor sea el tamaño del sensor, mayor la distancia focal y mejor será la resolución de imagen.

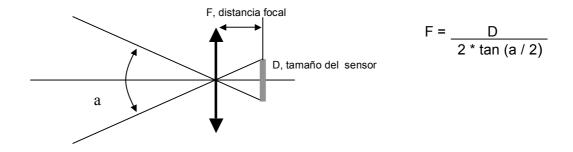


Figura 3.13. Cálculo de distancia focal.

Por ejemplo: una CCD de 2/3" indica que tiene una zona de imagen útil de 11 mm. de diagonal. En cambio, en una CCD de 1/4", la zona de imagen útil tiene una diagonal aproximada de 4mm. Las dimensiones de la zona útil dependen del fabricante del equipo.

3.2.1.7 Generador de Caracteres

El generador de caracteres permite sobre imponer una imagen, letras, anuncios, bandas, etc., sobre la imagen. Este efecto se puede lograr con el switcher de producción analógico cromando la imagen, u otra forma de hacerlo, es montando la imagen en línea, a través de un equipo especializado en generar este tipo de efectos. Generador analógico es un sistema obsoleto, ya que sólo se podían lograr letras de gran tamaño y poca definición, en vivo o en edición. En la actualidad, se utilizan tarjetas de video o equipos digitales, que permiten obtener un excelente resultado.

3.2.2 Sala de Control

La Sala de Control o Control Master, es en donde se verifica la calidad de la señal antes de ser transmitida con equipo especializado para este propósito; además de

tener en sincronía (referenciados), todos los equipos de planta en el área denominada *estudio genlock*. Los equipos que se utilizan en esta área para determinar los niveles correctos y calidad de la señal de video, son básicamente: Waveform y Vectorcope; que permiten ajustar y calibrar la mayoría de equipos que se encuentran en el master control de producción y estudio.

3.2.2.1 Waveform monitor (monitor forma de onda)

El *waveform monitor* es una especie de osciloscopio usado para aplicaciones de televisión, que permite visualizar el nivel o tensión de video. Este equipo tiene como propósito principal, calibrar equipos en el Master Control y controlar los niveles de croma y luminancia. El escaneo vertical es representado normalmente con un valor de 1 V. pico-pico de video con respecto al tiempo. En la pantalla del equipo se representa con un valor de 140 unidades IRE de nivel de blanco. Las respuestas de la frecuencia de las características del amplificador pueden ser cambiadas. Así, se puede ver en la pantalla sólo luminancia, crominancia, ó ambos componentes de la señal de video.

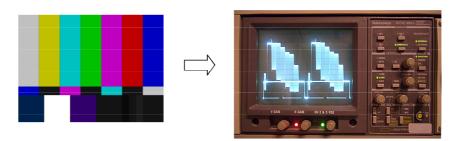


Figura 3.14. Representación de señal de barras al 100% en waveform. (Fotos Unsión TV).

En la figura 3.14 se representa un patrón de la forma de onda de barras al 100%, en donde se puede apreciar las áreas más oscuras de la imagen, que están representadas cerca del punto cero de la escala (Black level o nivel de negro); y las áreas blancas aparecen cerca del límite superior de la escala (white level o nivel de blanco). La escala marcada en la pantalla va desde -50 a +120, incrementadas en unidades de 10. La imagen ideal en el waveform en la escala, inicia en -40 IRE en la parte más baja; y asciende a +100 IRE, en su límite superior. El nivel de video debe encontrarse equitativamente entre 7,5 IRE, donde el nivel de negro debe comenzar; hasta 100 IRE, donde el nivel de blanco debe terminar.

La información desplegada por debajo del nivel de negro son señales de tiempo conocidas como sincronismo, que es la abreviatura del pulso de sincronización. Estos son pulsos de tiempo de alta velocidad, que mantienen a todos los equipos de video en la misma fase durante el proceso de exploración de inicio y término de líneas, campos y cuadros. Sin este pulso, se produciría un caos en todos los equipos profesionales conectados en el Master Control. En el waveform, el nivel de la señal de sincronismo debe estar en -40 IRE, en el fondo de la escala de la forma de onda; y su valor máximo debe extenderse en la línea base ó el punto cero de la escala.

El rango que queda entre la línea base 0 a 7,5, representa la señal de reestablecimiento llamada *blanking signal* ó también denominada set-up ó pedestal. La pequeña escala de +/- 2 y +/- 4 en la línea de pedestal, cerca de -40 IRE; indica los pequeños cambios que se podrían dar en la amplitud de sincronismo. La línea de referencia horizontal (línea base 0) es la denominada *timing line*, dividida en 12 partes que toma intervalos de tiempo diferentes, dependiendo del *sweep rate* seleccionado.

NIVELES DE AMPLITUD	NTSC
Video + sincronismo	140 IRE (1 Vpp)
Negro	7,5 IRE (0 mV)
Blanco de referencia. Máximo nivel	100 IRE (714,28 mV)
Sincronismo	- 40 IRE (-285.70 mV)

Tabla 3.2 Niveles de señal de video.

Algunas de la funciones del *waveform* Tektronix 1730, que representan el común de las funciones de otras marcas, se detalla a continuación:

Input Controls

Filter, que brinda tres posibilidades de mostrar la señal: FLAT, L PASS y CHROMA.

La imagen *FLAT* nos permite observar la señal de video junto con la de color, en una sola imagen. Pero, en ocasiones, este tipo de señal puede saturar la imagen por su brillo y color. Entonces se puede apreciar sólo la señal de video en la función

LPASS. Algunos equipos muestran las dos funciones simultáneas FLAT y LPASS. La señal de chroma tiene, en condiciones ideales, un valor de 285,7 mV o 40 IRE.

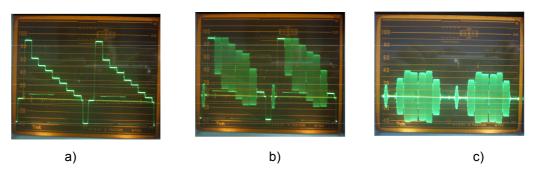


Figura 3.15. Tres tipos de onda: a) Flat b) Low pass c) Chroma. (Fotos Unsión TV).

Reference, permite seleccionar señal de sincronismo interno o externo. En el caso de ser externo, se conecta el pulso de sincronismo del switcher; por ejemplo, para ajustar las disolvencias, wipes u otros efectos.

Input selection A/B, permite seleccionar dos entradas de video diferentes.

Vertical Adjustment

Gain, amplifica el nivel de video, como se amplifica el audio. El control consiste en dos partes: un switch que permite poner la señal en estado normal y amplificarla hasta x5 y, un control en modo variable. La señal de video normal va desde -40 a 100 IRE y se podría amplificarla hasta 5 veces su tamaño en la pantalla. Esta función permite observar en la señal ruido, hum, ó una señal que es muy pequeña, lo cual en su escala normal no podría ser del todo apreciada.

DC Restoration, el video es una corriente alterna de alta frecuencia. En el equipo la imagen en pantalla estaría flotando y no se podría mantener estable. El *DC Restoration* permite mantener un nivel estable de la señal en la pantalla.

Sweep, permite ver la imagen, 2 Líneas o 2 Campos. Si seleccionamos 1 Línea, da una visualización de las líneas 1,2,3... y luego de las líneas 2,4,5...; éstas son líneas de video entrelazado. El barrido de la pantalla es de 15734 Hz. Si se selecciona 2 Líneas, el barrido se visualiza en dos líneas con un tasa de barrido de 7867 Hz (15734 / 2).

Magnification, amplifica la señal en la escala horizontal, tanto en Línea como en Campo. Un microsegundo se puede ver aproximadamente en un centímetro de largo en la pantalla. Esta función permite ver niveles de sincronización muy pequeños.

Line Selection, además de las funciones antes mencionadas, el *waveform* puede mostrar una sola línea en particular de la señal de video, sin interferencia de líneas adyacentes.

3.2.2.2 Vectorscope

El ojo humano percibe de forma muy subjetiva el color de una imagen, y éste puede extraviarme fácilmente. El *vectorscope* permite ajustar con precisión, el color de la señal de video de los equipos, operando en el modo XY. Como se vio en el capitulo 1, en colorimetría, se obtienen la gama de colores a partir de los tres colores primarios. Se obtiene tres colores más por adición: Amarillo, Ciano y Magenta. Para señales NTSC, cada color tiene una fase en XY, para el vector B–Y=0° y para el vector R–Y=90°. En lugar de utilizar los ejes de modulación, se utilizan los ejes I y Q (NTSC). Una de las componentes de croma Q, se encuentra a 33° y la segunda componente I, se encuentra a 123°.

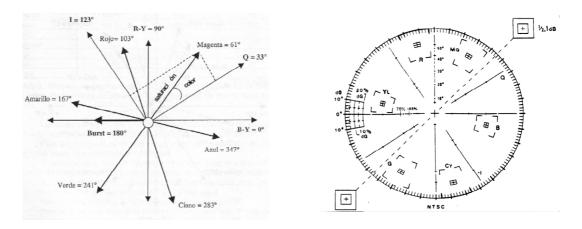


Figura 3.16. Representación de una señal de barras al 100% en un vestorscope. (Imagen, Manual Tektronix).

Cuando cualquier equipo genera barras de color, se genera un patrón de prueba compuesto por vectores de cada color. Estos colores deben coincidir en los cuadros correspondientes.

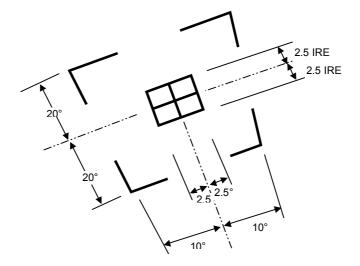


Figura 3.17. Detalle de barras de color en una sección de un vectorscope.

Si los vectores inciden fuera de sus áreas asignadas, significa que se tiene que realizar los ajustes necesarios a los equipos en sus parámetros, para lograr que estos valores de la señal de video estén en fase. Cada color coincide en una caja pequeña dentro de otra más grande. Las dimensiones de la caja más grande, representan +/- 10° centrado desde el valor de crhoma, y +/- 20% de la amplitud de crhoma, del 100% del nivel de amplitud. Las cajas más pequeñas representan +/- 2,5° y 2,5 unidades IRE.

3.2.2.2 Estudio Genlock

La señal de video contiene señales de sincronización vertical y horizontal. Su video exploración debe comenzar y terminar en el preciso instante de cualquier otra fuente. De no ser así, se producirá un cambio en la sincronización (saltos en la imagen), o cambios en la señal de color, al momento de seleccionar las diferentes fuentes de video.



Figura 3.18. Conectores posteriores Betacam PVW-1800. (Foto Unsión TV).

Cuando se logra la coincidencia de las señales en el tiempo, en una mezcla o conmutación (sincronización de fuentes de video), se dice que estas señales están *genlocked*.

3.2.2.4 TBC (Time Base Corrector)

Muchos de los equipos que se utilizan en el Master de Producción o en edición, no cuentan con entrada genlock o de Ref. de Video. ¿como controlar los saltos de imagen?. El TBC nos permite conectar los equipos que no tienen entrada para el pulso de sincronismo como: Camcomder's, microondas, reproductores caseros, DVD, generador de caracteres, etc. Este TBC tiene entrada Genlock, que permite controlar el sincronismo con respecto al resto de equipos en el Master Control.

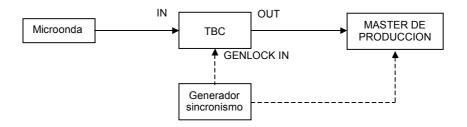


Figura 3.19. Conexión de equipo sin entrada de genlock a través de un TBC.

3.3 Ajuste y calibración de equipos

Como se indicó con anterioridad, el switcher de producción es el punto principal en el Master Control. Aquí es donde todas las fuentes de señal de video conforman una sola imagen compuesta, que es la que vemos en la pantalla. Sea la señal de video de un VCR, cámara de estudio, TBC; éstas deben cumplir las siguientes características, que pueden ser analizadas con el waveform y/o vectorscope. Los equipos profesionales tienen incorporado a su sistema un generador de barras SMPTE, lo cual facilita mucho el trabajo a la hora de ajustar cada equipo.

Los generadores de barras SMPTE, nos permiten calibrar los equipos, independientemente de la señal de video que estos generen o reproduzcan. Esto sólo nos permite ajustar los niveles de video, crhoma y sincronía entre equipos; antes de empezar la producción o post-producción como tal. El video debe de cumplir las

características descritas en la tabla 3.2. El switcher, VTR, Rouitng switcher, TBC, deben de cumplir con estas características en su salida final de señal de video.

Un equipo que es indispensable para la calibración de equipos, es el *generador de efecto;* que entre sus funciones principales tiene: generador de barras de color 75% y SMPTE, generador de tonos en diferentes frecuencias, generador blackburts.

La conexión de equipos debe realizarse de la siguiente manera:

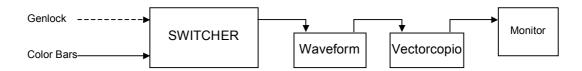


Figura 3.20. Esquema básico de conexión para calibración de equipos.

Los pasos a seguir para calibrar las señales de video que entran y resultan el producto final al switcher son:

- Conectar directamente el generador de barras al waveform y vectorcopio.
 Ajustar los controles de estos equipos, hasta obtener los valores en pantalla correctos (Valores de tabla 3.2).
- Medir el nivel de señal de video a la salida del switcher y compararla con la primera muestra. Deben ser iguales, de lo contrario en el switcher se debe compensar la pérdida de señal, ajustando la ganancia en las tarjetas de video. Claro, un buen switcher, tiene tarjetas con controles internos manipulables y un manual técnico, que permite realizar estos ajustes. La calidad tiene un precio.
- Una vez probadas cada una de las entradas y salidas de video del switcher, se tiene que calibrar la mezcla entre dos fuentes de video, ya sea entre cámaras, VTR, TBC. Las opciones son variadas. Una de las formas más prácticas de hacerlo es con la función wipe: se toma una fuente de video perfectamente ajustada (generador de efectos), y una fuente por ajustarse (una cámara); se le aplica una función wipe de 50%; y la imagen se verá de la siguiente manera:

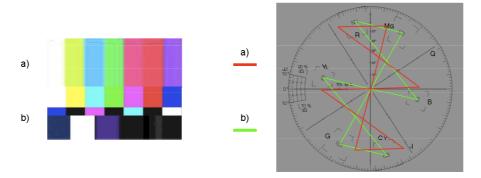


Figura 3.21. Efecto wipe entre dos fuentes de video. Equipos sin calibrar.

- a) Imagen sin calibrar. En el vectorcope las fuentes de video están fuera de los cuadros de ajuste.
- b) Imagen de referencia. En el vectorcope las líneas están dentro de los cuadros de ajuste (Línea verde).
 - Si se trata de una cámara con unidad CCU, VCR, profesional; estos equipos tienen calibraciones como: fase horizontal (horizontal phase), fase de subportadora (subcarrier phase); que permite ajustar estos equipos, para ponerlos en fase con el resto de ellos. Ojo, el generador de sincronismo "Genlock", sólo da un pulso de sincronismo que pone en fase a todos los equipos del Master Control, para evitar saltos o distorsión en la imagen.
 - En el caso de no contar con equipos profesionales o equipos que no tienen entrada de referencia o Genlock, se utiliza el TBC; de igual manera que un equipo profesional permite calibrar todos los valores necesarios como phase, subportadora, color, brillo, tinte. Una vez justados los equipos, se obtiene:

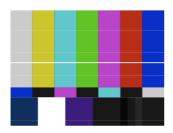




Figura 3.22. Efecto wipe entre dos fuentes de video. Equipos calibrados correctamente.

En el vectorcope las dos señales encajan en cada cuadro. Esta es una de las formas más prácticas de ajustar el switcher con otras fuentes de video. El ajuste interno de cada equipo tiene que hacérselo con un osciloscopio, que permite ajustar con los manuales técnicos correctamente sus parámetros. Algunos switchers tienen genlock interno, pero éstos no permiten un buen ajuste, ya que vienen predeterminados.

- Un ajuste muy importante es el de los monitores. Estos de igual manera, tienen los ajustes necesarios como: ajuste de cuadro horizontal y vertical, color, tinte, brillo contraste, etc. El generador de efectos nos proporciona señales que permiten ajustar la imagen correctamente.
- Para calibrar un monitor se debe usar barras de color SMPTE, colocar en el monitor en modo monocolor Azul. Mover el control de chroma y después el de fase hasta obtener un color parejo, como se indica en la figura 3.23 (a).

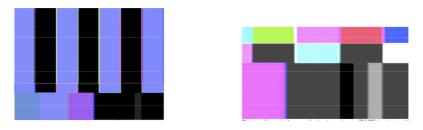


Figura 3.23. a) Imagen en monitor en modo monocolor azul.

- b) Imagen ampliada de barras de color.
- Colocar el monitor en modo tricolor hasta que se obtenga una imagen como se observa en la figura 3.23 (b). Se debe obtener un contraste de negros como se ilustra en la figura.

3.4 Transmisores analógicos

En el capítulo 1 se trató sobre las emisiones de señal en una estación de televisión. Ahora se verá las funciones que deben cumplir los transmisores para este propósito. Un transmisor debe cumplir con ciertas condiciones, las cuales son:

Nivel de entrada de video, la amplitud máxima de la entrada de señal de video con una modulación máxima en el emisor, es de 1Vp-p con 0,3V para la señal de sincronismo, y 0,7V para la de luminancia. La impedancia de entrada es de 75 ohmios.

Potencia, la potencia del emisor de imagen se define como la de pico del emisor (las condiciones antes descritas): medida en la salida del filtro de la banda lateral o del filtro del diplexor.

Supresión de la portadora, mientras dura la señal de sincronismo, la amplitud de la portadora de A.F. no deberá exceder de 2,5% de su amplitud de pico. Por otro lado, el nivel de supresión (Infranegro) debe ser estable +/- 2% de la amplitud total, cualquiera que sea el contenido de la imagen.

Señales de sincronismo, la transmisión correcta de las señales de sincronismo se verificará, en particular, midiendo el tiempo de formación de los frentes, con un coeficiente de sobre oscilación inferior al 5%.

Respuesta de la amplitud, a la entrada del emisor se aplicará una señal compuesta de tres líneas, blancas y negras; y de otra línea con modulación de diente de sierra de 0,6V y modulación sinusoidal superpuesta de 0,1V, con frecuencia variable de entre 100KHz y 10KHz. Después de un filtrado que elimina las frecuencias bajas, se verifica con un osciloscopio las relaciones de las amplitudes de la sinusoides.

Similar tratamiento se realiza para las respuestas a las frecuencias bajas y altas, en dónde se aplica señales de determinadas características, que permiten a través de un osciloscopio o un analizador de espectro, cumplir con las características de señal requeridas. A continuación se detalla un equipo de transmisión de marca ABE de 10Kw UHF.

Especificaciones de configuración estándar:

Potencia de salida (incluida perdida de filtro) 10000W p.s.(tol. +0/-1 dB)

Rango de frecuencia de salida

UHF (470 a 862 MHz)

Sistema de TV CCIR

B.G.D.I.K.K1.M o N

Sistema de TV CCIR B,G,D,I,K,K1,M o N

Impedancia de salida y salida de conectores $50\Omega / 3 + 1/8$ "

Intermodulación de banda ≤ -60dB (típica; max -56dB)

Respuesta de amplitud/frecuencia +/-0,5dB (tipica;max +/1dB)

Estabilidad de frecuencia Estabilidad línea offset

(ref. CCIR Rec. 655 ITU R.R. app. 7)

≤ 100Hz/ (antes de 6 meses de operación)

Ruido aleatorio ≥60dB

Ganancia diferencial +/- 2% (típico; max +/-5%)

Fase diferencial +/- 2° (típico; max +/-3°)

Frecuencia IF 38,9 o 45,75

Sección de modulación de IF

Nivel de entrada de video 1Vpp (ajustable)

Impedancia de entrada de video/conector 75Ω BNC (f)

Ancho de Banda De acuerdo al estándar

Visión Modulación C3F

Nivel de entrada de audio e impedancia $odB(ajust.) 600\Omega$ bal/unbal

Amplitud de audio / respuesta de frecuencia +/- 1dB

Distorsión de audio armónico $\leq 0,4 \%$

Modulación de Audio FM (F3E) +/- 50 KHz o 25

KHz (ajustable)

Frecuencia de intermodulación Deacuerdo al estándar

Video y audio (4.5 a 6.5 MHz)

General

Rango de temperatura de operación -10° a 45° C

Fuente de alimentación 380 V a.c. +/-10% 50Hz tres

fases + neutro

Potencia de consumo < 35KVA

3.5 Costos de equipos de una estación de televisión analógica tipo

Los costos de los equipos tienen una gama muy amplia en precios, marcas, modelos y las funciones que estos ofrecen. Pero se considerará para este caso sólo el uso de equipos profesionales de costo promedio, ya que, el objetivo es formar un estudio tipo y no un estudio casero. Se expondrá solamente las funciones principales que ofrece cada equipo.

