



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

---

---

FACULTAD DE INGENIERÍA

“ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DE UN  
SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN DE  
PRODUCCIÓN Y REPRODUCCIÓN DE VIDEO”

T E S I S   P R O F E S I O N A L  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO ELÉCTRICO ELECTRÓNICO  
P R E S E N T A:

MARTÍN BARAJAS GONZÁLEZ



DIRECTOR DE TESIS:  
DR. JAIME BALTAZAR MORALES SANDOVAL.

CIUDAD UNIVERSITARIA, MÉXICO D.F.



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

# ÍNDICE

## Agradecimientos

|  |           |
|--|-----------|
| Introducción   | 1         |
| <b>CAPÍTULO 1. LA SEÑAL DE TELEVISIÓN</b>                          | <b>3</b>  |
| 1.1 LA SEÑAL DE AUDIO Y VIDEO                                      | 3         |
| 1.2 LA IMAGEN DE TELEVISIÓN  | 4         |
| 1.3 BARRIDO HORIZONTAL Y VERTICAL                                  | 5         |
| 1.4 INFORMACIÓN DE LA SEÑAL DE VIDEO                               | 7         |
| 1.5 IMÁGENES EN MOVIMIENTO   | 9         |
| 1.6 FRECUENCIAS DE CUADROS Y DE CAMPOS                             | 10        |
| 1.7 FRECUENCIAS DE BARRIDO HORIZONTAL Y VERTICAL                   | 11        |
| 1.8 SINCRONIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL                           | 12        |
| 1.9 BORRADO HORIZONTAL Y VERTICAL                                  | 14        |
| 1.10 LA SEÑAL DE COLOR DE 3.58 MHz                                 | 14        |
| 1.11 CUALIDADES DE LA IMAGEN                                       | 16        |
| 1.12 EL SISTEMA NTSC   | 19        |
| 1.13 AJUSTES   | 19        |
| <b>CAPÍTULO 2. VIDEO DIGITAL</b>                                   | <b>23</b> |
| 2.1 LA TÍPICA CAJA NEGRA DIGITAL                                   | 23        |
| 2.2 MUESTREO DE LA SEÑAL   | 24        |
| 2.3 CUANTIFICACIÓN DE LOS VALORES MUESTREADOS                      | 26        |
| 2.4 CONVERSIÓN D/A   | 29        |
| 2.5 LOS ESTÁNDARES DE LA SEÑAL COMPUESTA DIGITAL                   | 31        |
| 2.6 EL ESTÁNDAR $4F_{sc}$ NTSC.                                    | 31        |
| 2.7 ESTRUCTURA DEL MUESTREO  | 32        |
| 2.8 LOS ESTÁNDARES PARA COMPONENTE DIGITAL                         | 34        |
| 2.9 LOS RANGOS DE MUESTREO   | 35        |
| 2.10 LAS SEÑALES CODIFICADAS                                       | 36        |
| 2.11 LAS FRECUENCIAS DE MUESTREO                                   | 36        |
| 2.12 LA ESTRUCTURA DEL MUESTREO                                    | 39        |
| 2.13 CARACTERÍSTICAS DEL HVS (HUMAN VISUAL SYSTEM)                 | 40        |
| 2.14 PROCESO DE CODIFICACIÓN DCT<br>(TRANSFORMADA COSENO DISCRETA) | 41        |
| 2.15 PROCESO DE CUANTIFICACIÓN DEL BLOQUE DCT                      | 49        |
| 2.16 EXPLORACIÓN EN ZIGZAG   | 50        |
| 2.17 CODIFICACIÓN DE NIVEL Y LONGITUD CONTINUA                     | 50        |
| 2.18 CODIFICACIÓN DE LONGITUD-VARIABLE                             | 51        |
| 2.19 MEMORIA BUFFER  | 52        |
| 2.20 DECODIFICADOR DCT   | 53        |
| 2.21 ESTÁNDARES DE COMPRESIÓN DE VIDEO                             | 55        |
| 2.22 JERARQUÍA EN LA ESTRUCTURA DE DATOS DE VIDEO                  | 55        |

|  |            |
|--|------------|
| 2.23 ESQUEMAS JPEG Y JPEG CON MOVIMIENTO                             | 58         |
| 2.24 ESQUEMA DE VIDEO MPEG-1   | 59         |
| 2.25 FORMATO INTERMEDIO DE FUENTE COMÚN (CSIF)                       | 59         |
| 2.26 EL ESTÁNDAR MPEG-1  | 61         |
| 2.27 ESQUEMA DE VIDEO MPEG-2   | 62         |
| 2.28 VELOCIDADES DE DATOS Y RELACIONES DE COMPRESIÓN                 | 65         |
| 2.29 MEDICIONES DE VIDEO   | 67         |
| 2.29.1 Monitoreo y herramientas de medición                          | 67         |
| 2.29.2 Amplitud de la señal  | 68         |
| 2.29.3 Medición de tiempo utilizando la pantalla de lightning (rayo) | 70         |
| 2.29.4 Pantalla de diamante  | 72         |
| 2.29.5 Pantalla de punta de flecha                                   | 76         |
| <br>   |            |
| <b>CAPÍTULO 3. FLUJO ACTUAL DE UN PRODUCTO TERMINADO</b>             | <b>79</b>  |
| 3.1 LA GRABACIÓN   | 79         |
| 3.1.1 Grabación en estudio   | 79         |
| 3.1.1.1 Grabación en estudio en vivo                                 | 83         |
| 3.1.2 Grabación en Locación (Sistema Portátil)                       | 84         |
| 3.1.3 Grabación en Unidad Móvil                                      | 86         |
| 3.2 LA POST-PRODUCCIÓN   | 88         |
| 3.2.1 Calificación   | 88         |
| 3.2.2 Off Line   | 89         |
| 3.2.3 Captura de Material en el sistema de Edición No Lineal         | 90         |
| 3.2.4 Edición  | 99         |
| 3.2.5 Post-Producción  | 99         |
| 3.3 EL VIDEOSERVIDOR   | 100        |
| 3.4 RECURSOS UTILIZADOS  | 101        |
| <br>   |            |
| <b>CAPÍTULO 4. NECESIDADES Y PROPUESTAS DE SOLUCIÓN</b>              | <b>103</b> |
| 4.1 LA JUSTIFICACIÓN   | 103        |
| 4.2 REQUERIMIENTOS Y FUNCIONALIDADES BÁSICAS DEL SISTEMA             | 105        |
| 4.2.1 Estaciones de Ingesta  | 105        |
| 4.2.2 Estaciones de Catalogación                                     | 107        |
| 4.2.3 Estaciones de Programación                                     | 110        |
| 4.2.4 Play Out   | 111        |
| 4.2.5 Estaciones de Administración                                   | 112        |
| 4.2.6 Módulos de control   | 112        |
| 4.2.7 Módulos de Almacenamiento Centralizado Online                  | 113        |
| 4.2.8 Equipos de Medición  | 114        |

|  |         |
|--|---------|
| CAPÍTULO 5. EL SISTEMA TAPELESS                              | 119     |
| 5.1 EL HARDWARE NECESARIO                                    | 119     |
| 5.2 LA ESTRUCTURA DEL SISTEMA TAPELESS                       | 122     |
| 5.3 EL ALMACENAMIENTO EN LÍNEA                               | 124     |
| 5.3.1 El volumen PRDM  | 126     |
| 5.3.1.1 La Carpeta Consolidated                              | 126     |
| 5.3.1.2 Las Carpetas Dropped y Dropped HD                    | 126     |
| 5.3.1.3 La Carpeta Ingest                                    | 127     |
| 5.3.1.4 La Carpeta Proxy                                     | 128     |
| 5.3.1.5 La Carpeta SelfContained                             | 129     |
| 5.3.1.6 La Carpeta SLFMedia                                  | 129     |
| 5.3.2 El Volumen FCP   | 129     |
| 5.3.3 El Volumen PLYM  | 130     |
| 5.3.4 El Servidor Controlador de Metadata                    | 131     |
| 5.4 LAS APLICACIONES DEL SISTEMA TAPELESS                    | 132     |
| 5.4.1 El Cliente de Producción                               | 132     |
| 5.4.1.1 El Navegador de Contenidos                           | 133     |
| 5.4.1.2 Ingestador de Clips                                  | 133     |
| 5.4.1.3 El Editor de Clips                                   | 135     |
| 5.4.2 El Reproductor de Media                                | 136     |
| 5.4.3 Cliente de Play Out                                    | 136     |
| 5.4.4 Unidad de Granja de Render                             | 137     |
| 5.4.5 La Aplicación del Servidor de Producción               | 137     |
| 5.5 LAS TERMINALES DE INGESTA                                | 137     |
| 5.6 LAS TERMINALES DE CATALOGACIÓN                           | 139     |
| 5.7 LAS TERMINALES DE PLAY OUT                               | 140     |
| 5.8 LAS TERMINALES DE BROWSING                               | 142     |
| 5.9 LAS SALAS DE EDICIÓN NO LINEAL                           | 143     |
| 5.10 LAS TERMINALES DE ADMINISTRACIÓN                        | 143     |
| 5.11 LOS SERVIDORES DE PRODUCCIÓN                            | 143     |
| 5.11.1 El Servidor de Producción 01                          | 143     |
| 5.11.2 El Servidor de Producción 02                          | 144     |
| 5.11.3 El Servidor de Producción 03                          | 144     |
| 5.12 EL SERVIDOR DE COMUNICACIÓN CON LA LIBRERÍA<br>ROBÓTICA | 144     |
| 5.13 LOS SERVIDORES DE PLAY OUT                              | 144     |
| 5.14 LOS SERVIDORES DE TESTIGOS                              | 145     |
| 5.15 LOS SERVIDORES DE ASISTENTE EN VIVO                     | 145     |
| <br>CONCLUSIONES   | <br>147 |
| <br>REFERENCIAS  | <br>149 |
| <br>ANEXO A. FORMATOS BETACAM                                | <br>I   |
| <br>ANEXO B. FORMATO DV Y HDV                                | <br>V   |

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| ANEXO C. FORMATO XDCAM    | VII |
| ANEXO D. CÓDIGO DE TIEMPO | IX  |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1-1 a) Imagen fija: ilustra la información de la imagen.<br>b) Vista ampliada: muestra los elementos individuales de la imagen.  | 4  |
| Figura 1-2 Reproducción de una imagen duplicando sus elementos de imagen.   | 5  |
| Figura 1-3 Representación gráfica del barrido de una línea horizontal.  | 6  |
| Figura 1-4 Información de la señal de video para el barrido de una línea horizontal.  | 8  |
| Figura 1-5 Forma de barrido de los dos campos a) campo impar, b) campo par.   | 12 |
| Figura 1-6 Imagen de color normal   | 15 |
| Figura 1-7 La calidad de la imagen se incrementa con más detalle para una mejor resolución. La imagen de la derecha es una imagen con pocos detalles, la resolución es deficiente y en la imagen de la izquierda los detalles son más finos para una buena calidad. | 17 |
| Figura 1-8a Relación de aspecto 4:3.  | 18 |
| Figura 1-8b Relación de aspecto 16:9.   | 19 |
| Figura 1-9 Despliegue del CRT de la graticula de la forma de onda.  | 20 |
| Figura 1-10 Señal de barras NTSC para ajuste de video.  | 21 |
| Figura 1-11 Señal de barras representada en la pantalla de vectorscopio.  | 21 |
| Figura 2-1 La típica caja negra digital representada en un diagrama a bloques.  | 23 |
| Figura 2-2 Espectro de la señal muestreada.   | 24 |
| Figura 2-3 Espectro ideal de la banda base muestreada.  | 25 |
| Figura 2-4 "Aliasing" provocado por una frecuencia baja en el muestreo.   | 25 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 2-5 Espectro de la banda base muestreada y filtrada.   | 26 |
| Figura 2-6 El proceso de cuantificación.  | 27 |
| Figura 2-7 Forma de onda en la salida del convertidor D/A   | 29 |
| Figura 2-8 Espectro de una señal a la salida D/A  | 30 |
| Figura 2-9 Pérdidas de alta frecuencia en dos frecuencias típicas del Muestreo  | 31 |
| Figura 2-10 Espectro de la señal NTSC <i>muestreada</i> $4f_{SC}$   | 32 |
| Figura 2-11 Diagrama de fase que muestra la relación entre las proyecciones del vector crominancia en el sistema de ejes R-Y/B-Y y el sistema de ejes I/Q | 33 |
| Figura 2-12. Diagrama a bloques simplificado de un codificador NTSC I/Q   | 33 |
| Figura 2-13. Instantes de muestreo $4f_{SC}$ de la señal compuesta NTSC analógica   | 34 |
| Figura 2-14. Especificación del filtro pasa bajas de Y  | 37 |
| Figura 2-15. Espectro de la señal de luminancia muestreada en 13.5 MHz  | 38 |
| Figura 2-16. Especificación del filtro pasa bajas para las diferencias de color   | 38 |
| Figura 2-17. Espectro de la señal de luminancia muestreada en 13.5 MHz  | 39 |
| Figura 2-18. Detalle de la estructura del muestreo ortogonal 4:2:2 para un barrido de 525/60  | 40 |
| Figura 2-19. Resolución y ángulo de visión  | 41 |
| Figura 2-20. Pantallas de TV convencional y alta definición   | 41 |
| Figura 2-21. Resumen de una codificación DCT unidimensional   | 42 |
| Figura 2-22 Resumen de la codificación del bloque DCT de dos dimensiones  | 44 |
| Figura 2-23. Formateo de un bloque DCT 8X8  | 46 |
| Figura 2-24. Formateo de un bloque DCT 8X8  | 47 |
| Figura 2-25 Proceso simplificado de la reducción de datos de video utilizando un esquema DCT  | 48 |



|  |    |
|--|----|
| Figura 2-26 Estructura de macro bloques de varios formatos de muestreo                                   | 48 |
| Figura 2-27. Proceso básico de reducción de datos de imagen realizado con un esquema de codificación DCT | 49 |
| Figura 2-28 Exploración en zigzag y codificación HUFFMAN   | 50 |
| Figura 2-29. Decodificador Básico DCT  | 53 |
| Figura 2-30. Proceso inverso del bloque DCT 8X8 y relación de errores de datos                           | 54 |
| Figura 2-31. Arquitectura del flujo de datos de video MPEG   | 56 |
| Figura 2-32. Estructura de datos de imagen comprimida MPEG   | 56 |
| Figura. 2-33 Grupo de Imágenes Típico (GOP) en los sistemas MPEG   |    |
| Figura 2-34 El proceso de conversión de CCIR-601 en CSIF   | 60 |
| Figura 2-35. Señal de datos correcta a 2870 Mbps vista en un monitor<br>Forma de Onda                    | 69 |
| Figura 2-36 Desarrollo de diagrama de ojo  | 69 |
| Figura 2-37 Pantalla lightning (rayo) para una señal de barras de color al 100%                          | 70 |
| Figura 2-38 Pantalla de lightning  | 71 |
| Figura 2-39 Desarrollo de la pantalla de lightning   | 72 |
| Figura 2-40 Pantalla de lightning con error en la Ganancia de P´r  | 72 |
| Figura 2-41 Pantalla de Diamante   | 73 |
| Figura 2-42 Desarrollo de la mitad superior de la pantalla de diamante                                   | 74 |
| Figura 2-43 Pantalla de diamante del espacio de color legal  | 75 |
| Figura 2-44. Pantalla punta de flecha, Tektronix, con barras de color por componentes al 75% para NTSC   | 76 |
| Figura 2-45 Valores de la graticula de la punta de flecha NTSC   | 77 |
| Figura 3-1 Máquinas grabadoras y reproductoras Betacam SX, SP  |    |

|  |    |
|--|----|
| y XDCAM, así como controles del Kaleido y los sincronizadores  | 80 |
| Figura 3-2 Unidad de control de cámaras (CCU), auxiliado por un monitor de imagen por cámara y un monitor forma de onda para revisar que todos los niveles de video esten conforme a la norma NTSC | 80 |
| Figura 3-3 En la cabina de audio se monitorea y se ajustan los niveles de audio antes y durante la grabación   | 81 |
| Figura 3-4 Switcher utilizado en las grabaciones del estudio B   | 81 |
| Figura 3-5 Configuración dada al multipantalla para poder observar los diferentes equipos que están grabando y/o reproduciendo   | 82 |
| Figura 3-6 Cámara modelo PDW-F35 grabación en disco XDCAM de alta definición con una resolución de 1440X1080   | 84 |
| Figura 3-7 Kit de iluminación , el cual consiste de tres lámpara de 450 Watts  | 85 |
| Figura 3-8 Tipos de micrófono que se utilizan en un sistema portátil,  | 85 |
| Figura 3-9 Interior de la unidad móvil   | 86 |
| Figura 3-10 Una de las plantas con las que cuenta la unidad móvil  | 87 |
| Figura 3-11 Control y monitoreo de las plantas de alimentación de energía  | 87 |
| Figura 3-12 Isla de edición lineal   | 89 |
| Figura 3-13 Representación de los discos con los que cuentan las salas de edición no lineal  | 90 |
| Figura 3-14 Aplicaciones de edición y de apoyo   | 91 |
| Figura 3-15 Tarjeta AJA KONA 3   | 92 |
| Figura 3-16 Lector de discos XDCAM mod PDW-U1  | 93 |
| Figura 3-17 Pantalla de settings de audio y video  | 94 |
| Figura 3-18 Pantalla de enrutamiento para guardar los proyectos  | 95 |
| Figura 3-19 Sala de edición no lineal con Velocity Q   | 95 |
| Figura 3-20 Down convert tipo letterbox  | 97 |

|  |     |
|--|-----|
| Figura3-21 Down Convert tipo Squeeze   | 97  |
| Figura 3-22 Down Convert tipo Edge Crop  | 97  |
| Figura 3-23 Máquinas reproductoras de los formatos SX (3), Mini HDV (1) y XDCAM(1), así como la tira de parcheo y los monitores tanto de imagen como los monitoreos de normas que se realizan con los rasterizadores | 98  |
| Figura 3-24 Ejemplo de postproducción de video   | 100 |
| Figura 3-25 Resumen del proceso actual para obtener un producto terminado  | 102 |
| Figura 4-1 Flujo de Trabajo implementando el sistema Tapeless  | 104 |
| Figura 5-1 Servidores Xserve vista frontal   | 120 |
| Figura 5-2 Vista Trasera de los servidores Xserve  | 120 |
| Figura 5-3 Switch marca Extreme con velocidad de transferencia de 10/100/1000 Mb/s   | 121 |
| Figura 5-4 Switch de fibra óptica  | 122 |
| Figura 5-5. Estructura del sistema Tapeless  | 123 |
| Figura 5-6 Arreglo de Discos Marca Promise Clase E y J   | 124 |
| Figura 5-7 Disco duro de 1 TB de capacidad de un arreglo promise clase E   | 125 |
| Figura 5-8 Volúmenes que conforman la SAN  | 126 |
| Figura 5-9 La carpeta de Dropped dentro de el volumen de PRDM  | 127 |
| Figura 5-10. La carpeta de Ingest dentro del volumen de PRDM   | 128 |
| Figura 5-11. La Carpeta de Proxy dentro del volumen de PRDM  | 128 |
| Figura 5-12. La carpeta de Self Contained dentro de PRDM   | 129 |
| Figura 5-13 El volumen de FCP así como sus contenido   | 130 |
| Figura 5-14 El Volumen de PLYM y su contenido  | 131 |
| Figura 5-15 Pantalla Principal de la aplicación para la administración de la SAN   | 132 |
| Figura 5-16 Ventana Principal de Content Navigator   | 133 |

|   |     |
|---|-----|
| Figura 5-17 Ventana principal de Clip Ingest  | 134 |
| Figura 5-18 Ventana de Multi Ingest   | 135 |
| Figura 5-19 Ventana principal de Editor   | 136 |
| Figura 5-20 Terminal de ingesta compuesta por una computadora modelo Mac pro, una máquina Betacam SX, rasterizador y monitor de imagen de 24 pulgadas   | 138 |
| Figura 5-21 Terminal de ingesta compuesta por una computadora modelo Mac pro, una máquina Betacam SP (con convertidor de análogo a digital), rasterizador y monitor de imagen de 24 pulgadas. | 138 |
| Figura 5-22 Terminal de ingesta compuesta por una computadora modelo Mac pro, una máquina reproductora de discos XDCAM, rasterizador y monitor de imagen de 24 pulgadas                       | 139 |
| Figura 5-23 Listado de las formas de catalogación del sistema Tapeless  | 140 |
| Figura 5-24 Ventana de Play List.   | 141 |
| Figura 5-25 Ventana de Control del cliente de Play Out  | 142 |
| Figura 5-26 Ventana principal del servidor de Live Assist   | 145 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |     |
|---|-----|
| TABLA 1-1 EQUIVALENCIAS ENTRE UNIDADES IRE Y mv.  | 20  |
| TABLA 2-1 RESUMEN DE LOS PARÁMETROS DE<br>CODIFICACIÓN PARA LA SEÑAL DIGITAL<br>COMPUESTA 4F <sub>sc</sub> NTSC | 32  |
| TABLA 2-2 RESUMEN DE LOS PARÁMETROS DE<br>CODIFICACIÓN 4:2:2 PARA LA NORMA DE<br>BARRIDO 525/60                 | 36  |
| TABLA 2-3 RANGOS Y CATEGORIAS DE COEFICIENTES DE AC   | 51  |
| TABLA 2-4 EJEMPLO DE TABLA DE CODIGO HUFFMAN DE<br>COEFICIENTES AC (TABLA JPEG)                                 | 52  |
| TABLA 2-5 CARACTERÍSTICAS DE LOS FORMATOS CSIF<br>BASADAS PARA OPERACIONES EN TV DE<br>525/60 Y 625/60          | 61  |
| TABLA 2-6 PARÁMETROS DEL FLUJO DE BITS PARA LA<br>CODIFICACIÓN MPEG-1   | 61  |
| TABLA 2-7. PARÁMETROS MÁXIMOS PARA LOS NIVELES<br>Y PERFILES DE MPEG-2  | 64  |
| TABLA 2-8 REDUCCIÓN DE VELOCIDAD DE BIT (BRR)   | 67  |
| TABLA 4-1 COMPARATIVO DE PROPUESTAS PARA LA<br>ADQUISICION DE UN SISTEMA TAPELESS                               | 117 |

## **AGRADECIMIENTOS.**

En primer lugar agradezco a mis padres por el apoyo que me han otorgado todos estos años, sus consejos, así como sus observaciones.

A mis hermanos, con los cuales siempre he contado, pues gracias a ellos sé que se pueden lograr las metas disfrutando el camino para llegar a ellas; también agradezco mis sobrinos, que son parte esencial en la familia.

Para mis verdaderos amigos de la facultad como los de mi trabajo que siempre conté con su apoyo tanto a nivel profesional como personal.

A toda mi familia le agradezco ya que de manera directa, ha influenciado en mi vida originando en mí una personalidad, así como disfrutando momentos, y apoyándonos siempre que lo necesitamos.

A mis maestros, que fueron una parte fundamental para mi desarrollo profesional y personal.

Un agradecimiento muy importante a mi tutor Dr. Jaime Baltazar Morales Sandoval por haberme ayudado a la realización y supervisión de este trabajo, ya que sin su apoyo no habría sido posible.

## INTRODUCCIÓN.

Los avances tecnológicos nos han acostumbrado a que cotidianamente aparezcan nuevos dispositivos y utensilios que generalmente hacen nuestras tareas más fáciles. Aunque al principio parece que las hacen más complicadas, simplemente es cuestión de aprender a utilizarlos y al final se observa el beneficio.

Una aportación importante de cada persona en su vida laboral o profesional es el de ser más eficiente en los aspectos que le requiere su empresa u organización. Para poder alcanzar este tipo de objetivos, la persona necesita capacitación, práctica y en algunos casos motivación y recompensa por actitudes y acciones.

Para algunas empresas o instituciones la tarea es mejorar y brindar productos de la mayor calidad posible y beneficio para sus clientes. Sin embargo los malos hábitos y costumbres como el no querer aprender y no aplicar nuevos métodos de trabajo principalmente por parte de personas de muchos años en los puestos laborales son un obstáculo insalvable para lograr metas que llevan a esas prácticas.

En el caso de una institución televisora comercial o pública eventualmente se presenta la necesidad de cambiar una gran parte del flujo de trabajo y la oportunidad de facilitarlo y así finalmente lograr una señal al aire de mayor calidad. Es el momento de aprovechar las bondades que ofrecen nuevos sistemas tecnológicos y así realizar las tareas que ayuden a cumplir con objetivos de calidad en la calidad.

El proceso de digitalización dentro de la empresa televisora es un proceso que inicia con un estudio de sistemas y debe considerar el tiempo como factor preponderante, debido a nuevas leyes por entrar en vigor y límites que deben satisfacerse.

Este trabajo de investigación e implementación se desarrolla de la siguiente manera:

Capítulo 1. Los conocimientos básicos de la señal de audio y video analógico, así como las características que se deben de tomar en cuenta para generar con mayor calidad una señal de audio y video.

Capítulo 2. Las bases y diferencias con respecto de una señal de audio y video digital.

Capítulo 3. Las condiciones, procedimientos, así como las diferentes formas actuales de generar un programa dentro de la empresa televisora típica.

Capítulo 4. Se realizó la propuesta de necesidades por parte de las áreas implicadas para que se analicen y se defina una propuesta conveniente para solucionar y mejorar las formas de trabajo encontradas frecuentemente.

Capítulo 5. Se describe brevemente por módulos el sistema implementado como resultado a la demanda de las necesidades presentadas por las áreas involucradas.

Se estudiaron y analizaron los beneficios de este tipo de soluciones. Sin embargo, también se advierte de los riesgos en los puntos críticos dentro del flujo de trabajo, así como estrategias para evitarlos, y corregirlos en el caso de que ocurran.

En la gran mayoría de los procesos de la nueva forma de trabajo a implementar dentro de la empresa televisora el aprendizaje y dominio especializado del equipo será el primer paso de toda persona operativa, aunque las nuevas interfaces y equipos sean muy similares. Ya una vez con el aprendizaje y el dominio de las nuevas formas se lograra justificar estos nuevos procesos.



# CAPÍTULO 1. LA SEÑAL DE TELEVISIÓN.

El término televisión significa “ver a distancia”. Este proceso de difusión se realiza cuando una cámara convierte los diferentes valores de luz en una “escena” en los cambios o variaciones eléctricas correspondientes. Estos cambios en voltaje y corriente forman una señal de video. La escena, en la forma de esa señal de video, se transmite a un receptor. En éste, la señal de video se convierte en una imagen rearmada en la pantalla de tubo de imagen. La imagen puede ser en blanco y negro o en color [1].

## 1.1 LA SEÑAL DE AUDIO Y VIDEO.

Video es una palabra latina la cual significa “yo veo”. De manera similar, audio significa “yo oigo”. Ambos términos se relacionan como sigue video con luz y audio con sonido.

En el video, una imagen luminosa se convierte en una señal eléctrica para sólo un área pequeña a la vez. Entonces, la señal de video producida por el tubo de cámara consiste en variaciones secuenciales en el tiempo para las diferentes áreas. Por esta razón es necesario un proceso de barrido o exploración para cubrir toda la imagen, punto por punto. El barrido es de izquierda a derecha y línea por línea de arriba hacia abajo de la pantalla. El barrido es muy rápido; una línea horizontal requiere solamente 63.5 microsegundos. Debido a las variaciones rápidas la señal de video es de alta frecuencia, hasta aproximadamente 4 megahertz .

Para una señal de video o una de audio, el intervalo de frecuencias usado en las variaciones se llama banda base. Estas frecuencias corresponden a la información visual o auditiva deseada, sin ninguna complicación adicional (como la codificación de funciones especiales o de la modulación necesaria para difundir la señal).

En sistemas de audio, las frecuencias de banda base van de 20 a 20,000 Hertz, aunque también se emplean frecuencias de 50 a 15 000 Hertz para la emisión de audio. En la transmisión inalámbrica de radio, la señal de audio de banda base se utiliza para modular una onda portadora de radiofrecuencia (RF). La modulación es necesaria porque las frecuencias de audio son muy bajas para una radiación eficiente. Además, se emplean diferentes frecuencias de onda portadora para distintas estaciones. El receptor se puede sintonizar en cada frecuencia portadora. En dicho receptor, la señal de RF modulada se detecta para poder obtener la información de audio original.

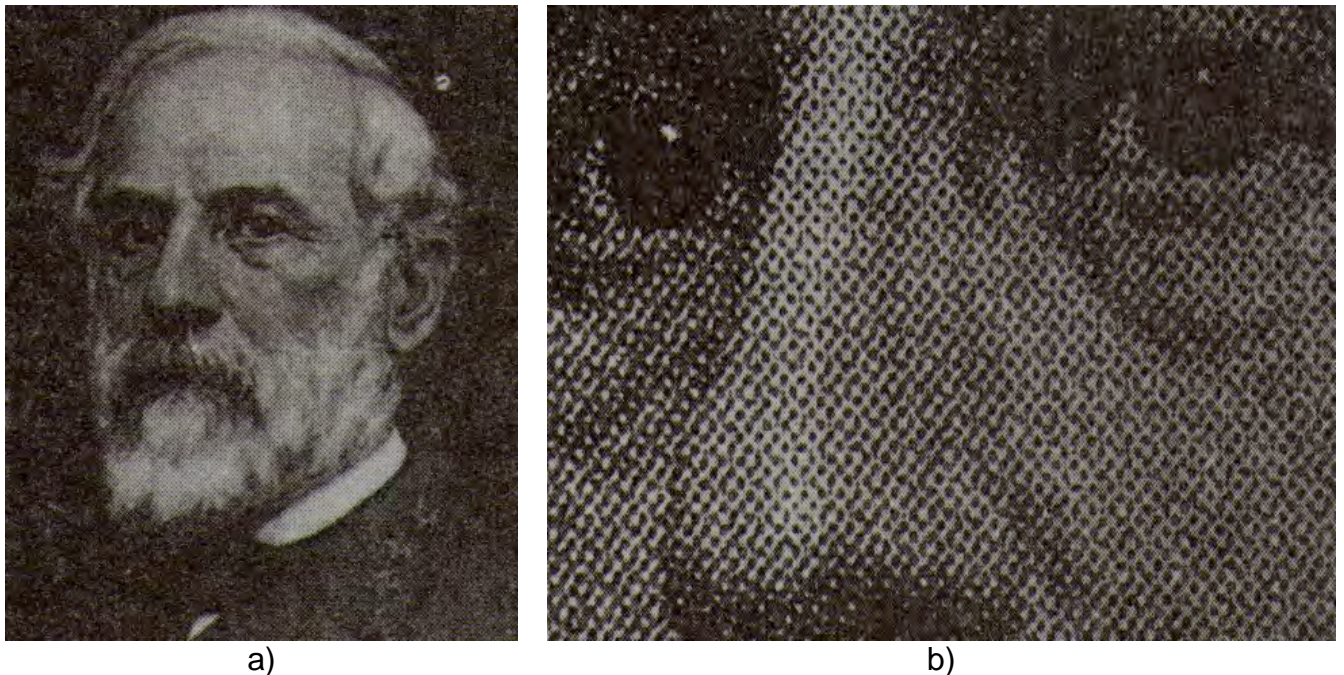
En los sistemas de video las frecuencias van desde 0 hasta 4 MHz. Para poder difundir la señal de televisión se lleva a cabo con la misma idea que la difusión de la señal de audio. La señal de video de banda base modula una onda

portadora de alta frecuencia para proporcionar la transmisión inalámbrica. En el receptor, el detector de video recupera la señal de video original. La difusión de televisión es muy similar a la de radio, excepto que se emplea modulación de video para la señal de imagen. También se transmite la señal de audio a través de una portadora separada. Todos estos sistemas requieren ondas de radio electromagnéticas para la transmisión. En la emisión de televisión se utiliza amplitud modulada (AM) para la señal de imagen, pero frecuencia modulada (FM) para la señal de audio asociada.

## 1.2 LA IMAGEN DE TELEVISIÓN.

Aunque parezca que las imágenes de la televisión se mueven, en realidad la TV reproduce una imagen inmóvil. Una serie sucesiva de imágenes se muestra con suficiente rapidez para dar la ilusión de movimiento. Cada imagen es un grupo de pequeñas áreas de luz o sombra.

Cada imagen es un grupo de pequeñas áreas de luz o sombra. La figura 1-1 está amplificada para mostrar los detalles de la imagen fija. Durante la emisión, los puntos de luz y sombra que varían corresponden a la señal de video que envía información de la imagen.



*Figura 1-1 a) Imagen fija; ilustra la información de imagen. b) Vista amplificada; muestra los elementos individuales de la imagen.*

Cuando las variaciones son en un “color” (blanco, gris y negro), la reproducción se llama monocromática.

Por otra parte, una imagen de color reproduce matices de rojo, verde y azul. La televisión de color tiene contornos en blanco y negro para los detalles de la imagen con relleno de color en las principales áreas de la escena.

Una imagen fija se compone, de muchas áreas pequeñas de luz y sombra. En una fotografía, pequeños granos de plata en la película fijan las diferencias de luz y sombra necesarias para reproducir la imagen. Cuando se imprime una fotografía a partir de un fotograbado, existen muchos puntos negros pequeños impresos que forman la imagen. Al observar la vista ampliada, puede verse que la imagen impresa se compone de pequeñas áreas elementales de luz y sombra. Esta estructura básica es evidente en la fotografías del periódico.

Cada pequeña área de luz o sombra se llama pixel, o un pel, términos que provienen de acortar "picture element". Todos los elementos juntos contienen la información visual de la escena. Si se transmiten y reproducen con el mismo grado de luz o sombra que el original y en la posición adecuada, entonces se reproduce la imagen.

Por ejemplo al transmitir la imagen de una cruz sobre un fondo blanco. El fondo es blanco y los pixeles que forman la cruz son oscuros. Cuando se transmite cada elemento de la imagen al lado derecho de la figura 1-2 y se reproduce en su posición original con su tono de blanco u oscuro, la imagen se duplica.

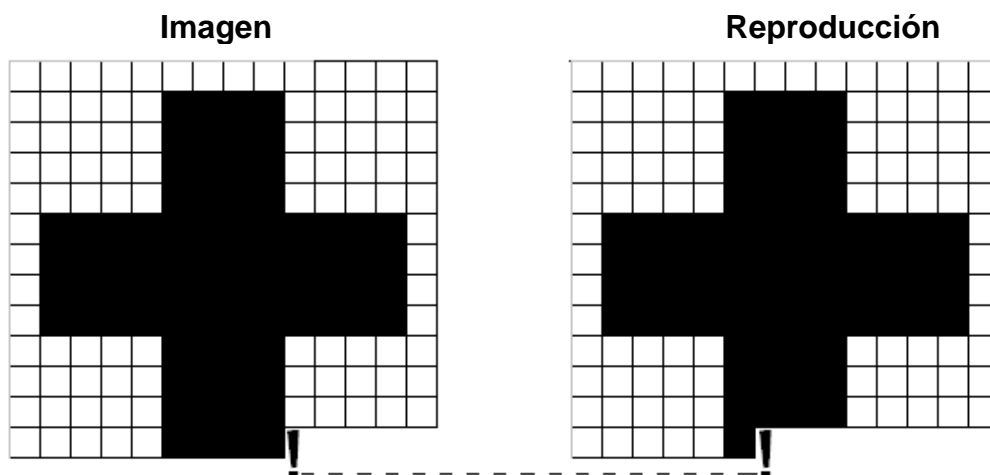


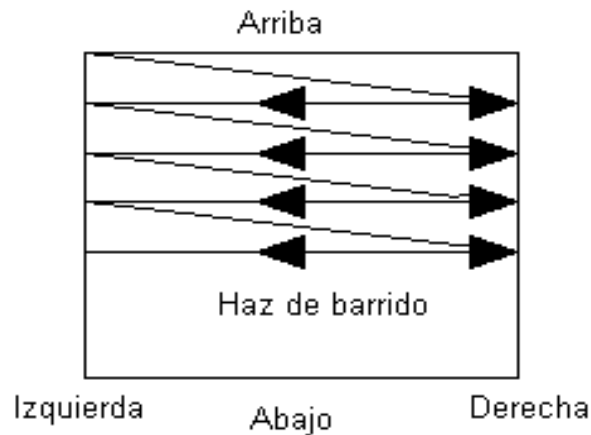
Figura 1-2. Reproducción de una imagen duplicando sus elementos de imagen.

### 1.3 BARRIDO HORIZONTAL Y VERTICAL.

Una imagen de televisión se barre en una serie secuencial de líneas horizontales, una debajo de la otra como se muestra en la figura 1-3.

Este barrido hace posible que una señal de video incluya todos los elementos de la imagen completa. En un instante la señal de video puede mostrar sólo una variación. Con la finalidad de tener una señal de video para todas las

variaciones de luz y sombra, todos los detalles de imagen se barren en un orden secuencial de tiempo.



*Figura 1-3. Representación gráfica del barrido de una línea horizontal.*

El barrido hace que la reproducción de una imagen de televisión sea distinta de la de una fotografía. Cuando se toma una foto, toda la imagen se reproduce al mismo tiempo. En la emisión de televisión, la imagen se reensambla línea por línea y cuadro por cuadro.

La imagen de TV se barre o se explora de la misma manera en que se lee una página de texto; se cubren todas las palabras en una línea y todas las líneas de la página. Al comenzar en la esquina superior izquierda en la figura, todos los elementos de imagen se barren en orden sucesivo, de izquierda a derecha y de arriba abajo, una línea a la vez. Este método se denomina barrido lineal horizontal. Se emplea en el tubo de cámara del transmisor para dividir la imagen en elementos, y en el tubo de imagen del receptor para reensamblar la imagen reproducida.

La secuencia para el barrido de todos los elementos de una imagen es la siguiente:

1. El haz de electrones barre una línea horizontal, cubriendo todos los elementos de imagen que tiene la línea.
2. Al final de cada línea, el haz regresa rápidamente al extremo izquierdo para comenzar el barrido de la siguiente línea horizontal. El tiempo de regreso se llama tiempo de retorno o flyback. No se barre la información de imagen durante el retorno porque tanto el tubo de cámara como el tubo de imagen están “en blanco”, es decir, “sin información”, durante ese periodo. Así los retornos debe ser muy rápidos porque son tiempos muertos en términos de transmisión de información de imagen.

3. Cuando el haz regresa al extremo izquierdo, su posición vertical baja para que el haz no repita el barrido de la misma línea. Como resultado de este barrido vertical, todas las líneas horizontales se inclinan un poco de arriba abajo. Cuando el haz se encuentra abajo el retorno vertical regresa al haz a la parte superior para comenzar la secuencia de barrido de nuevo. Todo este proceso es muy rápido de modo que el ojo humano no lo percibe, sólo ve la imagen completa.

El número de líneas barridas para una imagen completa debe ser grande, con la finalidad de incluir el mayor número de elementos de imagen y por ende más detalle. Sin embargo, otros factores limitan esa cantidad. El estándar es 525 líneas barridas para una imagen o cuadro completo. Éste es el número óptimo para el ancho de banda estándar de 6 MHz de los canales de emisión de televisión.

Como se mencionó, el haz se mueve en forma lenta hacia abajo mientras realiza el barrido horizontal. Este movimiento vertical del barrido es necesario para no barrer las líneas una encima de otra. El barrido horizontal produce líneas de izquierda a derecha, mientras que el vertical distribuye las líneas para completar el cuadro de arriba abajo.

El tiempo para formar un cuadro completo (525 líneas barridas) es 1/30 segundos. De este modo la “tasa” de repetición de imagen es 30 cuadros por segundo [1,2].

#### **1.4 INFORMACIÓN DE LA SEÑAL DE VIDEO.**

En una señal de video, la amplitud del voltaje de la corriente cambia respecto al tiempo (como en una señal de audio), pero las variaciones en la señal de video corresponden a información visual.

Un ejemplo de una señal de video se muestra en la figura 1-4 que es el resultado del barrido mostrado en la figura 1-3 para la imagen de la figura de la cruz oscura en el fondo blanco.

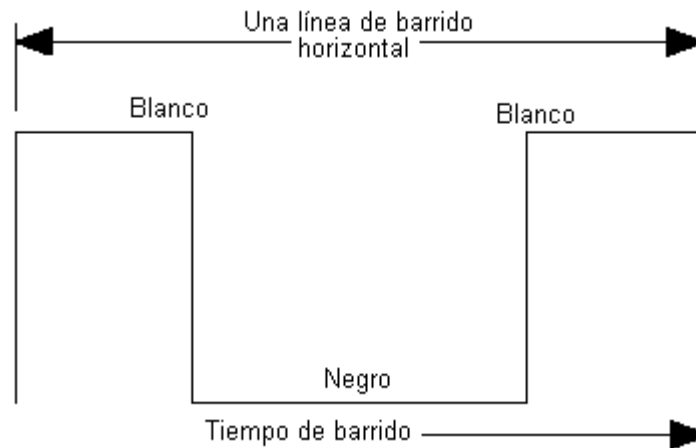


Figura 1-4. Información de la señal de video para el barrido de una línea horizontal.

La señal de video muestra la información de claro y oscuro para una línea de barrido horizontal en el centro de la cruz. En el lado izquierdo la información es blanca. Después, la información es oscura un tiempo mayor en el centro. Por último, la información se vuelve blanca de nuevo al final de la línea en el lado derecho. De esta forma se produce una señal de video para las líneas de barrido horizontales en toda la imagen.

La figura muestra una señal de video con polaridad positiva para lo blanco y negativo para lo oscuro. Sin embargo, estas polaridades pueden invertirse. Lo principal es que la información en blanco y negro de la imagen corresponde a cambios opuestos en la señal de video.

Como ya se dijo, 525 líneas forman un cuadro. Las 525 líneas se exploran en 1/30 de segundo. Por tanto, los cuadros se repiten a una tasa de 30 Hz.

Los receptores de televisión en México operan con una fuente de poder comercial de 120 V, 60 Hz. Dichos televisores convierten la corriente alterna en directa mediante una fuente de media onda o de onda completa. La frecuencia de rizo de estas fuentes puede ser 60 Hz o 120 Hz. Estas frecuencias se relacionan armónicamente con la tasa de cuadros de 30 Hz. Entonces cualquier rizo causado por un ligero decremento en el funcionamiento del filtro no causará distorsiones excesivas en la imagen.

Las amplitudes de la señal de video pueden tener “blanco alto” para polaridad positiva, y “negro-abajo” para polaridad negativa, o con polaridades opuestas, según la aplicación. De cualquier manera, el efecto principal es que blanco y negro se representan con polaridades de voltaje opuestas en una señal de video de ca.

La señal de video se produce en un tubo de cámara. El término tubo de cámara se refiere al dispositivo transductor que convierte luz en señales eléctricas. Los tubos de cámara antiguos eran dispositivos de bulbos; en la actualidad los

dispositivos de captación, como se mencionó son elementos de estado sólido conocidos como dispositivos de carga acoplada (CCD charged-coupled device).

Un dispositivo de captación convierte la información de imagen en forma de variaciones de luz, en variaciones eléctricas en la señal de video. El tubo de cámara incluye una placa de imagen fotoeléctrica para la conversión de luz. También, el haz de electrones se mueve sobre la placa de la imagen para barrer todos los elementos de la imagen.

Para el efecto contrario, un tubo de imagen puede reconstruir la imagen en su pantalla fluorescente. La señal de video hace variar la intensidad del haz de acuerdo con la información de la imagen. La corriente máxima del haz produce blanco. El negro corresponde a una corriente de haz nula. Esto se ve como negro, comparado con las partes blancas de la pantalla. También, el yugo de la deflexión alrededor del cuello del tubo proporciona el barrido para llenar la pantalla con la imagen completa.

La señal de video es el medio por el cual se transmite la información de imagen de un lugar a otro. El principal requisito es obtener la información de imagen de la salida de la cámara a la entrada del tubo de imagen.

### **1.5 IMAGENES EN MOVIMIENTO.**

Como la difusión de TV emplea el barrido, es comprensible que se necesite presentar la imagen al ojo humano de manera que cualquier movimiento en la escena aparezca en la pantalla como un cambio suave y continuo. En este aspecto, un sistema de televisión es muy similar a la cinematografía.

En una fracción de película cinematográfica cada imagen difiere ligeramente de la anterior. Cada cuadro se proyecta de modo individual como una imagen fija. Sin embargo, como los cuadros aparecen uno tras otro en una sucesión rápida, el espectador tiene la ilusión de movimiento continuo.

En la práctica del cine comercial estándar, se proyectan en la pantalla 24 cuadros por segundo cuando se exhibe una película. Un obturador en el proyector gira frente a la fuente de luz. Dicho obturador permite que la luz se proyecte sobre la pantalla cuando el cuadro de película esté inmóvil, pero obstruye la luz mientras el siguiente cuadro de película se mueve a su posición. Como resultado, se ve una sucesión rápida de cuadros de película fijos en la pantallas. El único momento en que se ve la película es cuando no se mueve.

La impresión hecha por cualquier luz que ve el ojo persiste durante una pequeña fracción de segundo después de que desaparece esa luz. Por lo tanto, si se ven muchas imágenes durante ese intervalo de persistencia, la visión la integrará y se tendrá la impresión de ver todas las imágenes al mismo tiempo. Este efecto de persistencia visual es el que permite que se televisen un elemento básico de la imagen a la vez. Cuando los elementos se barren con suficiente

rapidez, aparecen a simple vista como una imagen completa. Para crear la ilusión de movimiento, deben de mostrarse suficientes imágenes durante cada segundo. Este efecto se puede producir si se tiene una tasa de repetición de imágenes mayor que 16 por segundo. La tasa de repetición de 24 imágenes por segundo, empleada en las películas de cine, es suficiente para producir la ilusión de movimiento en la pantalla.

La velocidad de 24 cuadros por segundo no es suficientemente rápida para permitir que la brillantez de una imagen se mezcle con suavidad en la siguiente, cuando la pantalla esta negra entre los cuadros. El resultado es un parpadeo definitivo de la luz mientras la pantalla alterna entre brillante y oscura. Este parpadeo se agudiza con mayores niveles de iluminación.

En el cine el problema del parpadeo se resuelve haciendo pasar la película por el proyector a 24 cuadros por segundo, pero mostrando cada cuadro dos veces. Así se proyectan en la pantalla 48 cuadros cada segundo. Se usa un obturador (Shutter) para obstruir la luz de la pantalla no sólo cuando cambia cada cuadro, sino también una vez mientras se proyecta. Entonces, cada cuadro se proyecta dos veces en la pantalla.

Aunque aún se tienen 24 cuadros de imagen por segundo, existen 48 vistas de la escena cada segundo, y la pantalla se borra 48 veces por segundo. Como resultado de aumentar la tasa de borrado el parpadeo se elimina.

## **1.6 FRECUENCIAS DE CUADROS Y DE CAMPOS.**

Como en el cine, en la televisión no sólo se divide cada imagen en sus muchos elementos individuales de imagen, también la escena se barre con suficiente rapidez para proveer suficientes imágenes o cuadros completos por segundo, para dar la ilusión de movimiento. Sin embargo, en lugar de la rapidez de 24 cuadros por segundo empleada en las películas, los sistemas de televisión emplean una velocidad de repetición de 30 cuadros por segundo. Esta tasa de repetición proporciona la continuidad de movimiento requerida.

La tasa de repetición de imágenes de 30 cuadros por segundo aún no es tan rápida para eliminar el parpadeo en los niveles de luz producidos por la pantalla del tubo de imagen. De nuevo, la solución es similar a la empleada en el cine. En la TV, cada cuadro se divide en dos partes para que se presenten 60 vistas de la escena por segundo.

No obstante, la división de un cuadro en dos partes no puede lograrse simplemente con un obturador, como en el cine, porque la imagen produce un elemento a la vez. En su lugar, se obtiene el mismo efecto entrelazando las líneas de barrido horizontales en dos grupos, uno con las líneas impares y otro con las pares. Cada grupo de líneas pares o impares se denomina campo. La tasa de repetición de los campos es de 60 por segundo, porque se barren dos campos durante un periodo de cuadro de  $1/30$  de segundo. De esta manera se muestran



60 vistas de la imagen durante un segundo. Esta tasa de repetición es suficientemente rápida para eliminar el parpadeo.

Se elige la tasa de repetición de 30 cuadros para la televisión, porque el suministro de energía eléctrica en las casas, es una ac de 60 Hz. Cuando la velocidad es de 30 cuadros por segundo, la tasa de los campos es igual a la frecuencia de la energía eléctrica de 60 Hz. En los países donde la frecuencia en la línea de alimentación es de 50 Hz, la velocidad de cuadro es de 25 Hz, lo que origina una frecuencia de campo de 50 Hz.

### **1.7 FRECUENCIAS DE BARRIDO HORIZONTAL Y VERTICAL.**

La velocidad de campos de 60 Hz es la frecuencia de barrido vertical. Esta es la rapidez a la que el haz de electrones completa sus ciclos de movimiento vertical, de arriba abajo, y luego de regreso hacia arriba. De este modo, los circuitos de deflexión vertical para el dispositivo de captación de cámara o para el tubo de imagen, operan a 60 Hz. El tiempo de cada ciclo de barrido vertical para un campo es 1/60 de segundo.

El número de líneas de barrido horizontales en un campo es la mitad del total de 525 líneas para un cuadro completo, pues un campo contiene líneas alternadas. Esto da 262 ½ líneas horizontales para cada campo vertical.

Como el tiempo para cada campo es 1/60 de segundo y como un campo tiene 262 ½ líneas el número de líneas por segundo es

$$262 \frac{1}{2} \times 60 = 15\ 750$$

O bien, si se consideran 525 líneas para un par sucesivo de campos (lo cual es un cuadro) se puede multiplicar la rapidez de cuadros de 30 por 525, que da el mismo resultado de 15 750 líneas barridas en un segundo.

Esta frecuencia de 15 750 Hz es la velocidad a la que el haz de electrones completa sus ciclos de movimiento horizontal de izquierda a derecha y de regreso a la izquierda. Por lo tanto, los circuito de deflexión horizontal para el tubo de cámara o tubo de imagen operan a 15 750 Hz. Entrelazar dos campos significa barrerlos en orden sucesivo, como en la muestra en la figura 1-5.

