

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**



**DISEÑO DE SISTEMAS DE VIDEO Y AUDIO DIGITAL  
PARA UN CANAL DE TELEVISIÓN**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO ELECTRÓNICO**

**PRESENTADO POR:**

**WILDER CUIPAL PEREA**

**PROMOCIÓN**

**2006 – II**

**LIMA – PERÚ**

**2011**

**DISEÑO DE SISTEMAS DE VIDEO Y AUDIO DIGITAL PARA UN CANAL DE  
TELEVISIÓN**

Mi profundo agradecimiento a:  
    Dios nuestro señor que siempre nos ilumina.  
Mis padres por construir el Cimiento de mi educación.  
    Mi hija Anahí carolina la luz de mis ojos,  
    Que me da las fuerzas para seguir adelante.

## SUMARIO

La sustitución de las señales analógicas por digitales es uno de los avances de ingeniería que demandan mayor calidad y eficacia en la producción y transmisión de programas televisivos a nivel mundial. Esto no ha sido ajeno en nuestro país, que con la llegada del sistema de televisión digital terrestre, los radiodifusores se ven en la necesidad de reequiparse para la transmisión y la producción de los contenidos.

En la actualidad los radiodifusores de nuestro país ya están emitiendo señal digital, a pesar de que en muchos de los casos su equipamiento desde la captura hasta el control maestro es aun análogo. Es por ello que el presente informe de suficiencia detalla en el capítulo I, el planteamiento del problema de ingeniería, mencionando la forma de trabajo actual en los estudios de televisión del canal del estado, y los problemas que de esta se desprenden tanto para el radiodifusor como para el usuario final.

En el capítulo II definimos el marco teórico detallando la televisión digital, la digitalización de la señal de audio, audio embebido y el funcionamiento de los equipos dentro de un canal de televisión. Seguidamente en el capítulo III planteamos una alternativa de solución al problema, graficando en diagrama de bloques el trabajo para una estación de televisión totalmente digital, y que transmita simultáneamente señal de video digital y análoga, hasta el apagón analógico previsto en Lima y el Callao el año 2020, detallamos el equipamiento necesario, el conexionado y las especificaciones técnicas mínimas que se requieren para adquirir dichos equipos.

Finalmente en el capítulo IV se plantea el análisis y presentación de los resultados.

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>CAPITULO I</b>	
<b>PLANTEAMIENTO DE LA INGENIERIA DEL PROBLEMA</b> .....	2
1.1 Introducción.....	2
1.2 Descripción del problema de ingeniería.....	3
1.2.1 Obtención del video para transmitir señal SD-SDI con audio embebido .....	4
1.2.2 Obtención del video para transmitir señal HD-SDI con audio embebido .....	5
1.3 Limitaciones del trabajo.....	5
1.3.1 Edición en prensa y producción.....	5
1.3.2 Almacenamiento de los contenidos de audio y video.....	6
1.3.3 Monitoreo actual del video.....	7
1.3.4 Enrutamiento de la señal a las diferentes áreas .....	7
1.3.5 Instrumentos de medición.....	8
1.3.6 Equipamiento en exteriores para enlaces de transmisión .....	8
1.4 Instalación actual.....	8
<b>CAPITULO II</b>	
<b>MARCO TEORICO CONCEPTUAL</b> .....	10
2.1 Video digital.....	10
2.2 Televisión en Alta definición-HDTV .....	13
2.3 Audio digital.....	16
2.3.1 Introducción.....	16
2.3.2 Fuentes de señal de audio digital.....	16
2.3.3 Digitalización de la señal de audio.....	17
2.3.4 Codificación PCM.....	18
2.3.5 Señal de audio digital AES/EBU .....	19
2.4 Interfaces físicas serie para señales de video digital .....	21
2.4.1 Interface SDI .....	22
2.4.2 Interface TS-ASI.....	22
2.5 Normas y estándares para televisión digital .....	22
2.5.1 Estándar SMPTE 259M.....	23
2.5.2 Estándar SMPTE 292M.....	23

2.6	El audio en el video digital serie .....	23
2.6.1	Sistema de audio embebido .....	23
2.6.2	Fundamentos del audio embebido.....	24
2.6.3	Ventajas y desventajas del audio embebido .....	25
2.6.3.1	Problemas de implementación.....	26
2.6.3.2	Soluciones.....	27
2.7	Descripción y funcionamiento de equipos de estudio .....	28
2.7.1	Switcher de producción .....	28
2.7.1.1	Estructura de un mezclador de video .....	28
2.7.1.2	Mezclador Digital.....	29
2.7.2	Control Maestro .....	30
2.7.3	Router de audio y video .....	31
2.7.4	Generador de sincronismo .....	31
2.7.5	Frame synchronizer.....	32
2.7.6	Generador de caracteres.....	32
2.7.7	Closed-caption .....	33
2.7.8	Convertidor de señal digital.....	34
2.7.8.1	Up-converter.....	34
2.7.8.2	Down converter.....	34
<b>CAPITULO III</b>		
<b>PLANTEAMIENTO DE LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA .....</b>		
3.1	Introducción .....	36
3.2	Alternativas de solución .....	36
3.3	Planteamiento para la solución del problema .....	38
3.3.1	Flujo de la señal de audio y video .....	38
3.3.2	Flujo de la señal de sincronismo .....	40
3.3.3	Señal de intercomunicación .....	40
3.4	Diagrama en bloques para una estación de televisión en HD.....	41
3.5	Descripción del proyecto de la solución planteada.....	43
3.5.1	Estudios .....	43
3.5.2	Control de estudios .....	43
3.5.3	Señales externas .....	45
3.5.4	Sala técnica .....	45
3.5.5	Control Maestro.....	46
3.5.6	Sistema automatizado para prensa y producción.....	47
3.5.6.1	Automatización para prensa.....	49

3.5.6.2Automatización para producción .....	49
3.5.7 Down-Converter .....	50
3.6 Diagrama de bloques del conexionado .....	50
3.7 Especificaciones de los equipos considerados en el proyecto.....	50
3.8 Recursos humanos .....	50
<b>CAPITULO IV</b>	
<b>ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>52</b>
4.1 Introducción .....	52
4.2 Estimación de costos .....	52
4.3 Estimación de tiempos para la implementación.....	55
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>57</b>
<b>ANEXO A</b>	
Diagrama de conexionado .....	58
<b>ANEXO B</b>	
Especificaciones técnicas de los equipos.....	60
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>72</b>

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad la televisión digital representa una revolución en la transmisión de programas junto a una flexibilidad de los contenidos emitidos, siendo posible mezclar un número determinado de canales de video, audio y datos en una sola señal.

Con la digitalización de la televisión se incrementa la calidad de las imágenes, la señal es menos propensa a ruidos e interferencias que la señal analógica, se aprovecha el uso del espectro, aumentando el número de canales que se pueden emitir, accediendo además a una gamma de nuevos servicios adicionales.

Con la llegada de la televisión digital terrestre (TDT: Terrestrial digital television: Televisión digital terrestre) a nuestro país los canales de televisión se encuentran en la necesidad de prestar un servicio con la calidad que la ingeniería digital lo requiere, es decir que en los televisores del usuario final ya sean plasmas, pantallas de cristal líquido (LCD), o pantallas de led's se debe reflejar la diferencia entre una imagen en formato analógico y el formato digital.

La televisión digital en el formato alta definición (HD) es uno de los formatos que sumados a la televisión digital se caracteriza por emitir señales televisivas en una calidad superior a los demás sistemas. En consecuencia la TDT y en específico el estándar japonés con innovaciones brasileras (ISDB-Tb: Integrated Services Digital Broadcasting) trae consigo muchos beneficios, obligando a los radiodifusores de nuestro país a ampliar y mejorar sus contenidos de producción, estableciendo además nuevos modelos de negocio basado en la interactividad.

La televisión digital presenta una serie de ventajas en términos de calidad, cantidad y funcionalidad para los radiodifusores, para el público usuario así como también para el gobierno en su rol de administrador del espectro radioeléctrico, sin embargo la transición a la televisión digital ha demostrado ser mucho más compleja. En primer lugar se requiere que el radiodifusor invierta en la reconversión de los estudios para la producción y transmisión, y el usuario invierta en los televisores, receptores (set to box) y antena.

Es por eso que en este informe de suficiencia planteamos la propuesta para el diseño de un canal en alta definición, para lo cual consideramos las características técnicas de los equipos que se requieren desde la captura hasta la transmisión.

# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DE LA INGENIERÍA DEL PROBLEMA

### 1.1 Introducción

El presente informe de suficiencia describe los diferentes problemas en los que se encuentran los radiodifusores de nuestro país para transmitir señal digital en formato HD, (High-Definition: Alta Definición) ya que la mayoría de los canales de televisión aun tienen equipamiento analógico o en el mejor de los casos su equipamiento es digital en formato SD (Estándar Definition: Estándar Definición).

El 30 Marzo del 2010 el canal del estado inicio su transmisión de televisión digital terrestre, seguidamente lo hizo el canal 9, canal 2 y canal 4; hoy en día en Lima, la mayoría de los canales de televisión están transmitiendo señal digital terrestre. Incluyendo dentro de su espectro, un sub-canal asignado para transmitir televisión digital en formato HD, otro para transmitir señal digital en formato SD y otro segmento para transmitir señal digital para equipos portátiles (one-seg: un segmento) que puede ser programación en SD o HD a pesar de que su equipamiento dentro de los estudios es aun analógico.

La TDT trae consigo innumerables beneficios dentro de la radiodifusión, y muchos inconvenientes económicos para los Broadcaster lo que ocasiona la utilización de la infraestructura y el equipamiento actual para adaptarse a la nueva ingeniería digital y transmitir señal vía la TDT.

Tal es así que muchos de los usuarios que cuentan con televisores plasmas, LCD (pantalla de cristal líquido) o Led's y tienen instalado sus antenas UHF para captar TDT, no perciben las ventajas en calidad de la imagen frente a la transmisión analógica, ya que dentro del canal que seleccionan hay dos sub-canales cuyos contenidos de programación son los mismos y de baja calidad. Notando en sus televisores muchas deficiencias como las que mencionamos a continuación.

- La imagen se ve desenfocada, degradada y sin detalles.
- La imagen en la pantalla está cortada en los extremos.
- El audio y video están desfasados.
- No hay diferencia entre imagen analógica e imagen digital en el formato HD.
- Los sub-canales seleccionados no presentan programación.

En la transmisión de señal digital, el formato SD reemplazará a la señal analógica, y se podrá ver tanto en televisores analógicos de relación de aspecto 4:3 y 16:9 mediante el receptor digital (set to box). Este formato de televisión se obtiene actualmente, dentro de los estudios colocando a la salida del control maestro un convertidor de video análogo a digital (A/D).

## 1.2 Descripción del problema de ingeniería

El principal problema que atraviesa la radiodifusión de televisión en nuestro país es netamente por el tema de equipamiento, por lo que forzar que el sistema de Televisión Digital Terrestre (TDT) transmita señal de video digital a partir de una conversión de la actual señal de video análogo, es ocasionar al radiodifusor muchos inconvenientes tanto económicos como de ingeniería.

Actualmente la mayoría de los canales de televisión convierten la señal de video análogo que sale del control maestro a digital. Esta conversión trae consigo muchos de los problemas de imagen que arrastra la televisión análoga lo cual hace que el público usuario en sus televisores no distinga la calidad de una imagen entre video estándar (SD) y video en alta definición (HD). En la figura 1.2 se muestra ejemplo de algunos canales de televisión que actualmente están transmitiendo la señal digital vía la TDT y la forma de la imagen cortada a los extremos.



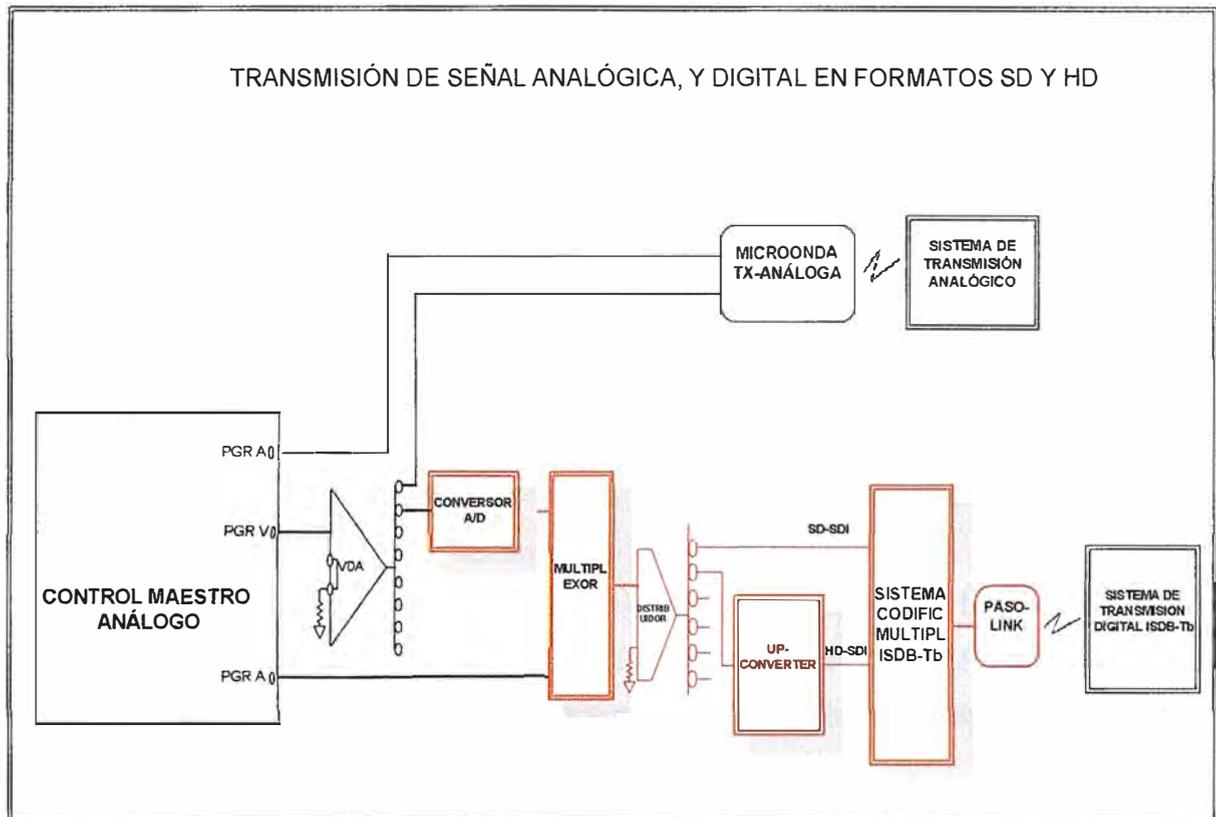
**Fig. 1.2** Conversión de la señal de video actualmente (Fuente: Propia)

Cabe mencionar que el equipamiento, cableado y la infraestructura actual para transmisión de señal análoga poco o nada servirá para el reequipamiento digital. Esto

implica que el broadcaster tendrá que renovar su equipamiento, adquiriendo equipos totalmente digitales, desde la captura de la imagen hasta la salida del control maestro, para luego codificarlos a través del sistema ISDB-Tb de la TDT. De la misma manera se tiene que renovar la infraestructura, iluminación y la alimentación de energía.

### 1.2.1 Obtención del video para transmitir señal SD-SDI con audio embebido.

En la Figura 1.2.1 se indica cómo se obtiene actualmente la señal digital SD/HD-SDI (Serial digital Interface) y su posterior transmisión mediante el sistema de televisión digital terrestre (TDT).



**Fig. 1.2.1** Transmisión de la señal analógica y digital (Fuente: elaboración propia)

El flujo de la señal actualmente para la transmisión de televisión en la ciudad de Lima es de la siguiente manera. La salida distribuida de video y audio analógico del control maestro se conecta a la entrada de la unidad de microonda, que es la encargada de llevar la señal al Morro Solar para su transmisión a través de un sistema de antenas VHF (Very High Frequency: Frecuencias muy altas) o UHF (Ultra High Frequency: Frecuencias ultra altas).

Para obtener video digital en formato SD-SDI, se toma una de las salidas del distribuidor analógico de video y se conecta a la entrada del convertidor A/D (A/D: analógico a digital), el cual convierte la señal de video analógico compuesto a video digital a una tasa de 143Mbps, la salida del convertidor A/D se conecta a la entrada del multiplexor que es la encargada de multiplexar o embeber el audio y video.

La salida del embebedor se conecta a un distribuidor de video digital SD-SDI, una de estas salidas del distribuidor digital se conecta a la entrada SD-SDI del codificador ISDB-T para luego ser multiplexada con otras señales y ser llevadas a través del Paso Link para su transmisión desde el morro solar vía la TDT.

### **1.2.2 Obtención del video para transmitir señal HD-SDI con audio embebido.**

De la figura 1.2.1. Para obtener señal digital HD-SDI (High Definition-Serial Digital Interface) una de las salidas del distribuidor de video digital SD-SDI con audio embebido se conecta a la entrada del equipo up-converter (conversión de una tasa de 143Mbps a una tasa de 1.458Gbps) y la salida de este equipo se conecta a la entrada HD-SDI del codificador ISDB-Tb. Luego esta señal conjuntamente con los datos y otras señales serán multiplexadas para luego llevarse a través a la estación transmisora TDT.

## **1.2 Limitaciones del trabajo**

Los problemas que acarrea la implementación de la televisión digital terrestre a los diferentes radiodifusores nacionales y extranjeros, no solo pasa por el desarrollo del equipamiento de los transmisores y tipos de señal con el que se va a transmitir, sino además la forma de trabajo y el equipamiento de las diferentes áreas como son las islas de edición, el almacenamiento de los contenidos, el tipo de monitores que se usan para el visionado, la capacidad de cubrir enlaces en vivo, y el control constante de la señal. Quizás la televisión analógica no exigía al radiodifusor tomar conciencia del trabajo realizado dentro de los estudios y se iba adaptando a los cambios de forma desordena. Hoy en día formar parte de un mundo digital exige acoplarse a las facilidades técnicas y operativas para así aprovechar todos los beneficios de la nueva ingeniería de televisión. Y compensar el costo-beneficio de la misma.

A continuación se menciona la forma de trabajo y el equipamiento de algunas áreas dentro de los canales de televisión.

### **1.3.1 Edición en prensa y producción**

Para las ediciones de los contenidos de prensa y de post-producción se usan actualmente una combinación entre islas lineales y no lineales; las islas lineales que corresponde a la edición analógica se basan en un lector o reproductor (player) y un Grabador (recorder), el trabajo de edición realizado en estas islas comprende mucho tiempo debido a que se debe empezar desde un principio hasta el final del material. Además si es necesario mezclar varias imágenes es necesario usar más de una player que estén conectadas a algún mezclador de video.

En las islas no lineales los contenidos grabados en cintas, tarjetas y memorias se convierten a formatos que puedan ser manejados por un computador mediante el software de edición y estos contenidos son manejados como archivos. Lo que se necesita

en este tipo de islas es una player y una computadora que va a transformar la información casetera en información digital.

Estas estaciones de edición actualmente son limitadas en cantidad, muchas veces no cubren las necesidades de la producción, además de no estar integradas a ningún sistema y cuando se requiere emitir algún contenido se tiene que hacerlo mediante alguna reproductora desde el control de estudio o la sala de tráfico. De la misma manera para la grabación de la señal del aire dentro de los controles de estudio se hacen en VTR. Lo mismo ocurre con la inserción de los subtítulos y logos que se realiza en una isla independiente ya que todas las islas no cuentan con generador de caracteres ni generador de logos.

### 1.3.2 Almacenamiento de los contenidos de audio y video.

El almacenamiento de los contenidos de los programas actualmente se hacen en cintas con diferentes formatos como son Betacam, DVCAM, DVCPRO e incluso en cintas VHS, discos ópticos como CD's y DVD's. Los camarógrafos actualmente graban sus informaciones en este tipo de cintas, y debido a la gran cantidad de información a diario es necesario contar con muchas de estas evidentemente aumentando los costos, además para ubicar alguna información requerida se debe rebobinar la cinta comprometiendo al cabezal de la VTR de la cámara que requieren con un mantenimiento continuo.

Otro de los problemas que son de inmediata solución es el archivo de todos los contenidos en las llamadas videotecas. Todo el material almacenado de mucho tiempo atrás ocasiona muchos problemas a la hora que se necesite ubicar algún programa o material archivado, ya sea para su copia o para su emisión, la pésima calidad de los contenidos debido al deterioro de la cinta y discos por la humedad, el polvo, la manipulación y daños en la reproducción por el cabezal de la maquina.



**Fig. 1.3.2** Ejemplo de almacenamiento de contenidos. (Fuente: Área prensa canal 7)

Hoy en día las videotecas de los canales están saturadas por la gran cantidad de cintas de diferentes formatos, y es necesario un ambiente adecuado y de gran tamaño

esto conlleva que a la hora de necesitar alguna información, se tiene que solicitar con anticipación ya que la ubicación de esta tomara su tiempo.

En la figura 1.3.2 se muestra un ejemplo del almacenamiento de los contenidos de audio y video en el área de prensa y producción del canal 7 y otro medio televisivo.

### 1.3.3 Monitoreo actual del video

El monitoreo de las diferentes señales de video en sala técnica, controles de estudio, control maestro, islas de edición, estudios de grabación y demás áreas, se realiza a través de monitores analógicos tipo CRT (tubo de rayos catódicos), estos monitores debido al uso diario y al tiempo de fabricación ya superaron su vida útil, mostrando un desgaste en la luminancia y colorimetría, por lo que en televisión es necesario tener una uniformidad en las diferentes señales para no crear confusión en el director de televisión. También el uso de muchos monitores requiere bastante espacio dentro de las salas y un gran consumo de energía eléctrica y fijarse en rack especiales debido al exagerado peso. En la figura 1.3.3 se muestra ejemplos del uso actual de estos monitores en televisión.



Fig. 1.3.3 Monitoreo de las señales (Fuente: Unidad móvil canal 7)

### 1.3.4 Enrutamiento de las señales a las diferentes áreas

Los canales de televisión dentro de su equipamiento analógico han ido creciendo paulatinamente, ampliando la cantidad de señales de entradas a su sistema; este crecimiento desordenado ha ocasionado un problema en el pequeño enrutador de señal a la hora de distribuir las señales a las diferentes áreas, mas aun cuando se producen eventos grandes y se requiere enrutar varias señales a los controles de estudio. Para solucionar estos percances, actualmente se prioriza las señales es decir se enruta las señales que son de mayor importancia o en tal caso se enruta la que se emitirá primero.

En la mayoría de los casos los enrutadores de audio y video usados en un canal de televisión son matrices de 16x16, no siendo suficiente estos ya que no cubre la cantidad de señales que se tienen distribuidos, lo que obliga a usar botoneras.

### **1.3.5 Instrumentos de medición**

Con respecto a los equipos de medición, actualmente no se presta la importancia que estos ameritan, simplemente se basan en el ojo del operador y en el oído del sonidista dentro de los estudios, esto ocasiona que a la hora de cualquier falla en la señal de video se dificulta identificar el tipo de falla y la demora en la solución de la misma. Los pocos equipos de medición como los waveform y vectorcopios son exclusivamente para la señal de video analógica. Con estos instrumentos no es posible medir señales de video digital, lo que conlleva a una renovación de instrumentación que permita medir señales digitales como el patrón de ojo, el jitter y otras características del video digital.

De la misma manera para verificar alguna señal satelital o mediciones de potencia de los amplificadores no se cuentan con analizadores de espectros ni medidores de potencia (Power meter) o si los hay son muy limitados.

### **1.3.6 Equipamiento en exteriores para enlaces de transmisión.**

Las emisiones que se hacen a diario para enlaces desde los exteriores a través de equipos de microondas son de cantidad limitada y debido al crecimiento vertical de la ciudad de Lima los enlaces se deben hacer con dos o tres saltos. La mayoría de los canales de televisión solo cuentan con un equipo para enlaces satelitales (Fly-away) lo que dificulta las transmisiones en vivo de provincias o exterior del país y cuando requieren hacer un enlace satelital alquilan los equipos y el espacio satelital. Cabe que estos equipos son de entrada analógica o en el mejor de los casos digital estándar.

Las antenas parabólicas para la recepción de las señales satelitales se encuentran en mal estado las cuales no permiten ni facilitan la alineación hacia cualquier satélite, lo mismo ocurre con los receptores satelitales que solo captan señales con compresión MPEG-2, modulación DVB-S y señales encriptados.

Los frame synchronizer que enganchan las señales externas al sistema también tienen deficiencias y cuando se requiere aumentar estas señales se tienen que priorizar.