VCR						
Equipo Marca Modelo Precio						
Betacam Sp Player Sistema ideal para edición y producción Entrada/salida Genlock 16 times picture search Interfase remoto RS-422 A Salida Y/C de video componente Y R-Y B-Y	Sony	UVW-1600	\$2300			
Betacam Sp Player/Recorder Sistema ideal para edición y producción Entrada/salida Genlock 16 times picture search Interfase remoto RS-422 A Salida Y/C de video componente Y R-Y B-Y	Sony	UVW-1800	\$3900			
Betacam Sp Player/Recorder Sistema ideal para edición y producción Tracking Dinámico Entrada/salida Genlock Reproducción de video de hasta 90 min. 24 times picture search Interfase remoto RS-422 Salida Y/C 3 BNC video compuesto Y R-Y B-Y / 12 pines dub	Sony	PVW-2650	\$3150			
BETACAM SP PLAYER Sistema ideal para edición y producción 24 times picture search Interfase remoto RS-422 Salida Y/C de video componente Y R-Y B-Y Reproducción de video de hasta 90 min Entrada/salida Genlock	Sony	PVW-2600	\$1900			

SWITCHER			
Equipo	Marca	Modelo	Precio
SW GRASS VALLEY GROUPS	Grass Valley	250	\$16000
Switcher production			
Efectos multinivel: mezcla, wipe			
20 entradas primarias de video tipo BNC			
Barras de color interno y black sincronizado			
4 salidas Program y Program a monitor (BNC)			
4 salidas Preview y Preview a monitor (BNC)			
Dos M/E con opciones KEY BUS			
Banco de memoria para 250 efectos			
Funciones Tally, chroma, GPI, matte			
Entrada/salida Genlock			

Switcher production Efectos multinivel: mezcla, wipe	Grass Valley	200	\$12000
16 entradas primarias de video tipo BNC			
Barras de color interno y black sincronizado			
4 salidas Program y Program a monitor (BNC)			
4 salidas Preview y Preview a monitor (BNC)			
Un M/E con opciones KEY BUS			
Banco de memoria para 125 efectos			
Funciones Tally, chroma, GPI, matte			
Entrada/salida Genlock			
Funciones Tally, chroma, GPI, matte			

Switcher production	Grass Valley	Seg-2000	\$6000
Efectos multinivel: mezcla, wipe			
6 entradas primarias de video tipo BNC			
Salida blackburts			
3 salidas Program			
Preview program			
Entrada Genlock			

Cámaras de Estudio			
Equipo	Marca	Modelo	Precio
Cámaras	JVC	SP-560	\$9300
3 CCD, 1/2 CCD's			
1.2 millones de pixeles			
850 líneas de resolucion			
Signal Noise Ratio 26dB			
Salida Video compuesto BNC			
Unidad CCU-560			
Entrada/salida Genlock			

Cámaras	Sony	DXC-M7	\$7200
3 CCD, 2/3 CCD's			
700 líneas de resolucion			
Signal Noise Ratio 58dB			
Salida Video compuesto BNC			
Unidad CCU-M7			
Entrada/salida Genlock			

Cámaras	Panasonic	WV-F300	\$5300
Cámaras de estudio			
3 CCD, 2/3 CCD's			
800 líneas de resolución			
Signal Noise Ratio 63dB			
Salida Video compuesto BNC			
Unidad CCU F300			
Entrada/salida Genlock			

Routing switcher				
Equipo	Marca	Modelo	Precio	
Routing switcher	Sony	BVS-V1212	\$2100	
24 entradas video compuesto BNC	Sony	BVS-A1212		
4 salidas video compuesto BNC				
24 entradas XLR audio balanceadas				
4 salidas XLR audio balanceadas				
Entrada/salida Genlock				
	<u></u>	T		
Routing switcher	Leitch	HD-16 x	\$1400	
16 entradas video compuesto BNC				
2 salidas video compuesto BNC				
6 entradas de audio balanceadas				
2 salidas audio balanceadas				
Audio conector DB-25				
Entrada/salida Genlock				
Routing switcher	Videoteck	RS-12A	\$1200	
12 entradas video compuesto BNC	Videotook	110 12/1	ψ1200	
2 salidas video compuesto BNC				
10 entradas de audio balanceadas				
2 entradas audio desbalanceadas				
2 salidas audio balanceadas				
Audio conector DB-25				
Entrada/salida Genlock				
	I	I	ı	
Monitore	es de Video			
Faurina	Mara	Madala	Dussia	

Marca	Modelo	D
D		Precio
Panasonic	BT-M1950Y	\$950
Panasonic	WV-5200BU	\$720
, andomo	020020	Ψ. = 0
IVC	TM 1011CH	#600
JVC	1101160	\$600
	Panasonic	

Consolas de Audio			
Equipo	Marca	Modelo	Precio
Consolas de audio	TASCAM	M-2524	\$1850
24 entradas XLR balanceadas			
8 buss analógicos, equalizador			
equalizador Low 42Hz-1.3KHz			
Mid 420Hz-13Khz, Hi 2.2KHz			
8 subgrupos, 4 auxiliar, sistema de monitoreo			
4 salidas master, 2 XLR, 2 1/4			

Consolas de audio	Sound Craf	EPM-12	\$650
12 entradas XLR balanceadas			
12 entradas 1/4 desbalanceadas			
2 auxiliares			
2 salidas Master XLR			
Equaliz. Low 80Hz, Mid 140Hz-3Khz, Hi 12KHz			

Tabla 3.3. Costos de equipos por marca y modelo.

Referencias

KP PRO VIDEO www.kpprovideo.com

B&H www.bhphotovideo.com

Grass Valley Groups www.thomsongrassvalley.com

Sony Broadcast www.bssc.sel.sony.com

Pro Sonido (Ecuador)

Sony Telecuador Cia. Ltda.

Archivos

3.6 Post-producción en estudio

En la posproducción es donde se reúne todo el trabajo realizado en producción, es aquí donde entra la fase de edición. Por ejemplo, para entregar un producto que va a salir al aire en vivo, se debe determinar que tipo de formato y/o edición de video se va a entregar como producto final. Por el contrario, al terminar de realizar un programa grabado en el Master Control de producción, todo el material crudo se lleva a las cabinas de edición donde se obtendrá un programa enlatado listo para ser transmitido al aire.

3.6.1 Formatos de video

Es el tipo de cinta que se utiliza para la reproducción o grabación del material de video y audio. Para la edición se utilizan varios formatos de video, en este apartado se considerará solamente los formatos más comunes utilizados, como son: Betacam, U-matic, S-VHS.

3.6.1.1 Formato Betacam

Formato de la familia de cintas de media pulgada (1/2"), el formato betacam SP (Superior Performance), es un sistema analógico de video por componentes, donde la cinta tiene una pista para luminancia y otra pista para crominancia. Esta separación de señales proporciona una calidad suficiente para un entorno broadcast con 340 líneas de resolución y dos pistas de audio.



Figura 3.24. a) Comparación entre cintas Betacam S y Betacam L.b) Comparación entre cintas Betacam y VHS.(Fotos Unsión TV).

Convirtiéndose en el formato más popular utilizado en las estaciones de televisión. Existen dos tamaños de cintas, *Betacam S y Betacam L*. La diferencia es lógicamente en la cantidad de información que puede llevar cada una. Por ejemplo, la *Betacam S* viene en formatos de grabación de 3 hasta 30 minutos y la *Betacam L* en formatos de grabación de 60 a 90 minutos.

3.6.1.2 Formato U-matic

Uno de los primeros formatos en contener cinta de video dentro de un casete, es un formato de 3/4" (1,9 cm) de ancho. De ahí su nombre más conocido como formato tres cuartos. Curiosamente en este formato, la cinta corre en dirección contraria a las manecillas del relój, comparado con los otros formatos que lo hacen de izquierda a derecha. Con 250 líneas de resolución de imagen, este formato se encuentra en dos tamaños U-matic L y U-matic S. El tiempo de grabación que puede llevar cada uno de estos equipos, es de 5 hasta 30 minutos.





Figura 3.25. Comparación entre cintas U-matic y VHS. (Fotos Unsión TV).

3.6.1.3 Formato S-VHS

Formato de cinta de media pulgada (1/2"). Es una versión mejorada del formato VHS, en donde la resolución de luminancia es de 3MHz a 5,4 MHz; produciendo un 60% de mejora en la imagen, con una resolución de 420 líneas, comparada a las 240 líneas del VHS.

3.6.2 Edición analógica

La edición de video es el proceso de combinar elementos de varias fuentes, en un todo coherente. Para este caso, se utiliza la edición lineal que se basa en el uso de videocintas, como el origen de la mayor parte de las imágenes y como medio de grabación; es decir el proceso de grabación de una cinta a otra. A través del puerto RS-422 ubicado en la parte posterior de los VCR's, y varios puertos (por lo general 4) en la consola de edición junto con un cable de 9 Pines, se controla las funciones de Time code, Play, rewind, fast forward, stop, recorder; permitiendo cortar las imágenes de audio y video deseadas, en tiempos exactos y obteniendo, grabando, el

producto final en un recorder. Una cabina de edición está conformada por los siguientes componentes:

- 2 reproductores de video
- 2 monitores
- Grabador de video
- Switcher o consola de edición
- Generador de señales
- Consola de audio
- Routing switcher
- Amplificador de audio
- Cables de audio con conectores XLR
- Cables de video RG-9, con conectores BNC
- Cables de control con conectores DB9

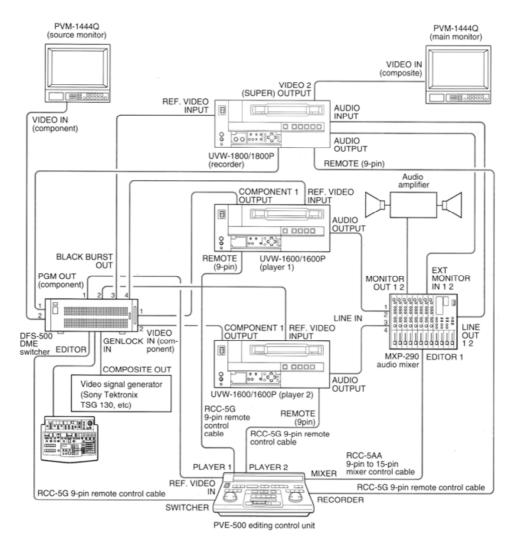


Figura 3.26. Ejemplo de un sistema de edición analógico. (Manual Betacam SP).

3.7 Funcionamiento de un canal de televisión tipo

Una vez seleccionados los equipos con los que se va a trabajar, se procede al montaje de los mismos, esto implica también la interconexión entre ellos. Para lo cual, se tiene que trabajar con un cable de video apropiado que no genere gran pérdida, ya que los equipos son bastante costosos, como para perder calidad en los cables. Lo recomendable es utilizar cable coaxial, que consta de un núcleo de hilo de cobre rodeado por un aislante, apantallamiento de metal trenzado y cubierta externa, con conectores BNC; que permiten asegurar la conexión entre equipos de forma confiable.



Figura 3.27. Características cable RG-59. (Foto Manual Belden).

Existen cables en una gran variedad de marcas, pero el cable que se va a utilizar en el master control, debe tener las siguientes características:

TIPO	Ohm	Núcleo	Dieléctrico mm	Diám. total	Trenza	dB/m atenuac	Factor vel.
RG-59	75 Ω	0,81mm	Sólido PE 3,7mm	6.1 mm	individual	0,51	0,66

Tabla 3.4. Características cable RG-59.

Impedancia en ohms, se caracteriza a partir de la capacitancia y la inductancia por unidad de longitud. Zo = $\sqrt{(L/C)}$.

Atenuación por longitud, en decibelios por metro, depende de la pérdida en el material dieléctrico que llena el cable, y por pérdidas de resistencia en el centro conductor y cubierta exterior. Estas pérdidas son dependientes de la frecuencia. Mayor pérdida mayor frecuencia.

Velocidad de propagación, en metros por segundo, que depende de la constante dieléctrica y permeabilidad.

Una vez seleccionado el cable de video, se elige el cable de audio. Este debe ser cable para conexiones balanceadas, es decir, cable de tres líneas: una para tierra y dos para la señal de audio. Además el cable de tierra debe ser trenzado. Los cables de audio y video a pesar de tener mallas trenzadas y mallas protectoras, deben de mantener una distancia de 15cm. de las líneas de energía, ya que podrían producirse corrientes parásitas que podrían afectar a la calidad del video, como a la del audio.

Conectados los equipos se calibran, como ya se indicó en el apartado anterior, y ahora sí se empieza a realizar la producción de un programa en vivo; en donde intervienen los productores quienes determinan el flujo de trabajo y lo que va a transmitirse. A continuación, se grafica un esquema de una estación de televisión tipo, en donde se tiene una idea de cómo van todos los equipos instalados.

Estudio: Cámaras de estudio / Iluminación / Consolas de iluminación / Micrófonos. Master Control de producción: Producción switcher, VTR, Generador de caracteres, routers, consola de audio, monitores.

Master Control: Monitores, Waveform, Vectorcope, Estudio Genlock, VCR recorder, Generador de efectos, CCU, Consola de audio, Rack de transmisión.

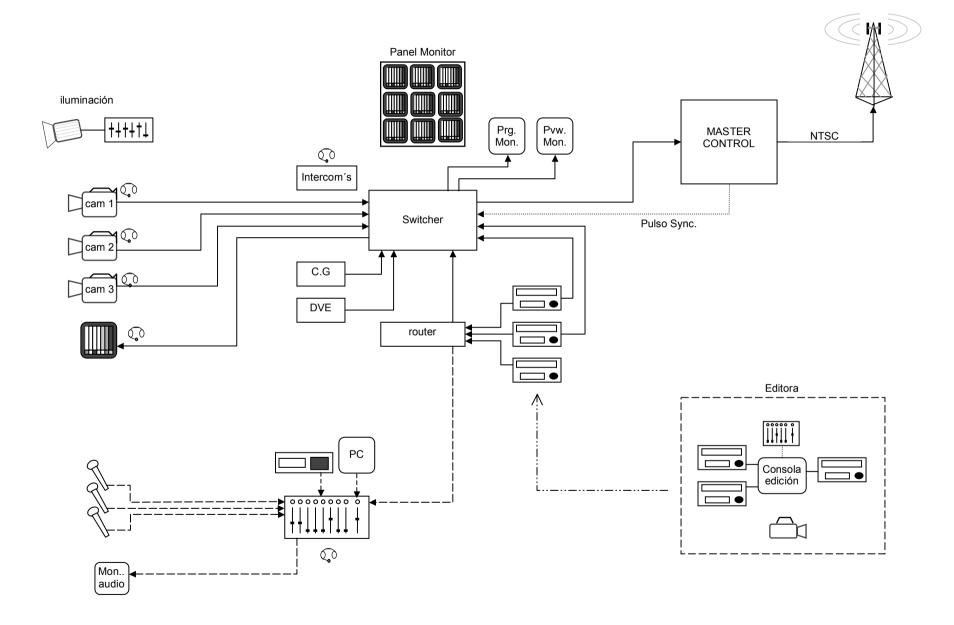


Figura 3.28. Esquema de una estación de televisión analógica tipo.

3.8 Conclusiones

El uso de cintas es la distinción en las estaciones de televisión análogas. En la actualidad todavía se utiliza formatos de reproducción o grabación (Betacam) de cintas, como un formato estándar en las estaciones de televisión, ya que en perfecto funcionamiento ofrece una gran fidelidad al momento de usarlos. Los equipos utilizados en estas estaciones deben de estar en perfecta sincronía, en el master control y en producción, para su correcto funcionamiento. Esto implica un mantenimiento constante, y mayor cantidad de personal para manipularlos.

CAPITULO 4

ESTACIÓN DE TELEVISIÓN DIGITAL

4.1 Estructura de un estudio de televisión tipo

En este capítulo se analiza los sistemas en un estudio de televisión digital tipo, en donde se verá la forma de multiplexado con otras señales, con el fin de lograr transmisión de señales múltiples de programas SDTV o HDTV; en donde se define el número de píxeles por línea, el número de líneas por cuadro de video, la frecuencia de repetición de los cuadros, la relación de aspecto y la estructura de cuadros *I* o *P* (entrelazados o progresivos).

4.2 Transmisión de datos

La señal de video estándar usada en estudio es SDTV. Es una señal SDI de 270 Mbps, muestreada con un formato estructura 4:2:2 y cuantificada a 10 bits por muestra de resolución, utilizando el estándar de la norma ITU-R-BT.601. En el capítulo 2, se explicó que puede transmitirse varias señales SDTV previamente comprimidas y luego combinadas en un múltiplex de transporte. Las señales MPEG-2 son moduladas y luego transmitidas por el mismo ancho de banda del actual canal analógico utilizado, ó transmitir por este canal una señal HDTV. Las señales antes de ser transmitidas deben ser comprimidas. Por ejemplo, para el sistema ATSC, la compresión utilizada es el MPEG-2 con compresión de audio Dolby AC-3 y con sistema de modulación 8-VSB.

4.2.1 Formatos de muestreo 4:2:2 y 4:2:0

El formato de muestreo más utilizado en estudio es el 4:2:2 para el estándar 525/60, siendo la cantidad de muestras por línea activa de:

720 muestras luminancia (858 muestras de línea completa de luminancia)

360 muestras de Cb (429 muestras de línea completa de Cb) 360 muestras de Cr (429 muestras de línea completa de Cb)

Haciendo un total de 1716 muestras por línea total, considerando 525 líneas por cuadro, transmisión de 29,97 cuadros (entrelazado) y con una cuantificación de 10 bits por muestra se tiene:

Cantidad de muestras por cuadro = 1716 x 525 = 900900 muestras/cuadro.

Muestras/seg = 900900 muestras/cuadro x 29,97 cuadros/seg = 27000000 muestras/seg.

Cantidad bits/seg = 27000000 muestras/seg x 10 bits muestra = 270 Mbits/s.

270 Mbits/seg es la velocidad del tren de datos serie SDI en estudio, con una estructura de muestreo 4:2:2. La estructura de muestreo 4:2:0 es una de las más utilizadas en señales, que serán comprimidas en MPEG-2. Del estudio a transmisión, por lo general, se comprime la señal para poder transmitir varios programas simultáneos por un solo canal. Realizando los mismos cálculos, pero con una compresión 4:2:0 se tiene:

720 muestras luminancia (858 muestras de línea completa de luminancia)

90 muestras de Cb (214,5 muestras de línea completa de Cb) 90 muestras de Cr (214,4 muestras de línea completa de Cb)

Haciendo un total de 1287 muestras por línea total, considerando 525 líneas por cuadro, transmisión de 29,97 cuadros (entrelazado) y con una cuantificación de 10 bits por muestra se tiene:

Cantidad de muestras por cuadro = 1287 x 525 = 675675 muestras/cuadro.

Muestras/seg = 675675 muestras/cuadro x 29,97 cuadros/seg = 20250000 muestras/seg

muestras/seg.

Cantidad bits/seg = 20250000 muestras/seg x 10 bits muestra = 202,5 Mbits/s 202,5 Mbits/s es la velocidad del tren de datos serie.

4.2.2 SDI (Serial Digital Interface)

Para la transmisión de datos, existen dos tipos de interfases entre un equipo emisor y un receptor, codificados en forma binaria en palabras de 8 y 10 bits:

Interfaz para bits serie, tren de datos que se transporta por un solo cable coaxial con conector BNC, video digital de definición estándar sin compresión SDI 270Mbist/s (SMPTE-259M).

Interfaz para bits paralelo, tren de datos que se transporta mediante pares de cables con conectores DB25. Utilizado básicamente para conexiones cortas.

SDI es el estándar más común, usado en estudios de televisión y producción. Para una estructura 4:2:2 la frecuencia de muestreo es 13,5:6,75:6,75 a 10 bits es para Y=135 Mbps, Cb=67,5 Mbps y Cr=67,5 Mbps. La velocidad binaria SDI total, es la suma de las tres componentes con una relación de aspecto 4:3.

Velocidad Binaria SDI = 135+67,5+67,5=270 Mbit/seg

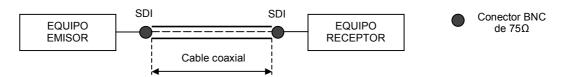


Figura 4.1. Interconexión en SDI de dos equipos.