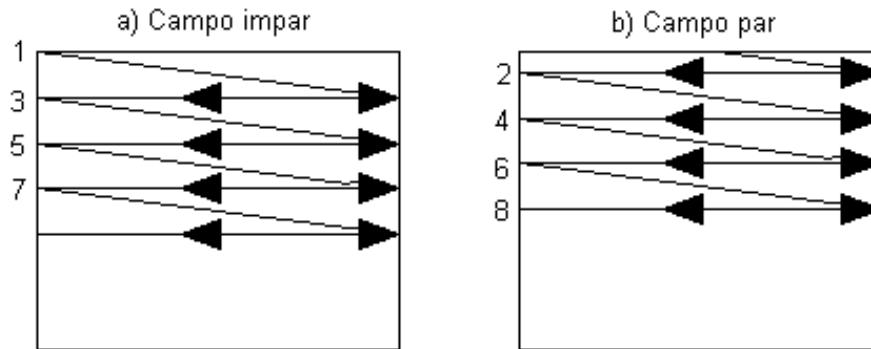


Figura 1-5. Forma de barrido de los dos campos a) campo impar, b) campo par [1].

El trazo empieza en la esquina superior izquierda, con la línea 1 como se muestra en la figura 1-5a. Cuando el haz llega al extremo derecho del tubo, visto desde el frente, el voltaje de la señal apaga al haz y se realiza el regreso al lado izquierdo. Este rápido regreso se llama tiempo de retorno (flyback time).

Al mismo tiempo que el haz se mueve en sentido horizontal, también lo hace en el vertical, de arriba abajo. Esta situación causa una ligera inclinación de las líneas. Cuando el haz llega al lado izquierdo, la señal activa el trazo de nuevo para escribir la información de la señal de video de la línea tres. Este proceso continúa para todas las líneas impares incluida media línea al final de la pantalla, un total de  $262 \frac{1}{2}$  líneas para el campo impar. El voltaje de la señal interrumpe el haz de nuevo mientras el retorno vertical lleva al haz a la parte superior de la pantalla. En este punto, el voltaje de la señal vuelve a activar el haz y comienza el trazo con media línea en la parte superior de la pantalla. Luego se barre la línea dos a la mitad entre las líneas 1 y 3, este efecto se muestra en la figura 1-5b. De nuevo, el haz está inactivo durante el retorno. El proceso continúa con todas las líneas pares barrida; un total de  $262 \frac{1}{2}$  líneas para el campo par. Estos dos campos, impar y par forman un cuadro. Este es una imagen completa de 525 líneas el proceso se denomina barrido entrelazado horizontal.

Aunque el entrelazado puede parecer un proceso complejo, en realidad se hace de manera automática con las dos características siguientes:

- La frecuencia de barrido verticales duplica, de la frecuencia de cuadro de 30 Hz, a la frecuencia de campo de 60 Hz.
- El número de líneas de barrido horizontal por cuadro se queda en 525.

### 1.8 SINCRONIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL.

El tiempo utilizado para realizar el barrido corresponde a la distancia en la imagen. A medida que el haz de electrones en el tubo de cámara barre la imagen, el haz cubre diferentes elementos y envía la información de imagen

correspondiente. Por lo tanto, cuando el haz de electrones barre la pantalla del tubo de imagen en el receptor, el barrido debe estar exactamente sincronizado para poder ensamblar la información de imagen en la posición correcta. (De otra manera el haz de electrones en el tubo de imagen podría estar barriendo la parte de la pantalla que corresponde la boca de una persona, mientras que la información de imagen recibida en ese instante corresponde a su nariz.) Para mantener al transmisor y receptor en barrido escalonado, deben de transmitirse señales de sincronía especiales con la información de imagen para el receptor. Estas señales de tiempo son pulsos rectangulares utilizados para controlar el barrido tanto en la cámara como en el receptor.

Los pulsos de sincronización se transmiten como parte de la señal de imagen completa para el receptor pero ocurren durante el tiempo de borrado cuando no se transmite información de imagen. La imagen se borra durante este lapso mientras el haz de electrones retorna.

Un pulso de sincronización horizontal al final de cada línea determina el inicio del retorno horizontal. De manera importante, la sincronización se da al principio del retorno o al final del trazo, no al inicio del trazo. El retorno horizontal del haz de electrones de barrido comienza en el lado derecho de la image.

La sincronización vertical al final de cada campo determina el inicio del retorno vertical. En este punto, el haz de electrones que realiza el barrido está en la parte inferior de la imagen .

Sin la sincronización de campo vertical la imagen reproducida en el receptor no se mantiene fija en el sentido vertical, se mueve arriba o abajo en la pantalla del tubo de imagen. Si las líneas de barrido no se sincronizan, la imagen no se detiene en el sentido horizontal, se desliza a la izquierda o a la derecha, y después se separa en segmentos diagonales.

En resumen, la frecuencia de exploración horizontal lineal es 15 750 Hz y la de los pulsos de sincronía horizontal también es de 15 750 Hz. La velocidad de repetición de los cuadros es 30 por segundo, pero la frecuencia de barrido vertical de campos es 60 Hz. La frecuencia de los pulsos de sincronización vertical también es 60 Hz.

Las frecuencias de barrido de 15 750 Hz y 60 Hz son exactas para la televisión monocromática, pero sólo aproximadas para la televisión de color. En la difusión de color, la frecuencia de barrido horizontal de líneas es exactamente 15 734.26 Hz, y la frecuencia de barrido vertical es de 59.94 Hz. Estas frecuencias de barrido exactas se usan para minimizar la interferencia entre la señal subportadora de color a 3.579545 MHz y la señal de luminancia (monocromática).

Sin embargo, las frecuencias de barrido horizontal y vertical pueden considerarse, en general, de 15 750 Hz y 60 Hz, porque los circuitos de deflexión

se sincronizan en forma automática en la frecuencia de barrido requerida tanto para la emisión monocromática como para la de color.

En la actualidad, toda la difusión televisiva se realiza según las normas de TV de color, porque prácticamente todas las imágenes son de color. La frecuencia de la subportadora de color se indica como 3.58 MHz, aproximadamente.

### **1.9 BORRADO HORIZONTAL Y VERTICAL.**

En televisión, el término borrado (blanking) significa “pasar a negro”, es decir, ennegrecer la pantalla. Como parte de la señal de video. El voltaje de video en el nivel de negro corta la corriente del haz en el tubo de imagen para eliminar la luz de la pantalla. El propósito de los pulsos de borrado es hacer invisibles los regresos requeridos para el barrido. Los pulsos horizontales a 15 750 Hz borran el retorno de derecha a izquierda de cada línea del haz. Los pulsos verticales a 60 Hz borran el retorno de abajo arriba de cada campo.

El tiempo necesario para el borrado horizontal es de aproximadamente del 16% del tiempo de cada línea horizontal (H). El tiempo horizontal total es 63.5  $\mu$ S, que incluye el trazo y el retorno. El tiempo de borrado para cada línea, entonces es igual a  $63.5 \times 0.16 = 10.2 \mu$ s. Este tiempo de borrado H significa que el retorno de derecha a izquierda debe hacerse en 10.2  $\mu$ s, antes del inicio de la información de la imagen visible, durante el barrido de izquierda a derecha.

El tiempo para el borrado vertical (V) se aproxima a 8% del tiempo de cada campo vertical (V). El tiempo total vertical es 1/60 de segundo, que incluye el trazo hacia abajo y el retorno hacia arriba. Entonces el tiempo de borrado de cada campo es  $1/60 \times 0.08 = 0.0013$  s. Este tiempo de borrado V significa que en un lapso de 0.0013 segundos (1.3ms), el retorno vertical debe contemplarse de abajo arriba de la imagen. El retorno ocurre durante el tiempo de borrado debido a la sincronización del barrido. Los pulsos de sincronización determinan el inicio de los retornos. Cada pulso de sincronización horizontal se introduce en la señal de video dentro del tiempo del pulso de borrado horizontal. También, cada pulso de sincronización vertical se introduce en la señal de video dentro del tiempo del pulso de borrado vertical.

En resumen primero un pulso de borrado lleva la señal de video al nivel de negro; luego una señal de sincronización inicia el retorno en el barrido. Esta secuencia se aplica al retorno tanto horizontal como vertical.

### **1.10 LA SEÑAL DE COLOR DE 3.58 MHz.**

El sistema para la TV de color es el mismo que el monocromático, excepto que también se usa la información de color de la escena. Este proceso se logra al considerar la información de imagen en términos de rojo, verde y azul. Cuando se barre la imagen en el tubo de cámara, se producen señales de video separadas para la información de la imagen en rojo, verde y azul. Los filtros ópticos de color

separan los colores para la cámara. Sin embargo, para la difusión de los canales de televisión estándar de 6 MHz las señales de video en rojo, verde y azul se combinan para formar dos señales equivalentes, una para brillo y otra para color.

En particular las dos señales transmitidas son como se describen a continuación:

1. Señal de luminancia. Esta señal contiene solo las variaciones de brillo de la información de imagen, incluye detalles finos como en una señal monocromática. La señal de luminancia se utiliza para reproducir la imagen en blanco y negro o monocromática. Por lo general se denomina señal Y.
2. Señal de crominancia. Esta señal contiene la información de color, se transmite como la modulación en una subportadora, la cual es una señal AM DSBSC (double sideband suppressed carrier o doble banda lateral portadora suprimida). La frecuencia de la subportadora es exactamente 3.579545 MHz que en general se considera de 3.58 MHz entonces 3.58 MHz es la frecuencia para color y suele llamarse señal C, por crominancia o croma.

En el receptor de un televisor de color, la señal cromática se combina con la señal de luminancia para recuperar las señales originales en rojo, verde y azul luego estas sirven para reproducir la imagen de color en la pantalla de un tubo de imagen cromático. La pantalla respectiva tiene fósforos que producen rojo, verde y azul. Todos los colores pueden obtenerse a partir de mezclas de rojo, verde y azul [1,2]. Una imagen típica de señal de color se muestra en la figura 1-6.



*Figura 1-6 Imagen de color normal [3]*

En receptores monocromáticos, la señal Y reproduce la imagen en blanco y negro. La señal de color de 3.58 MHz simplemente no se utiliza. Como resultado, los sistemas policromáticos y monocromáticos son completamente compatibles. Cuando se televisa un programa de color, los receptores cromáticos producen la imagen en color, y los de tipo monocromático la producen en blanco y negro. Además, los programas de TV en blanco y negro se reproducen también en

blanco y negro en ambos tipos de receptor. El tubo de imagen tricolor también puede reproducir el blanco combinando rojo, verde y azul.

La información de color comienza en rojo, verde y azul en la cámara, y termina en rojo, verde y azul en el tubo de imagen. Esto se debe a que son los colores primarios para televisión. Otras señales cromáticas sólo son información codificada que se usa por conveniencia en la transmisión.

### **1.11 CUALIDADES DE LA IMAGEN.**

Si se supone que la imagen reproducida está sincronizada para permanecer fija, debería tener alta brillantez, fuerte contraste, gran detalle y la correcta proporción entre alto y ancho. Estos requerimientos se aplican tanto para TV de color como en blanco y negro. Además, la imagen de color deberá tener suficiente color, o saturación, con los tonos o tintes correctos.

El brillo es la intensidad de iluminación, total o promedio. Determina el nivel de fondo en la imagen reproducida. Los elementos de imagen individuales pueden variar a más o menos de este promedio. El brillo en la pantalla depende del nivel de alto voltaje del tubo de imagen y de su polarización en cd en el circuito rejilla-cátodo. En receptores de televisión, el control de brillo varía la polarización de cd del tubo de imagen.

La pantalla fluorescente del tubo de imagen se ilumina en sólo un pequeño punto a la vez. Así, el brillo de la imagen completa es mucho menor que la iluminación puntual real. Cuanto mayor es la pantalla tanta más luz se necesita desde el punto para producir suficiente brillo.

El contraste es la diferencia de intensidad entre las partes blancas y las negras de la imagen reproducida. El intervalo de contraste debe ser tan amplio como para producir una imagen intensa, con blanco brillante y negro oscuro, para los valores extremos de intensidad.

La magnitud de la señal de video de ac determina el contraste de la imagen reproducida. La amplitud de ac determina qué tan intenso será el blanco, comparado con las partes negras de la señal. En los receptores de TV el control de contraste varía la amplitud pico a pico (p-p) de la señal de video de ac acoplada al circuito rejilla-cátodo del tubo de imagen. Este control corresponde al control de volumen en un sistema de audio.

En realidad, el negro en la imagen es el mismo nivel de luz que se ve en la pantalla del tubo de imagen cuando se apaga el televisor. En una imagen, este nivel se ve negro, al contrario de la fluorescencia del blanco. Sin embargo, el negro no puede aparecer más oscuro que la luz de la habitación reflejada desde la pantalla del tubo de imagen entonces, la iluminación que rodea la pantalla debe ser suficientemente blanca para que el negro se vea oscuro. En el extremo opuesto, la imagen puede aparecer pálida, con poco contraste, cuando se ve

directamente bajo la luz del sol. Esto ocurre debido a que tanta luz reflejada desde la pantalla impide tener un negro oscuro. Para resolver este problema, todos los CRT recientes tienen pantallas negras muy oscuras que hacen posible que se vean bien incluso con la luz brillante en la habitación.

Una alta calidad de detalle de imagen, también llamada resolución o definición, depende del alto número de elementos de imagen reproducidos. Con muchos elementos de imagen pequeños, el detalle fino de la imagen es evidente. Por lo tanto, se deben reproducir tantos elementos como sea posible para crear una imagen con buena definición. Esta calidad proporciona una imagen más nítida. Los pequeños detalles pueden verse, y los objetos en la imagen tienen un contorno nítido. Una buena definición también da profundidad aparente a la imagen al resaltar los detalles del fondo. La calidad mejorada de una imagen con más detalle puede apreciarse en la figura 1-7 que muestra como un mayor número de elementos de imagen incrementa la definición.



*Figura. 1-7 La calidad de la imagen se incrementa con más detalle para una mejor resolución. La imagen de la derecha es una imagen con pocos detalles, la resolución es deficiente y en la imagen de la izquierda los detalles son más finos para una buena calidad [4].*

La información de color se sobrepone a una imagen monocromática. La calidad de color que se agrega depende de la amplitud de la señal de crominancia de 3.58 MHz. La cantidad de color, o nivel de color varía al controlar la ganancia, o amplitud, de la señal C. En los receptores de televisión de color, este control se denomina color croma, intensidad o saturación. El control debe ajustar la imagen desde la ausencia de color, las tonalidades pálidas y medias, hasta colores intensos y vivos.

De manera más específica, el color de un objeto se llama tinte o matiz. Por ejemplo, el pasto tiene un tinte verde. En una imagen de televisión de color, el tinte depende del ángulo de fase de la señal de crominancia de 3.58 MHz.

La fase de la señal C, respecto a la señal de sincronización de color, varía con el control de tinte o matiz. Este se ajusta para el tinte correcto de cualquier color conocido en la escena, como el cielo azul, el pasto verde o los tonos de piel. De esta manera el resto de los tintes serán los correctos, ya que la sincronización de color mantiene los tintes en sus fase apropiada.

La razón ancho alto de un cuadro de imagen se llama relación de aspecto. El estándar para la televisión es de 4:3. la cual hace a la imagen más ancha que alta por un factor de 1.33. Este concepto –de un cuadro más ancho que alto– permite movimiento en la escena, que casi siempre “ocurre” en dirección horizontal.

La relación de aspecto establece las proporciones, pero el cuadro real puede ser de cualquier tamaño, desde unas cuantas pulgadas para una vista directa en un tubo de imagen, hasta varios pies para un sistema de proyección, siempre con la misma relación de aspecto. Cuando el barrido horizontal abarca justo el ancho de la pantalla, y el barrido vertical la altura la imagen reproducida tiene las proporciones correctas. La industria del cine, en la década de 1950 introdujo un nuevo formato más ancho (“cinema”), que rápidamente reemplazó el de 4:3. La imagen más ancha permite un mayor movimiento horizontal en las escenas filmadas. Sin embargo, el estándar de televisión continuó igual en 4:3 y el estándar básico NTSC es el mismo hasta ahora.

Los centros de entretenimiento casero actuales dan una sensación de mayor movimiento porque a menudo tienen una relación 16:9 que es casi una relación ancho-alto de 2.1 (los sistemas de TV/HDTV también utilizan un formato de pantalla ancha). En la figura 1-8 se comparan las relaciones de aspecto de 4:3 (figura 1-8a) y 16:9 (figura 1-8b). Observe que la relación 16:9 es mucho más ancha.

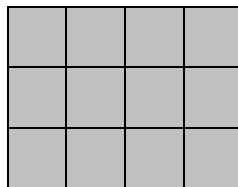


Figura 1-8a Relación de aspecto 4:3 [1]



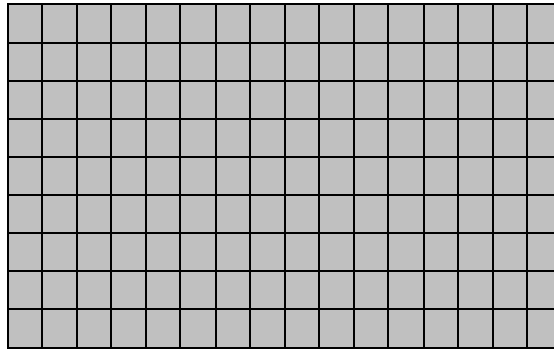


Figura. 1-8b. Relación de aspecto 16:9 [1]

Si uno se sienta cerca de la pantalla, pueden verse todos los detalles. Sin embargo, las líneas de barrido individuales y los puntos de color son visibles. También puede verse el grano fino de la reproducción de la imagen. En televisión, el grano consiste en pequeñas partículas llamadas nieve, que se producen por ruido en la señal de video. Así, la mejor distancia de observación es una elección entre cuatro y ocho veces la altura de la imagen.

### 1.12 EL SISTEMA NTSC.

En 1954 se adoptó un sistema policromático creado por el Comité de Sistemas de Televisión Nacional (NTSC National Television system Comitee) de la Asociación de Industrias de Electrónica (EIA, Electronic Industries Association). Todavía se usa hoy y su característica básica es una señal subportadora de croma de 3.58 MHz, la cual es multiplexada sobre la señal portadora de imagen principal. El sistema NTSC se usa en Estados Unidos, Japón y muchos otros países de Norte y Sudamérica.

El sistema NTSC se basa en 525 líneas horizontales en un cuadro rectangular con una relación de aspecto de 4:3, la exploración de izquierda a derecha es llevada a cabo en 30 imágenes por segundo. Una imagen completa es denominada cuadro o frame y está formada por dos campos o también llamados fields [2].

### 1.13 AJUSTES.

El estándar para realizar ajustes a los equipos de video que estén dentro de la norma NTSC debe de ser de una señal de video compuesta es 1000 mV, o 1 V p-p con sincronización negativa. Esto se conoce también como 140 unidades IRE. En la tabla 1-1 se observa que cero mV equivale a cero unidades IRE. Este nivel cero es el de borrado de video. La sincronización pico es 40 unidades IRE negativas, equivalente a 268 mV negativos. El nivel máximo (pico) de blanco es 100 unidades IRE, o sea 714 mV positivos. Esto da un total de 140 unidades IRE, o 1000 mV.

TABLA 1-1. EQUIVALENCIAS ENTRE UNIDADES IRE Y mv [1].

| Unidades IRE | milivolts |
|--------------|-----------|
| 140          | 1000      |
| 120          | 857       |
| 110          | 786       |
| 100          | 714       |
| 90           | 643       |
| 80           | 571       |
| 70           | 500       |
| 60           | 429       |
| 50           | 357       |
| 40           | 286       |
| 30           | 286       |
| 30           | 214       |
| 20           | 143       |
| 10           | 71        |
| 0            | 0         |

En el nivel de luminancia debe de asegurarse 7.5 unidades IRE para establecer el negro y 100 unidades IRE para el nivel blanco máximo (figura 1-9).

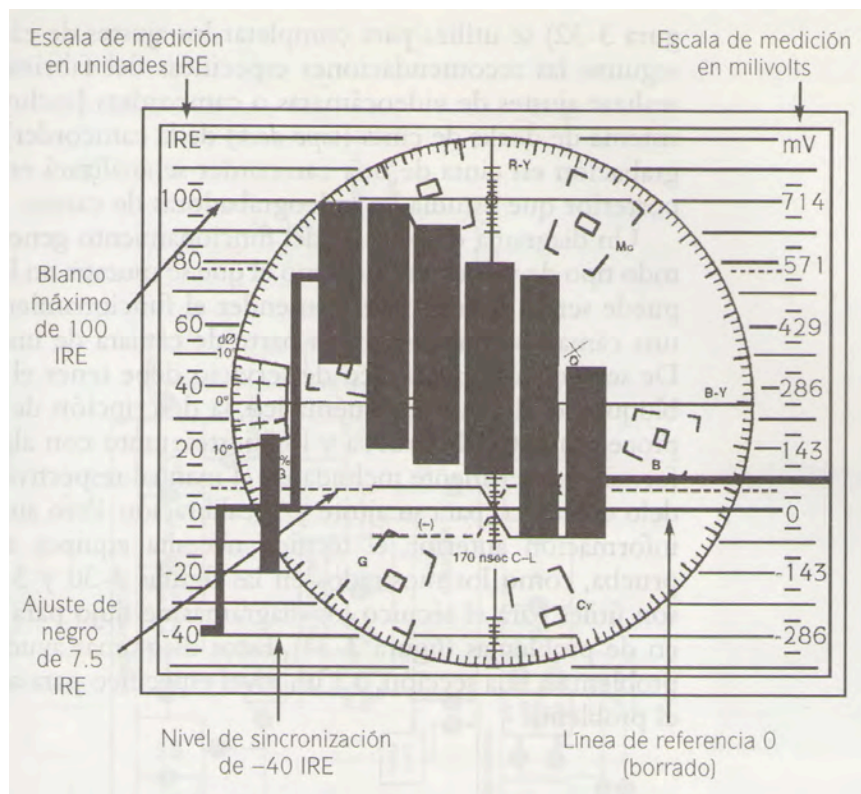


Figura 1-9. Despliegue del CRT de la grátcula de la forma de onda [1].

Algunos ajustes como enfoque, resplandor, balance de blanco, ganancia de video, nivel de croma, ajustes de tonalidad y respuesta de video-frecuencia son completados con una pantalla de vectorscopio que es empleado para la amplitud del despliegue de los vectores en barras de color, las cuales se muestran en las figuras 1-10 y 1-11 [2].



*Figura 1-10. Señal de barras NTSC para ajuste de video [5].*



*Fig. 1-11. Señal de barras representada en la pantalla de vectorscopio [6].*

## CAPÍTULO 2 VIDEO DIGITAL.

Se define al video digital como un medio para describir una forma de onda de video analógica a través de un flujo de números digitales. Existen varias ventajas en el uso de equipo de video digital, como por ejemplo:

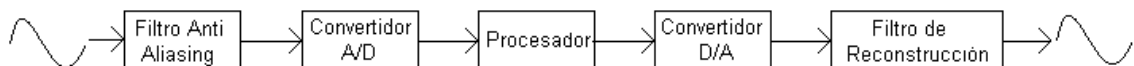
- A. La señal de video digitalizada es inmune a los problemas de la señal analógica tales como: distorsiones lineales y no lineales y ruido, además de las distorsiones generadas por los procesos de conversión analógico-digital (A/D) y digital-analógico (D/A). Esto puede ser completamente realizado por el procesamiento y distribución de la señal en forma digitalizada.
- B. El equipo de video digital puede realizar tareas de manera más eficiente y económica que en la tecnología analógica.
- C. Las señales de video digitalizado son manejables en la aplicación de técnicas para la retención de información esencial, como por ejemplo: la compresión.

En los últimos años se ha intensificado la actividad de estandarización realizada por la SMPTE (Sociedad de Ingenieros de Imágenes en Movimiento y Televisión).

Existe una variedad de producción de video, distribución y equipo de grabación con estandarización de puertos entrada/salida permitiendo que el ensamble de todas las instalaciones de la tele producción utilicen la señal bit-serie en su interconexión y distribución [7].

### 2.1 LA TÍPICA CAJA NEGRA DIGITAL.

En la figura 2-1 se muestra un diagrama a bloques de una caja negra digital, que puede representar cualquier dispositivo digital utilizado en una instalación de tele producción.



*Figura 2-1 La típica caja negra digital representada en un diagrama a bloques.*

En la cual, la entrada es una señal de video analógica convencional, limitada en banda a través de un filtro pasa bajas (Antialiasing) y que alimenta a un convertidor A/D donde la señal analógica es convertida en forma digital. Este bloque es comúnmente llamado codificador, la conversión A/D comprende tres pasos que son el muestreo, la codificación y la cuantificación.

La señal digitalizada es alimentada a un procesador digital en un corrector de base de tiempo (TBC), el procesador realiza la corrección de la base de tiempo en el dominio digital, en una grabadora de video el procesador graba y reproduce la señal de video en el formato digital.

La señal digital procesada es aplicada a un convertidor D/A, la salida de este convertidor alimenta a un filtro pasa bajas (reconstrucción) que quita los componentes espectrales de frecuencias altas y permite que sólo pase la señal de video analógico. A este bloque se le llama generalmente decodificador y cambia la salida del dispositivo a un formato analógico convencional.

## 2.2 MUESTREO DE LA SEÑAL.

La amplitud de la señal analógica es muestreada periódicamente en intervalos de  $T$  a través de un flujo de pulsos angostos, dando como resultado una frecuencia de muestreo igual a

$$f_s = \frac{1}{T}$$

El muestreo es equivalente a la señal modulada en amplitud ( $f_0$ ) con una portadora igual a la frecuencia de muestreo ( $f_s$ ). La modulación en amplitud genera las bandas laterales inferior y superior. La forma de onda de muestreo es rectangular, dando como resultado un espectro con componentes en la frecuencia de muestreo y sus armónicos, como se muestra en la figura 2-2 [8].

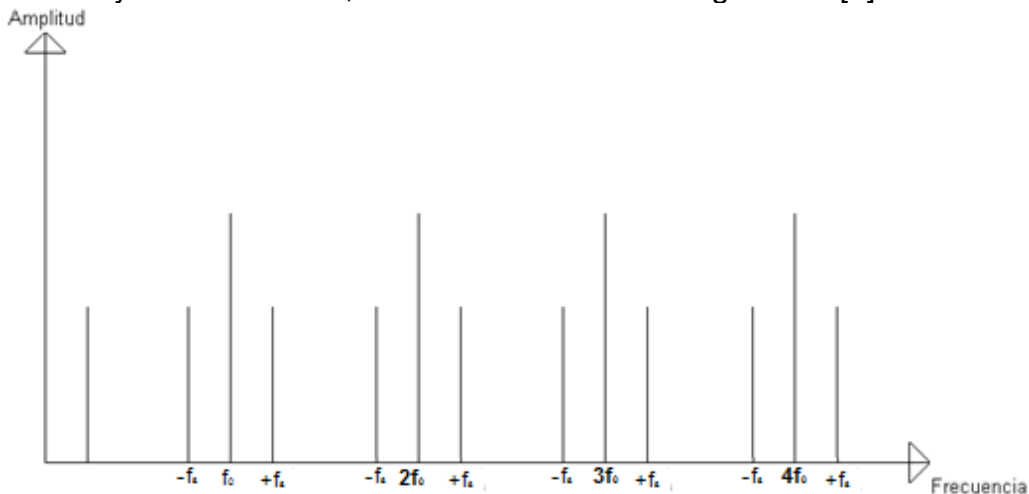


Figura 2-2 Espectro de la señal muestreada.

Una regla importante en la señal de muestreo la da el teorema de Nyquist, el cual establece que para una señal con un ancho de banda de  $f_B$ , la frecuencia de muestreo debe ser igual o mayor que  $2 f_B$ , esto es:

$$f_s \geq 2f_B$$

El doble de ancho de banda de la señal que está siendo muestreada. En la figura 2-3 se muestra un caso ideal donde la señal de banda base tiene un ancho de banda de  $f_s$ , y la frecuencia de muestreo es  $2f_B$ . Esto da como resultado las bandas laterales superior e inferior iguales a  $f_B$ . Este espectro ideal muestra que no hay interferencia entre la banda base y la banda lateral inferior.

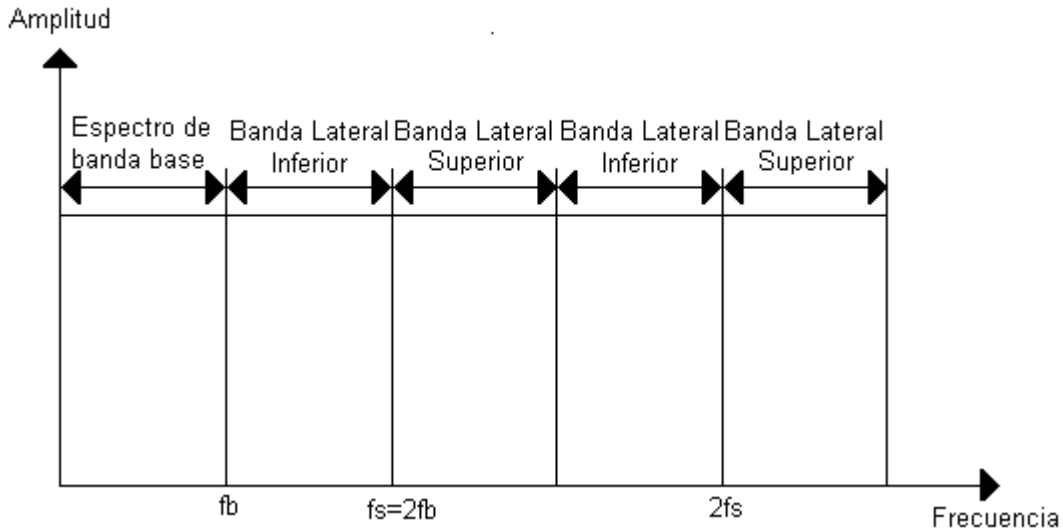


Figura 2-3. Espectro ideal de la banda base muestreada.

En la figura 2-4 se tiene el espectro de frecuencia muestreado resultante del espectro de banda base excedido  $f_s/2$ . La banda lateral inferior del rango de muestreo traslapa el espectro de banda base, dando como resultante el aliasing que es debido a que el muestreo no cumple el teorema de Nyquist [9].

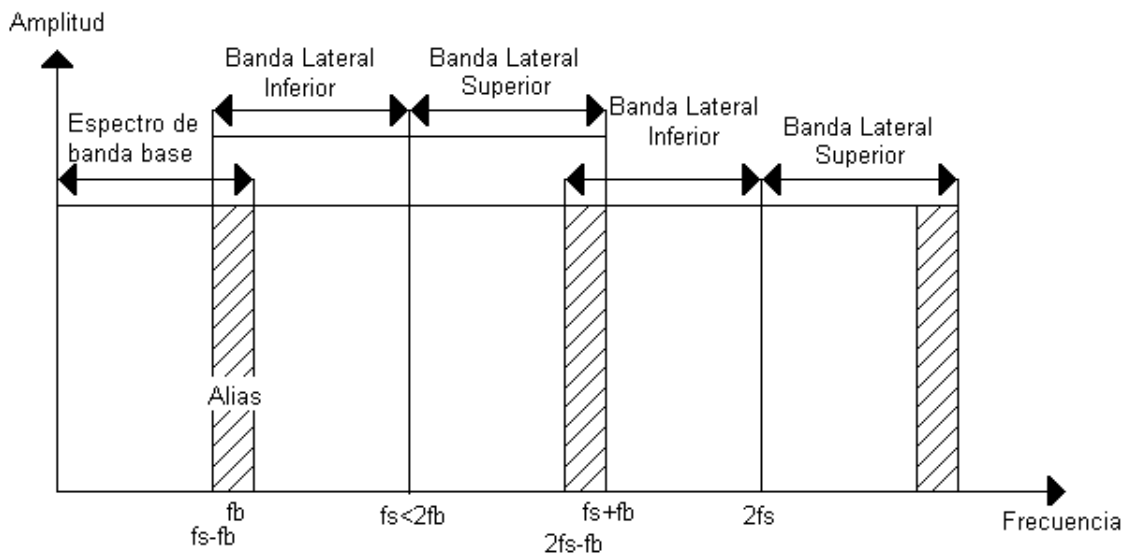


Figura 2-4. "Aliasing" provocado por una frecuencia baja en el muestreo.

En la práctica se utiliza un filtro "antialiasing" para controlar el ancho de banda de la señal de banda base. En vista de que los filtros pasa bajas tienen una

respuesta en frecuencias altas con una pendiente, por lo que es habitual usar una frecuencia de muestreo mayor a  $2f_B$ . En la figura 2-5 se tiene el espectro muestreado de una banda base filtrada.

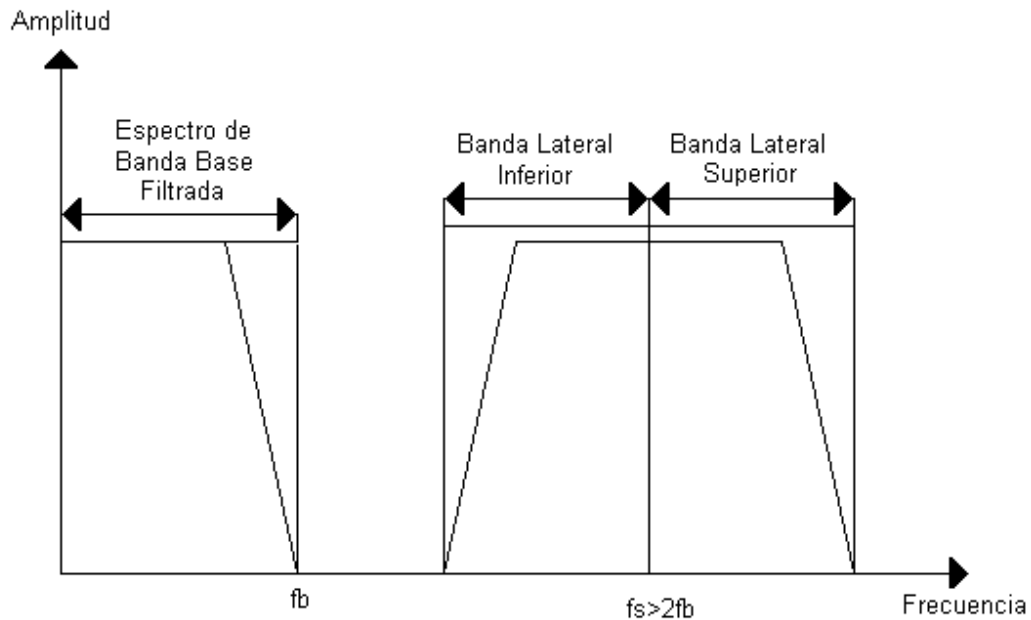


Figura 2-5. Espectro de la banda base muestreada y filtrada.

El rango de muestreo de las señales de video ha evolucionado a través del tiempo. Las señales analógicas de video compuesto son muestreadas en un múltiplo de la frecuencia de la subportadora.

Inicialmente, los equipos utilizaban una frecuencia de muestreo de  $3 f_{SC}$ , por lo que, para la norma NTSC se utilizaba una frecuencia de 10.7 MHz. Actualmente, los rangos de muestreo son equivalentes a  $4f_{SC}$ , dando como resultado una frecuencia de 14.3 MHz.

Estas frecuencias de muestreo más altas facilitan los requerimientos para el "antialiasing" y los filtros de reconstrucción y proporcionar una mejor respuesta

### 2.3 CUANTIFICACIÓN DE LOS VALORES MUESTREADOS.

La cuantificación convierte todos los niveles de la amplitud de una señal analógica que varía continuamente a un número finito de niveles discretos  $Q$  de acuerdo a la expresión:

$$Q = 2^n$$

Donde  $n$  es el número de bits por muestra.

La señal digital resultante es una aproximación de la señal original, ya que la acción de cuantificar, significa asignar valores numéricos discretos a cada

muestra. Se observa en la figura 2-6 que todas las amplitudes muestreadas ocurrirán dentro de valores específicos que tienen asignado un valor, el cual es, uno de los niveles  $Q$ .

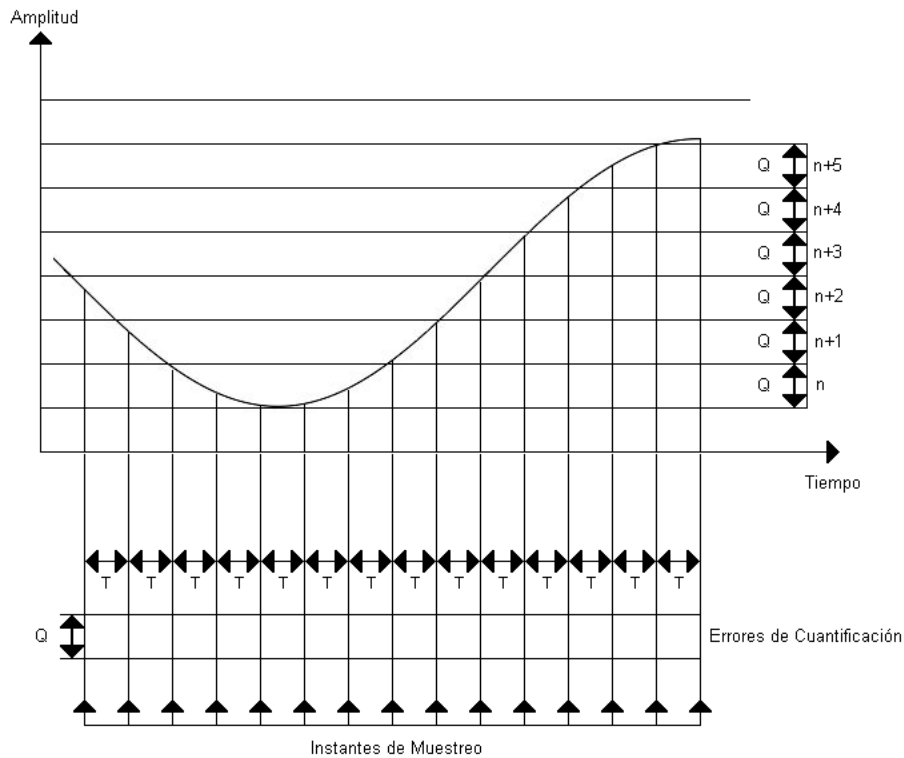


Figura 2-6. El proceso de cuantificación.

En la mayoría de los equipos de video digital de estudio, todos los niveles de cuantificación son de la misma amplitud y el proceso es llamado cuantificación uniforme. El valor cuantificado de una señal analógica puede contener un error, conocido como error de cuantificación, que no exceda de  $\pm 1/2 Q$ . El número de pasos de cuantificación y consecuentemente la magnitud del error de cuantificación, depende del número de bits por muestra. En los inicios de la tecnología digital se utilizaban 7 u 8 bits por muestra, dependiendo de la clase de equipo; dando como resultado 128 o 256 pasos de cuantificación respectivamente.

El error de cuantificación es una fuente única de daños en los sistemas digitales. Para 8 bits o más por muestra, el error de cuantificación puede ser interpretado como una señal no deseada (por ejemplo ruido) añadida por el proceso de cuantificación a la señal original. Debajo de los 8 bits por muestra, el error de cuantificación da como resultado una severa distorsión de la forma de onda y aumenta los defectos en los contornos. Para la cuantificación lineal y suponiendo que los errores están distribuidos uniformemente, la magnitud RMS (eficaz) de cualquier grupo de errores de cuantificación es igual a  $Q/\sqrt{12}$ .



La salida pico a pico del convertidor D/A se supone es igual a  $2^n Q$ . Su valor preciso, es en realidad  $(2^n - 1)Q$ .

La relación de la señal S pico a pico al ruido de cuantificación RMS ( $Q_{RMS}$ ) de una caja negra está dada por:

$$\frac{S}{Q_{RMS}} (dB) = 20 \log_{10} \left( \frac{2^n Q \times \sqrt{12}}{Q} \right) = 6.02 + 10.8$$

La fórmula anterior propone que la señal analógica ocupa el rango de cuantificación completo. Dado un sistema de video digital con 8 bits por muestra, el valor teórico será:

$$\frac{S}{Q_{RMS}} = 58.96 dB$$

Existen varios factores que alteran el valor de  $S/Q_{RMS}$  como los siguientes:

- La limitación de la banda de espectro a  $f_{MAX}$  (por ejemplo 4.2 a 5 MHz). La limitación del espectro a una  $f_{MAX}$  mejora la relación  $S/Q_{RMS}$  por un factor igual a  $10 \log_{10}(f_S/f_{MAX})$ .
- El rango de cuantificación ocupado por la señal de video activo (por ejemplo: 100 IRE). La relación  $S/Q_{RMS}$  esta referenciada a la amplitud pico a pico de video (o sea, 714 mV). Una señal de video analógica compuesta de barras de color al 100% tiene una amplitud pico a pico de 1.22 volts en NTSC.

Suponiendo que todos los valores de la señal son cuantificados, la parte de la luminancia de la señal, o sea, 714 mV, ocuparán solo una porción del rango completo de cuantificación.

La proporción es:

$$0.714/1.22 \approx 0.58$$

Esto da como resultado un número más pequeño de pasos de cuantificación y en consecuencia un valor reducido para  $S/Q_{RMS}$ .

La fórmula modificada para  $S/Q_{RMS}$  es:

$$\frac{S}{Q_{RMS}} (dB) = 6.02n + 10.8 + 10 \log_{10} \left( \frac{f_s}{2f_{MAX}} \right) - 20 \log_{10} \left[ \frac{V_q}{(V_W - V_B)} \right]$$

donde:

n=número de bits por muestra

$f_s$ =la frecuencia de muestreo

$f_{MAX}$ =la frecuencia de video máximo (por ejemplo 4.2 MHz)

$V_q$ =voltaje de la señal que ocupa el rango completo de la cuantificación.  
 $V_W$ =nivel de la señal de blanco, V.  
 $V_B$ =nivel de la señal de borrado, V.  
 $V_W - V_B = 0.714$  V

Calculando la relación  $S/Q_{RMS}$  para una caja negra en NTSC en un ancho de banda de 4.2 MHz, con una frecuencia de muestreo de 14.3 MHz y una precisión de 8 bits por muestra, es igual a:

$$\frac{S}{Q_{RMS}}(dB) = 6.02n + 10.8 + 10 \log_{10} \left( \frac{14.3}{8.4} \right) - 20 \log_{10} \left( \frac{1.22}{0.714} \right) = 56.62 dB$$

## 2.4 CONVERSIÓN D/A.

La figura 2-7 muestra la forma de onda de la salida del convertidor D/A, la cual es un tren de pulsos rectangulares de la misma amplitud como la señal digitalizada y con un ancho constante de  $T = 1/f_s$ .

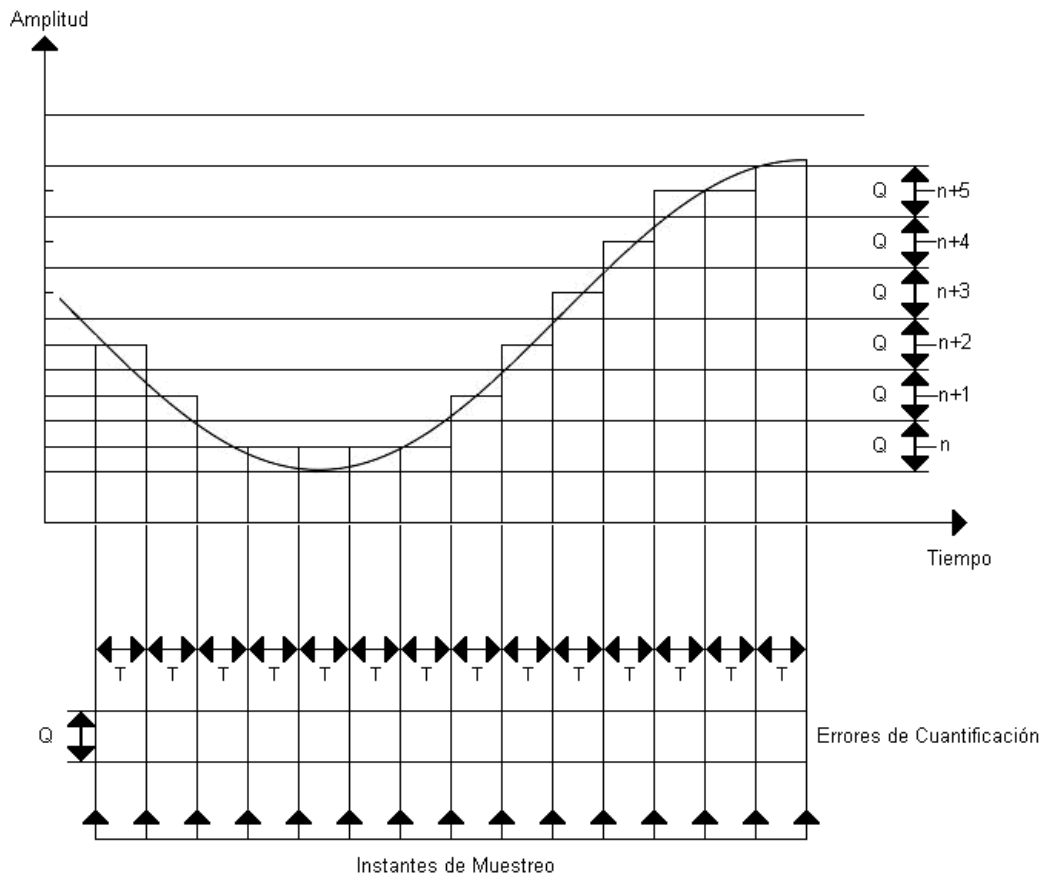


Figura 2-7. Forma de onda en la salida del convertidor D/A.

El espectro de un pulso rectangular con un ancho de  $T=1/f_s$  esta dado por la función seno:

$$A(dB) = 20 \log_{10} \left( \frac{\text{sen}x}{x} \right)$$

donde:

$$x = \pi f_v / f_s$$

$f_v$  = la frecuencia del video.

$f_s = 1/T$ , la frecuencia de muestreo.

La salida del convertidor D/A es:

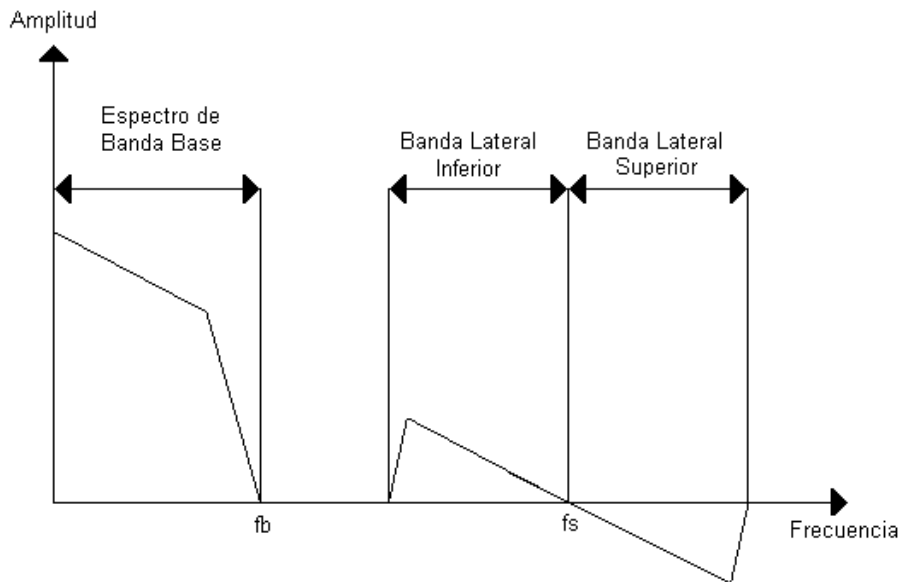


Figura 2-8. Espectro de una señal a la salida D/A.

El efecto es una pérdida en las frecuencias de video más altas y es sumado al efecto del aliasing y los filtros de reconstrucción. Esta pérdida de alta frecuencia es por lo general ecualizada después del filtro de reconstrucción.

Las curvas que representan las pérdidas de alta frecuencia por el efecto del filtro pasa bajas de la característica  $(\text{sen}x)/x$  en las dos frecuencias de muestreo son:

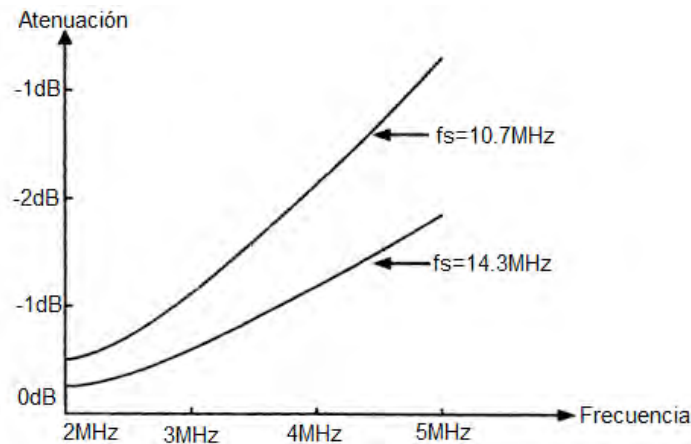


Figura 2-9. Pérdidas de alta frecuencia en dos frecuencias típicas del muestreo.

## 2.5 LOS ESTÁNDARES DE LA SEÑAL COMPUESTA DIGITAL.

Los estándares del video digital compuesto constituyen un trampolín hacia toda la tele producción de video digital en el estudio. Para satisfacer las necesidades de la industria, dos sistemas de estándares de equipo de estudio digital compuesto han sido desarrollados:

- El estándar  $4f_{SC}$  NTSC
- El estándar  $4f_{SC}$  PAL

La señal de video compuesta analógica es muestreada en un rango de 4 veces la frecuencia de la subportadora de color ( $4f_{SC}$ ). El número de bits por muestra juega un papel muy importante en la determinación de la calidad de la señal y la economía de la cinta en la grabación. Los estándares pueden elegir 8 o 10 bits por muestra.

Debido a la zona geográfica nos limitaremos a analizar solamente el estándar NTSC [7].