## **1.4 Instalación actual**

Por lo mismo del equipamiento en la actualidad todos los canales de televisión no cuentan con un sistema integrado, sino que todas las áreas están aisladas. En los estudios la iluminación es precaria y el control de las luces es manual. La mayoría de los canales tienen como respaldo de energía un grupo electrógeno, que no cubre la capacidad del consumo de todo el equipamiento más la iluminación. No cuentan con UPS (uninterruptible power source: Fuente de alimentación ininterrumpida) o si los hay solo están conectados a algunos equipos.

El sistema de aire acondicionado no cuenta con un respaldo, y el cableado de los controles de estudio, control maestro y sala técnica es una tela de araña; ocasionando

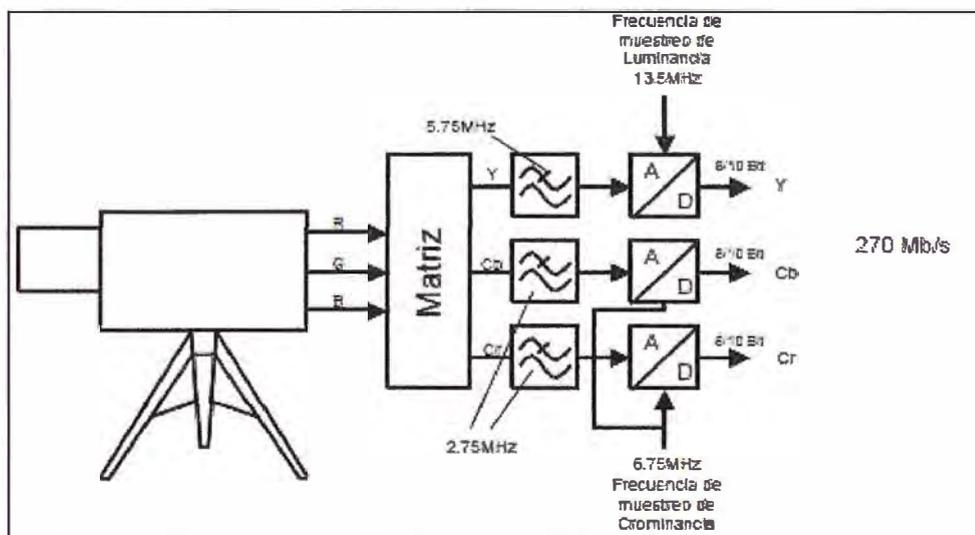
que las canaletas de soporte de los cables ya están a punto de colapsar y a la hora de producirse alguna falla se hace muy difícil de identificarlo. De la misma manera las entradas y salidas de los patch panel de audio y video ya no funcionan y están dispuestos solo para señales analógicas. Las características de los cables de video esta tendido actualmente dentro de los canales de televisión no soportan la capacidad para trabajar con video digital en HD a una tasa de 1.5Gbps. Estos inconvenientes mencionados se debe a que muchos de los canales de televisión transmiten su señal en forma ininterrumpida los 365 días del año y los cambios se realizaron en caliente, es decir con señal al aire.

## CAPITULO II MARCO TEORICO

### 2.1 Video Digital

Las señales de video digital sin comprimir se utilizan dentro de los estudios de televisión y esta señal se obtiene como sigue:

Para comenzar, la cámara de vídeo provee señales análogas de rojo, verde y azul (R, G, B). Estas señales son matricadas dentro de la cámara para formar las señales de luminancia (Y) y de crominancia (diferencia del color Cb y Cr).

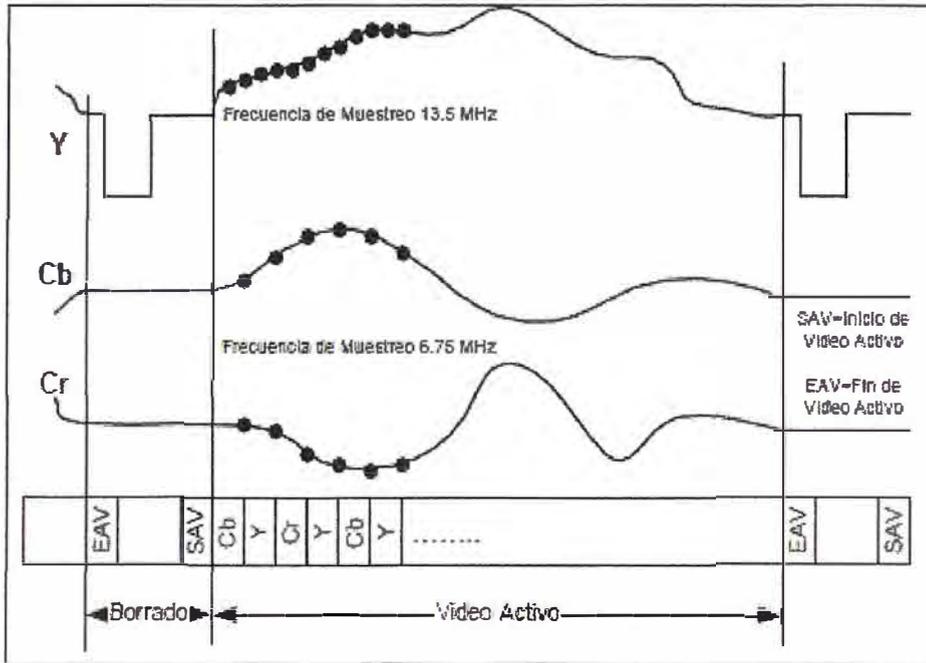


**Fig. 2.1. a** Digitalización de la Luminancia y Crominancia (Fuente: Según ITU-BT.R.601).

Estas señales son producidas por la adición o la substracción simple de los colores primarios R=Red (Rojo), G =Green (Verde), B =Blue (Azul), de la siguiente manera:

- $Y = (0.30 * R) + (0.59 * G) + (0.11 * B)$ ;
- $Cb = 0.56 * (B - Y)$ ;
- $Cr = 0.71 * (R - Y)$ ;

El ancho de banda de la luminancia se limita luego a 5.75MHz usando un filtro pasabajos. Las dos señales de diferencia del color se limitan a 2.75MHz, es decir, la resolución del color se reduce notoriamente en comparación con la resolución del brillo. Las señales filtradas de Y, Cb y Cr a continuación se muestrean y se convierten a digital por medio de sus respectivos convertidores análogo/digital. El convertidor A/D en la rama de la luminancia funciona a una frecuencia de muestreo de 13.5MHz y las dos señales de diferencia de color, Cb y Cr se muestrean a 6.75MHz cada una.

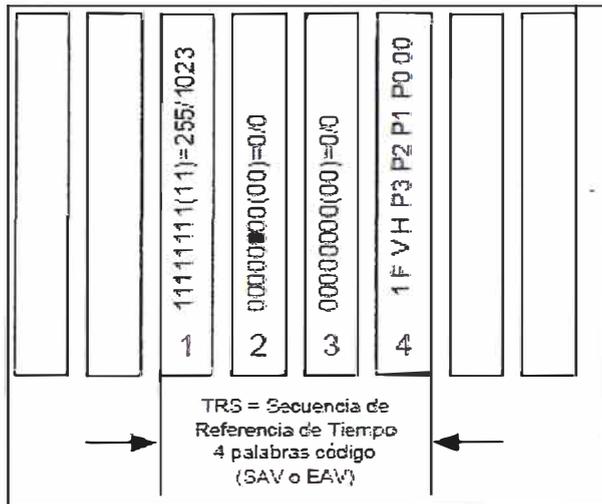


**Fig. 2.1. b** Muestreo de las Componentes (Fuente: Según ITU-BT.R.601)

Esto satisface los requisitos del teorema del muestreo: Que no hayan componentes de la señal por encima de la mitad de la frecuencia de muestreo. Los tres convertidores A/D pueden todos tener una resolución de 8 ó 10 bits. Para una resolución de 10 bits, esto dará lugar a una tasa gruesa de datos de 270Mb/s que es propicia para la distribución en el estudio pero demasiado alta para la transmisión de TV vía los canales existentes (terrestre, satélite o cable). Las muestras de los tres convertidores A/D se multiplexan en el orden siguiente: Cb Y Cr Y Cb Y. En esta señal de video digital. (Fig. 2.1.a), el valor de la luminancia se alterna así con un valor de Cb o un valor Cr y hay el doble de veces valores de Y que valores de Cb o de Cr. Esto se denomina resolución 4:2:2, comparadas con la resolución inmediatamente posterior al matriado, que era igual para todos los componentes, la llamada 4:4:4.

Esta señal digital puede estar presente en forma paralela en un conector sub-D de 25 pines o en serie en un conector BNC de 75-Ohm. La interfaz serie se denomina SDI (Serial Digital Interface) y se ha convertido en el interfaz más ampliamente utilizado porque puede emplearse un cable convencional de 75-Ohm BNC.

Dentro del flujo de datos, el inicio y el final de la señal video activa son marcados por palabras de código especiales llamadas SAV (inicio del vídeo activo) y EAV (fin del vídeo activo), ciertamente adecuadas (Fig. 2.1.b). Entre la EAV y la SAV está el intervalo de borrado horizontal, el cual no contiene ninguna información relacionada a la señal video, es decir, la señal digital no acarrea el pulso de la sincronización. En el intervalo de borrado horizontal se puede transmitir información suplementaria, tal como señales de audio (embedded audio).



**Fig. 2.1.c** Palabras Código SAV y EAV en una señal (Fuente: Según ITU-BT.R.601).

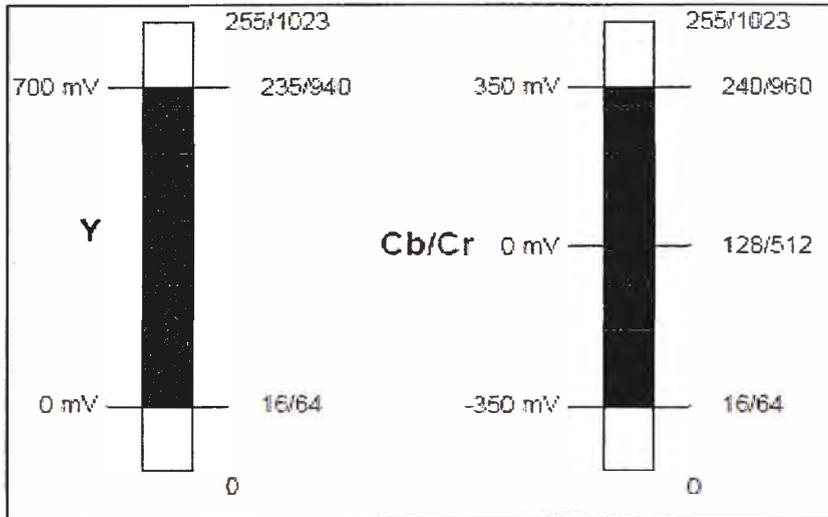
Las palabras de código SAV y EAV (Fig. 2.1.c) consisten en cuatro palabras de 8 ó 10 bits cada una. La SAV y la EAV comienzan con una palabra de código en la cual todos los bits se fijan a uno, seguida por dos palabras en las cuales todos los bits se fijan a cero. La cuarta palabra de código contiene la información sobre el campo respectivo o el intervalo de borrado vertical, respectivamente. Esta cuarta palabra de código se utiliza para detectar el comienzo de un cuadro, de un campo y de un área activa de imagen en la dirección vertical. El bit más significativo de la cuarta palabra de código es siempre 1. El bit siguiente (bit 8 en una transmisión de 10 bits o el bit 6 en una transmisión de 8 bits) señala el campo por medio de una bandera; si este bit se fija a cero, es una línea del campo 1 y si se fija a uno, es una línea del campo 2. El bit siguiente (bit 7 en una transmisión de 10 bits o el bit 5 en una transmisión de 8 bits) señala por medio de una bandera el área de video activo en la dirección vertical. Si este bit se fija a cero, entonces ésta es el área de video activa visible y si no, es el intervalo de borrado vertical. El bit 6 (10-bit) o el bit 4 (8-bit) proporciona la información acerca de si la actual palabra de código es un SAV o un EAV. Es SAV si este bit se fija a cero y EAV si no. Los bits 5...2 (10-bit) ó 3...0 (8-bit) se utilizan para la protección de error de las palabras del código de la SAV y de la EAV. La cuarta palabra de código de la secuencia de la referencia de la sincronización (TRS) contiene la información siguiente:

- F = Campo (0 = 1er campo, 1 = 2do campo)
- V = Borrado Vertical (1 = Intervalo de borrado vertical).
- H = Identificación SAV/EAV (0 = SAV, 1 = EAV)
- PO, P1, P2, P3 = Bits de Protección (código Hamming)

Ni la señal de luminancia (Y) ni las señales de la diferencia de color (Cb, Cr) utilizan la gama dinámica completa disponible para ellas. Hay una gama prohibida que se reserva como margen, por un lado, y, por el otro permite que se identifiquen fácilmente la SAV y

la EAV. Una señal Y se extiende entre 16 y 235 decimal (8 bits) ó 64 y 940 decimal (10 bits) Ver figura 2.1. d.

La gama dinámica de Cb y de Cr es 16 a 240 decimales (8 bits) ó 64 a 960 decimales (10 bits). El área fuera de esta gama se utiliza como reserva y para propósitos de identificación de la sincronización.



**Fig. 2.1.d** Diagrama de Niveles. (Fuente: Según ITU-BT.R.601)

Esta señal de video está normalmente disponible como una señal SDI y conforma la señal de entrada a un codificador MPEG.

## 2.2 Televisión en alta definición – HDTV

La televisión de definición estándar SDTV introducida en los años 50 sigue siendo virtualmente el estándar principal para la televisión análoga y digital en todos los países a través del mundo. Sin embargo, como en el campo de las computadoras, las cámaras modernas de TV y los dispositivos terminales como pantallas de plasma y receptores de LCD proveen una resolución de pixeles mucho más alta.

En monitores para computadora, las resoluciones son:

- VGA 640 x 480 (4:3)
- SVGA 800 x 600 (4:3)
- XGA 1024 x 768 (4:3)
- SXGA 1280 x 1024 (5:4)
- UXGA 1600 x 1200 (4:3)
- HDTV 1920 x 1080 (16:9)
- QXGA 2048 x 1536 (4:3) pixeles, y sus respectivas relaciones de aspecto.

Desde los años 90, hubo esfuerzos en algunos países por cambiar de la resolución estándar SDTV a la alta resolución HDTV (High Definition Television - televisión de alta definición). Las primeras tentativas fueron hechas en Japón con MUSE (Multiple Sub-

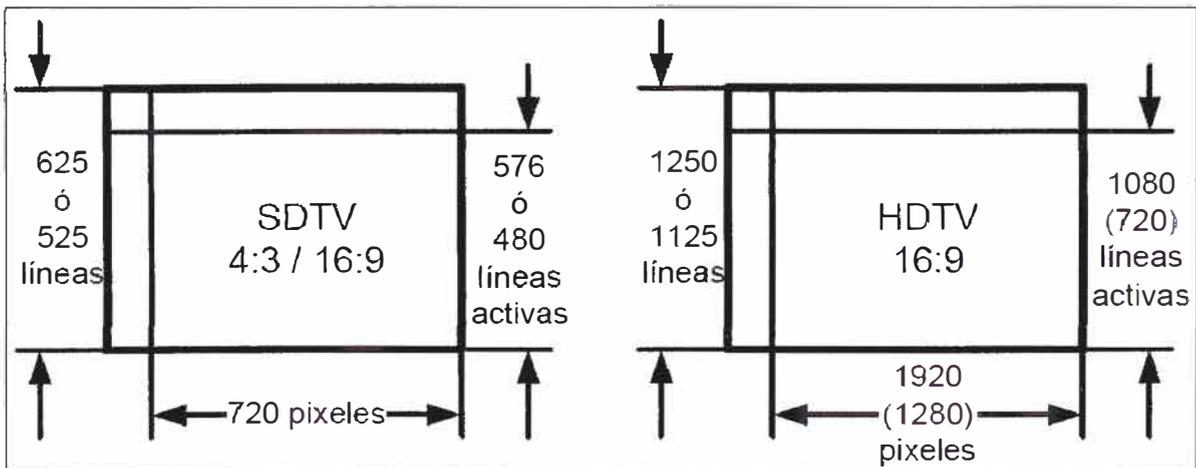
Nyquist Sampling Encoding-codificación por múltiple muestreo Sub-Nyquist), desarrollado por NHK (Nippon Hoso Kyokai). En Europa, HDTV también estaba en la agenda al principio de los años 90 como HD-MAC (High-Definition Multiplexed Analog Components - componentes análogos multiplexados de alta definición) pero nunca ingresó al mercado. En los E.E.U.U. Se decidió a mediados de los 90s introducir HDTV como parte del esfuerzo de ATSC (Advanced Television System Committee - comité del sistema de televisión avanzada), y en Australia se decidió transmitir HDTV como parte de la televisión digital terrestre cuando el estándar DVB-T fuera adoptado. Europa, actualmente está comenzando también a introducir HDTV.

La HDTV viene siendo puesta en ejecución actualmente con codificación MPEG-2 en Japón, en los E.E.U.U. y en Australia. En Europa, el canal satelital en HDTV EURO1080 fue al aire a principios de 2004 con codificación MPEG-2.

La frecuencia de campo en sistemas de TV de 625 líneas es 50Hz y en sistemas de 525 líneas es aprox. 60Hz. Esto se relaciona con la frecuencia de la Televisión en Alta Definición – HDTV red de energía eléctrica usada en los países originales. La relación de aspecto para HDTV será normalmente 16:9, la que también se esté convirtiendo en la norma para SDTV.

Inicialmente, la HDTV debía estar basada en dos veces el número de líneas y dos veces el número de píxeles por línea. Esto daría lugar a un total de 1250 líneas con 1152 líneas activas y 1440 píxeles activos en un sistema de 625 líneas; y un total de 1050 líneas con 960 líneas activas y 1440 píxeles activos en un sistema de 525 líneas.

Sin embargo, las resoluciones usadas para ATSC y HDTV en los EE.UU. son 1280 x 720 píxeles con barrido progresivo a 60Hz y 1920 x 1080 píxeles con barrido entrelazado a una frecuencia de campo de 60Hz. En Australia es generalmente 1920/1440 x 1080 píxeles a 50Hz. La resolución del canal vía satélite europeo EURO1080 de HDTV es 1080 líneas activas x 1920 píxeles a una frecuencia de campo de 50Hz.



**Fig. 2.2.a** Resolución en SDTV y HDTV (Fuente: Según ITU-BT.R.601)

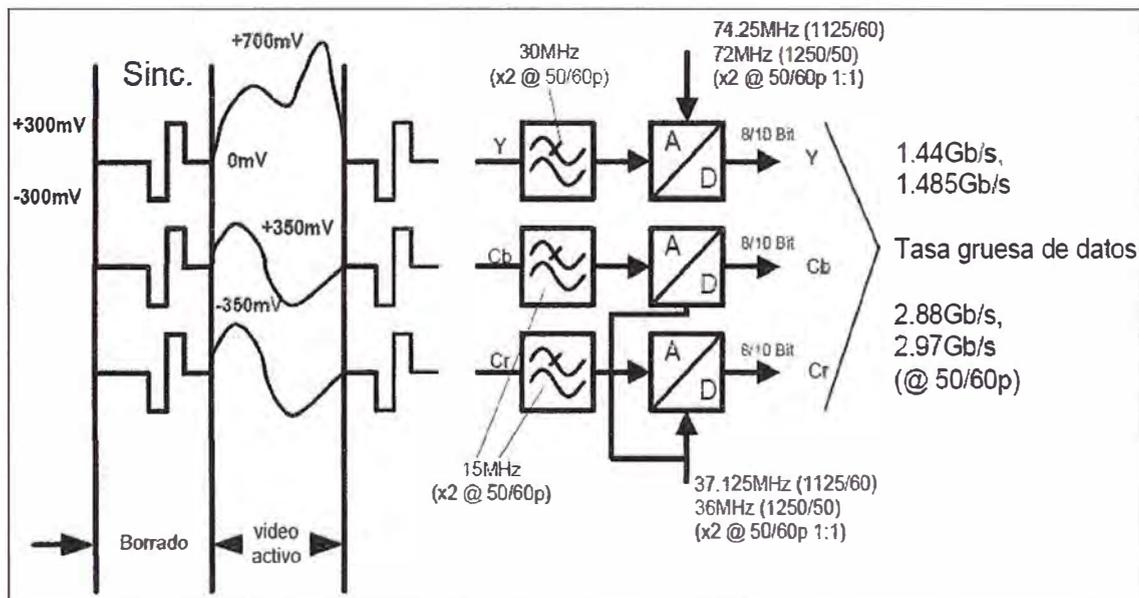
Una vez que la HDTV se introduzca a través de Europa, la codificación MPEG-2 será substituida por MPEG-4 Parte 10, H.264, que será más eficaz por un factor de 2 a 3. Se describirá la señal digital sin comprimir de la banda base para HDTV según lo definido por los estándares ITU-R BT.709 e ITU-R BT.1120.

El ITU ha decidido oficialmente respecto a un número total de 1125 líneas para los sistemas de 50Hz y de 60Hz, con 1080 líneas activas (Fig. 2.2.a) y 1920 pixeles por línea para ambos sistemas de 50Hz y 60Hz. Una imagen activa de 1080 líneas x 1920 pixeles se denomina como el formato común de imagen (CIF - Common Image Format). La frecuencia de muestreo de la señal de luminancia es 74.25MHz (Fig.2.2.b). El formato Y:Cb:Cr es 4:2:2. La frecuencia de muestreo de las señales diferencia de color es  $0.5 \times 74.25\text{MHz} = 37.125\text{MHz}$ . ITU-R BT.709 proveyó una frecuencia de muestreo de 72MHz para la luminancia y de 36MHz para la crominancia. Para evitar el aliasing, el ancho de banda de la señal de luminancia es limitada a 30MHz y el de las señales de crominancia a 15MHz mediante un filtrado pasabajos antes del muestreo.

En el sistema de 1125/60 (Fig.2.2.b), y con 10 bits de resolución, da lugar a una tasa gruesa física de datos de:

- Y:  $74,25 \times 10 \text{ Mb/s} = 742.5 \text{ Mb/s}$
- CB:  $0.5 \times 74,25 \times 10 \text{ Mb/s} = 371.25 \text{ Mb/s}$
- CR:  $0.5 \times 74,25 \times 10 \text{ Mb/s} = \underline{371.25 \text{ Mb/s}}$

1.485 Gb/s Tasa gruesa de datos (1125/60)



**Fig. 2.2.b** Resolución en SDTV y HDTV entrelazada y progresiva (Fuente: Según ITU-BT.R.601)

Debido a la frecuencia de muestreo levemente más baja en el sistema de 1250/50 (Fig.2.2.b), la tasa gruesa de datos, con 10 bits de resolución, es entonces:

- Y:  $72 \times 10 \text{ Mb/s} = 720 \text{ Mb/s}$
- CB:  $0.5 \times 72 \times 10 \text{ Mb/s} = 360 \text{ Mb/s}$
- CR:  $0.5 \times 7,2 \times 10 \text{ Mb/s} = \underline{360 \text{ Mb/s}}$

1.44 Gb/s

Tasa gruesa de datos (1250/50)

Debido a la tecnología usada, las pantallas de plasma, LED y LCD soportan la exploración progresiva, ya que la exploración entrelazada puede conducir a artillugos poco atractivos. Con 50/60 cuadros progresivamente explorados las frecuencias de muestreo se duplican a 148.5 y 144MHz, respectivamente, para la señal de luminancia y a 74.25 y 72MHz, respectivamente, para las señales de crominancia. Las tasas gruesas de datos entonces se doblan a 2.97Gb/s y a 2.88Gb/s, respectivamente.

La estructura de la señal digital sin comprimir de los datos de HDTV es similar a la ITU-R BT.601. Se definen una interfaz paralela y una serie (HD-SDI).

Puesto que, fuera de algunas excepciones, la introducción a gran escala de la HDTV sigue estando pendiente; los parámetros técnicos reales todavía están sujetos a modificaciones.