El SDI puede ser usado con un cable coaxial normal de video o un cable de fibra óptica con los adaptadores de interfaz apropiados. La transmisión de datos SDI consta de cinco etapas. En la figura 4.2, se muestra las especificaciones que deben de cumplir los equipos para recibir, transmitir o retransmitir el tren de datos SDI.

Cable Equalization, los receptores SDI utilizan un dispositivo de adaptación de longitud de cable que compensa las pérdidas de señal en el cable coaxial.

Clock & Data Recovery, después de la equalization, el receptor SDI debe de recuperar las pérdidas del tren de datos. La recuperación asíncrona, se lo hace sobre muestreando y buscando las transiciones de "1" a ceros "0"; y en un lazo sincronizado los datos del clock también se recuperan, aunque por lo general, tanto el transmisor como el receptor están trabajando a la misma frecuencia.

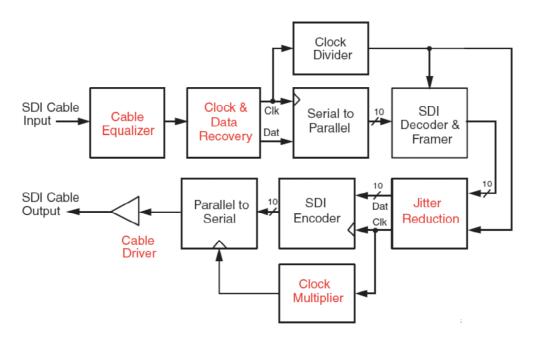


Figura 4.2. Diagramas de bloques SDI. (xilink, documentation).

Los datos de la interfaz de bit serie son codificados por una conversión NRZ (No Return to Zero) a NRZI (No Return to Zero Invert).

Jitter Reduction, que es ruido que se produce a lo largo del cable coaxial, el cual debe de ser mínimo.

Clock Multiplication, SDI necesita un pulso de clock para la transmisión de datos de su serializador, generalmente multiplicado por un valor de 10. Esta multiplicación debe hacerse, si la señal está con mucho *jitter*.

Cable Driver, que es el cable coaxial para interconectar equipos.

CARACTERISTICAS	EMISOR	RECEPTOR	
Transporte por un solo cable	Coaxial 75 ohm	Coaxial 75 ohm	
Conector	BNC 75 ohm	BNC 75 ohm	
Amplitud de la señal	800 mVp-p	800 mVp-p	
Impedancia	75 ohm	75 ohm	
Pérdidas de retorno	15 dB	15 dB	

Tabla 4.1. Características principales de la señal SDI.

La señal SDI puede ser vista en un osciloscopio digital. En la figura 4.3 se observa una señal de este tipo, la cual debe de cumplir ciertas características de la interfaz indicadas en la tabla 4.1.

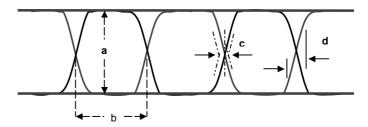


Figura 4.3. Señal SDI.

- a) Amplitud 0,8 Volts p-p +/- 10%.
- b) Intervalo Unitario.
- c) Jitter <0,5 ns p-p.
- d) Risetime 20% al 80% de la amplitud de la señal a 1,5 ns.

El cable que transporta la señal digital, debe ser de excelente calidad con doble malla, bajas pérdidas y un buen dieléctrico; ya que se podría trabajar hasta en 3 Ghz (señal HD progresiva). Para conducir una señal SDI de 270 Mbits/s los cables más usados con sus respectivas distancias son: serie mini 240m, Serie RG59 330m y RG6 430m. La atenuación depende de la frecuencia. Con frecuencias altas, la atenuación será mayor que con frecuencias bajas. El cable de fibra es ideal para evitar problemas de frecuencias y distancias, pudiendo cubrir hasta kilómetros para señales HD, pero el costo es bastante alto.

4.2.2.1 SDTI (Serial Data Transport Interface)

El SDTI es un interfaz estándar derivado del SDI para aplicaciones profesionales de video broadcast, el mismo que tiene como objetivo, transportar paquetes comprimidos de audio, video y datos; en cámaras, VTR's, sistemas de edición, video servidores y transmisores. SDTI es un sistema de transferencia más rápido que el video en tiempo real, reducción en las generaciones con compresión/descompresión realizados durante el proceso de producción y postproducción, utilizando la existente infraestructura SDI (cables, sistemas de transporte).

4.3 Master Control

La estructura del Master Control Digital, así como del Analógico; es prácticamente la misma. La diferencia está en el tipo de equipos a utilizar y el interfaz con los que éstos son interconectados, junto con la transmisión de datos entre cada uno de ellos; donde el estándar de señal utilizado en estudio es una señal SD-SDI o HD-SDI, siendo una señal de alta calidad. El objetivo es, al final, transmitir por un mismo canal varias señales SD o una o dos señales HD. En la figura 4.4 se muestra los equipos que intervienen en un estudio digital. Todos éstos con entradas y salidas en SDI.

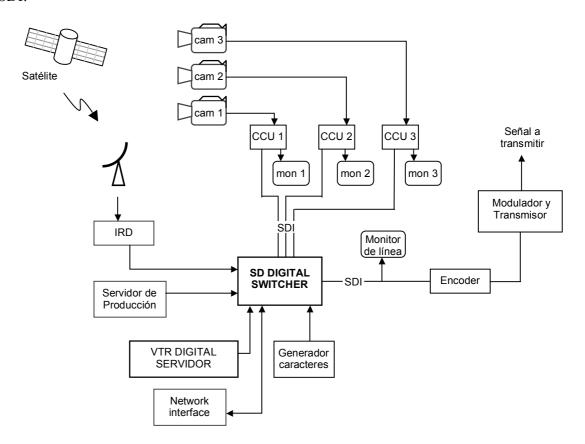


Figura 4.4. Esquema básico master control SD con generación de señal SDI.

Este sistema es una versión básica de un Master Control definición-estándar (SD) de producción, en donde las cámaras, VTR, generador de caracteres y switcher de video, tienen sus entradas y salidas en SDI. Junto con una salida de audio digital, las señales de video y audio se comprimen por separado y se multiplexan, creando así, el Flujo de Transporte; que luego de ser moduladas en cualquiera de los estándares de TDT, serán transmitidas.

4.3.1 Producción switcher

Para el master control de producción, la parte central es el switcher. Estos equipos pueden tener entradas multiformato con capacidad para recibir señales HD 1,48 Mbits/s y SD de 270 Mbits/s o 360 Mbits/s, ya que el VTR digital y la mayoría de cámaras de estudio digitales, ya vienen en formado digital HD y/o SD. Luego se utilizará el *Down-Converter o UP-Converter* para obtener una señal SDI de 270 Mbits/s, para luego comprimir y transmitir.

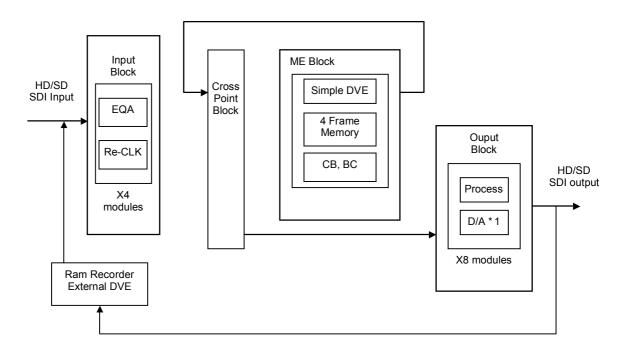


Figura 4.5. Esquema básico de un switcher de producción.

Los bloques que conforman un switcher digital son:

Entradas de video SDI, que pueden ser HD o SD, e incluso en la mayoría de los switchers digitales, tiene la opción de seleccionar entradas analógicas de video compuesto que luego son digitalizadas.

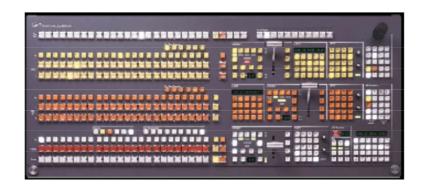
Equalizador y reclocking, las conexiones de señales digitales producen pérdidas, de acuerdo a las frecuencias de entrada. El reclocking es un dispositivo utilizado para aumentar la distancia de interconexión entre equipos digitales. Este ecualiza la atenuación producida por el cable coaxial, corrigiendo el ruido y el jitter de la señal SDI.

Bloque de puntos de cruce, que forma parte de toda la interconexión interna de entradas de video, *Keys*, M/E's, auxiliares.

Bloque ME, en donde se crean los DVE (*Digital Effects Video*). El decoder y encoder, que convierte la señal analógica en digital y viceversa, en donde la digitalización se efectúa muestreando la señal de video compuesto a 4fsp (cuatro veces la subportadora de color).

Bloque de salida, que determina la salida de la señal en estándar HD/SD SDI, o salida análoga de video compuesto.

Estos switchers son más sofisticados, con capacidades adicionales y controles automatizados; pero las funciones básicas de operación siguen siendo las mismas. Una de las funciones principales de estos switchers es la compresión de imágenes, con las cuales se pueden formar imágenes compuestas con diferentes *keys*. Además de ser un sistema digital, cuenta con opciones de sincronismo de imagen interno, lo que evita la conexión del *genlock* en cada uno de los equipos conectados a éste.





DVE

Figura 4.6. Switcher de producción digital *Zodiac Digital* de Grass Valley con unidad separa de efectos digitales de video. (Fotos Unsión TV).

4.3.2 Servidores de video

Los servidores de video son básicamente computadoras que reproducen el video y audio digital. Estos pueden reemplazar al VTR convencional de reproductores de cinta. Existe un sin número de marcas de equipos con diferentes tipos de software, pero éstos deben de almacenar una gran cantidad de información. Por ejemplo, para una señal HD con formato 4:2:2 a 10 bits, se necesitaría sólo para 10 segundos de

video, más de 1 Giga de espacio en el disco duro. Por lo tanto, se debe realizar una compresión, sin afectar a la calidad del video.

En estudio y en post-producción se realiza la compresión para almacenar señales SDI. Por ejemplo, una relación de compresión de 4:1, significa que la señal a almacenar en el disco duro del servidor es ahora un tren de datos de 67,5 Mbits/s. Esta señal es almacenada, procesada y/o editada; y luego descomprimida, logrando nuevamente una señal SDI de 270 Mbist/s. La compresión está relacionada con la capacidad de almacenaje del servidor: mayor compresión, mayor cantidad de información almacenada; pero también, mayor degradación de la calidad de esta información. Por lo que se tiene que realizar compresiones moderadas, para mantener la calidad del video.

Los servidores de video no sólo permiten reproducir una señal de video requerida, sino también capturar, editar y reproducir; por lo que, deben cumplir las especificaciones de las cintas de video digital. Las características y capacidad de almacenamiento de señales de video digital (DV), pueden ser de diferentes estándares como:

	Sistema	Frec. Muestreo	Bit rate	Canales de audio	Muestreo de audio
DV CAM	SD	4:1:1 (NTSC) 4:2:0 (PAL)	25 Mbits/s	4 canales PCM	48 KHz/16bits 32 KHz/12 bits
DVCPRO 25	SD	4:2:0 (NTSC) 4:1:1 (PAL)	25 Mbits/s	2 canales PCM	48 KHz/16bits
DVCPRO 50	SD	4:2:2	50 Mbits/s	4 canales PCM	48 KHz/16bits
DVCPRO HD	HD	4:2:2	100 Mbits/s	8 canales PCM	48 KHz/16bits
MPEG-2 MP@ML	SD	4:2:0	15 Mbits/s	2 canales PCM	48 KHz/16bits 32 KHz/12 bits
MPEG-2 P@ML	SD	4:2:2	50 Mbits/s	4 canales PCM	48 KHz/16bits 32 KHz/12 bits

Tabla 4.2. Características de formatos de video.

En la figura 4.7. se aprecia la pantalla principal de control de un servidor de video, con sistema operativo Windows XP, donde cuenta con controles de: código de tiempo, reproducción de pistas, niveles de audio, selección de canales de audio y video con sus respectivos formatos para reproducción o grabación, información de la

base de datos, barra de herramientas, etc. Es recomendable elegir un formato de video estándar en planta, tanto en la edición como en los servidores de video; para evitar pérdidas por generaciones en la calidad de la información producida por la compresión y/o descompresión del material editado, que afecta directamente a la calidad de la imagen y que demora el proceso de reproducción del producto final.

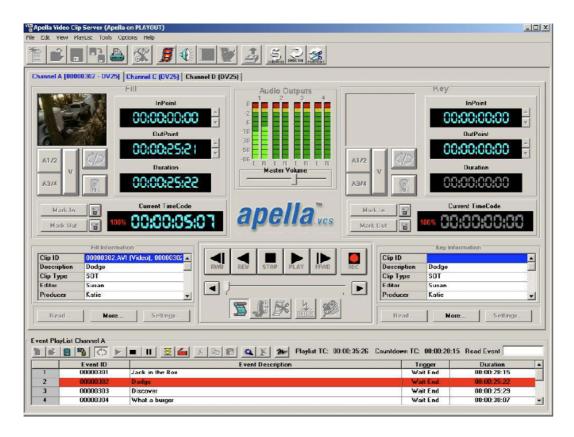


Figura 4.7. Pantalla principal de control, Apella de Video Technics, INC. (Imagen Manual Server Apella).

El objetivo final es dar al televidente la posibilidad de interactuar con la estación que él elija. Por ejemplo, comprar o solicitar desde su televisor ciertos programas que no pudo verlos en los horarios regulares de emisión, o películas que tenga disponible la estación. Varias son las posibilidades, dependiendo de los servicios y equipos que tenga la estación y el televidente. Si éste cuenta con un *set up box recorder* con capacidad de almacenamiento, éste permite la grabación de contenidos para su posterior reproducción donde, el televidente, ingresa a un servidor que tenga una lista de programación disponible.

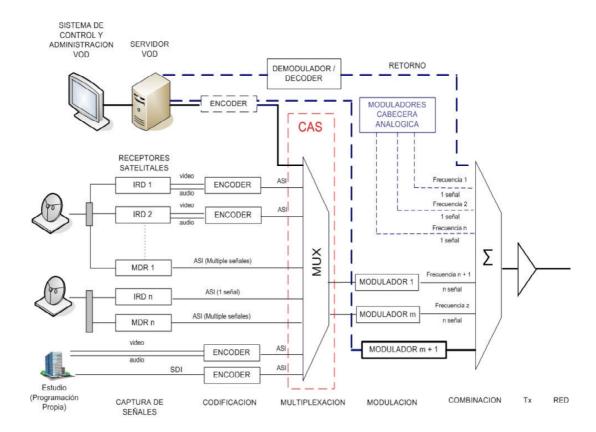


Figura 4.8. Esquema de video bajo demanda VOD.

4.3.2.1 Estación de control

La gran mayoría de equipos pueden controlarse de forma remota por medios del puerto RS-232 o en algunos, a través del GPI Trigger; permitiendo, por ejemplo, en los servidores de video controlar funciones como reproducción, adelantar, retroceder, saltar, pausar, selección de canales, y más funciones aplicadas, según el software del servidor seleccionado. Esto permite automatizar muchas de las funciones. Por ejemplo, en los router seleccionar distintas entradas o salidas de video y audio con horarios determinados, ó en el generador de caracteres, realizar sobre imposiciones de publicidad; de acuerdo a la publicidad elegida en un determinado horario.

4.3.2.2 Red Gigabit Ethernet

Una red Gigabit Ethernet permite realizar transferencia de alta velocidad, por medio de una red de banda ancha entre dos o más servidores de video y las islas de edición; teniendo una conexión global entre computadoras. Existe una diversidad de hardware que se usa en un entorno de red. TCP/IP define una interfaz abstracta, que ofrece un

conjunto de operaciones que son las mismas para todos los tipos de hardware, y básicamente, es el envío y recepción de paquetes.

La topología de una red determina la forma como se distribuyen los cables de red con cada una de las estaciones de trabajo, las cuales son: red estrella, red bus y red anillo. La topología más utilizada en estudio es la red estrella conmutada, que consiste en la conexión individual de todas las estaciones de trabajo a un punto común; como un servidor de archivos o un switch ethernet.

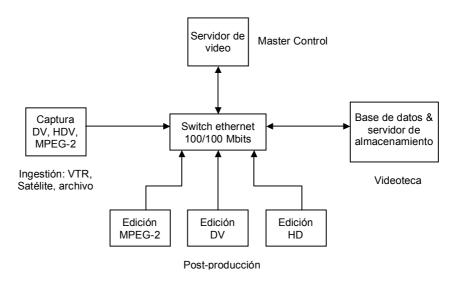


Figura 4.9. Topología red estrella ethernet en estudio de TV.

Los elementos que intervienen en una red ethernet son:

Tarjeta de red o NIC (Network Information Center), que es el interfaz que conecta a la computadora a la red, con una identificación única de dirección MAC (Media Access Control).

Switch o conmutador, que interconecta la red de acuerdo a las direcciones en donde está ubicada cada MAC (*Media Access Control*). Estos equipos con velocidades de funcionamiento más rápidas que los hub's, permiten el mejor funcionamiento de la red.

Repetidores, que aumentan la distancia de conectividad entre equipos, recibiendo la información y retransmitiéndola, procurando no perder la información.

Para las interconexiones de nodos, la tecnología Ethernet utilizada es la 100BaseT, que transmite a una velocidad de 100 Mbps, a través de un cable par trenzado categoría 5UTP, hasta una distancia de conexión entre dos nodos adyacentes de hasta

100m, con topología estrella Full Duplex, utilizando un switch ethernet. Las redes de cableado estructurado pueden ser armadas con cables de categorías 5, 5e y 6. Cada uno de éstos con mejores características que el otro; y conectados en sus extremos con una interfaz física RJ45 entre cables y equipos.

El protocolo de red más común es el IPv4, que utiliza direcciones formadas por números de 32 bits, asignando a cada máquina un número único y personalizado en el entorno de red. Las direcciones IP son separadas en cuatro números de 8 bits, como por ejemplo: 172.16.12.1, formato denominado notación de puntos divisorios. Esta configuración permite identificar a cada nodo en la red, pero siempre y cuando, esté dentro de los rangos de acuerdo al tamaño y a la clase de red A, B, C, D, E y F. Si revisamos el ejemplo 172.16.12.1, esta red es clase B, y permite asignar valores desde 128.0.0.0 hasta 191.255.0.0; que indica, que el número de red está en los dos primeros octetos, y 12.1 se refiere al puesto del nodo dentro de la red. De esta manera, se configura cada *NIC* con una dirección IP diferente.

4.3.3 Estudio decoder, estudio encoder

La función del decoder es lograr la interconexión entre equipos analógicos y digitales, convirtiendo una señal de video compuesta o video componente (Y,Cb,Cr), a una SDI procesada a 10 bits. Las componentes analógicas Y,Cb,Cr ingresan por un Filtro Pasa Bajo, respectivamente, y por un conversor A/D. Luego los trenes de datos obtenidos, son multiplexados a 27 Mega muestras/s, donde se obtiene la señal SDI a su salida.

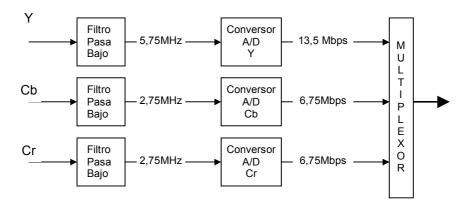


Figura 4.10. Decoder de componentes analógicos a SDI 4:2:2.

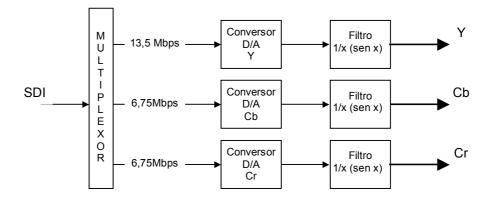


Figura 4.11. Encoder SDI a componentes analógicas.

Por el contrario, el encoder es un dispositivo que convierte una señal SDI a una señal de video compuesta o componente, que puede ser procesada a 8, 10 o 12 bits. En este caso, la señal SDI es procesada internamente a 8, 10 o 12 bits, donde se obtiene una señal de video compuesta para este caso NTSC. La señal SDI es demultiplexada, donde se obtiene el tren de datos e ingresa a un conversor D/A, que luego se conecta a un filtro 1/x (Sen x); donde este último elimina los efectos de convolución, debido al proceso de digitalización, obteniendo al final la señal por componentes analógica.