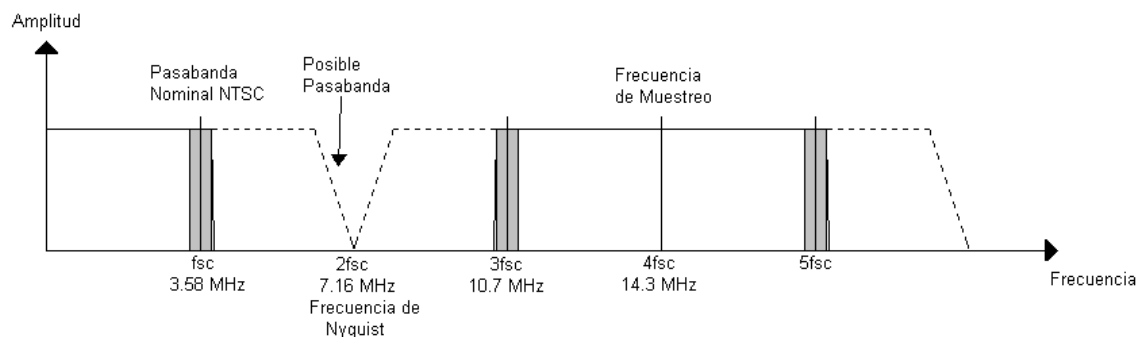
## 2.6 EL ESTÁNDAR $4F_{SC}$ NTSC.

El estándar SMPTE 244M define las características de la señal digital compuesta  $4f_{SC}$  NTSC también como la interconexión BIT-paralelo, la tabla 2-1 define y resume los aspectos del estándar.

**TABLA 2-1 RESUMEN DE LOS PARÁMETROS DE CODIFICACIÓN PARA LA SEÑAL DIGITAL COMPUESTA  $4f_{SC}$  NTSC.**

|   |   |
|---|---|
| Señal de entrada.                           | NTSC  |
| Número de muestras por total de línea       | 910   |
| Número de muestras por línea digital activa | 768   |
| Frecuencia de muestreo                      | $4f_{SC}=14.31818$ MHz                          |
| Estructura de muestreo                      | Ortogonal                                       |
| Instantes de muestreo                       | $+33^\circ, +123^\circ, +213^\circ, +303^\circ$ |
| Codificación                                | Uniformemente cuantificada                      |
| Resolución de Cuantificación                | 8 o 10 bits por muestra                         |

La frecuencia de muestreo  $4f_{SC}$  es igual a 14.3181 MHz (14.3 MHz nominal). El reloj de muestreo se deriva del Burst de color de la señal analógica. La figura 2-10 muestra el espectro de muestreo de  $4f_{SC}$  NTSC. Existe un espacio significativo entre la frecuencia máxima nominal de 4.2 MHz en NTSC y la frecuencia de Nyquist de 7.16 MHz.



*Figura 2-10 Espectro de la señal NTSC muestreada  $4f_{SC}$*

El estándar no especifica las características del antialiasing y los filtros de reconstrucción como resultado varios productos de  $4f_{SC}$  tienen diferentes anchos de banda analógicos.

## 2.7 ESTRUCTURA DEL MUESTREO.

El estándar del SMPTE fue desarrollado con referencia a las especificaciones de NTSC, las cuales utilizan codificación I/Q en vez de codificación R-Y/B-Y. Se muestra en la figura 2-11 que cualquier vector de croma puede ser representado por los vectores I/Q o R-Y/B-Y. Originalmente la norma NTSC asignó diferentes anchos de banda para la señal I (1.2 MHz) y la señal Q (0.5 MHz) para obtener una mejor resolución en la información visual de naranja.

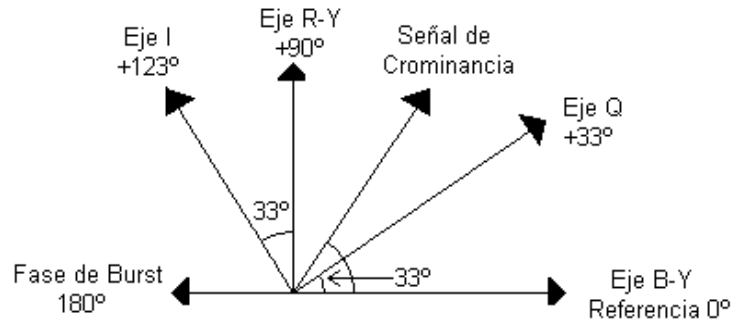


Figura 2-11 Diagrama de fase que muestra la relación entre las proyecciones del vector crominancia en el sistema de ejes R-Y/B-Y y el sistema de ejes I/Q.

Un codificador NTSC I/Q típico se observa en la figura 2-12

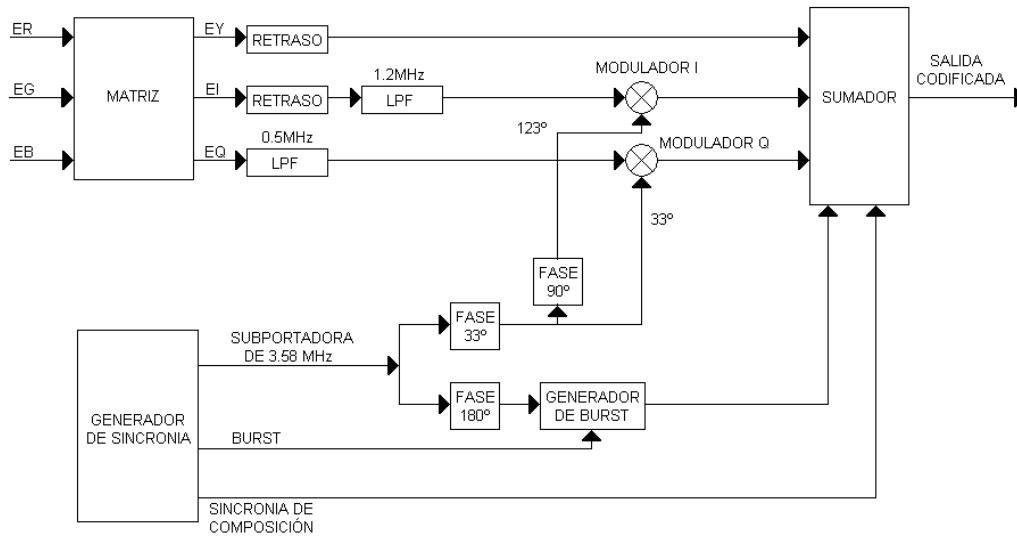


Figura 2-12. Diagrama a bloques simplificado de un codificador NTSC I/Q.

El estándar  $4f_{SC}$  NTSC requiere de los instantes de muestreo coincidan con las amplitudes de los picos positivo y negativo de los componentes de subportadora I y Q como se muestra en la figura 2-13.

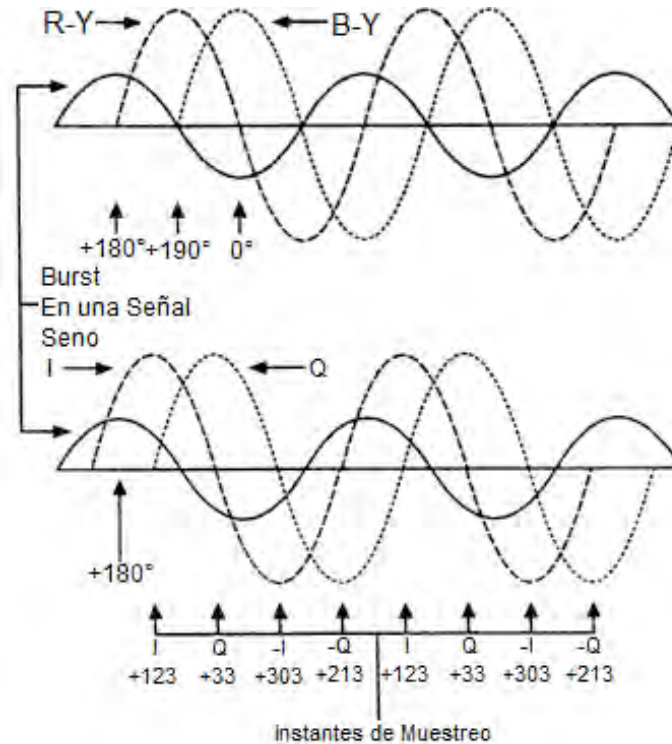


Figura 2-13. Instantes de muestreo  $4f_{SC}$  de la señal compuesta NTSC analógica.

La parte superior del dibujo muestra que esos instantes de muestreo proporcionan una representación  $4f_{SC}$  de la información R-Y/B-Y.

Dada una frecuencia de muestreo  $f_s=14.3181$  MHz (14.32 MHz nominal) y una frecuencia de barrido horizontal  $f_H=15734.25$  Hz el número de muestras por línea total es igual a  $f_s/f_H=910$ . La línea digital activa acomoda 768 muestras. Las 142 muestras restantes componen el intervalo de borrado horizontal.

El punto medio del borde de bajada de la señal de sincronía horizontal analógica está entre las muestras 784 y 785.

La primera de las 910 muestras representa la primer muestra de la línea activa digital y es designada como muestra 0 para el propósito de referencia. Las 910 muestras por línea son, por lo tanto numeradas de 0 a 909. De la muestra 0 hasta 767 inclusive contiene los datos de la línea activa digital.

## 2.8 LOS ESTÁNDARES PARA COMPONENTE DIGITAL.

En un sistema por componentes analógico, la información es transmitida por la variación en amplitud de las señales:

G / B / R    o  
Y / R-Y / B-Y

Es característica de los sistemas por componentes analógicos que las degradaciones de la señal en la salida son la suma de todas las degradaciones introducidas por cada etapa por las cuales las tres señales han pasado.

Los tres principales daños que afectan a las señales analógicas son:

- Distorsiones lineales
- Distorsiones no lineales
- Ruido

Aunque también hay que considerar inestabilidades en el tiempo, que pueden ser reducidas por una buena aplicación de ingeniería, pero nunca eliminados completamente.

El uso de señales por componentes de manera opuesta a las señales compuestas pueden quitar algunas de las distorsiones asociadas con las señales de video compuesto. La estandarización en Estados Unidos y en Europa dio por resultado la recomendación 601 CCIR, Parámetros para Codificación de Televisión Digital para Estudios. Esta recomendación estableció un acuerdo para componentes digitales, esto es; que los estándares de los barridos 525/60 y 625/60 sean compatibles, y es el origen de todos los desarrollos subsecuentes de componentes digitales.

En el documento inicial, la recomendación era una resolución de 8 bits por muestra, pero actualmente la calidad del equipo de estudio utiliza 10 bits por muestra.

La codificación digital recomendada esta basad en el uso de las señales de luminancia y dos diferencias de color o las señales rojo, verde y azul.

## **2.9 LOS RANGOS DE MUESTREO.**

Los rangos de muestreo están basados en la frecuencia de referencia de 3.375 MHz [7].

Estos son:

- Muestreo 4:1:1 la señal de luminancia es muestreada en 13.5 MHz (4 X 3.375 MHz) y cada una de las dos señales de diferencia de color esta muestreada en 3.375 MHz. Este método es utilizado por equipos de baja calidad y se aplica para situaciones donde el ancho de banda de las señales de diferencia de color no necesitan más de 1.5 MHz.



- Muestreo 4:2:2, la señal de luminancia es muestreada en 13.5 MHz y las señales de diferencia de color son muestreadas en 6.75 MHz (2 X 3.375 MHz).
- Muestreo 4:4:4 tanto la señal de luminancia como las señales de diferencia de color son muestreadas en 13.5 MHz. Este rango de muestreo es típico para el equipo cuyo procesamiento es de calidad digital en el estudio.

## 2.10 LAS SEÑALES CODIFICADAS.

Las señales codificadas son una señal de luminancia y dos señales de diferencia de color. Las expresiones para la señal de luminancia ( $E_Y$ ) y las señales de diferencia de color ( $E_{CB}$  y  $E_{CR}$ ) son como se denotan en la tabla 2-2.

TABLA 2-2 RESUMEN DE LOS PARÁMETROS DE CODIFICACIÓN 4:2:2 PARA LA NORMA DE BARRIDO 525/60.

|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| SEÑALES CODIFICADAS                  | $E'_y = 0.587E'_G + 0.11E'_B + 0.299E'_R$                                      |
|                                      | $E'_{CB} = 0.564(E'_B - E'_Y)$   |
|                                      | $E'_{CR} = 0.723(E'_R - E'_Y)$   |
| NÚMERO DE MUESTRAS POR LÍNEA TOTAL   | $Y = 858$  |
|                                      | $C'_B = 429$   |
|                                      | $C'_R = 429$   |
|                                      | Total=1716   |
| NÚMERO DE MUESTRAS POR LÍNEA DIGITAL | $Y = 720$  |
|                                      | $C'_B = 360$   |
|                                      | $C'_R = 360$   |
|                                      | Total=1440   |
| ESTRUCTURA DE MUESTREO               | Ortogonal  |
|                                      | Línea, campo, y repetición de cuadro   |
|                                      | Las muestras $C_B$ y $C_R$ son   |
| FRECUENCIA DE MUESTREO               | $Y=858 \times f_H=13.5$ MHz  |
|                                      | $C_B$ y $C_R$ $429 \times f_H=6.75$ MHz  |
| CODIFICACIÓN                         | Uniforme   |
| RESOLUCIÓN DE CUANTIFICACIÓN         | 8 o 10 bits por muestra para la luminancia y cada señal de diferencia de color |

## 2.11 LAS FRECUENCIAS DE MUESTREO.

La frecuencia de muestreo de luminancia de 13.5 MHz fue seleccionada para obtener un número entero de muestras en los periodos de línea tanto en la norma 525/60 y 625/50. Se obtiene de la sincronía del video de entrada utilizando un oscilador de fase amarrada (PLL) operando en  $858 \times f_H$  en la norma 525/60.

En la figura 2-14 se muestran las gráficas de:

La amplitud específica vs Frecuencia y el retraso de grupo vs la respuesta en frecuencia de la señal antialiasing de luminancia y los filtros de reconstrucción. La respuesta en frecuencia de luminancia es plana hasta los 5.75 MHz, la cual es la adecuada para ambos estándares de barrido.

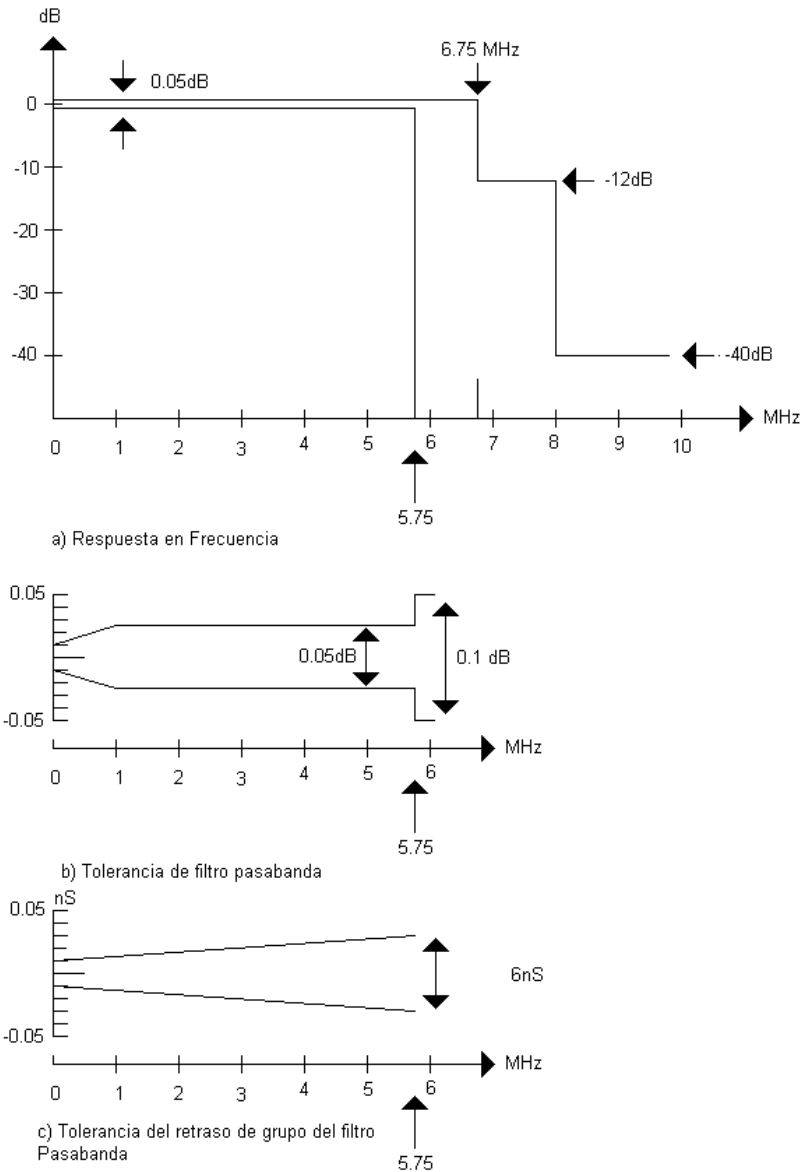


Figura 2-14. Especificación del filtro pasa bajas de Y.

El espectro de 13.5 MHz muestreado de la señal de luminancia filtrada es mostrado en la figura 2-15, como se observa, hay un espacio muy estrecho y crítico entre la frecuencia máxima de luminancia de banda base (5.75 MHz) y la frecuencia de Nyquist (6.75 MHz).

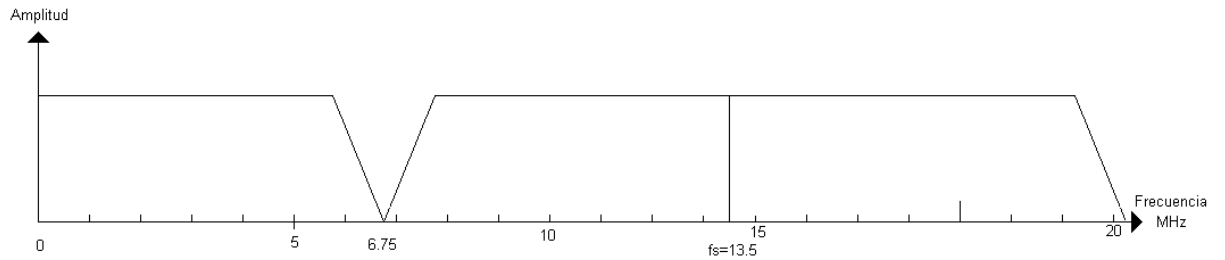


Figura 2-15. Espectro de la señal de luminancia muestreada en 13.5 MHz.

Esto explica la especificación tan crítica del antialiasing y los filtros de reconstrucción.

Por otra parte, la frecuencia de muestreo de las diferencias de color es obtenida, dividiendo la frecuencia de muestreo de la señal de luminancia entre 2. La figura 2-16 muestra los mismos parámetros que la señal de luminancia pero ahora para las señales de diferencia de color.

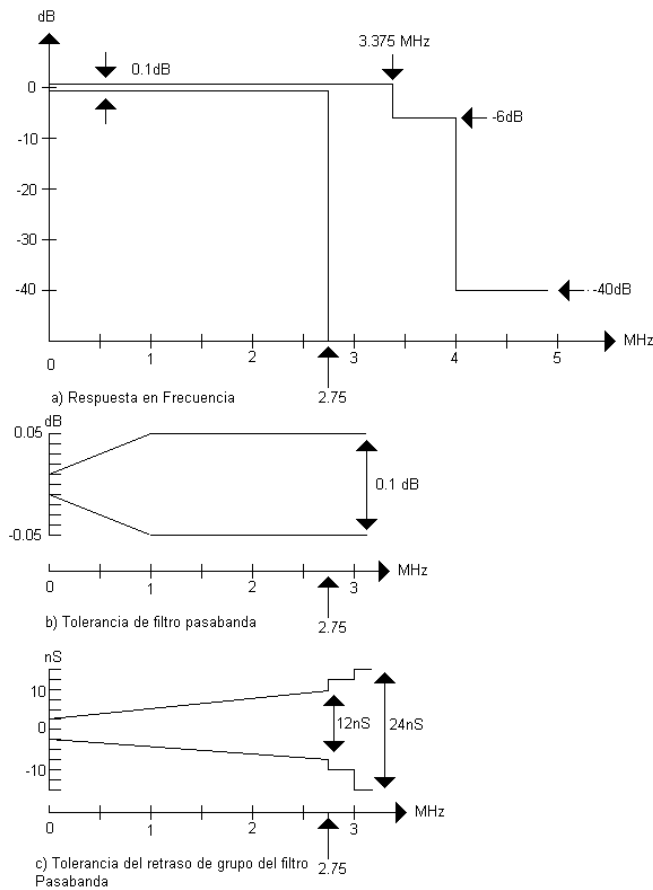


Figura 2-16. Especificación del filtro pasa bajas para las diferencias de color.

La respuesta en frecuencia de las señales de diferencia de color es plana en 2.75 MHz. El espectro de 6.75 MHz de las diferencias de color filtradas se muestra en la figura 2-17 y se observa que hay un espacio muy estrecho y crítico entre la frecuencia máxima de la banda base de la diferencia de color (2.75 MHz) y la frecuencia de Nyquist (6,75 MHz).

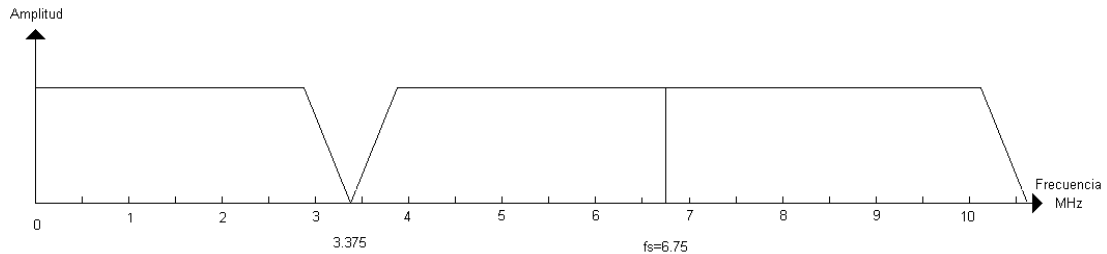


Figura 2-17. Espectro de la señal de luminancia muestreada en 13.5 MHz.

Esto explica la especificación tan crítica del antialiasing y los filtros de reconstrucción.

El ancho de banda de los canales de luminancia y de diferencia de color es determinado por las frecuencias de muestreo y por los filtros pasa bajas.

## 2.12 LA ESTRUCTURA DEL MUESTREO.

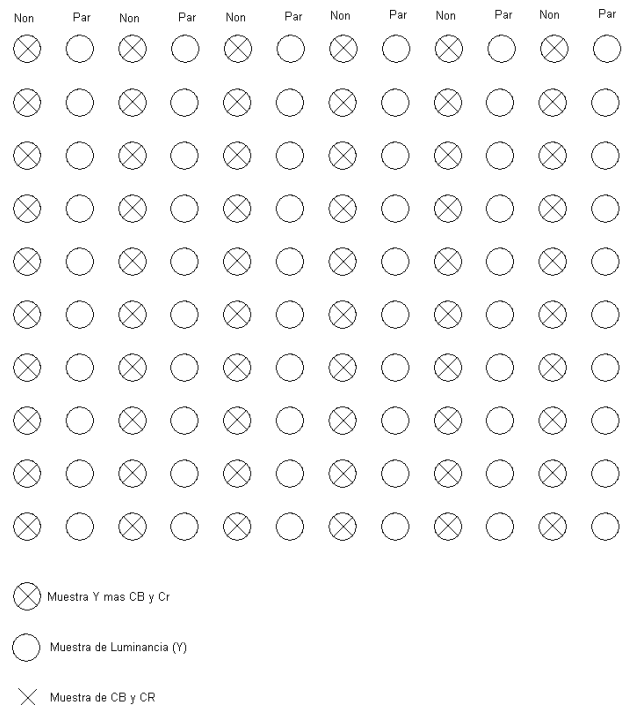
Muestrear la señal de video analógica en un múltiplo de la frecuencia de barrido horizontal tiene por resultado el muestreo inmediato siendo alineado verticalmente línea por línea y campo por campo.

A esto se le conoce como muestreo ortogonal, la figura 2-18 muestra los detalles de la estructura del muestreo ortogonal de la familia 4:2:2.

Como consecuencia de que la frecuencia de muestreo de la señal de luminancia es el doble que la de las señales de diferencia de color, existe el doble de muestras de luminancia que de muestras de diferencia de color.

El número de muestras de luminancia por línea total es igual a  $f_s/f_H$ , donde  $f_s=13.5$  MHz y  $f_H$  es la frecuencia de barrido horizontal. Dados los valores de  $f_H$  ligeramente diferentes, el número de muestras de luminancia por línea total para los dos estándares de barrido es de 858, numeradas de 0 hasta 857 (estándar 525/60).

Si  $f_s=6,75$  MHz, el número de muestras por línea total de cada señal de diferencia de color para los estándares de barrido es de 429, numeradas desde 0 hasta 428 (estándar 525/60).



*Figura 2-18. Detalle de la estructura del muestreo ortogonal 4:2:2 para un barrido de 525/60.*

### 2.13 CARACTERÍSTICAS DEL HVS (HUMAN VISUAL SYSTEM).

Las señales de video generadas y transmitidas son destinadas para ser decodificadas por el sistema observador humano, usualmente llamado HVS [7].

El ojo humano funciona conjuntamente con la corteza visual del cerebro, es un sistema muy preciso. Y puede operar sobre un rango muy amplio de intensidades de luz, detecta las diferencias de color y percibe el contraste de la imagen como una función de la frecuencia espacial y la intensidad de luz. La resolución de una pantalla esta expresada generalmente como un número de líneas por altura de imagen.

Para combinar esos parámetros diferentes que afectan el contenido de la frecuencia de imagen percibida, la frecuencia espacial de la imagen está definida como el número de ciclos que subtiende un arco de 1° visto por el observador. Un ciclo esta hecho de dos barras verticales o líneas horizontales. Las condiciones observadas se muestran en la figura 2-19.

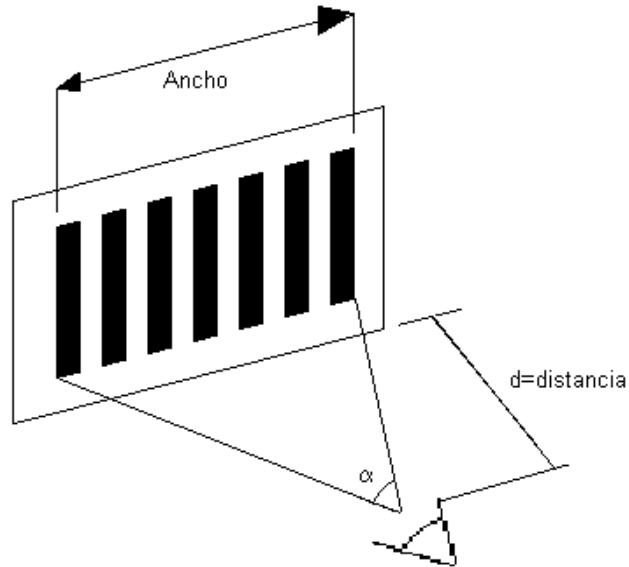


Figura 2-19. Resolución y ángulo de visión.

Para pantallas de TV convencional, una distancia de observación de cerca de 6H (donde H= altura de la imagen) garantiza una resolución visual completa de los detalles de imagen.

Para una altura de pantalla idéntica, esta distancia debe ser reducida a 3H para aprovechar los beneficios de una imagen con alta definición y mantener el mismo nivel de discriminación de la frecuencia espacial del ojo, llamada también agudeza visual, expresada en ciclos por grado, como se muestra en la figura 2-20.

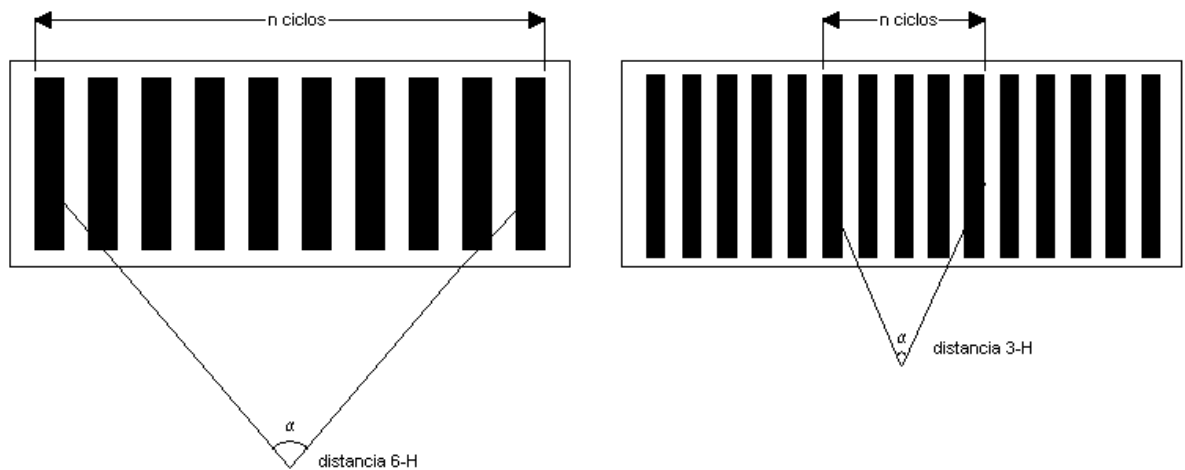


Figura 2-20. Pantallas de TV convencional y alta definición.

Alternativamente, la dimensión de la pantalla de HDTV debe ser incrementada hasta que el ojo perciba los detalles más finos en la imagen a una distancia de 6H. La agudeza visual se define como la habilidad del ojo para percibir y separar detalles.

### 2.14 PROCESO DE CODIFICACIÓN DCT (TRANSFORMADA COSENO DISCRETA).

El esquema DCT procesa valores de bloques de datos de píxeles en bloques de coeficientes en el dominio de la frecuencia. La figura 2-21 muestra un resumen de una codificación DCT unidimensional de 8 píxeles de luminancia consecutivos tomados de una imagen digitalizada y muestreada en 4:2:2 [7,8].

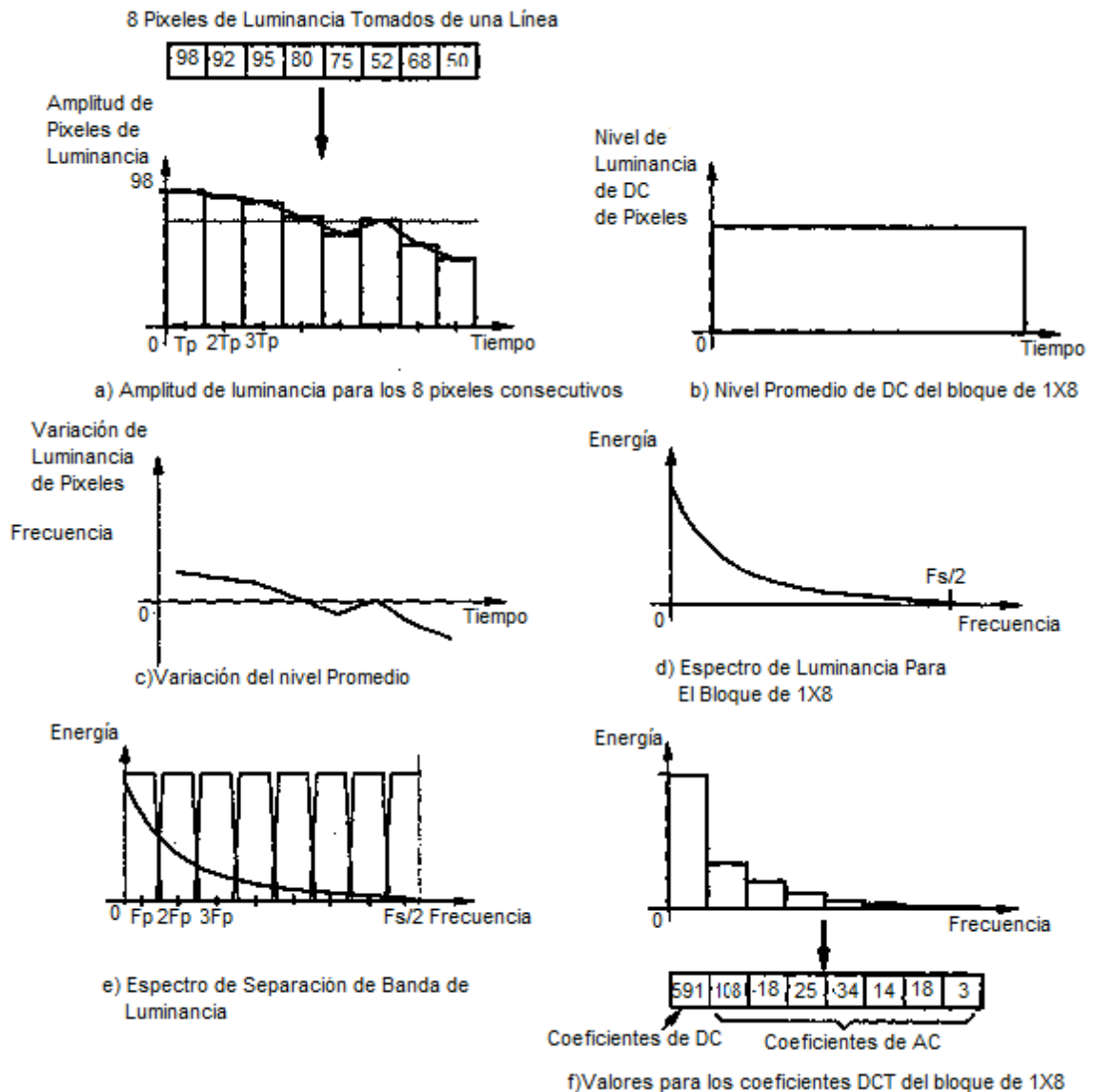


Figura 2-21. Resumen de una codificación DCT unidimensional.

La figura 2-21a) muestra las amplitudes de la luminancia de los 8 píxeles consecutivos. Su nivel de DC promedio correspondiente y la variación del pixel de luminancia son mostrados en las figuras 2-21b) y 2-21c).

El espectro mostrado en la figura 2-21d) representa el cambio de amplitud (variación) en los ocho píxeles y los rangos de 0 Hz a  $\frac{1}{2}$  de la frecuencia de muestreo: ( $f_s/2=6.75$  MHz). La codificación DCT separa este espectro en ocho bandas de frecuencia resultando ocho valores de coeficientes que indican la energía que la forma de onda del espectro tiene en cada una de esas bandas de frecuencia.

La figura 2-21e) y 2-21f) muestran la separación de bandas del espectro de luminancia y los valores de los coeficientes respectivos de cada banda.

El primer coeficiente, al inicio izquierdo, representa el nivel promedio de DC de la forma de onda. De izquierda a derecha, los otros coeficientes indican los componentes de frecuencia espacial más alta de la forma de onda original y son llamados los coeficientes de AC. Cuando la redundancia espacial es alta en una imagen, muchos de estos coeficientes AC están cerca o igual a 0.

Para realizar una correlación más alta del contenido de la imagen, la codificación DCT de dos dimensiones es aplicada a bloques de 8X8 de valores de píxeles de luminancia; los bloques de coeficientes DCT 8X8 son obtenidos donde el número de la esquina superior izquierda de cada bloque DCT es el coeficiente de DC representan el nivel promedio de DC del bloque de píxeles de luminancia de 8X8 correspondiente.

La figura 2-22 muestra un ejemplo de codificación de un bloque DCT de dos dimensiones de un bloque de 8X8 de valores de píxeles tomados de una imagen real.



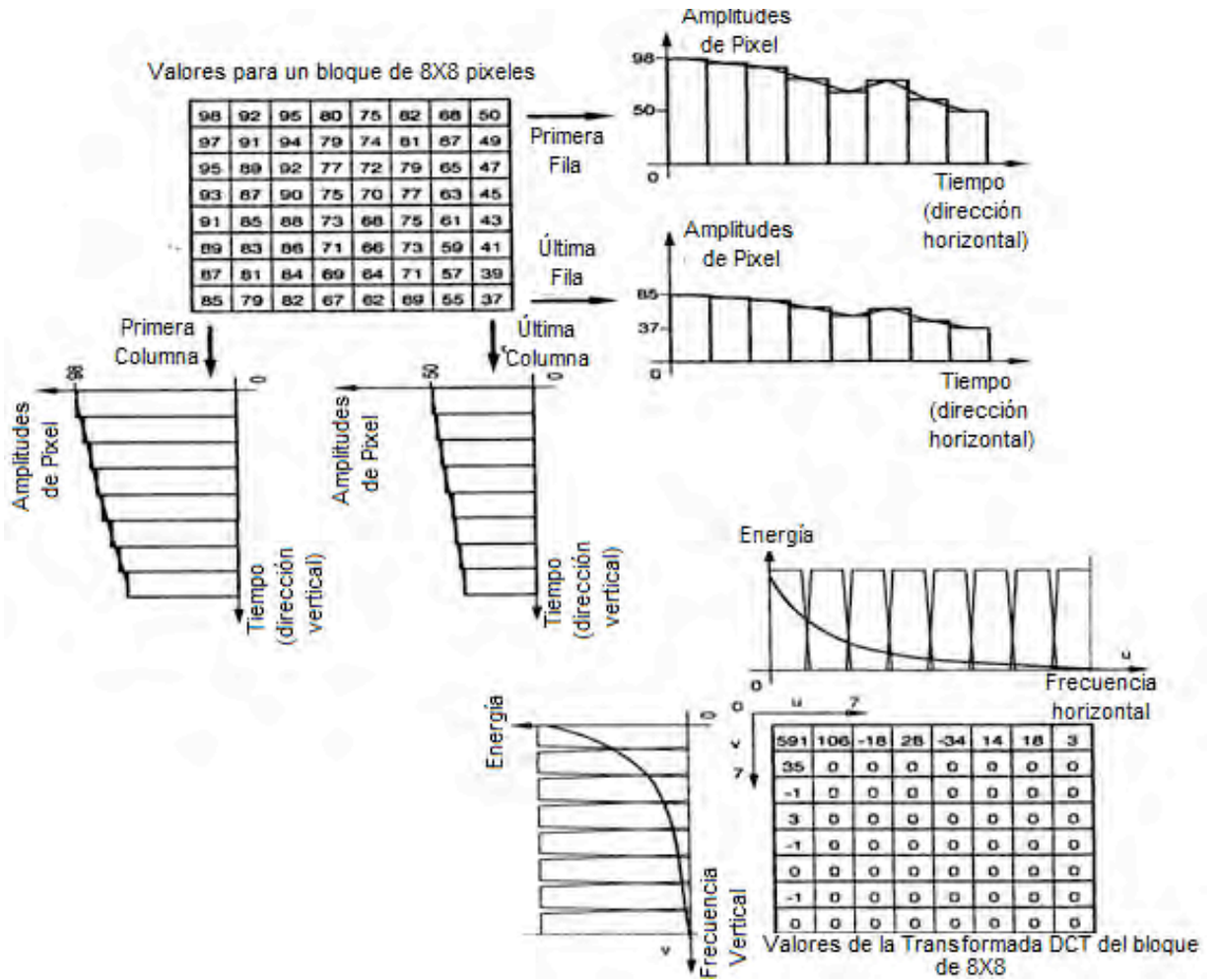


Figura 2-22 Resumen de la codificación del bloque DCT de dos dimensiones.

En el estándar JPEG el proceso DCT (FDCT) transmitido se define como:

$$F(\mu, v) = \frac{C(\mu)C(v)}{4} \sum_{j=0}^7 \sum_{k=0}^7 f(j, k) \cos\left(\frac{(2j+1)\mu\pi}{16}\right) \cos\left(\frac{(2k+1)v\pi}{16}\right)$$

Donde:

$f(j, k)$  = las muestras originales en el bloque 8X8 de píxeles de luminancia.

$f(\mu, v)$  = coeficientes del bloque DCT 8X8

$\mu$  = la frecuencia horizontal normalizada ( $0 < \mu < 7$ )

$v$  = la frecuencia vertical normalizada ( $0 < v < 7$ )

$C(\mu), C(v) = 1/\sqrt{2}$  si  $\mu, v = 0$

$C(\mu), C(v) = 1$  si  $\mu, v = 1, 2, k, 7$

Para el primer coeficiente, las frecuencias normalizadas  $\mu$  y  $v$  son iguales a 0. Entonces, este coeficiente es llamado el coeficiente DC.

$$F(0,0) = \frac{1}{8} \sum_{j=0}^7 \sum_{k=0}^7 f(j,k)$$

Esta ecuación realiza la suma total de todos los valores de los píxeles en el bloque 8X8 y dividido entre 8, el resultado de este cálculo es equivalente a ocho veces los valores medios de píxeles en el bloque.

Cuando el proceso DCT aplicado a señales digitales por componentes tales como Y, Cr, Cb, las señales de crominancia Cr y Cb tiene una amplitud máxima de  $\pm 128$  valores binarios en un sistema de muestreo de 8 bits, mientras la señal de luminancia Y tiene un rango máximo de 0 a 255 valores binarios. Para simplificar el diseño de un decodificador DCT, la señal Y es desplazada en nivel sustrayendo 128 a cada valor de pixel en el bloque para hacer el rango máximo de esta señal idéntica a las señales Cr y Cb. En la etapa de decodificación de DCT, el mismo valor (128) es sumado para reconstruir los valores de los píxeles Y.

Por consiguiente, un convertidor A/D de 8-BIT de resolución, que se utiliza para generar bloques de valores de píxeles de Y, produce valores binarios que son cambiados entre -128 y 127. El valor del coeficiente de DC del bloque de DCT correspondiente tiene un rango de -1024 a 1016 (ocho veces los valores binarios).

El bloque resultante de 8X8 de los valores de coeficiente exhiben un alto valor de DC (DC=591 en el ejemplo 1), representativo del promedio de brillantez del bloque de luminancia de 8X8 y de valores muy pequeños de componentes de alta frecuencia en la dirección vertical y horizontal como se muestra en la figura 2-21.

Sin embargo, los coeficientes de AC horizontal son más altos que los de la dirección vertical. Esto es fácilmente confirmado por las variaciones de valores horizontales píxel a píxel más altos comparados con los de la dirección vertical.

La figura 2-23 muestra un primer ejemplo del proceso DCT aplicado a un bloque de píxeles de luminancia. Los valores de píxeles mostrados ya han sido calculados por -128 para facilitar la codificación de las tres componentes de las señales de video.

Como regla general, una variación de valor alto de píxel a píxel es una dirección del bloque de píxeles, ya sea horizontal, vertical o diagonal, generará valores de coeficientes altos en las direcciones respectivas del bloque de coeficientes DCT.

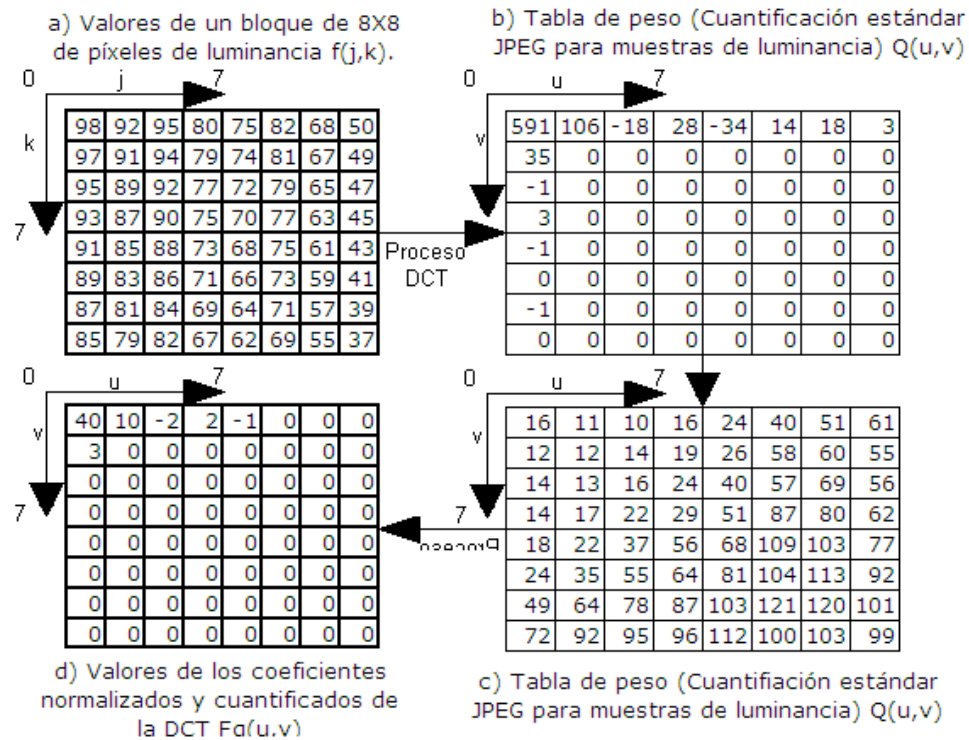


Figura 2-23. Formateo de un bloque DCT 8x8.

La figura 2-24 muestra un segundo ejemplo del proceso DCT aplicado a un bloque de píxeles hecho de valores alternos de píxeles de negro (valor = 0) y blanco (valor = 255).

Después de la reducción por -128, los valores de los píxeles se alternan entre +127 y -128, este bloque exhibe las variaciones de amplitud de píxel más altas posibles. Y los coeficientes resultantes DCT confirman esta observación. Aunque muchos coeficientes de frecuencia son igual a 0, la amplitud de los coeficientes de ALTA-FRECUENCIA es muy importante y no llevan una reducción significativa del número de coeficientes AC después del proceso de cuantificación. En este ejemplo limitado uno puede decidir quitar todos los coeficientes de AC NO-0 y mantener sólo el valor de coeficiente DC.

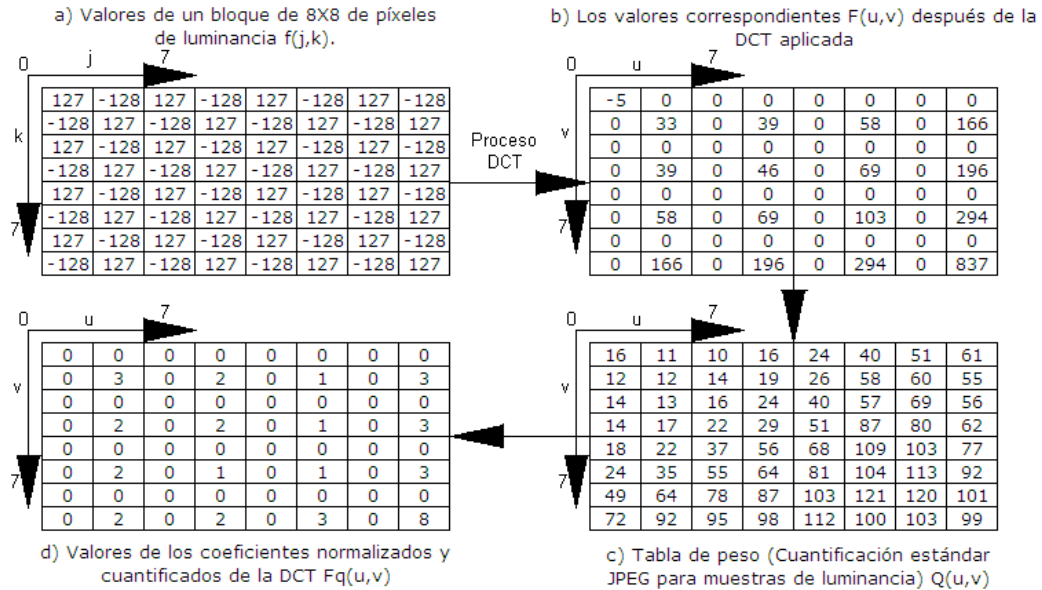


Figura 2-24. Formateo de un bloque DCT 8x8.

Después del proceso DCT inverso, se obtiene una imagen con niveles de gris uniforme el cual es exactamente lo que el HVS observa cuando la imagen del tablero original es reducido a su dimensión normal y visto en una distancia normal.

Es importante hacer notar que el proceso DCT descrito anteriormente, propone que el rango de valores binarios de los píxeles Y sea de 0 a 255 después de la conversión A/D de la variación de la señal de luminancia de 0 a 700 mV.

Sin embargo, las señales por componentes cumplen con el estándar CCIR-601 que tienen valores binarios entre 16 y 235, lo cual corresponde a la misma variación de 0 a 700 mV. Esto permite tener posibles límites (HEADROOM) en los niveles arriba de 700 mV y debajo de 0 mV, los cuales son utilizados en aplicaciones de "CHROMA KEY" con una señal llamada "más negro que el negro".

Algunos sistemas de compresión ignoran esta diferencia y generan errores de compatibilidad en el proceso de producción de programas.

El proceso DCT no reduce la velocidad de datos y es totalmente reversible.

El proceso DCT inverso (IDCT) reconstruye los valores de píxeles originales, si los coeficientes DCT son mantenidos sin cambio, aunque la precisión de los cálculos de 13 a 14 bits es necesario para evitar errores.

Es la combinación de la cuantificación y las técnicas de codificación eficientes, lo que hace posible la reducción de la tasa de datos.

La elección del tamaño del bloque de 8X8 es el resultado del compromiso entre la compactación de energía eficiente, requiriendo de un área de pantalla grande y un número reducido de cálculos DCT de tiempo real, requiriendo un área pequeña.

La figura 2-25 muestra un diagrama a bloques simplificado de un codificador de reducción de datos de video que utiliza un esquema DCT

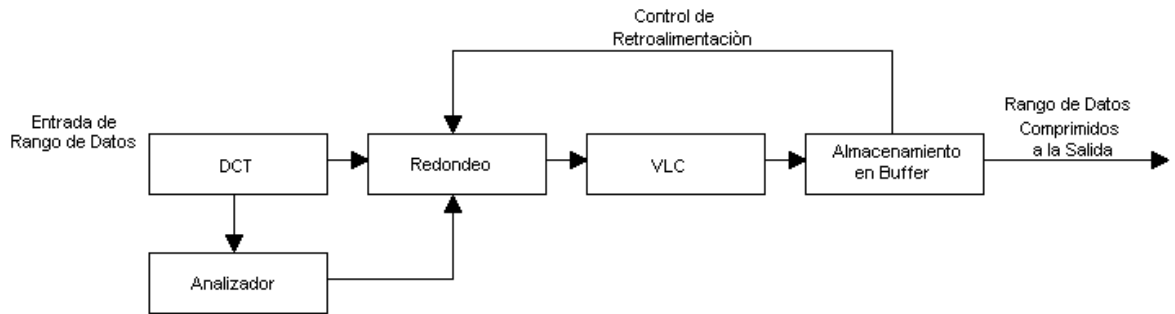


Figura 2-25 Proceso simplificado de la reducción de datos de video utilizando un esquema DCT.