## 2.3 El audio digital

### 2.3.1 Introducción

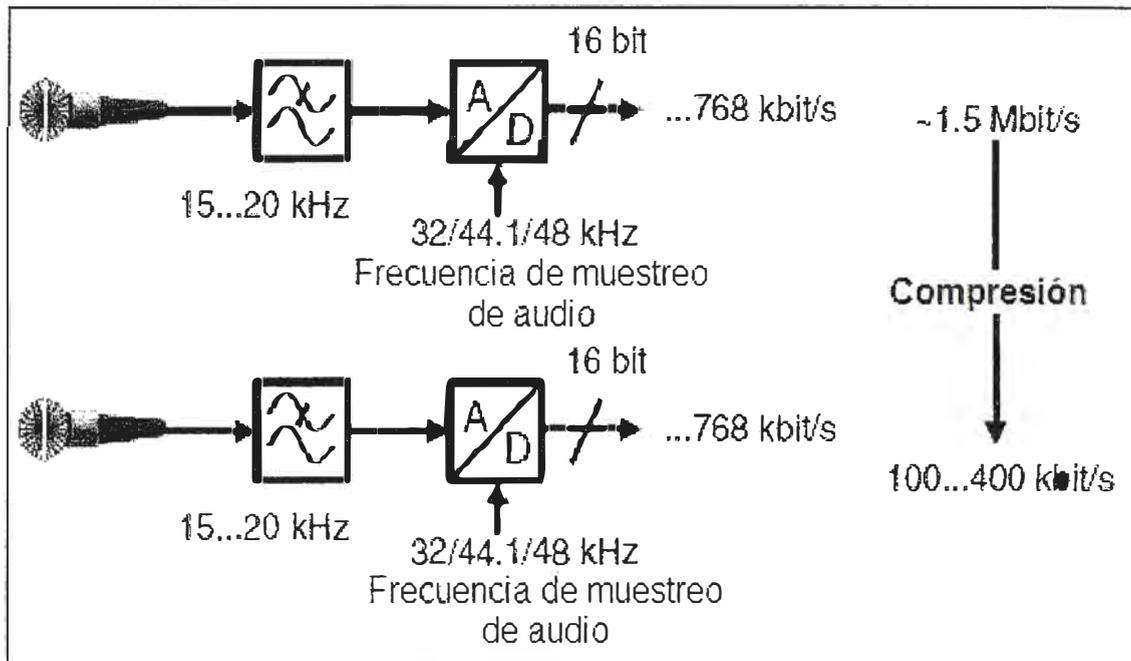
Para comprimir una señal de audio en MPEG-2 ó en Dolby AC-3, primero se debe digitalizar.

En general, los sistemas de compresión operan con sistemas digitales PCM en su entrada. También, en algunos Compresores, se puede ingresar con una señal analógica y dentro del mismo equipo, se efectúa la conversión de analógica a digital. Otras veces, se puede ingresar al Compresor con señales digitales AES/EBU.

### 2.3.2 Fuentes de Señal de Audio Digital

El oído humano tiene un rango dinámico de cerca de 140dB y el ancho de banda de audición está cerca de los 20KHz. Consecuentemente las señales de audio de alta frecuencia deben cumplir estas características. Las señales de audio analógicas para ser muestreadas y digitalizadas, deben ser limitadas en banda por medio de un filtro pasabajos. La conversión analógica a digital es realizada a una frecuencia de muestreo de 32KHz, 44.1KHz, 48KHz y 96KHz y con una resolución de al menos 16 bits hasta 24 bits hoy en día. La frecuencia de muestreo de 44.1KkHz corresponde a los CD o discos compactos de audio, 48/96KHz es calidad de estudio. Mientras que la frecuencia de muestreo de 32KHz es aún usada para el estándar MPEG, de hecho es obsoleta. Una frecuencia de muestreo de 48KHz con una resolución de 16 bits da una tasa de datos de 786Kb/s por canal, que significa aproximadamente 1.5Mb/s para una señal estéreo.

En la figura 2.3.2 se indica la digitalización de la señal de audio con una frecuencia de muestreo de 44.1KHz y 16 bits de resolución.CVFT



**Fig. 2.3.2.** Fuentes de señal de audio digital (Fuente: Según ITU-BT.R.601)

El objetivo de la compresión del audio es reducir la tasa de datos de 1.5Mb/s al rango de entre 100Kb/s y 400Kb/s. Los archivos de audio en MP3, los que son ampliamente usados hoy en día, a menudo tienen velocidades tan bajas como 32Kb/s. De manera similar a la compresión de video, esto es logrado con la reducción de la redundancia y la irrelevancia. En la reducción de la redundancia, la información superflua simplemente es omitida; no hay pérdida de información. Por contraste, la reducción de la información irrelevante es eliminada tal que no pueda ser percibida en la recepción, en este caso en el oído humano. Todos los métodos de compresión están basados en un modelo psicoacústico, es decir, sacan ventaja de la imperfección del oído humano para remover la información irrelevante de la señal de audio. El oído humano no es capaz de percibir los eventos sonoros en la vecindad de un sonido pulsante fuerte, ni en el dominio de la frecuencia ni el dominio del tiempo. Esto significa que, para el oído, ciertos eventos sonoros enmascaran a otros eventos sonoros de menor amplitud.

### 2.3.3 Digitalización de la señal de audio.

La digitalización de una señal de audio, consiste en efectuar una conversión en la señal de Analógica a Digital (A/D).

Esto implica un muestreo de la señal y una cuantificación de los valores muestreados. A continuación, la señal es codificada mediante una Modulación Codificada por pulsos (PCM). En la siguiente figura 2.3.3, se muestra el proceso de digitalización de la señal con codificación PCM.

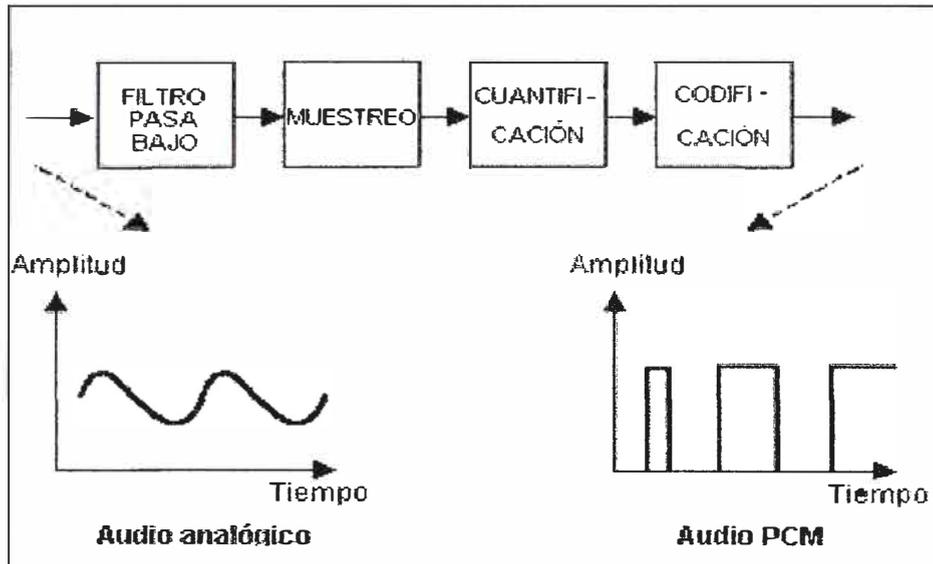


Fig. 2.3.3. Codificación PCM (Fuente: Teoría de modulación y digitalización de señales)

La señal de audio analógica ingresa a un Filtro Pasa Bajo, para ser limitada en banda. Luego, esta señal es muestreada mediante otra señal cuya frecuencia se denomina de muestreo. La característica de esta frecuencia es que debe cumplir con el teorema de Nyquist. Como se había visto, este expresa que para poder conservar toda la información de una señal, la frecuencia de muestreo debe ser como mínimo el doble del ancho de banda de la señal a muestrear, evitándose de esta forma el aliasing. Este principio, también se aplica para la digitalización de la señal de video.

Una vez que la señal ha sido muestreada, se efectúa la cuantificación de los valores muestreados. En esta etapa, se le asignan palabras de bits a los valores en amplitud muestreados. Luego, estas palabras de bits son codificadas en PCM, esta señal es muy robusta y es utilizada para el transporte o transmisión de la señal digital.

#### 2.3.4 Codificación PCM

En la figura 2.3.4 se muestra el proceso de la señal analógica para obtener el código PCM. En la parte a) de la figura se representa una señal de audio analógica. En la parte b) de la misma figura se representan las frecuencias de muestreo. En la parte c) de la figura se representa la señal PAM (Modulación por Amplitud de Pulsos). Aquí, la amplitud del pulso varía con la amplitud de la señal analógica. En la parte d) de la figura se muestra para este ejemplo, el código PCM. La señal analógica es muestreada en cuatro puntos. Para ello, se emplean cuatro pulsos de muestreo ( $f_{m1}$ ,  $f_{m2}$ ,  $f_{m3}$  y  $f_{m4}$ ).

El primer punto de muestra de la señal analógica ocurre con la frecuencia  $f_{m1}$  y corresponde a una tensión de +1 Volt. A este punto de muestra le corresponde el código PCM de 1000.

El segundo punto de muestra de la señal analógica ocurre con la frecuencia  $f_{m2}$  y le corresponde una tensión de +3 Volts. A este punto de muestra le corresponde el código

## PCM de 1010.

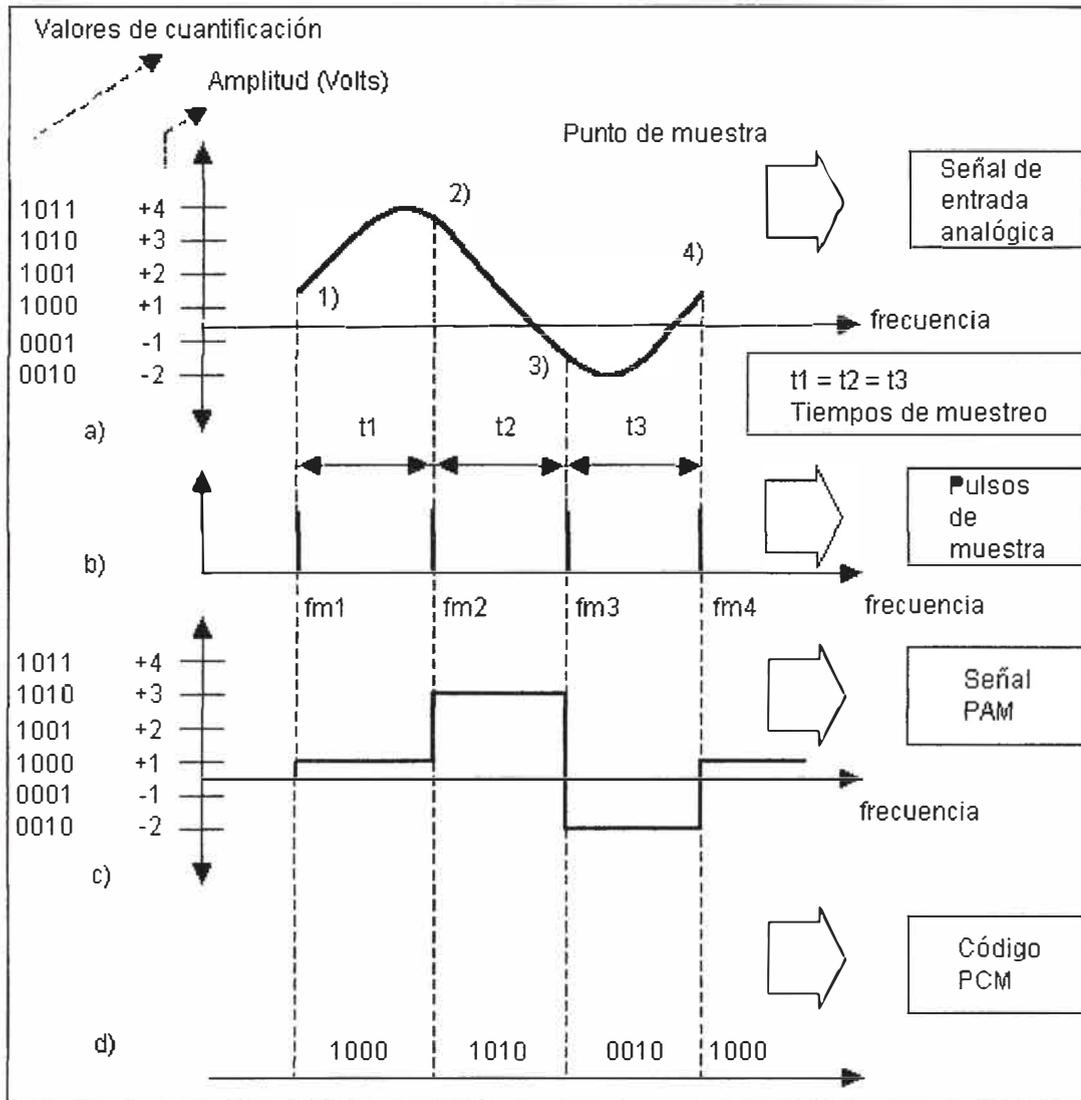


Fig. 2.2.4. Codificación PCM (Fuente: Televisión digital avanzada)

### 2.3.5 Señal de audio digital AES/EBU

Hemos visto en algunos casos, la señal de entrada a un Compresor de audio MPEG-2 ó Dolby AC-3, es una señal PCM. Otras veces, la señal de entrada a un Compresor de audio es una señal AES/EBU. El audio digital AES/EBU fue desarrollado por la AES (Audio Engineering Society-Sociedad de Ingeniería del Audio) y la EBU (European Broadcasting Union-Unión de Radiodifusores de Europa). Este estándar AES/EBU se utiliza en todo tipo de equipos que operan en digital. El audio digital AES/EBU está formado por un par estéreo o dos canales de audio mono independientes. Cada muestra es cuantificada a 20 ó 24 bits de resolución. Cada palabra es formateada en un sub cuadro y estos sub cuadros son multiplexados para formar el flujo AES/EBU digital. En la figura 2.3.5.a se representa una estructura de datos AES/EBU. En un cuadro tenemos dos sub cuadros A y B. Analizando cada uno de ellos vemos que; cada cuadro se compone de 32 bits. De estos, cuatro bits son utilizados para la sincronización, cuatro bits

son para datos auxiliares y las 20 muestras de datos de audio. Los últimos 4 bits corresponden a los datos asociados.

La interfaz digital AES/EBU acepta frecuencias de muestreo de 32, 44.1 y 48 KHz. Cuando se transmite en estéreo, el sub cuadro A representa al canal izquierdo y el sub cuadro B al canal derecho.

Dos sub cuadros forman un cuadro, transportando cada uno de ellos un canal. Se transmiten 192 cuadros por bloque. Una estructura AES/EBU está compuesta por:

- Un bloque de audio = 192 cuadros
- Un cuadro = 2 Sub cuadros = 64 bits
- Un Sub cuadro = 32 bits

De estos 32 bits tenemos:

- Sincronización: 4 bits
- Datos auxiliares: 4 bits
- Datos de audio: 20 bits
- Datos asociados: 4bits

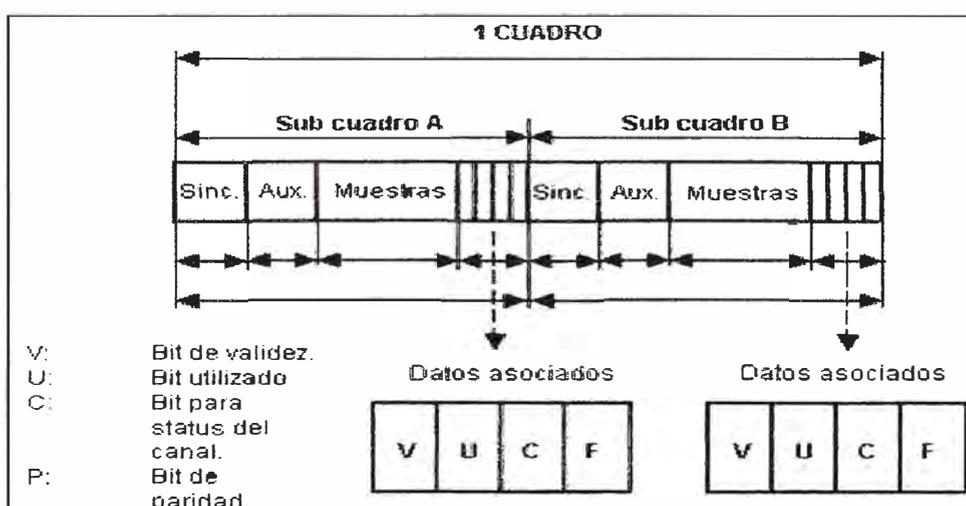


Fig. 2.3.5.a Estructura de datos AES-EBU (Fuente: Televisión digital avanzada)

Los datos asociados de cada sub cuadro son cuatro los cuales mencionamos a continuación:

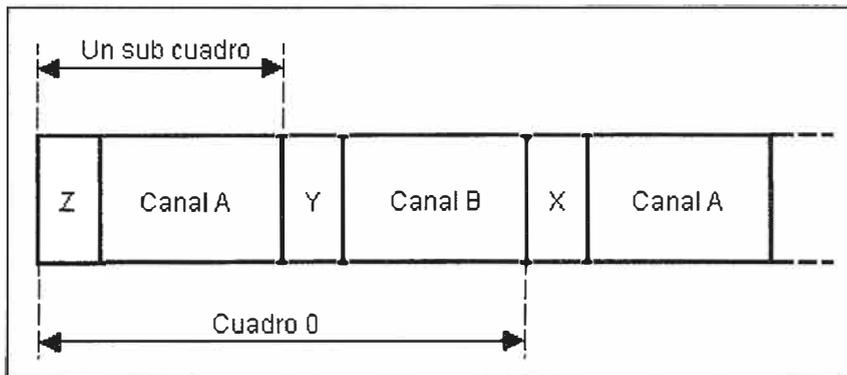
**V: Validity** Con un bit de validez se determina si existe algún error en los datos. Si ese bit es 0, la muestra de audio transmitida está libre de error. Por el contrario, si el bit de validez es un 1 esa muestra tiene un error.

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

**C: Channel status data** Este bit es utilizado para la formación de bloques que describen la información acerca del canal y otros parámetros del sistema.

**F: Parity bit:** Este bit provee la paridad para el sub cuadro. Cuando un número impar de errores ocurre durante la transmisión, ese bit es detectado. En la figura 2.3.5.b se

representa el flujo de datos de audio AES/EBU.



**Fig. 2.3.5.b.** Flujo de datos AES-EBU (Fuente: Televisión digital avanzada)

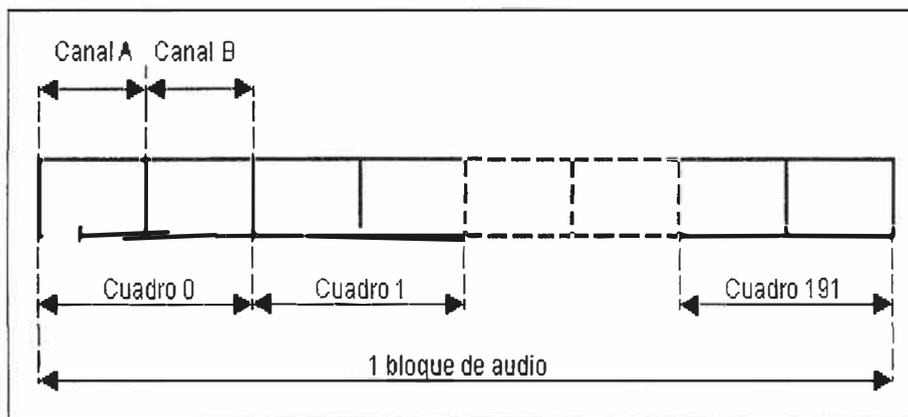
A continuación, definiremos las palabras de sincronización que van delante de cada sub cuadro.

**Palabra de sincronización Z.** Con este bit se indica el arranque del primer cuadro del bloque.

**Palabra de sincronización Y.** Con este bit se indica el arranque de cada sub cuadro B.

**Palabra de sincronización X.** Con este bit se indica el arranque de los cuadros que faltan.

Un bloque de audio está compuesto por 192 cuadros, como el indicado en la figura 2.3.5.c. El primer cuadro es el número 0 y el último cuadro es el número 191.



**Fig. 2.3.5.c.** Bloque de datos en el flujo AES-EBU (Fuente: Televisión digital avanzada)

## 2.4 Interfaces Físicas serie para las Señales de Video Digital

Esta interface es la más usada actualmente. Las señales de video digital son transmitidas como una señal de datos seriales con una tasa de 270Mb/s vía el cable coaxial de 75 ohmios con conectores BNC fijados en sus extremos, no haciendo ninguna distinción entre las señales de video sin compresión y el flujo de transporte MPEG-2. Las rutas de distribución en el estudio son los mismos, los cables son los mismos, los amplificadores e ecualizadores de cables también son los mismos. A menudo en el mundo de la radiodifusión los ingenieros hablan de interfaces SDI y de TS-ASI.

### 2.4.1 Interface SDI

La interface SDI (serial digital interface: Interface digital serie) es la más usada actualmente en los sistemas digitales, por las características de simplicidad que esta presenta. Esta representa a la señal de video digital serial sin compresión con una tasa de datos de 270Mb/s. Existe otra interface paralela pero hoy en día solo es usada la interface serie el cual usa un conector BNC de 75-ohmios con un nivel de voltaje de 800mVpp. Las señales pueden ser distribuidas sobre relativamente grandes distancias si se usan ecualizadores de cable.

### 2.4.2 Interface TS-ASI

Esta interface TS-ASI (Transport Stream Asynchronous-Interfaz Asíncrona Serie del Flujo de Transporte) hace referencia al flujo de transporte MPEG-2 sobre una interfaz serial, teniendo el flujo de transporte a una tasa de datos que es incomparablemente menor que la tasa de datos en este enlace de transmisión serial. La tasa de datos del flujo de transporte es asíncrona y constante a 270Mb/s en la interfaz TS-ASI. Si por ejemplo, el flujo de transporte tiene una tasa de datos de 38Mb/s, se emplea información de relleno para llegar a la tasa de datos de 270Mb/s.

La razón para trabajar con 270Mb/s constantes es clara: Debido a que en los estudios, se desea tener trayectos de distribución uniformes para las señales y para los flujos de transporte del MPEG-2.

## 2.5 Normas y estándares para televisión digital

La organización encargada de crear los estándares de la industria audiovisual es la sociedad de ingenieros de cine y televisión (SMPTE: Society of Motion Picture and Television Engineers: Sociedad de imágenes en movimiento-ingeniería de la televisión). Para ello crea comisiones que dictaminan los estándares más adecuados. Estas comisiones están formadas por ingenieros, técnicos y fabricantes. También se encarga de publicarlos y de difundirlos, algunos de los estándares se muestra en la Tabla 1.

Existen una infinidad de normas que detallan cada uno de los parámetros en la información del video, audio y datos.

**Tabla 1.** Estándares (Fuente: Según SMTP)

Estándar	Nombre	Tasa de transferencia	Formato de ejemplo
SMPTE 259M	SD-SDI	270 Mbit/s, 360 Mbit/s, 143 Mbit/s, y 177 Mbit/s	480i, 576i
SMPTE 344M	ED-SDI	540 Mbit/s	480p, 576p
SMPTE 292M	HD-SDI	1,485 Gbit/s, y 1,485/1001 Gbit/s	720p, 1080i
SMPTE 372M	Dual Link HD-SDI	2,970 Gbit/s, y 2,970/1,001 Gbit/s	1080p
SMPTE 424M	3G-SDI	2,970 Gbit/s, y 2,970/1,001 Gbit/s	1080p

### 2.5.1 Estándar SMPTE 259M

Corresponde al video digital SD-SDI de 10 bits, muestreo 4:2:2 en componente y 4fsc para señal digital compuesta, basado en un cable coaxial, y cuyas velocidades de transmisión corresponden a 143Mbps, 270Mbps y 360Mbps. En la tabla 2. Se indican las características según el cuadro.

**Tabla 2.** Características de SMPTE 259M (Fuente: Según SMPTE)

SMPTE	Calidad	R.A	líneas	pixel activo	L. activas	campo
259M-A	143Mbit / s	4:3	525	768	486	59.94i
259M-B	177Mbit / s	4:3	625	948	576	50i
259M-C	270Mbit / s	4:3 o 6:9	525	720	486	59.94i
259M-C	270Mbit / s	4:3 o 16:9	625	720	576	50i
259M-D	360Mbit / s	16:09	525	960	486	59.94i

### 2.5.2 Estándar SMPTE 292M.

Corresponde al video digital HD-SDI a una tasa de 1,5 Gbit/s; definiéndose dos velocidades de transmisión; 1.485 Gbit/s, y 1.485/1.001 Gbit/s. El factor de 1/1.001 que proporciona la SMPTE 292M permite soportar formatos de video con velocidades de fotogramas de 59.94 Hz, 29.97 Hz, y Hz 23.98, con el fin de ser compatible con el actual sistema NTSC. La versión 1.485 Gbit/s es la norma compatible.

## 2.6 El audio en el video digital serie.

El formato AES/EBU (Audio Engineering Society/European Broadcasting Union: Sociedad de ingeniería de audio/Unión de radiodifusores europeos) se ha convertido en el único estándar profesional para la interconexión de audio digital no comprimido, de modo que su discusión en el estándar SDI no carece de sentido. Pero la implementación del audio embebido por los diferentes fabricantes de hardware ha sido un problema, sin embargo las grandes cadenas televisivas optan por el audio embebido.