4.3.4 Up-converter, Down-converter

La conversión de la relación de aspecto es un factor importante en televisión, ya que, comúnmente, se tiene que convertir un programa SDTV 4:3 de 270 Mbits/s a uno HDTV 16:9 de 1,48 Gbits/s. Este proceso es conocido como Conversión Ascendente (*Up Convertion*); por lo tanto, aumenta las 575 líneas activas a 1080 líneas activas mediante interpolación vertical. Luego se debe aumentar las 720 muestras de luminancia por línea activa a 1920 muestras, proceso de interpolación horizontal.

En el caso inverso, Conversión Descendente (*Down Convertion*) de HDTV de 1080i o 720p 16:9 a una señal SDI 4:3 de 270 Mbits/s. Como se vio en el capitulo 2, las técnicas más conocidas de conversión de relación de aspecto son Letter Box 16:9 a 4:3 y Pillar Box de 4:3 a 16:9.

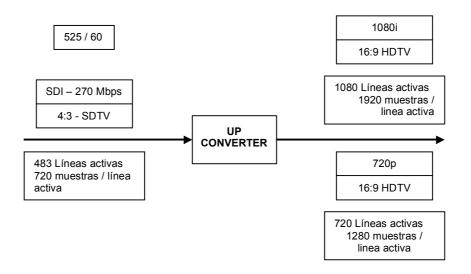


Figura 4.12. Formatos de entrada y salida *Up-Converter*.

4.3.5 Routers

Cámaras, switcher de producción, VTR digital, generador de caracteres; son conectados al router digital. Estos equipos enrutan las diferentes señales de cada equipo, con entradas de señal SDI - HD/SD; y audio digital y analógico, a través de entradas/salidas matriciales. Estos equipos permiten producir programas en SD o HD. Por ejemplo, si la estación de televisión divide la programación en calidad SDI estándar o HDTV, puede separarse la producción en dos áreas; una para SDI de 270/360 Mbps y otra para señales de 1,48 Gbps. Aunque ahora existen equipos que ofrecen un gran rango de entrada de señal desde 146 Mbps a 1,48 Gbps.

4.3.6 Equipos de control de video

Lo digital no siempre es perfecto. Y el hecho de cambiar los equipos analógicos por una computadora, no significa que no se necesite realizar control de la calidad de imagen. Los sistemas digitales tienen sus propios problemas como:

Cuantificación, que descarta una parte de la información.

Concatenación, que es la conexión de los equipos punto a punto en audio y video, y se ve afectada por los cambios de compresión y descompresión de los sistemas.

Procesamiento de video, un clip de video manipulado en el dominio digital no debe de tener degradación, pero, en el proceso de downstream como cambios de tamaño de la imagen, ajustes de color en saturación y tinte, y ajustes de los valores de

luminancia; son sólo algunas de las operaciones que resultan en degradación de imagen.

Transmisión, la señal digital usada tiene que ser transportada de un lugar a otro. Esto involucra el medio de transmisión. Este medio puede ser cable coaxial, fibra, o radio frecuencia; en donde se puede producir fallas y/o degradación.

4.3.6.1 Waveform, Vectorscope

Los equipos más utilizados para el control de la calidad de señal son: el *waveform monitor*, que opera con la relación voltaje-tiempo y que básicamente sirve para verificar valores de amplitud de señal, pulsos de sincronismo; y el *vectorscope*, que opera en voltajes X-Y, que sirve para monitorear amplitud y valores de crominancia, tinte y diferencias de fase. Existen microcomputadores para pruebas de señales de video digitales, que incluyen instrumentos de medida como *waveform*, *vectorscope*. Además de análisis de señales en sus entradas, todo esto en una pantalla que muestra toda la información obtenida.

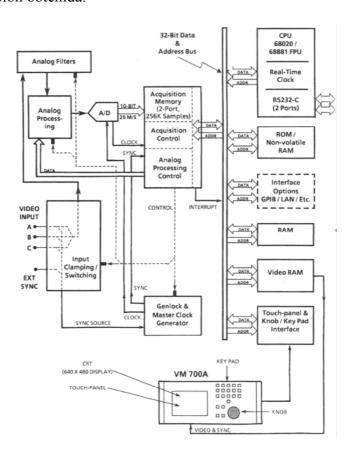


Figura 4.13. Diagrama de bloques, instrumento de medida automático. (Grafico Manual . Sony)

4.3.6.2 Generador de barras SMPTE

El generador de barras de color SMPTE es uno de los instrumentos importantes para la calibración y prueba de equipos. Genera varios tipos de barras con colores primarios y complementarios, con muchas opciones de secuencias de color, orientación, saturación, e intensidad; produciendo señales de color estándar que son el blanco, amarillo, cyan, verde, magenta, rojo, azul y negro. Con estos colores, se puede producir el formato RGB. Todas estas señales dan como resultado, una referencia de medida al ingresar la señal en la entrada de un equipo con respecto a la salida; permitiendo, de esta manera, ajustar y detectar fallas en el video, e incluso la generación de tonos en diferentes frecuencias para el ajuste de las consolas de audio.

4.3.6.3 Monitores de video

El apropiado ajuste de los monitores de video es esencial para el control de calidad. Con una adecuada alineación, se garantiza la consistencia en los ajustes de color. Los pasos a seguir para lograr una correcta calibración de estos equipos son:

Condición Inicial, el monitor debe estar encendido mínimo unos 20 minutos.

Ajustes iniciales de la pantalla, el monitor es puesto en la posición de setup, ajustando los controles rojo, verde y azul, individualmente, hasta que las señales sean apenas visibles.

Exploración de imagen, los monitores tienen la posibilidad de realizar un overscan, que es expandir la pantalla. Esta no debe ser más del 5%, ó un underscan, que es reducir el tamaño de la imagen para poder ver en la pantalla la totalidad de la imagen, inclusive las esquinas.

Geometría y relación de aspecto, que es ajustando con el control crosshatch (intersección de líneas paralelas), y con el control pincushion y scan-linearity; se logra un buen ajuste de la geometría y la linealidad.

Foco, con el generador de señales SMPTE, se logra realizar el ajuste correcto.

Convergencia, que es ajustada con una señal de prueba.

Amplitud de crominancia y fase, que pueden ser ajustadas con una señal de barras de prueba de color SMPTE, o ajustando en el monitor sólo el color azul.

Brillo, temperatura del color y escala de grises. La señal 100-IRE indica la referencia de blanco. Esta medida sirve para ajustar el brillo del monitor, generando la señal de barras SMPTE en negro.

Es recomendable utilizar monitores iguales, es decir, de las mismas características y marca, para poder realizar los ajustes mencionados y lograr una imagen pareja y equivalente para la persona que va a observarlos.

Los métodos de medición de la calidad de la imagen incluyen pruebas subjetivas, pero un sistema adecuado incluye tres etapas, las mismas que son:

Calidad del video. Este consiste en la calidad de la señal y la calidad de imagen.

Análisis de protocolo. Las pruebas de protocolo son requeridas porque los formatos de datos pueden ser bastante complejos y relativamente independientes de la descompresión de las señales, o la eventual conversión para los formatos de transmisión. Los equipos para las pruebas de protocolo pueden ser una fuente de señal y un analizador, que localiza errores con respecto a un estándar definido y determina los valores de varios parámetros operacionales del tren de datos.

Análisis del sistema de transmisión, es el envío de datos de video a un lugar lejano. Varios métodos de transmisión de datos digitales pueden ser usados, teniendo sus propias características.

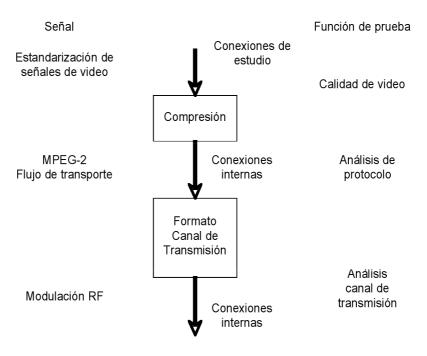


Figura 4.14. Etapas prueba de video para televisión digital.

4.3.7 Cámaras de estudio

Las cámaras de video básicamente captan una imagen tridimensional en una señal temporal. Para este caso, una señal digital que pueda ser tratada y modulada, pueda transmitirse a un modulador remoto. Los bloques que conforman una cámara digital de estudio son prácticamente los mismos que de una cámara analógica, con la diferencia que se obtiene, a su salida digital, un tren de datos SDI de 270Mbps, 360Mbps. La implementación de HDTV impone un cambio importante en el diseño de las cámaras de video. Algunos de esos cambios son:

Relación de aspecto, para los estándares 4:3 y 16:9.

Alta calidad de imagen, que es una característica de la HDTV, que MPEG-2 trae a los formatos de televisión a los hogares.

Calidad de la señal/ruido, la calidad de video está sujeto al incremento de la frecuencia en la compresión que se reduce considerablemente comparado con la señal analógica.

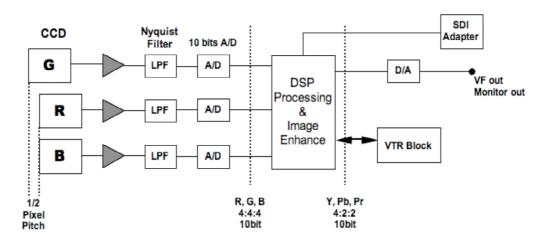


Figura 4.15. Diagrama de bloques del procesamiento digital de una cámara HDTV.

Las ventajas que ofrece el procesamiento de la señal digital son: alta estabilidad y fidelidad, preciso ajuste y alineación, procesamiento flexible de la señal. Obtener estas características es complicado. De ahí depende la calidad y, por supuesto, el costo de la cámara. El estándar de la cámara moderna es el CCD, que en la cámara analógica el rango de calidad definición de imagen es bastante amplio. En el proceso digital con un alto número de bits por muestra (por ejemplo 12 bits A/D), da como resultado la definición de matices de luminancia, que se traduce en la calidad superior de la imagen.

4.4 Transmisores Digitales

Una vez obtenida la señal de audio y video SDI de 270 Mbit/s en estudio, ésta debe ser comprimida antes de la transmisión, debido a que si estos datos son transmitidos como están, se tendría que utilizar un canal mayor a 80Mhz. Por lo tanto, se utiliza técnicas de compresión, sin comprometer la calidad de la señal. La norma de codificación MPEG-2 puede llegar a comprimir una señal de 270Mbit/s a sólo 5 o 6 Mbits/s. Dicha compresión depende del tipo de modulación en el estándar de TDT (ATSC, DVB-T, ISDB-T o DTMB), satélite y/o cable, entre los principales. Después de la compresión los *Transport Stream* (flujo de datos de audio, video y datos), son multiplexados en uno solo, hacia el transmisor. El interfaz para las conexiones entre equipos más utilizado es el ASI.

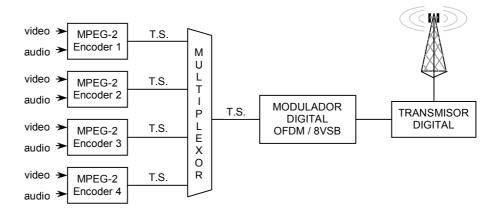


Figura 4.16. Sistema de transmisión digital 4 canales SD.

Algunas características de un transmisor digital de marca ABE se presenta a continuación:

DTX 1000/U - ESPECIFICACIONES ESTANDAR

Potencia de salida: 1000W awg (tol.+0/-1dB)

Rango de Frecuencias: UHF (470 – 862MHz)

Sistemas de transmisión: DVB-T cumple con modos de 6, 7 o 8MHz;

ATSC - 8VSB

Entrada de datos: ASI Impedancia de salida: 50Ω Estabilidad de frecuencia: $\leq \pm 500$ Hz (opción: referencia de GPS para una

estabilidad mejor que 1Hz- para operación

SFN)

MER - Modulation Error Ratio

(versión DVB-T): \geq 32dB (opción: valores mayores)

ESPECIFICACIONES GENERALES

Opciones de Control Remoto e interfases: RS485; RS232; Ethernet 10/100

Base-T (soporta SNMP)

Alimentación: 220 Vac $\pm 10\%$ 50/60Hz (Otros valores y

tolerancias por pedido)

Consumo de energía: ≤ 10 KVA

Rango de temperatura de operación: De -5 a 45°C.

4.5 Costos de equipos de una estación de televisión digital tipo

Equipar una estación de televisión totalmente digitalizada tiene un costo importante, ya que no sólo se toma en cuenta la parte física de los equipos o hardware; sino también, la parte de software y el pago de licencias, que representa en algunos de los casos, la parte más costosa. Las etapas y las funciones que debe tener una estación de televisión están definidas, pero lo que se va a usar para cumplir este propósito es muy relativo; ya que la selección de equipos, no sólo depende del grupo de ingenieros que va a montar el sistema, sino también de las personas que van a usarlo para cumplir con su trabajo; especialmente en la parte de post-producción, en donde los productores toman la decisión de que sistemas prefieren usar para sus editores y redactores.

Hasta una estación digitalizada tipo, representa un rompecabezas ya que los proveedores de sistemas automatizados, cámaras, software, producción de gráficos, estaciones de edición, etc.; ofrecen una amplia gama de soluciones para cada caso, siendo para ellos el producto que ofertan, el mejor del mercado en precio, calidad y servicio. Por lo tanto, se tomarán en cuenta equipos que permitan cumplir con las funciones básicas, para poner en marcha una estación de televisión tipo.

DIGITAL HD/SD VIDEO SWITCHER				
Equipo	Marca	Modelo	Precio	
Switcher production	Grass Valley	Zodiac	\$28000	
64 entradas CCIR-601				
Efectos digitales unidad DVE: .				
slabs, splits, mirrors				
Formatos HD/SD 4:3 16:9 1080i y 720p				
2,5 y 3 M/E Key's				
Salidas CCIR-601 serial digital				
video dual-BCN				
Controles GPI, RS-422 o RS-485				

Switcher production Multiformato	EDIROL	V - 440	\$11000
8 entradas HD, 4 entradas SD			
Efectos: PIP, mirrors, splits			
Up-conversion de SD a HD & RGB			
Formatos HD/SD 4:3 16:9 1080i y 720p			
Video Production switcher	DataVideo	SE-800DV	\$ 4800
4 entradas DV IEEE 1394/Fireware			
SDI overlay I/O para generador de			
efectos y caracteres			
Efectos Básicos Digitales			

PLAYER/RECORDER DIGITALES				
Equipo	Marca	Modelo	Precio	
HDV Videocassette Player/Recorder Sistema ideal para estación de edición HDV 1080i, DVCam Down converter HD a SD / 1080i a 720p Firewire IEEE-1394	SONY	HVR-M15U	\$8400	

DVCam Player/Recoder	SONY	DSR-1500A	\$6700
Salida SDI con DSBK-1501			
Fireware IEEE-1394			
1520 up-converter DV a 1080i/720p			

DVCam Studio Player/Recorder Hard Disc	SONY	DR-1000A	\$4800
Fireware IEEE-1394			
Capacidad de 80Gb			
12 horas de grabación SD			

SERVIDORES DE VIDEO HD/SE)
Equipo	Precio
Sistema Apella Media Server	\$60000
Player 8 salidas SDI SD y/o HD	

Recorder 4 entradas SDI	l
Formatos DVCAM, DVCPRO, DV25, DV50	l
MPEG-2 MP@ML Y MPEG-2 4:2:2 P@ML	l
Compatible para importación de Final Cut Pro: AVI, MPEG-2, Quick Time	l
Software de importación, reproducción, edición y captura de video/audio	l

Sistema PLAYBOX	\$32000
Formatos player/recorder HD, SD, MPEG-2, DV media	
Software: Airbox, sistema de reproducción formatos MPEG-2, HDV, DV	
Capturebox, captura de video digital y analógico	
Listbox, sistema de edición de video y armado de pistas	
Databox, información backbone del sistema playbox	

ENRUTADORES & Up-converter / Down-converter			
Equipo	Marca	Modelo	Precio
Video switcher/Scalers	TVONE	TVC22255	\$2300
Señales analógicas, DVI y HD			
Sistema matricial 4X1			
Down-converter de computadora o HDTV	TVONE	C2-1150	\$1000
Sistema up-convertion SD/HD SDI sencillo	GEFEN	GEHSDCSLS	\$950
Sistema up-convertion SD/HD SDI doble	GEFEN	GEHSDCSG	\$1200

Multi-Format Signal Processors	BARCO	BAIPHD	\$7000
Procesador up-convertion down-convertion			
Soporta video compuesto, SDI SD/HD			

CAMARAS DE ESTUDIO			
T T			
Equipo	Marca	Modelo	Precio
Cámara de estudio	JVC	SP560SDI-C	\$27000
Adaptador de estudio SDI			
Unidad CCU Triax System	JVC	TX-50	
Incluido viewfinder, controles externos,			
cable triax a CCU			

Cámara de Estudio	Hitachi		\$47000
Multiestándar HDTV			
HD-SDI (SMPTE292M) SDTV 480i NTSC			
analógica y digital (SMPTE259M)			
CCU con control externo	Hitachi	CU-3300	
Viewfinder, lente, cables y accesorios			

MONITORES DE VIDEO							
Equipo Marca Modelo Precio							
Monitor LCD 7" para HD/SD	MARSHAL	MAVR70PHDSDI	\$1600				
Monitor LCD 5,8" 3 en 1 Compuesto/SDI	MARSHAL	MAVR53PSDI	\$ 2800				
Monitores 3 en 1 formato 4:3 16:9 5" NTSC	DataVideo	DATLM433	\$1200				

EQUIPOS DE PRUEBA Y MEDICION							
Equipo Marca Modelo Precio							
Waveform Monitor/Vectorscope	Compuvideo	SVR-1100S8B/DV	\$4400				
Doble Canal, canal analógico,							
Canal digital 4:2:2 SDI							

Waveform Monitor/Vectorscope	Compuvideo	COSVR1700HDS	\$5800
Doble canal, HD-SDI, 4:2:2 SDI,			
HD analógico, componente, compuesto			
y referencia externa			
Soporta 1080/1035/720			

Generador de señales	Tektronix	TSG-95	\$1600
NTSC/PAL			
Barras SMPTE, 75%, Multiburts, Escalas			
de grises, convergencia, blackburts			

Tabla 4.3. Costo de equipos digitales.

Referencias

Edirol www.edirol.com

KP PRO VIDEO www.kpprovideo.com

TVONE www.tvonela.com

B&H www.bhphotovideo.com

Grass Valley Groups www.thomsongrassvalley.com

Datavideo www.datavideo.us

Sony Electronic www.sonyprolatin.com

Playbox www.playbox.tv

Barco www.barco.com

Compuvideo Co. Ltd. www.compuvideo.com

Gefen www.gefen.com

TV y Video www.tvyvideo.com

Archivos

4.6 Post-producción

La post-producción en estudio digital difiere en muchos aspectos del analógico. Sin embargo, todavía se mantiene en las cabinas de edición los formatos de cintas, pero en este caso digitales. La edición digital o edición no lineal es una de las principales

características en la post-producción, en donde el video se graba digitalmente en una unidad de acceso variable (como un disco duro), y luego se edita en una computadora con el software adecuado, para obtener el producto final; mismo que puede ser almacenado en la computadora y luego transportado vía red, a cualquier área del estudio donde se requiera su uso, como otras estaciones de edición, videoteca, o master control.

4.6.1 Equipos para edición digital

El uso de cintas se encuentra vigente en un estudio de televisión digital, especialmente en las estaciones de edición; pero, con la diferencia, de que los equipos para reproducción/grabación son digitales y permiten optimizar la labor de edición. Los formatos de cintas digitales usados son: miniDV, DVCAM, DVCPro 25, DVCPro 50 y DVCPro HD. Todos estos cumplen con las mismas características de los formatos de video de la Tabla 4.2., ya que los sistemas de almacenamiento de video deben ser compatibles con los formatos de cintas digitales y deben cumplir virtualmente con las mismas características.

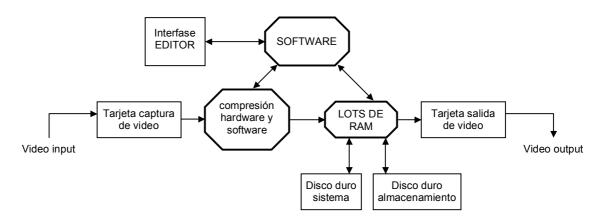


Figura 4.17. Esquema de estación de edición no lineal.

4.6.2 Edición digital: Programas, formato, transmisión de datos

Los pasos que se siguen para obtener el producto final editado son los siguientes: *Captura de video*, ésta puede provenir de cualquier fuente digital, como una camcorder, un VCR digital o un disco duro. Donde el interfaz estándar IEEE 1394 (Firewire) es un puerto de entrada y salida, que permite no sólo el ingreso de información; sino es un interfaz de salida de datos.