Antes de la compresión, las imágenes originales son digitalizadas por medio de las estructuras de muestreo elegidas para obtener la resolución requerida por la aplicación específica. La figura 2-26 muestra los ejemplos de estructuras de muestreo que conducen a diferentes estructuras de macrobloques.

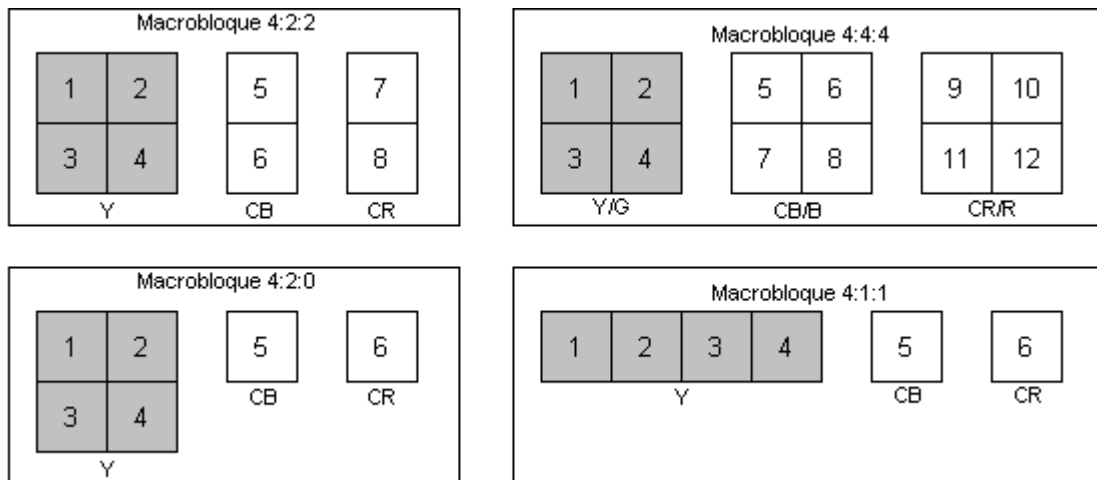


Figura 2-26 Estructura de macro bloques de varios formatos de muestreo.

Los datos de las señales de luminancia y crominancia son separados en bloques de 8X8 de Y, Cr, Cb. Entonces, un macrobloque está constituido con cuatro bloques de 8X8 de valores de píxeles de luminancia (Y), formando un bloque de 16 píxeles por 16 líneas y sus bloques de crominancia asociados (Cr y Cb).

Una estructura de muestreo de 4:2:0 está constituida por 4 bloques de Y, un bloque Cr y un bloque de Cb. El orden de los bloques dentro de un macrobloque determina la secuencia en la cual son enviados al codificador DCT.

### 2.15 PROCESO DE CUANTIFICACIÓN DEL BLOQUE DCT.

El proceso de cuantificación del bloque DCT es la parte más sensitiva en el diseño de un sistema de compresión porque afecta directamente la calidad de la imagen reconstruida.

La sensibilidad visual del HVS para codificar artefactos depende principalmente de los componentes de frecuencia y la actividad local en el dominio espacial. Por lo tanto, la cuantificación adoptada es llevada a cabo utilizando pesos de cuantificación que son determinados por tres factores principales, esto es, los pesos de frecuencia, el parámetro de actividad, el parámetro del estado del "BUFFER", como se muestra en la figura 2-27.

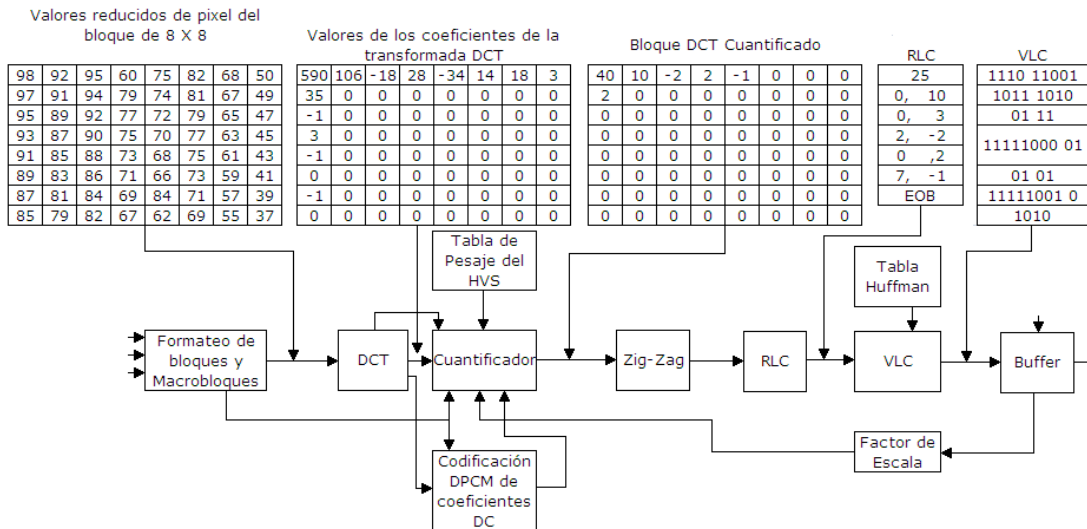


Figura 2-27. Proceso básico de reducción de datos de imagen realizado con un esquema de codificación DCT.

La función básica del cuantificador es para dividir cada coeficiente DCT por un número más grande para generar números cerca o igual a cero que pueda ser codificado eficientemente en un proceso subsecuente.

La idea es que los coeficientes de baja energía representan pequeñas variaciones de píxel, que pueden ser descartadas sin afectar la resolución percibida de la imagen reconstruida a pesar de las características psicovisuales del HVS.

El proceso de cuantificación es una operación con pérdidas e introduce artefactos.

Un diseño efectivo minimiza la pérdida de efectos psicovisuales por la optimización de un número grande de factores como resultado de evaluaciones subjetivas de diferentes imágenes, representativas de un rango amplio de materiales de producción de TV.

### 2.16 EXPLORACIÓN EN ZIGZAG.

El bloque DCT cuantificado es sometido a un patrón de exploración en zigzag para facilitar la codificación subsecuente y la transmisión en un canal UNIDIMENSIONAL. La figura 2-28 muestra un arreglo BIDIMENSIONAL convertido en una fila de coeficientes de frecuencia espacial.

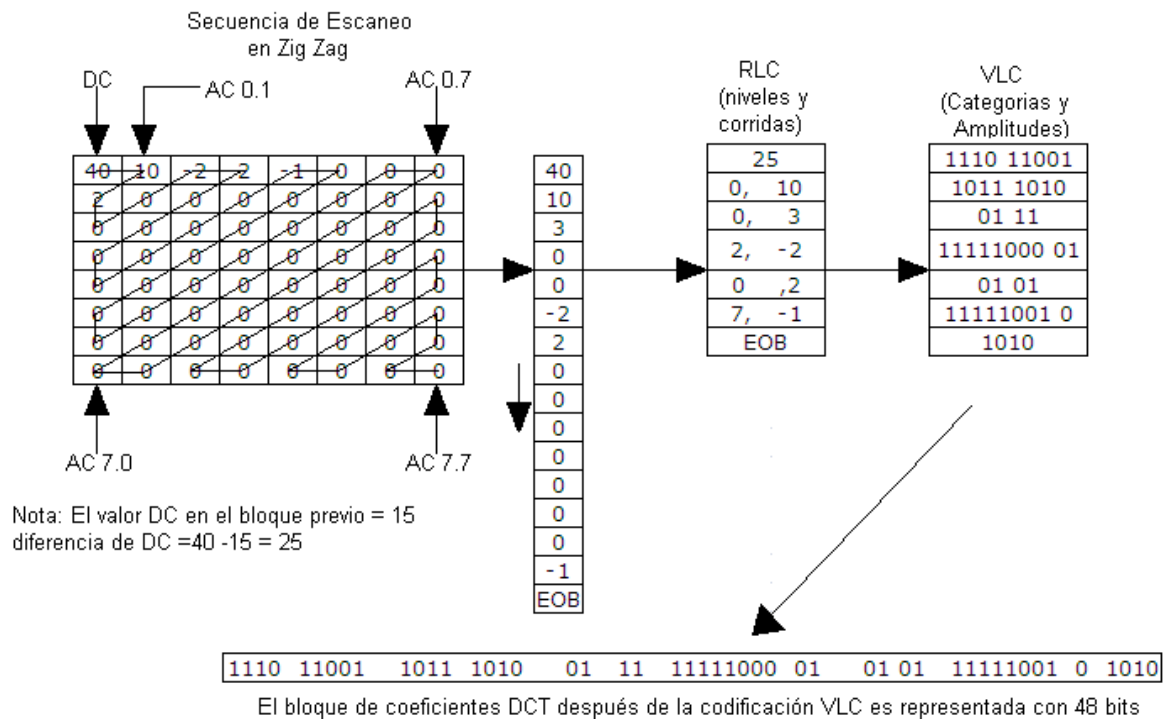


Figura 2-28 Exploración en zigzag y codificación HUFFMAN

El patrón de zigzag es escogido para primero leer los coeficientes significantes y junto el grupo de coeficientes cero tanto como sea posible.

La distribución de los coeficientes NO-CERO depende del contenido la imagen original

### 2.17 CODIFICACIÓN DE NIVEL Y LONGITUD CONTINUA.

La codificación de nivel y longitud continua (RLC) son utilizados para codificar eficientemente los coeficientes DCT cuantificados y previamente explorados. Cada coeficiente NO-CERO detectado después del valor DC es codificado con un código de palabra de DOS-PARAMETROS, el número de ceros

(RUN) que procede a un coeficiente (NO-CERO) particular y su nivel después de la cuantificación. Una palabra de código es generada para cada par (longitud, nivel), como se muestra en la figura 2-27.

**2.18 CODIFICACIÓN DE LONGITUD-VARIABLE.**

Las palabras de código (RLC) son codificadas por la localización de palabras de código cortas para niveles que ocurren frecuentemente y para palabras de código grandes las cuales ocurren NO-FRECUENTEMENTE. Este proceso es llamado codificación de longitud y variable (VLC). La tabla 2-3 muestra como los valores de coeficientes de AC son agrupados en categorías.

TABLA 2-3 RANGOS Y CATEGORIAS DE COEFICIENTES DE AC.

| <b>Categoría</b> | <b>Rango de Coeficientes</b> |                   |
|------------------|------------------------------|-------------------|
| NA               | 0                            |                   |
| 1                | -1                           | 1                 |
| 2                | -3,-2                        | 2,3               |
| 3                | -7,-6,-5,-4                  | 4,5,6,7           |
| 4                | -15,.....,-8                 | 8,.....,15        |
| 5                | -31.....,-16                 | 16, ....., 31     |
| 6                | -63, ....., -32              | 32, ....., 63     |
| 7                | -127, ....., -64             | 64, ....., 127    |
| 8                | -255,....., -128             | 128, ....., 255   |
| 9                | -511, .....-256              | 256, ....., 511   |
| 10               | -1023, ....., -512           | 512, ....., 1023  |
| 11               | -2047, .....-1024            | 1024, ....., 2047 |

Y la tabla 2-4 representa un ejemplo de código Huffman relativo a estas categorías



**TABLA 2-4 EJEMPLO DE TABLA DE CODIGO HUFFMAN DE  
COEFICIENTES AC (TABLA JPEG)**

| <b>Cero</b> | <b>Categoría</b> | <b>Longitud de Código</b> | <b>Palabra codificada</b> |
|-------------|------------------|---------------------------|---------------------------|
| 0           | 1                | 2                         | 00                        |
| 0           | 2                | 2                         | 01                        |
| 0           | 3                | 3                         | 100                       |
| 0           | 4                | 4                         | 1011                      |
| 0           | 5                | 5                         | 11010                     |
| 0           | 6                | 6                         | 111000                    |
| 0           | 7                | 7                         | 1111000                   |
|             |                  |                           |                           |
| 1           | 1                | 4                         | 1100                      |
| 1           | 2                | 6                         | 111001                    |
| 1           | 3                | 7                         | 1111001                   |
| 1           | 4                | 9                         | 111110110                 |
|             |                  |                           |                           |
| 2           | 1                | 5                         | 11011                     |
| 2           | 2                | 8                         | 11111000                  |
|             |                  |                           |                           |
| 3           | 1                | 6                         | 111010                    |
| 3           | 2                | 9                         | 111110111                 |
|             |                  |                           |                           |
| 4           | 1                | 6                         | 111011                    |
| 5           | 1                | 7                         | 1111010                   |
| 6           | 1                | 7                         | 1111011                   |
| 7           | 1                | 8                         | 11111001                  |
| 8           | 1                | 8                         | 11111010                  |
| 9           | 1                | 9                         | 111111000                 |
| 10          | 1                | 9                         | 111111001                 |
| 11          | 1                | 9                         | 111111010                 |

### **2.19 MEMORIA BUFFER.**

Las palabras de código VLC son producidas a velocidad variables dependiendo de la complejidad de la imagen, y escritas en una memoria buffer (fig 2-26). Los bits son leídos desde esta memoria a una velocidad de bits fija que puede ser seleccionable por el diseñador del codificador.

El mecanismo de control de ocupación del BUFFER garantiza que no ocurra una insuficiencia (UNDERFLOW) (BUFFER VACIO) o una sobrecarga (OVERFLOW) (BUFFER LLENO).

Si el BUFFER está lleno, la cuantificación es realizada burdamente, para producir menos bits.

Un reloj de lectura de memoria seleccionable es sumado para proveer a valores diferentes una velocidad de bits constante a la salida del BUFFER, típica de almacenamiento y dispositivos de transporte para sistemas de compresión de

imagen. Si el BUFFER es vaciado más lentamente por un reloj de lectura más lento, la amplitud del BUFFER debe ser reducida.

Las ventajas del esquema de compresión DCT son el uso de señales ortogonales originales y la transformación separada para cada señal por componentes digital (Y, Cr, Cb).

### 2.20 DECODIFICADOR DCT.

El proceso de compresión contrario se lleva a cabo en el receptor o en la reproducción de los dispositivos de almacenamiento.

La figura 2-29 muestra el diagrama a bloques de un decodificador DCT genérico.

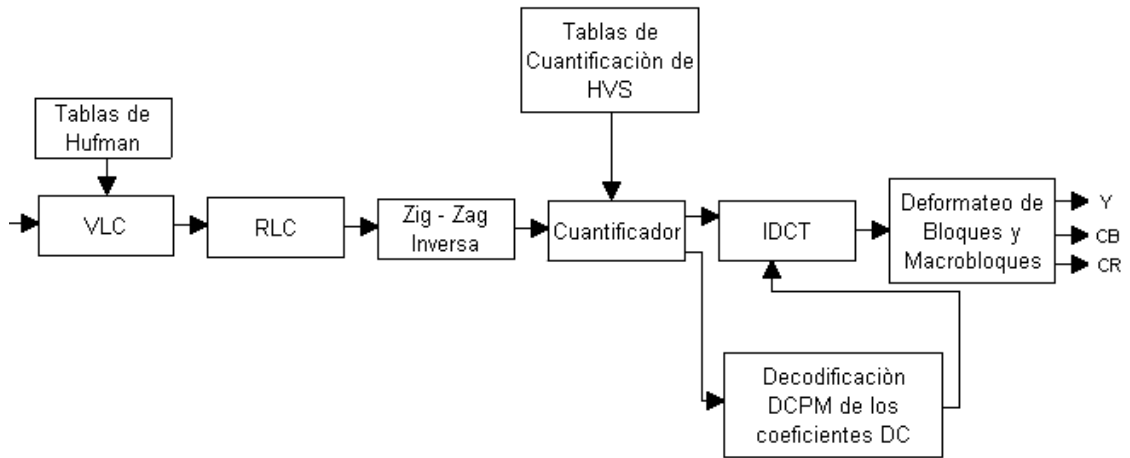


Figura 2-29. Decodificador Básico DCT.

Las tablas de HUFFMAN y cuantificación idénticas a las del codificador DCT son utilizadas para recobrar los valores de coeficientes DCT de un bloque de píxeles 8X8, un proceso de cuantificación contrario  $Rq(\mu, v)$  es realizado como:

$$Rq(\mu, v) = Fq(\mu, v)Q(\mu, v)$$

Un proceso contrario DCT (IDCT)  $f^*(j,k)$  es entonces aplicado a esos 64 coeficientes para reconstruir los valores del bloque original y expresarlos como:

$$F^*(j, k) = \frac{1}{4} \sum_{\mu=0}^7 \sum_{v=0}^7 c(\mu)c(v)F(\mu, v) \cos\left(\frac{(2i+1)\mu\pi}{16}\right) \cos\left(\frac{(2k+1)v\pi}{16}\right)$$

Es interesante hacer notar que hay similitud en el proceso del cálculo del FDCT y el IDCT. La misma unidad de procesamiento puede ser utilizada en ambos sistemas: compresión y descompresión. La salida IDCT es mostrada en las figuras 2-30 y 2-31, las diferencias entre el bloque original y los valores

reconstruidos representan errores introducidos en los valores de píxeles de la imagen original como resultado de la compresión

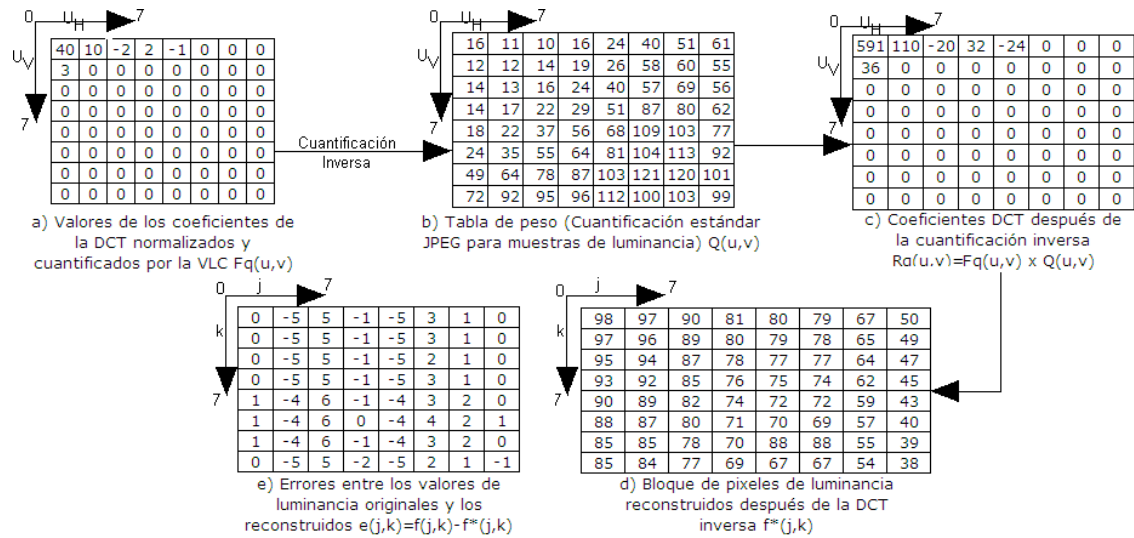


Figura 2-30. Proceso inverso del bloque DCT 8X8 y relación de errores de datos.

Para evaluar la calidad de imagen reconstruida se utilizan dos métricas.

La raíz cuadrada media de error (RMSE)

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{64} \sum_{j=0}^7 \sum_{k=0}^7 e^2(j,k)}$$

Y la relación señal a ruido pico

$$PSNR = 20 \log_{10} \left( \frac{255}{RMSE} \right)$$

El PSNR, expresado en dB, es calculado para una resolución de imagen muestreada de 8 bits (0-255). Estas dos métricas de error pueden ser calculados para dos ejemplos previos:

EJEMPLO 1: RMSE=3.26 PSNR = 37.9 dB

EJEMPLO 2: RMSE = 7.47 PSNR = 30.66 dB

La diferencia es PSNR confirma que la imagen utilizada en el ejemplo 2, un patrón de tablero de ajedrez, es más difícil de comprimir por la presencia de amplitudes altas, componentes DCT de altas frecuencias que son cuantificadas burdamente.

El PSNR es útil para la optimización en el diseño de un sistema de compresión y la evaluación del rendimiento de multigeneración a través de la misma prueba de imagen.

## **2.21 ESTÁNDARES DE COMPRESIÓN DE VIDEO.**

Los estándares de compresión de video son definidos para llevar a cabo dos objetivos.

Explorar la redundancia de la señal y la tolerancia de HVS para reducir la tasa de datos de imagen.

Representar el flujo de datos de imagen comprimidos en un formato que puede ser manipulado en ambientes de producción y es resistente a las imperfecciones de medios de transmisión o almacenamiento.

Para llevar a cabo estos requerimientos, una jerarquía en la estructura de datos de video es utilizada y detallada en los estándares de compresión.

## **2.22 JERARQUÍA EN LA ESTRUCTURA DE DATOS DE VIDEO.**

El estándar JPEG incluye una jerarquía en la estructura de imágenes codificadas. Los parámetros de codificación, tales como el modo de operación JPEG, el tamaño y rango de la imagen, precisión de píxeles, esquema de compresión, exactitud en la cuantificación y tablas, son sumados al flujo de datos comprimidos.

La estructura de datos de video JPEG contiene seis capas jerárquicas que son obtenidas en forma diferente que dependen del modo de operación JPEG.

- Unidad de datos (DU). Esto consiste de un bloque de 8X8, de muestras por componentes en el modo de operación con pérdidas.
- Unidad mínima codificada (MCU). Este es el grupo más pequeño de DU's intercalados. Consiste de dos bloques Y, uno de Cr y uno de Cb en la compresión del modo DCT de la señal CCIR-601.
- Segmento de ENTROPIA-CODIFICADA (ECS). Este segmento esta hecho de varios MCU's, su tamaño reducido facilita la recuperación de corrupción limitada de los datos de ENTROPIA-CODIFICADA.
- Barrido. Esto define la exploración completa de una imagen desde la parte superior a la inferior.
- Cuadro. El cuadro puede estar compuesto de uno o varios barridos, como el utilizado en el modo DCT progresivo.

- Capa de imagen. La imagen esta en el nivel superior de la jerarquía de los datos comprimidos e incluye la capa del cuadro y el código para el inicio y el final de una imagen.

Las estructuras de datos de video MPEG-1 y MPEG-2 están compuestos de 6 capas jerárquicas, las cuales se muestran en las figuras 2-31 y 2-32.

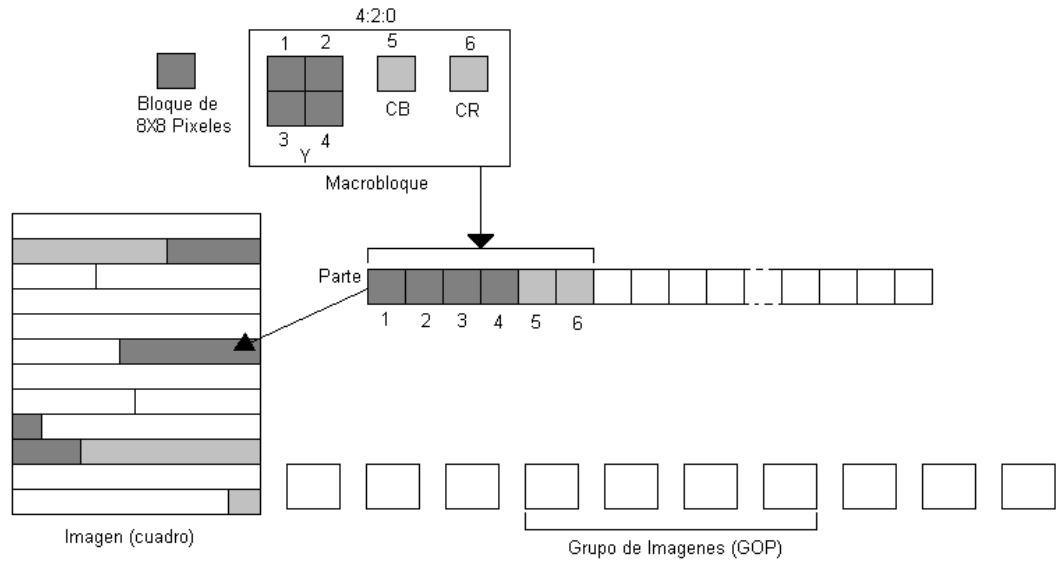


Figura 2-31. Arquitectura del flujo de datos de video MPEG.

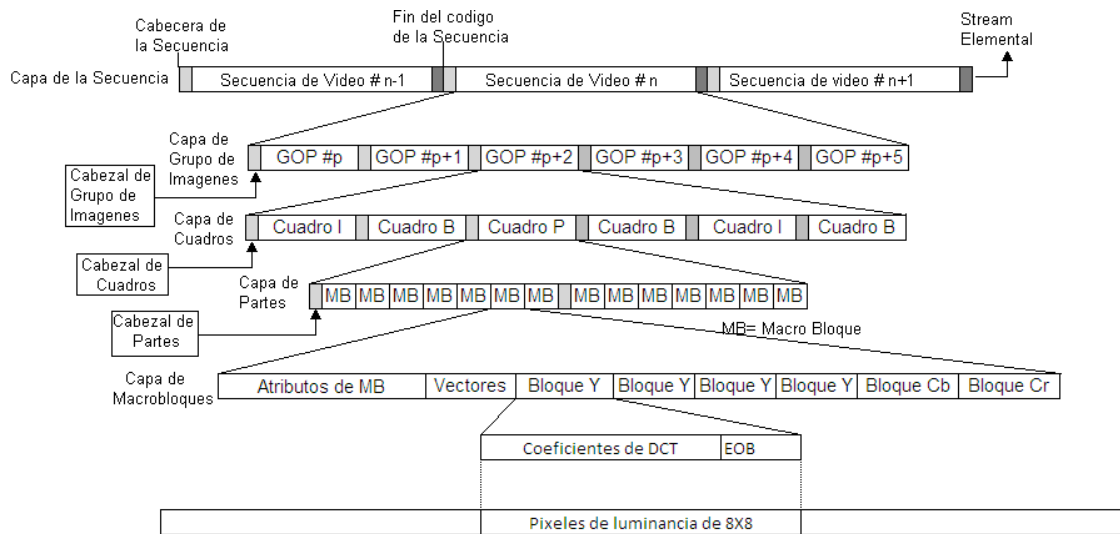


Figura 2-32. Estructura de datos de imagen comprimida MPEG.

Estas son:

- **Bloque.** Bloque de 8X8 píxeles de las señales de luminancia y crominancia están definidos para ser utilizadas para compresión DCT.
- **Macrobloque.** Un macrobloque es un grupo de bloques DCT los cuales corresponden a la información de una ventana de 16X16 píxeles en la imagen original. El tamaño de la ventana conduce a contenidos diferentes de macro bloques que dependen de la estructura de muestreo utilizada. La figura 2-26 muestra cuatro casos diferentes. El macro bloque principal contiene información acerca de su tipo (Y o Cb o Cr) y los vectores de compensación de movimiento correspondientes.
- **Partes (SLICE).** Esta formado de uno o más macrobloques contiguos. La dimensión máxima del "SLICE" puede ser la imagen completa y su factor de cuantificación. Este tamaño está determinado por el nivel de protección de error necesitado para la aplicación correspondiente.
- **IMAGEN.** La capa de imagen indica el decodificador por el tipo de codificación de cuadro tales como los cuadros I, P, B. El principal es utilizado para indicar el orden de transmisión de cuadro para permitir al decodificador mostrar cuadros en el orden correcto. La información adicional es también incluida en la imagen principal tal como la sincronización, la resolución y el rango de vectores de movimiento.
- **GRUPO DE IMÁGENES.** Como se muestra en la figura 2-33, un grupo de imágenes (GOP) puede ser obtenida de varias combinaciones de cuadros I, P, B. Las estructuras GOP son descritas con dos parámetros, m y n. Cada GOP inicia con un cuadro I y proporciona puntos de inicio para edición y búsqueda (SEARCH). El principal contiene un tiempo de 25-BIT y un código de control para VTR's e información de sincronización.

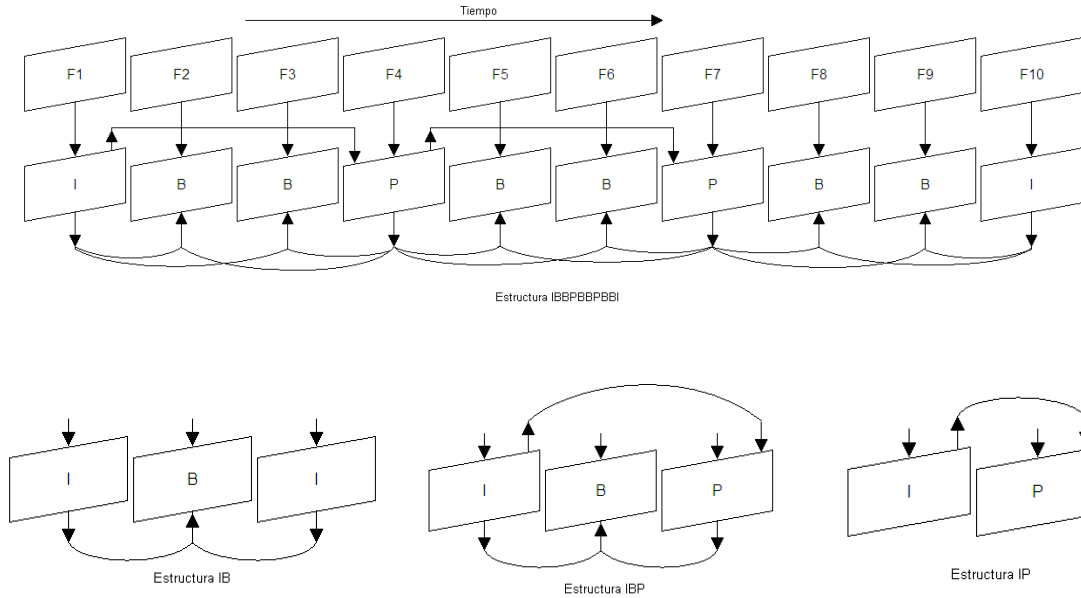


Figura. 2-33 Grupo de Imágenes Típico (GOP) en los sistemas MPEG.

- **SECUENCIA DE VIDEO.** La capa de secuencia incluye una principal, uno o más GOP's y un código de fin de secuencia. La información más importante contenida en la principal es el tamaño horizontal y vertical de cada imagen, la relación de aspecto del píxel, la tasa de BIT para la imagen en la secuencia, el rango de imagen, y el mínimo de requerimientos del tamaño del BUFFER decodificador. La secuencia de video y la información principal constituyen el flujo de bits codificados, también llamado flujo elemental de video.

### 2.23 ESQUEMAS JPEG Y JPEG CON MOVIMIENTO.

El estándar JPEG ha sido desarrollado para imágenes fijas. Opera sobre un amplio rango de relaciones de compresión pero es optimizado para una relación de casi 15:1. Se definen cuatro modos de operación:

- Basado DCT secuencial (sistema línea de referencia). Cada imagen esta codificada una vez. Un subconjunto de este modo es el sistema de referencia.
- Basado DCT progresivo. La imagen es codificada y decodificada en múltiples barridos burdos-a-finos.
- Secuencial sin pérdidas. La imagen es DPCM y entropía-codificada, resultando un proceso de compresión sin pérdidas, pero esto implica una relación de compresión baja.
- Jerárquica progresiva (piramidal). La imagen es codificada en una secuencia de incremento de cuadros de resolución más alta.

El principal estándar JPEG se caracteriza por:

- Elección de RGB o el espacio de color Y, Cb, Cr.
- Elección de la estructura de muestreo; 4:4:4, 4:2:2, o 4:2:0.
- Tamaño de imagen hasta 65,536 píxeles por 65,536 líneas.
- Precisión en el proceso de cuantificación y DCT de 9 bits.
- Proceso de cuantificación adaptivo a la placa del macro bloque (16X16 píxeles).
- Tablas de cuantificación diferente para Y, Cb, Cr.
- Sin compensación de movimiento, porque solo la compresión intra cuadro e intra campo es permitida.
- Elección de la exploración progresiva o entrelazada.

#### **2.24 ESQUEMA DE VIDEO MPEG-1.**

El estándar de video MPEG-1, también conocido como el estándar ISO/IEC 11172 ha sido desarrollado inicialmente para almacenar imágenes en movimiento y el audio asociado en cerca de 1.5 Mbps. Otras áreas de aplicación incluyen juegos de video, publicación electrónica y educación. La calidad de estas imágenes basadas en un formato conocido como formato intermedio de fuente común (CSIF) a 30 fps, fue encontrado aceptable para aplicaciones y rangos deseados tan similares o superiores que la de una videgrabadora VHS para una velocidad de BIT de cerca de 1.2 Mbps. Sin embargo, el flujo de BIT MPEG-1 tiene la capacidad de manejar tamaños de imagen de hasta 4095X4095 píxeles y con velocidades de BIT tan altas como 100 Mbps.

#### **2.25 FORMATO INTERMEDIO DE FUENTE COMÚN (CSIF).**

El grupo especialista en codificación para telefonía visual CCITT. Estableció la recomendación H.261 en codificación para velocidades de BIT baja velocidad, llevando el diseño de codecs compatibles para videoconferencias y video por telefonía.

Dados los formatos de TV mundial un formato intermedio de fuente común (CSIF), también llamado formato de fuente de entrada (SIF), ha sido definido como el formato de entrada al codificador de compresión, con especificaciones separadas para adaptarse a los dos formatos.

Las frecuencias de muestreo son derivadas de las especificaciones en el estándar ITU-R BT-601 (CCIR-601). Consecuentemente, el número de píxeles por línea activa son comunes para fuentes de 525 y 625 líneas.



El proceso de conversión de los formatos IYU-BR BT601 en sus correspondientes CSIF's es llevado a cabo utilizando un filtro de decimación aplicado a los campos impares solamente y un filtro de decimación horizontal y vertical aplicado a los campos impares de Cr y Cb, como se muestra en la figura 2-34.

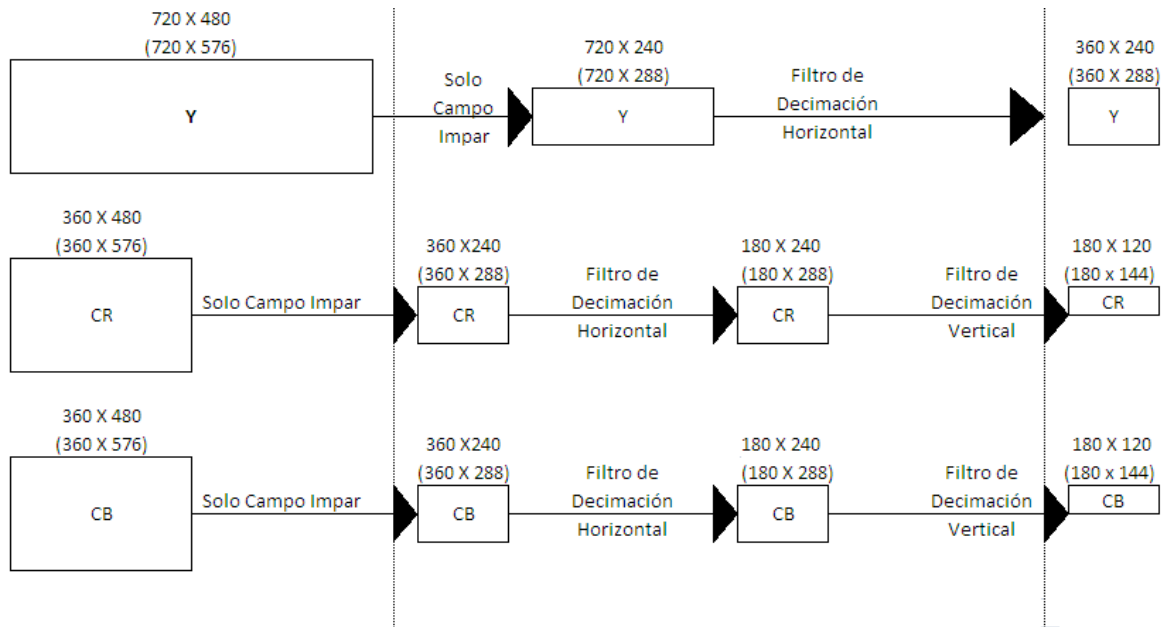


Figura 2-34 El proceso de conversión de CCIR-601 en CSIF.

TABLA 2-5 CARACTERÍSTICAS DE LOS FORMATOS CSIF BASADAS PARA OPERACIONES EN TV DE 525/60 Y 625/60.

|  | CCIR-601<br>525 | CSIF 525<br>4:2:0 | CCIR-601<br>625 | CSIF 625<br>4:2:0 |
|--|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|
| Número de pixeles por línea activa             |                 |                   |                 |                   |
| Luminancia (Y)                                 | 720             | 352               | 720             | 352               |
| Crominancia (C <sub>B</sub> , C <sub>R</sub> ) | 360             | 176               | 360             | 176               |
| Frecuencia de muestreo (MHz)                   |                 |                   |                 |                   |
| Luminancia (Y)                                 | 13.5            | 6.75              | 13.5            | 6.75              |
| Crominancia (C <sub>B</sub> , C <sub>R</sub> ) | 6.75            | 3.38              | 6.75            | 3.38              |
| Número de líneas activas                       |                 |                   |                 |                   |
| Luminancia (Y)                                 | 480             | 240               | 576             | 288               |
| Crominancia (C <sub>B</sub> , C <sub>R</sub> ) | 480             | 120               | 576             | 144               |
| Frame Rate, Hz                                 | 30              | 30                | 25              | 25                |
| Relación de aspecto                            | 4:3             | 4:3               | 4:3             | 4:3               |

## 2.26 EL ESTÁNDAR MPEG-1.

El estándar MPEG-1 puede ser utilizado en un amplio rango de aplicaciones, pero principalmente en CSIF.

Para reducir la complejidad del decodificador y costo, un juego de parámetros ha sido definido para el flujo de bits, como se muestra en la tabla 2-6.

TABLA 2-6 PARÁMETROS DEL FLUJO DE BITS PARA LA CODIFICACIÓN MPEG-1

| Parámetros                  | Valor Máximo    |
|-----------------------------|-----------------|
| Ancho de imagen             | 768 pixeles     |
| Altura de imagen            | 576 líneas      |
| Rango de imagen             | 30 imágenes/seg |
| Número de macrobloques      | 396             |
| Rango de vectores           | + 64 pixeles    |
| Tamaño de entrada de buffer | 327.680 bits    |
| Bit Rate                    | 1.8 Mbps        |

El MPEG-1 es un algoritmo genérico que define solo la sintaxis para la representación del flujo de bits codificado y la implementación en la decodificación. Se definen dos modos de operación:

- Modo de compresión Intra cuadro. DCT, cuantificación y codificación VLC para la generación de cuadros I
- Modo de compresión intra cuadro. Estimación de movimiento, predicción de compensación de movimiento para la generación de

imágenes P y B. MPEG-1 no especifica el algoritmo de estimación de movimiento.

Las características principales del estándar MPEG-1 son:

- Un espacio de color es posible (Y, Cb, Cr)
- Una estructura de muestreo (4:2:0)
- Un tamaño de imagen máximo de 720 píxeles por 576 líneas.
- Muestreo de entrada de 8 bits.
- DCT y precisión del proceso de cuantificación de 9 bits.
- RCL utiliza un esquema HUFFMAN codificado.
- Capacidad de exploración progresiva solamente.
- Uso de cuadros P y B.

MPEG-1 es un subconjunto del estándar MPEG-2, así que cualquier decodificador MPEG-2 es capaz de decodificar los flujos de datos MPEG-1.

## **2.27 ESQUEMA DE VIDEO MPEG-2.**

El estándar MPEG-2 fue desarrollado como una extensión del estándar MPEG-1. El objetivo fue tener un rango amplio de aplicaciones a velocidades de bits más altos, manteniendo la compatibilidad con MPEG-1 y mejorando algunas de sus limitaciones, tales como el tamaño de la imagen y resolución, máxima velocidad de bits, elasticidad de errores y no-escalable en el flujo de bits.

La escalabilidad del flujo de bits expresa la habilidad de decodificar solo una parte del flujo de bits y obtener una imagen decodificada en un nivel de calidad aceptable.

Las especificaciones del estándar solo definen la sintaxis del flujo de bits y el proceso de decodificación. Consecuentemente, el rendimiento de la decodificación varía con la estructura del flujo de datos, (GOP's), la exactitud del sistema de compensación de movimiento y el proceso de cuantificación.

Las características principales de MPEG-2 son idénticas a las del MPEG-1. Sin embargo se han incluido varias mejoras.

- Estructuras de muestreo 4:4:4, 4:2:2 y 4:2:0
- Los valores de coeficientes de DC pueden ser expresados con extra precisión.

- Las matrices de cuantificación pueden ser cambiadas en el nivel de cuadro.
- Diferentes tablas de cuantificación para las componentes de luminancia y crominancia.
- Capacidad de exploración entrelazada y progresiva.
- Predicciones en campo y cuadro posibles.
- Detección de error y capacidades de indicación reducen la sensibilidad de la señal comprimida para la transmisión de errores, cuando las relaciones de compresión altas son involucradas.

La estructura de datos de video MPEG-2 está hecha de hasta seis capas, la tablas de bits constante (CBR) puede ser fácilmente realizable, porque cada imagen principal puede contener sus propias tablas de cuantificación, por lo tanto, estas palabras pueden ser ajustadas a las características de cada imagen.

Muchas de las características y herramientas de MPEG-2 han sido incluidas en la especificación estándar para responder a muchos requerimientos de aplicación.

La integración de estas características en una sintaxis del flujo de datos simple, sería muy compleja. Consecuentemente, los subconjuntos jerárquicos llamados perfiles (PROFILE) han sido definidos.

Cada perfil está asociado con niveles, describiendo un conjunto de parámetros constantes, tales como el tamaño de imagen, la estructura de cuadro (I, B, P), la velocidad de bits máxima, la velocidad de cuadros máxima y la estructura de muestreo.

TABLA 2-7. PARÁMETROS MÁXIMOS PARA LOS NIVELES Y PERFILES DE MPEG-2.

| Nivel     | Perfil               | Muestra | Principal | SNR      | Espacial | Alto          | 4:2:2         |
|-----------|----------------------|---------|-----------|----------|----------|---------------|---------------|
|           | Tipos de Cuadro      | I & P   | I, P & B  | I, P & B | I, P & B | I, P & B      | I, P & B      |
|           | Muestreo de Cromo    | 4:2:0   | 4:2:0     | 4:2:0    | 4:2:0    | 4:2:0 o 4:2:2 | 4:2:0 o 4:2:2 |
| Alto      | Muestra / Línea      |         | 1920      |          |          | 1920          |               |
|           | Línea / Cuadro       |         | 1152      |          |          | 1152          |               |
|           | Cuadro / Seg         |         | 60        |          |          | 60            |               |
|           | Bit rate Máximo Mbps |         | 80        |          |          | 100           |               |
| Alto 1440 | Muestra / Línea      |         | 1440      |          | 1440     | 1440          |               |
|           | Línea / Cuadro       |         | 1152      |          | 1152     | 1152          |               |
|           | Cuadro / Seg         |         | 60        |          | 60       | 60            |               |
|           | Bit rate Máximo Mbps |         | 60        |          | 60       | 80            |               |
| Principal | Muestra / Línea      | 720     | 720       | 720      |          | 720           | 720           |
|           | Línea / Cuadro       | 576     | 576       | 576      |          | 576           | 608           |
|           | Cuadro / Seg         | 30      | 30        | 30       |          | 30            | 30            |
|           | Bit rate Máximo Mbps | 15      | 15        | 15       |          | 20            | 50            |
| Bajo      | Muestra / Línea      |         | 352       |          |          |               |               |
|           | Línea / Cuadro       |         | 288       |          |          |               |               |
|           | Cuadro / Seg         |         | 30        |          |          |               |               |
|           | Bit rate Máximo Mbps |         | 4         |          |          |               |               |
|           |                      |         |           |          |          |               |               |

Los valores máximos permitidos para los formatos de exploración de 625 y 525 líneas.

Por ejemplo un perfil principal de 525 líneas (MP) a nivel principal (ML) MPEG-2 el flujo de bits tiene una velocidad máxima de bits de 15 Mbps para un tamaño de imagen de 720X480 píxeles, a 60 fps.

El perfil bajo tiene el número de herramientas y utiliza bajas velocidades de BIT y sin cuadros B. Es equivalente a las especificaciones MPEG-1 y es adecuado para aplicaciones con BAJO-RETRASO porque la reordenación de cuadro no es necesaria.

El perfil principal está señalado para un rango de aplicaciones. El nivel principal es muy importante porque corresponde a la resolución de Televisión Convencional.

Utiliza cuadros B y da mejor calidad en la imagen para la misma velocidad de BIT como el perfil bajo, pero el retraso en la codificación/decodificación se incrementa.

El perfil SNR tiene la herramienta del perfil principal pero anexa una señal de realce que incrementa la SNR de la imagen.

El perfil de espacio es similar al perfil SNR pero anexa una capa de realce en la resolución de la imagen a la capa base. Proporciona compatibilidad a los codificadores de MPEG-1

El perfil alto (HIGH) tiene la característica del perfil de espacio con la adición de una estructura de de muestreo 4:2:2. Es adecuado para aplicaciones HDTV, permitiendo a los receptores de HDTV decodificar ambas capas para mostrar una imagen en HDTV. Un receptor con definición estándar debe usar la capa base para mostrar una imagen estándar. Un perfil reciente 4:2:2 ha sido incluido para incrementar la máxima velocidad de bits.

Es similar al perfil principal pero permite una velocidad de bits más alta, una estructura de muestreo 4:2:2, y un incremento en el tamaño de la imagen vertical de 512 líneas para estándar 525/60.

En esta estructura jerárquica, un decodificador diseñado para cualquier nivel y perfil dados es capaz de decodificar todos los flujos de bits en los perfiles y niveles más bajos.

## **2.28 VELOCIDADES DE DATOS Y RELACIONES DE COMPRESIÓN.**

Una comparación significativa involucra la definición del formato de imagen (número de líneas de imagen y píxeles por línea, número de cuadros por segundo) la estructura de muestreo utilizada (4:2:2, 4:4:4 o 4:1:1) y la resolución de muestras (8 o 10 bits).

Una vez que el formato de imagen ha sido definido, la velocidad de bits de la imagen original (antes de la compresión) puede ser calculada.

Dada la velocidad de bits después de la compresión es posible calcular la relación de compresión como:

$$RELACIONDECOMPRESION = \frac{VELOCIDADEDATOSDELAIMAGENORIGINAL}{VELOCIDADEDATOSDELAIMAGENCOMPRIMIDA}$$

Por ejemplo:

El área activa de imagen (APA) de un formato 4:2:2 (Y, Cb, Cr) con 8 bits de resolución da una velocidad de bits original de:

$$(720 + 360 + 360) \times 512 \times 29.97 \times 8 = 176.77 \text{ Mbps}$$

Donde (720 + 360 + 360) es el número de píxeles.

(Y, Cr, Cb) por línea.

512 es el número de líneas por cuadro.

29.97 es la velocidad exacta de cuadro por segundo.

Y 8 es la resolución de muestras.

Si la calidad de imagen comprimida es de 24 Mbps, entonces la relación de compresión es:

$$\frac{176.77}{24} = 7.4$$

algunas implementaciones en el esquema consideran solo 480 líneas para reducir la velocidad de bits original a 165.72 Mbps. Considerando la misma velocidad de bits comprimida de 24 Mbps, la relación de compresión es reducida a 6.9. Estos valores de 480 y 512 líneas permiten un tamaño de macrobloque de 16X16 píxeles en los sistemas 4:2:2 y un esquema de compresión intracampo. Por lo que, el total de líneas por cuadro tiene que ser un múltiplo de 32.

Estos formatos de imagen y velocidades de BIT corresponden a la implementación del formato de grabación DVC-PRO.

TABLA 2-8 REDUCCIÓN DE VELOCIDAD DE BIT (BRR).

| Aplicaciones          | Estándar de Codificación          | Resolución Máxima Espacial | Resolución Temporal bps | Bit Rate Máximo  |
|-----------------------|-----------------------------------|----------------------------|-------------------------|------------------|
| Videotelefono         | H.261                             | 176 X 144<br>QCIF          | 7.5                     | 64-128 kbps      |
| Videoconferencia      | H.261                             | 352 X 288 CIF              | 10 – 30                 | 0.384-1.554 Mbps |
| Televisión            | MPEG-1                            | 352 X 288                  | 30                      | <1.554 Mbps      |
| Cable                 | MPEG-2                            | 720 X 576                  | 30                      | 4-9 Mbps         |
| Producción en Estudio | Motion JPEG<br>MPEG-2<br>(@4:2:2) | 720 X 576                  | 30                      | <50 Mbps         |
| Producción en HDTV    | MPEG-2                            | 1920 X 1280                | 30                      | 100 Mbps         |
| Transmisión en HDTV   | MPEG-2                            | 1920 X 1280                | 30                      | 20 Mbps          |
|                       |                                   |                            |                         |                  |

## 2.29 MEDICIONES DE VIDEO

### 2.29.1 Monitoreo y herramientas de medición.

Sabemos que la televisión digital es un flujo de números, y esto puede llevar a una compresión innecesaria. Todo parece ser un suceso realmente rápido y lo que se necesita es una ayuda para separar toda la información [10].

Afortunadamente el video, y especialmente la información auxiliar que sostiene al video es totalmente repetitivo, de tal manera que lo que se necesita es el "hardware" para convertir esta alta velocidad de datos numéricos para todo lo que se necesita estudiar y entender. ¿Por que no se le convierte a algo familiar, como el video analógico?. El video digital, ya sea el formato de definición estándar o el mas actualizado de alta definición es como su analógica anterior.

