

CONCEPTOS SOBRE INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE UN CANAL DE TELEVISIÓN Y SU APLICACIÓN AL DISEÑO

CONCEPTS FOR A TELEVISION CHANNEL'S TECHNOLOGICAL INFRASTRUCTURE AND
ITS APPLICATION TO THE DESIGN

Leonardo Andrés Carvajal Álvarez

Artículo reflexión original

Resumen

El presente artículo establece los conceptos generales acerca de la infraestructura tecnológica de un canal de televisión de emisión abierta radio propagada o virtual a través de red de datos, tomando como referencia configuraciones estándar y normas aceptadas en la industria para implementación de sistemas de audio y video que hacen posible definir, diseñar, implementar, operar y mantener dicha infraestructura. Mediante el estudio inicial en el área tecnológica, adelantado dentro del proyecto de investigación del Canal Virtual de la Universidad Libre Seccional Cali ó ULCV (Universidad Libre Canal Virtual), complementado con el trabajo práctico y la experiencia acumulada en el área, se logra como uno de los primeros resultados hacer una propuesta referente a los aspectos que se deben considerar para el diseño de un canal de televisión, los cuales corresponden a los pasos para definir las características de un centro de producción, los criterios de módulos de producción y las tendencias para configuración de dichos módulos. De igual manera, se establece una propuesta completa de

diseño de infraestructura tecnológica para ULCV como resultado del proceso de investigación en el área de ingeniería y de aplicar los conocimientos, los pasos de diseño y los criterios y tendencias definidos y explicados aquí. Como complemento, se describen algunas generalidades que son las bases del trabajo de diseño del centro de producción de ULCV, así como los principales fundamentos de los sistemas de televisión bajo la norma NTSC (National Television System Committee) incluyendo los conceptos más actuales como la digitalización y la transmisión de video digital, entre otros.

Abstract

This article establishes the general concepts for the technological infrastructure of a television channel with open broadcasting or virtual transmission through data networks using standard industry configurations and accepted regulations as a reference point to implement audio and video systems that make it possible to define, design, implement, operate and maintain said infrastructure. One of the first results that

Fecha de recepción: 06 - 03 - 2009

Fecha de aceptación: 12 - 05 - 2009

was obtained was the making of the proposal for the aspects to be considered in the design of a television channel. These correspond to the steps to determine production centers characteristics, the criteria for production modules and configuration trends for the modules. This outcome was reached through the initial study into the technological field for the Universidad Libre Virtual channel or ULCV (Universidad Libre Canal Virtual) research project complemented with practical work and accumulated experience in the field. Additionally, a complete proposal was made for the ULCV technological infrastructure design as a result of the research process into the engineering field. It included the application of knowledge, the design steps and the criteria and trends set forth and explained here. As a complement to the aforementioned, some generalities are described and these are the base for the work on the ULCV production center design as well as the fundamental principals for television systems under NTSC (National Television System Committee) standards including the latest concepts such as digitalization and digital video transmission etc.

Palabras clave

Canal de televisión, televisión virtual, canal virtual, producción de televisión, diseño e infraestructura tecnológica de canal de televisión, registro, edición y procesamiento de señales, estudio de grabación, módulos de producción de televisión, fundamentos de televisión, estándares de televisión, señal de video, emisión y transmisión de televisión, transmisión de video por redes de datos (video streaming).

Keywords

Television channel, virtual television, virtual channel, television production, television channel design and technological infrastructure, registration, signal edition and processing, taping studio, television production modules, television fundamentals, television standards, video signal, television broadcasting, video transmission through data networks (video streaming).

Mediante el estudio inicial en el área tecnológica, se logra como uno de los primeros resultados hacer una propuesta referente a los aspectos que se deben considerar para el diseño de un canal de televisión.

Introducción

A propósito del proyecto de investigación denominado “Mejoramiento de la infraestructura científica y tecnológica para la investigación básica y aplicada” que se viene adelantando por parte del Grupo de Investigación Sinergia Uno y su línea de investigación en Educación Virtual, bajo la coordinación del Centro de Investigaciones del Programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Libre Seccional Cali, se está llevando a cabo desde el mes de julio de 2007 el proyecto para

implementar y poner en operación un Canal Virtual con el fin de dotar a la comunidad universitaria de un medio de comunicación útil para la divulgación y la gestión del conocimiento. Este proyecto, denominado Universidad Libre Canal Virtual o ULCV, ha definido hasta el momento dos semilleros de investigación a saber: Producción Audiovisual o PRAVUL encargado de lo referente a la realización de los programas y sus contenidos, y Tecnología para Comunicación Audiovisual o TECAVUL encargado del área de tecnología del Canal Virtual.

Para TECAVUL, uno de sus objetivos principales es formar a sus miembros en:

- Producción técnica de medios audiovisuales (Diseño de módulos de registro, edición, procesamiento de señales y emisión, y configuración y conectividad de equipos y sistemas).
- Diseño, implementación y manejo técnico de estudios de grabación, centros de producción y emisión (Masters), salas de edición lineal y no lineal, sistemas de emisión (difusión radiopropagada o broadcast y difusión por Internet e intranet).
- Asistencia y soporte técnicos para la grabación, edición y emisión de programas (Asistencia y soporte brindados al semillero PRAVUL para la correcta realización de producciones audiovisuales de ULCV).

Para adelantar las tareas mencionadas, es importante fundamentar y conceptualizar la labor técnica a desarrollar especialmente en lo que corresponde a los diseños de infraestructura tecnológica. En este sentido, tales diseños orientados a la producción y transmisión de la señal de televisión comprenden la configuración y la interconexión de los equipos de audio y video a emplear, para lo cual es clave tener en cuenta las configuraciones estándar propuestas por las casas matrices de dichos equipos con las cuales se pueden construir sistemas completos para estaciones de televisión. Estos diseños o sistemas de referencia, emplean equipos que trabajan en forma específica bajo la norma adoptada por cada país, dentro de las opciones posibles en la industria. En el caso de Colombia, la norma corresponde a la del Comité del Sistema de Televisión Nacional de Estados Unidos o NTSC (*National Television System Committee*).

Los fundamentos teórico-prácticos sobre la televisión, en la norma de interés, son la base principal sobre la cual descansan los diseños de estos sistemas[1]. En particular, se toman como referencia conceptos de interconexión de equipos según sean las funciones a cumplir en conjunto. Las configuraciones que se desprenden de los estándares

y su planteamiento conceptual son de características modulares (conformación flexible e interrelacionadas) por lo cual se pueden considerar como módulos.

En este orden de ideas y como una de las bases de las labores a ejecutar en la parte tecnológica del proyecto ULCV con apoyo del semillero TECAVUL, a través de la investigación cualitativa inicial realizada y considerando experiencias anteriores en la práctica profesional de sus miembros, se presentan a continuación algunos conceptos a tener en cuenta para definir, diseñar, implementar, operar y mantener la infraestructura tecnológica (equipamiento, configuraciones, conectividad y sistemas audiovisuales) de un canal de televisión, bien sea para emisión radiopropagada o de broadcast (canal abierto) o para emisión por Internet o intranet (canal virtual). De esta manera se puede conceptualizar y comprender lo que significa, representa y atiende la mencionada infraestructura tecnológica para aplicaciones audiovisuales en general.

Vale la pena mencionar que todas las temáticas que se abordan aquí ameritan un estudio más detallado y amplio, por ello, no se pretende por ahora profundizar en los aspectos de ingeniería relacionados con cada uno de ellos, aspectos en los cuales el semillero TECAVUL ha realizado un trabajo serio a nivel de consultas, sino establecer los referentes generales sobre los que se basa la infraestructura tecnológica de un canal de televisión abierto o virtual, que corresponde sin duda alguna al punto de partida para su desarrollo desde la perspectiva del área de ingeniería, que apoya la realización de productos audiovisuales[2].

Aspectos a tener en cuenta para el diseño de un canal de televisión

PASOS PARA DEFINIR LAS CARACTERÍSTICAS DE UN CENTRO DE PRODUCCIÓN DE TELEVISIÓN

Para diseñar, implementar, operar y mantener la infraestructura tecnológica de audio y video de un Centro de Producción de Televisión se deben tener en

cuenta unos pasos iniciales a seguir cuyo fin es definir sus características. Estos pasos han de ser en su orden, por sugerencia:

Paso 1

Definición inicial del sistema, lo que tiene que ver con la determinación de los requerimientos de producción (capacidad, calidad de operación, tiempo de operación diaria, funciones a cumplir y formato de trabajo).

Paso 2

Definición de las posibilidades técnicas y operativas (formas de operación y manejo, personal, interoperatividad y compatibilidad de equipos).

Paso 3

Definición de una configuración por módulos, que cumplan objetivos concretos de trabajo.

Paso 4

Realización del diseño y ejecución del proyecto.

Esta primera parte se constituye en prioritaria y básica para dar comienzo a un proyecto de desarrollo tecnológico de este tipo. Es con el cumplimiento de este conjunto de pasos que se puede dimensionar dicho proyecto y su alcance de una manera clara.

El proceso anterior debe quedar muy bien documentado y ser fruto de la propuesta concreta de objetivos alcanzables con el canal y la indagación amplia que se debe hacer sobre su finalidad misma, su implementación como medio de comunicación, su desarrollo, sustentabilidad y sostenibilidad, tal cual como cualquier proyecto para el que se debe hacer su formulación y evaluación de viabilidad técnica, financiera, económica, social y ambiental[3][4]. Lo anterior permite la toma de decisiones sobre su ejecución.

Llevar a cabo esta primera parte no es realmente una tarea sencilla, más aún cuando se trata de generar un factor diferenciador en un proyecto de esta magnitud respecto a los proyectos típicos de este tipo se desarrollan en el sector privado, público, académico y empresarial. En este proyecto el principal factor diferenciador es, entre otros, la tendencia a ser un medio de comunicación eficaz de los procesos y resultados de la investigación

y la gestión del conocimiento que desde la Universidad Libre se promueven.

Teniendo los resultados de los pasos anteriormente planteados, estando bien analizados y documentados, teniendo el conocimiento de los fundamentos y aspectos de ingeniería de televisión profesional, y conociendo hacia dónde se quiere orientar el canal, se puede entrar a aplicar lo que se denomina criterio de módulos de producción de televisión, clave para dimensionar y enfocar el trabajo tanto tecnológico como de producción audiovisual.