Compresión hardware y software, todo sistema utiliza alguna clase de compresión para poder introducir toda la información en su computadora. Sin embargo, el video a editar no debe sufrir una gran compresión; ya que éste, al ser editado, sufre varias generaciones de edición.

Almacenamiento, el sistema debe tener un disco duro para almacenar toda la información capturada y el producto editado, con capacidad suficiente de acuerdo al tipo de edición final que se vaya a realizar.

Software, parte fundamental a la hora de editar, ya que éste debe cumplir con las siguientes características: Digitalizar, organizar, editar audio/video, renderizar, generador de gráficos, importar y exportar archivos; entre las funciones principales.

Existen varios tipos de software para edición de video, pero el más utilizado por compatibilidad entre sistemas es el *Final Cut Pro* que es compatible con todos los formatos de video antes mencionados.

Interfase Editor, que viene a ser la computadora, que es en donde se realiza el trabajo de edición, y puede ser una PC o una Macintosh, preferida esta última por los editores.

Una vez obtenido el material editado, este puede ser grabado nuevamente en una cinta digital o transferido a los servidores de video para su reproducción. El uso de cintas digitales todavía es común, ya que la gran mayoría de cámaras de campo o *camcorders*, utilizan cintas en los formatos antes mencionados; y lógicamente al tener material en bruto, se necesita el equipo adecuado para reproducir o grabar tal material. Una recomendación importante es tratar de trabajar en un solo formato para estandarizar el trabajo en planta, pero ésto depende de la calidad del producto final que se quiera obtener y el costo que esto implica.

4.7 Funcionamiento de un canal digitalizado tipo

La implementación de una estación de televisión digital tiene como objetivo facilitar el trabajo en estudio y tener una señal lista para transmisión. Un diseño versátil debe tener en cuenta la elección del tipo de escaneo que van a generar los equipos, y si ésta, es entrelazado o progresivo; ya que el diseño de una estación debe tener la

capacidad de generar programas en calidad SD o HD, y dependiendo de la calidad de programas y ancho de banda, para transmitir la elección de sistema de escaneo.

Es importante, por ejemplo, para una señal MPEG-2 4:2:0, una imagen escaneada a 480I requiere de 4 a 6 Mbits/s (dependiendo del tipo de programa), que da por resultado un máximo de cuatro programas SD para un canal de RF de 6MHz. Sin embargo, para 480P, se requiere de 8 a 13 Mbits/s (nuevamente, dependiendo del tipo de programa), que sólo permite dos canales SD en un canal de 6MHz. Lógicamente la calidad de la segunda imagen será mucho mejor. La decisión de tipo de escaneo y el número de canales para transmisión, además de ser un aspecto técnico, es una decisión comercial.

El uso de *up-converters* y *down-converters*, permite convertir flujos de datos de 1,48 Gbits/s (HD) a flujos de datos de 200 a 300 Mbits/s y viceversa. Estos equipos permiten mantener la estructura SDI en planta, en caso de cambio de equipos como: routers, conversores DA, cableado, VTR's digitales y servidores.

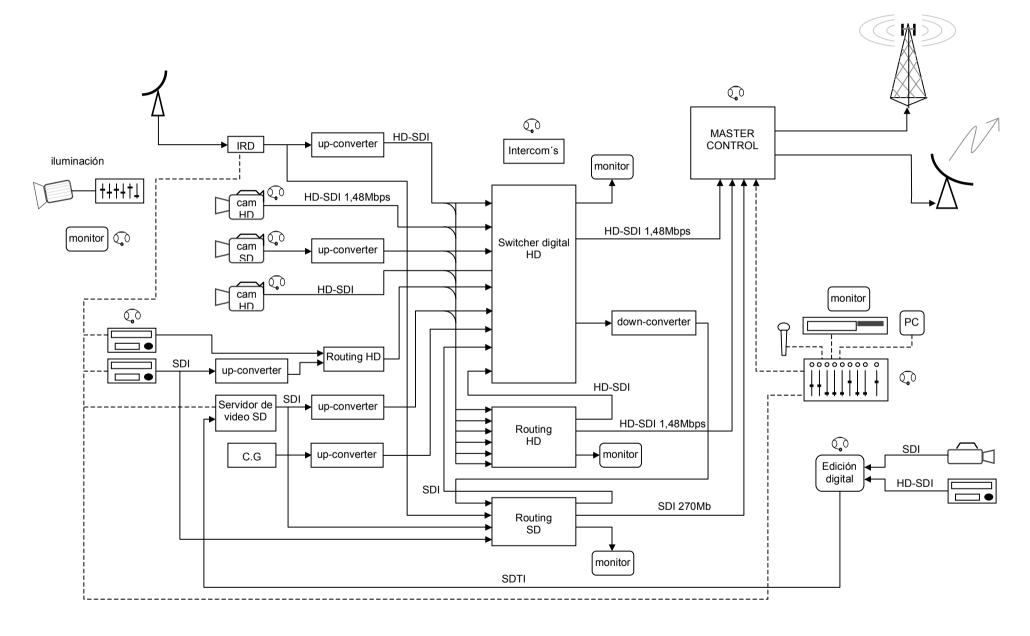


Figura 4.18. Esquema de una estación de televisión digital tipo, con generación de señal SD y HD.

4.8 Tipos de estaciones digitales

La transición de las infraestructuras de planta analógica a las digitales depende de muchos factores. Sin embargo existen cuatro clases de implementaciones de analógico a digital.

Conversión simple, que implica la generación de programación DTV, de estaciones sencillas que no tienen una identidad local, por lo general no generan ganancias o un pequeña remuneración por el servicio por DTV.

Conversión con inserción limitada, es decir, con inserción de logos, anuncios publicitarios, comerciales, guía de programación, y programación local.

Producción HD, que brinda los servicios de inserción de conversión limitada, además de servicios de clima, alertas, ancho de banda completado para procesamiento de audio.

Multicasting, con todos los servicios anteriores, con sistemas de programación interactivos, video bajo demanda, pago por ver, etc., en donde se comercializan los servicios brindados por la estación de DTV, y brindan al televidente todos los servicios que tiene la televisión digital.

4.9 Conclusiones

La televisión digital ha avanzado de tal manera que, los sistemas de televisión en planta y productoras, ya pueden ser totalmente digitales. Esto permitirá agilitar procesos en planta y se podrá realizar técnicas de negocio que antes no se podría lograr con la televisión analógica, creando una verdadera interactividad con el televidente. Además, permitirá adoptar de mejor manera los sistemas del estudio con la llegada de la TDT. Existen varias formas de montar el sistema digital de planta, que dependerá también del tipo de negocio que vayan a realizar en la estación de televisión; ya que existen varias alternativas de emisión como varios canales SD, uno o dos canales HD, o ambas al mismo tiempo. Eso dependerá de los servicios de valor agregado que puedan brindar las estaciones de televisión, y el contenido que puedan brindar a los televidentes.

CAPITULO 5

MIGRACIÓN DE ANALÓGICO A DIGITAL

La digitalización de los sistemas en planta se debe realizar de una forma progresiva, de tal manera que, los equipos analógicos puedan seguir funcionando junto con los digitales, hasta realizar la digitalización total. Existen varias vías para poder realizar esta transición, ya que con la llegada de la TDT se tendrá que transmitir en el canal analógico, conjuntamente, con un nuevo canal digital previamente asignado. Los *upconverter* y *down-converter* son los equipos que permitirán trabajar en análogo y digital, simultáneamente.

5.1 Switchers

Se sabe que la parte central del master control de producción es el switcher, que es donde convergen la gran mayoría de equipos, antes de enviar la señal al master control para su transmisión. Adquirir primero un switcher de video digital es una de las alternativas, pero también se puede dar el caso contrario, que los primeros equipos digitales en implementar sean cámaras HD, reproductores digitales o servidores de video, que ya generan una señal SDI. En tal caso, para conectar un equipo digital como una cámara HD que genera una señal de 1,48 Mbits/s a un switcher de entradas de video analógicas, se tiene que utilizar un *down-converter*, mismo que convierte la señal digital a una señal analógica de video compuesto.

Una de las grandes ventajas que ofrecen los equipos digitales es que la gran mayoría tienen sus salidas analógicas de video compuesto, y la gran mayoría de switcher digitales también tienen la opción de entradas de señales analógicas y digitales simultáneamente, lo cual facilita el trabajo de conversión de los sistemas de planta de analógico a digital. Pero esto depende mucho de los equipos que se adquieran. De no ser el caso, al tener todavía un switcher análogo, una de las opciones se muestra en la siguiente figura:

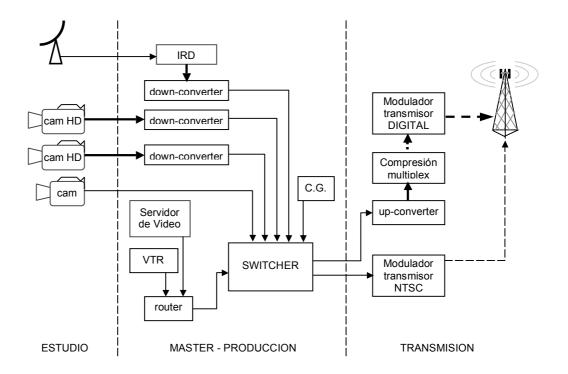


Figura 5.1. Infraestructura analógica existente con adaptación a digital.

Con un switcher digital el proceso es el inverso. Si se desea conectar equipos analógicos, se debe utilizar un *up-converter*, que convierte la señal de video compuesto a una digital, para poder conectar a una entrada digital. Las principales especificaciones que se encuentra en cualquier switcher digital con alternativa analógica, se muestran en la siguiente tabla:

Entrada referencial analógica	525 o 625 líneas
Estándar	NTSC & PAL
Relación de aspecto	4:3 & 16:9
Procesamiento	4:4:4 & 4:2:2 a 10 bits
Entradas / Salidas	HD-SDI & SD-SDI
Formatos	1080i/60, 720p/60 & 1080i/50, 720p/50
Estándar	SMPTE 259M, SMPTE292M, SMPTE 274M, SMPTE 296M
Bancos de trabajo	M/E 1, M/E2
Tipo de conector	BNC 75 ohm
RS-232 & RS-422	Conector DB-9 pin
Ethernet	RJ-45

Tabla 5.1. Especificaciones generales en switcher de producción análogo/digital.

El objetivo es lograr una inversión moderada en equipos digitales, tratando de aprovechar la infraestructura analógica actual. La calidad de video analógico comparado con la digital no es el ideal; pero es una buena opción, mientras se realizan los cambios en planta. Otra de las alternativas es, si ya se cuenta con un switcher digital que soporta calidad SD, se realiza un proceso similar anterior si se cuenta con equipos HD como por ejemplo cámaras.

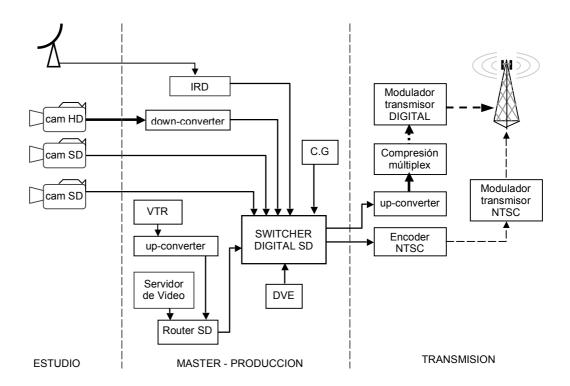


Figura 5.2. Infraestructura SDI existente con adaptación a HD.

En la figura 5.2. se muestra una infraestructura que ya cuenta con un switcher con capacidad para señales SDI de 270Mbit/s y 360Mbits/s, para relaciones de aspecto 4:3 y 16:9, respectivamente. En este caso, la señal de algunos equipos pueden ser conectados directamente al switcher, ya que generan en su salida señales SDI, como son: el IRD, cámaras SD, servidor de video, router SD, Generador de Caracteres y equipos de efectos digitales. Las cámaras o cualquier otro equipo con señal HD de 1,48 Mbits/s, tiene que utilizar un *down-converter* para poder ser compatible con el switcher SD.

Una señal de salida SDI del switcher es convertida a una señal HD a través de un *up-converter*. Esta es señal comprimida y multiplexada, de ahí va al modulador para ser

transmitida. Si el caso es transmitir una señal SD, se elimina la etapa de *up-convertion*. Para la segunda señal de salida del switcher, ésta pasa a través de un encoder NTSC, que convierte la señal digital SDI a una señal analógica NTSC, luego va al modulador y a la antena, para la transmisión analógica.

Una tercera opción es un switcher HD. Esta alternativa de conexión se puede observar en el capítulo 4, figura 4.18, en donde se generan señales SD y HD. Pero esto implica que la mayoría de equipos que van a ir conectados al switcher, sean digitales; ya que, conectar equipos analógicos a través de un *up-converter* para cambiar la señal analógica de video compuesto a una digital HD de 1,48 Mbits/s, haría notar la gran diferencia de calidad con respecto a otros equipos digitales HD o SD.

El servidor de video, generador de caracteres y el equipo de efectos digitales pueden generar señales HD-SDI o SD-SDI, con modificación de software y hardware, facilitando la digitalización de los sistemas. De igual manera, los fabricantes de switcher's de video profesional, ofrecen opciones de actualización de hardware y software, para mejorar el desempeño de estos equipos y mantenerlos lo más actualizados posible. Es así, que con el cambio de tarjetas en las ranuras o slots del router del switcher, se puede tener mayores opciones de entrada y salida de señal analógica, SD o HD.

5.2 Servidores de Video

Uno de los equipos que también son muy importantes para la digitalización en planta, son los servidores de video; ya que éstos vienen a reemplazar al VTR analógico conformado por los equipos reproductores de video cintas, como son: Betacam, S-VHS, U-matic. Como se indicó en el capítulo 4, estos equipos son básicamente computadoras que, con el software y hardware adecuado, realizan todas las funciones de los equipos de cintas antes mencionados y más. Por ejemplo, grabación, reproducción, edición, adición de efectos de video, selección de formatos de video, entre las funciones principales.

Los video servidores deben cumplir con algunas características, con el fin de poder reemplazar los equipos de VTR. Además de brindar un buen nivel de calidad, y tener opciones de selección de audio y video analógico y digital, éstos deben cumplir con funciones de grabación o captura de video. Algunas especificaciones que deben tener son:

I/O referencial analógica	525 o 625 líneas
I/O Digital	SDI 270 Mbits/s (SMTE 259M)
Relación de aspecto	4:3 & 16:9
Procesamiento	4:2:2 a 10 bits
Formatos	DV Cam, DV25, DV50, MPEG-2 P@ML
Video clock	27 MHz
Tipo de conector video	BNC 75 ohm
I/O audio digital	PCM 12 o 16 bits, AES/EBU 20 o 24 bits
Frecuencias de muestreo	32 - 44,1 y 48 KHz
Tipo de conector audio	XLR
RS-232 & RS-422	Conector DB-9 pin
I/O GPI	Conector DB-9 pin
Ethernet	10/100/1000 RJ-45

Tabla 5.2. Especificaciones generales servidor de video.

Al poder realizar capturas de video analógico a través de una tarjeta A/D con opciones de selección de características de la imagen, se puede tener varias alternativas, que permiten digitalizar los procesos de trabajo. Si se cuenta con estaciones de edición lineal (LE), reproductores y decodificadores con salida de video compuesto CVBS, la forma como se adaptarían estos sistemas por medio de la captura de video ó por medio del servidor, se muestra en la figura 5.3..

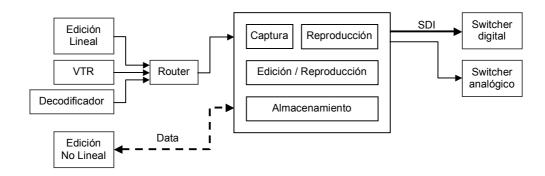


Figura 5.3. Infraestructura analógica existe con acoplamiento a servidor de video.

El servidor de video, en la etapa de captura, debería permitir seleccionar el formato de video digital al que se va a convertir la señal analógica. Por ejemplo: MPEG-2, DVCam, DVCPRO, etc. Las Editoras No Lineales (NLE), que tienen ya su material editado, envían la información al servidor vía red gigabit ethertnet, como se explicó en el capitulo 4, lo cual mantiene mejor la calidad del video a reproducir.

5.3 Consolas de audio

El proceso de digitalización del sistema de audio es más sencillo que el de video, pero no menos importante. Los sistemas de compresión de los equipos de audio trabajan con señales digitales PCM o AES/EBU. Las consolas digitales permiten entradas y salidas analógicas y digitales; por lo tanto, los equipos de audio que tienen salidas analógicas, todavía pueden ser conectados a una consola digital. Equipos como: micrófonos, VCR, reproductores de audio, audífonos, amplificadores y monitores de audio.

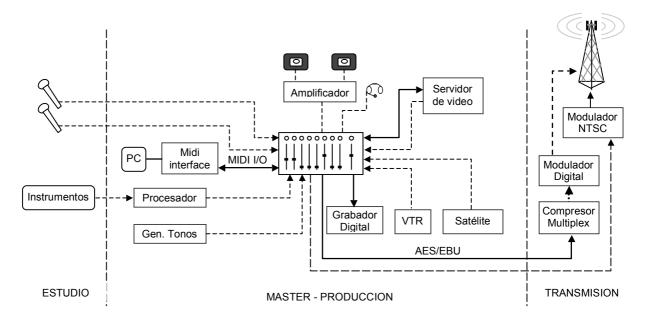


Figura 5.4. Infraestructura de audio análoga/digital.

En la figura 5.4. se observa la instalación de equipos con señal analógica, a una consola de audio digital. Estas consolas tienen entradas analógicas con conversores internos A/D, y lógicamente, opciones de entradas digitales. Por ejemplo, si se conecta el un equipo con opción de salida análoga o digital, como un servidor de video; se puede seleccionar en la consola el tipo de entrada. Las consolas de audio

digital pueden ser controladas por una computadora a través de un interfaz MIDI, que permite realizar procesos en la consola como: programación, control, actualización y respaldo del sistema, entre las funciones principales.

Las consolas de audio tienen como objetivo mezclar las diferentes entradas de audio de varias fuentes, con diferentes niveles e impedancias. Las consolas analógicas, a pesar de contar con un buen diseño, presentan un nivel de ruido que es eliminado por las consolas digitales; dando al diseño de la cabina de audio mejores niveles de calidad y sin ruido, además de facilitar el trabajo de la persona que manipula el equipo. De contar en el estudio con una consola analógica, la conversión de la señal se lo realiza por medio de un conversor externo A/D, antes de la transmisión.

5.4 Estaciones de edición digital

En post-producción se reúne todo el material grabado, para luego editarlo en un solo video de algunos minutos. Existen dos sistemas de edición: la edición lineal (LE) y la edición no lineal (NLE). La edición lineal o analógica es básicamente el proceso de grabación de cintas de una a otra. La edición no lineal (NLE), usa el método de captura digital a un disco duro. El uso de casetes es vigente, pero con el uso de reproductores digitales. Similar que el servidor de video, una computadora reemplaza a todo el sistema de consola de edición y video caseteras analógicas. El software más utilizado en sistemas Macintosh es el Final Cut Pro (FCP), ya que éste es compatible con la mayoría de sistemas de equipos de cintas digitales, y el Adobe Premier en Macintosh y PC.

En la figura 5.5. se observa un sistema básico de edición lineal, en donde se utilizan dos reproductores de cintas analógicas (Betacam, S-VHS, U-matic) para editar el material a través de una consola de edición, que controla los equipos utilizando el puerto RS-232. Finalmente, el producto final editado es grabado en un tercer VCR. Una vez grabada la cinta con el video y audio editado, ésta tiene que ser llevada por una persona al master control de producción, donde un operador de VTR revisará en un reproductor el código de Tiempo (TC), para ubicar el lugar exacto en la cinta del inicio, duración y final del producto editado. En este caso el VTR deberá ir

conectado directamente al switcher analógico, de ser éste el caso; de lo contrario el VTR puede conectarse por medio de un *up-converter* a un switcher digital.

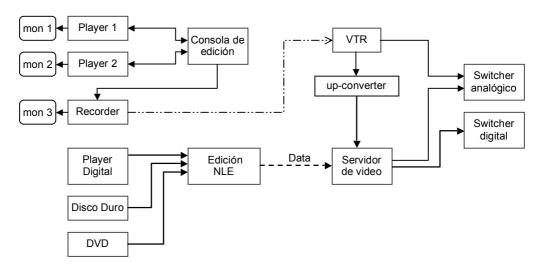


Figura 5.5. Infraestructura de sistema de edición lineal y edición no lineal.