### 2.6.1 Sistema de audio embebido.

Los estándares de conexión para video digital definido según las normas SMPTE 259 y SMPTE 292, incluyen la capacidad para multiplexar (o embeber) señales de audio digital dentro de la señal de vídeo digital serie. Estos datos son transportados como parte del área de datos suplementarios (ancillary data).

Las especificaciones de audio embebido se estandarizan según la norma SMPTE 272M Estándar propuesto por SMPTE (formato de los datos de audio AES/EBU y datos auxiliares en el espacio de vídeo digital de datos auxiliares), el cual define el mapeado de señales de audio digital AES/EBU dentro de la señal de vídeo digital serie y es la que actualmente se usa como en las fabricaciones de equipos broadcast.

### 2.6.2 Fundamentos del Audio Embebido

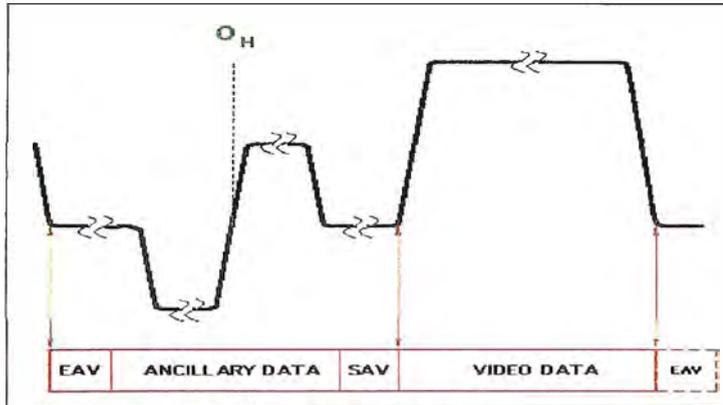
En el formato básico del audio embebido, canales de 20-bit muestreados a 48kHz pueden ser multiplexados dentro de la señal de vídeo digital serie. En este caso, el reloj que determina el muestreo de la señal de audio está enganchado a la señal de vídeo. Esta aproximación básica (llamada Nivel A en SMPTE 272M) permite hasta cuatro canales de audio embebido en el modo de 4fSC compuesto y hasta 16 canales en el modo componentes 4:2:2. Generalmente, estos canales de audio están configurados como pares AES/EBU. Cada palabra de audio AES/EBU de 20-bits está agrupada junto a 3 bits adicionales de formato, también llamados C, U y V, indicadores de formato, estados de canal, datos de usuario y validación. El grupo así compuesto de 23 bits está distribuido dentro de tres palabras de datos auxiliares dentro de la señal de vídeo serie.

Con el audio embebido "extended" (mejorado) se obtiene una mayor capacidad, implementando así todas las posibles características del estándar de audio SMPTE embebido. Se incluyen aquí los cuatro bits auxiliares del subframe AES/EBU que ofrecen una resolución por muestra de 24 bits y otras características especificadas por el usuario. El audio embebido extended, también permite que el muestreo utilice un reloj no síncrono con el vídeo, frecuencias distintas de 48kHz, información de retardo audio/vídeo para cada canal de audio, identificación de canal y conteo de cuadro. Esta última característica es utilizada intensivamente en los sistemas de 525 líneas donde no existe una relación íntegra entre los 48kHz de muestreo de audio y los cuadros de vídeo. SMPTE 272M define esta capacidad mejorada en nueve niveles de operación. El hardware de audio embebido puede ser construido para adaptarse a los 20 bits (Nivel A), a los 24 bits (Niveles B y C) o a ambos.

Los dos formatos pueden ser compatibilizados de tal forma que los equipos a 20 bit acepten los 24 bit de datos pero descodifiquen solamente los 20 más significativos. Se dice de estos dispositivos que cumplen con SMPTE 272M-AB, ya que pueden adaptarse a los niveles A y B tal como se define en SMPTE 272M. El nivel B de operación acepta los paquetes de datos ampliados a 24 bit pero no utiliza los datos contenidos en ellos. Por otra parte, el sistema de 24 bit puede ajustar los cuatro bits menos significativos a cero cuando encuentra una palabra de 20 bit. Tales dispositivos cumplen con la norma SMPTE 272M-ABC.

La multiplexación de los datos de audio en el canal de datos de vídeo es efectuada de *diferente forma* en los formatos de compuesto que en los de componentes. En los formatos de vídeo compuesto, los datos de audio son llevados en el espacio para datos auxiliares que proporciona el periodo de sincronismo horizontal. En los formatos en componentes, donde existe más espacio para los datos auxiliares, el audio embebido se

sitúa entre las palabras EAV (End of active vídeo: Fin de video activo) y SAV (Start of active video: inicio del video activo). Este es el motivo por el que los formatos en componentes pueden llevar más canales de audio (12 canales de 24 bit AES/EBU o 16 canales de 20 bit AES/EBU). E la figura 2.6.2 se indica la ubicación de los datos auxiliares dentro de la señal de vídeo.



**Fig. 2.6.2** Ubicación de los datos auxiliares (Fuente: Según SMPTE)

La señal de audio digital incorporada en la interface SDI puede ser procesada independientemente en cualquier punto utilizando un demultiplexor. Este dispositivo deserializa la señal y extrae los datos de audio, introduce los datos de forma síncrona en un buffer con el intervalo apropiado. Entonces, un microprocesador toma el audio de los buffer, añade las cabeceras AES/EBU de subframe de datos apropiadas y entonces los vuelve a serializar como señal de solo audio. Finalmente, un transmisor AES/EBU, restaura el formato de los datos para cumplir las especificaciones, típicamente fija el reloj a 48kHz y los engancha con la señal de vídeo.

Este proceso hace que la señal de audio se vea retardada con respecto a la del vídeo. Sin embargo la cantidad de retardo es típicamente menor de 10ms, lo cual no debería ser un problema a menos que el proceso de multiplexión/demultiplexión sea aplicada a la señal en numerosas ocasiones.

### 2.6.3 Ventajas y desventajas del audio embebido

La mayor ventaja de embeber el audio en la señal de vídeo digital es la capacidad de transportar una señal de TV digital completa (incluyendo audio multicanal) en formato compuesto o componentes en un solo cable. De hecho, esta podría ser la única ventaja de tal aproximación y, dependiendo de la aplicación podría ser desechada por ciertas desventajas como las mencionadas a continuación:

- El costo del equipo de multiplexación y demultiplexión es significativo.
- El retardo de audio es añadido cada vez que el audio es embebido y recuperado de la señal de vídeo digital.

- La conmutación al corte entre señales de vídeo digital con audio embebido puede ocasionar pérdidas de información en audio incluso cuando la instalación está correctamente sincronizada y todas las máquinas son compatibles.
- Se requiere un mayor nivel de vigilancia de la sincronización en toda la instalación para evitar los problemas de audio.
- Los sistemas de audio embebido están sujetos a problemas de incompatibilidad entre máquinas de distintos fabricantes.

Por estas razones, embeber el audio es solamente útil en grandes instalaciones donde los sistemas de audio y vídeo digital proliferan y sus señales son transportadas entre las diversas salas. También es útil cuando la instalación es uniforme en cuanto al fabricante, está correctamente sincronizada y no se requieren conmutaciones a corte en emisión. Esto implica que el audio embebido es una opción razonable en instalaciones de conmutación de reciente montaje en el entorno digital. En una gran instalación, el uso de audio embebido significa que varios niveles (típicamente dos o cuatro) pueden ser eliminados ya que los canales de audio no pasan a través de la matriz de forma independiente.

Incluso, en una gran instalación de emisión, el mezclador de emisión requerirá cierto número de fuentes de solo audio y solo vídeo, y se requerirá el enrutamiento independiente de audio o vídeo en alguna parte de la instalación. Será preciso el hardware de multiplexión y demultiplexión en casi todos los puntos de la instalación con entradas y salidas independientes para audio. El costo de este equipamiento puede ser compensado por el ahorro en el sistema de enrutamiento principal.

Para solucionar este problema, los fabricantes de matrices están desarrollando soluciones de compromiso. Uno de tales sistemas es el de canales de multiplexión y demultiplexión asignables y con conmutación independiente de audio o vídeo dentro de la propia matriz, permitiendo de este modo la selección independiente o embebida del audio de las fuentes deseadas.

### **2.6.3.1 Problemas de implementación**

Asumiendo que el audio embebido es apropiado para una instalación determinada, todavía pueden surgir problemas durante la operación. Las manifestaciones típicas son los denominados "clics" o "pops" en audio durante la conmutación entre distintas fuentes de distintos fabricantes. La causa más probable es que algunos de los equipos no cumplen las especificaciones de SMPTE 259M. En estos casos, los paquetes de datos de audio aparecen en áreas (Ejemplo: en líneas de vídeo) donde se supone que no deben aparecer conforme a las especificaciones de datos suplementarios en el estándar SDI.

Pero incluso con equipos que cumplen el estándar pueden aparecer problemas en la conmutación entre equipos de diferentes fabricantes. La causa aparente de esto es la insuficiencia de las especificaciones en SMPTE 259M y 272M, las cuales definen las líneas de vídeo en las que los paquetes de datos de audio deberían aparecer, pero no especifican cuantas muestras de audio deben ser incluidas en cada paquete, dejando esos detalles para los diseñadores de los equipos. Desafortunadamente, los diferentes fabricantes han llegado a diferentes implementaciones, las cuales pueden en algunas ocasiones originar rupturas en el audio embebido cuando se realiza una conmutación entre el equipo de un fabricante y el de otro. Tales problemas han sucedido en cualquier lugar que se implementa un interface de vídeo digital, donde los fabricantes han interpretado partes del estándar SDI de distintos modos. Entre los sistemas de audio digital, el formato DAT sufre de problemas similares de incompatibilidad de datos auxiliares.

En el entorno SDI NTSC compuesto, surge un problema adicional a raíz de la falta de relación íntegra de las muestras de audio con los campos de vídeo. La distribución de los datos de audio embebido en este formato es tal que se necesitan cinco campos NTSC antes de conseguir un número no fraccional de muestras de audio (8008 muestras). Estadísticamente, esto significa que cuatro de cada cinco conmutaciones será problemática, a menos que todo el sistema de enrutamiento mantenga un seguimiento de los campos y conmute únicamente en los correctos. Esto no será siempre posible, pero contribuirá a la necesidad de un mayor nivel de sincronización en la instalación.

### **2.6.3.2 Soluciones**

Para que el audio embebido funcione correctamente, lo primero que se tiene que tener en cuenta es una instalación segura y sincronizada de forma exacta sus fuentes, además que todo su equipamiento cumpla con el estándar SMPTE para los datos suplementarios en el canal de SDI.

Finalmente es importante recordar que el deterioro producido en una sola muestra de audio (frase o subframe completo) causará un ruido audible. Esto significa que incluso estando todo sincronizado correctamente y teniendo todo el equipamiento compatible, el audio embebido puede causar problemas ya que la conmutación por corte entre dos fuentes de audio digital serie supone un puente entre las dos señales. La sincronización solo asegura que en el eje de frecuencias de las dos formas de onda la mezcla se produzca de forma suave, pero no garantiza que en el dominio de amplitud, las dos señales sean diferentes y creen de esta forma un "pop" en el momento de la conmutación. En los sistemas analógicos se permitía a los usuarios la conmutación directa entre dos fuentes de audio, pero en los sistemas digitales, esta función no es tan

permisible. Por esta razón, la última solución involucrará un proceso de crossfade basado en DSP dentro de los mezcladores o matrices.

## **2.7 Descripción y funcionamiento de los equipos en estudios.**

Actualmente las opciones que incorporan los fabricantes de equipos para estudio de televisión son infinitos, la elección de estas depende del tipo de trabajo que se realizará e indudablemente el costo de los mismos. Hoy en día la mayoría de los fabricantes incorporan en sus equipos un software basado en un entorno amigable y un hardware que facilite la operatividad. A continuación mencionaremos algunos de los equipos broadcast usados dentro de los estudios de televisión.

### **2.7.1 Switcher de producción.**

La función más elemental que se realiza en una mezcladora de vídeo (switcher) es la conmutación entre las fuentes primarias. Esto se debe realizar sin que se noten saltos cuando se hace los cambios entre la imagen de una fuente y la otra. Se conocen dos tipos de conmutación, una por corte y la otra mediante la disolvencia.

La mezcla de las imágenes no acaba en el paso de una a otra imagen, sino que también se realizan incrustaciones de una imagen en otra. A esta función se la conoce como key. Para la realización de una incrustación o key se debe realizar un agujero en la imagen de fondo (background), mediante una señal que recibe el nombre de fuente de key, y ese agujero es rellenado con otra imagen. Cuando el agujero se realiza retirando un color, entonces el key recibe el nombre de croma key. La inserción se puede realizar mediante cualquier tipo de las transiciones antes nombradas.

#### **2.7.1.1 Estructura de un mezclador de vídeo**

Un mezclador de vídeo está estructurada en diferentes "bancos", llamados mezclador de efectos (Mix/Effect), abreviando en M/E, en los cuales se pueden realizar las diferentes funciones que se precisen. Cada banco tiene todos los elementos necesarios para realizar las mezclas y los key's entre dos fuentes primarias; hay ocasiones en que alguno de los bancos que componen el mezclador es limitado o carece de alguna función.

Los bancos están dispuestos jerárquicamente, de tal forma que un banco anterior entra como fuente en otro posterior. Al final se suele añadir un módulo de key llamado DSK (down stream keyer), que sirve para la introducción sencilla de una incrustación, como un subtítulo o un logo, sin interferir en la más complicada operación de un banco. Un banco posee dos buses (un bus es una hilera de botones en donde cada uno de ellos está asociado a una de las señales de entrada primaria), uno de previo y otro de programa. Es ya muy común la existencia de los buses de key, normalmente uno o dos, que permiten tener a disposición las señales primarias asociadas a su fuente de key correspondiente. Se completa el banco con los controles de transición, donde se

selecciona el tipo y sus características, y sobre los que se realiza la misma (sobre las fuentes o sobre los key's o sobre ambas). La transición suele ser manual o automática, para la transición manual se usa una palanca, que es uno de los elementos más característicos de las mesas de vídeo. La transición automática se realiza mediante un pulsador y una temporización seleccionable. Junto al módulo de transición está el de key. En él se hallan todos los controles que intervienen en el ajuste de la inserción, ganancias, clips, elección del color para los croma key's, selección entre el key lineal o key normal, selección de la fuente de key (puede utilizarse la propia imagen de relleno, como fuente de key para realizar el agujero), selección del relleno (se puede rellenar con color u otra imagen), si se desea sombra, si solo se obtienen los bordes, y si se le aplica algún tipo de máscara.

Los bancos precedentes tienen, además de las entradas primarias, las entradas de los bancos anteriores; en algunas configuraciones, el último banco, no suele estar completo; entonces se le llama medio banco y carece de muchas de las funciones de un banco entero.

Complementan las diferentes funciones que se pueden realizar en cada banco una serie de sistemas de apoyo, como los generadores de cortinillas, donde se puede elegir el tipo de cortinilla deseado, posicionar, multiplicar, deformar, poner borde, etc. Los efectos digitales de vídeo, que nos permite manipular una imagen variando su tamaño, forma, posición, rotación. El bloque de generadores de color, que generan, aparte del negro, todo tipo de colores para rellenar, bordes, key o utilizar como fuentes primarias. El Sistema de memorias, que permiten memorizar la situación o configuración de la mesa en cada momento y llamarla cuando más convenga, incluso automatizándola para trabajar en postproducción; estas configuraciones se pueden guardar en un sistema de memoria en la propia mesa o, como es cada vez más usual, en sistemas removibles. Sistemas auxiliares de control de máquinas o señalización, sistema de tally (señala cuál de las fuentes primarias se encuentra en la salida de programa, en el "aire", para que el operador del mismo esté informado de ellos. Es normal que haya diferentes buses auxiliares para realizar envíos o monitoreado de las señales de entrada y salida.

### **2.7.1.2 Mezclador digital**

Los mezcladores digitales mantienen una apariencia similar a las analógicas, pero tienen una flexibilidad muy superior. El procesamiento de las señales se realiza en el módulo de la electrónica y mediante software. Esto hace que los controles sean asignados a gusto del operador y que las señales de entrada también puedan situarse en el punto del bus que se desee en cada momento. Las salidas también son configurables y puede haber tantas como se deseen.

La robustez de la señal digital, tanto en distorsiones como en tiempos, ha facilitado los ajustes de los sistemas de mezcla, permitiendo, incluso, trabajar con señales totalmente asíncronas.

La gestión por software ha permitido un desarrollo conjunto con los editores de vídeo y con las matrices de conmutación y otras máquinas que pueden ser remoteadas desde la propia mesa. Al igual que la gestión compleja de los tallys, que ahora pueden ser programados como se desee para cada una de las salidas disponibles. En la figura 2.7.1.2 se indica un ejemplo de un mezclador de video digital



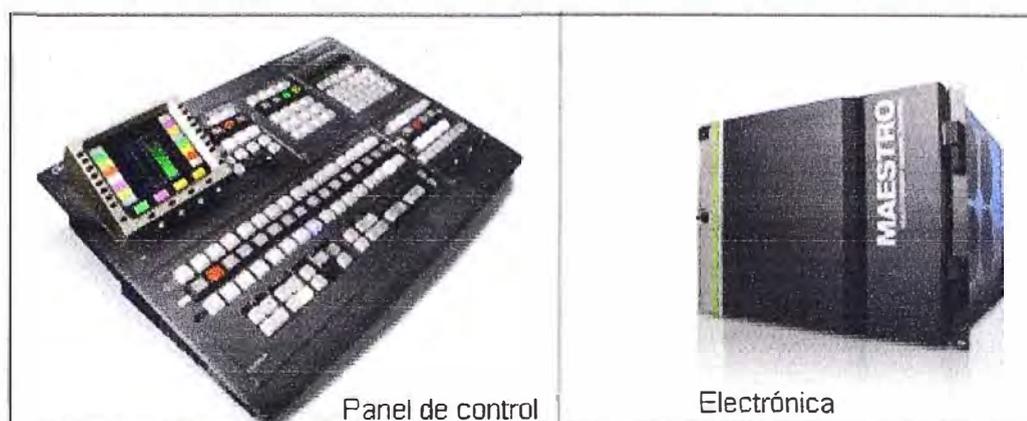
**Fig. 2.7.1.2** Mezclador digital (Fuente: Obtenida de la página web de Grass Valley)

## 2.7.2 Control Maestro

Control maestro es el eje central de un sistema de radiodifusión, es el punto final de la cadena en un canal de televisión antes de que la señal sea transmitida al aire o enviada a un proveedor de cable o satélite para su difusión.

La sala de control maestro en televisión incluye banco de monitores o sistema de monitoreo como los multiviewer, máquinas de grabación, y más recientemente, equipos de automatización. Por lo general el control maestro de un canal de televisión está provisto de personal encargado de vigilar la precisión y la calidad de la señal para garantizar el funcionamiento continuo las 24 horas del día y los 365 días del año. El equipo principal ubicado en esta área es el switcher de control maestro el cual está provisto de audio y video. En la figura 2.7.2 se muestra un ejemplo de switcher de control maestro tanto el panel de control como la electrónica del sistema, el panel de control se comunica con la electrónica en su gran mayoría por un cable paralelo; y todas las conexiones de audio y video se realizan en la parte posterior de la electrónica, y las salidas de las mismas se conectan reflejando en los patch panel, para facilitar el trabajo y el manejo de las entradas y salidas.

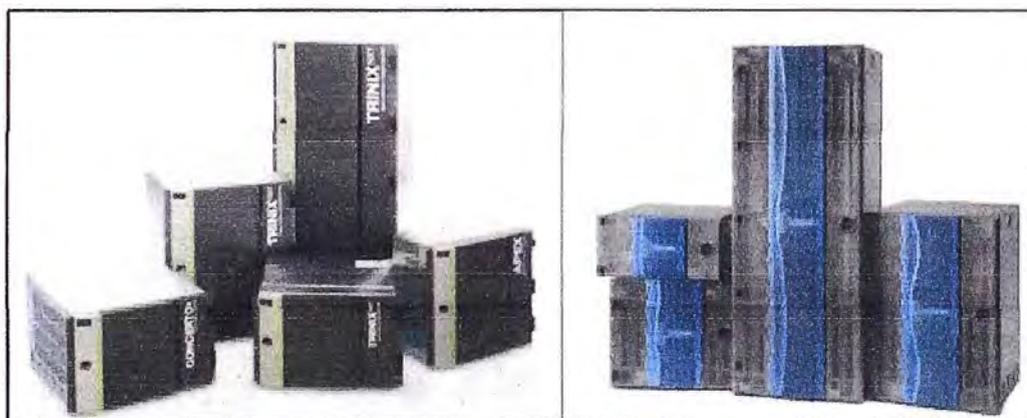
Existen actualmente muchos sistemas de control maestro integrado que trabajan de la mano con el sistema de enrutamiento, controlados por medio de software de gestión.



**Fig. 2.7.2** Control maestro (Fuente: Obtenida de la página web de Grass Valley)

### 2.7.3 Router de audio y Video

Es un sistema modular que consta de una matriz con un determinado número de entradas y salidas, las salidas puede ser asignadas a las diferentes áreas de la estación de televisión, el tamaño de estos arreglos matriciales varían entre 8 entradas y 8 salidas hasta un máximo que hoy en día se ha logrado de 1024 entradas y 1024 salidas, la elección del tamaño dependerá de la capacidad de la estación de televisión.



**Fig. 2.7.3** Familia de router (Obtenida de la página web de Harris)

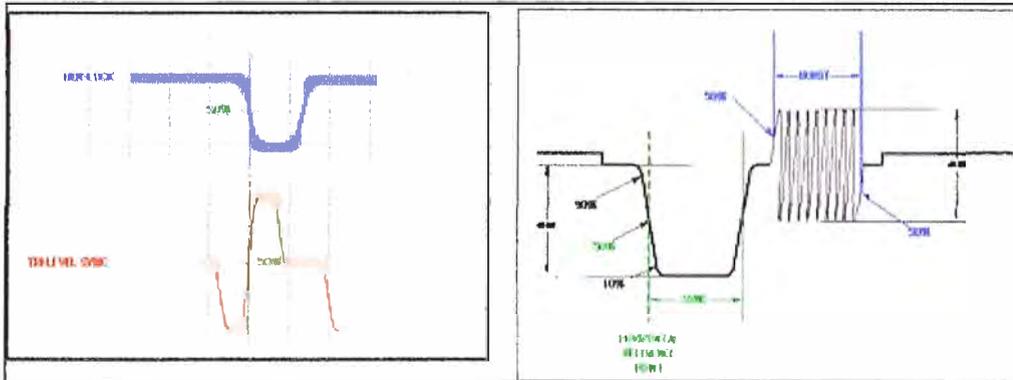
El sistema de control de estas matrices se hace a través de paneles que pueden estar configuradas de diferente manera a través de software. El router es considerado como el equipo central de una estación de televisión ya que de aquí se realiza el enrutado de todas las señales a las diferentes áreas; está ubicada en la sala técnica y manejada por el ingeniero de planta. En la figura 2.7.3 se muestra la electrónica de diferentes tamaños de enrutadores.

### 2.7.4 Generador de sincronismo.

Evidentemente los equipos de televisión trabajan bajo una referencia común que garantizan las coincidencias de las diferentes fuentes de señales. Cuando estas fuentes están cumpliendo las características se dice que el sistema está enganchado (Genlock). En el video análogo los patrones de referencia más usados son el black burts y las barras

de color, para el enganche del video digital estándar se usa el bi-level y para alta definición se usa el Tri-level; actualmente estos equipos tienen la característica de incorporar todos los patrones analógicos y digitales, además de incorporar dentro de ellos un sistema de antena GPS (Sistema de Posicionamiento Global).

Teniendo en cuenta la importancia de este equipo para el funcionamiento correcto de una estación de televisión, se debe contar con un respaldo automático (change over) permitiendo el funcionamiento constante en caso de falla de uno de estos equipos.



**Fig 2.7.4** Referencia para video analógico y digital (Fuente: Obtenida en internet).

### 2.7.5 Frame synchronizer

El frame sincronizer es el equipo que provee de referencia o enganche para aquellos equipos que no cuentan con una entrada directa de referencia, entre algunos de estos equipos tenemos los cabezales de las unidades de microondas, los enlaces satelitales, cuya señal se obtiene en los receptores satelitales, algunas lectoras de discos, en las unidades móviles para enganchar las cámaras de video, etc. Hoy en día estos equipos también incorporan la característica de compensación de los niveles de luminancia, crominancia, y fase de la señal; además de ofrecer también muchos efectos como congelamiento del último cuadro etc.