La diferencia básica para el video digital es el procesamiento inicial en la cadena que convierte el video analógico en datos numéricos y agrega los datos auxiliares para describir como utilizar los datos de video. Por ejemplo: para cámaras y telecine, los valores analógicos de luz están enfocados en sensores, los cuales generan una respuesta analógica que es convertida en algún punto a lo largo de la línea en datos numéricos.

Algunas veces podemos obtener esta señal analógica para monitorearla con forma de onda analógico, pero más a menudo vendrá del equipo como datos. En el caso del video generado en computadora, la señal probablemente eran datos desde el principio. Los datos viajan desde un equipo fuente a su destino en una capa de transporte.



Este es el mecanismo de transporte analógico, a menudo, un alambre, o una fibra óptica, llevando los datos a un destino. Se pueden monitorear estos datos directamente con un osciloscopio de un gran ancho de banda, o bien, se pueden extraer y monitorear la información de datos como video.

Operacionalmente, estamos interesados en monitorear el video. Para esto, necesitamos de un monitor de onda de alta calidad equipado con un receptor de estándares-cómodos de datos y dejar ver el video en un formato analógico.

Técnicamente, queremos saber que la cámara o el telecine esta creando en forma correcta los datos de video y que los datos auxiliares son precisos. También queremos evaluar las características analógicas de la capa de transporte.

Un generador de señales de prueba, tiene dos propósitos:

- Proporciona una señal de video de referencia ideal para una evaluación del procesamiento de la señal y la trayectoria de transmisión.
- Proporciona un ejemplo del rendimiento que se debe esperar de un sistema por componentes de alta calidad.

Todas estas herramientas permiten al operador generar el video que es completamente compatible con el sistema de transmisión, los dispositivos de procesamiento de video y finalmente con la pantalla del usuario. Pero quizá, lo más importante de estas herramientas, es que proporcionan una idea del trabajo que lleva a cabo el sistema de video a si mismo, para incrementar confianza y conocimiento al técnico y así mejorar su labor.

### **2.29.2 Amplitud de la señal.**

En un sistema analógico, la señal entre los componentes de estudio es un voltaje variable que representa directamente el video. Un monitor forma de onda de video analógico del formato apropiado hace fácil observar el nivel de voltaje de la señal de video analógico en relación a distintos patrones de tiempo.

En un sistema de video digital, la señal es una “portadora” de datos en la capa de transporte; un flujo representa la información de video. Estos datos es una serie de cambios de voltaje analógicos que deben ser correctamente identificados como altos o bajos en determinados periodos para producir información en el contenido, como se observa en las figuras 2-35 y 2-36.

La capa de transporte es una trayectoria de la señal analógica que lleva justo lo que está en la entrada a su destino.

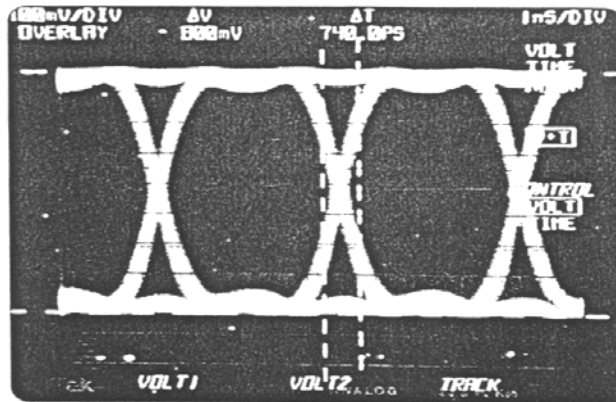


Figura 2-35. Señal de datos correcta a 2870 Mbps vista en un monitor Forma de Onda.

La señal digital empieza fuera de un nivel de 800 mv y su contenido espectral a la mitad de la frecuencia de reloj en su destino, determina la cantidad de ecualización aplicada por el receptor.

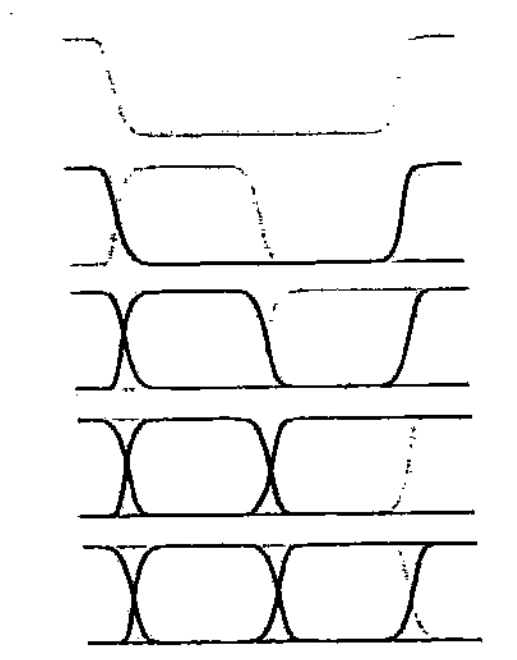


Figura 2-36. Desarrollo de diagrama de ojo.

Las señales digitales en la capa de transporte pueden ser observadas con un osciloscopio de alta-frecuencia o con un monitor forma de onda de video. En el modo de patrón de ojo, el monitor forma de onda opera como un osciloscopio de muestreo analógico con el display explorado a un rango de video. La rapidez del cambio de datos en la capa de transporte es una serie de unos y ceros traslapados para crear un patrón de ojo.

La prueba del patrón de ojo es más efectiva cuando el monitor es conectado al dispositivo bajo prueba con un cable corto, habilitando el uso del

monitor en su modo no-ecualizado. Sin embargo con un cable largo, los datos tienden a desaparecer en el ruido, por lo que habrá de habilitar el modo ecualizado. En vista de que el flujo de transporte de datos contiene componentes que cambian entre altos y bajos de rangos de 270 Mb/s para definición estándar, ITU-RBT. 601 video por componentes, hasta 2.970 Gb/s para algunos formatos de alta definición. Los unos y ceros serán traslapados para mostrarlos en un monitor forma de onda de video. Esto es una ventaja, ya que se puede ver los datos acumulados sobre muchas palabras, para determinar cualquier error o distorsión que pueda influir en la abertura del ojo y hacer que la recuperación de datos altos o bajos por el receptor, se dificulte.

La pantalla del forma de onda de video digital que parece una forma de onda analógica tradicional (banda base de video) es realmente un forma de onda analógica recreada por los datos numéricos en la capa de transporte. Los datos digitales son decodificados en componentes de video analógico de alta calidad que pueden ser mostrados y medidos como una señal analógica. Aunque el monitoreo en la trayectoria digital es la elección correcta, muchos de los errores en video digital han sido generados inicialmente en el dominio analógico.

### 2.29.3 Medición de tiempo utilizando la pantalla de lightning (rayo)

La pantalla en forma de rayo, conocida como lightning, proporciona una rápida y precisa verificación del tiempo (timing) entre canales. Utilizando una señal de prueba de barras de color, la pantalla (display) de lightning incluye marcas en la graticula indicando cualquier error en el tiempo.

Las transiciones de verde/magenta deben pasar por el punto del centro de la serie de 7 puntos de la graticula cruzando su trayectoria. La figura 2-37 muestra el tiempo (timing) correcto. Los puntos espaciados estrechamente proporcionan una guía para la verificación de las transiciones.

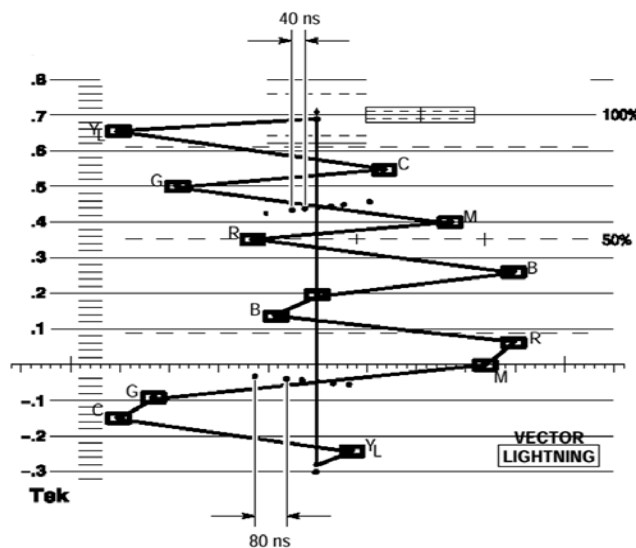


Figura 2-37. Pantalla lightning (rayo) para una señal de barras de color al 100%

Estos puntos están separados 40 n seg mientras que los puntos que están más separados representan 80 n seg. La graticula electrónica elimina los efectos de no-linealidad del CRT. Sí la señal de diferencia de color no está coincidiendo con la luminancia (luma), las transiciones entre los puntos de color se curvarán. La cantidad de esta curvatura representa el retraso (delay) relativo de la señal entre la señal de luma y la diferencia de color.

La mitad superior de la pantalla mide el tiempo de Pb a Y, mientras que la mitad inferior mide el tiempo de Pr a Y. Sí la transición se comba hacia el centro vertical de la región de negro, la señal de diferencia de color esta retrasada con respecto a luma. Sí la transición se comba hacia fuera, el blanco, la señal de diferencia de color está adelantada respecto a la señal de luma.

Reconociendo que debe haber un método para monitorear el juego completo de señales por componentes. Algunos fabricantes desarrollaron una pantalla como la de la figura 2-38, que proporciona la información amplitud y el tiempo entre canales para las tres señales en una sola pantalla.

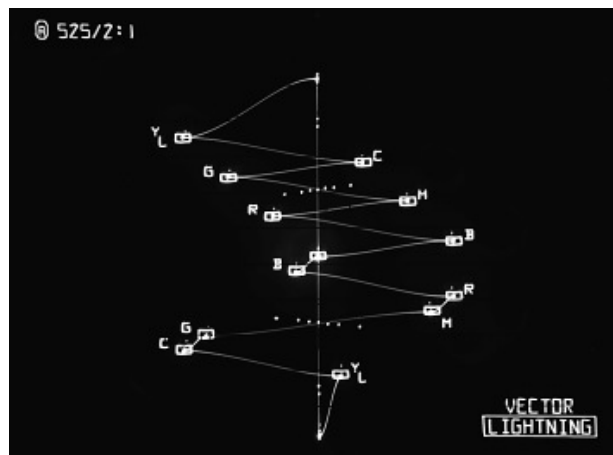


Figura 2-38 Pantalla de lightning.

La señal de prueba requerida para mediciones definitivas es el estándar de barras de color. La pantalla de "lightning" es generada graficando las señales de luma Vs P'b o C'b en la mitad superior de la pantalla y las señales de luma invertida vs. P'r o C'r en la mitad inferior, como se muestra en la figura 2-39, en que dos pantallas de vector comparten la misma pantalla.

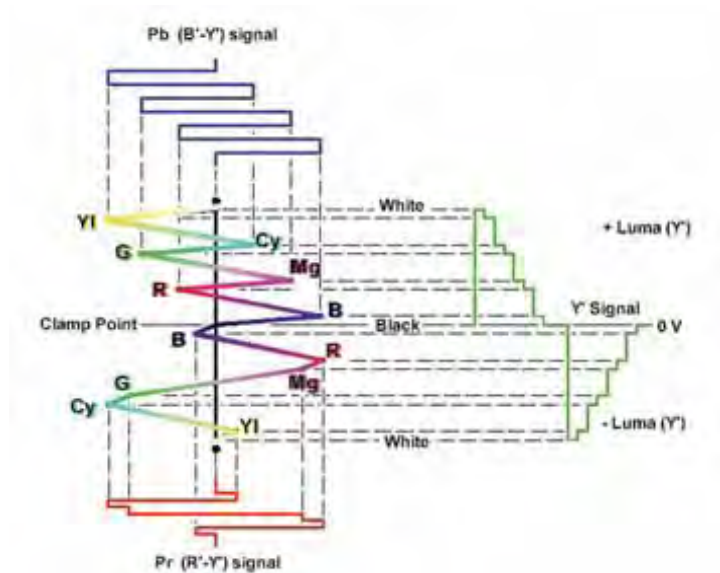


Figura 2-39 Desarrollo de la pantalla de lightning.

Si la ganancia de luma es demasiado alta, la gráfica será alargada verticalmente.

Sí la ganancia de P'r o C'r es demasiado alta, como se muestra en la figura 2-40, la mitad inferior de la gráfica será alargada horizontalmente. La pantalla también proporciona información de tiempo (timing) entre canal observando las transiciones de verde/magenta.

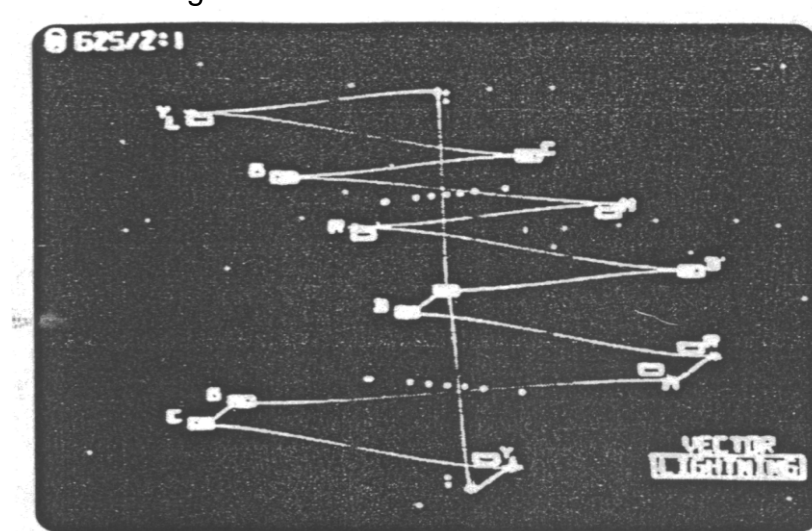


Figura 2-40 Pantalla de lightning con error en la Ganancia de P'r.

#### 2.29.4 Pantalla de diamante.

La pantalla de diamante, como muestra en la figura 2-41 proporciona un método confiable de detección de colores erróneos antes de mostrarse en una

producción terminada.

El color es usualmente desarrollado y finalmente mostrado en el formato:  $R'/G'/B'$ . Sí fueron manejados a través del sistema en este formato, se monitorean para detectar una señal ilegal, que debe ser lo suficientemente simple justo para asegurar que los límites no se excedan.

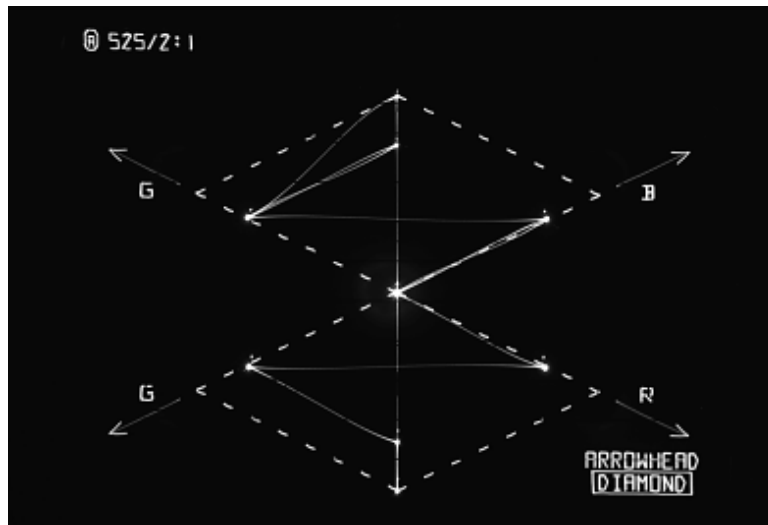


Figura 2-41 Pantalla de Diamante.

La mayoría de los sistemas de estudio utilizan un formato  $Y', C'b, C'r$  para procesamiento y transmisión de datos y la señal es a menudo convertida a PAL o NTSC para transmitirse al aire. Finalmente todas las señales de video de color son codificadas como RGB para mostrarse en el monitor de imagen.

La pantalla de diamante es generada por la combinación de las señales  $R', G', B'$ . Sí la señal de video está en otro formato, los componentes son convertidos a  $R', G', B'$  los cuales pueden ser convertidos en una señal válida y legal en cualquier formato que pueda manejar las barras de color al 100%.

Una excepción notable es la transmisión estándar de NTSC donde regularmente las agencias han fijado el nivel de blanco muy cercano a cero en la portadora de RF para acomodar las barras de color al 100%.

La parte superior del diamante (figuras 2-41 y 2-42) esta formada de la señal transcodificada, aplicando  $B' + G'$  al eje vertical y  $B' - G'$  al eje horizontal. La parte inferior del diamante esta formada por la aplicación de  $-(R' + G')$  en el eje vertical y  $R' - G'$  en el eje horizontal. Los dos diamantes son mostrados alternativamente para crear la doble pantalla del diamante.

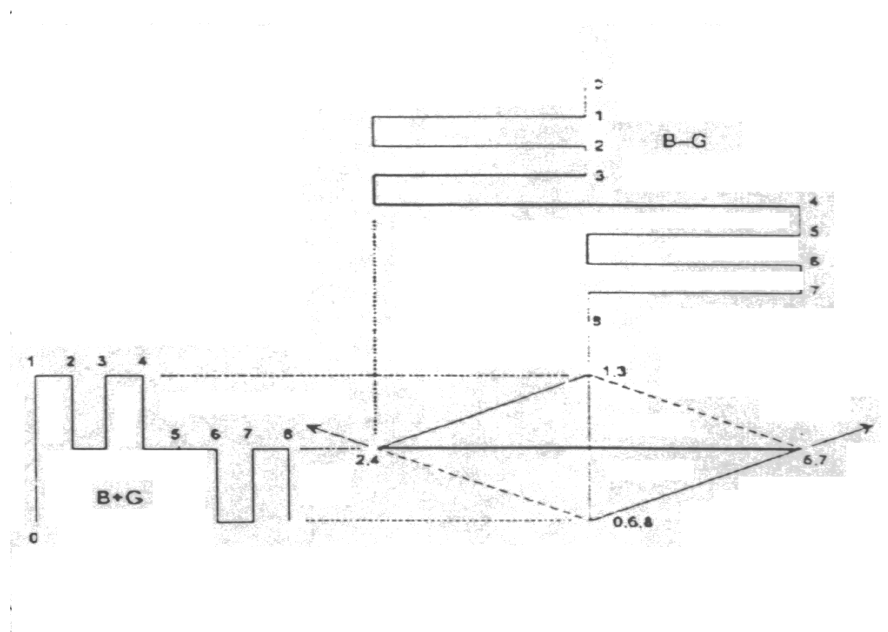


Figura 2-42 Desarrollo de la mitad superior de la pantalla de diamante.

Los filtros pasa-bajas de 1.5 Mhz (definición estándar, más amplio para alta definición) son aplicados a cada uno para eliminar las señales fuera de límites que son usualmente el producto de la combinación de señales de ancho de banda diferente en los formatos de diferencia de color.

Para prevenir la exhibición de los tres componentes; estos deben situarse entre el pico de blanco, 700mV y el negro 0V. Como se muestra en la figura 2-43. Los monitores de imagen manejan variaciones fuera del rango del estándar (gamut) en diferentes maneras.

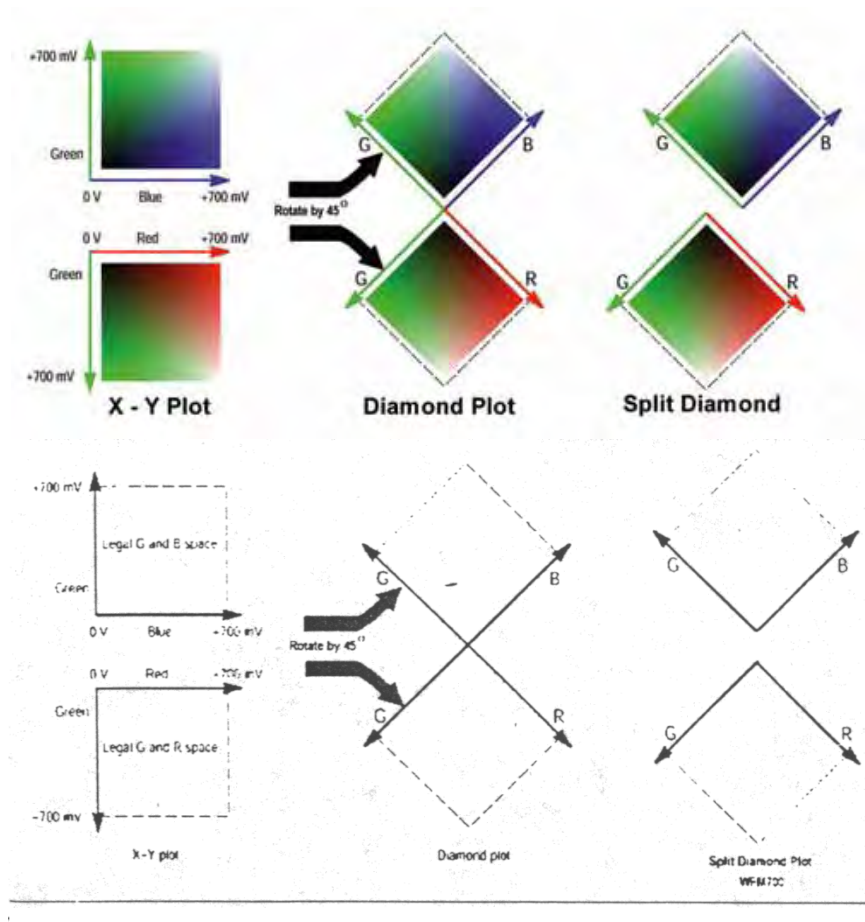


Figura 2-43. Pantalla de diamante del espacio de color legal.

Los monitores de imagen manejan variaciones fuera del rango del estándar (gamut) en diferentes maneras. Para una señal que esta en “gamut”, todos los vectores de la señal deben mantenerse dentro de los diamantes G-B y G-R. Si en vector se extiende fuera del diamante, esta fuera de “GAMUT” (Gama).

Los errores en la amplitud del verde afectan ambos diamantes equitativamente, mientras que los errores del azul afectan solo la parte superior del diamante y los errores del rojo afectan sola la parte inferior del diamante. Los errores de tiempo (Timing) pueden ser vistos utilizando una señal de prueba de barras de color como curvas en las transiciones.

En la pantalla de diamante, las señales monocromáticas aparecen como líneas verticales. Sin embargo, las señales debajo del negro algunas veces pueden ser enmascaradas en el diamante opuesto. Por lo tanto puede ser útiles para dividir el diamante en dos partes para ver señales abajo del negro en cualquiera de los espacios G-B o G-R.

Observando la pantalla de diamante, el operador puede estar seguro de que los componentes de video que están siendo monitoreados puedan ser trasladados a señales validas y legales en el espacio RGB. La pantalla de diamante puede ser utilizada para señales en vivo como también en señales de



prueba.

### 2.29.5 Pantalla de punta de flecha.

Los estándares de transmisión NTSC no se adaptarán a las barras de color al 100%, así que no se podrá estar seguro que el video que se presenta sea corregido en el formato R',G',B' pueda ser fielmente transmitido a través de un transmisor NTSC modulado en amplitud. Tradicionalmente, la señal ha sido codificada en NTSC y monitoreada con un monitor forma de onda NTSC.

La pantalla punta de flecha, como se muestra en las figuras 2-44 y 2-45 proporcionan la información de la gama NTSC compuestas directamente de la señal por componentes.

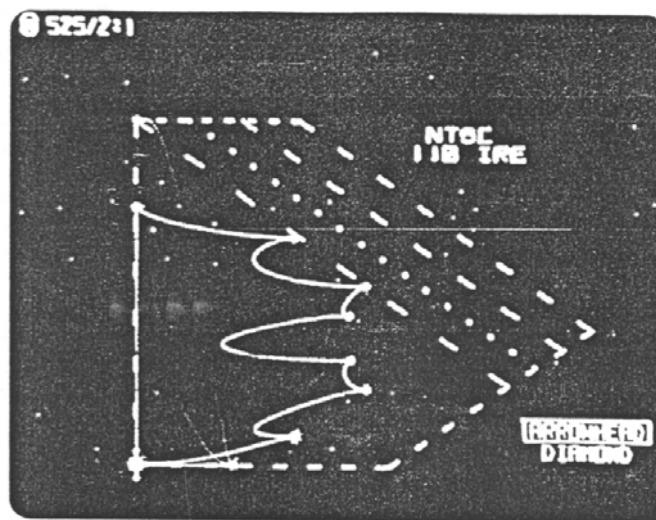


Figura 2-44. Pantalla punta de flecha, Tektronix, con barras de color por componentes al 75% para NTSC.

La pantalla de punta de flecha grafica la luminancia en el eje vertical, con el borrado (blanking) en la esquina inferior izquierda de la flecha. La magnitud de la subportadora de croma en cada nivel de luminancia es graficada en el eje horizontal, con la subportadora cero en el borde izquierdo de la flecha.

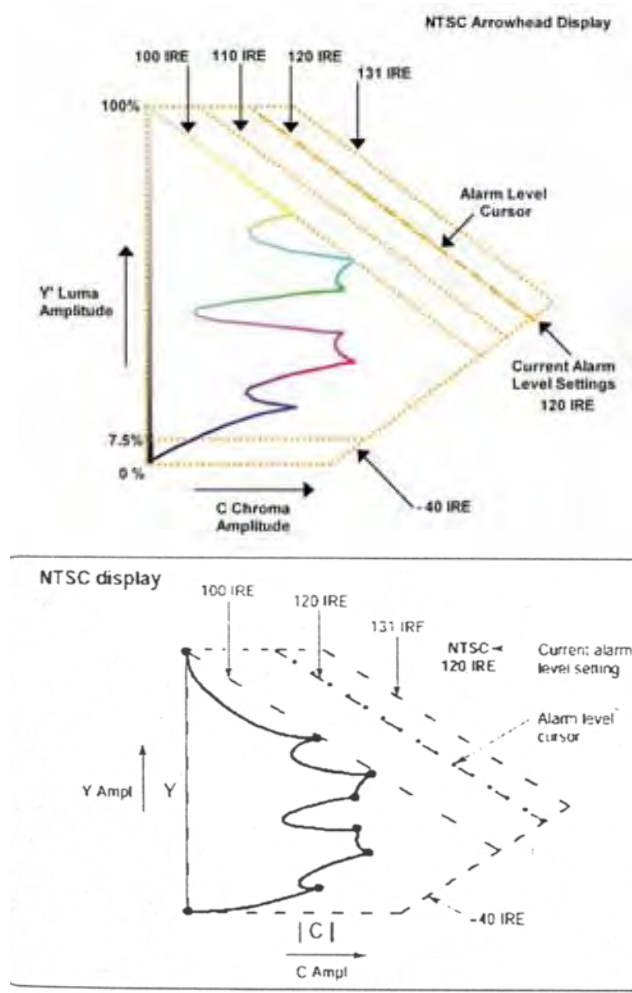


Figura 2-45 Valores de la gráticula de la punta de flecha NTSC.

La línea inclinada superior forma una graticula indicando barras de color al 100%, las amplitudes totales de luma + subportadora. La graticula de la pendiente inferior indica una extensión de luma+subportadora hacia el pico de sincronía (máxima potencia de transmisión).

La graticula electrónica proporciona una referencia confiable para medir que la luminancia más la subportadora de color es dosificada posteriormente en NTSC. Una alarma ajustable de la profundidad de modulación es proporcionada para advertir al operador que la señal compuesta puede estar próxima a su límite. El operador de video ahora puede ver como la señal por componentes será manejada en un sistema de transmisión compuesta y hacer las correcciones necesarias en la producción.

## **CAPÍTULO 3 FLUJO ACTUAL DE UN PRODUCTO TERMINADO.**

### **3.1 LA GRABACIÓN.**

En La institución se tienen básicamente tres tipos de grabaciones, estas son:

- Grabación en estudio.
- Grabación en Locación (Sistema Portátil).
- Grabación en unidad móvil.

En todos los casos la grabación es el principio de todo programa por salir al aire por la señal de cualquier televisora [11].

#### **3.1.1 Grabación en estudio.**

Frecuentemente una televisora cuenta con dos estudios dentro de un edificio. En ambos se cuenta con máquinas grabadoras Betacam SX y SP y actualmente para grabaciones en alta definición con máquinas formato XDCAM. Es en estas en donde se realiza la grabación de los programas en cinta o en disco, como se ve en la figura 3-1.

Los pasos posteriores a la grabación dependen de que estos materiales hayan sido grabados en normas y con el menor número de fallas. Uno de los problemas más frecuentes, es el incumplimiento de los niveles de video establecidos por la norma NTSC si son grabaciones en formato estándar o ATSC si son en alta definición. Por errores de este tipo, es por lo que los programas en su transmisión al aire no se vean como se planteó en la idea original por el personal de producción. En algún momento se le realizará alguna corrección que daña la calidad del mismo, tomando en cuenta que el tiempo que en pasos posteriores se va a invertir para su corrección de color y niveles y como resultado afectará económicamente a la producción.



*Figura 3-1. En la foto se observan las diferentes máquinas grabadoras y reproductoras como son Betacam SX, SP y XDCAM, así como también los controles del Kaleido y los sincronizadores.*

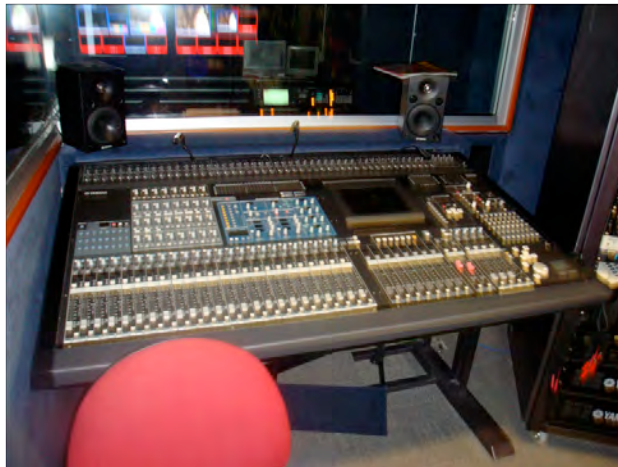
En los estudios se cuenta con diferentes tipos de grabación, en uno solamente se coloca la escenografía que va a ser utilizada por las personas que van a salir a cuadro.

Una vez colocada la escenografía se realizan los ajustes necesarios de iluminación y color, así como la posición y seteo de las cámaras, dichos ajustes son de vital importancia porque si no se realizan se puede tener tomas de la misma escena por diferentes cámaras con diferentes tonalidades o con diferente temperatura dando la apariencia de que fueron tomadas en algún momento diferente. Todo esto se realiza con los CCU que son como los que se ven en la figura 3-2.



*Figura 3-2 Unidad de control de cámaras (CCU), auxiliado por un monitor de imagen por cámara y un monitor forma de onda para revisar que todos los niveles de video estén conforme a la norma NTSC.*

De manera similar se realizan los ajustes necesarios con respecto al audio, sobre todo con los micrófonos que se van a utilizar en la grabación por medio de la cabina de audio como la que se muestra en la figura 3-3.



*Figura 3-3. En la cabina de audio se monitorea y se ajustan los niveles de audio antes y durante la grabación.*

Para evitar un defase entre audio y video hay que sincronizarlos. Esto se realiza mediante equipo especial llamado sincronizadores, este equipo además de sincronizar audio y video, también es utilizado para dar ganancia o bajar de nivel a las señales que recibe un equipo llamado switcher como el que se ve en la figura 3-4. Este equipo es operado por una persona la cual está a las ordenes del director de cámara.



*Figura 3-4. Switcher utilizado en las grabaciones del estudio B*

En las grabaciones donde se utiliza más de una cámara, y con el objetivo de optimizar tiempo, el director de cámara es una persona que debe de tener la idea con anterioridad de las tomas que debe de llevar el programa. Así como

también tomar decisiones de aspectos como la velocidad de acercamientos (zoom in o zoom out) y el tipo de movimientos laterales (paneo). Incluso el switcher tiene integrados algunos efectos para poder animar los cambios de cámaras o incluso poder poner una sesión multicam, es decir, varias cámaras dentro de la misma pantalla.

Para disminuir el rango de error se colocan máquinas grabadoras las cuales realizan grabación de cámaras aisladas, las cuales graban tomas muy importantes a opinión de la producción durante toda la sesión. Este material sirve para maquillar algunos errores de tomas con los que no se contaban o algún error cometido por las personas que son tomadas a cuadro.

Ya una vez ajustados tanto switcher como cámaras se procede a la grabación.

El operador de switcher así como el director de cámara necesitan un monitoreo para poder observar e ir preparando los diferentes movimientos que van a ir preparando durante la grabación, para esto es necesario tener un multipantalla. Como se ve en la figura 3-5 se ha configurado los diferentes elementos que están en la cabina de grabación del estudio, lo que están grabando o lo que pueden reproducir desde una máquina reproductora.

Como se puede ver en la figura 3-5 hay dos pantallas de mayor tamaño, una es la de program y la otra es la de preview, en la primera se observa lo que se va grabando, en la segunda sirve para poder monitorear algún efecto que se le desee aplicar a el program durante la grabación, también se observan otras pantallas de menor tamaño donde se monitorean las VTR's y las cámaras.



*Figura 3-5. Configuración dada al multipantalla para poder observar los diferentes equipos que están grabando y/o reproduciendo.*

También se cuenta con un equipo llamado teleprompter, el cual es un equipo que ayuda a los conductores a decir bien sus diálogos, al leerlos sin necesidad de memorizarlos. Este funciona mediante un proyector que va colocado enfrente de la cámara y proyectado en un espejo con una cierta

inclinación para que no distorsione la toma. Este equipo tiene el objetivo de que el conductor no este leyendo sus notas escritas en papel o esté volteando hacia el escritorio y siempre tenga la mirada y atención a la cámara.

En muchas ocasiones al grabar se pueden insertar gráficos. Esto se lleva a cabo mediante un equipo llamado insertor de logos, dicho equipo es el responsable de que en un programa (principalmente utilizado en grabaciones en vivo) se puedan insertar logos, plecas, textos, los cuales pueden ser fijos o animados. También es con este equipo con el que se pueden corregir dichos elementos o incluso generar algunos nuevos.

### **3.1.1.1 Grabación en estudio en vivo.**

En ciertas ocasiones (caso concreto noticieros) se realizan grabaciones en vivo dentro del estudio, de manera similar se realizan los ajustes mencionados en el apartado anterior, con la diferencia de que en lugar de que solamente quede grabado en cinta o en disco, también se transmite directamente al aire.

En el caso de una grabación en vivo aparte de las tomas de los conductores también van al aire notas que se editan dentro de las salas de edición (lineal o no lineal). Las máquinas reproductoras con las que cuenta la cabina del estudio son las responsables junto con el operador de video tape de que esas notas se reproduzcan con su respectiva sincronización sin cortar o reproducir antes del cambio de cámara a los conductores.

Uno de los problemas con los que se cuenta en este tipo de grabaciones es que en la mayoría de las ocasiones las diferencias en cuanto a niveles y ajustes en las grabaciones son muy evidentes. Por esta razón el operador de video tape tiene que ser muy hábil para poder nivelar las diferentes notas y que estos detalles sean casi imperceptibles.

De igual manera el operador de audio tiene que tratar de igualar los audios tanto de las notas como el de los micrófonos de los conductores para que el televidente no perciba esos cambios que se realizan durante la grabación.

Cabe destacar que aunque es una grabación que ya salió al aire también se graba en cinta porque debe de haber un registro para su acervo y revisión posterior.

A pesar de todos los ajustes y revisiones realizadas, en la mayoría de las veces no se pueden tener los resultados deseados. Por ejemplo en video se ajustan los niveles de blancos, pero en la mayoría de las grabaciones se realizan cambios de luces, los cuales al monitorearlos en un aparato de medición, se registra un error en algunos de los parámetros.

De manera similar ocurre con el audio, ya que en muchas ocasiones los ajustes se realizan con otro personal diferente a los conductores o personas

que van a salir a cuadro y en la mayoría de las veces tienen un tono diferente de voz, como resultado los televidentes los escuchan más bajo o alto, por lo que llega a haber una distorsión en el audio que puede ser tan grande que no es audible o entendible.

### 3.1.2 Grabación en Locación (Sistema Portátil)

Un sistema portátil cuenta básicamente con una cámara, un micrófono, tripié, monitor de imagen, audífonos, iluminación básico (tres lámparas 420 ó 650 watts cada una), y en algunas ocasiones pueden llevar escenografía sencilla.

Este tipo de grabación se utiliza en campo, y es utilizado para entrevistas, levantamiento de imagen o acervo para ilustrar notas, reportajes, documentales, etc.

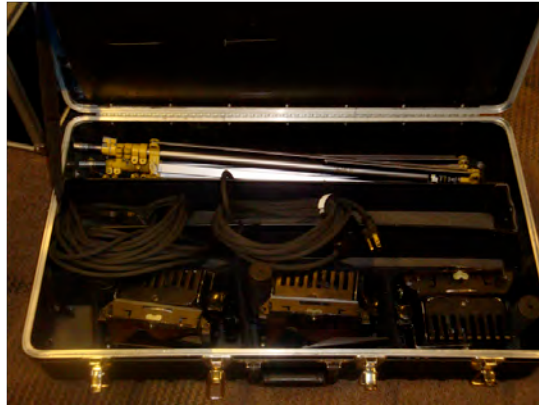
Debe ser una cámara portátil, como la que se muestra en la figura 3-6, para facilitar el movimiento del camarógrafo y lograr diferentes ángulos. Además de facilitar el montaje de esta cámara en equipos más sofisticados como lo son steady cam, gruas, dollies, o tripie. Este tipo de cámaras son las más utilizadas en los equipos antes mencionados por su ligereza y su manejabilidad.



*Figura 3-6. Cámara modelo PDW-F35 grabación en disco XDCAM de alta definición con una resolución de 1440X1080*

El kit de iluminación básica es el que se muestra en la figura 3-7. Esta se requiere para poder tener mayor control de luz en las tomas y empatar iluminaciones naturales como una ventana, el sol, o reflejos de luces accidentales que es más utilizada en sistema portátil, porque regularmente a las personas a entrevistar son muy oscuras y es una forma de reducir el contraste de la luz ambiente con el color de la persona a entrevistar.





*Figura 3-7. Kit de iluminación , el cual consiste de tres lámpara de 450 Watts, las cuales como se puede ver son lámparas que van conectadas a una toma de corriente cualquiera.*

El micrófono es utilizado para poder grabar el audio principal de una manera mas fiel y mejor dirigida, disminuyendo el audio ambiente de la locación. En los sistemas portátiles se utiliza dos tipos de micrófonos, que son como los que se muestran en la figura 3-8.

El primero conocido como lavalier que regularmente es utilizado para entrevistar personas, este tiene la característica de ser un micrófono muy pequeño tipo electret colocado a 15 cm de la boca de la persona sujetado con un clip especial o con una cinta adhesiva.

El otro tipo de micrófono es el conocido como maraca o mano, que frecuentemente es utilizado para entrevistas rápidas, encuestas, sondeos en calle o algún lugar.



*Figura 3-8. Los tipos de micrófono que se utilizan en un sistema portátil, a la derecha vemos un micrófono de maraca inalámbrico con su transmisor y a la izquierda un micrófono Lavalier.*

### 3.1.3 Grabación en Unidad Móvil.

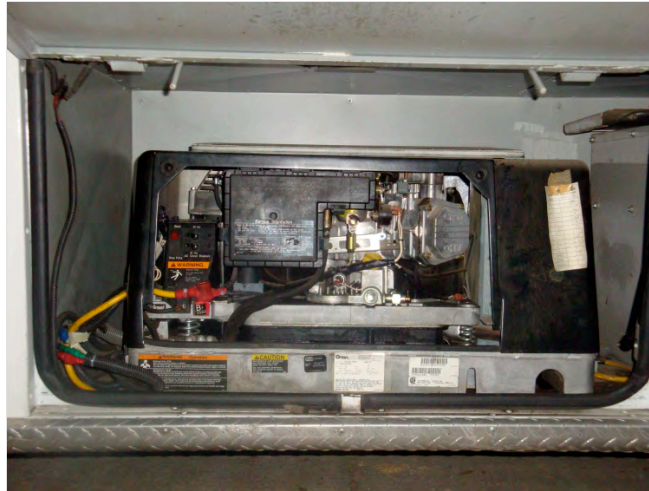
La grabación en unidad móvil es un caso muy similar a los dos anteriores. En este caso se monta un pequeño estudio móvil (dentro de un camión). Al igual que en el estudio se realizan los ajustes necesarios para tener todos los niveles de audio y de video conforme a la norma NTSC.



*Figura 3-9. Interior de la unidad móvil.*

Se cuenta con una cabina que se puede ver en la figura 3-9. En este camión se cuenta con una cabina de audio para los ajustes del mismo, un switcher, un control para cuatro cámaras, cuatro máquinas grabadoras betacam (tres SX y una SP), dos monitores de plasma configurados desde un kaleido para poder monitorear los diferentes equipos de grabación y reproducción, monitores forma de onda, sincronizadores, un panel de comunicación para poder dar instrucciones a la gente dentro de la locación.

La unidad móvil cuenta con dos plantas de energía de 7.5 KW como la que se muestra en la figura 3-10, cada una las cuales tienen la función de redundancia de energía así como también tiene su control de monitoreo dentro del camión (figura 3-11).



*Figura 3-10. Una de las plantas con las que cuenta la unidad móvil.*



*Figura 3-11. Control y monitoreo de las plantas de alimentación de energía.*

La unidad móvil cuenta también con salidas y entradas de audio y video tanto analógicas como digitales, para poder grabar señales provenientes de otro medio que no sean las cámaras de la unidad móvil ó reproducir señales

hacia algún otro medio, como puede ser otra unidad móvil o una pantalla en la locación.

En muchas ocasiones los programas a grabar en la unidad móvil son programas a transmitir al aire en muy poco tiempo, después de la grabación es necesario incluso grabar dentro de algunos equipos como por ejemplo un editor no lineal.

Para los programas que se transmiten en vivo es necesario instalar una antena transmisora, la cual es colocada en la parte superior del camión, o si es posible en un punto más alto, ejemplo de esto es en algunos recintos en los que se llega a colocar esa antena en azoteas, las cuales pueden estar colocadas en lugares muy alejados del camión de la unidad móvil.

### **3.2 LA POST-PRODUCCIÓN.**

El proceso de post-producción consiste de:

- Calificación.
- Off Line
- Captura de Material en el sistema de edición no lineal.
- Edición.
- Post-producción.

#### **3.2.1 Calificación.**

Es el proceso de revisión y selección de material para la realización de un programa determinado. Dicha revisión consiste en ver toma por toma en donde se debe de explicar el encuadre, el plano, el movimiento y duración. Todo lo anterior esta basado en el código de tiempo de grabación de la cámara, este tiempo se va a llevar hasta el final, ya que es con el que se captura el material seleccionado en el sistema de edición, por lo que se debe de tomar nota del tiempo completo (horas, minutos, segundos y cuadros).

Un aspecto importante que se considera en el código de tiempo es que si está grabado con drop frame o non drop frame. En drop frame cada diez segundos se tiene un conteo de 30 cuadros, en los segundos que son múltiplos de 10 los segundos duran 28 cuadros. En cambio el non drop frame todos los segundos duran 30 cuadros. Técnicamente al tener diferencias en el tipo de grabación del código de tiempo puede arrojar deficiencias en el producto final como lo son diferencia de tiempo en base a un cronómetro. Por ejemplo un programa grabado y reproducido en non drop frame de diez minutos contra un cronómetro va a durar aproximadamente 10 minutos con 32 segundos,

mientras que un programa de 10 minutos grabado en drop frame comparado con un cronómetro su tiempo de duración será de prácticamente 10 minutos.



*Figura 3-12. Isla de edición lineal en donde se observan las dos máquinas betacam SP, los monitores forma de onda y de imagen y su monitor de audio stereo.*

Para realizar la tarea de calificación se cuenta con islas de edición lineal como la de la figura 3-12. Estas constan de dos máquinas formato SP, una de ellas es player que como su nombre lo indica solamente va a reproducir el material grabado en las cámaras, la otra es record con la cual se realiza la grabación de una edición a corte directo previa en cinta para disminuir y facilitar el trabajo a las personas que se dedican a la edición.

Las personas que utilizan estas islas, cuentan con un monitor de audio, para poder escuchar y diagnosticar si el audio grabado necesitará edición y/o corrección.

En todas las islas se cuentan con los aparatos de medición necesarios (vectorscopio y monitor forma de onda) para poder tomar nota de las correcciones que se van a realizar del material que se va a utilizar para el término de el programa a trabajar.

Este paso es uno de los más conflictivos para todo el personal técnico, ya que, en muchas de las ocasiones las personas que van a realizar este tipo de ediciones es personal ajeno al área técnica, es decir, que no conoce la norma NTSC, lo cual genera desconfianza, por esto mismo es importante que el personal técnico este al lado o les dedique tiempo para enseñar las bases.

Desafortunadamente por la falta de máquinas se pide realizar copias de otros formatos como SX, miniDV, DVCAM, XDCAM al formato SP. Ya que las salas de edición lineal con las que cuenta La institución solamente trabajan con este tipo de formato. El resultado de esto será tener un material de menor calidad debido al proceso de copiado.

### 3.2.2 Off Line.

Es un proceso en el cual con la calificación obtenida en el paso anterior se crea una edición previa, en papel o en cinta del código de tiempo, esto tendrá como resultado un ordenamiento previo a la edición on line, el hacerlo correctamente se economizará en tiempo de operación de equipo considerablemente.

El orden de las tomas de las diferentes cintas grabadas queda preestablecido junto con las necesidades gráficas, de locución, musicales, efectos y su duración, el tiempo total del programa y sus divisiones más todas las necesidades técnicas, como el número y tiempo operativo de las máquinas para su desarrollo en edición y post-producción on line.

### 3.2.3 Captura de Material en el sistema de Edición No Lineal.

Los sistemas de edición no lineal utilizados en esta televisora son computadoras de la marca APPLE con sistema operativo MAC OS X versión 10.5.5 con dos discos duros, uno de sistema operativo llamado Macintosh HD de 300 ó 500 Gb de capacidad serial ATA de 7200 rpm y otro que es el disco llamado "Video" donde los usuarios van a guardar todas las carpetas y archivos, este cuenta con 1 TB de capacidad y 7200 rpm ilustrados dentro del sistema como se muestra en la figura 3-13.

El objetivo de tener dos discos duros, es que en las tareas de mantenimiento preventivo o correctivo de los sistemas, los proyectos trabajados dentro de la máquina queden intactos puesto que el disco duro donde se encuentran no será tocado durante el mantenimiento.



*Figura 3-13 Representación de los discos con los que cuentan las salas de edición no lineal*

Teniendo como aplicación de edición principal el Final Cut Pro versión 6.0.5 con algunas herramientas de apoyo para realizar algunos gráficos sencillos como lo son PhotoShop, Motion, After Effects, etc.

Otras herramientas muy utilizadas en estas salas son las aplicaciones de edición y corrección de audio como lo son Soundtrack, Soundboot, etc., algunas de ellas mostradas en la figura 3-14.

Por motivos de seguridad y administración de material no se permite tener acceso a los dispositivos grabadores como lo son los quemadores de dvd's, ya que los operadores de edición no lineal pueden tener la facilidad de vender o llevar a otro lado los programas ya editados [12].



Figura 3-14 aplicaciones de edición y de apoyo.

Para cuestiones de edición, diseño y corrección de audio más elaboradas se cuentan con salas de post-producción de audio las cuales utilizan el software Pro Tools, el cual también lleva sus módulos con los cuales se puede generar hasta un audio multicanal. En la mayoría de los casos se utilizan para la corrección de los niveles permitidos por los estándares de calidad establecidos por las diferentes normas de audio.

Para poder capturar audio y video en la sala de edición no lineal de video (FCP) se cuenta con una interfaz de la marca AJA modelo Kona 3 como la de la figura 3-15, la cual permite grabar video desde definición estándar (525 líneas a 29.97 cuadros por segundo) con audio embebido (2 canales stereo)

hasta video de alta definición (1080 líneas entrelazadas a 59.94 cuadros por segundo) con audio multicanal (hasta cuatro canales de audio) [13].



*Figura 3-15 Tarjeta AJA KONA 3*

Cuando se captura video que fue grabado de una cinta en formato SX o SP se tendrá que hacer en tiempo real, es decir, tendrá que durar el mismo tiempo que duren las grabaciones.

Cuando el video a capturar está grabado en formato XDCAM también es en tiempo real. Sin embargo, se puede hacer uso de un equipo que son los lectores de XDCAM modelo PDW-U1 que se observa en la figura 3-16. Ya que el tipo de grabación en los discos xdcam es digital, estos lectores funcionan como si fueran un lector de DVD's de una computadora con archivos de audio y video transferibles a la computadora [14,15].

Debido a que los archivos que se graban en los discos XDCAM son formato mp4 los cuales no son completamente compatibles con Final Cut Pro que trabaja con archivos mov, se realiza una transcodificación haciendo uso de software y drivers diseñados y distribuidos por el fabricante de XDCAM, para la importación de estos clips.

Gracias a este tipo de software la importación de archivos tarda la mitad del tiempo real de lo que duran los clips grabados, incluso la aplicación proporcionada por el fabricante permite realizar una edición previa, para no almacenar material que no se va a ocupar en el producto terminado.