La otra alternativa es la estación de edición no lineal, en donde la ingesta del video grabado se lo puede realizar desde un reproductor digital, discos duros, o DVD, a través del interfaz digital IEEE1394. El material editado es enviado al servidor de video a través de la red gigabit ethernet, para su posterior reproducción y transmisión por medio de un switcher analógico o digital.

5.5 Costos, mantenimiento y calibración

Una estación de televisión analógica o digital, básicamente, debe cumplir con un mismo objetivo: brindar una determinada programación al televidente. Pero, los procesos en planta de un sistema digital o un análogo, difieren en muchos aspectos, desde el costo de los equipos, mantenimiento y calibración de los mismos; ya que, en los sistemas digitales, juegan un papel importante la parte de programación y software.

5.5.1 Costos de equipos de una estación de televisión analógica y digital tipo

Los costos de infraestructura analógica y digital son relativos; ya que, dependiendo del trabajo que tenga planificado la estación de televisión, los costos varían. Se

pondrá en consideración sólo los equipos para una estación tipo, que serán la base para poner en marcha los trabajos en planta. Un aspecto importante es que, con los sistemas digitales, se puede automatizar muchos de los procesos que con los sistemas analógicos. Antes no era posible, sin embargo, este tiene un alto costo al momento de implementarlo; pero nuevamente eso dependerá de los resultados costo beneficio que se quieran obtener. A continuación, se muestran valores reales del costo de estaciones tipo, que cuentan con la infraestructura necesaria para realizar trabajos de post-producción y producción, hasta antes de la transmisión.

COSTOS EQUIPOS ESTACIÓN ANALÓGICA

Switcher de Producción					
Equipo	Marca	Modelo	Precio/U	cantidad	Costo total
Switcher	Grass Valley	200	12000	1	12000
Monitores de Video	Panasonic	BT-M1950Y	950	2	1900
Monitores 3 en 1	Panasonic	WV-5200BU	720	1	720
			subtotal de	e equipos \$	12000

VTR					
Equipo	Marca	Modelo	Precio/U	cantidad	Costo total
BETACAM Player	Sony	UVW-1600	2800	3	8400
S-VHS Player	Sony	SVO-5800	2000	1	2000
U-matic	Sony	BVU - 800	3000	1	3000
DV Cam	Sony	DSR-1500A	6700	2	13400
Estación de Control	Panasonic	AG - A850 P	450	1	450
Routing Switcher	Leitch	RS-12A	1200	1	1200
Monitores de Video	JVC	TM-1011GU	600	8	4800
			subtotal de	e equipos \$	33250

Estudio					
Equipo	Marca	Modelo	Precio/U	cantidad	Costo total
Cámaras de estudio	Sony	DXM-M7	7200	3	21600
Iluminación	Arry		600	12	7200
Monitor de Video	JVC	TM-1900GU	900	1	900
			subtotal de	equipos \$	29700

COSTOS EQUIPOS ESTACION ANALOGICA

Caracteres					
Equipo	Marca	Modelo	Precio/U	cantidad	Costo total
Generador de caracteres	Compix		3200	1	3200
Generador de logos			1200	1	1200
			subtotal de	equipos \$	4400

Audio					
Equipo	Marca	Modelo	Precio/U	cantidad	Costo total
Consola audio 12 canales	Sound Craf	EPM-12	650	1	650
Monitores de Audio	Yamaha	01V	350	2	700
Micrófonos Inalámbricos	Shure	PGX14/85 - L5	500	4	2000
Compresor de Audio	dBx	116XL	720	1	720
Reproductor de audio	Sony		350	1	350

subtotal de equipos \$	4420

Master Control					
Equipo	Marca	Modelo	Precio/U	cantidad	Costo total
TBC Syncronizer	Leitch	DPS-235	1800	1	1800
Patchera Video BNC 12x12 / Audio XLR					
12x12	Hosaka		300	4	1200
Generador de sincronismo	Videotek	VSG-201D	2700	1	2700
Waveform & Vectorscope	Tektronix	1720 NTSC	5200	1	5200
Betacam Recorder	Sony	UVW-1800P	2900	1	2900

subtotal de equipos \$ 13800	

COSTOS EQUIPOS ESTACION ANALOGICA

Editora lineal					
Equipo	Marca	Modelo	Precio/U	cantidad	Costo total
Betacam Player	Sony	UVW-1600	2300	2	4600
Betacam Recorder	Sony	UVW-1800P	3900	1	3900
Editora	Sony	FX-100	1200	1	1200
Consola de audio	Sony	MXP-290	250	1	250
Monitores de Video	JVC	TM-1011GU	600	2	1200
			subtotal de	equipos \$	11150

TOTAL \$	108720

 Tabla 5.3. Costos equipos estación analógica de televisión de planta tipo.

COSTOS EQUIPOS ESTACIÓN DIGITAL

Switcher de Producción					
Equipo	Marca	Modelo	Precio/U	cantidad	Costo total
Switcher Multiformato	Edirol	V-440	11000	1	11000
Monitores de Video	Marshal	MAVR70PHDSDI	1600	2	3200
Monitores 3 en 1	Datavideo	DATLM433	1200	1	720
			subtotal de	equipos \$	11000
Servidor de video					
Equipo	Marca	Modelo	Precio/U	cantidad	Costo total
Sistema PlayBox			32000	1	32000
Switch Ethernet	Dell		1600		1600
Video switcher	TVONE	TVC22255	2300	1	2300
Monitores de Video	Marshal	MAVR70PHDSDI	1600	1	1600
			subtotal de	equipos \$	37500
Estudio					
Equipo	Marca	Modelo	Precio/U	cantidad	Costo total
Cámaras de estudio	JVC	SP560SDI-C	27000	3	81000
Iluminación	Arry		600	12	7200
Monitor de Video	JVČ	TM-1900GU	900	1	900
			subtotal de	e equipos \$	89100

COSTOS EQUIPOS ESTACIÓN DIGITAL

Caracteres					
Equipo	Marca	Modelo	Precio/U	cantidad	Costo total
Generador de Caracteres SDI	Compix		8000	1	8000
Generador de Caracteres	Datavideo	GC-100	2000	1	2000
			subtotal de	equipos \$	10000

Audio					
Equipo	Marca	Modelo	Precio/U	cantidad	Costo total
Consola audio 12 canales	Yamaha	EPM-12	2800	1	2800
Monitores de Audio	Yamaha		350	2	700
Micrófonos Inalámbricos	Shure	PGX14/85 - J6	500	4	2000
Computadora (Matrox XLR)			1800	1	1800
Computadora (Matrox XLR)			1800	1	180

subtotal de equipos \$ 7300	
-----------------------------	--

Master Control					
Equipo	Marca	Modelo	Precio/U	cantidad	Costo total
Patchera Video BNC 12x12			1200	1	1200
Patchera Audio XLR 12x12			950	1	950
Generador de sincronismo	Videotek	VSG-201D	2700	1	2700
Waveform & Vectorscope	Compuvideo	SVR-1100S8B/DV	4400	1	4400
Sistema de almacenamiento 8TB	Cal Digit	UVW-1800P	8800	1	8800

subtotal de equipos \$	18050

COSTOS EQUIPOS ESTACIÓN DIGITAL

Editora no lineal					
Equipo	Marca	Modelo	Precio/U	cantidad	Costo total
Sistema de edición (software & hardware)	Macintosh		6000	1	6000
Reproductor	Sony	UVW-1800P	2900	1	2900
Editora	Sony	FX-100	1200	1	1200
Consola de audio		MXP-290	250	1	250
Monitores de Video	JVC	TM-1011GU	600	2	1200
			subtotal de	equipos \$	11550

Tabla 5.4. Costos equipos estación digital de televisión de planta tipo.

Es preciso saber que tipo de cables se va a usar en las aplicaciones de video, audio y datos; y los conectores que se van a utilizar para interconectar todos los equipos. Con las señales analógicas la elección de los cables no es tan complicada, ya que básicamente, se tiene una sola señal de video compuesto que trabaja en el orden de los MHz. Pero, para las señales digitales, esta decisión es muy importante, ya que se puede llegar a trabajar hasta en 3 GHZ (señal SMPTE 424M).

En analógico se puede tener una señal usable en muchos de los casos, pero en digital es todo o nada; esto significa que, un cable mal armado o defectuoso afecta en su totalidad a la señal. El uso de cables para señales analógicas pueden ser para señales digitales, pero sólo para distancias cortas. Los cables de audio digital AES/EBU tienen una marcada diferencia en sus características; ya que, para señales analógicas, la impedancia característica es de 50 ohm, para señales de audio digitales la impedancia nominal es de 110 ohm. Los cables que se muestran en la tabla 5.5 cumplen con las especificaciones necesarias para instalaciones de audio y video con distancias promedio de conexión de 304,8 m de distancia máxima, manteniendo sus características de conductividad.

CABLES Y CONECTORES

Cables Coaxiales Video analógicos

Cables Coaklates vides analogices		
Especificación	Marca	unidad
RG 58 9291	Belden	m
RG 59 8218		m
RG 59 8241		m
RG 59 8241F		

Cables Audio analógicos

Especificación	Marca	unidad
Calibre 26 1508A	Belden	m
Calibre 24 8451		

Cables Coaxiales Video digitales

Especificación	Marca	unidad
RG 59 8281	Belden	m
RG 59 1505A		m

Cables Audio digitales

Especificación	Marca	unidad
Calibre 26 9180	Belden	m

Calibre 24 1800A Calibre 22 1696A

Cables Datos

Especificación	Marca	unidad
Cat 5		m
Cat 5E		m
Conectores Video, audio y datos		
Especificación	Marca	unidad
Conectores BNC	Canare	u
Conectores XLR	Neutric	u
Conectores RJ-45		u
Conectores tipo Plug 1/4		u

Tabla 5.5. Cables y conectores para video, audio y datos.

Otro rubro a considerar, es el valor de las cintas de video analógicas y digitales que se utilizan para cada uno de los equipos seleccionados. El uso de cintas en las infraestructuras de planta digital, aún está vigente por más automatizado que esté el sistema. En la tabla 5.6 se encuentran los tipos de cintas más utilizadas en televisión.

COSTOS VIDEO CINTAS ANALÓGICAS

BE.	ГΑ	CAI	M

Especificación	Marca	Precio/U
SP Medium 5 min.	Sony	9
SP Medium 10 min.	Sony	10
SP Medium 20 min.	Sony	10,5
SP Medium 30 min.	Sony	11
SP Large 30 min.	Sony	13*
SP Large 60 min.	Sony	21*
SP Large 90 min.	Sony	28

U-MATIC

Especificación	Marca	Precio/U
BRS Estándar 30 min.	Sony	20
BRS Estándar 60 min.	Sony	30

S-VHS

Marca	Precio/U
Fuji	3,9*
Fuji	5,6
JVC	4,5
Panasonic	3,5
	Fuji JVC

COSTOS VIDEO CINTAS DIGITALES & OPTICAL MEDIA

BETACAM

Especificación	Marca	Precio/U
SP Medium 6 min.	Sony	15,3
SP Medium 12 min.	Sony	16,3
SP Medium 22 min.	Sony	18
SP Medium 32 min.	Sony	25

Mini DV

Especificación	Marca	Precio/U
DVC-60 60 min.	Fuji	3,5
MDV-60 60 min.	JVC	2,6
DV-60 60 min.	Maxell	3,3
AYDVM60EJ 60 min.	Panasonic	2,6
DVM-60PR 60 min.	Sony	2,65

Pro DVCAM

Especificación	Marca	Precio/U
PDV-M32M Mini 32 Min.	Sony	15
PDV-M40M Mini 40 Min.	Sony	16,5
PDV-M64M Mini 64 Min.	Sony	23
PDV-M124M Mini 124 Min.	Sony	33
PDV-M184M Mini 184 Min.	Sony	38

DVC Pro

Especificación	Marca	Precio/U
Medium 12 min.	Fuji/Maxell	8
Medium 12 min.	Panasonic	10
Large 66 min.	Fuji/Maxell	20
Large 66 min.	Panasonic	15

Medios Ópticos

Marca	Precio/U
	15*
	20
	20 / 25
	2
	13
	20
	18
	Marca

Disco Duro Portátil

Especificación	Marca	Precio/U
DV, HDV 40 GB 3 Horas	Focus	650
DV, HDV 60 GB 4,5 Horas	Focus	1100
DV, HDV 80 GB 6 Horas	Focus	1350
DV, HDV 100 GB 7,5 Horas	Focus	1560

Tabla 5.6. Costos de medios de grabación y reproducción analógica y digital.

5.5.2 Mantenimiento y calibración de una estación de televisión digital tipo

El mantenimiento de los equipos y la infraestructura de planta es fundamental para tener en constante marcha la transmisión de programas al aire, tratando de minimizar problemas causados por equipos, cableado o instalaciones defectuosas, que se puedan hacer visibles en la pantalla.

5.5.2.1 Estación analógica

Lo que caracteriza a las estaciones analógicas son el uso de cintas. Las video caseteras profesionales cuentan con un sistema de registro de acumulación de horas de uso en donde consta: el total de horas que ha estado encendido el equipo, el tiempo de uso y rotación de las cabezas de video, el tiempo de la reproducción o grabación de casetes y las veces que ha sido introducida/retirada una cinta de la casetera. De esta manera, se puede realizar un mantenimiento efectivo, de acuerdo al tiempo que ha sido usado el equipo. Algunas recomendaciones que se deben tener con las video caseteras, para aprovechar al máximo su funcionamiento son:

- La limpieza y mantenimiento de cabezas, cada 200 horas de reproducción de cintas.
- Chequeo del sistema mecánico, cada 500 veces que ha sido introducida/retirada la cinta.
- Rango de temperatura de trabajo de +5°C a +40°C, temperatura ideal +20°C.

El mantenimiento de las video caseteras tiene este apartado especial, ya que el uso de éstas, es mecánico y de contacto. Muchos de estos equipos dejan de ser usados, y algunos ya han descontinuado su uso; por lo que el costo de los repuestos y las video cintas son cada vez más elevados. El resto de equipos, tanto en estaciones digitales como analógicas, como: switchers, cámaras de estudio, consolas de audio, routers, etc., deben recibir especial cuidado con el polvo, el humo de cigarrillo, humedad y, de igual manera, mantener una temperatura ambiente adecuada. Para mantener una perfecta sincronía de cuadros entre todos los equipos del master control, éstos deben estar conectados a un generador de sincronismo, el mismo que permite evitar saltos de la imagen al pasar de una fuente de video a otra, ó en el caso del switcher, transiciones, wipes, disolvencias, y más.

Cada equipo profesional tiene un sistema de referencia y controles de ajuste *subcarrier*, que permite ajustar la fase y *sync*. Para ajustar la fase del sincronismo, ambos controles ajustan a la señal de video compuesto con respecto a la señal de video de referencia. La calibración de la señal de referencia de los equipos se lo tiene que realizar con el *vectorscope*, que como se indicó en el capitulo 3, su función

principal es poder medir la fase de la señal de video y evitar saltos o degradación de la imagen. Mantener en buen estado las conexiones y cableado de la señal de referencia es esencial, debido a que los equipos se pueden conectar al generador de sincronismo en configuración estrella; lo cual es ideal, pero las salidas de generación de señal de sincronismo son escasas para la cantidad de equipos. Por lo que la conexión se la realiza en serie, es decir, un equipo tras otro; pero esto implica que, si el cable o conexión de uno de estos equipos falla, se puede perder la referencia del sincronismo.

5.5.2.2 Estación digital

En las estaciones digitales, una de las características además del mantenimiento del hardware, es la del software. Por ejemplo con los servidores de video, si bien no se tendrá que dedicar mucho tiempo en su mantenimiento físico, se debe realizar las actualizaciones del sistema operativo y de los programas que se utilizan para reproducción, grabación, etc. Esto se aplica para todos los equipos digitales que de una u otra forma necesitan estar en constante actualización del sistema. Otro ejemplo es si un switcher SD, con posibilidad de actualizar su sistema a HD, tendrá que modificar su hardware y actualizar su software. La mayoría de empresas que distribuyen equipos digitales ofrecen facilidades para poder realizar esta actualización.

Como se indicó en el apartado anterior, se debe tener un cuidado especial con el cableado en el sistema digital, ya que un defecto en el cable, un conector mal puesto ó incluso, una torcedura en el cable; causa la pérdida total de la señal. Los equipos utilizados para la calibración de equipos y el sistema en general, se expuso en el capítulo 3 y 4 para sistemas de planta analógica y digital, respectivamente.

5.6 Ventajas de la migración de tecnología

La migración de los sistemas de televisión analógica a digital, proveen muchas ventajas, no sólo por estar a la par de los avances tecnológicos, sino de las facilidades en los procesos que ésta implica. Con la llegada de la TDT, las estaciones de televisión dejarán de ser medios de comunicación de una vía. Podrán, los

televidentes, interactuar con los servicios que la estación les pueda brindar; con lo que se crearán más alternativas para el televidente; y para la estación, variadas formas de hacer negocios.

En el master control de producción se dan muchas ventajas de los sistemas analógicos sobre los digitales. Al utilizar switchers digitales, se tiene la posibilidad de seleccionar los dos formatos de imagen, 4:3 y 16:9, además de poder trabajar con calidades de señal de definición estándar (SD) y alta definición (HD); y facilitar la creación de una mayor cantidad de efectos digitales como compresiones de imagen, flips, pantallas múltiples, e inclusive la generación de caracteres.

Con los servidores de video se reemplaza por completo el uso de reproductores de cintas, al trabajar con sistemas y programas que permiten reproducir listas de videos y programaciones completas, sin la necesidad de estar con un operador cambiando constantemente las cintas entre programación y comerciales, lo que causa, muchas de las veces, fallas humanas. Se puede dejar programando los *clips* de programas y comerciales automáticamente por horas, sin necesidad de tener un sistema de varias fuentes de video, que deben tener un proceso de perfecta sincronía entre ellos.

En el caso de la edición no lineal, las ventajas son muy superiores de la edición lineal, ya que, permiten realizar corrección o inclusión de imágenes de forma virtual; lo que no se puede realizar con la edición lineal, que implica en el caso de cometer un error, volver nuevamente a empezar desde el inicio el trabajo. Además, prácticamente, con un solo computador, se puede realizar el trabajo de edición evitando usar un sistema de equipos como consola de edición, monitores, generador de sincronía, reproductores y grabadores de cintas; que se utilizan en una estación de edición analógica. Además, una vez terminado el trabajo de edición digital, el material puede ser enviado a cualquier estación de trabajo como: master control, otras estaciones de edición, videoteca, vía red ethernet; evitando el transporte de videos, de un lugar a otro por personal, a cada uno de los lugares mencionados.

Con los sistemas de audio se proporciona mejor calidad, eliminando el ruido característico, producido por los sistemas analógicos. Además, las consolas digitales, mejoran el desempeño del trabajo en programas en vivo, al poder automatizar los

Producción: 6 h.			Α	D	Α	D	Α	D
				Costo respaldo/archivo Costo respaldo/repris		aldo/reprisse		
Programa	Emisiones	Tiempo aire	Respaldo & reprisse		S-VHS (SP)	DVD (SP)	BETA (SP)	Servidor (SD)
Noticias	3	45"		Servidor de				•
Deportes	3	30"	Betacam Video, S-VHS DVD, Disco Duro	Betacam Video,	11 17 00	63	0	
Revista	1	60"		11,17	0,9			
Otros	1	75"		Duro				
Enlatados: 16 h			Α	D	Α	D	Α	D
		·		Costo respa	ldo/archivo	Costo resp	aldo/reprisse	
Programa	Numero programas	Tiempo aire	Respaldo & reprisse		S-VHS (SP)	DVD (SP)	BETA (SP)	Servidor (SD)
Reprisse	6	240"						
Post-producción	2	90"			2,93	0,45	34	0
Co-producciones	4	120"			3,9	0,6	34	0
Caricaturas	3	30"		Servidor de	0,98	0,15		
Documentales	2	30"	Betacam S-VHS	Video,	0,98	0,15		
Novelas	2	60"		DVD, Disco	1,95	0,3		
Espacios publicitarios	4	120"		Duro	3,9	0,6		
Otros	4	120"			3,9	0,6		
Enlaces (satélite, otros								

	Α	D	Α	D
total / día	30,24	3,75	194	0
total / L-				
V	152,2	18,75	970	0

Tabla 5.7. Costos sistemas de grabación analógico y digital canal 24 horas.

120"

cadenas)

sistemas envió de señal de las diferentes fuentes de audio, a través de programación y el control de las consolas con computadoras.