### 2.7.6 Generador de caracteres

El generador de caracteres o titulador, está basado en un software diseñado especialmente para las condiciones de adaptabilidad gráfica de cualquier campo de las imágenes. Se trata de apoyar sobre la imagen de video algún texto, dibujo o logo ayudando así a la grabación con información adicional. Por lo general se usa en noticieros para dar información sobre un entrevistado y datos sobre el tema; desarrollándose tanto en el ámbito noticioso como en la post-producción de algún programa en especial. El software cada vez adiciona una infinidad de efectos sobre el video haciendo fácil y amigable para el operador. Hoy en día los generadores de caracteres fueron incorporándose cada vez más a espacios reducidos, pudiendo llegar hasta la adaptación en los pequeños estudios que se montan móviles. Durante cualquier

evento se anticipa siempre el título que requiera el programa y se coordina con el switcher para los cambios o inserción de caracteres. En la figura 2.7.6 se muestran algunos ejemplos de aplicación del generador de caracteres., incluso en unidades



**Fig. 2.7.6** Aplicación del generador de caracteres (Fuente: Obtenido de internet)

### 2.7.7 Closed-caption (CC)

En nuestro país el canal del estado está obligado a transmitir su señal incorporando el lenguaje de señas y texto para las personas con deficiencia auditiva; por lo tanto la inserción de Closed Caption es el proceso de convertir el audio de un programa de televisión, transmisión vía Internet, película, evento en vivo y demás producciones, en texto, y que este aparezca en la pantalla o monitor.

El Closed Caption, además del texto, incluye la identificación del hablante y la descripción de los efectos de sonido y la música. El Closed Caption es una función del televisor, que funciona cuando en este se habilita el decodificador y en muchas ocasiones se aprovecha este sistema para activar en lugares donde existe demasiado ruido o en casos que se necesite silencio.

Para el proceso de closed caption es necesario que exista una sincronización entre los bloques de texto y el contenido del audio, es decir que los bloques de texto sean sincronizados y que en la medida de lo posible aparezcan al mismo tiempo que el audio, incluyendo la identificación del hablante y los efectos de sonido, además de estar disponible y factible de acceder para quienes lo necesiten.

En la televisión análoga NTSC y en digital SD-SDI la información de closed-caption se transmite en el intervalo de borrado vertical, correspondiente a la línea 21. Los datos relacionados a los subtítulos en HD son llevados en tres porciones separadas del flujo de bits. Esta ventana de comandos se lleva a través del canal de transporte. Y la lectura del directorio de servicio se realiza en la PMT. En la figura 2.7.7. se muestra ejemplos de canales de televisión producidos en otros países que están agregando a su señal digital la señal de closed caption.



**Fig. 2.7.7** Aplicaciones del closed caption (Fuente: Canal Santo Domingo)

## 2.7.8 Convertidor de señal digital

La conversión del video análogo a digital usando los convertidores (A/D) dentro de las estaciones de televisión ha ido acrecentándose, y los equipos encargados de cambiar el formato al video digital ya sea para hacer una conversión ascendente o una conversión descendente son el up-converter y el down-converter respectivamente.

### 2.7.8.1 Up-Converter

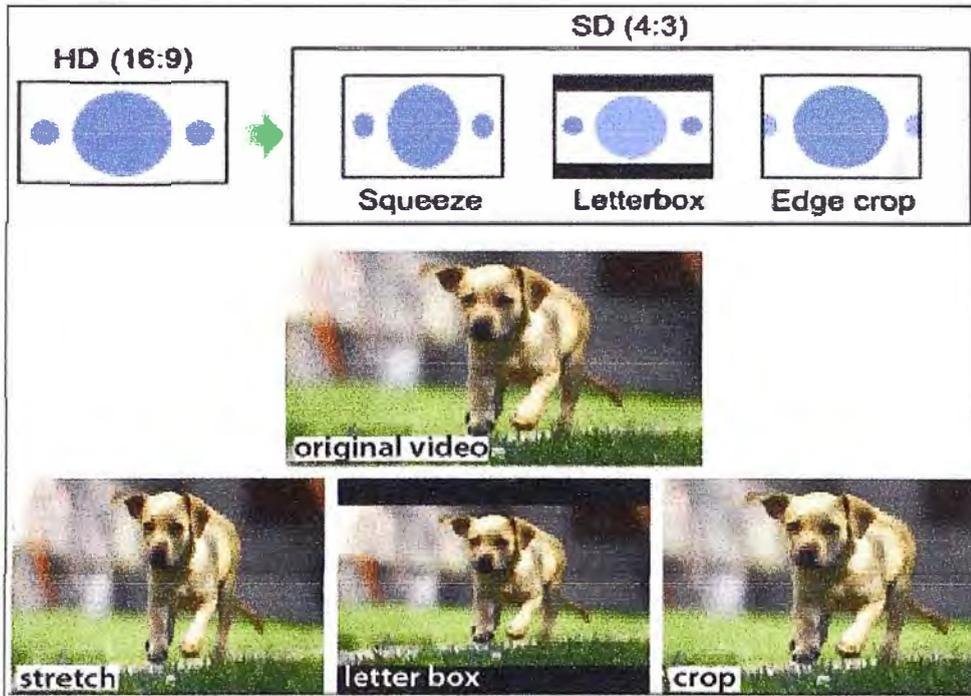
Este equipo como su nombre lo dice conversión hacia arriba, es el encargado de convertir la señal digital estándar (SD) a alta definición (HD), realizando cambios en los parámetros como la relación de aspecto de 4:3 a 16:9 y el número de líneas activas de 480 a 1080i o 1080p o en todo caso de 480 a 720p, estos cambios genera que en un televisor de alta definición (16:9) la imagen se vea cortada a los extremos, actualmente estos equipos lo podemos encontrar como que van incrustadas en módulos de bandejas.



**Fig. 2.7.8.1** Conversión de formato SD a HD (Fuente: propia)

### 2.7.8.2 Down-Converter

Es el cargado de realizar la conversión hacia abajo, es decir convierte la señal de video digital en alta definición (HD) a definición estándar (SD). La relación de aspecto que genera esta conversión se muestra en la figura 2.7.8.2



**Fig. 2.7.8.2** Conversión de HD a SD (Fuente: Obtenida en internet)

- El formato Squeeze se logra comprimiendo la imagen original 16:9 y se aprecia en un monitor de 4:3, la información del cuadro no se pierde pero, la característica del objeto se nota estirado.
- El formato letterbox logra que la imagen original 16:9, se muestre con toda la información del cuadro en un monitor 4:3, pero muestra recortes en los extremos superior e inferior de la pantalla.
- El formato edge crop logra que la imagen original 16:9 cubra toda la pantalla del monitor 4:3 pero hay pérdida de información en los extremos izquierdo y derecho del cuadro.

## **CAPÍTULO III**

### **PLANTEAMIENTO DE LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA DE INGENIERÍA**

#### **3.1 Introducción**

El entorno de los medios de comunicación está cambiando enormemente. Los radiodifusores tienen que responder a ella, podemos identificar cambios en cuatro áreas interconectadas: ingeniería, industria, conducta de los consumidores y entorno regulador.

Este informe de suficiencia está dirigido a los radiodifusores de nuestro medio y está basado en los cambios de ingeniería que empiezan con el uso creciente de la tecnología digital; posibilitando nuevos modos de producir y distribuir medios de comunicación, trayendo consigo mayor uso de multimedia mucho más sofisticados y de la interactividad. La ingeniería hará posible la opción de servicios multi-canal, y la disponibilidad de distintas opciones de calidad de imagen y sonido. De hecho, hay en camino dos revoluciones de ingeniería consecutivas. La primera es la revolución de lo analógico a lo digital. La segunda es la revolución de lo digital al software. La combinación de estas dos revoluciones es lo que está posibilitando los mecanismos para muchos cambios críticos que constatamos en el entorno de los medios de comunicación.

En nuestro país la radiodifusión atraviesa, en estos momentos, un período de profundos cambios, resultantes de la introducción de nuevas ingenierías de producción de programas y de radiodifusión, esto se aceleró con la implementación de la televisión digital terrestre (TDT); los radiodifusores públicos y privados abordan diversas dificultades tanto económicas como de ingeniería, por lo tanto se plantea un modelo de diseño para la implementación de un canal de señal abierta cubriendo las exigencias de los contenidos de programación, aprovechando las ventajas de la televisión digital terrestre adoptado por nuestro país el cual permite transmitir un canal en HD, varios canales en SD y un segmento exclusivo para el one-seg.

#### **3.2 Alternativas de solución**

El desarrollo de un canal de televisión no solo implica la señal de audio y video sino también, en un sistema de intercomunicación que conecte todas las áreas de una manera eficiente y en tiempo real, en un sistema informático (telefonía e internet) que permita interconectarse con la red exterior, en un sistema de iluminación de los estudios que cumpla con las exigencias para producir programas en alta definición, y un sistema de

energía eléctrica con subsistemas de respaldo en caso de una ausencia del fluido eléctrico que garantice el funcionamiento continuo de la estación de televisión.

Actualmente para migrar de una estación de televisión análoga a digital y cumplir las exigencias de la televisión digital terrestre para transmitir programas simultáneos en alta definición (con un control de estudios y control maestro independiente), en definición estándar (con control de estudio y control maestro independiente), señal análoga que será la misma que la señal digital SD hasta el apagón analógico y el segmento asignado para one-seg, que puede ser la programación HD o SD, se presentan varias alternativas con respecto al equipamiento, obviamente una mejor que otra, es por eso que la decisión del tipo de equipamiento y la calidad de imagen que presentará ante el televidente esta en relación directa de los costos y la capacidad de inversión del Broadcast. Para nuestro diseño se ha considerado la transmisión de un canal digital en SD, un canal en HD, y el one-seg.

- Una de las alternativas de solución es adquirir todo el equipamiento digital en formato SD, y a partir de esta hacer una conversión ascendente (a través del up-converter) para lograr la señal digital en formato HD. Esta solución es la más económica y es la que actualmente han optado algunos radiodifusores del mundo y de nuestro país.

Esta solución no cambia a la señal analógica actual por lo que la señal digital HD que se generaría será de pésima calidad.

- Otra de las alternativas es adquirir paralelamente equipos digitales en el formato SD para la programación estándar, y otro equipamiento en alta definición para la programación en alta definición (HD).

Esta solución es aparentemente económica, pero si nos ponemos a analizar es costosa ya que para compatibilizar el sistema en ambos controles de estudios, controles maestros será necesario adquirir muchos Up-converter y down-converter e identificar la señal con la que estamos trabajando.

- La alternativa que presentamos en este informe de suficiencia es adquirir todo el equipamiento desde la captura hasta el control maestro en alta definición (HD-SDI con audio embebido) para ambas programaciones y para generar video en formato SD a la salida de uno de los controles maestros se realizaría una conversión descendente a través del Down-converter. Las ventajas de optar por esta alternativa a diferencia de las otras son muchas, a continuación se mencionan alguna de ellas:

- La imagen de la señal de video estándar será superior ya que proviene de una conversión de alta definición nativa.
- La imagen en alta definición (HD) pura sin ningún tipo de conversión reflejando en el televidente mejor imagen con mayor detalle.

Estar preparados para la emisión de dos programas diferentes, simultáneos y en calidad de alta definición.

- Dar al televidente la opción de elegir la programación por el tipo de contenido y no por la calidad de la imagen.
- Fortalecer las ventajas de la televisión digital terrestre.
- Estar preparados para los cambios en la ingeniería digital y permanecer a la vanguardia del mundo competitivo.

### **3.3 Planteamiento de la solución del problema**

La solución que planteamos en este informe de suficiencia se basa en un estudio de los sistemas de video, teniendo en cuenta que los sistemas de alta definición son formatos destinados a transformar radicalmente los usos actuales del vídeo y la tv, caracterizados por una resolución de imagen que pretende igualar a la obtenida por los sistemas cinematográficos, que son los que marcan la pauta en lo referente a la calidad máxima de la imagen y va dirigido a los radiodifusores públicos o privados.

Esta propuesta considera todos los detalles que involucra una estación de televisión, como es el flujo de la señal de video con audio embebido detallando la forma de trabajo en las diferentes áreas, la intercomunicación y el sistema de referencia o sincronismo.

#### **3.3.1.- Flujo de la señal de audio y video**

Todo el equipamiento estará centralizado en sala técnica, la señal será distribuida a todas las áreas a través del enrutador por medio del sistema de distribuidores de señal HD-SDI con audio embebido, se contará con dos controles de estudio y dos controles maestros totalmente equipados con video en alta definición, ambos controles de estudio estarán disponibles para ser emitida mediante el control maestro I o II; y a la salida del control maestro II se convertirá la señal HD a SD, por lo tanto el control maestro II emitirá la programación en definición estándar, y el control maestro I emitirá la programación en alta definición.

Se contará con una sala de servidores automatizado compuesto por servidores de emisión para prensa y producción, servidor de comerciales, servidor de almacenamiento compartido, y un sistema de arreglo de discos escalables, para el archivo. Este sistema integrado contará, con islas de edición no lineal para prensa y producción cubriendo todas las necesidades y requerimientos para una alta producción tanto de prensa como de post-producción, el cual permitirá minimizar los tiempos de trabajo, agilizando la operatividad de los equipos a través de software de gestión especiales con un entorno amigable y que faciliten el trabajo de los encargados de la producción, y un software de control que garantice la seguridad del sistema. Las salidas de estos servidores ingresaran al enrutador y serán usadas por los controles.

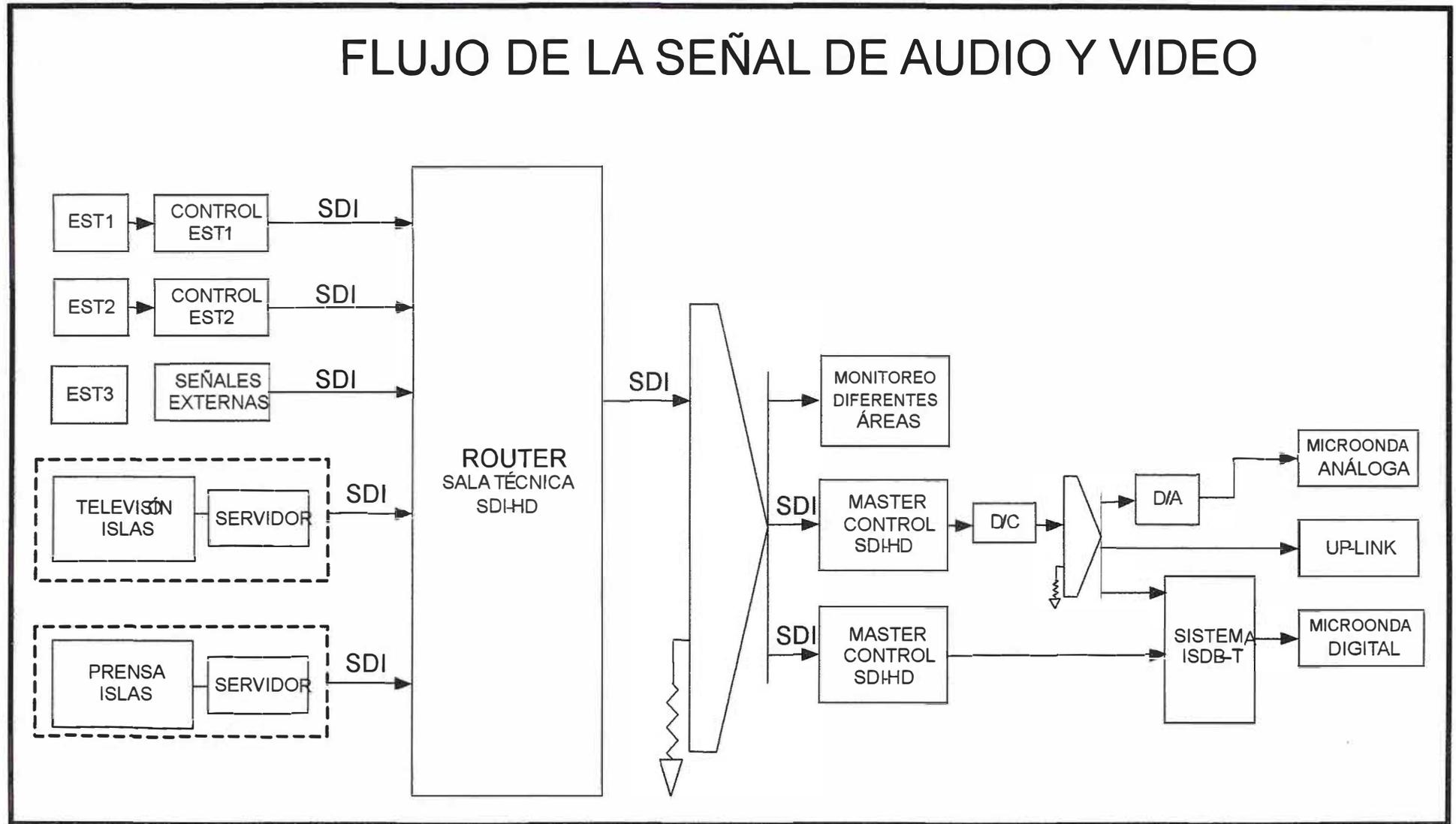


Fig. 3.3.1 Flujo de la señal de video SDI (Fuente: Elaboración propia)

Las señales externas de microondas y fly-away ingresan al enrutador por medio de los frame synchronizer y de la misma manera estas pueden ser distribuidas a cualquiera de las áreas que le solicitan. Cabe mencionar que las consideraciones contemplan video digital en HD con audio embebido.

En la figura 3.3.1 se muestra el diagrama del flujo de la señal de audio y video en la para una estación de televisión de acuerdo a la solución planteada.

### 3.3.2 Flujo de la Señal de sincronismo

La señal de referencia (sincronismo) se distribuirá a todo el equipamiento de los controles de estudio, controles maestros, sala de servidores, sala técnica y al mismo sistema de codificación ISDB-T a través de los distribuidores. La conexión de estos dos generadores de sincronismo se hará a través de un sistema de cambio automático (change over) que funciona automáticamente al detectar una falla en alguno de ellos y estará ubicado en la sala técnica. El tipo de señal que se distribuirá será el tri-level. En la figura 3.3.2 se indica en un diagrama la distribución de la referencia.

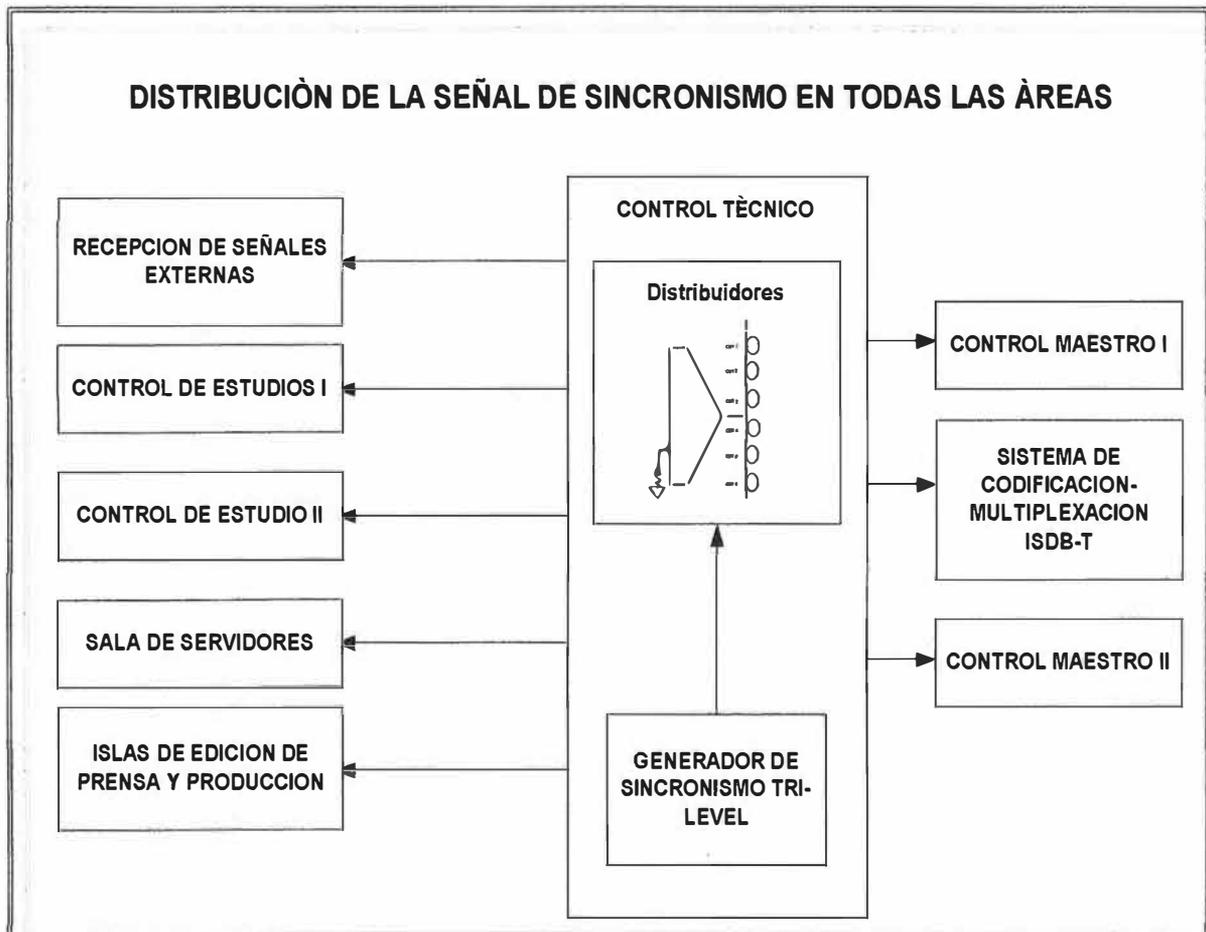


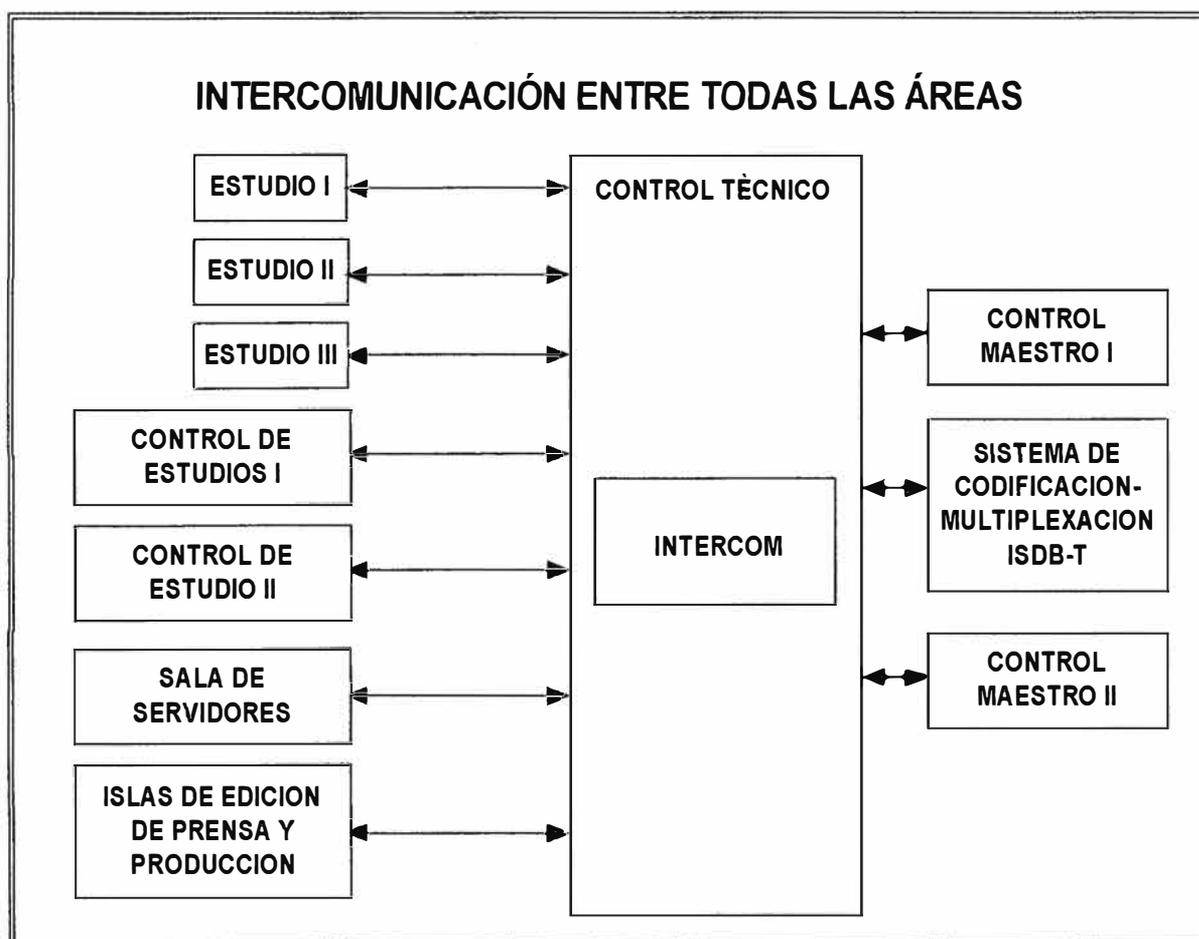
Fig. 3.3.2 Distribución de la señal de referencia (Fuente: Elaboración propia)

### 3.3.3 Señal de intercomunicación

No puede haber una buena producción si no está perfectamente coordinado, y no puede haber una adecuada coordinación sin un eficiente sistema de intercomunicación.