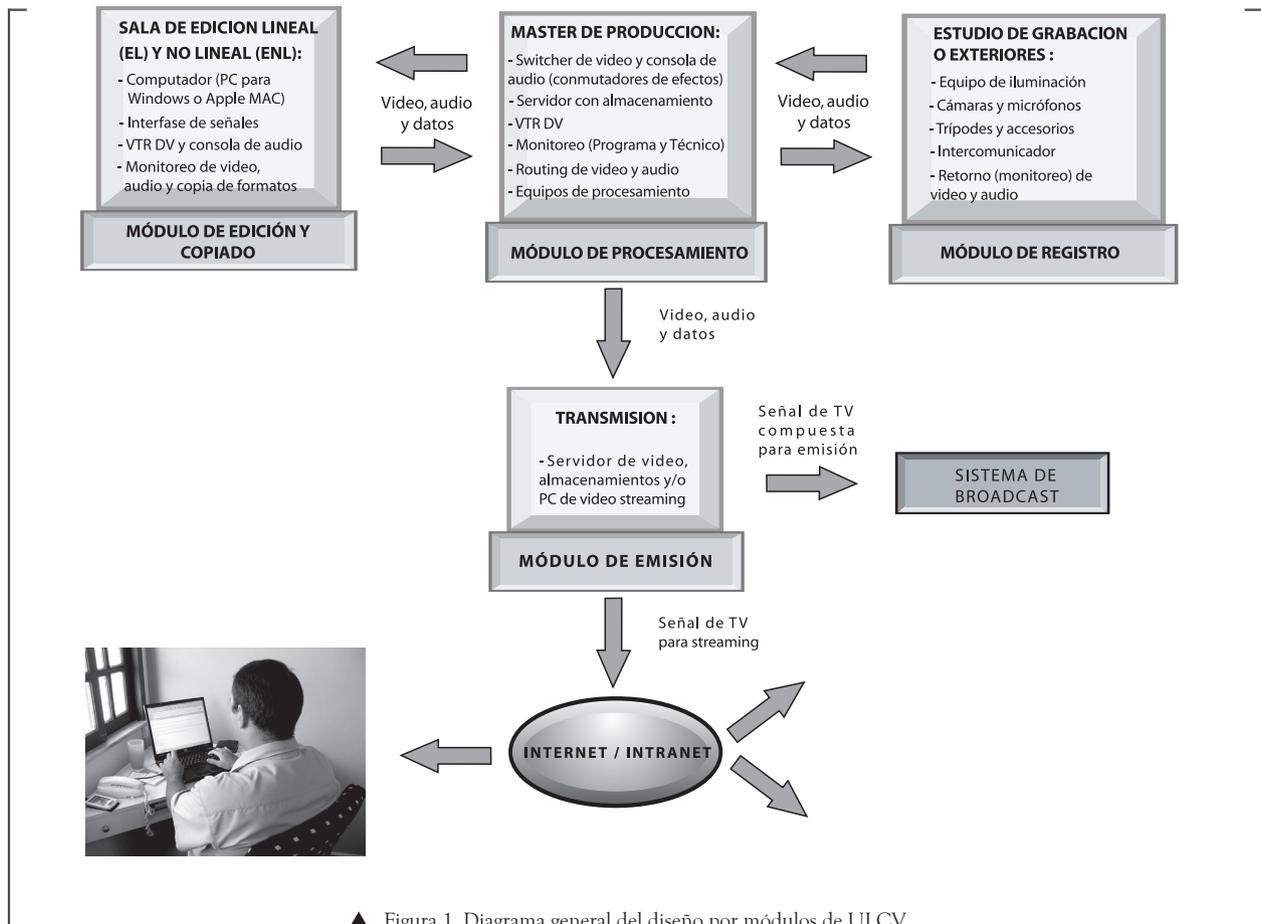
CRITERIO DE MÓDULOS DE PRODUCCIÓN DE TELEVISIÓN

La producción de programas de televisión tiene diferentes fases a saber: Registro, edición y copiado, procesamiento y difusión-aplicación. Para poder implementar estas fases se requieren equipos y sistemas que se puedan repetir de una a otra fase. Así, luego de tener los resultados de las características definidas con la aplicación de los pasos anteriormente descritos, se continúa con la agrupación de equipos por fases y, de esta manera, llegar a la aplicación del más importante criterio: La configuración por módulos. Para ser precisos, un módulo es básicamente un instrumento que define un sistema de video y audio.

Ahora, los sistemas instalados deben ser en algunos casos multitarea, o sea, que puedan desarrollar más de una fase, e incluso simultáneas. La Figura 1 presenta el diagrama general de la configuración por módulos que hace parte del diseño de ULCV propuesto dentro del proyecto de investigación. Los módulos se denominan: Módulo de Registro o MR, Módulo de Edición y Copiado o MEC, Módulo de Procesamiento o MP y Módulo de Emisión o ME, este último también llamado Módulo de Difusión o MD[5].

Módulo de Registro (MR)

Con éste se obtienen las imágenes y el sonido necesarios para la realización de un programa. Cuando se trabaja en un estudio de grabación, se registran imágenes directamente por cámaras y sonidos a través de



▲ Figura 1. Diagrama general del diseño por módulos de ULCV.

micrófonos, y se combinan en forma secuencial gracias al trabajo de los sistemas de producción que son operados por personal capacitado (Por ejemplo, un director de cámaras y un operador de audio, respectivamente)[6][7][8] quien imprime el ritmo al registro de video y audio y por consiguiente al programa en directo o a los registros que se graban para luego ser manipulados. Ambas formas incluyen inserción de textos e imágenes mediante *generador de caracteres* o equipos especiales.

Cuando se trabaja en exteriores y se va a realizar una producción o emisión en directo (con Unidad móvil o puesto fijo), bajo la concepción anterior de producción, el conjunto de equipos empleados debe contar con la característica de ser fáciles de transportar. En este caso, se deben cubrir los problemas de transmisión de señales

hasta el centro de emisión, generalmente mediante un enlace de microondas, un enlace satelital, un enlace cableado bien sea en banda base o con modulación, una red de datos, o incluso nuevas tecnologías que se tuviesen disponibles en un momento dado como, por ejemplo, Comunicación por la Línea de Potencia o PLC (*Power Line Communication*).

Cuando sólo es captura de imágenes para producción o emisión posterior, éstas pueden almacenarse en cinta magnética o disco digital (DVD) mediante el uso de una cámara con una "cassetera" de grabación, uno o varios micrófonos y accesorios como equipos de iluminación y trípodes, entre otros, teniendo así un Módulo Simple de Registros Portátil o MSRP, que es el caso concreto de la reportería para programas como noticieros y documentales. Alternativamente se puede guardar la señal compuesta por audio y video en un sistema de

almacenamiento masivo con uno o varios discos duros. La Figura 2 ilustra el proceso de registro para televisión de imágenes y sonido en un estudio de grabación o en exteriores.

El registro de imágenes en un estudio implica contar con equipo completo de iluminación y que el registro del sonido sea para condiciones acústicas adecuadas y pleno aislamiento de fuentes de ruido externo. Así mismo, es necesario un sistema de aire acondicionado para refrigerar los equipos y generar un ambiente fresco para las personas que intervienen, logrando la temperatura adecuada para el lugar (debido al calor que generan los equipos de iluminación por su funcionamiento sumado al de los demás equipos utilizados).

Módulo de Edición y Copiado (MEC)

Antiguamente no existía la tecnología que permitiera almacenar la información visual y auditiva de los registros y las producciones de televisión, por lo tanto las imágenes y los sonidos debían ser transmitidos inmediatamente, pero gracias a la videocinta, y ahora al disco duro y al DVD, se pueden conservar electrónicamente para una transmisión posterior, desarrollándose a partir de este aspecto el concepto de edición o montaje. En televisión, edición es poner los registros almacenados en una ó más cintas (en discos duros o en DVD) en el orden previsto para un programa. La configuración del conjunto de equipos que permiten hacer dicha tarea es llamada Módulo de Edición y Copiado o MEC.

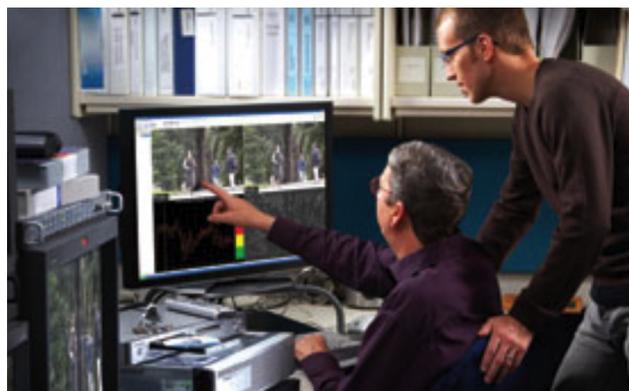
Para la edición se tienen dos posibilidades: Edición Lineal o EL y Edición No Lineal o ENL. De una parte, EL es el tipo tradicional en la cual se entregan señales de video y audio de fuentes como videocintas, micrófonos, discos duros, reproductores de DVD, reproductores de audio, entre otros, para ser organizadas con equipos simples conforme a lo dispuesto en el plan de trabajo de la producción audiovisual. Con la edición se pueden realizar adiciones de imágenes y sonidos con efectos variados y diferentes combinaciones, inserción de textos fijos o en movimiento (*generador de caracteres e imágenes*), y demás. De otra parte, ENL es la que regularmente se emplea en la actualidad y que se ha impuesto desde hace algunos años en el mundo, y se basa en el uso del computador para la animación de



▲ Figura 2. Registro de imágenes y sonido con el concepto de MR.

las imágenes y el manejo del sonido, para lo que se requiere del software adecuado y las características de multimedia en el hardware, logrando efectos especiales con la creatividad del editor[9].

La Figura 3 muestra una estación de trabajo para EL y ENL a la vez, implementada en un canal de televisión comercial. En cuanto al hardware para ENL, las características mínimas del computador a emplear implican gran capacidad de disco duro (del orden de Gigabytes), alto nivel de memoria RAM, alta velocidad de procesamiento, excelente definición en el video, CD-RW, DVD-RW, tarjetas digitalizadoras (importadoras y exportadoras) de señales análogas de video y audio, puertos e interfases de conexión con equipos típicos de video y audio, modem para transmisión de datos, entre



▲ Figura 3. Estación de trabajo para EL y ENL con el concepto de MEC.

otras. De esta forma, el computador realiza casi toda la tarea de edición, pudiéndose conectar en línea o fuera de línea al sistema de edición tradicional y los demás módulos existentes, interactuando con ellos.

Módulo de Procesamiento (MP)

El concepto de este módulo está estrechamente relacionado con todos los demás, puesto que lo conforma todo equipo que debe adicionarse a los sistemas de registro, edición y emisión para el tratamiento de las señales de video y audio, y generación de patrones de referencia y sincronismo, como requerimiento por el hecho de tenerse diversos equipos interconectados y la existencia de flujo de señales en línea (tiempo real) o fuera de línea. El MP se presenta en la práctica básicamente para el manejo de parámetros de las señales de video y audio en banda base y la obtención de señales finales óptimas. La configuración del MP se define por el tamaño de la sala principal de equipos o *Master* y de los estándares de calidad deseados. De esta forma, procesamiento se puede entender como la serie de operaciones de sincronismo, amplificación, limitación, filtrado, ajuste, corrección y demás a las que se someten las señales de banda base. Este procesamiento es realizado mediante equipos especializados y otros que tienen asociadas funciones de procesamiento básicas. La Figura 4 muestra la forma práctica como en un *Master* se aprecia un conjunto de equipos que hacen parte de un MP.



▲ Figura 4. Presentación práctica en un Master de un conjunto de equipos que conforman un MP.

Para la producción como tal, el MP hace uso de conmutadores de señales de video (*switcher*) y señales de audio (consola de audio), que con base en lo tratado anteriormente en el MR permiten que las imágenes y los sonidos registrados para la realización de un programa sean combinados en forma secuencial mediante la operación del productor y del operador de audio, con el fin de imprimir el ritmo al programa y generalmente, con su creatividad, introducir efectos diversos que aportan a la fabricación del producto audiovisual final. La Figura 5 ilustra la labor en un *Master* de personal que participa de la producción.

De igual manera, se considera aquí el sistema de reproducción y grabación de señales de video y audio para todo el proceso de producción y emisión del producto final, ya que se cuenta con las máquinas reproductoras y grabadoras de cinta para esta función, llamadas VTR (Video Tape Recorder).

En el MP se realiza además el monitoreo de todas las señales que se registran, editan, copian, procesan, tanto en directo como en diferido, para garantizar su calidad y que se logre el efecto deseado para el televidente. El monitoreo es básicamente técnico para garantizar que las señales estén dentro de los parámetros de los estándares de producción, que en este caso corresponde al estándar NTSC, aunque puede ser otro de acuerdo con el mecanismo de transmisión que se emplee.



▲ Figura 5. Personal encargado de la producción en un Master con el concepto de MP.

La producción de programas de televisión tiene diferentes fases a saber: Registro, edición y copiado, procesamiento y difusión - aplicación, organizadas con el concepto de módulos.

El enrutamiento de señales es importante para brindar conectividad, flexibilidad y funcionalidad a la infraestructura por módulos. Por ello, el MP incluye sistemas de enrutamiento manual o automático de señales de video y audio, que actúan como matrices de conmutación. De esta forma se puede optimizar la cantidad de equipos toda vez que pueden ser usados bajo demanda para diversas tareas en varios módulos.

La producción final, para emisión en directo o en diferido, puede llegar a un sistema de almacenamiento basado en videocintas, discos duros o DVD, que permita su conservación para posteriores reproducciones que vayan a darse para edición, copiado, emisión o una nueva producción. Para ello, los sistemas de almacenamiento deben ser masivos y estar estandarizados para la tecnología de la infraestructura física general con que se cuente, siendo común en la actualidad que correspondan a sistemas basados en servidores de redes de datos públicas o privadas.