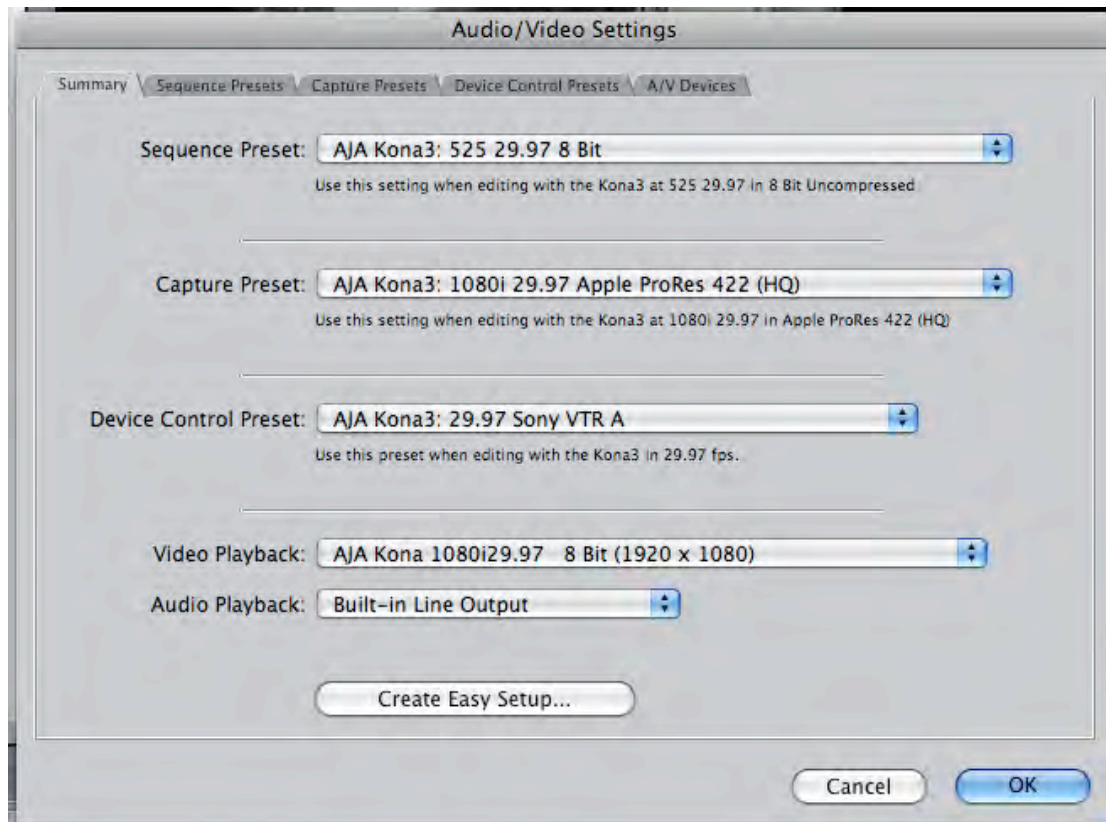
*Figura 3-16 Lector de discos XDCAM mod PDW-U1*

Cuando se realiza una captura en tiempo real, en una sala de FCP se debe de tener mucho cuidado con los settings de audio y video, ya que en la mayoría de las fallas que se tienen son normalmente por errores en esta parte.

Los settings de captura tienen que darse desde el principio como se muestra en la figura 3-17, ya que un error en el setting de captura y no hacerlo compatible con el setting de secuencia tendrá como resultado la necesidad de realizar un proceso llamado render [12].

El render es un proceso de audio y video el cual al aplicarse un efecto o filtro o simplemente colocar un clip que tiene settings diferentes a los de la secuencia se tendrá que procesar internamente dentro de la máquina. A este tipo de recursos se les conoce como efectos en tiempo no real. En otras palabras, el realizar este proceso implicará tiempo de edición muerto porque la máquina no podrá ser operada para poder continuar con la edición o post-producción.

En el final cut se puede capturar con un bitrate de hasta 50 MBps, desafortunadamente para poder tener video capturado con esta tasa se necesita una cantidad muy grande de almacenamiento.



*Figura 3-17. Pantalla de settings de audio y video.*

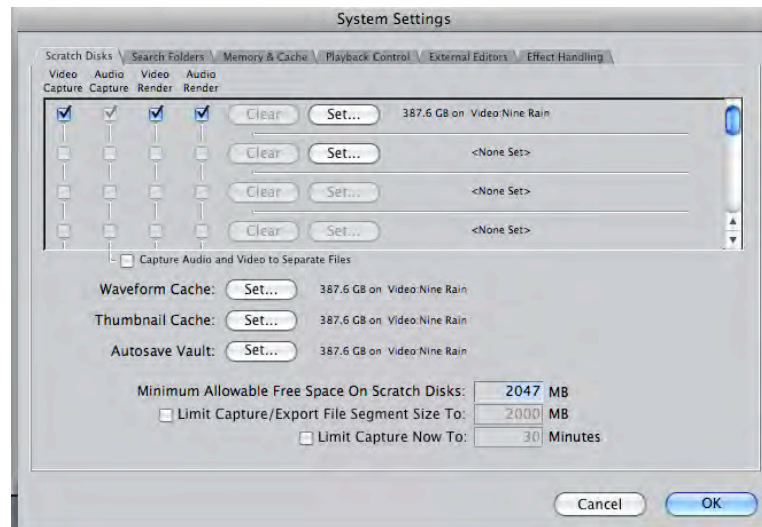
Debido al número de producciones que se llegan a tener es mayor al de las salas de edición no lineal, es muy frecuente que dentro de una misma trabajen más de un operador, incluso el número de horas que trabaja la máquina puede llegar a ser de tiempo completo, teniendo para su mantenimiento cuando no llegan los operadores a editar.

Normalmente los operadores no terminan de realizar su trabajo en un solo día por lo que se guarda en archivos, debido a la falta de equipo de almacenamiento masivo se tiene que respaldar de forma local dentro de la máquina.

Otro error muy frecuente para los operadores es cuando guardan sus proyectos. Es común que los guarden en un lugar que el operador no conoce o lo guarde en otra carpeta, lo anterior llevará a que como podemos ver en la figura 3-18 alguno de los elementos ya sea la carpeta de render, captura o alguna otra igual de importante pueda ser borrado por otro usuario, ya que tienen privilegios de escribir y borrar en el disco de video.

Y en un caso muy especial y demasiado erróneo por parte del operador es que guarde en cualquier parte del disco duro de sistema operativo, ya que el personal responsable del área tiene la obligación de eliminar esos proyectos, ya que desde la primera vez que operan en estas salas se les hace la

indicación de que en ese disco duro no debe de haber nada que no sean aplicaciones, sistema operativo o herramientas de ayuda como lo son plug ins o drivers.



*Figura 3-18. Pantalla de enrutamiento para guardar los proyectos, observese que se crean cuatro carpetas importantes, las cuales deben de estar direccionadas a una carpeta creada o del conocimiento del usuario.*

En el caso muy específico para la elaboración del noticiero que se transmite, se tienen 5 salas de edición no lineal que utilizan el software de velocity Q versión 8.2.32 como el que se observa en la figura 3-19, Estas salas trabajan hasta cuatro capas de video y 8 tracks de audio en tiempo real, es decir, no son muy recurrentes al render durante la edición [16].



*Figura 3-19. Sala de edición no lineal con Velocity Q*

El Velocity Q es un software diseñado para poder ejecutarse en la plataforma de Windows XP con service pack 2. La empresa que lo diseñó se encargó de que el software no funcionara si no era con el hardware del mismo fabricante la cual es una tarjeta Quatrus con conector PCI Express con otra PCI de audio y video digital separada el software no puede ser instalado, y sin el programa la tarjeta no es aprovechada.

Los discos duros necesarios para poder correr la aplicación sin ningún contratiempo son:

- 1 Disco duro SCSI de 10000 revoluciones de al menos 16 GB de capacidad para instalar el sistema operativo y las aplicaciones de Velocity y otras aplicaciones auxiliares para poder realizar algunas cuestiones gráficas y de audio simples.
- 1 Disco duro SCSI de 15000 rpm de al menos 36 GB llamado disco D o disco de proyectos para que los usuarios de estas salas puedan guardar todos los elementos necesarios para editar, este disco va conectado a la mother board al igual que el disco de sistema operativo.
- 1 Disco Duro SCSI de 15000 rpm de 70 GB de capacidad llamado Disco P o disco de video, en este disco los usuarios respaldarán toda la parte de video por editar. A diferencia de el disco duro anterior mencionado, el velocity solamente guardará la parte de video capturado.

Velocity Q trabaja con archivos llamados referenciados, estos son .DVA, los cuales están formados por una referencia, también alberga el audio capturado y por un archivo llamado .DPS el cual es el que esta respaldado en el disco P, conteniendo todo el video capturado. Cuando un clip es borrado tiene que ser eliminado del disco de proyectos como del disco de video.

La captura en velocity Q debe de ser en tiempo real, el máximo bitrate con el que se puede grabar es a 20 Mbps, siendo este para video estandar de 525 líneas a 29.97 cuadros. El velocity Q no es compatible para poder transferir archivos de XDCAM porque estos son grabados en alta definición.

Debido a que es un software prácticamente desconocido, no hay muchas interfaces en el mercado compatibles con este sistema de edición. Una de sus más importantes deficiencias es que es un software muy vulnerable a los virus.

Es un sistema de edición considerado viejo y obsoleto porque solamente trabaja con video estándar de 525 líneas, si se llega a editar material de alta definición se tiene que hacer un proceso llamado down convert que consiste en reducir las 1080 líneas con relación de aspecto 16:9 a las que fue grabado originalmente.

Existen tres tipos de down convert, los cuales son:

Letterbox: es un proceso de down convert en el cual no se pierde ni se deforma la información del video, pero en la parte superior e inferior de la pantalla se generan dos barras de color negro ajustando la parte horizontal del video como se observa en la figura 3-20 [5].

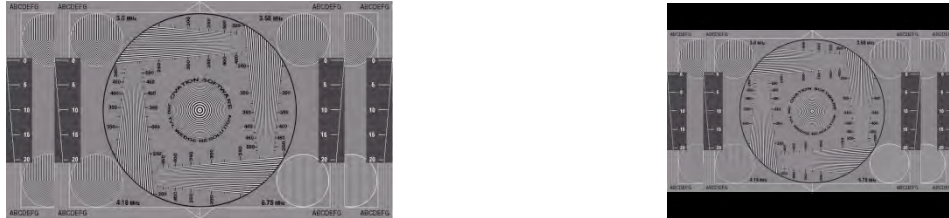


Figura 3-20 Down convert tipo letterbox

Squeeze: es un proceso en el cual no se pierde pero se deforma la información del video, a diferencia del caso anterior, las líneas de color negro desaparecen alargando la imagen y deformándola como se ve en la fig 3-21.

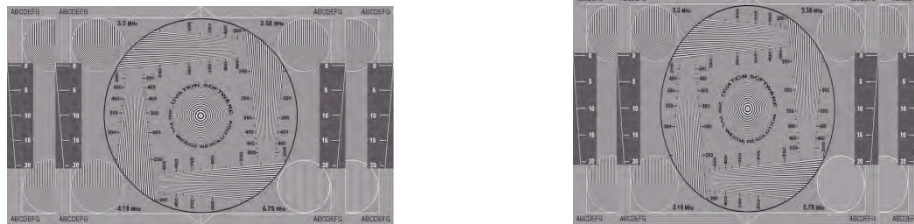


Figura3-21. Down Convert tipo Squeeze.

Edge Crop: en este proceso, no se deforma ni aparecen líneas de color negro en ninguna parte de la pantalla, pero la información de los costados de la imagen desaparecen para ajustarse a la pantalla como se ve en la figura 3-22.

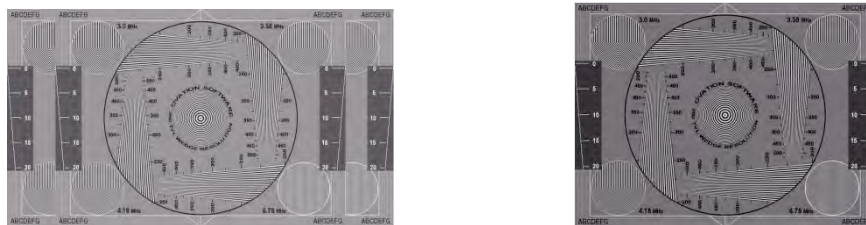


Figura 3-22. Down Convert tipo Edge Crop.

Debido a la falta de equipo en especial a las máquinas reproductoras y grabadoras de los formatos SX, SP y XDCAM se ha recurrido a la necesidad de centralizar los equipos como se ve en las fotos de la figura 3-23 con los que se cuentan para capturar material así como para grabar en cinta los programas que ya fueron terminados hasta el paso de la post-producción [11].



*Figura 3-23. En las fotos se observan las máquinas reproductoras de los formatos SX (3), Mini HDV (1) y XDCAM(1), así como la tira de parcheo y los monitores tanto de imagen como los monitoreos de normas que se realizan con los rasterizadores.*

Como se ve en la figura 3-23 se han centralizado tres máquinas reproductoras/grabadoras del formato SX, un reproductor/grabador de XDCAM

y uno de Mini HDV auxiliados por una tira de parcheo de audio y video digital para poder solventar la carga de trabajo de 10 salas de edición no lineal.

### **3.2.4 Edición.**

El proceso de edición es el armado en corte directo de audio y video teniendo en cuenta que debe de cumplir con una secuencia, la cual es determinada por un guión en donde se establece el ritmo de las imágenes y el acomodo de ellas.

Como es el proceso anterior a la post-producción es aquí donde se determina que imágenes entran, la duración de estas, su posible post-producción (corrección de color, filtros, efectos, inserción de gráficos, etc.). En otras palabras es armar la columna vertebral del programa, es donde se decide la división de los bloques, la duración total del programa, es el proceso más delicado, debido a que es donde se determinan si las tomas elegidas son las correctas o no.

Otro punto importante dentro del proceso de la edición es el cambio de algunos aspectos como el audio, por ejemplo se pueden hacer en un discurso, se puede variar la intención de la voz de una persona o incluso cambiarla mediante doblajes.

La edición es un paso tan importante que gracias a ella se decide si un programa se ve o no. De hacerla correctamente puede hacer que la post-producción sea prácticamente innecesaria.

### **3.2.5 Post-Producción.**

Es el proceso final de un programa, en este se realizan diferentes tareas como la inserción de gráficos, los cuales pueden ser plecas, cortinillas, textos, créditos, transiciones gráficas.

La corrección de color se realiza actualmente para el control de las normas técnicas, así como incluso realizar algunos cambios dentro del programa.

Es donde se aprovecha la cantidad de filtros, transiciones, efectos de audio y video que son proporcionados por el software de edición no lineal, así como también algunas herramientas externas al sistema para realizar cuestiones gráficas, ediciones sencillas de audio, incluso generar algunos efectos o sonidos con una de estas aplicaciones. Como se observan en la figura 3-24.



*Figura 3-24 En la imagen de la derecha se observa una imagen como fue grabada, en la de la izquierda la misma imagen postproducida con una pleca y corrección de color.*

El tiempo invertido en el proceso de la post-producción depende de los pasos anteriores, comúnmente debido al equipo que es utilizado es uno de los más caros por el tiempo que se llega a tomar, ya que en muchas ocasiones las personas encargadas se dedican más a corregir errores que realmente postproducir un programa.

En el mercado hay lugares en donde se rentan los equipos para la post-producción de programas, pero son lugares en donde los precios son muy altos y la mayoría limitan muchas cosas.

En esta televisora debido a las condiciones que se tienen actualmente para que pueda salir al aire, tendrá que ser entregado al área de continuidad para su revisión grabado en formato betacam, ya sea SX o SP, esta grabación recibe el nombre de master y si no presenta ninguna anomalía en cuanto a contenido y normas se refiere, es con el que se realizará la ingesta al videoservidor para su transmisión al aire.

### **3.3 EL VIDEOSERVIDOR.**

Los productos terminados o videos para transmisión al aire tienen que ser digitalizados en el videoservidor de la marca Omneon, esta ingesta se realiza en tiempo real, este material solamente es digitalizado para poder ser incluido en la playlist, no es transferido hacia ningún otro lado.

El videoservidor consta de cuatro cpu's, los cuales están distribuidos como sigue: uno es destinado a la ingesta de canal nacional, otro para la ingesta de canal internacional y dos para la administración de archivos ingestados.

Los arreglos de discos están configurados en RAID 6, es decir, se tiene redundancia de manera tal que se puede dañar cualquier disco dentro del arreglo y la información jamás será destruida ni tendrá problemas para su salida al aire.



### **3.4 RECURSOS UTILIZADOS.**

Tomemos como ejemplo una grabación de un programa grabado con 5 cámaras aisladas y un program, el cual tiene una duración de 2 horas grabadas en alta definición en formato 4:2:2.

Utilizan 12 discos xdcam de 1 hora para grabar todo el evento (1 hora). Cada disco de este tipo tiene un costo aproximado de 100 dólares.

Realiza la calificación y offline el cual se estima un tiempo de 4 veces el tiempo real, es decir, (4X2X12) 96 horas.

Captura para realizar la edición un tiempo estimado de 2 horas más 8 horas de post producción.

Realizar la copia para entregar al departamento de continuidad en tiempo real, es decir, 1 hora en una cinta Betacam SX la cual tiene un costo aproximado de 50 dólares.

El material es revisado e ingestado al videoservidor el cual lleva un tiempo de 2.5 horas para poderlo programar y ser transmitido al aire.

Lo anterior se resume en el diagrama de flujo de la figura 3-25.

Como se ve en el ejemplo y en el diagrama de flujo, el costo se incrementa debido a la adquisición de discos y cintas para grabar. Por otro lado, las copias, las reproducciones en tiempo real y las revisiones del material retrasan la finalización del producto terminado.

El estado de las máquinas reproductoras de cintas betacam no es completamente seguro, ya que pueden presentar alguna falla y en la mayoría de las ocasiones con necesidad de adquirir una refacción la cual no se tiene en las áreas correspondientes e incluso ni siquiera la llegan a tener los distribuidores y el tiempo de compostura y el refaccionamiento incrementa el costo y la incertidumbre de este proceso.

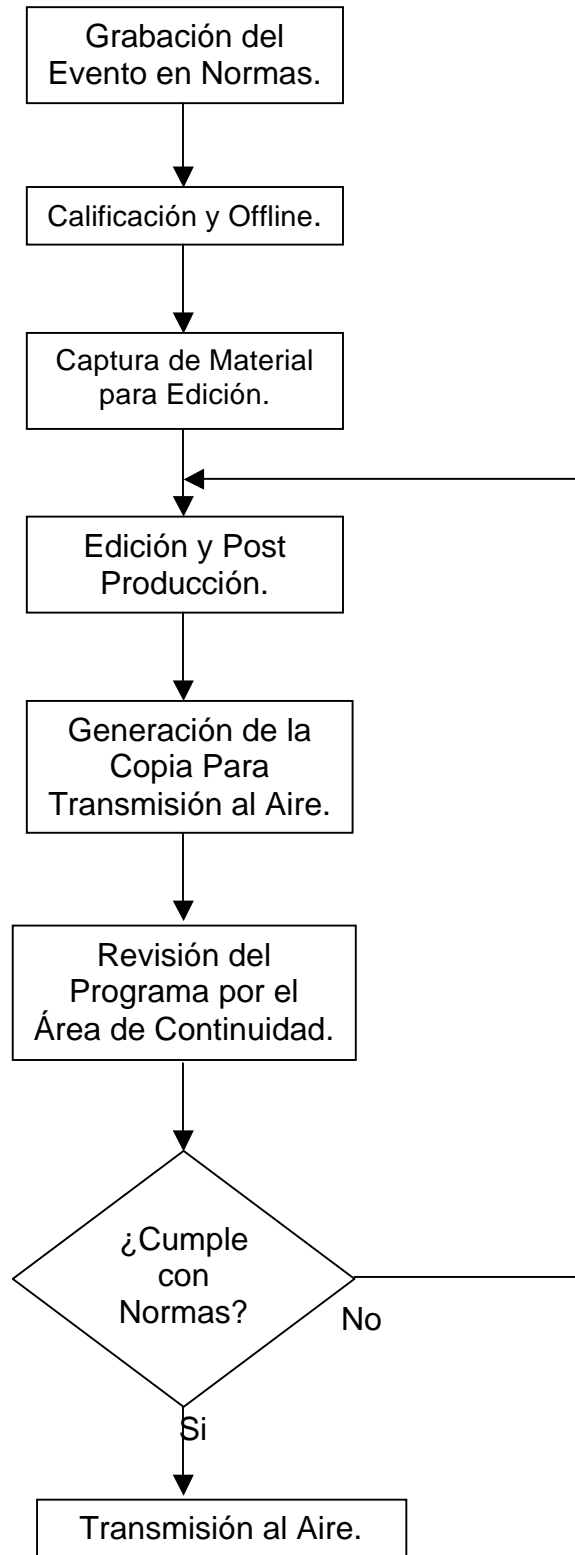


Figura. 3-25 Resumen del proceso actual para obtener un producto terminado.

## **CAPITULO 4. NECESIDADES Y PROPUESTAS DE SOLUCIÓN.**

### **4.1 LA JUSTIFICACIÓN.**

El objetivo del proyecto de digitalización de medios audiovisuales es contar con un sistema modular, escalable y confiable para digitalizar, indexar, catalogar, almacenar, recuperar, consultar, transmitir y editar archivos digitales a largo plazo, para poder utilizarlos de manera ágil y eficiente en las áreas de producción, edición, transmisión y catalogación de una televisora facultado para dar servicio al mismo tiempo a todos los usuarios [17].

Esta televisora cuenta con una videoteca tradicional con material en cintas de diversos formatos analógicos y digitales. Estos materiales serán catalogados con un sistema de registro computarizado modular que integre la información de cada una de las áreas en que existe una relación directa con el material. Dicho catálogo será utilizado por los usuarios de un sistema tapeless, para solicitar copias del material original con el cual realizaran sus producciones. Este catálogo estará disponible a través de la página web browsing del sistema para que todos los usuarios acreditados soliciten el material de su interés con un servicio rápido y eficiente.

La infraestructura técnica del sistema tapeless se construirá con tecnologías digitales y herramientas de servidores para gestión de los ficheros de audio, video, metadatos y una integración transparente entre los sistemas de producción y emisión con aplicaciones de la misma integración. Asimismo, permitirá un acceso flexible a la información almacenada en la librería digital desde los propios puestos de trabajo sin transcodificación generando alta y baja resolución desde el inicio de la creación de cada archivo digitalizado.

En la digitalización de todos y cada uno de los archivos de media (audiovisuales e iconográficos), se realizará un archivo de metadato llamado "formato de precatalogación" que constará de los campos básicos para la utilización del material que comience a formar parte del sistema de forma inmediata desde la ingesta del mismo, siendo éste, totalmente flexible para facilitar cambios y nuevas necesidades de campos de captura y documentación.

La base de datos que controlará los archivos de metadata, también estará dotada con la misma facultad para realizar la captura del documento digital llamado "formato único de catalogación". Este formato contendrá la información detallada para todos y cada uno de los materiales digitalizados. Será de operación flexible y modular, ya que será capturado en estaciones de cómputo por medio de un navegador web operando la aplicación del sistema tapeless. Cada uno de los materiales generará de forma automática un story board de diez segundos de separación entre episodios, con la finalidad de capturar sipnosis y comentarios alfanuméricos de cada escena.

Se requiere que el sistema tapeless funcione mediante una arquitectura basada en un sistema SAN central que suministre el material audiovisual e iconográfico a los puntos de los diferentes usuarios. Quienes requerirán de la digitalización, catalogación, edición, programación, transmisión y almacenamiento en librería robótica con redundancia sin pérdida, y sin transferencia de media y material digital hacia algún medio de almacenamiento adicional para su transmisión. La plataforma ofertada para algunos de estos servicios debido a lo crítico de su función (play out, servidores on line, servidores de play list) deberán de ser Mac OS, QNX o Unix.

El sistema deberá de seguir como el flujo de la figura 4-1:

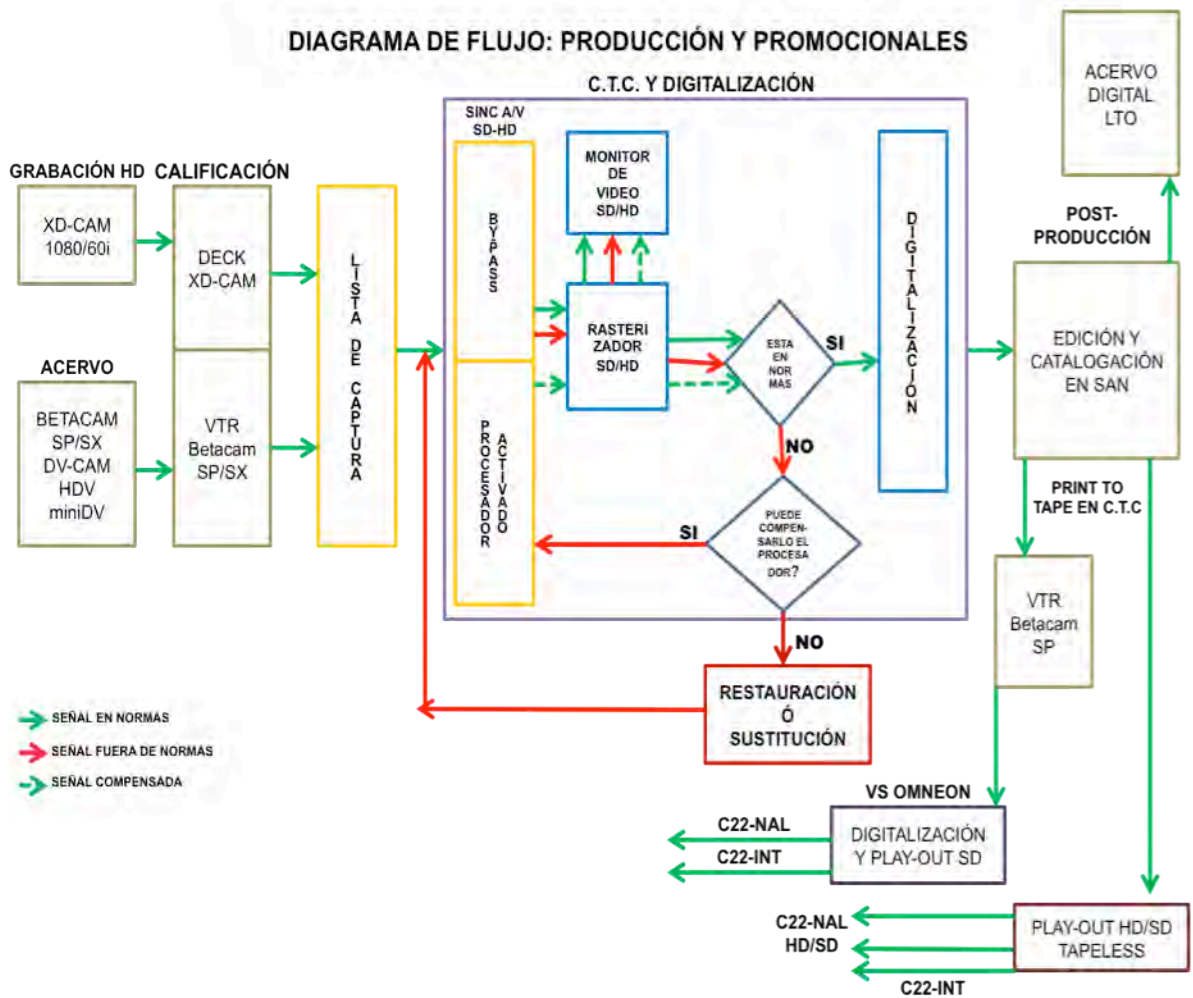


Figura 4-1. Flujo de Trabajo implementando el sistema Tapeless

En el diagrama de la figura 4-1 podemos ver que ya sea en el caso de material de acervo o material de nueva grabación se tiene que calificar para poder depurarlo, identificados teniendo los errores de grabación. Subsecuentemente se

procede a localizar los errores de normas técnicas, es decir luminancia, crominancia, set up, etc.

## **4.2 REQUERIMIENTOS Y FUNCIONALIDADES BÁSICAS DEL SISTEMA.**

El nuevo sistema de digitalización pretende minimizar retrasos en la respuesta a la demanda de material por los diferentes usuarios y continuar trabajando en un ritmo muy similar al que se tiene actualmente en la empresa. Se deben considerar las máquinas reproductoras que se pueden usar para los diferentes módulos en los que se trabaja actualmente. con este tipo de máquinas. Se llegó a la conclusión de que el equipo necesario debe incluir:

### **4.2.1 Estaciones de Ingesta.**

Tomando en cuenta el número de máquinas reproductoras y grabadoras que se tienen en donde se graba audio y video son necesarias 9 estaciones de digitalización (ingesta). Máquinas que deben permitir el manejo de formato HD-SD/SDI con control vía protocolo RS422 de equipos VTR's, reproductoras grabadoras XDCAM y reproductoras grabadoras Mini HDV, el cual deberá ser en forma manual y automática. Asimismo desplegará en la pantalla de la estación los controles de VTR's, Time in, Time out, Duración, Rev, Fwd, Stop, Rec, Eject y Jog. Cada evento deberá visualizar el momento en que se digitaliza el video en un monitor de HD-SD/SDI con relación de aspecto 4:3 y 16:9 entrada de video a través de conexiones de video profesional, tales como BNC ó DVI. También se incluirá una ficha de metadatos para crear la precatalogación de cada uno de los materiales que se ingresarán al sistema, en las modalidades de captura de video programada, modo dinámico y por EDL (lista de decisión de edición), con los siguientes campos:

**Título de la Serie.** Es el enunciado, en su idioma original, que nombra al conjunto de programas que pertenecen a un mismo proyecto de producción.

**ID CLIP.** Es el número de identificación que el sistema le da al evento que se graba en ese momento. NO SE PUEDE MODIFICAR. SE CREA DE FORMA AUTOMÁTICA.

**Título del Programa.** Es el enunciado, en su idioma original, que nombra al programa específico.

**Fecha y Hora de Digitalización.** Debe de contener el Día/Mes/Año; Hora/minuto/Segundos en el que el material es capturado. No se puede modificar, se crea de forma automática.

**Institución de Origen.** Nombre de la institución que resguarda el acervo video gráfico.

**T.C. IN.** Código de tiempo en que inicia el primer cuadro del programa.

**T.C. OUT.** Código de tiempo en que termina el último cuadro del programa.

**Duración.** Tiempo total del programa (tc out – tc in). No se puede modificar, se crea de forma automática.

**Número de Acervo:** Identificador alfanumérico asignado por la Videoteca de la empresa al programa original.

**Formato Original.** Se refiere al tipo de soporte magnético en el que se grabó el levantamiento de imagen.

**Número de Generación del Material.** Es la versión de la generación de la cual se está haciendo la digitalización (master, submaster, etc).

**Tipo de Material.** Se debe especificar si se trata de video, audio o gráfico.

**Formato de Digitalización.** El material será digitalizado en el formato que soporte sin perder su calidad, el más antiguo se digitalizará en formato DV25, DV50 para el material que ya se tiene capturado como son Betacam SP, Betacam SX, Mini DV y Mini HDV. Para el material que se origine de los estudios, así como de los sistemas de edición no lineal y de los proyectos especiales que sean grabados en XD-CAM HD serán digitalizados en formato DV100.

**Audio.** La condición sonora que presenta el programa de acuerdo a la grabación. Puede ser monoaural, estéreo, dolby y surround, 5.1.

**Color.** El estado de coloración en las imágenes del video: color, blanco y negro u otro.

**Sistema.** Es el tipo de señal en el que fue grabado el programa. Puede ser PAL, SECAM o NTSC.

**Relación de Aspecto.** Relación entre el largo y el ancho en que este grabado el programa.

**Tamaño.** Es el tamaño en Gb del archivo digitalizado y su tamaño varia en relación al formato de digitalización que se seleccione.

**Fallas del Video y Fallas del Audio.** Es la información de las fallas y características que presentan el video y el audio en el material, aun cuando el material pasó por una etapa de compensación y restauración digital y debido a su deterioro, no fue posible normalizar sus parámetros de acuerdo a las normas técnicas.

### 4.2.2 Estaciones de Catalogación.

Para facilitar la búsqueda de los materiales se puede recurrir a búsquedas por sus contenidos y es por ello que se solicitan 4 estaciones de catalogación. Dicho sistema deberá contener como mínimo los campos adelante mencionados, con flexibilidad de crecimiento y ajuste de campos en caso de que fuera necesario para una mayor funcionalidad. El sistema permitirá captura modular por áreas de información y consulta de ficha completa, así como también la facilidad de observar el material digitalizado en baja resolución únicamente para enriquecer los segmentos que ofrece el story board de cada material que requiera de algún aspecto y definición por su naturaleza. Además de los campos mencionados en la parte de precatalogación los campos requeridos son:

**Subtítulo de la serie:** El título complementario de la serie, expresado en su idioma original. Precisa la idea o el significado expresado en el título.

**Subtítulo del programa:** Palabra o frase que complementa el título. Debe registrarse cualquier subtítulo para disponer de mayor información referente al contenido de la producción.

**Sinopsis:** Es una breve reseña que ofrece una visión general del contenido del programa. Se recomienda que la extensión no sea mayor a 700 caracteres.

**Observaciones:** La calificación técnica puede ser incluida en esta área y también si la imagen tiene sello.

**Número de Programas Dentro de la Serie:** Es el número que le corresponde a una producción dentro del total de la serie.

**Videoteca:** Nombre de la institución que resguarda el acervo videográfico.

**Código de Barras (numero de cinta):** Es el código alfanumérico con el que se identifica a cada videocassette que forma parte del acervo de la videoteca.

**Formato:** Se refiere al tipo de soporte magnético en el que se ha grabado el levantamiento de imagen.

**Idioma Original:** Es la lengua en que se produce el programa.

**“Subtitulado al” y “Doblado al”:** Describe si el material ha sido traducido a una lengua diferente al del material original

**País de Origen:** Hace referencia a la procedencia del material.

**Genero:** Es la forma en como se dividen los programas por la difusión y presentación, además de la estructura de sus contenidos.

**Datos de calificación del área de Producción:**

**Institución Productora:** La compañía que ha financiado la realización del programa.

**Fecha de Producción:** El año en que fue terminada.

**Lugar de Producción:** Es la entidad en que se llevó a cabo.

**Época:** Es el periodo de tiempo en que se eligió.

**Tiempo empleado en la Grabación:** Duración total.

**Tipo de Producción:** Si se trata de una propia, una coproducción, etc.

**Idioma Original:** Lengua en el que es grabado el programa.

**Datos de calificación de la Productora:**

**Productor Ejecutivo:** Nombre de la(s) persona(s).

**Productor:** Nombre de la(s) persona(s).

**Realizador:** Nombre de la(s) persona(s).

**Director de Cámaras:** Nombre de la(s) persona(s).

**Coordinador de la Serie:** Nombre de la(s) persona(s).

**Idea Original:** Nombre de la(s) persona(s).

**Guionista:** Nombre de la(s) persona(s).

**Edición:** Nombre de la(s) persona(s).

**Locutor:** Nombre de la(s) persona(s).

**Post-producción:** Nombre de la(s) persona(s).

**Música Original:** Nombre de la(s) persona(s).

**Investigadores:** Nombre de la(s) persona(s).

**Diseño Gráfico:** Nombre de la(s) persona(s).

**Animación:** Nombre de la(s) persona(s).



**Premios y Nominaciones:** Nombre de la(s) persona(s).

**Datos a Destacar:** Nombre de la(s) persona(s).

**Personaje:** Nombre de la(s) persona(s).

**Elenco:** Nombre de la(s) persona(s).

**Reportero:** Nombre de la(s) persona(s).

**Camarógrafo:** Nombre de la(s) persona(s).

**Asesor:** Nombre de la(s) persona(s).

**Montaje:** Nombre de la(s) persona(s).

**Coreógrafo:** Nombre de la(s) persona(s).

**Responsable de Iluminación:** Nombre de la(s) persona(s).

**Derechos para el uso y explotación del material audiovisual:**

**Entidad Propietaria:** Mención de la(s) institución(es) a la(s) que pertenece(n) las imágenes, y/o que tiene(n) registrados bajo su nombre los derechos de autor de una obra audiovisual.

**Proveedor:** Nombre de la persona o responsable legal de quien otorga los derechos sobre el material audiovisual.

**Derechos Confirmados:** Informa sobre la situación legal de los derechos del material.

**Tipos de Permisos de Transmisión:** Se refiere a la forma de utilización del material de forma definida o indefinida, en base al tiempo y cantidad de veces a ser utilizado el material.

**Fecha de inicio de Vigencia:** Indica a partir de cuando puede ser utilizado el material.

**Fecha de término de vigencia:** Indica hasta cuando puede ser utilizado el material.

**Número Máximo de Pasadas:** Es la cantidad de veces que puede ser utilizado el material.

**Derechos Totales:** Indica a que persona o institución le pertenece el material en su totalidad.

**Derechos Parciales:** Informa entre que personas o instituciones comparten los derechos del material.

**Aviso de Extravigencia:** Son las notas aclaratorias, dentro del campo de los derechos.

**Datos para la Gestión y Emisión:**

**Fecha de Calificación:** Momento en que se realiza la documentación del contenido del videograma.

**Calificador:** Son las iniciales que identifican al documentalista audiovisual.

**Fecha de Modificación:** Fecha en que se lleva a cabo la última modificación de un registro.

**Modificador:** Iniciales de la última persona que modifica un registro.

**Fecha de Transmisión Nacional:** Se refiere a la fecha en que se transmitió o será transmitido el material.

**Fecha de Transmisión Internacional:** Se refiere a la fecha en que se transmitió o será transmitido el material.

#### **4.2.3 Estaciones de Programación.**

El sistema estará facultado para generar 3 pautas de programación independientes, que cuenten con un editor de pautas de programación para uno o varios canales, con pantalla para crear, modificar y actualizar las listas de transmisión de cualquiera de las tres señales a reproducir que contengan todas las medidas de seguridad para que las pautas generadas para cada señal sean consultadas y modificadas solo por los clientes autorizados de acuerdo a los privilegios proporcionados.

Los eventos podrán ser agregados desde una base de datos común a las listas de reproducción mediante exploración del catálogo de contenidos (baja resolución), o a través de las herramientas de búsqueda copiando y pegando eventos.

Debe incluir funciones para inserción y borrado de eventos, funciones de reproducción manual, siguiente evento y continuar, repetir evento o grupo de eventos, evento en vivo, estudio o remoto, nota o comentario y programada por tiempo de reloj y todas aquellas que la aplicación requiera para detener y reanudar la programación del canal al aire (incluyendo los de redundancia), así como también funciones para activar y desactivar cuando menos seis disparos GPI-GPO por cada canal al aire, a dispositivos tales como insertor de logos de cuatro capas,

generador de caracteres, DVE y/o un generador de tonos indicativos (cue tone), mismos que el usuario podrá configurar para disparar por inicio, fin o tiempo transcurrido en cada una de los eventos o bloques de programa de la play list del que se trate.

Despliegue de columnas con la hora de play, número de evento, título, duración, tiempo de inicio, fecha de vigencia y tiempo total acumulado de los programas del día así como también, si existe disparo de GPI para activar o desactivar insertor de logos, generador de caracteres, o generador de cue tones dentro de alguno de los eventos.

También debe incluir la inserción programada de eventos en vivo a través de los estudios y/o a través de los remotos, permitiendo la captura de la duración y los bloques de programa, y cortes de estación de manera ilimitada y deliberada por el usuario que cuente con dichos privilegios, de tal forma que se puedan enlazar eventos vía remota en vivo y/o en cadena nacional.

Podrá insertar varios bloques diferentes de un solo evento digitalizado, de tal forma que existan varias versiones o puntos de inicio y duración de un solo evento ingresado al sistema, pudiendo de ésta forma seccionar un programa sin necesidad de duplicar todo su contenido. Que permita crear subclips o versiones dentro del mismo programa o evento, para facilitar la transmisión de un mismo programa en las tres diferentes programaciones.

Consultará a través de búsquedas de metadatos los eventos y visualización de contenidos de la media en baja resolución de cualquiera o todos los eventos digitalizados.

#### **4.2.4 Play Out.**

Las estaciones de play out administrarán la emisión automática redundante de las tres señales independientes que transmite la entidad.

Cada una manejará las funciones de reproducción de play out (salida al aire) y operará un canal de redundancia (back up) para cada señal de televisión SD y HD, éstas deberán ubicarse cada una en las cabinas de transmisión situadas en el control maestro.

En caso de falla de cualquier señal principal, el sistema debe conmutar automáticamente a la señal de respaldo correspondiente a ese canal.

Debe incluir funciones de reproducción manual, siguiente evento y continuar, repetir evento o grupo de eventos, evento en vivo, estudio o remoto y todas aquellas que la aplicación requiera para detener y reanudar la programación del canal al aire, así como también funciones para activar y desactivar cuando menos seis disparos GPI-GPO por cada canal al aire, a dispositivos tales como insertor de logos de cuatro capas, generador de caracteres, DVE y/o un generador

de tonos indicativos (cue tones), mismos que el usuario podrá configurar para disparar por inicio, fin o tiempo transcurrido en cada uno de los eventos o bloques de programa del play list del que se trate.

Las pantallas deberán mostrar eventos transmitidos y por transmitir en diferentes colores, también el que está al aire; debe mostrar columnas con la hora de reproducción, número de evento, título, duración, Tiempo transcurrido, tiempo faltante del clip al aire y tiempo total acumulado de los programas del día, así como también los disparos de GPI para activar o desactivar insertor de logo, generador de caracteres, DVE y generador de cue tones dentro de alguno de los eventos.

Debe incluir el sistema operativo y licencia del cliente del software de administración de medios digitales con privilegios para consultar a través de la búsqueda la metadata de los eventos a transmitir.

#### **4.2.5 Estaciones de Administración.**

Se requiere que el monitoreo y control total de todas las partes que integran la solución desde el flujo de trabajo local y vía remota desde su propia intranet y de igual forma via Internet VPN, sea por dos terminales de administración las cuales estarán facultadas a la emisión de reportes digitales e impresos ó con la facilidad de importar la información que se solicite de configuración o mantenimiento local para ser impresa según el caso o la situación específica. La información que se emitirá en el reporte proviene de la base de datos que contiene a la metadata capturada para cada material dentro del sistema.

#### **4.2.6 Módulos de control.**

Incluirá servidores proxy para la baja resolución donde habitarán todos los clips y referencias que existan tanto en la videoteca central como en el almacenamiento online de la SAN o en el archivo de cintas, y será capaz de detectar y recuperar los archivos independientemente de su ubicación para ponerlos disponibles en línea para los usuarios del flujo de trabajo.

Se contará con módulos que controlen e incluyan servidores de movilización de almacenamiento con detección de falla y relevo instantáneo activo/activo con redundancia total en operación individual y de tareas en el flujo de automatización de procesos.

Se requiere un módulo que controle e incluya servidores contenedores de media digital, estos servidores serán los encargados del establecimiento y administración del sistema para compartir archivos bajo el ambiente SAN.

Se considerará un módulo que controle e incluya servidores de bases de datos, estos servidores se encargan de manipular, controlar y etiquetar todos y cada uno de los clips dentro de la SAN, como en el archivo de cinta así como sus

campos de metadata, ya que mediante a ese nivel de control las bases de datos identifican como único cada clip y campo generado para catalogar, archivar y recuperar los clips y media en los almacenajes por parte de los usuarios de la red en los diferentes procesos creativos del flujo de automatización.

Se considera un módulo que controle e incluya servidor de aplicaciones web, encargados de los permisos, restricciones y controles, en general así como de los privilegios y gateways desde y hacia el internet permitiendo y controlando el contacto de la SAN con el internet manteniéndola segura y libre de problemas de seguridad inherentes al ambiente abierto que ofrece el internet; del mismo modo genera accesos vía vpn para el control y administración del sistema de manera remota.

Es considerado un módulo que controle e incluya servidores de producción, encargados de todos los procesos, manteniendo la correcta operación del sistema de automatización y controlando los procesos de los usuarios y sus clips; al mismo tiempo regulan y administran el flujo de media y metadata desde la digitalización, la clasificación, edición, y terminan hasta la tarea de playout, para posteriormente estar disponibles ya sea en el almacenaje online o en el archivo de cinta.

#### **4.2.7 Módulos de Almacenamiento Centralizado Online.**

Se requiere de un almacenamiento en línea centralizado y administrado tipo SAN, de 400 horas útiles de material audiovisual y archivo iconográfico en resolución dv100-HD. Este almacenamiento estará facultado para administrar el espacio útil y subdividirlo en las carpetas de trabajo necesarias para cada uno de los procesos y etapas de la media, es decir: digitalización y edición (280 horas en alta resolución), manejo de baja resolución, transmisión (120 horas en alta resolución).

Se deberá contemplar el tamaño en Terabytes considerando que ya cuenta con la configuración del RAID que maneje la tecnología de la propuesta y lo necesario para que incluya redundancia y protección de saturación de discos para el material audiovisual a contener sin reducir el tamaño en horas solicitado.

También se considerará en la parte de alimentación de energía fuentes redundantes (doble fuente) y en ese mismo sentido estará facultado para soportar la demanda de transferencias que le exijan todos y cada uno de los equipos que interactúan con el sistema desde digitalización, edición, transmisión, programación, administración y almacenamiento near-on-line (robot de cintas LTO).

La transferencia de la media al robot de cintas LTO podrá realizarse de forma automática de acuerdo a las políticas establecidas por la Entidad, y también manualmente en base a carpetas dinámicas que el administrador del sistema envíe para su almacenamiento final.

La solución incluirá todo lo necesario para la instalación y conectividad entre cada uno de los puntos, tales como switch de fibra canal para la interconexión con el sistema de almacenamiento central y el almacenamiento en cintas LTO, router switch para los equipos con que se comunique por tecnología gigabit ethernet. Equipos que a su vez contarán con su propio esquema interno de redundancia y tolerancia a fallas con puertos a 4gb/2gb/1gb auto conmutables, además de los conectores necesarios para la implementación del sistema.

También se requiere que el licitante ganador incorpore todo lo necesario como; herrajes, tarjetas, licencias de conexión a una red san, cables de parcheo y cables de fibra así como los conectores correspondientes, switches de fibra para interconectar los equipos ofertados al arreglo de discos xraid con conexión de fibra óptica y ethernet, así como la conexión y automatización de un Routing de 64x64 entradas y salidas HD/SD-SDI auto detectables.

También proveerá 2 monitores forma de onda rasterizador multi estándar y multi formato de definición estándar para video 4:4:4, 4:2:2: 483i, 59.94 Hz (525) y 576i, 50 Hz (625), con soporte para audio digital para monitorear señales de video broadcast realizando las operaciones de análisis en tiempo real sin compresión. El hardware de medición deberá contener puertos HD/SD-SDI auto detectables.

#### 4.2.8 Equipos de Medición.

Se consideran monitores de forma de onda rasterizador multi estándar y multi formato de definición estándar y alta definición para video 4:4:4 1080i 59.94 Hz, 4:2:2: 483i, 59.94 Hz (525) y 576i, 50 Hz (625), con soporte para audio digital para monitorear señales de video broadcast realizando las operaciones de análisis en tiempo real sin compresión, de HD-SDI (1080 y 720) y SD-SDI (525 y 625) auto detectables y pantalla XGA LCD de 23" visibles [18].

Especificaciones:

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>VIDEO</b>                | 1080i/60, 1080i/59.94, 1080i/50, 1080p/30,   |
| Entradas A y B: (digitales) | 1080p/29.97, 1080p/25, 1080p/24, 1080p/23.98,<br>1080p/30sF, 1080p/29.97sF, 1080p/25sF,<br>1080p/24sF,<br>1080p/23.98sF, 720p/60, 720p/59.94, 720p/50,<br>720p/30, 720p/29.97, 720p/24, 720p/23.98 auto-<br>detectables. |
| Rate de datos:              | 1.485 Gb/s, auto-detectable.   |
| Nivel:                      | 800mV, nominales   |
| Retorno de pérdida:         | ≤-15 dB, 5 MHz to 1.485 GHz  |
| Tipo de entradas:           | 4 BNC, Hi-z con loop pasivo.   |
| <b>REFERENCIA</b>           |  |
| Entrada:                    | NTSC/PAL blackburst, tri-level sync<br>auto detectable (SMPTE 274M)  |

|                     |   |
|---------------------|---|
| Nivel de señal:     | NTSC: blackburst 286 mV p-p $\pm$ 6 dB<br>PAL: sync y burst 300 mV p-p $\pm$ 6 dB<br>Tri-level: 600 mV p-p $\pm$ 3 dB |
| Tipo de entradas:   | 2 BNC, Hi-Z con loop activo.  |
| Retorno de pérdida: | $\leq$ -40 dB, 100kHz a 5 MHz.  |
| Salida XGA:         |   |
| Output Level        | 1V p-p, or 0.7V p-p menu-seleccionable  |
| Horizontal Sync     | 48,363 Hz $\pm$ 1%  |
| Vertical Sync       | 60.004 Hz $\pm$ 1%  |
| <b>DISPLAY</b>      |   |
| General:            | Picture, waveform, vector and audio or alarm simultaneously in a 4-quadrant display, or a full screen                 |
| Waveform            | display of each of these separately   |
| Sweep Time Base     | YCbCr, RGB, YRGB<br>1 H, 2 H or 3H with x1, x5, x10 magnification   |
| Waveform Accuracy   | 1 V, 2V or 3V with x1, x5, x10, x25 magnification   |
| Vector              | $\pm$ 1%  |
| Vector Accuracy     | Cr vs. Cb<br>$\pm$ 1 degree   |
| Accesorios:         | Kit de montaje en Rack 19"<br>Cables de alimentación de energía.  |

Independientemente de todo el equipo que los proveedores necesiten que sea comprado, también se cuenta actualmente con equipo que a continuación se enlista. Este equipo será de gran importancia para disminuir el costo y aprovechar su utilización [12,13,14,15].

| <b>Cantidad</b> | <b>Descripción</b>   | <b>Marca</b> | <b>Modelo</b>                             |
|-----------------|--|--------------|---|
| 2               | Servidor rackmount   | HP           | ProLiant DL380R06                         |
| 8               | Servidor rackmount   | HP           | ProLiant DL380R04                         |
| 1               | Arreglo de discos SATA de 8TB, con interfase de fibra canal de 2GB                       | Infortrend   | RS116F                                    |
| 2               | Switch Ethernet 10/100/100 con 48 puertos  | Dell         | Power connect 3448                        |
| 2               | Fiber switch de 16 puertos   | Silkworm     | 200E                                      |
| 1               | Unidad de almacenamiento con 3 transportes LTO-3, cable de AC y montaje para instalación | ADIC         | Scalar i2000, SC12K-200. Esalable a Ito-4 |
| 4               | Estación de trabajo tipo escritorio con monitor de 17" HP                                | HP           | XW8200                                    |
| 8               | Computadora de escritorio con monitor HP de 17", teclado, mouse y bocinas.               | HP           | DC5100 Microtower                         |
| 300             | Cartucho de cinta LTO-3 de 400 GB cada uno   | Imation      | LTO3-400GB                                |
| 7               | Sala de edición con dos arreglos de discos un XRAID de 6TB y un Promise de 12TB          | Apple        | Final Cut SD/HD                           |
| 8               | Sala de edición  | Leitch       | Velocity-Q analógico y digital SD         |

Los proveedores que resultaron con propuestas convincentes para el proyecto, así como su análisis fueron los que se muestran en la tabla 4-1.