Es por eso para la coordinación entre el ingeniero de sala técnica, el operador de tráfico, el director del control de estudios, los operadores de la sala de servidores y los camarógrafos en el estudio, se ha considerado un sistema de intercomunicación con matrices avanzadas con puntos de conexión necesarias como lo exige la producción en una estación de televisión. Este sistema estará basado en un software de aplicación que habilita la cantidad de usuarios de forma remota a través de números IP's, capaz de anular los micrófonos, con audio balanceado calidad CD y un control flexible cuya matriz central estará ubicada en sala técnica.

La interconexión entre las bases será a través de cables UTP reemplazando los cables tradicionalmente utilizados. Esta propuesta de intercomunicación presentado en este informe de suficiencia se basa en la en una plataforma de intercomunicación rápida, funcional y factible en el uso. En la figura 3.3.3 se muestra un diagrama de bloques graficando el flujo para la intercomunicación de la estación de televisión.



**Fig. 3.3.3** Comunicación entre todas las áreas (Fuente: Elaboración propia)

#### **3.4 Diagramas de bloques para una estación de televisión en HD.**

A continuación en la figura 3.4 se indica en un diagrama de bloques para la estación de televisión que transmitirá señales digitales en SD, HD y analógico, con las características que se plantea en este informe de suficiencia.

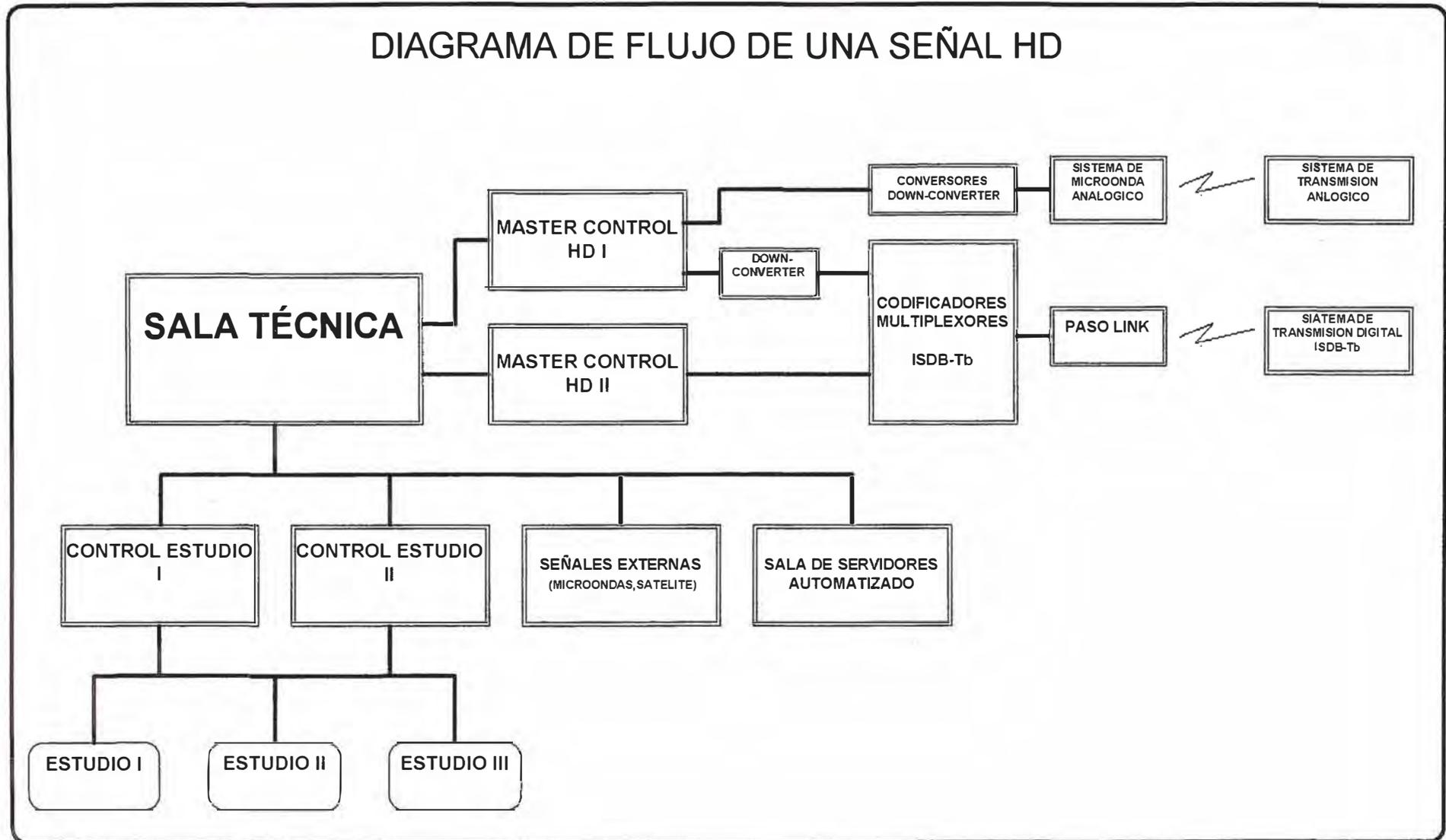


Fig.3.4 Diagrama de bloques para la estación de televisión planteada (Fuente: Elaboración propia)

### 3.5 Descripción del proyecto de la solución planteada

#### 3.5.1 Estudios.

Consideramos tres ambientes de estudio los cuales permitirán el desarrollo de los programas ya sean grabados o en vivo, estos estudios deben tener una infraestructura y un acabado de acuerdo a las exigencias para la producción de imágenes digitales en alta definición, además de que el ambiente debe tener las características para un sistema acústico y contrarrestar la calidad de la imagen y audio. Considerando la importancia del de la iluminación dentro de los estudios estos estarán basados en un sistema de luces inteligentes que incluyan una variedad de efectos controlados por un sistema computarizado.

Además se considera dentro de los estudios un sistema de aire acondicionado que garantice el buen funcionamiento de los equipos instalados en esta área y la comodidad del personal técnico, operativo y de producción. En la figura 3.5.1 se muestran ejemplos de un estudio moderno con todos los requerimientos para una producción en alta definición. Cada estudio contara con 4 cadenas de cámaras fijadas en trípodes especiales para uso en estudios, comunicados por cables triaxial a la unidad de control ubicado en sala técnica y controlada por el ingeniero de planta niveles de iris, blanco, pedestal y otros parámetros. Ambos estudios pueden trabajar simultáneamente con cualquiera de los controles.



Fig.3.5.1 Modelo de estudios de televisión (obtenido de internet).

#### 3.5.2 Control de Estudio.

Es el área principal en el desarrollo de la producción de los programas, se contará con dos controles de estudio equipados totalmente en alta definición (HD), desde aquí se dirigirán los programas ya sea en vivo o grabados, estos programas pueden ser realizados en cualquiera de los tres estudios, dependiendo del tipo de programa y la escenografía requerida. Ambos controles tendrán las mismas características, la salida

del programa de estos controles de estudio podrá usarse por cualquier control maestro y será monitoreada por el ingeniero de sala técnica. Los programas se realizarán a través de un switcher digital en alta definición de 24 entradas, con dos bancadas mezcladoras de efectos (2 ME), con un software de gestión totalmente amigable y configurable de acuerdo a las necesidades del director; y la alimentación de energía será a través de fuentes redundantes.

El monitoreo de las diferentes señales de entradas y salidas se hará a través de un sistema de multiimagen (multiviewer) controlado por un procesador de imagen capaz de incorporar efectos tales como logos, tally, niveles de audio, hora, fecha, entre otros, y el visionado será configurable de acuerdo a las necesidades del usuario en dos monitores LED de 52". El monitoreo de la señal de salida (previo y programa) se hará a través de monitores LED HD de 17". Y la señal de retorno del aire se hará en televisores con sus respectivos decodificadores. Los controles de estudio estarán equipados también con dos reproductoras basados en disco duro facilitando la rapidez y la exactitud en la operación, que servirá para lanzar información en los formatos digitales una VTR digital en HD para lanzar material grabado en cintas, un generador de caracteres y logos, para dar información del contenido previamente coordinado con el director.

También estará implementado con el sistema de sonido, que contará con una consola de audio de 24 canales de entrada seleccionable entre analógicas y digitales, con salidas principal y de monitoreo digital y analógica, la salida digital se conectará juntamente con la salida del programa del switcher a un multiplexor para generar la señal embebida, y la salida analógica servirá para el monitoreo del sonidista que lo hará por medio de monitores de audio.

Estos controles de estudio también estarán provistos de un sistema de aire acondicionado para el normal funcionamiento de los equipos y un sistema de iluminación que varíe la intensidad de acuerdo a las necesidades de los operadores. En la figura 3.5.2 se muestra ejemplos de controles de estudios que actualmente están implementados en otros países.



**Fig. 3.5.2** Ejemplos de control de estudio (Fuente: Estación de televisión Brasileira)

### 3.5.3 Señales externas.

Para los enlaces de microondas se considera un sistema transmisor, un sistema transmisor-receptor totalmente portátil, de fácil instalación en exteriores, montados en trípodes y dos sistemas de recepción de microonda remota controlados desde la sala técnica y compatible con los equipos portátiles; estas antenas receptoras estarán ubicadas en la parte más alta de la torre uno en la estación del canal y la otra en la torre del Morro Solar, dando la alternativa de cubrir las transmisiones a diario en gran parte de la ciudad de Lima.

Para lugares que no se pueda cubrir las transmisiones vía microondas y del interior del país, se considera un equipo satelital fly-away con codificador HD, DVB-S2, MPEG4, y para repotenciar nuestros enlaces satelitales se cambiará los encoder-modulador de las fly-away existentes por exitadores-compresores H.264, DVB-S2, HD.

Con respecto a las antenas parabólicas instaladas en la azotea, que sirven para captar señales de diferentes satélites y bajar la señal de los enlaces satelitales vía fly-away, se adaptará un sistema de monitoreo remoto de fácil uso que sirva para alinear en azimut, elevación y polarización; implementándolos con LNB's tipo PLL de gran estabilidad. Y 5 receptores satelitales tipo IRD capaz de recibir señales digitales, DVB-S2 y MPEG-4 que estarán instalados en sala técnica. Estas señales externas serán enganchadas al sistema mediante los 4 frame synchronizer. En la figura 3.5.3 se muestra ejemplo de las diferentes señales externas tanto de enlace de microondas, fly-away y recepciones mediante las antenas parabólicas.



**Fig. 3.5.3** Enlaces de microondas, fly-away, recepción satelital (Fuente: TV PERU)

### 3.5.4 Sala técnica

Esta área será es el motor de la ingeniería de la televisión ya que aquí se instalarán todas las electrónicas de los equipos, el ingeniero de planta será el encargado de la supervisión y el buen funcionamiento de los equipos así como también la supervisión de la calidad de la señal a través de los equipos de medición. Todas las señales de los

controles de estudio, tráfico, señales externas, señales de los servidores serán conectados a los instrumentos de medición a través de una botonera, facilitando al ingeniero verificar los parámetros de audio y video como luminancia, patrón de ojo, jitter, gamut, niveles de audio y otras mediciones del video digital. Desde la sala técnica también se controlará la distribución de las señales mediante el enrutador o router de video y audio, los niveles de iris, pedestal, blanco, negro de las cámaras de estudio por medio de las unidades de control cámaras (CCU) manejando por el remoto del CCU (RCP), también se controla y supervisa los enlaces de microondas, flyaway y el sistema de intercomunicación ya que en esta área está ubicada la matriz principal y buen funcionamiento y el nivel de la matriz principal de intercomunicación. Las conexiones de todos los equipos serán a través de patch panel en forma ordenada con su respectiva leyenda facilitando la operación y la rapidez de reacción para cualquier eventualidad.

El sistema de monitoreo se hará a través de procesadores de imagen y el visionado en dos monitores de 52". Las señales de control de cámaras, señales digitales SD, HD, one-seg y control técnico se realizarán en monitores de 17". De la misma manera se supervisará las señales de retorno del aire y satélite. En ambiente se ubicará el sistema de codificadores, moduladores y multiplexores del sistema TDT.

Esta área estará provista de un sistema de aire acondicionado que servirá para mantener la temperatura de los equipos, con un sistema de iluminación por sectores.

### **3.5.5 Control Maestro.**

Esta área es la parte final del flujo del recorrido de la señal, para nuestro diseño se considera dos salas de control maestro, ambos equipados totalmente en alta definición (HD), el control maestro I será para transmitir la señal en SD-SDI y el control maestro II señal en HD-SDI. Acá se ubicará el panel del equipo control maestro que contará con 16 entradas HD-SDI con audio embebido, en estas entradas se ubicarán la señal del control de estudios I, la señal del control de estudio II, la señal del servidor de emisión, servidor de comerciales, servidor de noticias, señal del otro control maestro, cuatro señales externas conocidas como remotos, dos señales de player basados en discos duros, una señal de patrón de barras. En caso de una falla del panel o del equipo esta contará con sistema de emergencia en cuya botonera se refleja las entradas del panel y estará ubicada cerca a éste. El sistema de trabajo del control maestro será integrado y controlado mediante un sistema de gestión que comunique directamente al enrutador. Los paneles de ambos controles de estudio serán directamente conectados al router a través de 3 cables que llevan la información de las 64 entradas, y puede trabajar en forma simultánea con más de dos paneles. Este sistema estará adecuado para trabajar al ritmo de una señal en vivo, totalmente precisa, correctamente y a tiempo; garantizando el

trabajo las 24 horas del día y los 365 días del año.

El sistema de monitoreo de las señales de entradas y salidas se hará a través de un sistema de multiimagen (multiviewer) que estará controlado por un procesador de imagen capaz de incorporar efectos tales como logos, tally, niveles de audio, hora, fecha, entre otros, configurable de acuerdo a las necesidades del usuario; y estas señales serán visionadas en dos monitores LED de 52". El monitoreo de la señal de salida (previo y programa) será a través de monitores LED HD de 17". Y la señal del aire, tanto analógico como digital será en televisores correspondientes. Además esta área estará provista de un sistema de aire acondicionado que garantice el buen funcionamiento de los equipos. En la figura 3.5.5 se muestra un ejemplo de una sala de control maestro moderno.



**Fig.3.5.5** Sala de control maestro moderno (Fuente: Canal once de México)

### **3.5.6 Sistema automatizado para prensa y producción.**

Cumpliendo con las exigencias del mundo digital y consientes que hoy en día el uso de las computadoras es común y cada vez más se ven involucrados en el trabajo diario de todos los sistema, en este informe de suficiencia consideramos el equipamiento para prensa y producción un diseño automatizado basado en el acceso rápido, fácil y seguro de los contenidos audiovisuales automatizando el flujo de trabajo, permitiendo manejar los contenidos de manera eficiente y dinámica, reduciendo los costos de operación, controlando y unificando el manejo del área de prensa y producción. Para así acceder con rapidez a la información los periodistas, editores y directores de noticias. La comunicación entre estos equipos es mediante la fibra óptica muy usada actualmente caracterizada por transportar gran información como lo requiere la señal de video en alta definición. El diagrama 3.5.6. Se muestra gráficamente el flujo y conexionado de los equipos de automatización para este diseño. Este sistema contará con los servidores de emisión de prensa y producción, servidor de comerciales, sistema de almacenamiento compartido, y el archivo listos para ser utilizado por cualquiera de los controles de estudio o salas de control maestro a través de la red.

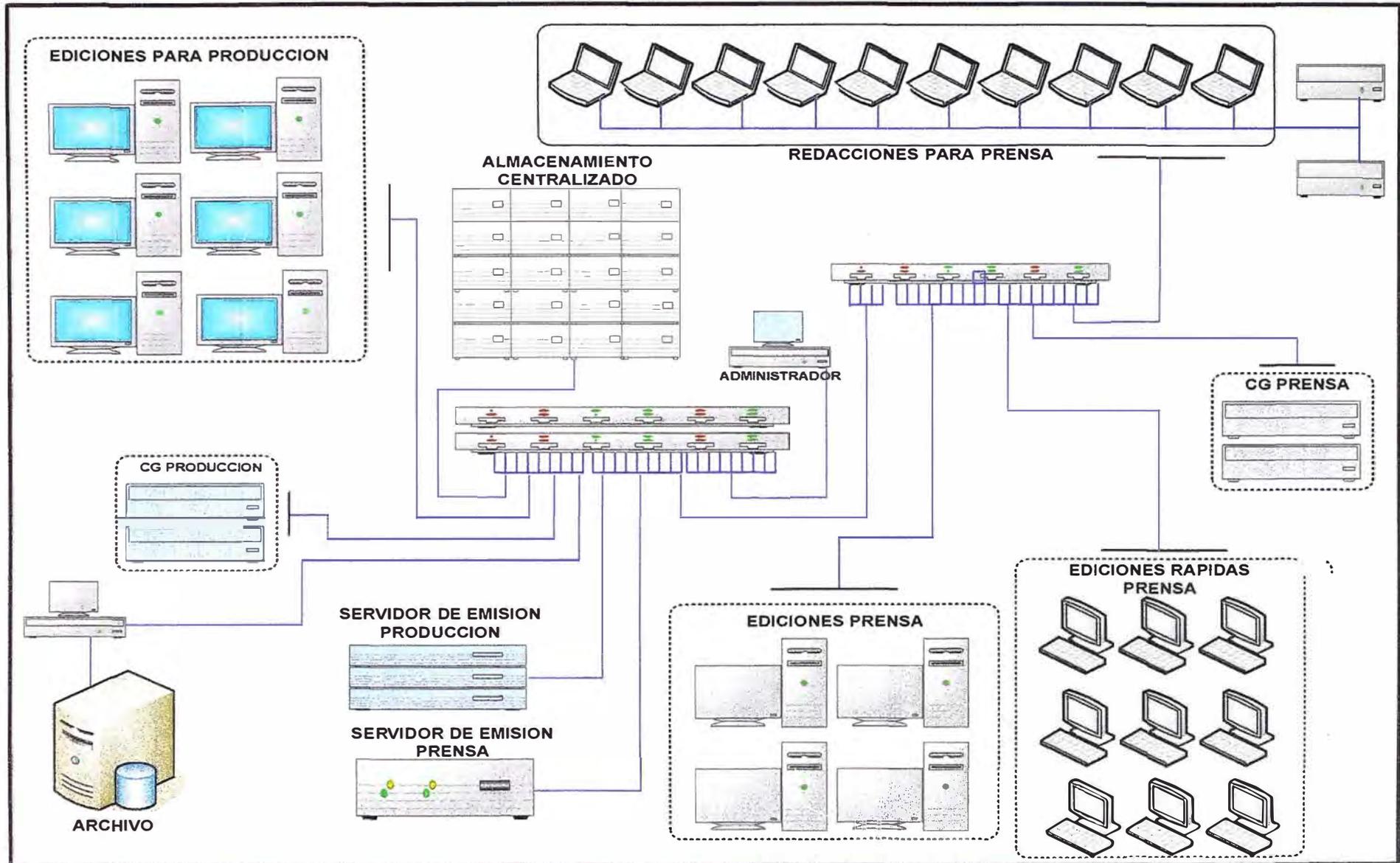


Fig. 3.5.6 Sistema automatizado de prensa y producción (Fuente: Elaboración propia)

### **3.5.6.1. Automatización para Prensa.**

Con respecto a la automatización del área de prensa se considera las necesidades y los requerimientos de esta área que son la redacción, la edición por corte con voice over y la edición de las noticias propiamente dicha.

Se considera 10 estaciones dedicadas exclusivamente a la redacción, controladas por un software que otorga un control absoluto sobre el funcionamiento de la redacción de noticias. Estos equipos trabajaran en un entorno amigable para el periodista, con la máxima eficacia para crear contenidos, gestionar de forma dinámica escaletas y controlar la precisión de las emisiones de noticias desde sus escritorios. Los usuarios de estos equipos dispondrán de las herramientas necesarias para simplificar, organizar y normalizar los procesos y el contenido. Además permitirá al usuario conectarse desde los exteriores facilitando la información de las diferentes fuentes.

En la edición por corte con voice over se consideran 9 estaciones, con una herramienta de edición para los periodistas, facilitando la narración visual combinando la redacción, el video y la voz, permitiendo contar la historia noticiosa desde el escritorio, controlando la calidad de sus informaciones y colaborando en el desarrollo del noticiero. El software aplicado en estas estaciones estará basado en un entorno familiar para el usuario.

Para la edición propiamente dicha se considera 4 estaciones íntegramente ligados con los sistemas de automatización de la sala de redacción y los servidores de emisión. Controlados por un software amigable para el editor y ajustado a los requerimientos de un entorno noticioso cumpliendo con las necesidades de la producción. Estas estaciones deberán estar íntegramente conectadas mediante router's Ethernet, encargados de la gestión, y la información de video, audio y datos será transportada a través de fibra óptica que sea capaz de soportar la capacidad que se requiere para el flujo de información en necesidades extremas; de video en HD y almacenar dicha información en servidores para ser requerido productivamente en cualquier momento. Esta área contara además con 2 tituladoras o generador de caracteres que servirá para vestir de información adicional a las informaciones noticiosas.

### **3.5.6.2 Automatización para producción.**

Debido a la importancia, la calidad y a la cantidad de información de la señal de video en alta definición para la producción de los programas; consideramos 6 estaciones para ediciones totalmente equipadas, que cumplirán con las necesidades y las exigencias de una post-producción, rápidas, eficaces, abiertas e interactivas trabajando con cualquier formato en tiempo real utilizando herramientas de edición y creación certificadas, colaborando con el editor para el manejo fácil de audio y video, con opciones de captura,

monitoreo y exportación del material en forma nativa; además este sistema estará integrado al sistema centralizado para ser usado desde el área que se solicite, este sistema estará prepara para escalar y aumentar el número de islas si así se requieren. También se contará con dos tituladoras o generador de caracteres que servirán para agregar información adicional, efectos y logos, para ser utilizado por cualquier control maestro para su emisión. La comunicación entre estas islas, el servidor de emisión es por medio de fibra óptica cuyas características contemple la capacidad de transporte para la cantidad de señales con video en alta definición. Y un software de gestión que se hará a través de router Ethernet.

### **3.5.7 Down-converter.**

Para obtener la señal digital en formato SD a la salida del control maestro I se instalará un Down-converter, convirtiendo la señal de 1080 líneas activas al formato de 480 líneas activas. Esta señal se ingresa a un distribuidor de video digital (SD) y una salida de esta ingresará al codificador ISDB-T, para transmitir la señal conjuntamente con la señal en alta definición y el one-seg a través de la TDT, y otra salida a un convertidor análogo digital para obtener la señal análogo y transmitir mediante el transmisor análogo.

### **3.6 Diagrama de bloques del conexionado**

El diagrama de bloques del conexionado general de todos los equipos se muestra en el anexo A. Cabe mencionar que todas las señales de entrada y salida se ven reflejadas en los patch panel, y la leyenda de estas conexiones se describirá una vez se haya instalado, que servirá para constatar y facilitar el trabajo del ingeniero de planta.

### **3.7 Especificaciones técnicas de los equipos.**

Hoy en día las empresas proveedoras de equipos para televisión digital en el mundo han ido avanzando y compatibilizando sus equipos, las características técnicas básicas para adquirir equipos de televisión digital no solo pasa por elegir el formato, la tensión de línea, la resolución sino también la forma de trabajo y las necesidades de las áreas de prensa y producción. Los equipos actualmente en el mercado van desde equipos muy limitados que se rigen solo a una función específica, hasta equipos con diseño de alta ingeniería, con capacidad de up-grade, escalables y que soporten tecnologías más desarrolladas, esta diferencia es obvio que se verá reflejada también en el costo. Es por ello que en el anexo B presentamos las especificaciones técnicas mínimas para el equipamiento de una estación de televisión con las características antes mencionadas.