Módulo de Emisión (ME)

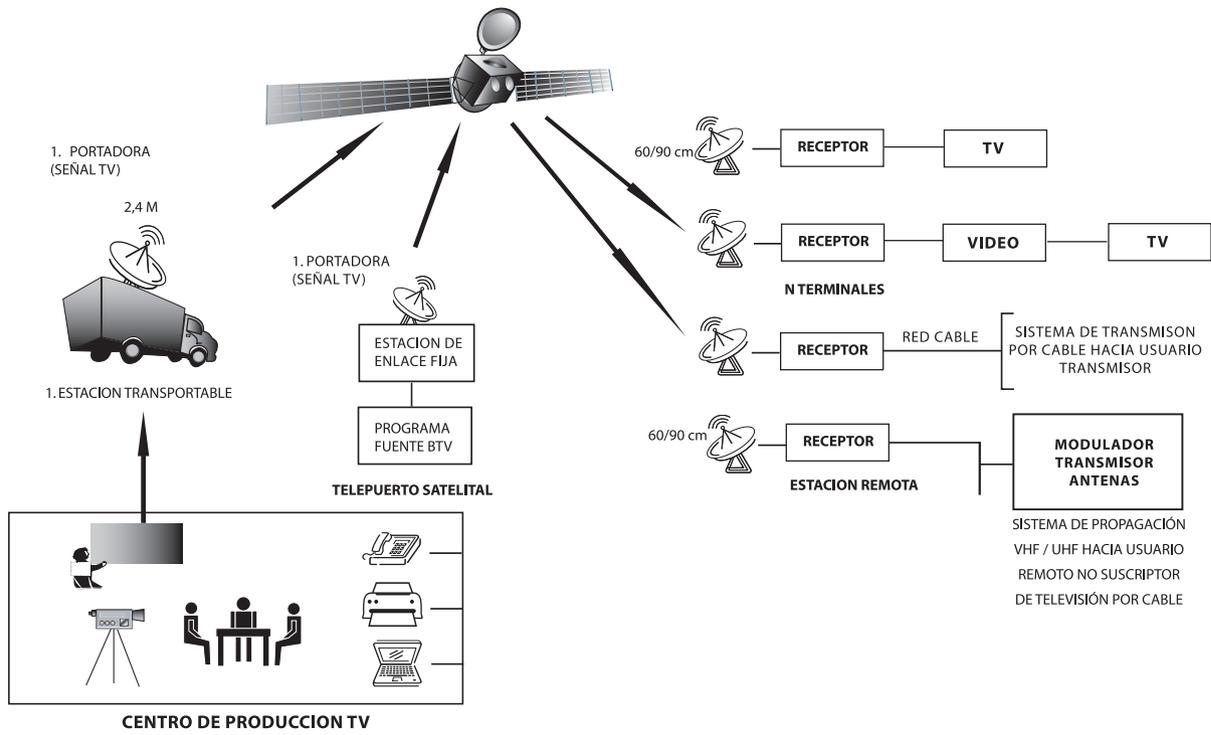
Es el conjunto de equipos y subsistemas que permiten difundir el programa producido por medio de una transmisión para que sea recibido por el público (televidente) que es el usuario final. En el caso de señales de televisión radiopropagadas (*broadcast*) se emplea una red emisora que la conforma una serie de equipos de transmisión que llevan dichas señales desde el *Master* hasta las diversas estaciones de propagación. Algunos de estos equipos son moduladores, convertidores ascendentes y descendentes, demoduladores, antenas, enlaces de microondas terrestres y enlaces satelitales, entre otras opciones, cuyo objetivo es llevar la señal a un número ilimitado de aparatos receptores. El cubrimiento

de la difusión está determinado por el alcance de la propagación desde las estaciones respectivas.

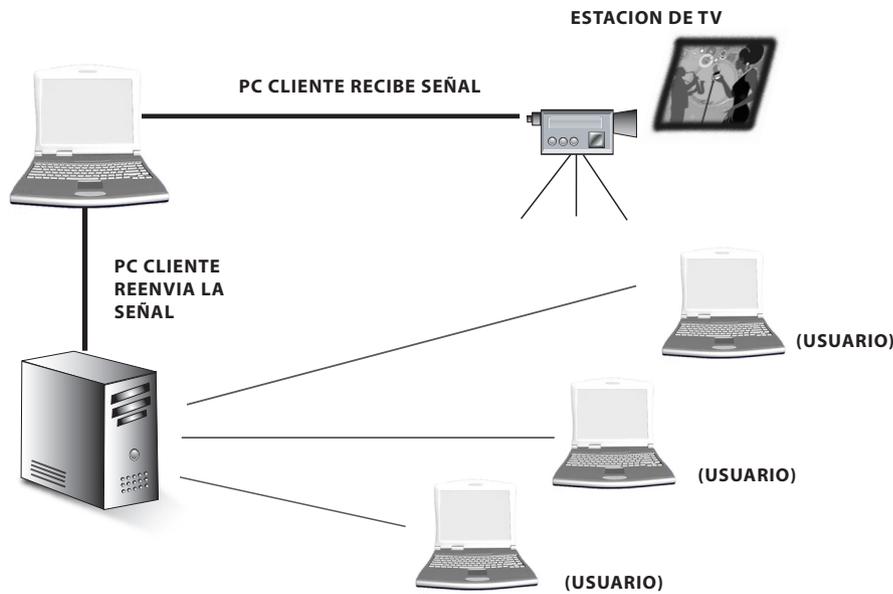
Para las señales de televisión por cable, los operadores de este servicio capturan las señales de los diferentes canales de televisión por alguno de los medios que tienen disponibles (radiopropagación terrestre o satelital, sistemas de cable o fibra óptica, entre otros), y mediante técnicas de multiplexación en frecuencia, envían por sus redes de cable el conjunto de canales que ofrecen a sus usuarios suscriptores.

En el caso de las señales transmitidas por Internet o intranet, se emplean las redes de datos corporativas, sus servidores, sus sistemas de almacenamiento de gran capacidad y otras piezas importantes dentro de la arquitectura de red, haciendo uso de tecnologías de hardware y software para video por demanda y *streaming*. En el caso de grabaciones en cinta, en disco duro o en DVD, el sistema de difusión mínimo es un videoreproductor y un monitor, o el computador, según el caso.

Como se dio a conocer previamente, todas las temáticas que hasta ahora se han tratado ameritan un estudio mucho más detallado. Particularmente, desde la perspectiva de la comunicación de datos, es importante profundizar en los aspectos relacionados con la transmisión de video bajo demanda y *streaming*, por lo cual se invita a estudiar sobre ello y analizar sus características y fundamentos teóricos y prácticos aplicados. En la Figura 6 se presenta un diagrama que enseña la red de *broadcast* para emisión de señales de televisión. De otra parte, la Figura 7 muestra un esquema sencillo que ilustra el proceso de difusión a través de red de datos.



▲ Figura 6. Red de broadcast para emisión de señales de televisión bajo el concepto de ME. La red de transporte de microondas satelital puede ser reemplazada por una red de microondas terrestre troposférica, en forma completa o parcial.



▲ Figura 7. Proceso de difusión de señales de televisión a través de red de datos bajo el concepto de ME. Este esquema está simplificado y tiene sólo la intención de aclarar el concepto presentado.

A manera de síntesis hasta el momento, la relación de equipos de los módulos que se han venido tratando anteriormente para conformar un canal de televisión abierta o virtual¹ se puede resumir a continuación:

- Módulo de Registro o MR (Estudio de televisión), conformado por: Equipos de producción en estudio (cámaras y sus controles, micrófonos, monitores, trípodes y accesorios), equipos de control de estudio (control de cámaras, switcher o conmutador de efectos para video, retorno para monitoreo de video y audio, consola de mezclas de audio, sistema de intercomunicación y accesorios) y equipos de iluminación de estudio.
- Módulo de Edición y Copiado o MEC (Sistema de Edición Lineal o EL y/o Edición No Lineal o ENL), conformado en cada estación por: Computador (PC para Windows ó Apple MAC), interfase para tratamiento de señales y/o tarjetas digitalizadoras de señales análogas de video y audio, VTR, consola de audio para mezclas de sonidos de diferentes fuentes, monitoreo de video y audio, y equipos para copia de diversos formatos (transfer).
- Módulo de Procesamiento o MP (Control técnico del Master), conformado por: Conmutadores de efectos de video (switcher) y audio (consola de audio), equipos para medición y monitoreo de programa y monitoreo técnico, generadores de sincronismos, equipos para tratamiento y distribución de señales, enrutadores de señales de video y audio (matrices de conmutación), reproductores y grabadores de video y audio en cinta magnética, discos duros o DVD, sistemas de almacenamiento interno a nivel de servidores.
- Módulo de Emisión o ME (Sistema de transmisión), conformado por: Todo el sistema de broadcast de principio a fin que

permite la transmisión de la señal compuesta de televisión, en el caso de tratarse de una emisión de señales en forma radiopropagada; ó todo el sistema de almacenamiento, el servidor de video y/o PC de video streaming para el caso de la señal a ser emitida vía Internet o intranet (emisión pública o privada respectivamente), y todos los equipos y sistemas asociados.

TENDENCIAS PARA CONFIGURACIÓN DE MÓDULOS DE PRODUCCIÓN DE TELEVISIÓN

A nivel internacional se han manejado regularmente y en forma básica tres sistemas para configurar los módulos (MR, MEC, MP y ME) para la norma NTSC y cualquier formato de grabación (el antiguo 3/4 de pulgada, Betacam en sus diferentes tipos, digital en sus diferentes tipos, y demás, por citar algunos ejemplos), variando sólo en el volumen y la capacidad de producción y emisión, teniendo en cuenta el tamaño de la planta de producción, la capacidad de producción esperada y los requerimientos y posibilidades de carácter técnico y humano, así como las operativas que se tienen o pretenden tener.

En conjunto para los módulos mencionados, las configuraciones que se han convertido a través de los años en tendencias internacionales para módulos en infraestructuras tecnológicas de canales de televisión han sido generalmente las propuestas por parte de las empresas fabricantes líderes en tecnología audiovisual como es el caso de Panasonic, Hitachi, Sony, Thompson, Grass Valley Group, AVID, LEITCH, DPS, TEKTRONIX, SHURE, SENNHEISER, entre otras. Para este caso específico, se ha tomado como referencia de las tendencias para configuración de módulos las propuestas de la empresa Sony, que se denominan: Sistema A, Sistema B y Sistema C[10]. Los sistemas mencionados dada su divulgación, aceptación y buen desempeño demostrado a lo largo del tiempo se han convertido en tendencias a seguir para lograr buenos resultados de registro, edición, copiado, procesamiento y emisión.

Sistema A (Estudio de alta gama)

Este es un sistema para un estudio de tamaño grande con una construcción escénica (set) que emplea cuatro cámaras o más a color y con tecnología de Dispositivo de Carga Acoplada ó CCD (Charge Coupled Device) para captación de imagen, con funciones automáticas como autocentrado de la imagen en pantalla y balance de blanco y negro.

Concretamente se emplea tecnología 3CCD que corresponde a la combinación de operación de tres elementos CCD en la captura de la imagen, mejorando ampliamente la calidad[11]. Las cámaras y sus accesorios, luego de instalados éstos, son plenamente automáticas, lo que renueva los conceptos de la cámara de estudio convencional. La cabeza de la cámara se conecta al MP normalmente hasta una Unidad de Comando Digital ó DCU (Digital Command Unit) o una Unidad de Control de Cámara ó CCU (Camera Control Unit) a través de un cable triaxial, que es un conductor de dos blindajes aislados para reducir al mínimo la radiación interna o captación de señales externas o para transmitir señales independientes. También puede usarse cable multipin para la conexión y operación de la cámara con la CCU[12].

Para efectos visuales y mezclas de video se usa un switcher del que existe gran variedad de modelos tanto análogos como digitales. Un conmutador de efectos posee varias líneas de entrada y una serie de efectos y mezclas por cada línea. Hoy en día se imponen en los diseños los *switchers* digitales, ya que reducen la necesidad de equipos de procesamiento y garantizan la calidad de las señales. Igualmente trabajan con el concepto de **mezclas no aditivas**, que consiste en combinar dos fuentes con base en el contenido de luminancia dominante lo que mejora altamente la **superposición de imágenes**.