La parte económica de los procesos en planta se ven beneficiados en la reducción de personal para manipular el equipo, en la disminución de fallas, en mejorar y agilitar los procesos de producción, en los sistemas de archivo a menor precio. Por ejemplo, en una estación de televisión con producción propia de 6 horas diarias y programación de 24 horas, donde el respaldo de la programación es una norma por varias razones: reprisses, forma efectiva de comprobar que se cumple con la pauta comercial, respaldo legal en caso de denuncias, entre las principales. Los respaldos de la programación pueden ser de calidad promedio, pero los respaldos de programación que se tiene que reprisar por lo menos deben ser de calidad estándar. Los costos que implican estos respaldos se observan en la tabla 5.7, con valores tomados de las tablas 5.3 y 5.4 de este capítulo.

Otra de las ventajas que ofrece la automatización de los sistemas, es no tener operadores de VTR. Por ejemplo, tomando en cuenta los valores de la tabla 5.7, la programación enlatada es de 16 horas diarias, es decir, en una planta analógica se necesitan dos operadores de VTR para cumplir este trabajo. Con un servidor de video, la intervención de operadores es prácticamente nula, ya que en el departamento de videoteca se realiza todo el proceso de listas de reproducción.

5.7 Desventajas de la migración de tecnología

Las desventajas que trae el cambio de una estación analógica son varios y se deben tener en cuenta. Estas son:

- El costo inicial de equipos e infraestructura es considerable, aunque la transición debe ser progresiva, los costos de los equipos todavía son altos.
 Peor aún, si el sistema de planta va a generar programación HD, siendo los equipos más costosos.
- La transición de análogo a digital produce problemas de incompatibilidad entre los dos sistemas, por lo que se tiene que adquirir software, hardware y equipo adicional, para poder trabajar conjuntamente.

- Las computadoras, específicamente, los servidores de video, no están libres de problemas de funcionamiento. Si un servidor de video se "cuelga", puede generar serios problemas, por ejemplo, en programas en vivo.
- Las estaciones de edición deben contar con un buen sistema de almacenaje para comprimir demasiado su información y comprometer la calidad, si se trabaja en HD, el costo de los equipos de almacenaje es alto.
- Dificultad en crear programación de contenido, en el caso de que la estación trabaje en SD, y genere varios canales de este tipo. La producción no resulta suficiente para llenar estos espacios, y el costo de derechos de programación enlatada podría llegar a ser muy alto.

5.8 Conclusiones

La constante evolución de los sistemas digitales en planta y el término de las transmisiones analógicas, hace que las estaciones de televisión tengan que estar actualizadas, y a la par con los constantes avances tecnológicos, haciendo migrar sus sistemas convencionales analógicos, paso a paso, hacia las plataformas digitales. Para las estaciones que llevan ya algún tiempo operando y tienen conformada su estructura de planta analógica, el cambio a digital tiene que ser progresivo; ya que no pueden desechar de la noche a la mañana todo el equipo ya instalado, teniendo varias vías de cambio para optimizar el uso de equipos analógicos, hasta digitalizar totalmente los sistemas.

CONCLUSIONES

La llegada de la TDT implica un cambio tan importante, como lo fue el cambio de la televisión blanco y negro a la televisión en color. Esto impulsa a las estaciones de televisión, a digitalizar y automatizar sus sistemas en planta, mejorando los procesos de trabajo y brindando una nueva forma de ver televisión. La digitalización en planta es una prioridad que las estaciones de televisión deben de poner en práctica, para estar a la par de las nuevas tecnologías y poder ofrecer los servicios de valor agregado, que permitirán a los canales de televisión competir y mantenerse vigentes en el medio.

6.1 Costo beneficio a corto y largo plazo

Los costos de la digitalización en planta son altos, pero los beneficios que esta digitalización ofrece son muchos. A corto plazo resulta una inversión importante, es por eso que, la migración de tecnologías se la debe realizar gradualmente, para poder utilizar los beneficios de la automatización de la mejor manera. Sin embargo, se reducen y mejoran los procesos de producción haciendo ganar tiempo y dinero con menor cantidad de personal, y ofreciendo mejor calidad en la programación (calidad de la señal).

A largo plazo los costos de los procesos y producción se reducen, como por ejemplo: el respaldo de la programación para archivo con la digitalización en planta. Este valor representa apenas el 10% del costo, comparado con un sistema de respaldo analógico, y con mucha mejor calidad. Para la programación reciclada (reprisse) el costo es prácticamente cero; ya que esta programación no necesita ni de operador ni de casetes, porque se puede capturar en el servidor de video; y una vez transmitida, se borra del sistema (tabla 5.7.).

De acuerdo con el estándar de TDT elegido, las posibilidades de servicios y valor agregado son múltiples, tanto así que al inicio representan un costo considerable pero a largo plazo; y dependiendo del modelo de negocios, cubre los gastos de inversión y genera ganancias.

6.2 Ventajas y desventajas de la televisión digital

La televisión digital es, sin duda, una revolución en el campo de la tecnología. Algunas de las ventajas que ofrece la televisión digital son:

- La TDT permite mejor recepción, tanto en VHF como UHF, con señal libre de ruido.
- Redes de frecuencia única.
- Mejor calidad en la imagen, y sonido de hasta seis canales.
- Recepción portable y móvil.
- Posibilidad de transmitir en un mismo ancho de banda ocupado por un canal analógico, varios canales SD, un canal HD o ambos, dependiendo del estándar.
- Múltiples servicios multimedia y de interactividad para el televidente.
- Servicios de valor agregado: Guía electrónica de programas, pagar por ver, video bajo demanda, grabación de programación de juegos, canales de música, mensajería, compras, interactividad.

Estas son las principales ventajas que ofrece la TDT, pero también ésta tiene algunas desventajas frente a la tradicional televisión analógica, como:

- En caso de fallas de recepción se perderá totalmente la imagen en el receptor.
- Cambio del receptor de televisión, o uso de un set-up-box para poder ver TDT, representa un gasto importante.
- Para las estaciones de televisión el costo inicial es alto, y la dificultad en generar programación de contenido; en el caso de transmisión de varios canales SD.

Aunque el costo inicial para la estación de televisión representa un gasto importante, las ventajas se verán reflejados en el producto final, y a pesar de que este cambio también es una inversión para el televidente, es este quien disfrutara de los beneficios y servicios que trae este cambio de tecnología.

Los profesionales que van a digitalizar y automatizar los sistemas en planta deben tener los conocimientos necesarios a la hora de tomar las decisiones, para efectuar los cambios y las inversiones necesarias y adecuadas para la aprovechar al máximo los recursos que disponga la estación de televisión. De esta manera brindar al consumidor final no solo contenido en la programación, si no también, calidad en la señal y servicio.

GLOSARIO

- **4:3** Relación de aspecto de televisión convencional. Representa la relación 4 veces la base por 3 de altura. 1.33:1.
- **16:9** Relación de aspecto utilizado en HDTV y SDTV. Representa la relación de 16 veces la base por 9 de altura. 1,77:1.
- **480i** Señal de SDTV con 480 líneas activas de barrido entrelazado.
- **480p** Señal de SDTV con 480 líneas activas de barrido progresivo.
- **525/60** Estándar de barrido de 525 líneas por cuadro, con dos campos de barrido para producir barrido entrelazado, con un total de barrido de 30 cuadros.
- **625/50** Estándar de barrido de 625 líneas por cuadro, con dos campos de barrido para producir barrido entrelazado, con un total de barrido de 25 cuadros.
- **1080i** Formato de video para HDTV con barrido entrelazado de 1080 líneas activas. Para cada línea se muestra 1920 píxeles.
- **720p** Formato de video para HDTV con barrido progresivo 720 líneas activas. Para cada línea se muestra 1280 píxeles.
- **1080p** Formato de video para HDTV con barrido progresivo de 1080 líneas activas.
- **AC-3** Estándar de compresión de audio digital. Se puede emprimir hasta seis canales de audio digitales. Este se compone de una canal central, un derecho e izquierdo (estéreo), un izquierdo un derecho (surround) y un canal de baja frecuencia de 20 a 120Hz.
- A/D Conversión de Analógico a Digital. También denominado digitalización.
- **AES/EBU** (Audio Engineering Society / Europan Broadcast Union). (Sociedad de Ingeniería de Audio / Unión Europea de Radiodifusión). Asociación que desarrollo un estándar de audio digital. Utiliza frecuencias de muestreo de 32, 44.1 y 48 KHz.

Aliasing Distorsión indeseada de la señal de video, causada por:

- Baja velocidad de muestreo de la señal.
- Insuficiencia o baja calidad del filtrado a la entrada del conversor A/D.

Anamórfico Proceso por el cual una imagen con relación de aspecto 16:9 se comprime horizontalmente para generar una imagen 4:3.

ANSI: (American National Standards Institute). (Instituto Nacional de Estándares de EE.UU).

Antialiasing:

Técnica utilizada para evitar el "Aliasing". Consiste en un filtro pasa-bajo colocado antes del conversor A/D.

ATSC (Advanced Television Systems Committee). (Comité de sistemas de televisión

avanzada). Organización creada en los EE.UU. en 1982, con el fin de desarrollar un estándar para la transmisión de señales digitales de televisión con definición estándar (SDTV) y de alta definición (HDTV).

AVI (Audio Video Interleave). Es un tipo de archivo contenedor, que puede contener una pista de video (codificada con DivX, XviD, etc.) y una o más pistas de audio en formato WMA, MP3, AC3, WAV...

Black Burts Señal que está compuesta por los sincronismos horizontal, vertical, de color y el nivel de negro. Esta señal contiene 7 informaciones básicas: frecuencia y fase horizontal, frecuencia y fase vertical, frecuencia y fase de subportadora de color y nivel de negro. Es utilizada frecuentemente para sincronizar los equipos en un sistema de televisión.

BER (Bit Error Rate). (Relación de error de bit).

Beta Nombre de videograbadora profesional Betacam creada por Sony.

Betacam SP Betacam Superior Performance. Formato de grabacion desarroloado por Sony.

Bit (*Binary Digit*) El bit o bitio es la unidad mínima de información de una señal digital y puede tomar un valor cero (0) ó un valor de uno (1).

Bit rate Hace referencia a la velocidad binaria con que se transmite un tren de datos. Se mide en Kbps (Kilobits por segundo) e indica el valor medio de Kilobits que ocupa cada segundo de contenido reproducido.

Bitstream (Flujo de bits). Tren digital de datos.

Block: (Bloque). Se refiere al bloque conformado por una matriz de 8X8 pixeles, es decir un total de 64 pixeles. Este bloque puede contener información de luminancia (Y) o de una de las componentes de la crominancia (Cr, Cb).

BNC: (Bayonet Neill Concelman). Conector de tipo coaxial y de bayoneta. Este conector es utilizado para video analógico y video digital SDI.

Bps Bit por segundo.

Broadcast Equipos profesionales (alta calidad) para radiodifusión. // Radiodifusión terrestre.

BW: (Band Wide). (Ancho de banda). En el espectro radioeléctrico el ancho de banda es la diferencia entre la frecuencia de corte superior y la frecuencia de corte inferior. Su unidad de medida es el Hz (Hertzio o Hertz), con sus múltiplos KHz (Kilohertz), MHz (Megahertz) y GHz (Gigahertz).

Byte Conjunto de 8 bits. A través del Byte, que se escala en KB (Kilobytes), MB (Megabytes), GB (Gigabytes) y TB (Terabytes) se indica capacidad de memoria y a veces también velocidad. Una palabra puede ser de "n" bits, generalmente en múltiplos o submúltiplos de 8 (4, 8, 16, 32, 64,128).

Cb Muestra de la señal diferencia al azul.

Carrier (Portadora). Infraestructura física por la cual se transportan los datos, voz e imagen. También se refiere a la empresa que ofrece el servicio de transmisión o transporte de señales.

CCD (Charge Couple Device). (Dispositivo de acoplamiento de carga). Dispositivo usado en las cámaras de televisión para la captura de la imagen. Constituido por una matriz lineal o por una bidimensional de elementos sensibles a la luz.

CCVS (Composite Color Video Signal). (Señal de video a color compuesta). Se refiere a la señal convencional de televisión a color compuesta. Esta señal tiene una amplitud de 1 Vpp entre el nivel inferior de sincronismo hasta el nivel de blanco.

CVBS Forma de onda de video compuesto con formado por: Composite Video, Blanking and Sync

Clock (Reloj). Señal para sincronizar la señal digital. En una señal digital serie (SDI), el reloj es transportado con el tren de datos y en una señal digital paralelo, el reloj es transportado aparte.

COFDM: (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex). Tecnología de modulación que divide la información a transmitir entre un cierto número de portadoras (modo '2K' con 1705 portadoras, '4K' con 3409 y modo '8k' con 6817, en el estándar DVB-T). Cada una modula individualmente con una tasa binaria baja a fin de que el tiempo de símbolo sea mayor que la dispersión temporal del canal.

Color Bursa (Ráfaga de color). Señal de sincronismo del color en una señal de video compuesta.

Composite Video (Video compuesto). La señal de video compuesto contiene en una sola señal la información de luminancia, de crominancia y de sincronismos.

Compresión Proceso por el cual se elimina de la señal información redundante, dejando solamente la información mínima necesaria para la legibilidad de la información. Con la compresión se reduce la velocidad binaria de un tren de datos.

Cr Muestra de diferencia al rojo.

dB Abreviación para decibelio.

dBm Unidad de medida para el nivel de audio. 0 dBm corresponde a 0.775 V RMS con una carga de 600 ohmios.

dBu Unidad de nivel de audio. 0dBu equivale a 0,775 RMS.

DC Designa el primer coeficiente del bloque de 8x8 coeficientes, después de aplicar la Transformada del Coseno Discreto. Este coeficiente representa el promedio del brillo de todo el bloque. // Corriente directa.

DCT (Discrete Cosine Transform). (Transformada discreta del coseno). Método muy extendido de compresión de datos de imágenes de vídeo digital que consiste básicamente en tomar bloques de la imagen (normalmente de 8 x 8 pixeles) y transformarlos en coeficientes. A cada valor de píxel se le aplica una transformada de Fourier con el fin de pasar este valor del dominio del tiempo al de la frecuencia. MPEG-2 y JPEG utilizan DCT.

Decibel (dB). Corresponde a la décima parte de un Bel. Unidad de medida que expresa relaciones utilizando escalas logarítmicas y que se emplea para expresar magnitudes vinculadas a la percepción humana auditiva o visual. Se pueden asociar muchos atributos diferentes al punto de referencia denominado 0 dB.

Decoder (Decodificador). Es un equipo o dispositivo que convierte una señal de video analógica o digital en otro tipo de señal, bien sea digital o analógica. Existen diferentes codificadores dependiendo de su función:

- La señal digital, emitida normalmente por el satélite, la convierte un decodificador en analógica, para que el televisor convencional de televisión la transforme en imagen.
- Un decodificador convierte una señal de video compuesta en una señal digital serie (SDI).- Un decodificador convierte una señal de video compuesta en una señal analógica por componentes (RGB).

Demultiplexar Separar las pistas de un archivo contenedor en archivos independientes. Es lo opuesto a Multiplexar.

Down Converter: (Conversor descendente). Dispositivo que convierte una señal de alta definición (HDTV) con barrido 1080i o 720p de 1.48 Gbps a una señal SDI de 270 Mbps.

DSK (Down Stream Keyer). (Insersor en el flujo de salida). Se utiliza en los mezcladores de vídeo (switcher) para insertar señales especiales en la imagen, tales como títulos, anagramas y efectos. Esta inserción se realiza entre la salida de un banco de efectos (M/E) y la entrada al amplificador de programa (PGM) del mezclador de video.

DTT (Digital Terrestrial Televisión). (Televisión digital terrestre). Término utilizado para denominar a la señal de televisión digital transmitida a través del aire por redes terrestres.

DTV (Digital Television). (Televisión digital). Término general para describir un sistema de Televisión Digital.

DVB (Digital Video Broadcasting). (Radiodifusión de video digital). Estándares relacionados con la Televisión Digital, entre los cuales está el DVB-T para la televisión digital terrestre, la que utiliza el sistema de compresión MPEG-2 y modulación COFDM.

DVB-T Especificaciones técnicas aprobadas por el DVB para la emisión de televisión digital terrestre. Es la versión digital para transmisiones por tierra, es decir aprovecha las mismas antenas que actualmente funcionan en todos los hogares. Puede usar tanto los sistemas de modulación QPSK, QAM y COFDM.

DVCAM Formato de grbacion de video desarrlodado por Sony.

DVD (Digital Video Disk // Digital Versátil Disk). (Disco de Video Digital // Disco Versátil Digital). Soporte de almacenamiento de datos, muy similar en aspecto al CD-ROM pero de mucha mayor capacidad.

DVE (Digital Video Effects). (Efectos digitales de video). Sistema de efectos de vídeo digital. Incluye manipulaciones de la imagen como zoom y posición y puede incluir rotaciones, perspectiva 3D, vuelta de página, imagen curvada y difuminados, entre otros efectos.

Encoder (Codificador). Dispositivo que convierte una señal SDI a una señal de video compuesto analógica. // Conjunto compuesto por el compresor de audio y/o video y el multiplexor.

Entrelazado Es un tipo de barrido de vídeo a razón de dos campos por cuadro. Las líneas de imagen se agrupan en los dos campos; uno contiene las líneas pares y el otro las impares. Inicialmente es barrido todo el campo impar y posteriormente el par, completando un cuadro de imagen.

Enrtropy: (Entropía). Desorden o aleatoriedad. Información útil de la señal. No e repetitiva y por ende no se predice.

EPG: (Electronic Programming Guide). Guía electrónica de programación. Un servicio básico de la oferta de televisión. Mediante la EPG el usuario puede consultar en la pantalla de su televisor la programación diaria por temas, horario y canales.

ES: (Elementary Stream). (Flujo elemental). Término genérico utilizado para un flujo de bits codificado, que contiene la información de video, audio o cualquier otro tipo de información.

Fibra óptica Línea de comunicación que permite la transmisión de información por técnicas optoeléctricas.

Se caracteriza por un elevado ancho de banda (10 15 Hz.) (Alta capacidad o

velocidad de transmisión) y por la escasa pérdida o atenuación de señal.

Fps (Frames per Second). (Cuadros por segundo).

Frame (Cuadro). En la televisión analógica es el número de líneas que nos producen una imagen completa. En el sistema NTSC son 525 y en PAL 625. // En televisión digital, en el sistema de compresión MPEG-2 existen tres tipos de cuadros: I, B y P. Los cuadros I son los actuales, contienen exclusivamente información real, no calculada o predicha, los cuadros P son los de predicción y los cuadros B son los de intercalación, predichos bidireccionalmente con información contenida en las imágenes anterior y posterior.

Frecuencia Número de ciclos que por segundo efectúa una onda.

GOP (Group of Pictures). (Grupo de imágenes). En una señal MPEG, el GOP es un grupo de imágenes entre dos cuadros I sucesivos, siendo los demás cuadros P y/o B. En la aplicación más utilizada, transmisión de televisión, el GOP es típicamente de 12 o 15 imágenes.

GPI (General Purpose Interface). (Interfase de propósito general). Se utiliza para controlar equipos, normalmente con un contacto por cierre. Es simple, con exactitud al cuadro y por tanto se puede aplicar fácilmente a una gran variedad de equipos.

HDTV (High Definition Television). (Televisión de Alta Definición). Sistema de televisión que ofrece una mayor resolución horizontal y vertical respecto a los estándares televisivos analógicos. Se caracteriza por una nueva pantalla con relación de aspecto de 16:9 y capaz de reproducir con mucho más detalle (de 5 a 6 veces más) que los sistemas de radiodifusión existentes.

Hertz (Hz). Unidad de medida de frecuencia definida por la relación ciclo/segundo.

HF (High Frecuency). (Alta Frecuencia). Desde 3 hasta 30 MHz.

Horizontal Crop (Corte horizontal). Se refiere a la información perdida en la parte superior e inferior de una imagen al ser convertida de una relación de aspecto 4:3 a 16:9.

IDCT (Inverse Discrete Cosine Transform). (Transformada discreta inversa del coseno). Hace lo inverso de la Transformada discreta del Coseno, es decir transforma los coeficientes del dominio de la frecuencia a muestras en el dominio del tiempo.

IEEE 1394 Interfase mediante la cual se pueden conectar a un bus de transferencia de datos varios dispositivos simultáneamente, con una alta velocidad de transferencia. Fue desarrollada inicialmente por Apple (firewire) y Texas Instruments, pasando a ser más tarde un estándar aceptado por el IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers). Sony lo llama "i.link".

I Frame (Cuadro I). Se refiere a la compresión del cuadro I en el estándar MPEG-2. Esta técnica, llamada intracuadro, reduce la redundancia dentro del mismo cuadro.

I/O (Input/Output). (Entrada/Salida). Se refiere al envío de un tren de datos desde y hacia un equipo o dispositivo.