### **3.8 Recursos humanos**

Implementar un canal de televisión digital en alta definición no solo pasa por el tema de equipamiento, sino también conlleva a la lucha para cambiar la mentalidad y la forma de trabajo del personal técnico y operativo, este cambio se hará capacitando al personal

acerca de los nuevos conceptos de la televisión digital, que de antemano es muy diferente a la analógica. La televisión digital implica un nuevo concepto de la radiodifusión, el uso de las computadoras, la instalación y manejo de los software, la automatización e integración de los equipos conlleva y exige saber sobre redes informáticas, cableado estructurado y otros nuevos sistemas operativos como UNIX, Linux etc. La ingeniería de la televisión implica un amplio conocimiento sobre los procesos de la señal, desde el número de líneas a usar hasta el tipo de modulación para la transmisión.

Conjuntamente con la instalación de los equipos, consideramos un cronograma para la capacitación de todo el personal de las diferentes áreas, en el área de prensa, a los camarógrafos el manejo de las cámaras, reporteros el uso de las estaciones de redacción y edición rápida, a los editores de prensa y a los operadores del servidor de emisión de noticias. En el área de producción a los encargados de la edición y a los operadores de la sala de servidores, graficas y camarógrafos, y sonidistas.

Para el personal técnico se considera una capacitación que va desde conceptos de la nueva ingeniería de televisión hasta la operación y mantenimiento de los equipos, el personal técnico necesario deberá poseer más conocimientos en ordenadores y en la tecnología de la información. Sobre los ingenieros de estudios de televisión, de satélite, de transmisores, de planta, eléctricos y de los ingenieros de informática, recae la responsabilidad para elegir el sistema de trabajo, el equipamiento adecuado y la puesta en marcha de una estación de televisión que cumpla las necesidades de la producción, ya que hoy en día existen muchos proveedores de equipos para televisión que ofrecen ventajas uno respecto del otro.

## CAPITULO IV

### ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1 Introducción

La economía de mercado conduce, casi siempre inevitablemente, a que las organizaciones crezcan y busquen mercados más grandes. Los medios de comunicación públicos se desempeñan con fines de apoyo al desarrollo de la sociedad y los medios privados se desempeñan con fines de negocio los cuales aumentarán inevitablemente sus intereses. Además, progresivamente se hará más contenidos de programa para diversos medios de distribución y las compañías de este sector de la industria atenderán a una gama más amplia de medios de distribución. Por lo tanto en cualquier parte de la industria Implantar una nueva tecnología trae consigo muchas ventajas.

#### 4.2 Estimación de costos

El inmenso costo que genera el reequipamiento de un canal de televisión hace que el broadcaster planifique y considere el aspecto económico, como una de las prioridades para elegir el tipo de señal de video y audio con el que va a trabajar dentro de los estudios de televisión, para los radiodifusores privados como cualquier industria, es importante un estudio riguroso del mercado, y los beneficios que de esta desprenden; para la inversión en un costoso canal de televisión que cubra todas las expectativas. En la tabla # 3 se presenta una referencia del valor económico que significa formar parte de los radiodifusores de señal digital en alta definición con las características mencionadas en el capítulo III de este informe de suficiencia. Los costos mencionados en la tabla son valores referenciales que corresponden precios de diferentes proveedores de las marcas como Sony, Grass Valley, JVC, Thomson, Advent, Panasonic, Kramer, Hitachi, Tandberg, Yamaha, MRC, ETM, Tektronic, NEC etc.

Los valores referenciales incluyen el impuesto correspondiente al IGV actualmente en nuestro país 18 %.

**Tabla # 3 Costo del equipamiento**

<b>Equipamiento</b>			
<b>Equipos de medición</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo total</b>
Analizador de espectro	01	30,063.00	30,063.00
Waveform HD/SD	01	68,750.00	68,750.00
Power meter	01	4,140.00	4,140.00

<b>Control maestro I HD</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo total</b>
Switcher de control maestro	01	197,158.00	197,158.00
Procesador multiimagen (Multiwiever)	01	79,750.00	79,750.00
Monitor de 52"	02	26,400.00	52,800.00
Monitor de 17"	03	9,625.00	28,875.00
Monitoreo de audio	01	5,500.00	5,500.00
Televisor LED con receptor ISDB-T de 32"	01	1,800.00	1,800.00
Videgrabadora HD HDD T2	02	42,625.00	85,250.00
Reproductor DV,DVCAM,HDV	01	28,300.00	28,300.00
<b>Control maestro II HD-SD</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo total</b>
Switcher de control maestro	01	197,158.00	197,158.00
Procesador multiimagen (Multiwiever)	01	79,750.00	79,750.00
Monitor de 52"	02	26,400.00	52,800.00
Monitor de 17"	03	9,625.00	28,875.00
Monitoreo de audio SDI	01	5,500.00	5,500.00
Televisor LED con receptor ISDB-T de 32"	01	1,800.00	1,800.00
Videgrabadora HD HDD T2	02	42,625.00	85,250.00
Reproductor DV,DVCAM,HDV	01	28,300.00	28,300.00
<b>Control de estudios I</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo total</b>
Switcher de producción	01	341,000.00	341,000.00
Procesador multiimagen (Multiwiever)	01	79,750.00	79,750.00
Monitor de 52"	02	26,400.00	52,800.00
Monitor de 17"	03	9,625.00	28,875.00
Televisor LED con receptor ISDB-T de 32"	01	1,800.00	1,800.00
Generador de caracteres	01	55,000.00	55,000.00
Consola de audio digital	01	55,000.00	55,000.00
Multiplexor + Monitoreo de audio SDI	01	5,500.00	5,500.00
Videgrabadora HD HDD T2	02	42,625.00	85,250.00
Sistema de cadena de cámaras de estudio	08	177,100.00	1,416,800.00
Reproductor DV,DVCAM,HDV	01	28,300.00	28,300.00
<b>Control de estudios II</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo total</b>
Switcher de producción	01	341,000.00	341,000.00
Procesador multiimagen (Multiwiever)	01	79,750.00	79,750.00
Monitor de 52"	02	26,400.00	52,800.00
Monitor de 17"	03	9,625.00	28,875.00
Televisor LED con receptor ISDB-T de 32"	01	1,800.00	1,800.00
Generador de caracteres	01	55,000.00	55,000.00
Consola de audio digital	01	55,000.00	55,000.00
Multiplexor + Monitoreo de audio SDI	01	5,500.00	5,500.00
Videgrabadora HD HDD T2	02	42,625.00	85,250.00
Reproductor DV,DVCAM,HDV	01	28,300.00	28,300.00
<b>Sala técnica</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo total</b>
Router HD-SDI 64x64 con 10 paneles	01	334,835.00	334,835.00
Patch panel de video HD-SDI	14	5,088.00	71,232.00
Patch panel de audio	10	1,014.00	10,140.00
Bandeja para tarjeta modulares	10	4,897.75	48,977.50
Generador de sincronismo	02	16,587.80	33,175.60
Sistema de intercomunicación	01	162,636.65	162,636.65
Conversores de video A/D HD-SDI	05	2,670.00	13,350.00
Receptores satelitales tipo IRD	04	4,050.75	16,203.00
Embebedores y desembebedores	01	82,500.00	82,500.00

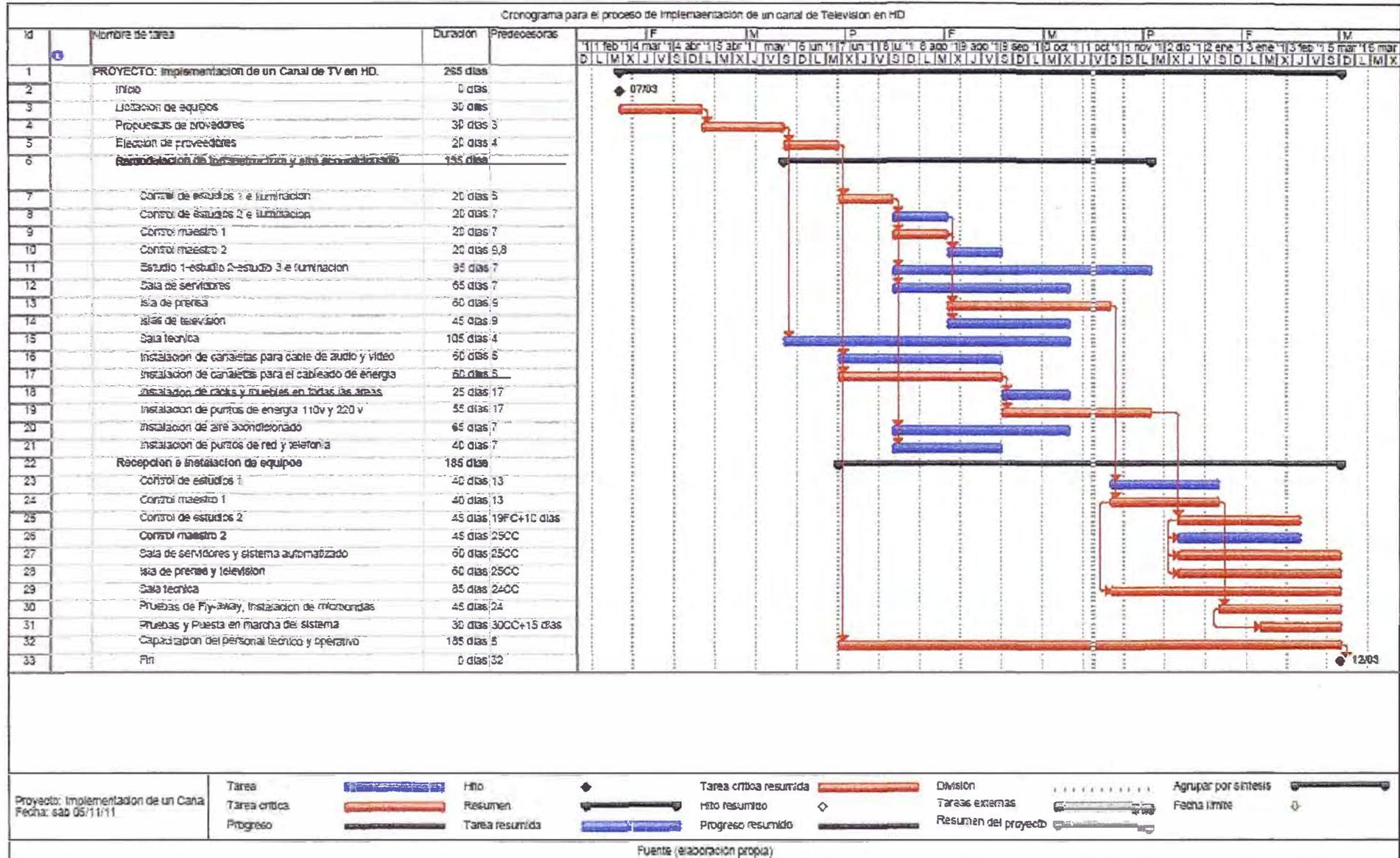
Distribuidores de video HD-SDI	60	1,413.72	84,823.20
Waveform HD/SD	01	68,750.00	68,750.00
Frame synchronizer	04	19,360.11	77,440.44
Procesador multiimagen (Multiwiever)	01	79,750.00	79,750.00
Selector de video	04	9,858.00	39,432.00
Convertor de audio análogo/digital	06	2,670.00	16,020.00
Convertor de audio digital/Análogo	05	2,670.00	13,350.00
Monitor de 52"	04	26,400.00	105,600.00
Monitor de 17"	06	9,625.00	57,750.00
Vectorscopio digital	01	68,750.00	68,750.00
Televisor LED con receptor ISDB-T de 32"	02	1,800.00	3,600.00
Monitoreo de audio SDI	01	5,500.00	5,500.00
Retardador de audio de dos canales	03	3,354.00	10,062.00
<b>Sala de servidores y sistema automatizado</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo total</b>
Servidor de emisión K2	01	179,575.00	179,575.00
Sistema automatizado-Producción 10 estaciones con	01	1,966,901.00	1,966,901.00
Servidor de almacenamiento, comerciales	01	179,575.00	179,575.00
sistema automatizado-Prensa 10 estaciones	01	1,400,000.00	1,400,000.00
Software de edición para prensa y producción	01	6,875.00	6,875.00
monitor de 17"	04	9,625.00	38,500.00
Reproductor DV,DVCAM,HDV	02	28,300.00	56,600.00
<b>Señales externas</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo total</b>
Sistema de transmisión satelital fly-away	01	556,737.00	556,737.00
Sistema portátil de microonda	02	297,000.00	594,000.00
Microonda digital HD-SDI con Rx remota	01	298,745.00	298,745.00
Analizador de espectros	01	10,000.00	10,000.00
Cámaras para prensa y producción	30	74,250.00	2,227,500.00
<b>Protección eléctrica</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo total</b>
UPS 15KW	01	27,500.00	27,500.00
UPS 60KW	01	55,000.00	55,000.00
Transformador de aislamiento 40KW	01	11,000.00	11,000.00
<b>Cables y conectores</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo total</b>
4200 mts de cable para video HD-SDI	01	23,246.00	23,246.00
1200 mts cable triaxial para cámara	01	22,161.00	22,161.00
Cable para audio	01	8,345.00	8,345.00
Conectores de video, audio y triaxial	01	22,504.00	22,504.00
<b>TOTAL SI.</b>			<b>13,033,810.39</b>

### 4.3 Estimación de tiempos para la implementación

Las consideraciones de tiempos para la implementación de este proyecto, se detalla en la tabla # 4, y en la tabla # 5 un diagrama de Gantt, teniendo en cuenta que las adquisiciones de este tipo de bienes demoran entre 3 a 6 meses. Para nuestro caso hemos considerado 6 meses el plazo máximo de entrega de equipos; y en ese lapso se remodelarán los ambientes, se instalarán los componentes y se capacitará al personal. Este cronograma está basado en el compromiso de los involucrados para cumplir los plazos establecidos en cada labor asignada. Los días considerados en el trabajo son días útiles de lunes a sábado 12 horas diarias, y este proceso se llevará a cabo en 265 días.



TABLA # 5 Cronograma para la implementación de un canal de televisión en HD. Fuente (elaboración propia)



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

1. El Broadcaster que adopte esta nueva ingeniería de la televisión y lleve a cabo el proyecto presentado en este informe de suficiencia será capaz de competir y de formar parte de los nuevos canales competitivos en el mundo.
2. La implementación y el desarrollo de la solución planteada brindarán experiencia necesaria y servirá como una muestra para los demás canales de televisión que quieran adoptar la tecnología digital.
3. Se pretende que en un futuro la televisora aproveche los distintos servicios que brinda la televisión digital además de la programación en alta definición, también medios interactivos que pueden ser utilizados como encuestadoras, conjuntamente con otros servicios. Todo esto es posible ya que se contaría con el medio necesario para distribuirlos y solo se requerirían nuevas aplicaciones para explotar al máximo esta tecnología para el beneficio de los usuarios.
4. La experiencia ha demostrado que el personal de producción que se pasa a esta nueva ingeniería, saca más partido profesional dentro de un universo de producción informatizado. Con la implementación de este proyecto obtendremos un entorno que requiere menos soporte técnico operativo, ya que el personal de producción podrá efectuar más tareas, ya que estarán formados en estos nuevos métodos y prácticas.

### Recomendaciones

1. En el contrato para la adquisición de los equipos se debe tener en cuenta la participación del personal del canal en la instalación de los mismos, supervisado por un encargado del proveedor para el correcto funcionamiento del sistema.
2. El sistema de protección para el sistema automatizado debe ser prioridad para los ingenieros encargados, no permitiendo la instalación ni la conexión de algún hardware y software ajeno al sistema.
3. La capacitación constante del personal técnico y operativo debe ser prioritario para que el trabajo en la nueva ingeniería de televisión se realice con toda seguridad y confianza.

ANEXO A  
DIAGRAMA DIGITAL HD-SDI

ANEXO B  
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS

Las especificaciones técnicas de los equipos se muestran en las tablas siguientes.

**Tabla B.1 Switcher de producción (Fuente: elaboración propia)**

REQUERIMIENTO	ESPECIFICACIÓN
Entradas de video	24 Entradas digitales en HD-SDI como mínimo, con opción de seleccionar a SD-SDI, todas con corrección de color YUV
Keyer's	04 DVE 04 Chroma Keyers, con corrección de color 04 Keys (Lineal o Luminancia)
Salidas de video	Salidas asignables; 4PGM y 2 PVW y 1 clean feed como mínimo
Procesamiento	4:2:2 10 bits
Panel	De 24 botones por M/E
Pilotos y sistemas de acciones	32 Salidas de GPI/Tally 8 entradas de GPI
Diversas Funciones	*Selección de tipo de transición, Key o Background *Ram Recorder con capacidad mejor ó igual que 150s en SD y 20s en HD asignables en 6 canales de grabación y/o reproducción. *Nemónicos de identificación de todas las entradas
Referencia	Entrada externa tri-level o Black Burst

**Tabla B.2 Switcher de control maestro (Fuente: Elaboración propia)**

REQUERIMIENTO	ESPECIFICACIÓN
Entradas de audio y video	Manejo y control de entradas de video HD/SD – SDI y audio digital embebido y análogo, estéreo desde enrutador de video y audio digital embebido
Panel de control	<ul style="list-style-type: none"> <li>La bancada debe tener 16 entradas de señal en el panel.</li> <li>Además podrán ser asignadas otras fuentes de señal a través del enrutador de audio y video</li> </ul>
Keys	4 Key cut, 4 Key fill, 1 DVE Como mínimo
Salidas de video	2 Programas, 2 Previos, 2 Clean Feed
Salidas de Audio	Digital embebido para programa, previo y clean feed.
Transiciones	Corte, mezcla, fade, audio follow video
Configuración	Protocolo de automatización compatible con el enrutador de audio y video con software de gestión con Visualización de Nemónicos y Tally
Referencia	Externa.

**Tabla B.3 Enrutador de audio y video (Fuente: Elaboración propia)**

REQUERIMIENTO	ESPECIFICACIÓN
Entradas /Salidas de Video	Video HD/SD-SDI 64 entradas/Salidas-SMPTE 259M expandible hasta 256 x256 SMPTE 292M.
Conector	BNC
Impedancia	75 Ohms
Perdida de retorno	>15dB; 20dB típico entre 10MHz a 1.5GHz
Ecualización de cable	Automática
Señal de salida	800mV +/- 10% con terminación a 75 ohm
Reclocking	Seleccionable : Automático o Manual
Entrada y Salida de monitoreo	Incluido
Entradas/Salida de Audio	Digital embebido.
Redundancia	Del módulo de control y de la fuente de poder
Control y conexión	Debe tener una comunicación con las entradas y salidas del control maestro.
Referencia de entrada	Tri-level o Black Burst

PANEL DE CONTROL ROUTER	
Interface	Compatible con el Router
Características	Panel de 8 Caracteres, Múltiples Destinos, Full control de entradas Control de Fijación, seguro y protección, Display de Menú Definición de categorías
Montaje	Para Rack 19 “
08 PANELES DE CONTROL	
Características	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pantalla para visualización de menú.</li> <li>• Permita la programación hacia múltiples destinos</li> <li>• Total control de entradas de audio y video</li> <li>• Control de fijación, seguro y protección</li> </ul>
Montaje	Para Rack de 19”.

**Tabla B.4** Procesador de multiimagen (Fuente Elaboración propia)

REQUERIMIENTO	ESPECIFICACION
Entradas video	En módulos de 4 entradas HD/SD –SDI, reconocimiento automático de la señal
Entradas de audio	Audio digital embebido
Salidas	DVI, VGA y HDMI
Cantidad de Canales	24
Manejo de fallas por módulo	Los módulos deben ser autónomos
Configuración en Pantalla del Monitor	Totalmente configurable por Software, con indicador de Tally

**Tabla B.5** Monitor LED de 52” (Fuente: Elaboración propia)

REQUERIMIENTO	ESPECIFICACION
Tamaño de Pantalla	52”
Relación de aspecto	16:9
Resolución	1920 x 1080 pixeles
Puertos	DVI, VGA y HDMI
Entradas	Video: HD/SD – SDI con audio embebido y digital
Montura en pared	Incluida
Angulo de visión	178 grados o mejor

**Tabla B.6** Monitor LED de 21” (Fuente: Elaboración propia)

REQUERIMIENTO	ESPECIFICACION
Tamaño de Pantalla	21”
Angulo de visión	178 grados o mejor
Entrada de video	HD-SDI (opción SD), audio embebido
Relación de Aspecto	Ajustable 4:3 y 16:9
Temperatura de color	Ajuste de temperatura de color alta/baja
Referencia	Interna y externa
Montura en racks	Incluida

**Tabla B.7** Distribuidores de video (Fuente: Elaboración propia)

REQUERIMIENTO	ESPECIFICACION
Entradas de Video	01 entrada de señal HD/SD-SDI (SMPTE 292-M/259-M) Conector tipo BNC, Impedancia 75 $\Omega$
Salidas de Video	08 salidas HD/SD-SDI, Nivel de 800 mVpp +/- 10%, BNC a 75 $\Omega$
Funciones adicionales	Selección manual entre HD y SD. Control y monitoreo vía SNMP. Ecuilización automática y manual.
Alimentación de energía	Suministrada por la fuente de la Bandeja.

**Tabla B.8 Módulos de bandeja para tarjetas (Fuente: Elaboración propia)**

REQUERIMIENTO	ESPECIFICACION
Tipo de Bandeja	Para Rack de 19", con doble Ranura para Fuentes de AC.
Ranuras para Tarjetas	10 ranuras para Tarjetas Modulares
Entradas /Salidas de video	Capacidad de anclar 10 paneles en la parte posterior, conectores BNC Hembra por tarjeta o módulo.
Interface de Red	Ethernet 100 Base T

**Tabla B.9 Convertidor de audio análogo a digital (Fuente: Elaboración propia)**

REQUERIMIENTO	ESPECIFICACIÓN
Entradas de audio	Audio análogo estéreo. Balanceadas
Salidas de audio	04 salidas de audio digital AES-3; AES/EBU (balanceado, desbalanceado); S/PDIF; TOSLINK óptico
Frecuencia de muestreo	32kHz, 44.1KHz, 48KHz y 96KHz
Ganancia de conversión	-12dB, -16dB, -20dB, -24dB

**Tabla B.10 Convertidor de audio digital a análogo (Fuente: Elaboración propia)**

REQUERIMIENTO	ESPECIFICACION
Entrada	04 salidas de audio digital AES-3; AES/EBU (balanceado, desbalanceado); S/PDIF; TOSLINK óptico.
Salida	Salida análoga estéreo balanceada
Frecuencia de muestreo	32kHz, 44.1kHz, 48kHz, 96kHz.
Resolución de conversión	24 bit
Ganancia de conversión	-12dB, -16dB, -20dB, -24dB.