Las transiciones por encuadre gradual de la imagen en la pantalla y superposición sobre otra imagen, que se conocen como *wipe*, son también operaciones que aumentan la funcionalidad del conmutador de efectos para permitir la combinación de imágenes de poco contraste y recuadros móviles bordeados. Otras herramientas de producción de los *switchers* corresponden a opciones en su teclado

para efectos con conmutación, conocidas como key con lo que se pueden efectuar sobreposiciones de imágenes, lo que es llamado *title keyer*. Adicionalmente se puede tener un Sistema Titulador de Video ó VTS (Video Title System) para monitoreo de estudio.

Para la mezcla de audio se maneja el concepto de mezcla en línea con múltiples entradas mediante una consola de audio análoga o digital, cuyas características son: Puertos de entrada y salida seleccionables para alta impedancia (micrófonos) y para baja impedancia (conexión por línea), capacidad de mezclas monofónicas o estéreo, efectos y limitación automática de los niveles de audio cuando se presentan sobremodulaciones (*fold - back*).

Así mismo, las fuentes de audio externas y de equipos reproductores se conectan por línea de baja impedancia a la consola. Adicionalmente a los micrófonos electrostáticos o de condensador y a los micrófonos dinámicos, se incluyen sistemas de micrófonos inalámbricos los cuales transmiten normalmente en bandas de Ultra Alta Frecuencia ó UHF (Ultra High Frequency) entre 400 MHz y 900 MHz.

De otra parte, para la grabación de audio y video en cinta magnética, disco duro o DVD se emplean "*cassettes*", sistemas de almacenamiento masivo o discos magnéticos respectivamente, en el formato definido dentro del sistema, con base en la calidad y características establecidas.

En cuanto a la edición y copiado, se incorporan sistemas de edición lineal y no lineal a la vez. Para ello, el sistema A considera VTRs análogas y/o digitales según la tecnología implementada. Los demás equipos corresponden a una consola de audio, monitores de video, sistemas de grabación de video y audio, y en el caso de edición no lineal se incluyen servidores de almacenamiento y computadores como estaciones de trabajo con el adecuado hardware y software para realizar las mezclas de imágenes, los efectos de video y audio, y la inserción de textos.

Los formatos son los mismos que se pueden emplear en MR y MP teniendo en cuenta la conservación de una buena definición de imagen y resolución adecuada.

A nivel internacional se han manejado regularmente tres sistemas para configurar los módulos para la norma NTSC: Sistema A (Estudio de alta gama), Sistema B (Estudio de media gama) y Sistema C (Estudio de baja gama)

Esta configuración puede incluir en forma opcional un *switcher* si hay más de una VTR que entregue información e inclusive si hay **generador de caracteres** como fuente adicional.

Las fuentes de audio provienen de reproductores de cinta o archivos digitales y micrófonos conectados directamente a la VTR o a la consola de audio. Esta última, empleada para las mezclas de sonidos, puede en ocasiones estar contenida dentro del mismo *switcher*. Un sistema estándar de edición debe permitir su crecimiento para lograr ampliar en el futuro las posibilidades de edición.

La emisión se realiza a través de una infraestructura compleja de telecomunicaciones, bien sea para *broadcast* o *streaming*. La infraestructura de emisión contempla equipos diversos y arquitecturas comunes de transmisión electrónica, la cual por sus características e importancia amerita un posterior estudio, amplio y detallado, que tiene que ver con varios tópicos del área de las radiocomunicaciones (para *broadcast*) y la transmisión de datos (para *streaming*).

Sistema B (Estudio de media gama)

Este sistema cuenta con un estudio de tamaño mediano con una construcción escénica (set) de hasta tres cámaras análogas o digitales que deben tener alta calidad de captura de imagen, según el formato definido. Las cámaras aptas para este tipo de estudio no difieren casi en nada de las del Sistema A. Como tipo de CCU se puede tener una de varias opciones y al igual que en el caso anterior pueden conectarse con la cabeza de la cámara vía cable multipin o cable triaxial utilizando los mismos accesorios.

Para la mezcla de imágenes son comúnmente utilizados modelos de conmutadores de efectos, análogos o digitales, con entradas por líneas independientes. Cualquiera de los modelos tiene entrada múltiple y gran cantidad de efectos. Dichos equipos han sido mejorados continuamente por los fabricantes e incluyen de igual forma el concepto de **mezclas no aditivas** para la superposición de imágenes.

Para las mezclas de audio se emplea una consola con entradas, características y efectos similares a la del sistema A. De igual manera sucede con los micrófonos y otros accesorios y fuentes del sistema de audio. Las características generales del Sistema A se conservan en el Sistema B, incluyendo lo referente a la grabación de audio y video en cinta magnética, disco duro o DVD, la edición y el copiado, y la emisión.

Sistema C (Estudio de baja gama)

Las dimensiones de este sistema son reducidas, estando conformado por una construcción escénica (set) pequeña, de hasta tres cámaras de prestaciones técnicas reducidas, sin dejar de lado la calidad. Normalmente estas cámaras son portátiles y adaptables fácilmente a operación fija con los accesorios adecuados.

La calidad para captación de imagen se basa típicamente en la anteriormente mencionada tecnología 3CCD, al igual que en la presencia de funciones automáticas de autocentrado y balance de blanco y negro. La CCU utilizada se conecta a la cabeza de la cámara con cable multipin básicamente. Con un adaptador opcional CA (Cable Adaptor) es posible usar un cable triaxial para trabajar con la CCU logrando mayores posibilidades de manejo remoto de las funciones de la cámara.

Para los efectos combinados de imágenes se cuenta con conmutadores portátiles y de capacidad reducida. Aunque generalmente sólo tienen pocas líneas de efectos y mezclas, pueden contar con una línea de *key bus* que provee amplio número de efectos (multinivel, autotransición entre 0 y 999 cuadros, pasó a negro ante la ausencia de video, entre otros), así como procesamiento interno de sincronismo.

Una consola de mezclas de audio portátil se emplea en este tipo de estudios. Cuenta con canales de entrada seleccionables para alta impedancia (micrófonos) y baja impedancia (conexión por línea), algunas pocas líneas de salida y una o dos salidas auxiliares. Entre las características más importantes está la presencia de un limitador de sobremodulación en la salida maestra. Los micrófonos conectados pueden ser electrostáticos (de condensador) o dinámicos.

Para el formato de grabación seleccionado en la práctica, igual que en los sistemas anteriores, se puede asignar cualquier tipo profesional estandarizado conforme al caso o requerimiento. Finalmente, las características técnicas adicionales son las mismas de los demás sistemas, tanto para edición y copiado como para emisión y otros aspectos.

GENERALIDADES SOBRE EL DISEÑO DEL CENTRO DE PRODUCCIÓN DE ULCV

La infraestructura tecnológica propuesta sobre la cual se ha fundamentado el trabajo de diseño del centro de producción de ULCV, cuyo diagrama general se presentó en la Figura 1, está basada en la aplicación de los pasos iniciales, los criterios y las tendencias para configuraciones especificadas anteriormente y el empleo de tecnología compatible.

Dicha infraestructura brinda las posibilidades y características adecuadas que se necesitan en la actualidad para producir televisión profesional. Lo particular de esta

propuesta de diseño radica en que ha sido resultado del trabajo desarrollado dentro del proyecto de investigación que lo motiva.

Características y posibilidades técnico-operativas de ULCV

En este caso, la definición de necesidades y requerimientos de producción permitió determinar las características y posibilidades técnico-operativas de ULCV que se describen a continuación:

- **Capacidad:** Estudio de baja gama, para empleo de tres cámaras y varios micrófonos, ENL y emisión por streaming.
- **Calidad de operación:** Norma NTSC profesional (Video: 525 líneas, 30 cuadros por segundo, cámaras digitales, audio monofónico o estéreo).
- **Tiempo de operación diaria:** Inicialmente doce (12) horas diarias para producción, ampliable. Para emisión debe ser permanente hasta veinticuatro (24) horas, gracias a la modalidad de transmisión que utiliza.
- **Funciones a cumplir:** Registro de imágenes y audio en el estudio, ENL con efectos y emisión de programas en directo y diferido.
- **Interoperatividad:** Operación simultánea de los subsistemas de registro (MR), edición (MEC) y emisión (ME). El subsistema de procesamiento (MP) es inherente a todos.
- **Compatibilidad:** Sistema compatible con cualquier sistema de norma NTSC y con los sistemas de transmisión de diversos canales de televisión para emisión abierta o virtual.
- **Formato de trabajo:** Video digital ó DV (Digital Video), con uso de videocinta, almacenamiento digital en disco duro y/o DVD.
- **Operación:** Manual, en el sitio de instalación de los equipos. Existe posibilidad de automatizar la operación en un futuro.
- **Personal técnico por turno de producción y emisión:** Dos técnicos, dos auxiliares técnicos y

un ingeniero electrónico, electricista, de sistemas, telemático o de telecomunicaciones.

- **Tamaño de áreas iniciales para instalación de infraestructura:** Dimensión del estudio de registro: 4.6 m x 5.3 m (24,38 m²), dimensión del Master y sala de edición: 3 m x 3,5 m (10,5 m²), y dimensión de oficina de trabajo de semilleros: 2,5 m x 3 m (7,5 m²), para lo cual se desarrolló el prediseño con base en el espacio físico asignado por la Universidad Libre Seccional Cali, tal como se esquematiza en la Figura 8.

Descripción del diseño de ULCV

Para el diseño en mención se emplea un conjunto de equipos de tecnologías y normas estándar para estaciones profesionales de televisión, de alta calidad y de diversos fabricantes, los cuales se especifican más adelante junto con los planos de interconexión.

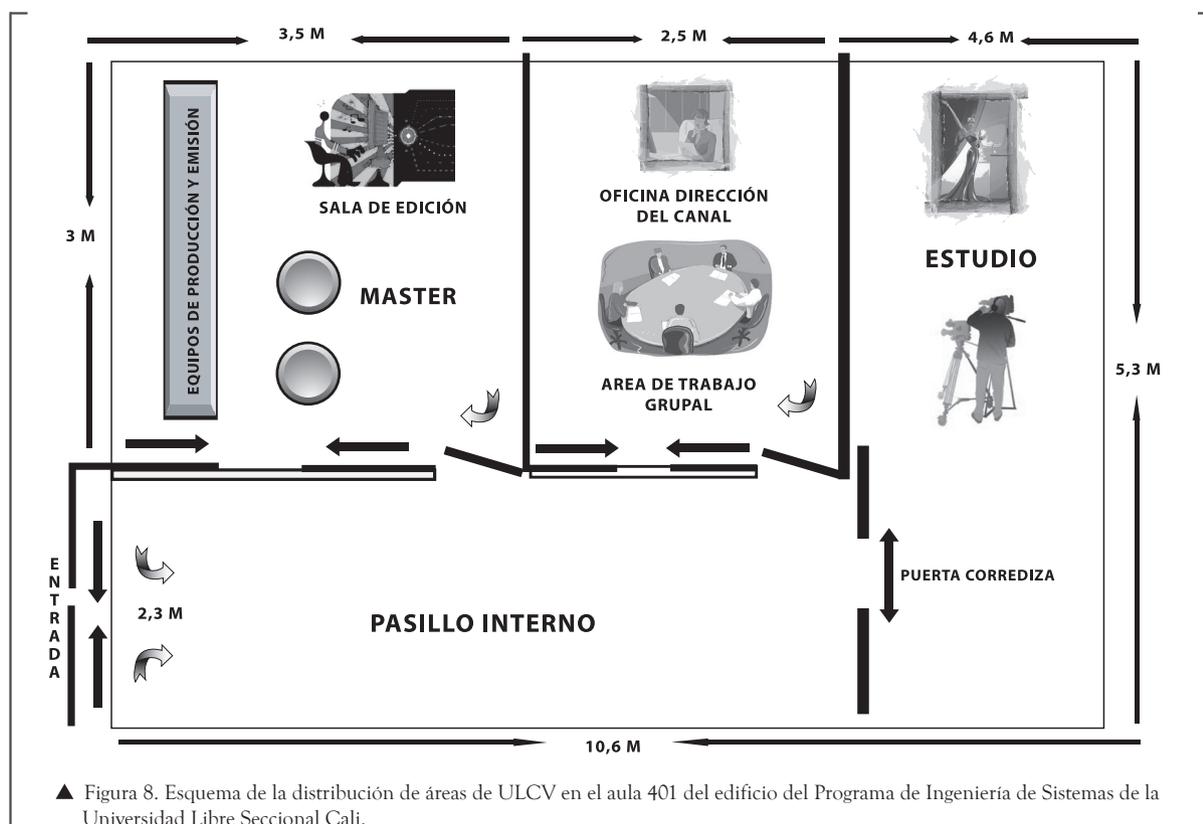
A manera de breve descripción del diseño de ULCV, se puede decir con base en el diagrama general de la Figura

1, que MR, MEC y MP interactúan entre sí, con señales de video, audio y datos donde el bloque principal es MP, que equivale al corazón del canal virtual, siendo el que finalmente hace entrega del producto terminado al ME.