TABLA 4-1 COMPARATIVO DE PROPUESTAS PARA LA ADQUISICION DE UN SISTEMA TAPELESS.

| <b>Condiciones solicitadas</b>                       | <b>Licitante A</b> | <b>Licitante B</b> | <b>Licitante C</b> | <b>Licitante D</b> |
|--|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Integración de 2 Servidores Proliant DL380R06        | Cumple             | Cumple             | Cumple             | Cumple             |
| Integración de 8 Servidores Proliant DLR380R04       | Cumple             | Cumple             | Cumple             | Cumple             |
| Integración de 1 Arreglo de discos de 8TB Infortrend | Cumple             | Cumple             | Cumple             | Cumple             |
| Integración de 2 Switch 48 Puertos Dell              | Cumple             | Cumple             | Cumple             | Cumple             |
| Integración de 2 Fiber Switch 16 Puertos Slikworm    | Cumple             | Cumple             | Cumple             | No Cumple          |
| Integración de 1 LTO-3 ADIC Scalar i2000             | Cumple             | Cumple             | Cumple             | Cumple             |
| Integración de 4 Estaciones de trabajo HP XW8200     | Cumple             | Cumple             | Cumple             | Cumple             |
| Integración de 8 Computadoras DC5100 Microtower      | Cumple             | Cumple             | Cumple             | Faltan 2 PC`s      |
| Integración de 7 salas de Edición Final Cut SD/HD    | Cumple             | Cumple             | Cumple             | Cumple             |
| Integración de 8 Salas de Edición Velocity Q SD      | Cumple             | Cumple             | Cumple             | Cumple             |
| Certificados de 5 técnicos de soporte especializado  | Cumple             | Cumple             | Cumple             | Cumple             |
| Carta Compromiso de Stock de Partes                  | Cumple             | Cumple             | Cumple             | Cumple             |
| Instalación en México ó EUA comprobable              | Cumple             | Cumple             | Cumple             | Cumple             |
| Plataforma para los servicios de misión crítica      | Cumple             | Cumple             | Cumple             | OS SAN             |
| Arquitectura del Sistema Tapeless                    | Cumple             | Cumple             | Cumple             | Cumple             |
| Racks Solicitados                                    | Cumple             | Cumple             | Cumple             | No Cotizó          |
| Configuración e Instalación por el fabricante        | Cumple             | Cumple             | Cumple             | Cumple             |
| Carta Compromiso de no ceder y subcontratar          | Cumple             | Cumple             | Cumple             | Cumple             |
| Nivel de Integración (cantidad de plataformas)       | Cumple             | Cumple             | Cumple             | No Cumple          |
| 9 Estacioens de Digitalización                       | Cumple             | Cumple             | Cumple             | Cumple             |
| 4 Estaciones de Catalogación                         | Cumple             | Cumple             | Cumple             | Cumple             |
| 4 Estaciones de Consulta y Edición a Corte           | Cumple             | Cumple             | Cumple             | Cumple             |
| 2 Estaciones de Administración                       | Cumple             | Cumple             | Cumple             | No Cumple          |
| 3 Estaciones de Programación y control               | Cumple             | Cumple             | Cumple             | Cumple             |
| 3 Estaciones de Play Out                             | Cumple             | Cumple             | Cumple             | Cumple             |
| Módulo de Play Out                                   | Cumple             | Cumple             | Cumple             | Cumple             |
| Módulo de Consulta                                   | Cumple             | Cumple             | Cumple             | Cumple             |
| Módulo de Proxy y Baja Resolución                    | Cumple             | Cumple             | Cumple             | Cumple             |
| <b>Condiciones solicitadas</b>                       | <b>Licitante A</b> | <b>Licitante B</b> | <b>Licitante C</b> | <b>Licitante D</b> |
| Módulo de Movilización de Media                      | Cumple             | Cumple             | Cumple             | Cumple             |

|  |           |        |        |               |
|--|-----------|--------|--------|---------------|
| Módulo de Contenedores de Media Digital        | Cumple    | Cumple | Cumple | Cumple        |
| Módulo de Base de Datos                        | Cumple    | Cumple | Cumple | Cumple        |
| Módulo de Aplicaciones Web                     | Cumple    | Cumple | Cumple | Cumple        |
| Módulo de Producción y Edición Digital         | Cumple    | Cumple | Cumple | No Especifica |
| 1 Almacenamiento en Línea de Arquitectura SAN  | Cumple    | Cumple | Cumple | Cumple        |
| 2 Switch Fibro Canal 16 Puertos de 4 Gb        | No Cotizó | Cumple | Cumple | Cumple        |
| 2 Router Switch capa 3 4Gb 48 puertos          | No Cotizó | Cumple | Cumple | No Cotizó     |
| 1 Routing Switch de Video 64/64 HD-SD/SDI      | Cumple    | Cumple | Cumple | Cumple        |
| 2 Rasterizadores HD-SD/SDI                     | Cumple    | Cumple | Cumple | Cumple        |
| Browsing de la aplicación del sistema Tapeless | Cumple    | Cumple | Cumple | Cumple        |
| Navegador de Captura de Metadatos              | Cumple    | Cumple | Cumple | Cumple        |
| 9 Monitores 20"HD-SD wide screen SDI-BNC       | Cumple    | Cumple | Cumple | Cumple        |
| Formatos de Digitalización dv25, dv50 y dv100  | Cumple    | Cumple | Cumple | No Cumple     |
| Formatos de catalogación XML                   | Cumple    | Cumple | Cumple | Cumple        |
| Garantía de 2 años y soporte técnico 24/7      | Cumple    | Cumple | Cumple | Cumple        |
| Digitalización y Reproducción HD-SD indistinto | Cumple    | Cumple | Cumple | Cumple        |
| Captura de Campos de Precatalogación           | Cumple    | Cumple | Cumple | Cumple        |
| Captura de Campos de Catalogación              | Cumple    | Cumple | Cumple | Cumple        |

Como se puede observar en la tabla anterior, los resultados de los análisis por las partes mencionadas solamente dos de los licitantes cumplen completamente con todos los puntos mencionados en las bases.

## **CAPÍTULO 5. EL SISTEMA TAPELESS.**

Como se vio al final del capítulo anterior, solamente dos sistemas de los propuestos por los licitantes cumplía con todos los requerimientos que se le solicitaba en la propuesta. Por lo que se concluyó por parte del área responsable del proyecto que el criterio de desempate fuese el precio.

El sistema Tapeless adquirido es un sistema implementado en base Darwin (Macintosh). Toda la implementación del equipo se hizo con computadoras servidores y accesorios de la marca APPLE, a excepción de las máquinas que se pidió que se agregaran en la propuesta debido a que ya se tenían y se aprovecharían para disminuir el costo de la solución requerida.

Todas las computadoras, servidores y terminales que trabajen con el sistema operativo Mac OS X dentro del sistema deben de tener por lo menos la versión 10.5.5, para disminuir incompatibilidades entre los usuarios, además una de las aplicaciones más importantes dentro del sistema es la de Quick Time, el cual debe de ser la versión 7.5, debido a las características con las que puede codificar y reproducir el video.

### **5.1 EL HARDWARE NECESARIO.**

Los servidores que se ofertaron y con los que va a trabajar el sistema son servidores del modelo Xserve, los cuales como se mencionó anteriormente debe de tener instaladas las versiones necesarias de sistema operativo y Quick Time. En total para las necesidades que se han requerido hasta el día de hoy son 28 servidores, los cuales están divididos como sigue [19]:

- 1 Servidor para la aplicación de Production Server.
- 1 Servidor para los procesos de Edit To Production (E2P).
- 1 Servidor destinado para los procesos de render o también llamado granja de render (RFU).
- 1 Servidor que es el controlador de Metadata.
- 1 Servidor que es el respaldo del controlador de Metadata.
- 1 Servidor de Play Out para la señal de Canal Nacional de alta definición (HD).
- 1 Servidor de respaldo para el Play Out de la señal de Canal Nacional de alta definición (HD).
- 1 Servidor de Play Out para la señal de Canal Nacional estándar.
- 1 Servidor de respaldo para el Play Out de la señal de Canal Nacional estándar.
- 1 Servidor de Play Out para la señal de la señal internacional.
- 1 Servidor de respaldo para el Play Out de la señal Internacional.
- 1 Servidor de Play Out para la señal de Canal Iberoamericano.

- 1 Servidor de respaldo para el Play Out de la señal de Canal Iberoamericano.
- 4 Servidores para Live Assist (2 por estudio).
- 1 Servidor de comunicación con la librería robótica.
- 1 Servidor de Open Directory.
- 1 Servidor para la aplicación de Episode.
- 1 Servidor para Streaming.
- 1 Servidor para administración de usuarios (open directory)

Cada servidor que son como los que se ven en las figuras 5-1 y 5-2 cuenta con dos discos duros SATA 2, de 160 GB de capacidad de almacenamiento de los cuales un disco duro alberga el sistema operativo y otro funciona como respaldo del primero, en otras palabras, tiene una configuración en arreglo RAID 1 o espejo, con capacidad de trabajar hasta con 32 GB de memoria RAM. A todos los servidores se les ensambló una tarjeta de fibra óptica, con velocidad de transferencia de 4 Gb/s [19,20,21].



*Figura 5-1. Servidores Xserve vista frontal.*



*Figura 5-2. Vista trasera de los servidores Xserve, se puede observar las dos conexiones de red que van a ser utilizadas así como las conexiones de tarjeta de fibra óptica necesarias para operar dentro del flujo del sistema tapeless.*

Otro equipo que se adquirió para la puesta en marcha de este sistema fueron:

- 9 Computadoras modelo Mac Pro para las terminales de ingesta con monitor de 23 pulgadas.
- 3 Computadoras modelo IMac de 24 pulgadas para los clientes de play out (Control Maestro).
- 3 Computadoras modelo IMac de 24 pulgadas para los clientes de play out (Continuidad).
- 4 Computadoras modelo IMac de 20 pulgadas para las terminales de catalogación.

A cada terminal se le agregó hardware adicional, el cual conforme se vayan describiendo los modulos se detallarán dichos elementos adicionales así como sus funciones.

Para comunicarse entre todas las computadoras y servidores que estén dentro del flujo del tapeless se necesitaron switch ethernet y de fibra óptica. Se compraron dos switch de cobre de 48 puertos cada uno además de dos que ya se tenían, todos con velocidad de transferencia de 10/100/1000 Mb/s como los de la figura 5-3.



*Figura 5-3. Switch marca Extreme con velocidad de transferencia de 10/100/1000 Mb/s.*

Para la comunicación via fibra óptica se compraron dos switch de 16 puertos y uno de 96 puertos todos con velocidad de transferencia de 4 Gb/s estos se ven en la figura 5-4.



*Figura 5-4. Se observan en la parte superior el switch de fibra óptica de 96 puertos modelo 9600, debajo de este se observan los dos switch de 16 puertos modelo 1600.*

## 5.2 LA ESTRUCTURA DEL SISTEMA TAPELESS.

En el sistema Tapeless todos los equipos necesitan estar comunicados de alguna manera dependiendo de sus funciones y la capacidad de los equipos. Para poder realizar esta comunicación entre todos los equipos que estén dentro del flujo se necesita comunicación via ethernet aprovechando la máxima transferencia de datos que actualmente es de 1Gb/s. En algunos casos por la tarea que se desempeña esta velocidad de transferencia no es suficiente por lo que se necesitan otros medios [21].

Se tienen dos tipos de red ethernet:

- La red pública. Es un tipo de red mediante la cual todos los equipos se pueden comunicar entre sí, compartir archivos entre ellos o incluso desde un almacenamiento masivo centralizado.
- La red privada. Mediante esta red la comunicación hacia los almacenamientos centralizados se realiza de una manera más ágil. A diferencia de la red pública solamente algunos equipos cuentan con acceso a esta red.

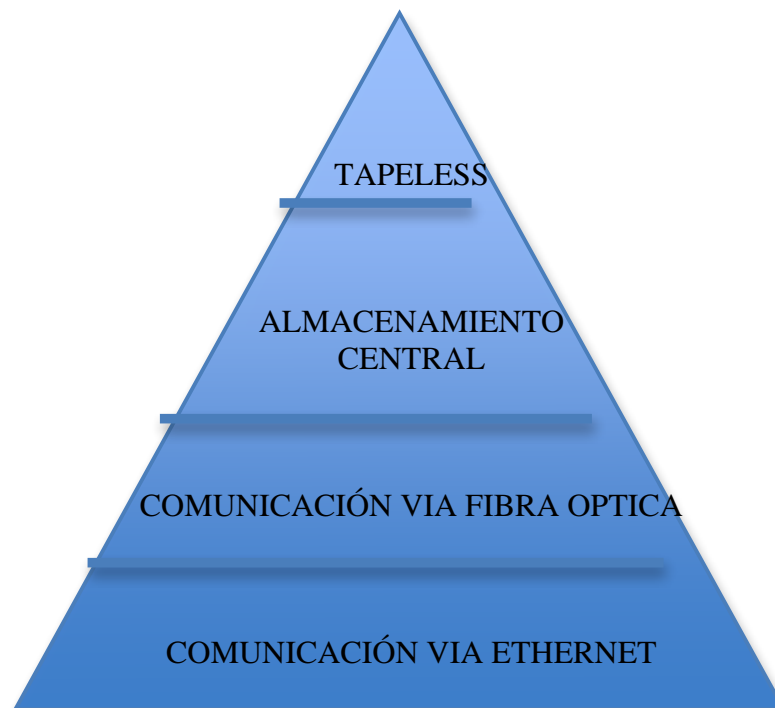
A diferencia de los equipos que cuentan con las dos redes, los que solamente cuentan con la red pública la conexión con los almacenamientos masivos se hace desde un script programado por medio de una aplicación que cuenta el sistema operativo MAC OS X.

La fibra óptica ofrece una velocidad de transferencia de hasta 4 Gb/s por lo que dicha interfaz es utilizada en todos los servidores para realizar sus tareas con la mayor velocidad posible, así como también algunos equipos como terminales de ingesta y editores no lineales, los cuales trabajan con material de alta resolución y dichos archivos tienen un gran peso.

Los equipos que tienen solamente conexión de red pública trabajan exclusivamente con material de metadata (texto o información acerca de los materiales) y/o proxies (material de baja resolución).

Un almacenamiento en línea centralizado es necesario para poder realizar transferencias con la mayor velocidad, así como para tenerlo disponible y compartirlo con todos los usuarios que tengan autorización para comunicarse dentro del sistema.

Todo lo anterior se resume en la figura 5-5 en donde se puede ver en la pirámide que si el sistema Tapeless falla no se afecta el almacenamiento ni la comunicación ya sea de fibra o ethernet. Pero si el almacenamiento en línea se daña esto sí afecta el sistema o si la comunicación de fibra es dañada, el intercambio de archivos dentro del flujo daña tanto el almacenamiento como al sistema. La comunicación por fibra óptica es dañada si la infraestructura de red ethernet se estropea.



*Figura 5-5. Estructura del sistema Tapeless.*

### 5.3 EL ALMACENAMIENTO EN LÍNEA.

Como se pidió en un principio el sistema requería un almacenamiento en línea masivo y el arreglo de almacenamiento llamado SAN (Storage Area Network) cumple con las expectativas y necesidades para este proyecto [20.22].

La SAN es un conjunto de arreglos de discos divididos según el propósito específico. Para el caso de este proyecto se tienen un total de 8 arreglos de discos.

Los arreglos de discos que se van a utilizar para el almacenamiento en SAN de la media son como los que se ven en la figura 5-6, siendo clase E o J. Los clase E son los arreglos que contienen las tarjetas controladoras de los arreglos, mientras que los J son los que funcionan como extensión de los arreglos E.



*Figura 5-6. Arreglo de Discos Marca Promise Clase E y J*

Cada arreglo (E o J) contiene 16 discos Sata 2 de 1 TB (Fig 5-7), con conexiones para fibra óptica que puede alcanzar velocidades de transferencia de hasta 4 Gb/s, y puertos Ethernet con velocidad 10/100/1000 Gb/s, con fuente redundante. Los arreglos clase E también contienen una batería que puede alimentar el arreglo durante 2 horas hasta que se puedan cambiar las fuentes en caso de ser dañadas.





*Figura 5-7. Disco duro de 1 TB de capacidad de un arreglo promise clase E.*

Están configurados en arreglos RAID 1. En este tipo el total de capacidad se divide a la mitad, guardando la media en una parte y en la otra se guarda una copia de seguridad la cual sirve como respaldo de la primera.

El almacenamiento en línea utilizado para este proyecto cuenta con un total de 160 TB de almacenamiento dividido en 7 arreglos clase E y 3 clase J. Estos a su vez se dividen en tres partes importantes que son llamados volúmenes, que son [22]:

- FCP
- PRDM
- PLYM

Son ilustrados para los usuarios en forma gráfica en la figura 5-8



Figura 5-8. Volúmenes que conforman la SAN.

### 5.3.1 El volumen PRDM.

El volumen de PRDM está constituido por tres arreglos de discos E y tres de discos J. Cuenta con capacidad de almacenamiento de hasta 32.74 TB.

En este arreglo se alojan las carpetas de Consolidated, Dropped, Dropped HD, Ingest, Proxy, Scratch Material, Self Contained, SLF Media, Testigo.

#### 5.3.1.1 La Carpeta Consolidated.

La carpeta de Consolidated aloja material que se va a archivar en la librería robótica. Usualmente está vacía debido a que los archivos sólo se alojan temporalmente.

#### 5.3.1.2 Las Carpetas Dropped y Dropped HD.

Las carpetas de Dropped y DroppedHD ilustradas en la figura 5-9 son carpetas también llamadas de almacenamiento temporal porque su contenido proviene de un editor no lineal y son archivos autocontenidos los cuales se tienen que convertir en referenciados. Es decir, un archivo con un solo componente se va a descomponer en archivos con la misma estructura que un material alojado en la carpeta de ingest.

En la carpeta de Dropped se alojan archivos de definición estandar y en la carpeta de Dropped HD de alta definición. Se crean dos carpetas debido a la relación de aspecto, ya que un video de alta definición puede ser deformado al pasar por un render de definición estandar y viceversa.

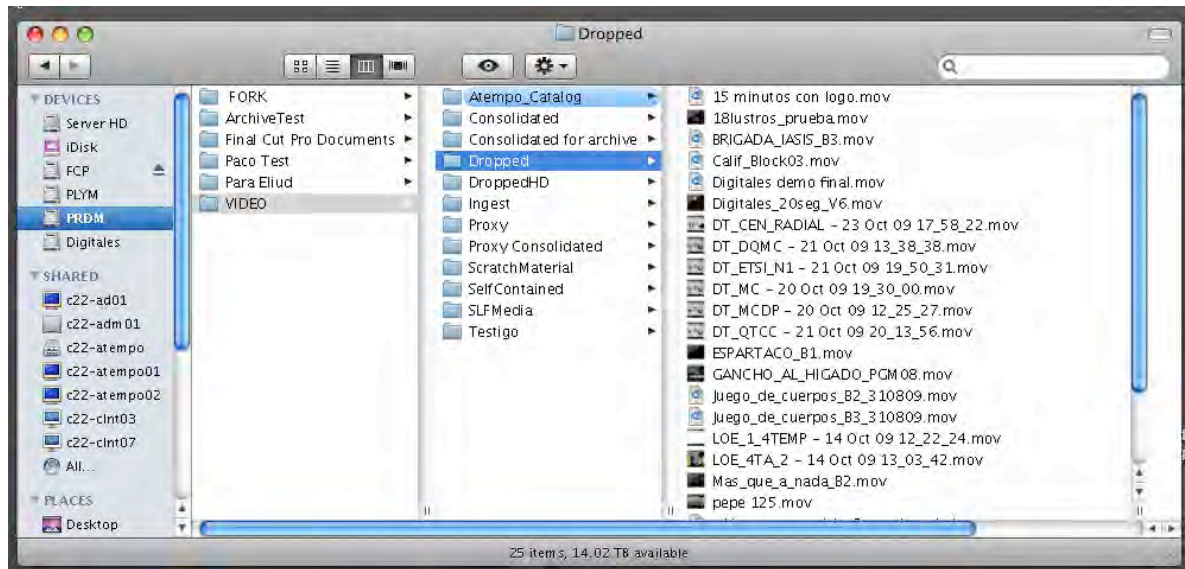


Figura 5-9. La carpeta de Dropped dentro de el volumen de PRDM.

### 5.3.1.3 La Carpeta Ingest.

En la carpeta de ingest (figura 5-10) se alojan todos los archivos que conforman el material proveniente de las terminales de ingesta, el cual contiene:

- 1 archivo .mov que es el wrapper de la media ingestada.
- 1 archivo .dv que contiene el video.
- De 1 a 4 archivos .aif que cada uno corresponde a un canal de audio ingestado.
  - 1 archivo .dat que contiene el proxy del material.
  - 1 archivo .qtc que contiene la información del código de tiempo del material ingestado.

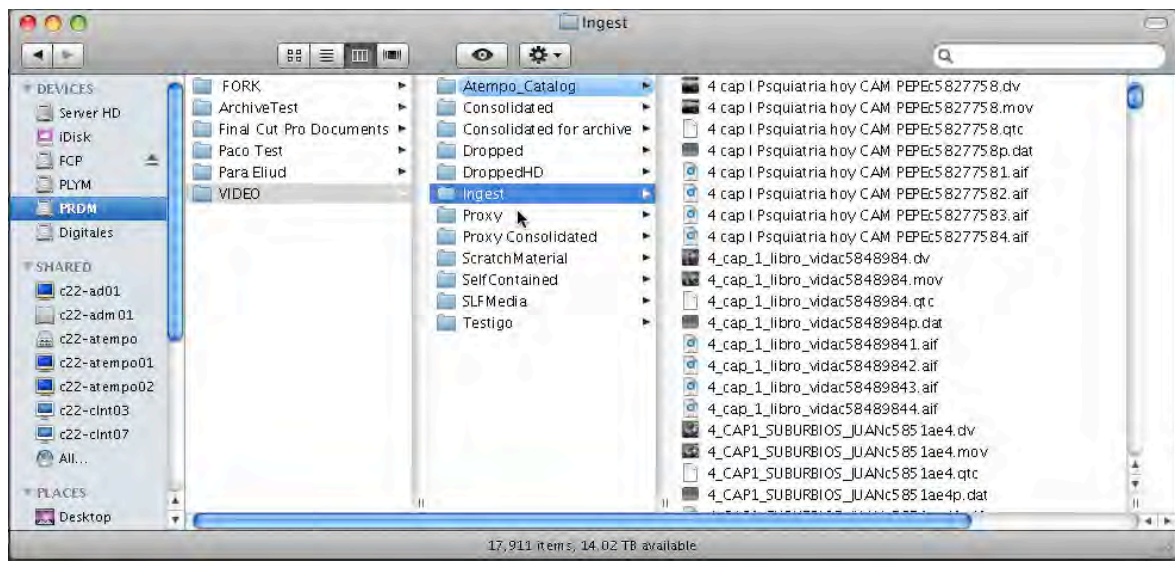


Figura 5-10. En la carpeta de Ingest dentro del volumen de PRDM podemos ver los diferentes archivos que conforman el archivo referenciado.

### 5.3.1.4 La Carpeta Proxy.

La carpeta de Proxy mostrada en la figura 5-11 aloja materiales de baja resolución. Estos a diferencia de los que se encuentran en la carpeta de ingest, son clips que se crean debido a que provienen de materiales que se han archivado en la librería robótica.

A diferencia de los archivos que se encuentran en ingest, estos son autocontenidos.

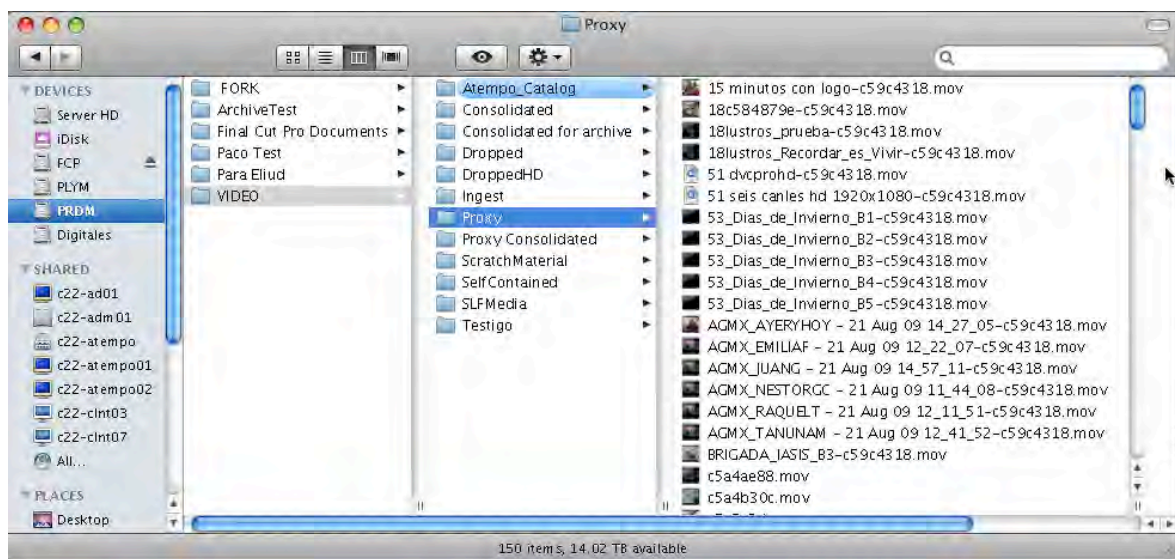


Figura 5-11. La Carpeta de Proxy dentro del volumen de PRDM.

### 5.3.1.5 La Carpeta SelfContained.

Los materiales contenidos en la carpeta de selfcontained se ven en la figura 5-12, son archivos que llevan un proceso opuesto a los de la carpeta dropped. Es decir, archivos referenciados se convierten en archivos autocontenidos, para poder trabajar con ellos en algun otro módulo como es el caso de un servidor de play out o de streaming.

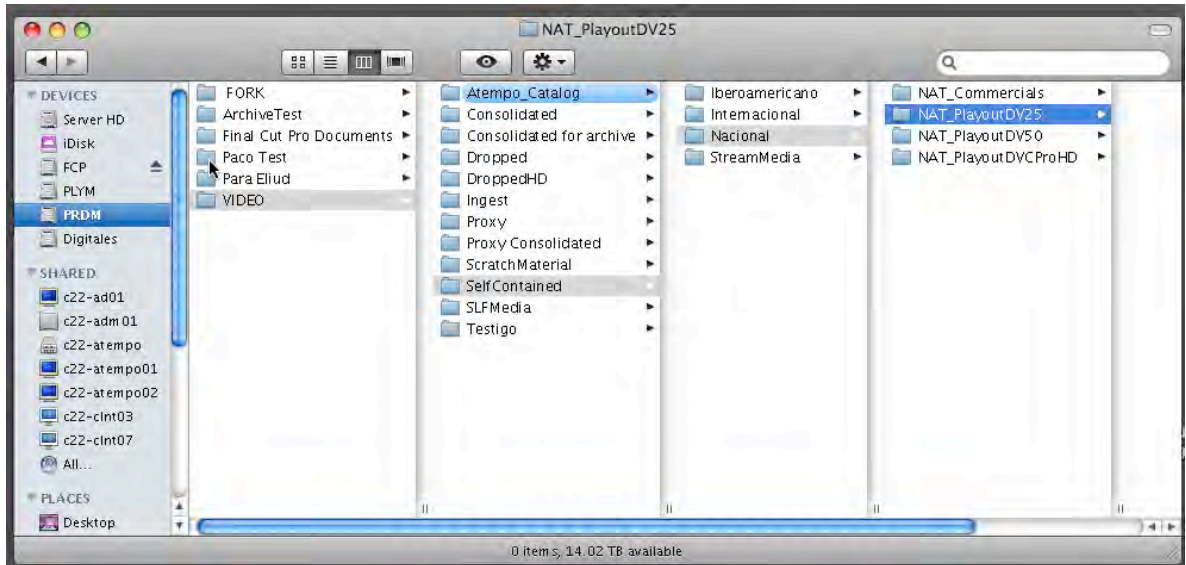


Figura 5-12. La carpeta de Self Contained dentro de PRDM

### 5.3.1.6 La Carpeta SLFMedia.

La carpeta de SLFMedia tiene la función de crear material que se encuentra dentro del flujo del Tapeless en autocontenido para poderlo transcódicar en otro formato diferente para la señal de streaming. Como por ejemplo, en un portal de internet. El motivo de crear otra carpeta diferente a Self Contained es el destino que estos van a tener, ya que un material que vaya a ser transmitido por un play out, no necesariamente tiene que ser colocado en el portal de internet o viceversa.

## 5.3.2 El Volumen FCP.

Se tiene un arreglo de discos clase E para conformar el volumen FCP como el que se ilustra en la figura 5-13. Este es un contenedor de transferencia temporal. En este se encuentra la carpeta de Move2Production, en la cual se alojará todo el producto terminado por las salas de edición no lineal que ya haya sido editado y vuelto un archivo autocontenido para que una vez puesto en esta carpeta el sistema pueda realizar la conversión a un archivo referenciado y poder meterlo al flujo y así quedar a disposición de todos los usuarios del sistema Tapeless.

El material que ya una vez es transferido al flujo de trabajo se borra automáticamente. La capacidad de almacenamiento total es de 6.82 TB.

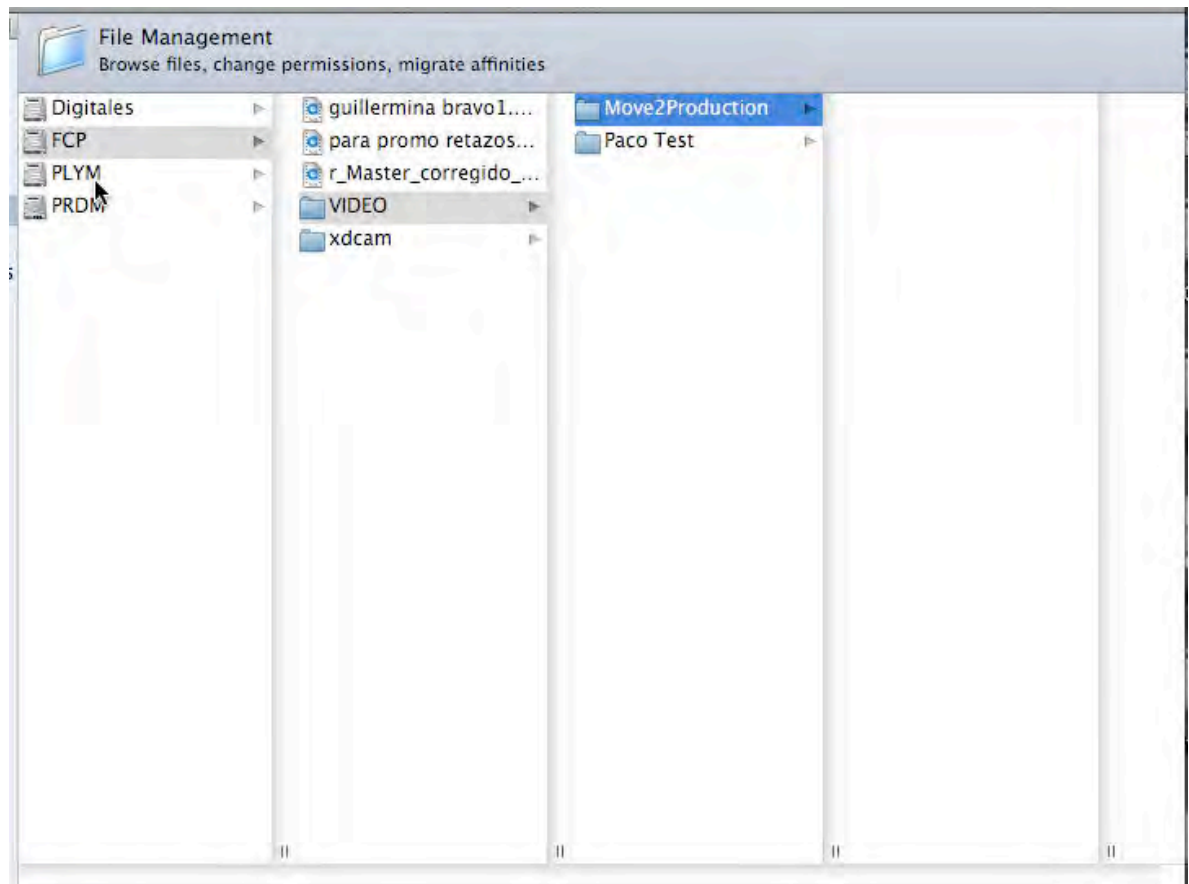


Figura 5-13. El volumen de FCP así como sus contenido.

### 5.3.3 El Volumen PLYM.

Se tiene un arreglo clase E que es el volumen PLYM como se ve en la figura 5-14. En este volumen se tendrá todo el material que ya fue revisado y listo para la señal de play out (salida al aire), con el material contenido en este volumen se podrá realizar la pauta de los días correspondientes.

Debido a la importancia que este volumen implica dentro del flujo de trabajo, se configuró en RAID 1, para poder tener redundancia y disminuir el riesgo de falla en la salida al aire. El material contenido en este volumen se borrará hasta que el personal encargado de realizar las pautas de salida al aire así lo requieran, este material tiene que ser borrado manualmente.

Su capacidad de almacenamiento es de 16.37 TB. Dentro de este volumen encontramos las carpetas de NACIONAL, INTERNACIONAL E IBEROAMERICANO. Cada una de las carpetas mencionadas encontramos cuatro diferentes carpetas dentro de ellas que son DV25, DV50, DVCPROHD y

Commercials, esto debido a la necesidad de organizar el tipo de material que llega a dichos servidores.

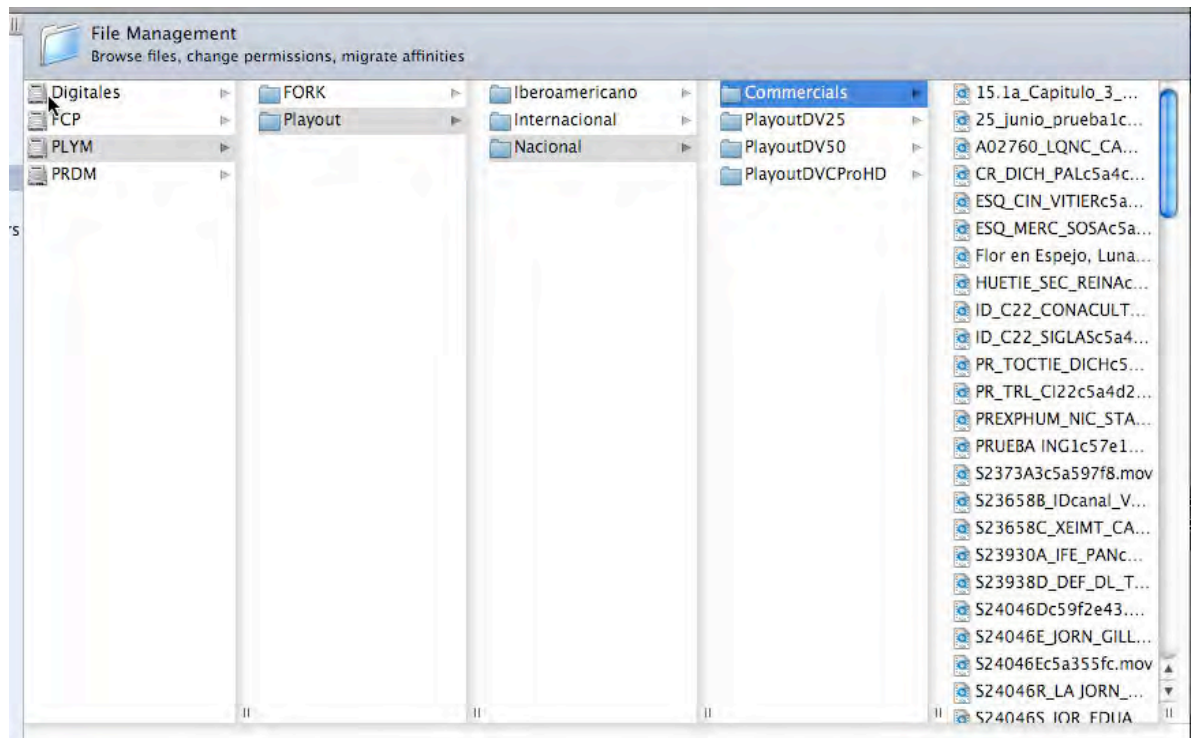


Figura 5-14. El Volumen de PLYM y su contenido

En el volumen de PLYM se alojan archivos autocontenidos provenientes de materiales del sistema tapeless.

### 5.3.4 El Servidor Controlador de Metadata.

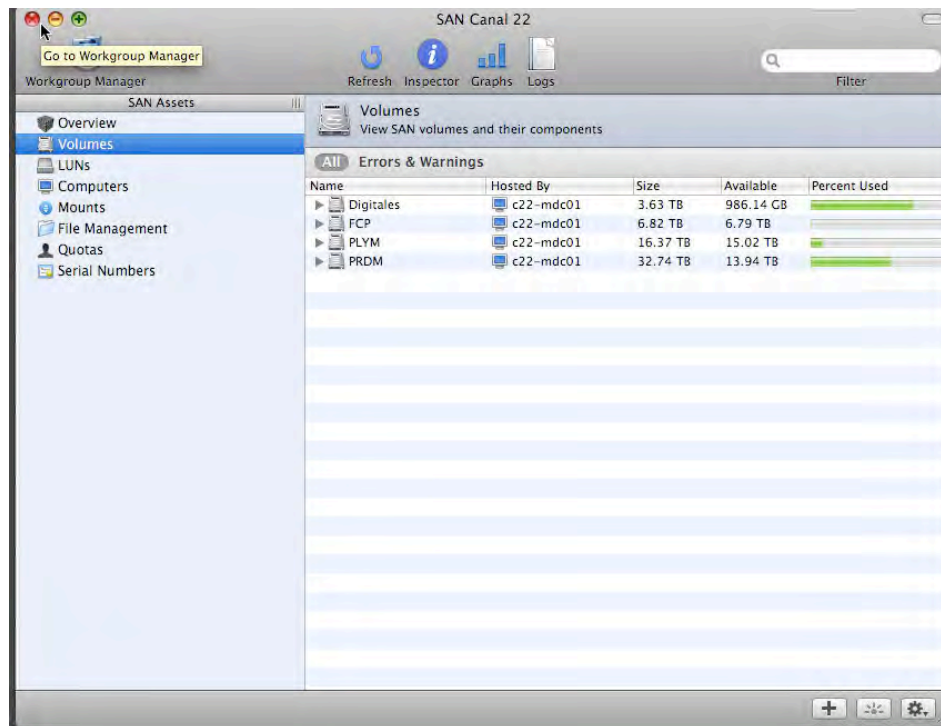
Todos estos arreglos son controlados por un servidor llamado Controlador de Metadata, el cual es un servidor que conectado mediante fibra óptica y red (pública y privada) realiza la administración mediante una aplicación que admisnistra la SAN, esta permite montar y asignar permisos a los usuarios para el uso de los volúmenes de acuerdo a las tareas de las terminales involucradas en el flujo de trabajo.

El Controlador de Metadata es un servidor modelo Xserve con 4 GB de memoria RAM y dos discos de 160 GB de almacenamiento en arreglo RAID 1, es decir, uno de los discos es copia de seguridad del otro.

Debido a que es un servidor que va a controlar todo el material que esta contenido en los arreglos que conforman la SAN y su función es una de las más importantes se tiene un servidor llamado Controlador de Metadata 02, que es respaldo del antes mencionado con la diferencia de que cualquier cambio o

configuración se tiene que realizar en el servidor principal (Controlador de Metadata 01).

El servidor Controlador de Metadata 02 es un servidor de redundancia, es decir, si el Controlador de Metadata 01 se daña o presenta algún error o se llegase a apagar, entonces el Controlador de Metadata 02 toma el control y es el responsable de administrar la SAN, la aplicación de administración de SAN se ve en la figura 5-15.



*Figura 5-15. Pantalla Principal de la aplicación para la administración de la SAN donde podemos ver la capacidad total así como el espacio libre de los volúmenes con los que trabaja el Tapeless.*

## 5.4 LAS APLICACIONES DEL SISTEMA TAPELESS.

El sistema tapeless se compone de varias aplicaciones como lo son el cliente de producción, el navegador de contenidos, el ingestador de clips, el editor, el reproductor de media, etc.

### 5.4.1 El Cliente de Producción.

Esta es la aplicación que la mayoría de los usuarios utiliza, es en donde se encuentran las ventanas del navegador de contenidos, la aplicación para ingestar clips y el editor de los mismos.



### 5.4.1.1 El Navegador de Contenidos.

La ventana del navegador de contenidos es como la que se muestra en la figura 5-16. Es un navegador Web local dentro del sistema Tapeless con la que se podrá consultar así como realizar catalogaciones, subclips, y calificar material que esté alojado dentro del sistema. También se podrá realizar algunas tareas como enviar material a los editores no lineales, a la librería robótica, a los servidores de play out nacional, internacional o iberoamericano, a los servidores de streaming, recuperar material de la librería robótica.

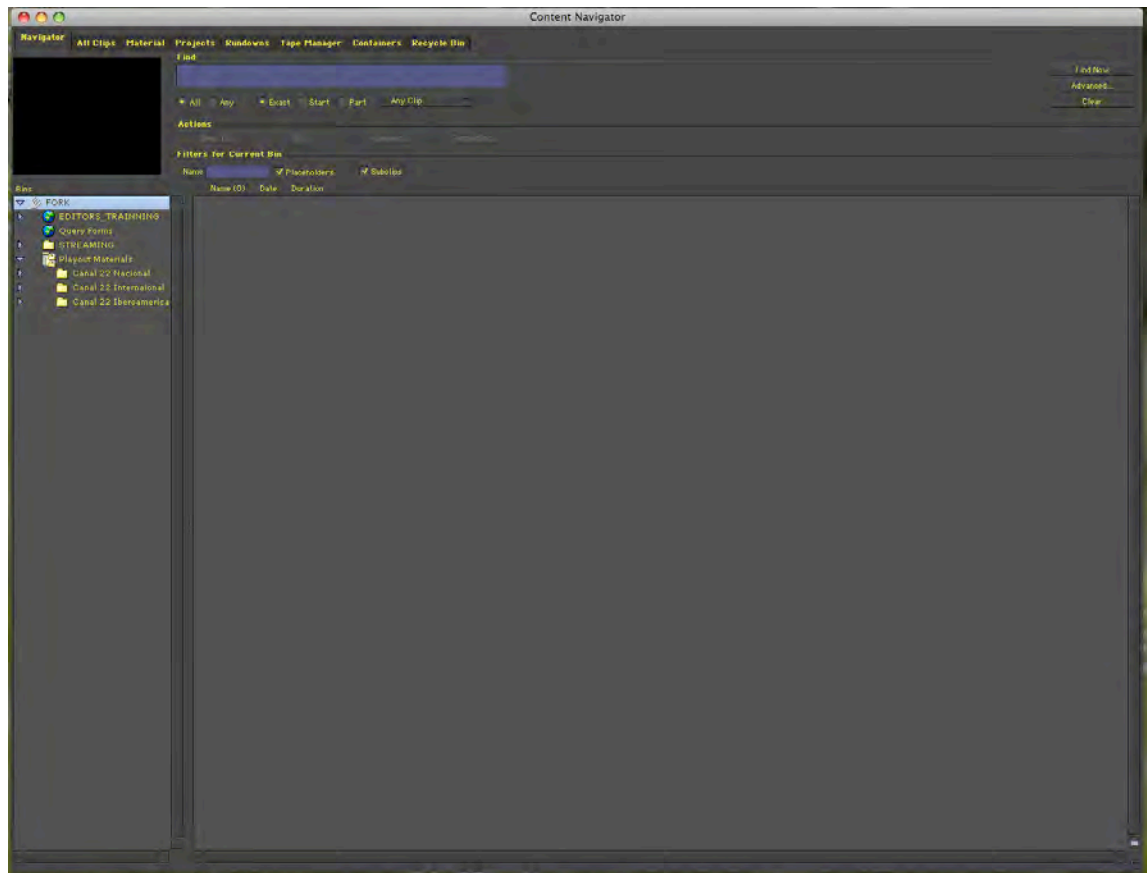


Figura 5-16. Ventana Principal de Content Navigator

### 5.4.1.2 Ingestador de Clips.

La ventana del Ingestador de Clips que se observa en la figura 5-17, es la que permitirá, a los usuarios de las terminales de ingesta, realizar la inserción de material hacia el sistema Tapeless.

La ingesta de material puede provenir de material grabado en cintas SX, SP, MINIDV, DVCAM o discos blue ray (XDCAM), así como material que puede ser capturado desde una señal de satélite en vivo.

La captura por batch capture o con lista de decisión de captura se utiliza cuando el material que está grabado en cinta es un material el cual ya fue calificado y se cuenta con la lista de los códigos de tiempo.

La captura por live ingest es un modo de captura manual, es decir, el usuario de la terminal de ingesta le da record y stop manualmente. Este tipo de captura es utilizado en los casos de la ingesta de material proveniente de una señal de satélite o en ciertos casos como por ejemplo cuando el material grabado tiene cortes en el código de tiempo con el que fue grabado.

Existen otros métodos como el de multiingest. En este caso se puede realizar varias ingestas desde una sola terminal se muestra en la figura 5-18. También está el caso de una ingesta programada, es decir, cuando se graba material de una señal de satélite y se tienen tanto las horas de inicio y duración de la grabación.

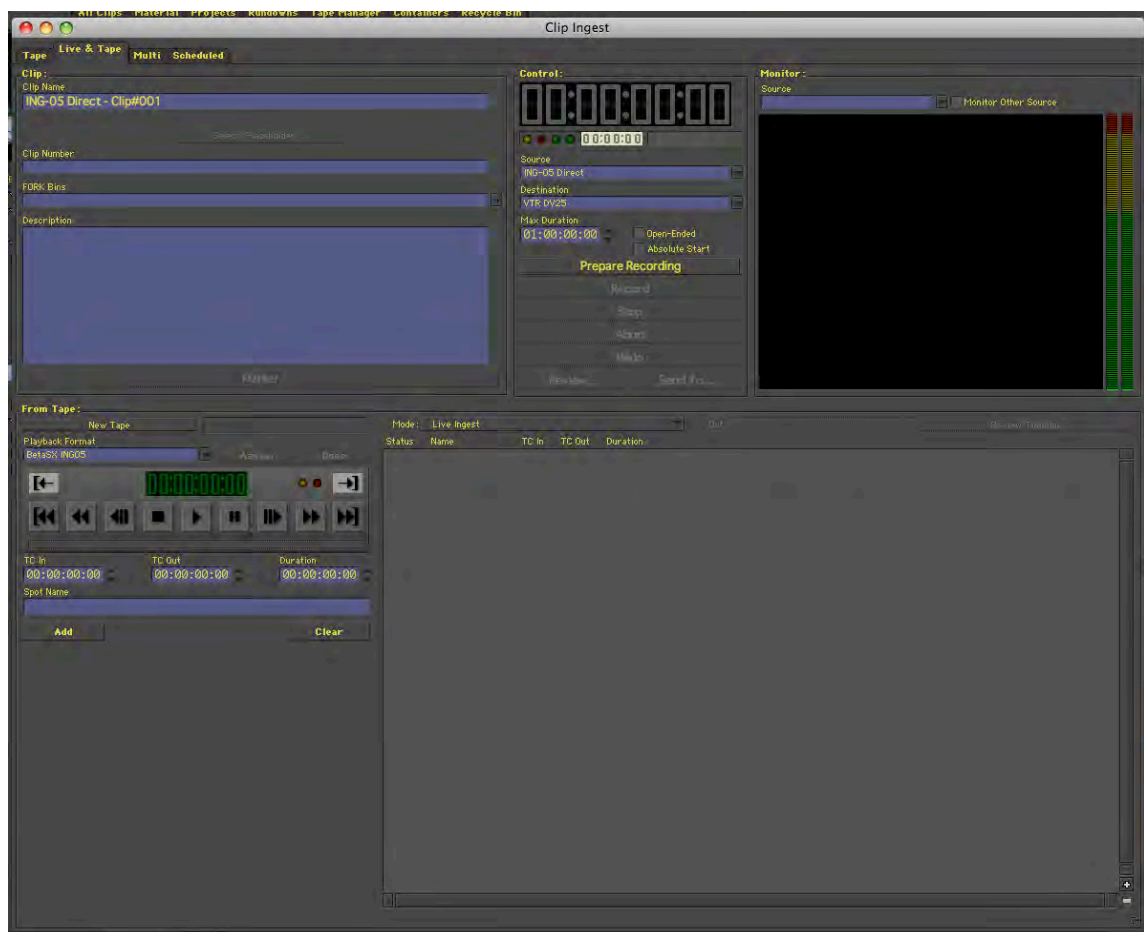


Figura 5-17. Ventana principal de Clip Ingest.