**Tabla B.11 Cámaras para prensa y producción (Fuente: Elaboración propia)**

REQUERIMIENTO	ESPECIFICACION
<b>CAMARA</b>	
Dispositivo de Imagen	3CCD 2/3"
Lente	Incluido (montura tipo bayoneta)
Formatos de grabación	HD 1080 / 60i, 30p, 24p, 24pA HD 720 / 60p, 30p, 24p, 24pN (Nativo) SD 480 / 60i, 30p, 24p, 24pA (60Hz)
Tipo de muestreo en video	4:2:2
Frecuencia de Muestreo para Audio	48 Khz Repuesta en frecuencia: 20Hz a 20KHz
Filtros de Densidad	Neutral, 1/4, 1/16, 1/64
Ganancia	0, +3, +6, +9, +12, +18 Db
Video	HD
Sensibilidad	F10 @ 2000 Lux
Velocidad de Shutter	1/60 (OFF), 1/100, 1/120, 1/250, 1/500, 1/1000, 1/2000
Frame rate	Permitir grabación de cámara lenta y rápida
Micrófono Externo	Incluir Ambiental
Visor	1.5 pulgadas en B/W 3.5 pulgadas LCD
Modulo de Grabación	Incluir 4 ranuras
Unidad de Grabación	Memoria tipo tarjeta Tamaño mínimo de memoria 64GB
<b>ENTRADAS Y SALIDAS DE AUDIO Y VIDEO</b>	
Genlock	BNC x 1
Video Compuesto	BNC x 1 Salida
HD y SD - SDI	BNC x 1 Salida
Time code	BNC (x1 Entrada, x1 Salida)

Fire Wire	6-Pines
USB 2.0	4-Pines
Micrófono	XLRx2 (x1 Entrada)
Salida para Audífono	Stereo Mini Jack
Línea y /Micrófono	+48V y seleccionable

**Tabla B.12** Disco duro externo (Fuente: Elaboración propia)

REQUERIMIENTO	ESPECIFICACION
Audio	DVCPRO HD, DVCPRO 50, DV/DVCPRO
Video	DVCPRO HD, DVCPRO, DV
Disco Duro	Tamaño: 250GB, Cache: 8MB Formato del Disco: FAT32
Formato de Grabación	P2 MXF
Controles	Play, Pausa, Parada, Adelanto, Retroceso, Búsqueda hacia delante, Búsqueda hacia atrás, Grabación
Transferencia de Archivos	FireWire
Interface Visual	Pantalla LCD
Configuración	Portátil
Incluir	Batería y Cargador de Batería, montura para camcorder

**Tabla B.13** Luz portátil (Fuente: Elaboración propia)

REQUERIMIENTO	ESPECIFICACION
Tipo de Lámpara	LED
Requerimiento de Energía	12 V <sub>DC</sub>
Consumo	9 w

**Tabla B.14** Sistema de cámaras de estudio (Fuente: Elaboración propia)

REQUERIMIENTO	ESPECIFICACIÓN
Dispositivo de imagen	3 CCD de 2/3"
Sistema de Prisma	F1.4
Alimentación de energía	12 VDC
Elementos de Imagen efectivos	1920 x 1080
Relación de aspecto	16:9
Filtros	Para temperatura de color y densidad neutra
Montura del Lente	Bayoneta 2/3"
Sensibilidad	F10.0 a 2000 Lux
Selección de ganancia	Variable
Selección de velocidad Obturador	Variable, adecuado para Alta Definición, HD
Relación Señal a Ruido	55 dB ó mejor para señal de Alta Definición
Visor	HD, tamaño de pantalla 5" en B/W Facilidades de visualización de Tally y Marker.
Visor Ocular	HD, tamaño de pantalla 2" B/W
Entrada de Micrófono	Tipo XLR de 3 pines,
Lente	Incluido, HD, montura Bayoneta de 2/3", Zoom 20X Sin extensor
Salida de Prompter	Tipo BNC Compuesto 1.0 Vp-p, 75 Ohms
Salida de Retorno	Tipo BNC SDI-HD 0.8 Vp-p, 75 Ohms
Entrada de Referencia	Black Burst, Tri Level Sync
Accesorios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adaptador de Trípode,</li> <li>• Audífono con micrófono</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tarjetas extensoras para Cámara y CCU</li> <li>• Comandos de zoom y focus con pulsadores para programa PGM 1 y PGM2</li> </ul>
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Tabla B. 15** Unidad de control de cámaras –CCU (Fuente: Elaboración propia)

REQUERIMIENTO	ESPECIFICACIÓN
Entrada de video	Tipo BNC, HD-SDI 0.8 Vp-p, SD-SDI , CVS 1.0 Vp-p,
Entrada de Retorno	BNC, 02 CVS y HD-SDI 1.0 Vp-p, PGM 1 y PGM 2
Entrada de Prompter	Tipo BNC, CVS 1.0 Vp-p
Entrada de referencia	Tipo BNC, Black Burst y Tri-Level
Entrada de Tally	Estándar
Entradas y Salidas para comunicación	XLR de 5 pines o compatible
Salida de Video	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo BNC HD-SDI 0.8 Vp-p, 75Ω,</li> <li>• Tipo BNC SD-SDI 0.8 Vp-p, 75Ω</li> <li>• Monitoreo: Tipo BNC SDI-HD/SD 75Ω.</li> <li>• Tipo BNC Compuesto 1.0 Vpp, 75Ω, BNC</li> </ul>
Conector a cámara	Triax

**Tabla B.16** Control remoto para CCU-RCP (Fuente: Elaboración propia)

REQUERIMIENTO	ESPECIFICACIÓN
Alimentación	Suministrada por unidad control de cámara (CCU)
Cable de conexión	Compatible con el CCU
Controles	Selector de Ganancia, Selector de modo de salida Selector de Velocidad de obturación Ajuste de Iris (manual / automático) Balance de Blanco (manual / automático / predeterminado) Balance de Negro (manual / automático / predeterminado) Ajuste de pedestal, detalle, matriz
Opcional	Grabación de escenas

**Tabla B.17** Cable triax para cámara (Fuente: Elaboración propia)

REQUERIMIENTO	ESPECIFICACIÓN
Longitud	100 mts
Tipo de cable	Triax
Diámetro	3/8 de pulgada
Incluir	Conectores para Cámara y CCU

**Tabla B. 18** Receptor satelital tipo IRD (Fuente: Elaboración propia)

REQUERIMIENTO	ESPECIFICACIÓN
Sistema	DVB-S, DVB-S2
Tipo de compresión	MPEG-2 SD Y HD para ambos casos 4:2:2 Y 4:2:0. MPEG-4 AVC SD y HD para ambos casos 4:2:2 y 4:2:0
Tipo de modulación	QPSK, 8PSK, 16QAM, 32 APSK
Encriptamiento	BISS (1, E) y RAS
Alimentación LNB	Incluir
Rango de frecuencia de entrada	950-2150 MHz
Salidas de vídeo	CVS (NTSC), SD - SDI, HD-SDI conector tipo BNC
Salida de Audio	2 canales stereo, XLR, 20 Hz a 20 KHz +4 dBm / 600Ω y embebido

<b>Conexión Banda L</b>	02 Tipo F,
<b>FEC</b>	Todos los rangos de acuerdo a la modulación.
<b>Rango de Symbol Rate</b>	Hasta 50 Msym/s

**Tabla B.19** Analizador de espectro (Fuente: Elaboración propia)

REQUERIMIENTO	ESPECIFICACION
Rango de frecuencia	100 KHz - 3 GHz
Resolución de frecuencia	1Hz
Resolución de ancho de banda	100Hz a 1MHz
Precisión de amplitud	±1.0 dB
Piso de ruido	-135dBm
atenuador	0,10, 20 a 30dB; interno
display	8.4" LCD
Power Meter	Sensor externo
Impedancia de entrada	50 Ohm conector tipo N o BNC
Rango de nivel de entrada	- 80 dBm a +20 dBm (100mW) max
Detector	Sample, Max Min peak, RMS
Alimentación	Autovoltaje y con batería recargable.

**Tabla B.20** Monitor forma de onda-waveform (Fuente: Elaboración propia)

REQUERIMIENTO	ESPECIFICACION
Entradas de video	Video Digital HD/SD – SDI y CVS vía conector BNC
Referencia	Incluida
Monitor	Display LCD y Puerto para visualización en un monitor externo
Funciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Monitor de Forma de Onda</li> <li>Análisis de señales de video análogas (NTSC) y digitales (SDI-SD/HD)</li> <li>Funciones en modo horizontal 1H, 2H, 2F</li> <li>Funciones en modo vertical X1, X5 y Variable</li> <li>- Vectoroscopio</li> <li>Análisis de señales CVS (NTSC) y digitales (SDI-SD/HD)</li> <li>Control de Fase: 360 Grados de rotación, Ganancia Variable</li> <li>Modo medición fase SCH</li> <li>- Función de Pix monitor en Pantalla</li> <li>Visualización de video en pantalla</li> <li>- Entradas para monitoreo de audio análogo, digital embebido y AES/EBU</li> <li>Medición de niveles de audio, fase y correlación de fase</li> <li>- Capacidad para análisis de las siguientes funciones</li> <li>.Retardo de Audio-video</li> <li>. Medición de Jitter</li> <li>. Medición de Patrón de Ojo</li> <li>. Medidas de parámetros de cables.</li> <li>. Visualización simultanea de 2 señales</li> <li>. Monitoreo de señal de Closed Caption (CEA608 y CEA 708)</li> <li>. Monitoreo del Gamut de video.</li> <li>- Puerto USB, para captura de datos e imágenes a una memoria externa</li> </ul>

**Tabla B.21** Videograbadora (Fuente: Elaboración propia)

REQUERIMIENTO	ESPECIFICACION
Sistema	NTSC
Formato de Grabación	HDD o Disco Duro, compatible con DV
Tiempo mínimo de grabación	12 Horas
Formato de la Señal de	32 KHz / 12-Bit en Modo de 4 Canales

Audio	48 KHz / 16-Bit en Modo de 2 Canales
Respuesta en Frecuencia	20 Hz a 14.5 KHz en Modo de 4 Canales 20 Hz a 20kHz en Modo de 2 Canales
Conectores de Entrada y Salida	Video SDI: BNC (x1 Entrada, 1 Salida) FireWire : 6-Pines (x1 Entrada/Salida) Video Análogo Componente: 3-BNC (x1 Entrada, 1 Salida) Video Compuesto: BNC (x1 Entrada, 1 Salida) Audio Análogo Balanceado: XLR (x2 Entradas, 2 Salidas) Audio de Monitor: RCA (x1 Salida) Código de Tiempo: BNC (x1 Entrada, 1 Salida) Audífono: 1/4" (x1 Salida) Network: 10/100 Base-T Ethernet, RJ-45 (x1)
Características	Tamaño: ancho máximo de 9" (Portátil) Indicador de Recorrido de grabación y/o reproducción

**Tabla B.22** Patch panel de video (Fuente: Elaboración propia)

REQUERIMIENTO	ESPECIFICACION
Número de conexiones	32x2 para señal de video Serial Digital SDI-SD/HD
Conectores delanteros	Tipo jacks
Montura	Para Rack 19 pulgadas (2 filas de conectores), con 15 patch cord
Instalación	Incluida
Manuales	De Operación y Servicio

**Tabla B.23** Frame synchronizer (Fuente: Elaboración propia)

REQUERIMIENTO	ESPECIFICACION
Entradas de Video	Digital HD/SD - SDI 75Ω, BNC (con loopthrough activo)
Salidas de Video	Digital HD/SD-SDI.- 75Ω, BNC
Entrada de Sincronismo	Black burst: 75Ω con loopthrough, tri-level BNC
Procesamiento interno	4:2:2 componente
Frecuencia de muestreo	Compatible con sistema de video SD/HD-SDI
Rango de error	2 campos (se previene inversión de campos)
Cuantización	De 10 bits ó mejor.

**Tabla B.24** Generador de caracteres (Fuente: Elaboración propia)

REQUERIMIENTO	ESPECIFICACIONES
Número de canales	Dos
Entrada Video por canal	SD - SDI en 4:3 o 16:9, NTSC o HD – SDI 1080i/60, 1080i/59.94, 1080i/50, 720p/60, 720p/59.94
VIDEO y KEY I/O	SD -SMPTE 259 HD-SMPTE 292M
AUDIO I/O	Digital AES/EBU o embebido
Referencia	SD: Black burst HD: Black burst con 1080i/720p o Tri level sync
Procesamiento	10 Bits con muestreo en 4:2:2
Entrada de Sincronismo	Video compuesto, Black burst, 1.0 Vp-p, 75Ω, BNC.
Interface de Comunicación	1000 BaseT Ethernet,RS-232,USB 2.0
Compatibilidad	Con protocolos de automatización con el sistema de emisión de prensa
Unidad Central	Procesador de doble núcleo de 3.2Ghz o superior RAM 2GB o mejor Disco de sistema redundante Multigrabador DVD Almacenamiento interno de 300GB o superior Monitor 19" LCD Teclado y Mouse
Sistema operativo	Sistema operativo de 32 bits

Downstream keyer	SD y HD 10 bits video Key con 1 frame delay en formatos entrelazados y dos en progresivos.
Herramientas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Automatizable</li> <li>• Integración a la interfase de emisión de noticias</li> <li>• Herramientas para manejar inserción de varios logos</li> <li>• Opción de grabar, reproducir e importar clips y animaciones</li> <li>• Opción de insertar still, texto en plantillas</li> <li>• Opción de agregar efectos 2D a los títulos</li> <li>• Manejo de atributos de caracteres.</li> <li>• Combinación y generación de fondos</li> <li>• Crawl, Roll, fade in, fade out, animación.</li> <li>• Importación/exportación de gráficos desde otros programas.</li> </ul>

**Tabla B.25** Generador de señal de prueba para video (Fuente: Elaboración propia)

REQUERIMIENTO	ESPECIFICACION
DIGITAL	SD/HD-SDI
Conector de Salida de Video	BNC
Señales generadas	100%, 75% y SMPTE Barras de color, Linealidad, Multiburst, Señal de barrido, Monitor, Timing
Standards	ITU-R BT 601, 656, EBU Tech 3267, SMPTE 125M, 244M, 259M, 272M, RP165, RP178 y otros.
Bit Rate	143 Mb/s, 270 Mb/s para HD.
Resolución	8-bit a 10-bit.
Impedancia de salida	75 ohm
Amplitud de salida	800 mVp-p $\pm$ 10%.
Overshoot	$\leq$ 10%.
Perdida de Retorno	>15 dB, 5 - 270 MHz.
Muestreo de frecuencia	48 KHz.
Codificación Digital	20-bit ó 24-bit.
Alineamiento de señal	Async. Y Sync. (no frame number), Synchronous (frame number)
Nivel	- 60 to 0 dBFS, 1 dB steps.

**Tabla B.26** Osciloscopio (Fuente: Elaboración propia)

REQUERIMIENTO	ESPECIFICACIÓN
Ancho de Banda	350 MHZ
Nº de Canales	4 canales
Sensibilidad vertical (/div)	1mV/div a 10V/div
Voltaje máximo de entrada (1M $\Omega$ )	250 V(RMS)
Acopladores de Entrada	CA, CC, Tierra
Impedancia de entrada	1 M $\Omega$ , 50 $\Omega$
Rango de la base de tiempos	1 ns a 1,000 s
Velocidad de muestreo	2.5GS/s
Pantalla	LCD color
Puntas de Prueba	04
Puerto USB	Para captura de imágenes de pantalla en memoria externa

**Tabla B.27** Monitor forma de onda (Fuente: Elaboración propia)

REQUERIMIENTO	ESPECIFICACIÓN
Sistema	NTSC
Entradas de video	- 02 entradas Video Digital SDI-SD/HD, vía conector BNC con looptrough
Referencia	Genlock, conector BNC hembra
Monitor	Display LCD

Funciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Monitor de Forma de Onda</li> <li>Análisis de señales de video digitales (SDI-SD/HD)</li> <li>Funciones en modo horizontal 1H, 2H, 2F</li> <li>Funciones en modo vertical X1, X5 y Variable</li> <li>- Vectoroscopio</li> <li>Análisis de señales de video digitales (SDI-SD/HD)</li> <li>Control de Fase: 360 Grados de rotación</li> <li>Ganancia Variable</li> <li>Modo medición fase SCH</li> <li>- Función de Pix monitor en Pantalla, <b>Visualización de video en pantalla</b></li> <li>- Entrada para monitoreo de audio digital (embebido y externo AES/EBU)</li> <li>Medición de niveles de audio y fase</li> <li>- Capacidad para monitoreo del Gamut de video</li> <li>- Puerto USB, para captura de datos e imágenes a una memoria externa</li> </ul>
-----------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Tabla B. 28** Generador de sincronismo digital (Fuente: Elaboración propia)

REQUERIMIENTO	ESPECIFICACION
Salidas	Black burst NTSC y Tri-Level Sync
Medidas	De 19" para Rack
Formatos	Análogo NTSC y que incluya los digitales 720P,1080i y 1080p

**Tabla B.29** Sistema de intercomunicación (Fuente: Elaboración propia)

CANT	DESCRIPCION
01	<b>Matriz digital para comunicación + software</b>
06	Estación Base de 16 canales mínimo, con micrófono cuello de ganso
10	Estación Base de 02 canales mínimo
07	Estación Portátil BeltPack
07	Audífonos con micrófono para Belt Pack
05	Talentos receptor
05	Audífonos para Talentos
02	Fuente de alimentación para comunicación estación portátil de 4 canales
06	Interfaces para comunicación de 4 hilos a 2 hilos

**Tabla B.30** Sistema de edición no lineal para televisión (Fuente: Elaboración propia)

CANT	DESCRIPCION
04	Estaciones de Edición para Noticias
06	Estaciones de Edición y Postproducción HD/SD-SDI
10	Estaciones de redacción para Noticias

**Tabla B.31** Servidor de video para noticias (Fuente: Elaboración propia)

	CANT	DESCRIPCION
		Servidor de Video con 10 estaciones (Sistemas de automatización)
	01	Sistema de automatización para Producción con transferencia de contenidos al sistema de archivo digital con almacenamiento compartido y cableado estructurado
	01	Sistema de automatización para Noticias con interface de emisión, generador de caracteres e implementación de archivo digital escalable

**Tabla B.31** Fly-away (Fuente: Elaboración propia)

REQUERIMIENTO	ESPECIFICACION
	ANTENA
Banda de Frecuencia	Ku

Tipo de Antena	Offset, desarmable o plegable, en pétalos
Apertura	Menor a 2°
Polarización	Lineal con alimentador para polarización cruzada V / H (una para un puerto de transmisión y la otra para recepción) con unidad de control y rotor para compensación de polarización
Ganancia de TX a mitad de banda	43 dBi Típico
Ganancia de RX a mitad de banda	41 dBi Típico
BW de TX	14.00 a 14.50 GHz Mínimo
BW de RX	10.95 a 12.75 GHz Mínimo
Crosspol rejection	Mayor a 35 dB
Diámetro de la antena	1.20 metros o menor
Alineamiento	Elevación / Azimut, brújula e inclinómetro incluidos en el soporte
Soporte	Regulable para superficies desniveladas
Analizador de espectro	Para banda L, voltaje de operación de 90 a 260 V y batería 2 hrs.
Receptor - Decodificador	Incluido en el sistema
<b>ENCODER Y MODULADOR INTEGRADO</b>	
Modo de compresión	MPEG 4
Entradas	Video: SDI – SD, SDI-HD y Análogo Audio: Digital embebido y Análogo Balanceado
Salida FI	BNC
Procesamiento	MPEG 4 AVC Main and High Profiles CBR, VBR Full GOPI
Transmisión	DVB-S2 y DVB-S
Frecuencia Intermedia FI	70 MHz o 140 MHz switchable
Data Rate	Mínimo 100 Mbit/seg
Control	Frontal o vía PC (local remota o Web browser)
Tipo de Transmisión	SCPC
Tipo de Modulación	QPSK, 8PSK y 16 QAM – DVB Compliant
FEC	1/2, 2/3, 3/4, 4/6 y 7/8
Encriptación	Capacidad de encriptación, modo BISS compatible con el IRD
Videos Soportados	Análogo compuesto 1 Vpp NTSC, SDI – SD, SDI – HD, SDI con audio embebido
<b>UP CONVERTER</b>	
Up Converter	Integrada o separada del HPA, con puertos de monitoreo en IF y banda L
<b>HPA</b>	
Tipo	TWT
Potencia	350W ó mejor
Espurias	Cumpla con los estándares internacionales (UIT)
<b>OTROS</b>	
Estructura de muestreo	4:2:0 en el codificador
Unidad de control	Puerto RS485 / RS232 o TCP/IP
Temperatura	-20 °C a 40 °C
Voltaje de Operación	Autovoltaje 100 a 250 Vac 50/60 Hz
Maletas de transporte	Metálicas y que deban cumplir con las normas para transporte de equipaje aéreo, cerrojo de seguridad y protección de pétalos de antena.
Cables de interconexión	Incluidos para todos los equipos del sistema

**Tabla B.32** Encoder-modulador (Fuente: Elaboración propia)

<b>REQUERIMIENTO</b>	<b>ESPECIFICACION</b>
<b>Modos de compresión</b>	MPEG-4 4:2:0, 4:2:2
<b>Entradas</b>	Video: HD/SD - SDI y Análogo Audio: Digital embebido y Análogo Balanceado
<b>Salida FI</b>	BNC

<b>Procesamiento</b>	MPEG-4 AVC Main and High Profiles, CBR, VBR, Full GOP1
<b>Transmisión</b>	DVB-S2 y DVB-S
<b>Frecuencia Intermedia FI</b>	De 70 Mhz o 140 Mhz switchable
<b>Data Rate</b>	Mínimo 100 Mbit/s
<b>Control</b>	Frontal ó Vía PC (local remota ó Web browser)
<b>Tipo de Transmisión</b>	SCPC
<b>Tipo de Modulación</b>	QPSK, 8PSK y 16 QAM – DVB Compliant
<b>FEC</b>	1/2, 2/3, 3/4, 4/6 y 7/8
<b>Encriptación</b>	Capacidad de encriptación, modo BISS compatible con el IRD
<b>Videos Soportados</b>	Análogo compuesto 1 Vpp NTSC, SDI – SD, SDI – HD, SDI con audio embebido

**Tabla B.33** Enlace de microondas digital (Fuente: Elaboración propia)

REQUERIMIENTO	ESPECIFICACIÓN
Tipo	Portátil transmisor-receptor
Rango de frecuencia	6.9 Ghz a 7.55GHz, con selector de frecuencias.
Tipo de Antena	Parabólica de 0.60 metros (2 pies)
Polarización	Circular (Con conexión para Polarización derecha e izquierda)
Potencia	2 W mínimo
Tipo de Modulación	Seleccionable entre QAM, QPSK
Filtro de FI	Conmutable
Puerto de comunicación	RS-232, SNMP.
Voltaje de trabajo	Entrada de voltaje DC +11 a +36 VDC.
Conector de salida RF	Tipo “N” y que se adapte con el conector del alimentador de la antena parabólica.
Alineamiento	Elevación / Azimut
Trípode	Semi-pesado con adaptador para montaje del transmisor
Características del modulador	Entrada SDI-SD/HD; Profile@main level (4:2:2 y 4:2:0); COFDM (QPSK, 16QAM, 64QAM); Compatible con DVB-T, Ancho de banda seleccionable (6, 7 y 8 MHz), Intervalo de Guardia, Generador de barras, FEC (1/2,2/3,3/4,5/6,7/8) seleccionable predeterminedada. Entradas de audio digitales configurables. Opciones adicionales de encriptado (BISS -1 y BISS-E). Software compatible con sistemas operativos comerciales.
RECEPTOR	ESPECIFICACIÓN
Tipo	Portátil
Banda de Frecuencia	6.9 GHz. a 7.55 GHz, con selector de frecuencias.
Tipo de Antena	Parabólica de 0.60 metros (2 pies)
Polarización	Circular (Con conexión para Polarización derecha e izquierda)
Nivel de RF de entrada	De –95 dBm a –25 dBm
Indicadores frontales	Encendido (ON/OFF), Transmisión (ON/OFF) mínimo
Puerto de comunicación	RS-232 mínimo
Voltaje de trabajo	Entrada de voltaje DC +11 a +36 VDC.
Conector de entrada RF	Tipo “N” y que se adapte con el conector del alimentador de la antena parabólica
Alineamiento	Elevación / Azimut
Trípode	Semi-pesado con adaptador para montaje del receptor
Características del Demodulador	Salida SDI-SD/HD; Profile@main level (4:2:2 y 4:2:0); COFDM (QPSK, 16QAM, 64QAM); Compatible con DVB-T, Ancho de banda seleccionable de (6, 7 y 8 MHz), FEC (1/2,2/3,3/4,5/6,7/8) Opciones adicionales de desencriptado (BISS -1 y BISS-E). Software compatible con sistemas operativos comerciales, Este debe estar controlado con un sistema remoto con Azimut +180°/-180° y elevación de -45° a 45° a una distancia de 100 mts.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] José Simoneta "Televisión Digital Avanzada". Primera edición, 2002.
- [2] Walter Fischer "Digital Video and Audio Broadcasting Technology" Segunda edición editorial Springer-Alemania 2009.
- [3] The leader in HDTV & IPVT Broadcast pages Evertz.
- [4] <http://sonypro-latin.com/corporate/PSLA/home.html>
- [5] <http://pro.jvc.com>
- [6] <http://www.panasonic.com>
- [7] [http://www.grassvalley.com/products/cameras/family\\_hd/](http://www.grassvalley.com/products/cameras/family_hd/)
- [8] [http://www.grassvalley.com/products\\_broadcast/](http://www.grassvalley.com/products_broadcast/)
- [9] <http://www.shure.com>
- [10] <http://www.yamaha.com>
- [11] <http://www.canare.com>
- [12] <http://www.leitch.com>
- [13] <http://www.pinnacle.com>
- [14] Video Broadcast representante de Panasonic y otras marcas en el Perú.
- [15] TELVICOM representante de Sony y otras marcas en el Perú.
- [16] ITU-R "Unión Internacional de telecomunicaciones)
- [17] [Http://www.albalaing.com/ficheros/productos/manual\\_esp/htg3000man\\_v1.1.pdf](Http://www.albalaing.com/ficheros/productos/manual_esp/htg3000man_v1.1.pdf)
- [18] <Http://www.tri-sysdesigns.com/Articles/TimingisEverything.html>