De todas formas el sistema está concebido para que se pueda emitir tanto en diferido (desde el Master) como en directo desde exteriores o desde el propio estudio, o directamente desde la sala de ENL, dependiendo del requerimiento.

En los planos de ENL, del cableado de video y del cableado de audio, es importante apreciar la infraestructura y conjunto de equipos necesarios y su funcionalidad. A manera de resumen, se puede establecer lo siguiente:

En MEC se tiene un computador de edición en cualquiera de los dos sistemas operativos del mercado que son Windows o Mac-Pro, adicionalmente con software y hardware apropiados para la edición de video, en este



caso empleando el sistema Matrox RT-X2 con Adobe Premier Pro (Windows). Otras opciones posibles aunque no consideradas en este momento son: Avid (Windows) o Final Cut (Mac-Pro).

El sistema de ENL debe tener en el hardware los puertos necesarios para la conectividad con el exterior que permitan exportar o importar video y audio, siendo en este caso el puerto Firewire (IEEE 1394) el que establece una solución digital. De todas formas el sistema opera con señales análogas también para darle funcionalidad y flexibilidad, e incluso mayor calidad.

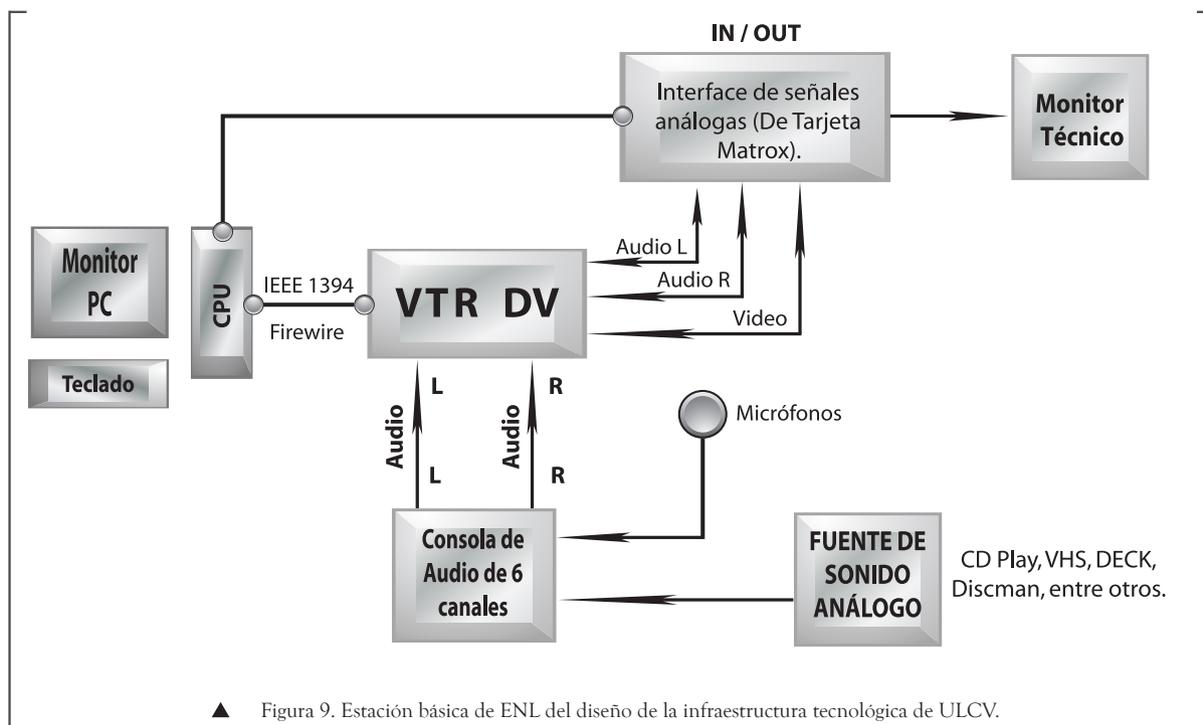
Aquí es importante hacer una precisión de carácter técnico respecto a la calidad: Para muchos profesionales en ingeniería de televisión, la forma de conservar siempre la mejor calidad posible en cualquier proceso y en cualquier módulo de producción, es trabajar siempre las señales de video de captura y suministro en forma análoga hasta obtener el producto final por video compuesto o por video por componentes, este último que consiste en tener el video dividido en sus tres componentes fundamentales R (Red: Rojo), G (Green:

Verde) y B (Blue: Azul) y transmitirlo de igual manera, por lo que se denomina RGB[13].

Lo anterior debido a que realmente en el proceso de digitalización y compresión se reduce la cantidad de información de la señal, lo que se traduce en menor calidad, aunque sea digital, caso por ejemplo de lo que sucede cuando se utilizan puertos *firewire*. Este aspecto, por su interés técnico y particularidad, al igual que otros varios temas que se han venido tratando, merecen un mayor estudio y análisis por parte de los interesados, lo que permita sacar las mejores conclusiones al respecto.

Ahora, en cuanto a los demás elementos considerados en ENL, éstos son: Monitor para el video y el audio, consola de audio y VTR en formato DV que utiliza cintas miniDV y cuenta con entradas y salidas análogas y/o digitales y un puerto firewire. El formato miniDV de grabación se recomienda por ser en este momento muy amigable tecnológicamente y el más común en el medio local.

La Figura 9 muestra el plano básico de conexiones de equipos de una estación de ENL del diseño realizado.



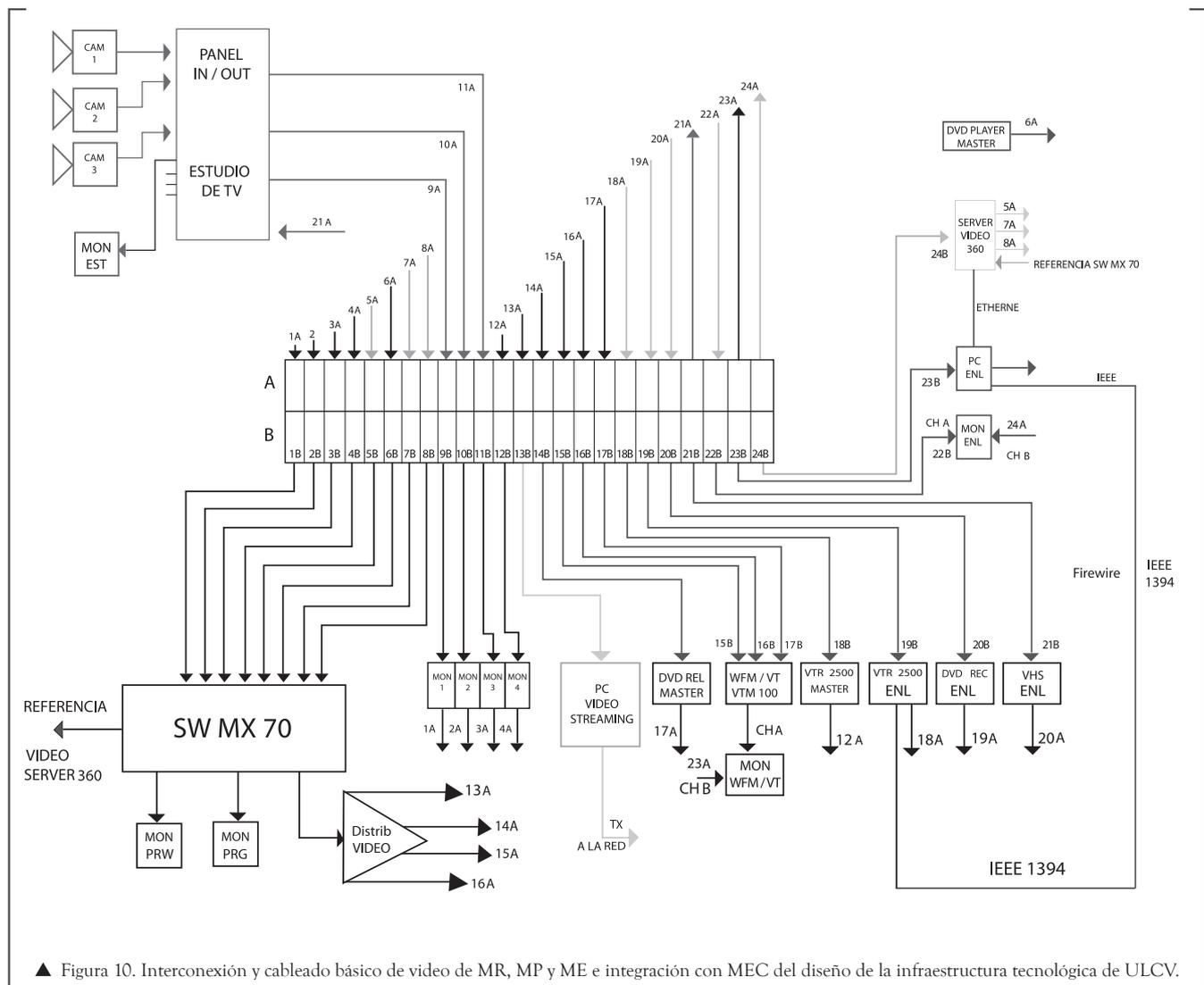
▲ Figura 9. Estación básica de ENL del diseño de la infraestructura tecnológica de ULCV.

En MR, que incluye el estudio de televisión completo, es donde se va a obtener la captura de las imágenes a través de cámaras de video con tecnología 3CCD y con niveles de iluminación adecuados para lograr el mejor registro. Esta iluminación se consigue con luces que brinden alrededor de 3.200 Kelvin, ya sean luces frías o halógenas. También se obtiene el registro de audio con micrófonos de solapa y/o micrófonos de mano (dinámicos) de acuerdo con las necesidades de cada una de las producciones.

Es importante anotar que en un estudio de televisión profesional se hace necesario tener un intercomunicador

para la coordinación de los operadores de cámaras, el coordinador de piso, los presentadores y demás personas en el set que deban estar en contacto directo con el director de cámaras, el productor general y demás personal que se encuentre en el Master. Además, el retorno de video y audio en el estudio es también necesario y sirve para hacer monitoreo de las señales que se están capturando y/o emitiendo.

En MP y en ME se tiene la responsabilidad de procesar y transmitir las señales hacia la red de emisión. Para el diseño de MP de ULCV, del cual se muestra en la Figura 10 el plano de interconexión y cableado propuesto,



se tienen en cuenta los equipos necesarios para el procesamiento y adecuación de señales, lo que implica hacer uso de equipos multipropósito y con funciones integradas.

Así mismo, para el diseño del ME, como etapa de transmisión por la red de datos, se considera un servidor de video y un equipo de cómputo de video *streaming* que interactúan y se complementan. La utilización de un servidor de video es muy importante ya que permite una autonomía alta en número de horas al aire en un canal virtual, puesto que en cualquier momento y parte del mundo hay usuarios que pueden ingresar por Internet, teniendo en cuenta que el contenido del canal será de interés general en diversos campos de la investigación básica y aplicada, y en la gestión del conocimiento.