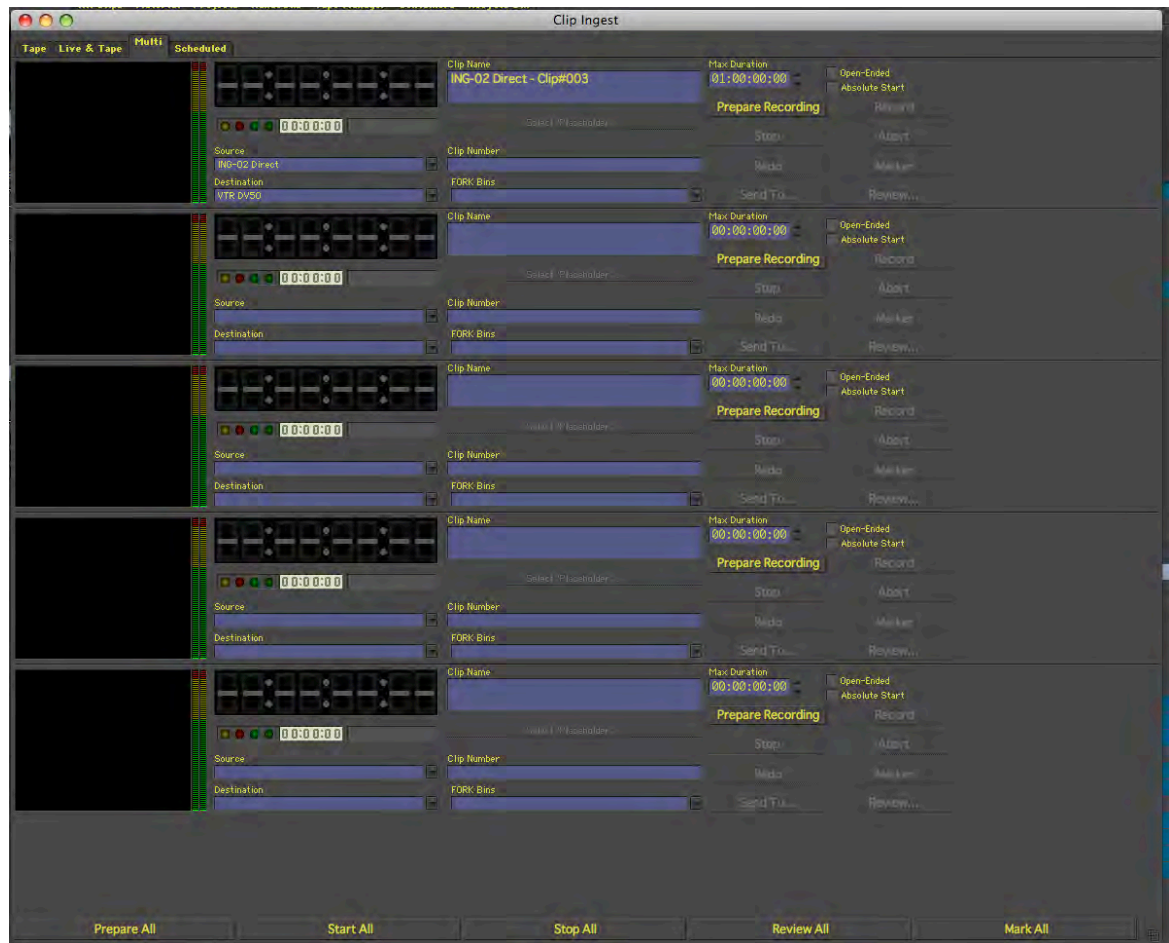


Figura 5-18. Ventana de Multi Ingest.

#### 5.4.1.3 El Editor de Clips.

La ventana de editor dentro del Cliente de Producción es la que se muestra en la figura 5-19 permite realizar ediciones a corte directo, en las cuales solamente se pueden hacer selección de material de diferentes clips que esten dentro del sistema Tapeless.

Aunque no se pueden realizar ediciones muy elaboradas, cuenta con las herramientas necesarias para realizar notas para noticieros o agilizar ediciones para la post-producción.

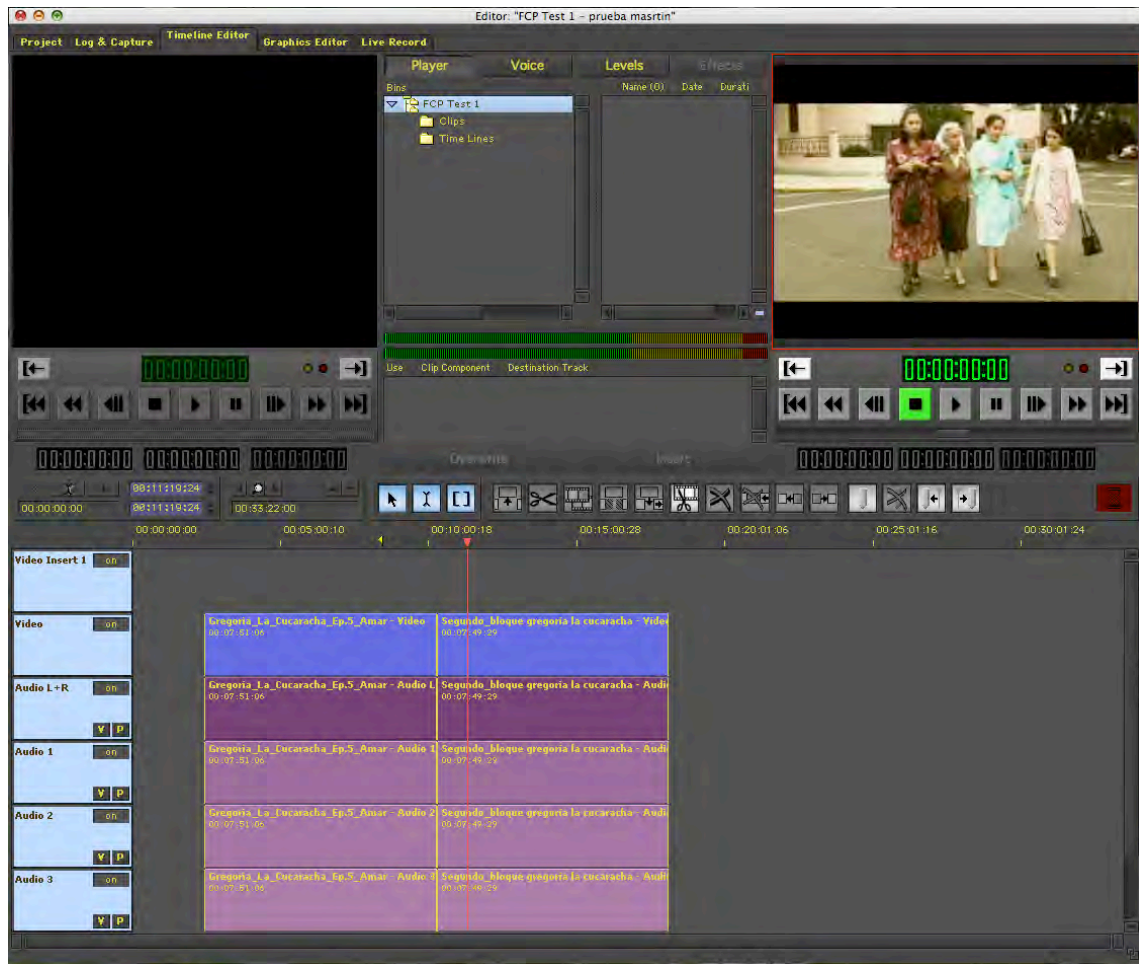


Figura 5-19. Ventana principal de Editor.

#### 5.4.2 El Reproductor de Media.

Otra de las aplicaciones utilizadas dentro del sistema Tapeless es la llamada Reproductor de Media Player. Es una aplicación de control de elementos externos al sistema por medio del protocolo RS 422, como son máquinas reproductoras SX, SP, XDCAM, DVCAM, etc., o reproducción de video hacia fuera del sistema, como por ejemplo reproducción al aire. Esta aplicación es configurada tanto en la terminal como en los servidores de administración de dispositivos.

#### 5.4.3 Cliente de Play Out.

La aplicación de Cliente de Play Out es utilizada en todas las terminales que tienen que ver con la salida al aire de la señal, ya que es una aplicación para los usuarios que estén monitoreando la señal al aire para realizar cambios de último momento y para los que se dedican a realizar las pautas de programación o también llamadas Play List.

#### **5.4.4 Unidad de Granja de Render.**

Las unidades de granja de render son aplicaciones instaladas en los servidores que se van a encargar de realizar transferencias de archivos de algunas terminales hacia el sistema o viceversa. Los casos más comunes son las transferencias de productos post producidos en las terminales de edición no lineal hacia el flujo del Tapeless y cuando un video va a ser reproducido al aire por medio de los servidores de play out.

#### **5.4.5 La Aplicación del Servidor de Producción.**

Es la aplicación de administración del sistema. Es de vital importancia, ya que todos los equipos que dependan de alguna configuración dentro de este servidor, serán detenidos de sus tareas si presenta alguna falla.

### **5.5 LAS TERMINALES DE INGESTA.**

Las terminales de ingesta son computadoras modelo Mac Pro con 6 GB de memoria RAM y un disco duro en el cual va instalado el sistema operativo con sus respectivas características (algunas de ellas descritas anteriormente).

Adicionalmente se instaló por cada terminal una tarjeta de fibra óptica y una tarjeta AJA modelo Kona 3, con la cual se puede capturar y monitorear señales de audio y video que pueden provenir de una reproductora SX, SP (con convertidor análogo a digital) para material de acervo o en definición estándar o XDCAM la cual a diferencia de las anteriores se utiliza para ingestar material en alta definición (figuras 5-20, 5-21, 5-22).

Los usuarios de las terminales de ingesta también son los encargados de realizar un Control Técnico de Calidad (CTC), por lo cual es necesario contar con equipo de medición de video. Para esta tarea se equiparon con un rasterizador capaz de realizar mediciones de video en definición estándar y en alta definición. También dentro de este equipo se pueden realizar mediciones de niveles de audio monoaural, stereo y audio 5.1 por medio de la entrada de video SDI y un monitor con entrada VGA.

Para mejor visualización de los detalles del video se equipó con un monitor de imagen de 24 pulgadas con relación de aspecto 16:9, autosensing para las señales de alta definición o definición estándar. Para escuchar los detalles de los materiales a ingestar y revisar se necesitan unos audífonos por terminal.

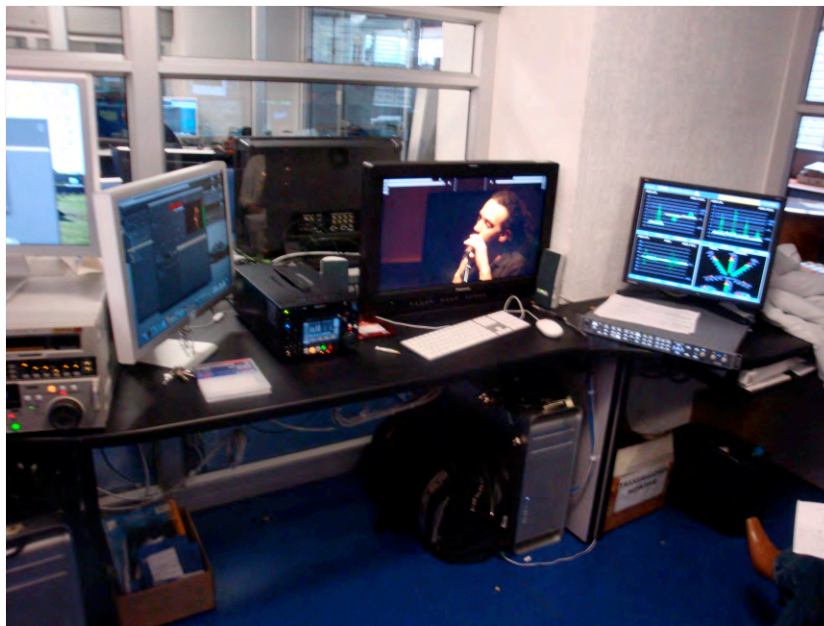
Para estas terminales solamente es necesario instalar el cliente de producción dándole a los usuarios de estas terminales el acceso a las ventanas del ingestador de clips, el navegador de contenidos y el reproductor de media para controlar los dispositivos externos.



*Figura 5-20. Terminal de ingesta compuesta por una computadora modelo Mac pro, una máquina Betacam SX, rasterizador y monitor de imagen de 24 pulgadas.*



*Figura 5-21. Terminal de ingesta compuesta por una computadora modelo Mac pro, una máquina Betacam SP (con convertidor de análogo a digital), rasterizador y monitor de imagen de 24 pulgadas.*



*Figura 5-22. Terminal de ingesta compuesta por una computadora modelo Mac pro, una máquina reproductora de discos XDCAM, rasterizador y monitor de imagen de 24 pulgadas.*

## 5.6 LAS TERMINALES DE CATALOGACIÓN.

Las terminales de catalogación (también llamados clientes de catalogación) son computadoras modelo iMac de 24 pulgadas, con 2 GB de memoria RAM. Debido a las características de las terminales solamente se comunican hacia el sistema Tapeless por medio de un puerto ethernet de velocidad 10/100/1000 Gb/s.

Estas computadoras tiene como función principal la de capturar toda la metadata correspondiente de los programas ingestados. La catalogación se realiza para facilitar la búsqueda de todos los materiales, ya que no solamente se pueden hacer búsquedas por el nombre del material, como es un buscador web, también se pueden localizar los clips por algún contenido del material. Por ejemplo si se busca material con imágenes de “perros” el sistema buscará en todos los campos que contenga “perros” para así tener todos los materiales que no solamente en el título tenga que ver con “perros”.

La aplicación necesaria para poder realizar la catalogación dentro de un cliente es la del Cliente de Producción como se ve en la figura 5-23 con el navegador de contenidos para encontrar la ventana en la cual se verán todas las formas en las cuales se encuentran los campos a llenar.

Los campos a llenar fueron solicitados en las bases con las que se licitaron los sistemas a competir (mencionados en el capítulo anterior).

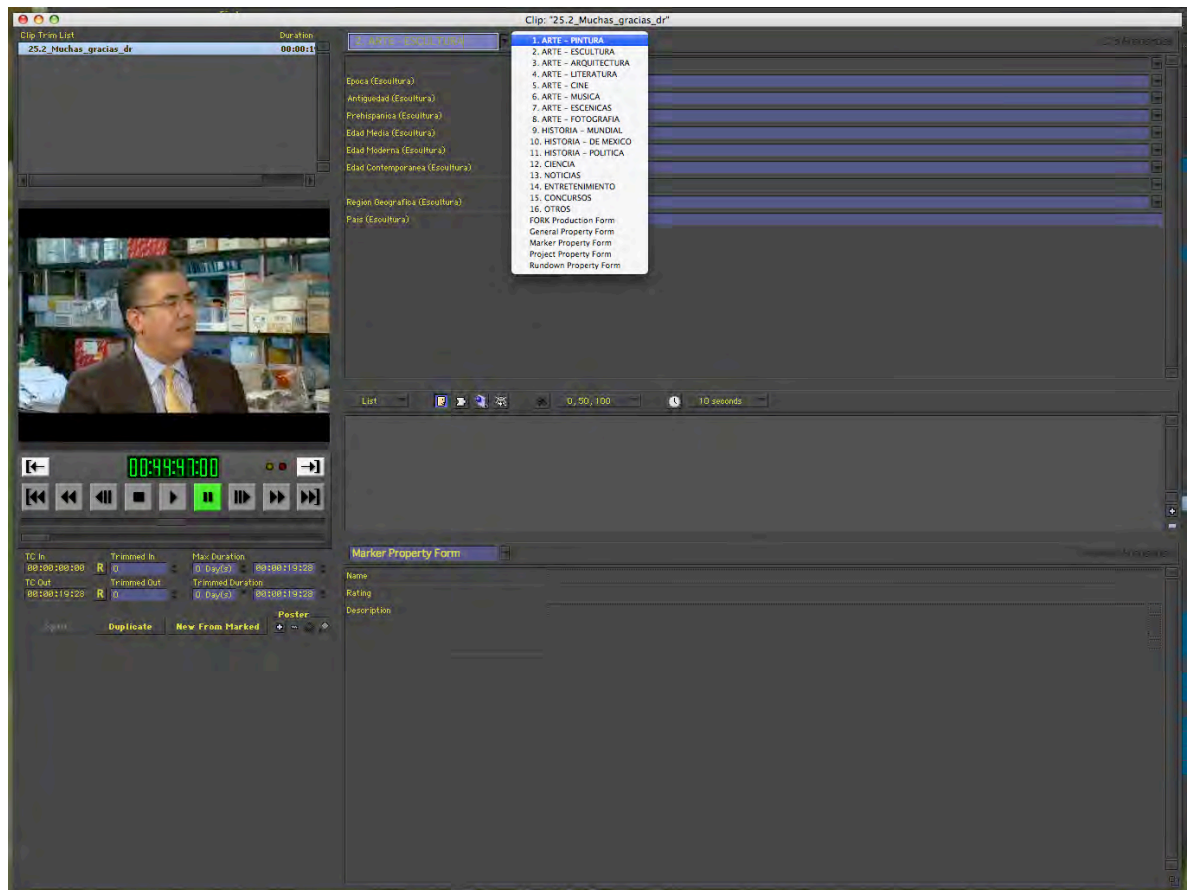


Figura 5-23. Listado de las formas de catalogación del sistema Tapeless.

## 5.7 LAS TERMINALES DE PLAY OUT.

Para el play out se cuenta con 6 terminales, 3 para el departamento de Continuidad (encargado de realizar las pautas de salida al aire) y 3 para el Control Maestro (quienes monitorean las salidas al aire de las tres señales que se manejan en la entidad). Son tres computadoras de este tipo debido a que es una computadora por señal en cada departamento.

Las terminales de play out son computadoras modelo iMac de 21 pulgadas, las cuales al igual que las terminales de catalogación solamente tienen comunicación por medio de un puerto Ethernet de velocidad 10/100/1000 MB/s.



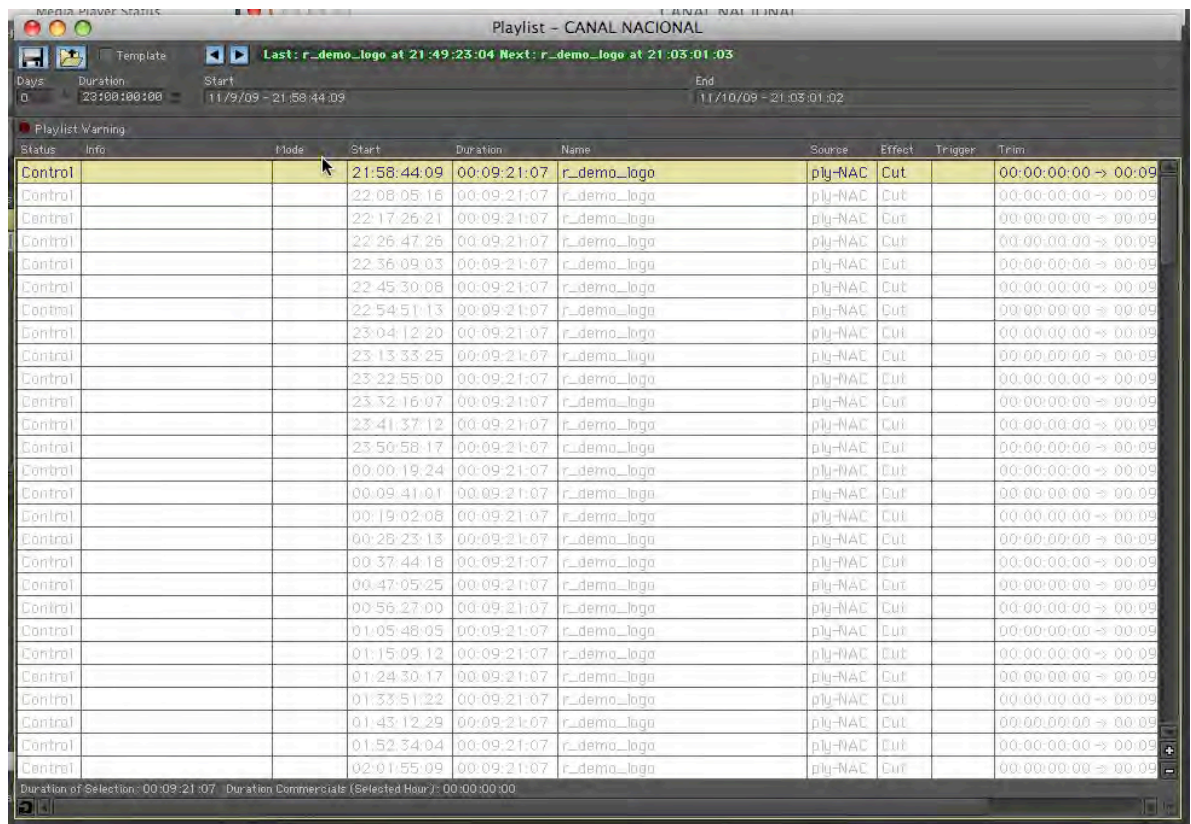


Figura 5-24. Ventana de Play List realizada por el departamento de continuidad.

La diferencia de una terminal para el departamento de continuidad y una de control maestro es la interfaz de control de salida al aire, ya que el primero solamente va a realizar la pauta y si se necesita realizar un cambio durante la reproducción de la pauta solamente los encargados en el control maestro serán quienes podrán realizar dichos cambios. Las terminales destinadas para realizar la pauta solo cuentan con la ventana de Play List como la de la figura 5-24, mientras que las de control maestro también cuentan con la ventana de control como la de la figura 5-25.

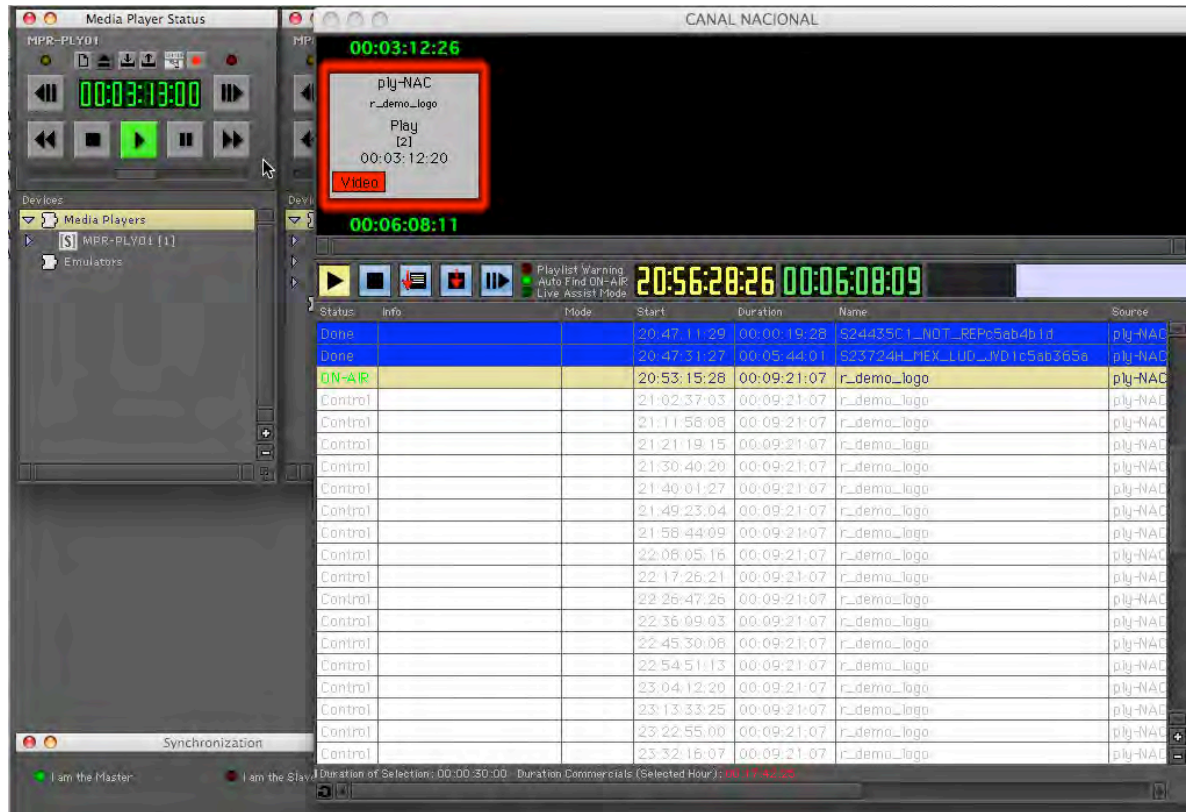


Figura 5-25. Ventana de Control del cliente de Play Out solamente modificable por los responsables de Control maestro.

## 5.8 LAS TERMINALES DE BROWSING.

Las terminales de Browsing o búsqueda de material son computadoras de escritorio PC (con las que se contaba anteriormente) modelo psc5100. Dichas computadoras tienen instalado el sistema operativo Windows XP, cuentan con 1 GB de memoria RAM, y un disco duro Sata 2 con capacidad de almacenamiento de 80 GB.

Estas terminales solamente pueden buscar material y revisarlo. La revisión se hace solamente en baja resolución, son conectadas por medio de red ethernet a una velocidad de 1GB/s, debido a que ya se contaban con ellas en total son cuatro terminales.

También se cuentan con dos servidores modelo Pro Liant 360 de la marca HP que funcionan como servidores DNS (Directory Network System) como en la mayoría de las redes TCP/IP, son una parte omnipresente. El DNS usa un sistema jerárquico para dar nombre a los host como en la base de datos que contiene la información de los host. Para el caso específico del sistema, los nombres de las terminales son dados con respecto a su función.

Otro de los elementos a integrar era una SAN de 16 GB. Esta SAN se utilizó como sharing de los Promise.

## **5.9 LAS SALAS DE EDICIÓN NO LINEAL.**

A las salas de edición no lineal se les instaló una tarjeta de fibra óptica de 4 Gb/s de velocidad de transferencia, para poder tener acceso a los volúmenes de PRDM y FCP, así mismo se configuró el segundo puerto Ethernet para la comunicación de la red privada.

Una parte importante en estas terminales fue el cambio de los settings de trabajo, ya que el sistema Tapeless trabaja con settings de audio y video diferentes con los que se ha trabajado hasta la fecha.

## **5.10 LAS TERMINALES DE ADMINISTRACIÓN.**

Las terminales de administración son dos computadoras Mac Pro con 4 GB de memoria RAM y debido a la función que tienen solo el personal autorizado puede tener acceso. Estas terminales solamente se comunican vía Ethernet por medio de la red pública con funciones de monitoreo y acceso total a cualquier terminal o servidor que esté conectado al sistema.

Para la administración del sistema también se adquirió una aplicación llamada Remote Desktop. Este software es el que realiza las tareas de monitoreo de muchas máquinas a la vez en una sola ventana a diferencia de una conexión via escritorio remoto que se puede realizar desde cualquier máquina conectada a la red y la cual solamente puede tener el control de una máquina por ventana.

También cuenta con una interacción más fácil entre el administrador y el usuario, ya que incluso se puede tener una conversación via chat o en caso de un mantenimiento el cual por seguridad no debe ser visto por el usuario se puede cancelar la vista de las tareas realizadas por el administrador del sistema.

## **5.11 LOS SERVIDORES DE PRODUCCIÓN.**

Se cuentan con tres servidores modelo Xserve llamados Production Server, los cuales tienen diferentes tareas.

### **5.11.1 El Servidor de Producción 01.**

El servidor de producción 01 es en donde se configuran los dispositivos y terminales via remota, así como los enrutamientos de las unidades de almacenamiento como lo son los volúmenes del PRDM, FCP y PLYM. En caso de que el servidor de producción 01 se dañe, terminales como ingestas que depende su configuración de este servidor presentan fallas de comunicación con el sistema Tapeless. En este servidor se otorgan y se cancelan los privilegios para los usuarios dependiendo de su función dentro del sistema.

### **5.11.2 El Servidor de Producción 02.**

En el servidor de producción 02 se encuentran 4 unidades de granja de render y la aplicación de edición para producción, la cual es la encargada de administrar los movimientos de media entre los diferentes equipos como lo son los editores no lineales, los servidores de play out, etc.

### **5.11.3 El Servidor de Producción 03.**

En el servidor de producción 03 se encuentran 7 unidades de granja de render. Estas unidades son las encargadas de crear los archivos de baja resolución (proxies). Debido a que los servidores tienen dos procesadores con cuatro núcleos cada uno, el diseñador del sistema recomienda una unidad de render por núcleo de procesador.

Como se puede ver en el servidor 2 tiene solamente 4 unidades debido a que la aplicación de edición para la producción necesita una cantidad de procesamiento mayor, mientras que en el tercer servidor sus tareas son únicamente para estas aplicaciones y la de administración.

## **5.12 EL SERVIDOR DE COMUNICACIÓN CON LA LIBRERÍA ROBÓTICA.**

Para poder controlar los flujos hacia la librería robótica es necesario poder monitorearlos debido a la vital importancia de estos, así como también su configuración, estas tareas son realizadas por medio de un servidor dedicado a estas funciones.

La aplicación de Navegador Temporal es necesaria para poder administrar los flujos así como los estados de los diferentes drives que son los encargados de realizar los movimientos de y hacia el robot.

### **5.13 LOS SERVIDORES DE PLAY OUT.**

Los servidores de play out son con los que se va a tener salida al aire, y es por esta razón que se cuenta con una redundancia, la cual consiste en un servidor extra con exactamente la misma configuración pero programado para que tome el control de la salida al aire si el servidor principal falla.

Hoy en día se cuentan con cuatro señales que tienen que salir al aire, y por esta razón que se tienen en total ocho servidores de play out (cuatro principales o maestros y cuatro respaldos o esclavos).

### 5.14 LOS SERVIDORES DE TESTIGOS.

Los servidores de testigos son similares a dos terminales de ingesta. La grabación se hace por medio de una ingesta programada, en la cual los dos servidores son programados alternadamente pero traslapados un cierto tiempo para no tener pérdida en las grabaciones.

Estos servidores tienen el propósito de tener un testigo de lo que se transmite por las señales con fines comerciales, así como de poder tener una forma de revisar errores en programas transmitidos al aire.

### 5.15 LOS SERVIDORES DE ASISTENTE EN VIVO.

En muchas ocasiones se requiere transmitir notas o programas de último momento y para esto es necesario otro tipo de servidor. Estos son los servidores de Asistente en vivo, con los cuales se reproducen videos para su transmisión al aire sin necesidad de pasar por un play out (figura 5-26).

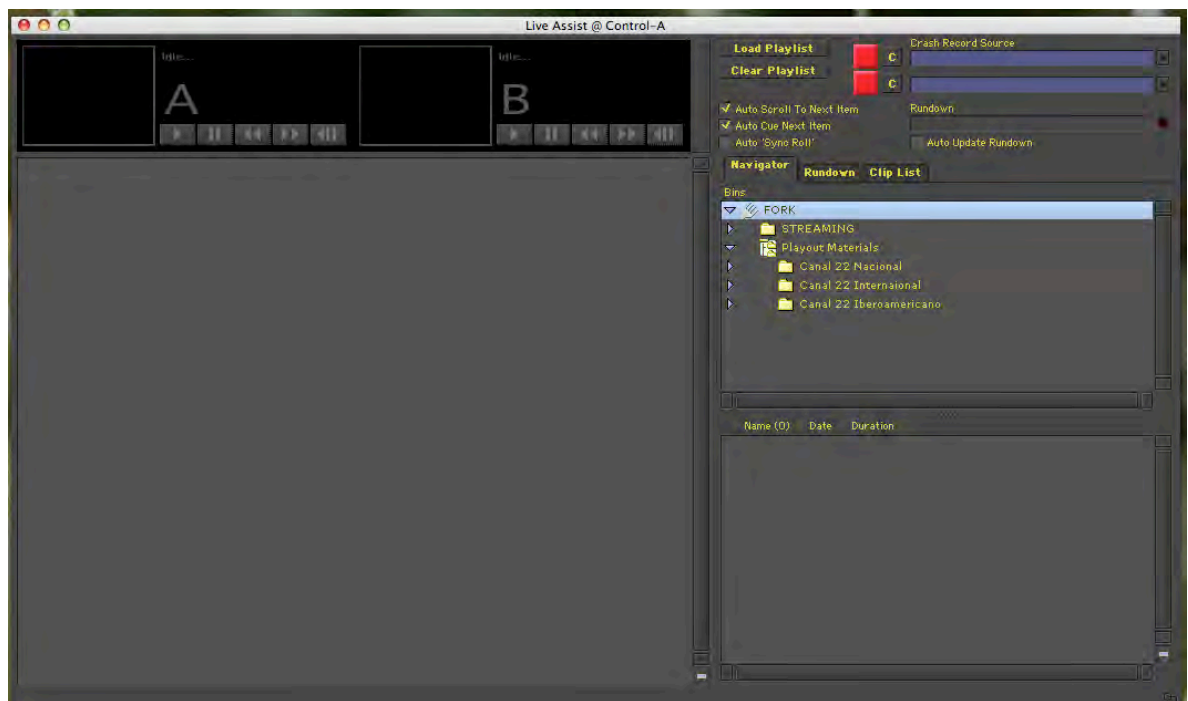


Figura 5-26. Ventana principal del servidor de Live Assist.

## ANEXO A

### FORMATOS BETACAM.

#### A-1 Betacam

Es una familia de formatos de vídeo profesional de media pulgada (1/2") creada por Sony en 1982. Todos los formatos usan el mismo tipo de cinta magnética, que es lo que define a Betacam, con idéntico tamaño, ancho de cinta y forma de enhebrado. Sus distintas variantes lo convierten un sistema altamente compatible y con una amplia evolución. Las cintas tienen dos tamaños distintos: S y L. Las cámaras Betacam sólo admiten el tamaño S, mientras que los magnetoscopios soportan S y L. Las cintas y los estuches tienen colores distintos dependiendo del formato específico del que se trate. Betacam incorpora una clave mecánica que permite al magnetoscopio identificar a qué sistema pertenece la cinta insertada en él.

#### **A-1.1 Betacam SP**

El primer formato "Betacam" fue lanzado en 1982. Es un sistema analógico de vídeo por componentes, que almacena la luminancia (Y) en una pista y la crominancia (R-Y, B-Y) en otra distinta. La separación de las señales proporciona una calidad suficiente para un entorno broadcasty 300 líneas verticales de resolución.

El Betacam SP fue creado en 1986, y mejoraba su resolución a 340 líneas verticales y añadía dos pistas de audio. Betacam SP (SP significa "Superior performance", es decir, "rendimiento superior") se convirtió en el estándar de vídeo para las cadenas de televisión y la producción de gama alta hasta la entrada de los formatos digitales a partir de mediados de los 90. Aunque los tamaños y duraciones de cinta son iguales, las cintas de Betacam SP usan metal evaporado en lugar de óxido, de menor calidad, por lo que no se puede utilizar el mismo soporte.

Toda la gama Betacam está diseñada para ser compatible entre sí, pero sólo con versión anteriores y generalmente en lectura. Esto significa que un equipo Betacam SP podrá leer (sólo leer) cintas Betacam, pero no podrá grabar con ellas y Betacam no podrá leer Betacam SP. Según Sony ha ido incorporando formatos con el sistema Betacam ha ido manteniendo esta compatibilidad. Por tanto existen magnetoscopios MPEG IMX que leen Betacam, Betacam SP, Betacam Digital, Betacam SX y MPEG IMX. Esta es una de las grandes ventajas que han permitido el éxito de la gama Betacam, puesto que no hace necesario repicar/convertir el archivo guardado en versiones antiguas.

Betacam y Betacam SP suele utilizar cintas de color negro o gris.

### A-1.2 Betacam SX

Es un formato digital creado en 1996, con la idea de ser una alternativa más barata al Betacam Digital, especialmente para trabajos ENG. Comprime la señal por componentes usando MPEG-2 4:2:2 Profile@ML (MPEG-2 4:2:2P@ML), con 4 canales de audio PCM a 48 KHz y 16 bits. Betacam SX es compatible con cintas de Betacam SP. El tamaño S guarda hasta 64 minutos y el tamaño L, hasta 194.

Al crear el formato, Sony ideó una serie de camcorders híbridos, que permitían grabar tanto en cinta como en disco duro, así como un repicado a alta velocidad. Así se ahorra desgaste de los cabezales de video y se acelera la captura de cara a la edición no lineal. También incorporó el *good shot mark*, que permitía incorporar marcas en la cinta. El equipo podía acceder rápidamente a estas marcas y reproducirla.

Betacam SX usa cinta de color amarillo como se muestra en la figura A-1-2.



Fig. A-1-2. Cinta Betacam SX tamaño S.

| <b>Características técnicas de Betacam SX</b> |                             |
|---|-----------------------------|
| Sistema                                       | Digital SD. Por componentes |
| Patrón de muestreo                            | 4:2:2                       |
| Algoritmo                                     | MPEG-2 interframe 4:2:2P@ML |
| Ratio de compresión                           | 10:1                        |
| Bitrate                                       | 18 Mb/s                     |
| Profundidad de color                          | 8 bits                      |
| Ancho de cinta                                | 1/2" / disco duro           |
| Canales de audio                              | 4 canales PCM               |
| Muestreo de audio                             | 48 KHz / 16 bits            |

### A-1.3 Pistas en Betacam

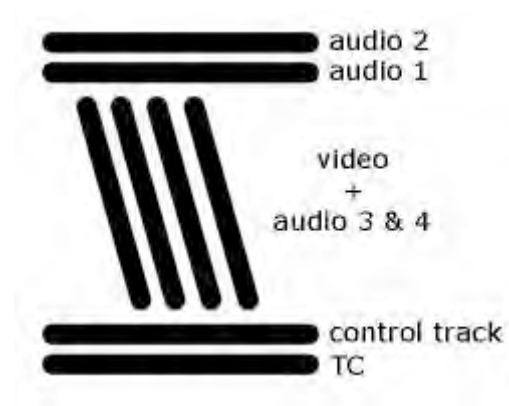


Fig A-1-3. Esquema en trazas de la grabación de información en el formato Sony Betacam SP

El sistema Betacam tiene un modo de grabación de la información sobre la superficie de la cinta que es necesario comprender para entender el funcionamiento del formato y de muchos sistemas de edición de vídeo. Como la inmensa mayoría de los formatos, graba la información de vídeo en trazas helicoidales (oblicuas) y el resto de información en trazas longitudinales (horizontales). Este sistema viene heredado de los primeros formatos de vídeo como el B y el C. Una de las principales ventajas respecto a los sistemas que le precedieron fue su capacidad de grabar de manera independiente la información de la señal de luminancia Y (B/N) y la señal de crominancia C (B-Y, R-Y).

Betacam SP graba la información de vídeo en 4 trazas cada pasada. Las dos interiores contienen la información de luminancia (Y) y las dos exteriores, la



crominancia (C). Asimismo, las exteriores llevan incluidas las pistas 3 y 4 de audio, que van en frecuencia modulada. Esto puede dar problemas y muchas veces estas dos pistas de audio sufren interferencias. En las mismas pistas verticales está la información relativa al VITC (Vertical Interval Time Code).

Las pistas longitudinales graban audio e información de track y código de tiempo. Las dos superiores graban audio 1 y 2, quedando la 1, generalmente usada para locuciones, en el interior, más protegida. Las inferiores graban TC en el exterior, y control track en el interior, para que vaya resguardada, ya que se trata de información sobre el giro del motor de lectura/grabación. Es usado en todo el mundo.

## ANEXO B. FORMATO DV Y HDV.

HDV es el estandar de video que permite al usuario grabar imágenes de alta resolución en una cinta Mini-DV. Este formato fue creado en septiembre del 2003 por cuatro compañías: Sony, Canon, Sharp y Victor Company. Actualmente existen 2 sistemas que los fabricantes de cámaras y grabadores de HDV pueden seleccionar: 720P/30 y 1080i/60. Los detalles técnicos de ambos se muestran en la siguiente tabla:

### Detalles técnicos HDV

|                                   | 1080i                                       | 720P  |
|-----------------------------------|---|---|
| Media                             | Mini-DV                                     | Mini-DV                                     |
| Pixeles                           | 1440 x 1080                                 | 1280 x 720                                  |
| Señal Video                       | 1080/50i y 1080/60i                         | 720/25p, 720/50p, 720/30p, 720/60p          |
| Compresión                        | Video: MPEG-2, Audio: MPEG-1 Audio Layer II | Video: MPEG-2, Audio: MPEG-1 Audio Layer II |
| Muestreo para luminosidad         | 55.6875 MHz                                 | 74.25 MHz                                   |
| Bit Rate después compresión       | 25 Mbps                                     | 19 Mbps                                     |
| Frecuencia de muestreo para audio | 48KHz a 16 bit y 384 kbps stereo            | 48KHz a 16 bit y 384 kbps stereo            |
| Tipo Stream                       | Paquete                                     | Transport                                   |
| Interfase Stream                  | IEE 1394 (MPEG2-TS)                         | IEE 1394 (MPEG2-TS)                         |
|                                   |   |   |

### B-1.1 DIFERENCIA ENTRE HDV Y DV.

Las principales diferencias entre HDV y DV son:

- El formato HDV siempre graba en pantalla ancha 16:9 o Widescreen, el formato DV puede grabar en ambos.
- HDV graba el video en compresión MPEG2. El formato DV se graba por lo general en lo equiparable a AVI o Quick Time.

HDV graba el sonido en compresión MPEG-1 layer II (equiparable a la calidad de un CD), el formato DV lo graba en formato PCM (o sin compresión)

El formato de video HD a diferencia del DV, utiliza un tipo de compresión MPEG2, lo que permite grabar mas cantidad de información en menos espacio. Un cuadro en formato HD puede llegar a medir el doble que uno en DV

convencional. Esto se da porque hasta ahora, otros formatos como el DV utilizan lo que se conoce como compresión “intra-frame”, lo que significa que la información de cada cuadro del video es comprimida íntegramente. Lo que utiliza el nuevo formato HDV es una compresión “inter-frame”, lo que quiere decir que la información de varios cuadros del video se comprime en un grupo, conocido por sus siglas en inglés como GOP (Group of Pictures). En el caso del estándar 1080 i (que es el que maneja la cámara Sony HVR-Z1U), el GOP contiene 15 cuadros.

## **ANEXO C FORMATO XDCAM.**

XDCAM es un sistema video profesional tapeless introducido por Sony en 2003. Las primeras dos generaciones, XDCAM y XDCAM HD, utilizan el disco profesional como medios de la grabación. Este disco es similar al disco blu ray y lleva a cabo 23 GB de los datos (PFD23, de de una sola capa) o 50 GB (PFD50, dual-capa). La tercera generación, XDCAM EX, utiliza las tarjetas de estado sólido de SxS en lugar de otro.

El formato de XDCAM utiliza métodos de la compresión y formatos múltiples del envase. La mayoría de las videocámaras estándar de la definición XDCAM pueden cambiar a partir de IMX a DVCAM con la película de un interruptor, aunque los modelos de DVCAM-only y de IMX-only estén disponibles. Main Concept desarrolló el *MPEG favorable HD 4 XDCAM*, que permite la interoperabilidad que corrige y que exporta dentro de la familia de XDCAM.

### **C-1 IMX (MPEG IMX)**

IMX permite la grabación en la definición estándar, usando la codificación MPEG 2 al índice de datos de 30, 40 o 50 megabits por segundo.

El MPEG IMX no utiliza la compresión temporal, que hace conveniente como formato que corrige. En 50 mbit/s ofrece la calidad visual que es comparable a Betacam, y se utiliza para muchas producciones de la TV, sobre todo inglesas, donde el sentido práctico de un formato no lineal compensa la resolución superior beta del color de Digitaces (10-bit contra IMX de 8 bits) y un cociente de compresión más bajo.

### **C-2 DVCAM (DV25)**

DVCAM utiliza la codificación estándar de DV, que funciona en 25 mbit/s, y es compatible con la mayoría del DV que corrige sistemas.

### **C-3 XDCAM HD (XDCAM HD420, MPEG HD420)**

XDCAM HD apoya calidad-modos múltiples. Los expedientes del HQ-modo en hasta 35 mbit/s (modo del HQ), usando la compresión variable del largo-GOP MPEG-2 del bitrato (VBR). 18 los modos de los mbit/s opcional (VBR) y de 25 mbit/s (CBR) ofrecen grabación-tiempo creciente, a expensas de calidad del movimiento-vídeo.

### **C-4 XDCAM HD422 (MPEG HD422)**

La tercera generación XDCAM utiliza el 4:2: perfil 2 del codificador-decodificador MPEG-2, que tiene doble la croma-resolución de las generaciones anteriores. Para acomodar al croma-detalle, el vídeo-bitrato máximo se ha aumentado a 50 mbit/s.

## ANEXO D. CÓDIGO DE TIEMPO.

El código de tiempo o TC es una información que se utiliza en la grabación y edición en vídeo. Son varios tipos de código que permiten controlar, mediante un reloj, la ubicación en el tiempo de la cinta de cada frame y así tenerlo localizados para visionar, editar, para conocer duraciones, datos de información del usuario, etc.

El origen del código de tiempo está en el cine, con el llamado key code, que no es más que la organización y ubicación del material en película según su longitud en pies y fotogramas. Esto permite un minutado de la película para identificar la localización de cada fotograma.

En el vídeo el código de tiempo es escrito por el cabezal del magnetoscopio. Es parte de la información que se graba, además de vídeo, audio y sincronismos. Las cintas vírgenes carecen de TC y sincronismos, por lo que la primera operación a realizar es un pistado, en el que se graba barras de color y tono de 1KHz y un negro a continuación (respecto a vídeo y audio) y LTC y track (respecto a sincronismos). De este modo un magnetoscopio tiene espacio para realizar un preroll e información previa para continuar grabando datos.

El código de tiempo tiene normalmente 8 dígitos. su forma es 00:00:00:00, que corresponde a horas:minutos:segundos:frames. En el U-BIT se usan los mismos espacios para introducir el texto deseado.

Hay cuatro tipos de código de tiempo, aunque su uso o no depende del formato de vídeo:

1. **CTL:** El CTL es un tipo de TC que se coordina con la pista de sincronismos o *control track*, que es una pista longitudinal. Es la señal del cabezal que escribe cuando se realiza una primera edición o una edición a lo bruto. En sí es la información que graba el motor para ser leída en cualquier reproducción y que sepa la velocidad a la que éste debe girar. Sirve por tanto para mantener la sincronía en la lectura. El magnetoscopio puede leer esta información y mostrarla al operador como un cuentavueeltas y dar una lectura en pantalla. Sin embargo, el CTL no graba una numeración exacta, sino que el equipo lo pone a cero cada vez que se inserta una nueva cinta o se pone a cero el contador. Es el código de tiempo que muestra cualquier equipo doméstico y no es usado para la edición (salvo saltos en LTC/VITC).
2. **LTC:** El LTC es un TC que se graba formalmente en cinta en la pista de código de tiempos. El operador al pistar la cinta selecciona un código de tiempo (por ejemplo, 00:00:00:00) al principio de cinta y a partir de ahí correrá el contador. Esto sólo se puede hacer en un grabador, puesto que se están introduciendo datos. El LTC es un código de tiempo longitudinal,

por lo que tendrá problemas con velocidad variable (ya que el vídeo se graba en vertical). Es el usado normalmente en la edición o para cualquier uso como minutado, puesto que no se resetea al sacar la cinta del equipo, permanece en cinta sin modificaciones salvo que se haga expresamente. Una grabación o edición incorrecta dará lugar a saltos de código, que suele provocar que la máquina no encuentre correctamente las entradas o salidas asignadas.

3. **VITC:** El VITC es similar al LTC, pero se graba en vertical, junto a la información de las pistas de vídeo. Esto hace que al utilizar velocidad variable o dynamic tracking se pueda seguir usando, por lo que en ciertas ocasiones sustituye al LTC. Pero al pistarse la cinta la información es exactamente la misma que el LTC, simplemente es una segunda ubicación de reserva para postproducción.
4. **U-BIT:** El U-BIT es un código de usuario que no es necesario, pero se utiliza en ocasiones para incluir información con caracteres alfanúmericos e identificar la cinta. Se introduce en un equipo grabador.

Con la incorporación de otros soportes además de la cinta, como el disco duro, las tarjetas de memoria de estado sólido y los discos ópticos, y otros equipos de edición además de los magnetoscopios, como los ordenadores, el TC se ha simplificado. Lo que permanece es el LTC/VITC, conocidos más genéricamente como TC, y acompaña a los archivos de vídeo como información de metadato en formatos como, por ejemplo, los OMF.

## REFERENCIAS.

- [1]. *Bernard Grob, Charles E. Herndon*. Televisión Práctica y Sistemas de Video 6ª Edición. Alfaomega.
- [2]. *Otto Limann*. Fundamentos de Televisión. Boixareu Editores.
- [3]. <http://www.alter-nativa.net/collectif/camila-guzman-urzua/>
- [4]. [http://aplicaciones.medioambiente.gov.ar/archivos/web/geoinformacion/Ima/ge/comparativa\\_10cm-60cm](http://aplicaciones.medioambiente.gov.ar/archivos/web/geoinformacion/Ima/ge/comparativa_10cm-60cm)
- [5]. <http://pro.sony.com/bbsccms/ext/hdv/hvrv1u/HVR-V1U/functions.html>
- [6]. <http://videoarterias.wordpress.com/tag/vectorscopio/>
- [7]. A Guide to MPEG Fundamentals and Protocol Analysis. Tektronix.
- [8]. *Alan W. Openheim, Alan S. Willsky, S. Hamid Nawab*. Señales y Sistemas 2ª Edición Pearson Education.
- [9]. *Katsuhiko Ogata*. Sistemas de Control en Tiempo Discreto. Prentice Hall.
- [10]. Manual de Usuario de Monitor Forma de Onda Marca Tektronix Modelo WFM7200.
- [11]. Estudio realizado de los procesos actuales en Canal 22.
- [12]. *Diane Weynand*. Final Cut Pro 7, Professional Editing in Final Cut Studio. Apple Pro Training Series.
- [13]. <http://www.aja.com/products/kona/kona3g/specs.php>
- [14]. Sony Users Guide XDCAM PDW-U1.
- [15]. Professional Disc Recorder PDW-HD1500 Operation Manual 1<sup>st</sup> Edition (Revised 2).
- [16]. User's Manual DPS Velocity. Leitch.
- [17]. Bases de Licitación Pública Desarrollada por las áreas de Digitales, Control Maestro y Post producción digital de Canal 22.
- [18]. Manual Instructions JVC DT-V24G1Z
- [19]. [http://manuals.info.apple.com/en\\_US/Xserve\\_Setup\\_Guide.pdf](http://manuals.info.apple.com/en_US/Xserve_Setup_Guide.pdf)



- [20]. *Craig Zacker, Jhon Rourke*. PC Hardware. Mac Graw Hill.
- [21]. *Craig Zacker, Jhon Rourke*. Redes. Mac Graw Hill.
- [22]. Apuntes Administración de Sistema Building For Media. Curso impartido por Javier Francisco Rodriguez de la empresa Escape Audio y Video.