IRD (Integrated Receiver Decoder).Decodificador y receptor digital integrado. Equivale al Set-Top Box.

IRE (Institute of Radio Engineers). (Instituto de ingenieros de radio). Organización en los EE. UU. que agrupa a los ingenieros de radio. // Unidad de medida para la amplitud de la señal de video. La amplitud de la señal de video compuesta está normalizada a 1 Vpp. equivalente a 140 IREs.

ISDB-T (Integrated Services Digital Broadcasting – Terrestrial). (Teledifusión de servicios digitales integrados - Terrestres). Estándar de televisión digital terrestre desarrollado en Japón. Utiliza la modulación COFDM con algunas variantes a la utilizada en el estándar DVB-T. El canal de 6 MHz. de ancho de banda, es dividido en 13 segmentos de 429 KHz. cada uno, los cuales son transmitidos también en forma

segmentada. Cada programa requiere de una agrupación de segmentos, los cuales pueden tener su propio tipo de modulación, tiempo de intercalación y relación de código.

ITU (International Telecommunications Union). (Unión Internacional de Telecomunicaciones). Organismo regulador de las Naciones Unidas que cubre todas las formas de comunicación. La ITU recomienda normas y regula el espectro de radiofrecuencia. ITU-R (anteriormente CCIR) se ocupa de los temas de gestión y regulación del espectro de radio mientras que la ITU-T (anteriormente CCITT) se ocupa de la normalización de las telecomunicaciones.

ITU-R.BT.601 Recomendación ITU-R.BT.601. Esta recomendación define los parámetros para la digitalización para la señal de video por componentes analógicos. Es el estándar internacional para la digitalización de vídeo en componentes analógicos tanto para el sistema de 525 líneas como para el de 625 y se deriva de la norma SMPTE 125 M y del EBU Tech. 3246-E. ITU-R.BT.601 se aplica tanto a las señales diferencia de color (Y, R-Y, B-Y) como al vídeo RGB, y define sistemas de muestreo, valores de la matriz RGB/Y, R-Y, B-Y y características de filtrado. ITU-R.BT.601 normalmente se refiere al vídeo digital por componentes diferencia de color (en lugar del RGB), para el cual define un muestreo 4:2:2 a 13.5 MHz con 720 muestras de luminancia por línea activa y cuantización de 10 bits. La frecuencia de muestreo de cada una de las señales diferencia de color es de 6.75 MHz. Esta recomendación también contiene los parámetros para la digitalización de las señales SDTV con relación de aspecto 16:9, con una frecuencia de muestreo para la luminancia de 18 MHz.

ITV (Interactive Television). (Televisión interactiva).

Jitter (tremulación).

Ruido que se presenta en las señales digitales. En una señal SDI, la máxima tremulación o inestabilidad permitida debe ser inferior a 0.5 nanosegundos pico a pico (0.5 ns. pp.).

JPEG (Joint Photographic Experts Group). (Grupo de Expertos Fotográficos Unidos), ISO/ITU-T. JPEG es una norma para la compresión de datos de imágenes fijas (intra-campo).

Kbps (Kilo bits por segundo).

Key Signal (Señal de inserción). Técnica que consiste en superponer una imagen sobre otra. Existen diferentes señales de inserción -"Key signal"- dependiendo de la imagen que se quiera incrustar.

Letter box Reproducción de imágenes con relación de aspecto 16:9 en un televisor o pantalla con relación de aspecto 4:3, añadiendo bandas negras en la parte inferior y superior de la imagen. Cuando el proceso es de una imagen 4:3 en pantalla 16:9, y sin recortes, se denomina "pillarbox".

Level (Nivel). Referencia para la medición de una señal. En televisión digital los niveles nos determinan la velocidad del flujo de datos, la resolución de la imagen y la cantidad total de muestras de luminancia.

LF (Low Frecuency). (Baja Frecuencia). Desde 30 hasta 300 KHz.

LE (Linear Edition). Edición Lineal. Edición de video analógico donde la característica es el uso de cintas de video analógico.

Luminancia Se denomina con la letra "Y". Es la componente de la señal de video que contiene la información de negros y blancos de una imagen.

MAC (Media Access Control) (Control de Acceso al Medio). Es un identificador de 48 bits (6 bytes) que corresponde de forma única a una tarjeta o interfaz de red.

Macrobloque En una estructura 4:2:0 representa los cuatro bloques 8x8 de datos de luminancia y un bloque de 8x8 para cada una de las señales diferencias de color. En total el macrobloque tiene en este caso 6 bloques de 8x8. Para 4:2:2 el macrobloque está compuesto por cuatro bloques de 8x8 de luminancia y dos bloques de 8x8 para cada una de las señales diferencias de color. En este caso el macrobloque tiene 8 bloques de 8x8.

Mbits (Megabits).

Mbps (Megabits por segundo).

MF (Medium Frecuency). (Frecuencia media). Desde 300 KHz hasta 3 MHz.

MHz (Megahertzio).

MP (Main Profile). Perfil principal del estándar MPEG-2.

MP@ML (Main Profile@Main Level). (Perfil principal@Nivel principal). Se refiere a la comparación del Perfil Principal con el Nivel Principal del estándar MPEG-2

MPEG (Moving Pictures Experts Group). (Grupo de Expertos de Imágenes en Movimiento). MPEG se ocupa de definir las normas para la compresión de datos de imágenes en movimiento.

MPEG-2 Estándar de compresión de audio, video y datos para radiodifusión profesional. El MPEG-2 especifica los formatos en que deben de representarse los datos en el decodificador así como el conjunto de normas para interpretar estos datos. Es un estándar definido específicamente para la compresión de vídeo, utilizado para la transmisión de imágenes en vídeo digital.

Multicast Sistema para transportar varias señales de televisión por un mismo canal. Estas señales son comprimidas y combinadas posteriormente en un múltiplex de transporte.

Múltiplex (MUX o Canal Múltiple). Canal de frecuencia radioeléctrica que permite albergar varios programas digitales de televisión (de 4 a 6) y otros servicios digitales (datos, internet, etc.) gracias a técnicas de compresión.

Multiplexación Sistema que permite la combinación de varios canales previamente comprimidos de forma que ocupan un único transpondedor si se trata del satélite y de un canal para varios programas en la televisión digital.

MUSICAM (Masking pattern a Universal Sub-band Integrated Coding and Multiplexing). Nombre de la compresión de audio en el estándar DVB-T.

NLE (Non Linear Edition). (Edicion no Lineal). Edición de video digital.

NRZ (Non Return to Zero). Tren de datos donde un "1" lógico corresponde a un estado alto y un "0" lógico a un estado bajo. En este tren de datos el estado lógico permanece en "1" mientras los datos de transmisión están en "1".

NRZI (Non Return to Zero Invert). Método de codificación en el cual cuando hay un "0" no hay cambio lógico, mientras que un "1" implica una transición de un nivel lógico "1" a otro nivel.

NTSC (National Televisión Standard Committe). (Comité Nacional de Sistemas de Televisión). Comité fundado en los Estados Unidos para estudiar y emitir recomendaciones acerca de los aspectos técnicos de la televisión.

Nyquist (frecuencia) Mínima frecuencia capaz de muestrear con exactitud una señal analógica. Es siempre el doble de la máxima frecuencia de la señal que se muestrea.

OFDM (Orthogonal Frequency División Multiplexing). Sistema de modulación digital que divide la información y la transmite a través de múltiples portadoras.

Overscan Efecto por el cual, al ver una imagen en un televisor, la imagen contenida cerca de los bordes (aproximadamente un 4 a 5% en cada borde) queda fuera del área de visión de la pantalla. Al área que no aparece se le denomina área de "overscan".

P (Predictive). (Predictivo). La imagen de predicción (P), en MPEG-2, se predice con base a la información de la imagen anterior. Por su función se le denomina "ancla" (anchor), igual que a las imágenes I.

Packet (Paquete). Un paquete consiste en una cabecera seguida de un número de bytes contiguos, de un flujo de datos elemental.

PAL (Phase Alternation Line). Sistema que emplea una señal de luminancia y dos señales de color que representan dos de los tres colores primarios; es un estándar analógico de televisión fundamentalmente utilizado en Europa, casi siempre con el sistema de 625/50 líneas/campo, barrido entrelazado.

Pan & Scan Es un método para conseguir que videos con relación de aspecto 16:9 se vean a pantalla completa en un televisor convencional (relación de aspecto 4:3), mediante el corte de los laterales (pillarbox) de la imagen original. No se considera un buen método ya que hace perder un alto porcentaje de la imagen.

Pb Se refiere a la componente analógica diferencia de color azul.

PCM (Pulse Code Modulation): (Modulación por pulsos codificados). Modulación digital usada para grabar audio de alta calidad.

PES (Packetized Elementary Stream). (Flujo elemental empaquetado). Es un flujo de datos elemental (ES), el cual ha sido empaquetado. El PES puede ser de video, audio o datos.

P Frame (Cuadro P). Cuadro predictivo (P), formado con la información del cuadro (I) y de los cuadros (P) anteriores.

Pillar Box Barras negras verticales a la izquierda y a la derecha de una imagen, producidas al convertir una imagen de una relación de aspecto 4:3 a 16:9.

PMT: (Program Map Table). (Tabla del mapa de programas). Información incluida en el flujo de transporte (TS), la cual contiene toda la información de flujos de datos de cada programa, tal como video, audio y datos.

Portadora Portadora u onda portadora es la que transporta la información de video, audio y/o cualquier otro tipo de información deseada.

Post Producción Proceso en el cual se seleccionan y combinan varias fuentes de video una vez obtenido todo el material.

PPV (Pay Per View). (Pago por visión). Sistema por el cual el usuario elige acceder, mediante pago, a la emisión de un contenido..

Pr En la señal analógica por componentes, es la componente de crominancia diferencia de color al rojo.

Progressive Scan (Barrido progresivo).

PSI (Program specific information). (Información específica de programa). El PSI contiene datos normativos que son necesarios para el de-multiplexado de los flujos de transporte. Está formado por cuatro tablas: PAT, PMT, NIT y CAT.

PSK (Phase Shift Keying). (Modulación por cambio de fase). Modulación de una portadora por corrimiento de fase.

PSM (Program Stream Multiplexer). (Multiplexador del flujo de programa).

QAM (Cuadrature Amplitude Modulation). (Modulación de amplitud en cuadratura).

Técnica de modulación en que los datos modulan en amplitud dos portadoras ortgonales entre sí. Usualmente las portadoras son sinusoidales.

QPSK (Quadrature Phase Shift Keying). (Modulación de fase en cuadratura). Es una versión muy extendida de la modulación en fase, que utiliza una sola frecuencia de la portadora, para producir cuatro fases distintas de salida. Las cuatro fases coinciden con los ejes de coordenadas.

Reclocking Dispositivo utilizado para recuperar la señal original cuando ésta es atenuada por el cable. Adicionalmente este dispositivo corrige el ruido y el "jitter" (tremulación) de la señal SDI.

Red de Frecuencia Única Conjunto de estaciones transmisoras que permiten cubrir una cierta zona del territorio, llamada zona de servicio, utilizando la misma frecuencia o canal radioeléctrico en todas las estaciones, emitiendo la misma señal de manera sincronizada

Redundancia Equipos, dispositivos o informaciones que se duplican, con el fin de reducir el riesgo de salir de servicio.

Resolución Es el número de píxeles que se muestran en una pantalla.

RGB (Red, Green, Blue). (Rojo, Verde, Azul). Abreviatura de los colores primarios utilizados en televisión: rojo (Red), verde (Green) y azul (Blue).

RS (Reed Solomon). Sistema de corrección de errores utilizado en los estándares de transmisión digital.

RS-232 Norma de transmisión serie RS-232 con conector de 25 terminales con una serie de señales de protocolo que no son necesarios en comunicaciones normales.

RS-422 Norma de transmisión de datos en serie de medio alcance (típicamente hasta 300 m). RS 422 se usa mucho para el control de las conexiones en las áreas de producción y postproducción.

Sampling (Muestreo). El proceso de tomar muestras de una señal, usualmente a intervalos de tiempos idénticos.

SAV (Start Active Video). (Comienzo del video activo). Código de 4 palabras de 8 o 10 bits cada una que se utiliza para indicar el comienzo de la línea de video activa.

SDI (Serial Digital Interface). (Interfase digital serie). Interfase de bits en serie. Esta norma está basada en una velocidad de transferencia de 270 Mbps., con una estructura de muestreo 4:2:2 y una resolución de cuantificación de 10 bits.

SDTV (Standard Digital Television). (Televisión digital estándar). Se refiere a la televisión de definición estándar.

SECAM (Sèquentiel Couler Avec Mémoire). Se trata del estándar de televisión creado por Henri de France.

Servicios Digitales Adicionales Son aquellos que junto al servicio de televisión, permiten a los operadores prestar servicios como vídeo bajo demanda (VOD), correo electrónico, Internet, juegos interactivos y otros.

Sequence (Secuencia). Agrupación de varios GOPs.

Serializer (Serializador). Dispositivo cuya función es la de convertir una información de bits en paralelo a una información de bits en serie.

SET-TOP BOX (STB). Dispositivo utilizado antes del receptor de televisión, cuya función es la de demodular, descomprimir y desencriptar la señal de televisión. El STB puede incluir otras funciones como Internet, VoIP y similares.

SFN (Single Frecuency Network). (Redes de frecuencia Única). Conjunto de redes de transmisión cuya característica es la de recibir y radiar con la misma frecuencia y modulación. Son utilizadas en el estándar DVB-T, teniendo que estar sincronizados todos los transmisores. No permiten realizar desconexiones en operación.

SHF (Super High Frequency). (Súper alta frequencia). Desde 30 hasta 300 GHz.

Simulcast Transmisión simultánea de los mismos contenidos teledifundidos por dos vías o tecnologías diferentes, por ejemplo, con tecnología analógica y digital. **Slice** (Tira). En un paquete MPEG-2, corresponde a una serie de macrobloques ordenados en forma horizontal y continua, de izquierda a derecha.

SMPTE (Society of Motion Picture and Television Engineers). (Sociedad de Ingenieros de cine y televisión). Entidad que desarrolla estandares en televisión y audio.

S/N o SNR (Signal to noise ratio). (Relación Señal/Ruido). La relación entre el ruido y la información útil de la imagen (señal) se suele expresar en dB.

Streaming Transmisión de datos en un flujo constante.

TDT (Televisión Digital Terrenal). En inglés DTTB. Plataforma de televisión digital cuya transmisión se realiza por sistemas de radiodifusión terrenos, es decir, con antenas situadas en la superficie de la tierra.

Test Signal (Señal de prueba). Señal electrónica utilizada como referencia para la prueba de equipos y medición de señales.

Transport Stream Packet Header (Cabecera del paquete del flujo de transporte) Una estructura de datos usada para enviar información acerca de la carga útil del flujo de transporte.

TS (Transport Stream). (Flujo de transporte). Paquetes MPEG-2, con un total de 188 bytes cada uno. Los primeros cuatro bytes corresponden a la cabecera de información y los otros 184 a la carga útil de datos.

TSP (Transport Stream Packet). Paquete del flujo de transporte).

UHF (Ultra High Frecuency). (Ultra Alta Frecuencia). Desde 300 MHz hasta 3 GHz.

UIT/ITU Unión Internacional de Telecomunicaciones.

Up Converter (Conversor ascendente). Dispositivo que, mediante interpolaciones, convierte una señal SDI de 270 Mbps. a una de HDTV de 1080i o 720p.

Vertical crop (Corte vertical). Pérdida de imagen de los lados izquierdo y derecho, debido a la conversión de la imagen de una relación de aspecto de 16:9 a 4:3.

VHF (Very High Frequency). (Muy Alta Frecuencia). Desde 30 a 300 MHz.

Vídeo por componentes (Component Video). Sistema de vídeo que contiene tres señales separadas por color en forma analógica o digital. Los términos usados son:

- RGB, (Red, Green, Blue), (Rojo, Verde, Azul), y diferencias de color,
- YCbCr, (Luminancia, diferencia de color al azul, diferencia de color al rojo),
- YPbPr, (Luminancia, diferencia de color al azul, diferencia de color al rojo),
- YUV, (Luminancia, diferencia de color al azul, diferencia de color al rojo).

Video Sequence (Secuencia de video)

La estructura más alta de un flujo de bits de video codificado. Contiene series de uno o más GOPs.

VLF (Very Low Frecuency). (Muy baja frecuencia). Desde 3 hasta 30 KHz.

VTR (Video Tape Recorder). Videograbadora de cinta magnética. // Área de reproducción de videos en el Master Control.

Wide Screen (Pantalla ancha). Se refiere a la relación de aspecto 16:9, utilizada en televisión digital.

Y/C Formato de video compuesto por dos señales, la luminancia y la crominancia. La luminancia = Y, es una de las dos componentes de una señal de vídeo, que corresponde a las informaciones negro y blanco contenidas en una imagen. La crominancia = C, es la componente que corresponde a la información de color. Este formato es utilizado en aplicaciones semiprofesionales.

Y, Cr, Cb Señales digitales de luminancia y diferencia de color en una codificación ITU-R 601. La señal de luminancia Y se muestrea a 13.5 MHz y las dos señales diferencia de color se muestrean a 6.75

MHz simultáneamente con una de las muestras de luminancia. Cr es la versión digitalizada del componente analógico (R-Y), al igual que Cb es la versión digitalizada de (B-Y).

Y, (R-Y), (B-Y) Son las señales analógicas de luminancia, Y, y diferencia de color, (R-Y) y (B-Y) del vídeo en componentes. Y contiene información de luminancia únicamente mientras que las dos señales diferencia de color juntas proporcionan la información de color.

YUV Abreviatura que se utiliza para describir las señales de luminancia y los componentes diferencia de color analógicos en los sistemas de vídeo por componentes.

Zig-zag Tipo de barrido progresivo que se realiza después de la cuantificación en un compresor de video. Su objetivo es el de eliminar bits sin pérdida en la calidad de la imagen.

BIBLIOGRAFÍA:

BENOIT, H. *Television Digital:MPEG-1, MPEG-2.* 2nd ed. Madrid: Paraninfo . 2004. 179 p. ISBN 8428324832.

BURROWS, Thomas D., *et al.* Producción de video. Traducido por ER Cosío. 8th ed. México: 13 D.F. 2002. 393 p. McGraw-Hill. ISBN 0-07-231452-4.

IBRAHIM, K.F. Televisión & Video Technology. 4th ed. Gran Bretaña. 2007. 306 p. ISBN: 978-075068-165-0.

MOMPIN. J. *Aplicaciones de la Electrónica*. Producción Ana Soriano.. Barcelona: Boixareu Editores. 1984, ISBN-84-267-0532-4.

SIMONETTA, José. Televisión Digital Avanzada. 1st ed. Argentina: Intertel, 2002. 640 p. ISBN 950-99561-2-0.

SMALE, PH., and Green, DC. Sistemas de telecomunicaciones y transmisión. Traducido por LA. Rodríguez. 1st ed. Londres. 1982. ISBN 84-283-1225-7.

WHITAKER, Jerry. The Revolution in Digital Video. Editado por Steve Chapman. 2nd ed. Estados Unidos: McGraw Hill, 1999. 635 p. ISBN 0-07-135474-3.

WHITAKER, Jerry. *Televisión Engineering Handbook.* rev. ed. New York. McGraw Hill. 2006. 428p.

Advanced Broadcasting Electronics [en línea]. Carabaggio (Italia). Via L. Da Vinci 1992. revisión abril 2008 [citado abril 27, 2008]. Transmisores de TV. Disponible en la Word Wide Web: http://www.abe.it/online/transmisores_repetidores.php.

Advanced Xilinx Product. [en línea]. Audio/Video Connectivity Solutions. Marzo 24 2005. [citado Junio 8, 2008]. Capitulo 2. SD-SDI Physical Layer Implementation. Disponible Word Wide Web: http://www.xilinx.com/esp/broadcast/interface.htm# SDI.

NATTRESS, Graeme. Mas allá del DV con FCP HD [en línea]. Translated by Emilio Blaxi. The Ken Sotote. Ottawa (Canada). Nattress Production Inc. 10 de Enero 2005 [citado diciembre 5, 2008]. Formatos de cinta compatibles con Final Cut Pro._Disponible en la Word Wide Web: http://www.kenstone.net/fcp_homepage /beyond_dv_nattress_spanish.html

NEMSER, Benjamin. Nueva tecnología en cables para estudios en el mundo digital HD [en línea]. Volumen 2, ed. 5 Colombia. B2BPortales. Octubre 2008. revisión octubre 20 [citado noviembre 5, 2008] ISSN 0121-9235. Disponible Word Wide Web: http://www.tvyvideo.com/.