Consecuentes con lo anterior, el sistema de transmisión, por sus características particulares, también amerita un análisis y exposición amplia, lo que no alcanza a ser presentado aquí. Para el caso específico del proyecto de investigación ULCV se vienen estudiando opciones de hardware y software que permitan tener una operación adecuada a las necesidades y proyectar su crecimiento en el mediano plazo.

Dentro del diseño, y como se aprecia en la Figura 10, con la importancia del caso, se destaca que todas las señales de audio y video deben ser direccionadas a través de una matriz de conmutación ó *routing (patch panel)* de operación manual en el diseño básico, contándose por lo menos con una para video y una para audio, de tal forma que el sistema tenga flexibilidad, funcionalidad y facilidad de operación. De esta forma, todos los módulos pueden interactuar e interconectarse recibiendo y entregando señales de audio y video, tal como se necesita para el funcionamiento práctico de cualquier canal de televisión abierta o virtual y específicamente en este caso para el funcionamiento de ULCV.

Como ejemplo para comprender mejor el resultado final de la emisión de la señal de ULCV, la Figura 11 muestra una imagen de la forma como se puede visualizar a través de la red de datos una emisión de un canal virtual.



▲ Figura 11. Imagen de la visualización de un programa de televisión emitido por medio de un canal virtual

Listado general de equipos del diseño propuesto para ULCV

El listado general de equipos de video y audio y los demás elementos de infraestructura tecnológica que involucra el diseño propuesto, es presentado en los anexos. Este mismo listado que sirve de soporte práctico al diseño en mención, sirve también como referencia para el análisis que debe hacer la Universidad Libre Seccional Cali, a través de sus dependencias encargadas e involucradas en el proyecto de investigación de ULCV dentro del proyecto general de “Mejoramiento de la infraestructura científica y tecnológica para la investigación básica y aplicada”, con el fin de definir la viabilidad de adquisición y posterior uso dentro de la implementación a llevarse a cabo, para dar continuidad al proyecto en sí y al trabajo por el alcance de los objetivos trazados.

Tales equipos, accesorios y su implementación han sido cuantificados y colocados a manera de presupuesto en conocimiento de la Universidad Libre Seccional Cali, como resultado también del trabajo de investigación, de tal manera que se tenga la información relevante para la toma de decisiones de inversión.

El presupuesto mencionado fue realizado con base en precios de mercado de los integradores de soluciones para televisión profesional y de los mismos fabricantes y sus representantes directos.

La utilización de un servidor de video es muy importante ya que permite una autonomía alta en número de horas al aire en un canal virtual, puesto que en cualquier momento y parte del mundo hay usuarios que pueden ingresar por Internet teniendo en cuenta que el contenido del canal será de interés general en diversos campos de la investigación básica y aplicada, y en la gestión del conocimiento.

En este orden de ideas, y siendo consecuentes con el criterio de **configuración por módulos**, se presenta el listado de equipos y accesorios por cada uno de dichos módulos así: MR (Tabla I), MEC (Tabla II), MP (Tabla III), ME (Tabla IV) y otros elementos complementarios (Tabla V).

Respecto al equipamiento general de ULCV, no se considera el sistema de aire acondicionado y la adecuación del área física definida. Además, del listado por módulos que se presenta en las tablas mencionadas, algunos de los equipos relacionados existen físicamente como activos de la Universidad Libre Seccional Cali, según inventario realizado previamente dentro del proyecto de investigación. Lo anterior demuestra el sentido de economía y realidad posible con que se aborda la forma de alcanzar los objetivos, pues se hace uso de recursos existentes, lo que disminuye la inversión general.

Como todo proyecto de desarrollo tecnológico, es posible realizarlo por etapas. Para la primera etapa de implementación de la infraestructura tecnológica de ULCV se han considerado algunos equipos y accesorios a partir de los cuales se puede dar operación y funcionamiento básico para cumplir con requerimientos de producción y programación en los primeros meses de trabajo permanente. De esta manera se tendría la plataforma tecnológica mínima sobre la cual se puede construir el desarrollo que se pretende para ULCV por las necesidades que genera un canal virtual con los fines que se ha proyectado.

Los equipos que en las tablas aparecen marcados en su referencia y cantidad con asterisco son los

sugeridos y necesarios para cumplir con la primera etapa de implementación en el corto plazo, recordando obviamente que la adecuación del espacio físico va a la par con la adquisición de éstos. Para los demás equipos debe evaluarse su pertinencia y función en el mediano plazo.

PRINCIPALES FUNDAMENTOS DE LOS SISTEMAS DE TELEVISIÓN BAJO LA NORMA NTSC

Los fundamentos teóricos de los sistemas de televisión son muy amplios y de tratamiento profundo, si se quieren conocer con certeza. Sin embargo, en este caso se pretende esbozar los principales temas conceptuales y de ingeniería que explican el funcionamiento de los sistemas de producción y emisión de televisión con el fin de tener una idea más clara de los aspectos técnicos relacionados, que a la vez ayuden a comprender, en parte, la temática que se ha venido tratando sobre la infraestructura tecnológica de un canal de televisión abierta o virtual y el mismo diseño que se propone de esta infraestructura para ULCV.

Las imágenes, la señal de video y su transmisión

El sistema NTSC, desarrollado en Estados Unidos en 1951, adoptado por la Federal Communication Commission ó FCC de dicho país, es el estándar empleado, con contadas excepciones, en casi toda América y Japón. Por ello, es el estándar de interés para el trabajo que se desarrolla en el proyecto de investigación y en esta presentación conceptual[14][15].

Se puede comenzar estableciendo los fundamentos de la captura de imágenes (registro) como materia prima para la producción de televisión. En este caso, los transductores CCD mencionados previamente que emplean las cámaras de video, son la base para el funcionamiento de ellas. Estos dispositivos integran todo lo necesario para capturar una imagen y convertirla en una señal eléctrica.

La señal, que contiene la información de la imagen más los pulsos eléctricos necesarios para el sincronismo de los receptores, se denomina señal de video. Una vez que se produce dicha señal, ésta puede ser manipulada de diversas formas, hasta su emisión por sistema radiante o radiopropagación (empleando antenas) o por cualquier otro medio o sistema de difusión deseado, como en el caso de la red de datos para un canal virtual (con streaming, por ejemplo)

La señal eléctrica que se obtiene de la imagen contiene la información de ésta, pero para su recomposición es necesario que haya un exacto sincronismo entre la deflexión de exploración y la deflexión en la representación.

La exploración de una imagen se logra descomponiéndola en fotogramas o “cuadros” y leyendo cada cuadro por medio de “líneas”. Esto se basa en el funcionamiento del ojo humano y la manera como captura las frecuencias del espectro visible. De esta manera se determinó el número de cuadros necesarios para que se pueda recomponer una imagen en movimiento, como también saber cuál es el número de líneas necesarias para obtener la calidad requerida para una buena reproducción y percepción del color (en la televisión en color). El estándar mínimo de cuadros y de líneas es de 24 por segundo y 300 respectivamente.

Según lo anterior, la señal de video es básicamente la información de la imagen correspondiente a cada línea dividida en dos grupos. A cada uno de estos grupos se les denomina “campo”, y para el caso corresponden a las líneas pares y a las impares. En el sistema NTSC se tienen 525 líneas por cuadro y 30 cuadros[16].

A dicha información se debe adicionar la señal de sincronismo, tanto de cuadro (sincronismo vertical) como de línea ó campo (sincronismo horizontal). Así, cada cuadro está conformado por dos campos, y para cada uno de ellos su sincronismo señala el comienzo y el tipo, o sea, cuando empieza el campo impar y cuando empieza el campo par. Igualmente, al inicio de cada línea se añade el pulso de sincronismo de línea u horizontal y para la televisión a color se adiciona también el sincronismo del color.

De otra parte, el nivel o amplitud total de la señal de video es de 1V ya que la codificación de la imagen se realiza con niveles de voltaje que van entre 0V y 0,7V para el color negro y para el color blanco respectivamente, a lo que se suma -0,3V para los pulsos de sincronismos. Para los sincronismos verticales se emplea una serie de pulsos de -0,3V que brindan información sobre el tipo de campo y hacen alineación de tiempos de cada uno de ellos.

Para lograr la compatibilidad entre emisiones a color y recepción monocromática y viceversa, fruto de la evolución de la televisión a color y el amplio mercado que existía en épocas pasadas de la televisión en blanco y negro, se desarrollaron los conceptos de luminancia y de crominancia. La luminancia transporta la información de la luz de la imagen (el brillo), lo que corresponde al blanco y al negro, y la crominancia transporta la información del color. La señal de luminancia sumada a la de crominancia genera la señal completa de la imagen.

Por lo anterior, se puede decir que las señales básicas en televisión son la luminancia (Y) que proporciona el brillo y es lo que se observa en los receptores monocromáticos, y las componentes de color, las dos señales diferencia de color, la R-Y (rojo menos luminancia) y B-Y (azul menos luminancia). Esta forma de separar las señales es lo que permite dar tratamiento por separado al color y al brillo, siendo esto clave en cuanto a la utilización y optimización del ancho de banda de transmisión de 6 MHz, ya que como el ojo humano es menos sensible a las variaciones de color que a las de brillo, y que ambas componentes deben enviarse por el mismo ancho de banda limitado, se puede dar entonces más participación de ancho de banda a la componente de luminancia que a la de crominancia, facilitando así la transmisión[17].

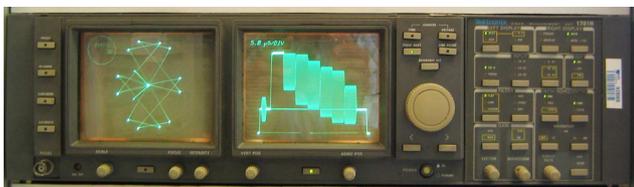
La Figura 12 muestra la imagen en pantalla de un vectoroscopio y un monitor de forma de onda donde se miden, en el primero los niveles y las fases de la componente de color de la señal de video, y en el segundo los niveles de la señal de video para un patrón de referencia como las “barras de color”.

Finalmente, el audio, representación del sonido de la producción y/o la emisión, se procesa por separado a lo largo de todo el ciclo (registro, edición y copiado, y procesamiento)[18], para luego ser emitido junto con el video dentro de la misma banda de transmisión sobre portadoras separadas, así: Portadora de video (en amplitud modulada, AM), portadora de audio (en frecuencia modulada, FM) y subportadora de croma².

Una mayor descripción de la transmisión de señales de televisión lleva a decir que en el sistema NTSC se modula en amplitud (mediante QAM o modulación en cuadratura) a dos portadoras de igual frecuencia desfasadas 90° que posteriormente se suman generando la señal denominada de crominancia. En cada una de las portadoras se modula una de las diferencias de color (R-Y y B-Y), la amplitud de la señal de crominancia resultante indica la saturación del color y la fase indica el tinte del mismo.

Ahora, como la modulación es con portadora suprimida, se debe enviar una señal de sincronismo extra (burst) para que el receptor se pueda sincronizar con ella. Esta señal se incluye antes del pulso de sincronismo de línea.

Las modificaciones en la fase de la señal de video cuando ésta es transmitida producen errores de color (tinte), cambiándose el color de la imagen, razón por la cual



▲ Figura 12. Medición de niveles y fase de la componente de color y medición de niveles de imagen con vectoroscopio y monitor de forma de onda, respectivamente.

en el MR se debe hacer lo que se denomina “enfasar” las cámaras antes de registrar las imágenes, debiéndose ajustar igual la fase del video que generan todas ellas respecto a un patrón de referencia general del sistema de producción y que se ha llamado “patrón de barras”.

El proceso de poner en fase las cámaras se realiza con la ayuda de un vectoroscopio y teniendo en consideración que el eje de modulación I ha de estar orientado hacia el color naranja y el eje Q hacia los colores magentas. La Figura 13 ofrece una imagen de representación de los pulsos de sincronismo, los vectores y ejes de color, y el patrón de referencia (barras de color) tal como se pueden apreciar en un vectoroscopio típico.



▲ Figura 13. Representación de los pulsos de sincronismo, los vectores y ejes de color, y el patrón de referencia (barras de color) en un vectoroscopio.

Otros estándares de televisión

El estándar NTSC fue el punto de partida de otras investigaciones que buscaban corregir algunos de sus defectos. Por ejemplo y en términos generales, buscando corregir los errores de fase se desarrolló en Alemania el estándar Phase Alternating Line o PAL, utilizado en los países de Europa Occidental, excepto en Francia. Por otro lado, en Francia se desarrolló el estándar Sequencial Couleur Avec Memoire o SECAM, de uso en este país y en los de Europa Oriental, que fundamenta su operación en la transmisión secuencial de cada componente de color moduladas en FM, logrando así enviar en una línea una componente y en la siguiente línea la otra componente, para que al final sea el receptor quien deduzca el color de la imagen al combinar ambas.

Comparativamente, los tres estándares mencionados tienen fortalezas y debilidades. Por mencionar solamente las debilidades más importantes de ellos se puede decir que el NTSC y el PAL dificultan la edición de la señal de video por tener respectivamente la secuencia de color en cuatro y ocho campos[15], mientras que el SECAM no permite la mezcla de señales de video.

Digitalización de la señal de televisión

El desarrollo de los sistemas de digitalización de la señal de televisión tuvo sus orígenes a finales de la década de los 80 del siglo XX, lo que se convirtió en un hito de gran importancia para el desarrollo tecnológico de este medio de comunicación. La digitalización en televisión se puede dividir en dos áreas: Digitalización de la producción o DP y digitalización de la transmisión o DT[19][20].

El desarrollo de DP pasó desde la digitalización de la señal compuesta de video hasta la digitalización de las señales por componentes (luminancia, R-Y y B-Y), y desde emplear señales en paralelo, con cables que requerían un hilo conductor por cada bit, hasta la transmisión multiplexada en tiempo (TDM) de las componentes de la señal, este último incluyendo el audio embebido.

Sin embargo, con el fin de establecer un parámetro mínimo de calidad para producir televisión se adoptó la norma CCIR-601 del Comité Consultivo Internacional de Radiocomunicaciones (CCIR) llamada **Norma de Calidad de Estudio (NCE)** y otras normas menos exigentes en cuanto a la magnitud de flujo de bits resultante de la digitalización como es el caso de Electronic Field Production o EFP (Producción Electrónica de Exteriores) y de Electronic News Gathering o ENG (Periodismo Electrónico).

En cuanto a DT, la necesidad de reducción de la rata de bits de la señal digital de video para su transmisión por canales de ancho de banda limitado permitió la aparición de algoritmos³ que posibilitan la compresión de datos, siendo posible para el caso de la compresión MPEG-2 (Moving Picture Experts Group) reducir de 270 Mbps (rata de una señal con NCE) a menos de 5 Mbps. La compresión MPEG-2 puede producir ratas de transmisión

entre 4 y 6 Mbps sin pérdidas significativas de calidad para la percepción de un televidente común [21] [22].

En la actualidad, la transmisión de televisión digital⁴ gira en torno a cuatro mecanismos para los cuales la forma de producción y la tecnología empleada son las mismas, variando solamente su alcance, nivel de penetración y foco de negocio. Son estos mecanismos: Transmisión vía satélite, transmisión por redes de cable (Community Antenna Televisión o CATV), vía radiofrecuencia terrestre propagada en la tropósfera o Transmisión Digital Terrestre (Digital Terrestrial Television o DTT) y la transmisión de televisión a través de redes de datos (video streaming). Esta última de gran auge y futuro, objetivo de aplicación en el proyecto de investigación para el canal virtual de la Universidad Libre Seccional Cali, ULCV.

Transmisión de televisión a través de redes de datos o canales virtuales

La integración de la informática y las telecomunicaciones, y los avances en estas áreas, tanto a nivel de hardware como de software, han permitido que la producción y transmisión de televisión haga uso intensivo de ellas, principalmente en el tratamiento de las señales [23]. Ya no sólo se puede almacenar información y emitirla mediante cintas magnéticas a través de máquinas grabadoras y reproductoras, sino también usando servidores de video, bases de datos y sistemas de almacenamiento en cinta y almacenamiento masivo de archivos (*storage*) que normalmente son *clusters* de discos duros.

Lo anterior se ha convertido en la plataforma tecnológica de lo que se conoce como canales virtuales o de emisión virtual de televisión por redes de datos y de las aplicaciones de video *streaming* [24]. Allí, los archivos de video incluyen información referente a su contenido, lo que se conoce como *metadata*. El acceso a la información de los archivos se realiza desde equipos de cómputo normales, vía Internet o intranet, que corren a su vez software de edición o reproducción de video, lo que asegura que la información de los productos televisivos esté disponible en línea para el usuario (televidente virtual) [25] [26].

En la práctica, los archivos con información de productos televisivos se estructuran en tres niveles a saber: “*on line*” (para información en línea, de uso muy frecuente

almacenada en servidores y clústers de discos duros), “near line” (para información en línea de uso frecuente grabada en cintas de datos disponibles en librerías automatizadas) y “archivo profundo” (para información fuera de línea y de activación manual para difusión) [27]. Los servidores de video posibilitan la programación y emisiones automatizadas mediante la realización de listas de emisión o “play list” y “play out”.

Para subir la información al sistema y guardar los archivos generados se lleva a cabo el proceso de “ingesta”. La información se puede alimentar en formatos de archivo específicos o pasándola directamente de la señal original de video y audio hasta convertirla en un archivo de formato definido. La compatibilidad para la ingesta debe ser tanto para NCE como para EFP y ENG, sin importar el formato de grabación original de la fuente (cinta magnética, DVD, memorias RAM, disco duro, entre otros).

Otros tipos de transmisión de televisión que emplean medios diferentes a las redes de datos

La lista de otros tipos de transmisión para difusión de señales de televisión es amplia, algunos son de gran tradición y otros de aparición reciente en la industria. Por ello, no se pretende en este momento hacer una descripción de cada uno de ellos sino mencionarlos como fuente de referencia para su conocimiento general. Para comprender debidamente cada uno de ellos se requiere de explicaciones y análisis en detalle que se proponen como temas de estudio de quienes tengan interés al respecto. De todas maneras, se hace un muy breve repaso de estos tipos de transmisión para ilustración básica [23]. Los tipos de transmisión a los que se está haciendo referencia son:

- Difusión analógica tradicional vía VHF y UHF (Radiopropagación con sistemas radiantes) [17] [28].
- Difusión digital en sus dos jerarquías de calidad (estándar y de alta definición o HD: High Definition) [29] con servicios

de valor agregado mediante las siguientes normas: Digital Video Broadcasting o DVB (estándar europeo, con sus sistemas DVB-S para satélite, DVB-C para cable, DVB-T para propagaciones terrestres) y Advanced Television System Committee o ATSC (estándar norteamericano, que para emisiones por satélite y cable no tiene muchas diferencias del estándar europeo, pero que en DTT si) [30] [31] [32].

- Difusión por satélite (Sistema satelital tradicional o de norma digital DVB-S) [17] [33] [34].
- Difusión por redes de cable (Sistema CATV tradicional o de norma digital DVB-C) [17] [31].

En el caso de la difusión analógica o digital por vía terrestre troposférica o radiopropagación, la señal es llevada desde el Centro de Producción hasta los transmisores principales, situados en lugares estratégicos, normalmente en sitios altos de montaña, desde donde se pueda difundir logrando el máximo cubrimiento de la zona. Los enlaces para llevar la señal hasta allí se realizan a través de sistemas de microondas terrestres punto a punto o enlaces satelitales [17] [33] [34]. Los transmisores principales cubren la zona con una emisión directa pudiendo ser captada la señal por los usuarios receptores usando antenas convencionales [5] [35]. Si hay lugares de sombra o de no cubrimiento, se deben emplear sistemas reemisores de señal con diversas técnicas según la necesidad o la posibilidad técnica.

Con la difusión por satélite se pueden alcanzar zonas remotas y de difícil acceso. Su desarrollo obedece en parte al avance de la tecnología espacial y militar, pudiéndose explotar comercialmente la constelación de satélites disponibles para distribuir señales de televisión. Un satélite realiza dos funciones principales: La primera es permitir enlaces en la banda de microondas para transmisión punto a punto según el cubrimiento o

pisada (huella) sobre la superficie terrestre, la cual a su vez obedece a las características del equipamiento de comunicaciones que posea (transpondedores), y la segunda es la distribución de la señal en difusión, que puede hacerse punto a punto, punto a multipunto o viceversa.

Una característica destacable de los sistemas de satélite, que se convierte en ventaja, es que aunque la energía de la señal que es capturada por la antena en el transpondedor o en la estación terrena de recepción es muy pequeña, puede ser fácilmente compensada con la alta ganancia de la antena receptora y a la par que se puede aprovechar el gran ancho de banda disponible. Estas características son típicas de las comunicaciones en las bandas de microondas.

El satélite, aunque de elevado costo de construcción, puesta y mantenimiento en órbita y de servicio, comparado con otras alternativas de diferente tecnología (como los canales de fibra óptica) permite llegar a lugares remotos e inaccesibles para dichas alternativas. El satélite también tiene como ventaja la disponibilidad de variados servicios agregados para los televidentes, que hacen posible la explotación comercial y la rentabilidad del sistema para sus operadores y comercializadores.

En cuanto a la difusión por redes de cable se puede garantizar la óptima llegada del conjunto de señales de canales multiplexadas en frecuencia (FDM), sin interferencias electromagnéticas, excepto aquellas generadas por fuentes externas de alto nivel, pero requiere de una instalación compleja y costosa, empezando por la misma **“cabecera”** o centro de acopio y distribución de las señales de los canales.

Sólo se puede entender y justificar un tendido de red de cable en zonas urbanas o rurales de alta densidad poblacional para que la inversión en infraestructura tecnológica sea rentable. La televisión por cable tiene la posibilidad de contar con un canal disponible para servicios de valor agregado sin necesidad de más inversiones. Este camino es la **“red de retorno”** la cual es propia del sistema y evita el uso de la red telefónica

con el mismo fin, como sí lo necesitan otros sistemas.

El futuro inobjetable de corto plazo para los sistemas de CATV es contar con **“cabeceras digitales”** para optimizar el uso en frecuencia de la red, ofrecer más y mejores servicios, y personalizar la oferta para un mercado cada vez más especializado y exigente.

Cada uno de estos tipos de difusión tiene ventajas y desventajas comparativas. La comunicación vía satélite es una de las más importantes en la logística militar y cuando es utilizada civil y comercialmente es porque existe una razón estratégica que justifica la alta inversión económica requerida para infraestructura y/o alquiler o compra del servicio (capacidad satelital).

Por otro lado, la transmisión vía radiopropagación es la más popular y la más empleada, ya que la inversión en la red de distribución no es muy alta comparada con otras opciones y a la vez ofrece la posibilidad de cubrir zonas remotas, por ejemplo zonas rurales, con la implementación de redes de reemisión. En este caso, la señal es poco inmune al ruido lo que trae como defecto que la señal de recepción se vea afectada, sin embargo es la forma más común de difusión de señales de televisión.

Por su parte, las redes de cable, por disponer de su canal de retorno a través del propio cable físico, pueden brindar una serie de servicios sin tener que utilizar diferente infraestructura o tener que realizar altas inversiones.

Importancia de la emisión virtual frente a los otros tipos de transmisión

En la época más reciente, la emisión virtual de televisión ha tomado gran auge e importancia por las ventajas de tiempo, espacio, flexibilidad, independencia y disponibilidad que proporciona tanto a quien emite como al usuario final. Además, el incremento en la penetración de la banda ancha en los hogares y empresas, posibilita aún más su uso racional.

Un aspecto que ha influido también es el relacionado con el propio aparato receptor, puesto que el poder ser televidente como usuario de Internet o miembro de una red privada y estar siéndolo frente a un monitor de computador, elimina los requisitos de un aparato de

recepción tradicional y en ocasiones sin limitaciones de lugar o de hora cuando se dispone de conexiones inalámbricas. Y esto tiene un valor mayor si se analiza lo siguiente: Desde la aparición de los receptores de televisión mecánicos hasta los más modernos de hoy ha existido un sinnúmero de tecnologías, pero no se ha presentado un cambio radical o una innovación en ellas que haga que desaparezca su uso, caso por ejemplo del tubo de rayos catódicos o TRC (que valga decirlo, fue el que impulsó el gran salto en la evolución de la televisión).

Esta tecnología de TRC está vigente y lo seguirá durante algún tiempo más, pues todavía no hay otra que la sustituya, y esto tiene que ver con que no existe aún una innovación suficientemente fuerte para ello, ya que otras tecnologías no han logrado el correcto equilibrio entre calidad de imagen y precio que las hagan realmente competitivas en el mercado.

Por ejemplo, las pantallas planas tanto de plasma como de cristal líquido (Liquid Cristal Display o LCD) sólo son superiores en cuanto al diseño moderno que presentan pero no han alcanzado la misma calidad de imagen del TRC como para sustituirlo, además que tienen mayores precios en el mercado. Igual sucede con los televisores fabricados para HD ya que tampoco han logrado penetrar el mercado hasta ahora pues paradójicamente a poco tiempo del **"apagón analógico"**, en la producción y programación de las cadenas comerciales todavía es mínima la utilización de este formato y la cantidad de horas de programación del mismo, sumado ésto a que a la fecha el televidente normal está demandando en muy poco número productos con esta tecnología, tanto de hardware como de contenido informativo.

CONCLUSIONES

- En el campo de la producción de televisión se pueden diferenciar dos áreas que están estrechamente ligadas y son interdependientes y complementarias a la vez, siendo la primera la de Producción y Programación encargada de la realización de los programas, sus contenidos y su presentación, y la segunda la de Ingeniería, encargada de todos los aspectos tecnológicos y de infraestructura física involucrados.

- El desarrollo de actividades investigativas en el campo de la televisión, que en este caso busca implementar y poner en operación un Canal Virtual para la comunidad universitaria, debe iniciar por apropiarse el conocimiento necesario, entre otros, sobre fundamentos y conceptos de producción técnica e ingeniería, especialmente en lo correspondiente a infraestructura tecnológica y los aspectos que ésta atiende.
- Llevar a cabo el proyecto del Canal Virtual de Televisión de la Universidad Libre Seccional Cali es una tarea que genera un factor diferenciador respecto a otros proyectos típicos de este tipo y tiene que ver con la tendencia a ser un medio de comunicación eficaz de los procesos y resultados de investigación y la gestión del conocimiento desde la academia.
- Para diseñar, implementar, operar y mantener la infraestructura técnica de audio y video de un Centro de Producción de Televisión se propone, y así se aplica en esta investigación, que para determinar sus características, dimensionar el proyecto, su alcance y viabilidad previa, se debe tener en cuenta lo siguiente: La definición inicial del sistema, la definición de las posibilidades técnicas y operativas, la definición de una configuración por módulos y la realización del diseño y ejecución del proyecto.
- La aplicación de lo que en esta investigación se ha planteado como clave y que se ha denominado **criterio de módulos de producción de televisión y configuración por módulos** permite dimensionar y enfocar el trabajo tanto técnico como de producción audiovisual.
- Un **módulo**, entendido como un instrumento que define un sistema de video y audio agrupando equipos para fines específicos monotarea o multitarea, permite establecer en esta investigación para ULCV cuatro tipos: Módulo de Registro (MR), Módulo de Edición y Copiado (MEC), Módulo de Procesamiento (MP) y Módulo de Emisión (ME) ó Módulo de Difusión (MD), que a su vez sirven para poner en práctica las diferentes fases de la producción de programas de televisión (Registro, edición y copiado, procesamiento y difusión-aplicación). Cada uno de estos módulos cumple

funciones específicas y tiene características diferenciadas que han sido expuestas aquí, pero que no están aisladas u operando independientes sino por el contrario, hacen parte de un conjunto, **el sistema general de producción.**

- Para configurar módulos bajo la norma NTSC y cualquier formato de grabación, se aceptan en la industria televisiva diversas tendencias de sistemas de referencia, las que son propuestas por las empresas fabricantes líderes en tecnología audiovisual. Para el caso de la investigación de ULCV estas tendencias para configuración de módulos corresponden a las presentadas por Sony y que se conocen como: Sistema A, Sistema B y Sistema C. Los buenos resultados en registro, edición, copiado, procesamiento y emisión de estos sistemas están comprobados internacionalmente.
- Los sistemas A (Estudio de alta gama), B (Estudio de media gama) y C (Estudio de baja gama) difieren básicamente por el volumen y la capacidad de producción y emisión que tienen, considerando el tamaño de la planta de producción, la capacidad de producción esperada y los requerimientos y posibilidades técnicas, humanas y operativas.
- Dentro del proyecto ULCV, la definición de sus necesidades y requerimientos de producción permitió determinar las características y posibilidades técnico-operativas que aparecen documentadas en el trabajo y que corresponden a: Capacidad, calidad de operación, tiempo de operación diaria, funciones a cumplir, interoperatividad, compatibilidad, formato de trabajo, operación, personal técnico por turno de producción y emisión, y tamaño de áreas iniciales para instalación de infraestructura.
- Como resultado del proceso de investigación en cuanto a ingeniería y de aplicar los conceptos, los pasos de diseño y los criterios y tendencias definidos, se ha generado una propuesta de diseño de la infraestructura tecnológica para ULCV. Este diseño se ha descrito en forma cualitativa y con planos de interconexión y cableado básicos.
- El diseño que se propone está acompañado del listado en detalle de los equipos y accesorios necesarios para su implementación y puesta en operación que aparece en las tablas presentadas. Así mismo, se incluye el presupuesto respectivo que fue entregado a las instancias correspondientes de la Universidad Libre Seccional Cali, el cual se realizó con base en precios del mercado de soluciones de televisión profesional. Tanto el listado de equipos como el presupuesto tiene en cuenta los recursos tecnológicos disponibles para ULCV con que actualmente cuenta la institución universitaria, lo que disminuye la inversión necesaria dentro del marco de economía y correcto uso de los recursos.
- La implementación y puesta en operación del proyecto ULCV puede darse por etapas, por lo que se considera en el corto plazo una primera inversión en equipos y accesorios mínimos que permitan la operación y funcionamiento básico para cumplir con la producción y programación esperadas en los primeros meses. Tales elementos se especifican en las tablas de listado de equipos. Para lo anterior es completamente necesario, paralelo a las adquisiciones, adecuar el espacio físico para operación del Canal Virtual. La plataforma tecnológica a construir inicialmente es la base para el desarrollo integral de ULCV. Las sucesivas inversiones en el tiempo deben evaluarse considerando su pertinencia y necesidad.
- Finalmente, no puede concebirse el trabajo realizado sin tener en cuenta los principales fundamentos de los sistemas de televisión bajo la norma NTSC, los cuales se destacan como soporte teórico. Estos fundamentos teóricos, en toda su extensión, son muy amplios y requieren tratamiento académico riguroso, no obstante, los aspectos conceptuales y de ingeniería que se presentan aquí logran acercarse hacia los temas técnicos tratados así como al propio diseño propuesto para el Centro de Producción de ULCV.
- Por lo anterior, se destacan como fundamentos importantes aquellos que corresponden a: Las imágenes, la señal de video y su transmisión, los estándares de televisión, la digitalización de la señal de televisión, la transmisión de televisión a través de redes de datos o canales virtuales, los diversos tipos de transmisión de televisión que emplean medios diferentes a las redes de datos, y los argumentos que valoran la importancia de la emisión virtual frente a los otros tipos de transmisión [36].

Anexo: Listado de equipos y accesorios

MÓDULO DE REGISTRO (MR)			
Referencia	Descripción	Marca	Cantidad
DSR-170 *	Sistema Cámara 3CCD, lente óptico 12x 16/12 bit PCM. 2 canales de audio XLR DVCAM/DV Record. Interfase i.Link (IEEE 1394), VISOR y LCD 2.5'	SONY	3 (1*)
TH-M20 *	Camera Load Capacity (lbs) 8, Tilt Angle +90/-70, Counter Balance Mode FIX, Drag Mode FIX Weight (lbs) 7, Maximum Height (in) 59, Minimum Height (in) 27, Ball Diameter (mm) 65, Carrying case included, (TC-6) (TRÍPODE)	LIBEC	3 (1*)
DL-2	Dolly para ítem 2	LIBEC	3
Super Ambi 6 Light	Kit de luces para Estudio	LOWEL	1
Trans-kit Tota *	Kit de luces para Campo	LOWEL	1*
ME67/K6 *	Micrófono boom, con caña, corta viento, pistola y perro	SENNHEISER	1
EW-135G2	Micrófono de solapa inalámbrico	SENNHEISER	2
WR-100A	Micrófono de solapa inalámbrico	Vocal Artist	2
T3-CF	Micrófono de solapa inalámbrico	SHURE	1
EW-135G2	Micrófono de mano dinámico inalámbrico	SENNHEISER	2
MI-108L	Micrófono de mano dinámico alámbrico	Challenger	1
5885D	Micrófono de mano dinámico alámbrico	SHURE	1
EON-1062	Altavoz (Parlante) para retorno de audio en Estudio	JBL	1

▲ Tabla 1: Equipos y accesorios para el MR del diseño propuesto de ULCV

MÓDULO DE EDICIÓN Y COPIADO (MEC)			
Referencia	Descripción	Marca	Cantidad
RT-X2 *	Sala de Edición No Lineal (ENL): Tarjeta Mattrox y PC (No incluye software)	MATROX	1*
AGDV2500 *	Grabadora MiniDV, Records and Plays DV, miniDV Tapes, and plays DVCAM Tapes, IEEE 1394 input/output, RS422A, Time Code Recording and Playback	PANASONIC	1*
V-R151P	Rack Mountable 15" LCD Monitor with Built in 125ch TV Tuner, Tally Light and Audio Only 6 Rackspace high, 1 COMPUESTO, 1 SUPER VIDEO, 1 VGA	MARSHALL	1
UB1204FX-PRO	Consola de Audio. 6 INPUT (MIC) BUS MIXER	Behringer	1

▲ Tabla 2: Equipos y accesorios para el MEC del diseño propuesto de ULCV

MÓDULO DE PROCESAMIENTO (MP)			
Referencia	Descripción	Marca	Cantidad
AGDV2500 *	Grabadora MiniDV, Records and Plays DV, miniDV Tapes, and plays DVCAM Tapes, IEEE 1394 input/output, RS422A, Time Code Recording and Playback	PANASONIC	1*
KV21SE42/9	Televisor 21"	SONY	1
AG-MX70 *	Switcher de Video, with (8) inputs that function as a digital video effects generator and an audio mixer, GPI, TALLY, USB, Gen Lock, external Key, option SDI.	PANASONIC	1*
ITC-100 *	Sistema Intercom, 4 usuarios, 4 bellpack, 4 balacas, extendible a 8.	DATAVIDEO	1*
V-R44P *	Rack de 4 Monitores LCD DE 4"	MARSHALL	1*
V-R151P	Rack Mountable 15" LCD Monitor with Built in 125ch TV Tuner, Tally Light and Audio Only 6 Rackspace high, 1 COMPUESTO, 1 SUPER VIDEO, 1 VGA	MARSHALL	3
Xenyx 2442FX *	Consola de Audio, 24 INPUT (10 MIC) 4/2 BUS MIXER.	Behringer	1*
AN-100 *	Altavoz (Parlante) para retorno de audio en Master	ANCHOR	1*
ADC *	Patch de video + Patch cord	ADC	1*
ADC *	Patch de audio + Patch cord	ADC	1*
BE41 + BEPS *	Distribuidor de video 1x4	ENSEMBLE	1*
VTM-100	WFM / Vectoroscopio (Analizador de forma de onda y vectoroscopio)	VIDEOTEK	1

▲ Tabla 3: Equipos y accesorios para el MP del diseño propuesto de ULCV

MÓDULO DE EMISIÓN (ME)			
Referencia	Descripción	Marca	Cantidad
DMR-ES25S *	Grabador de DVD (DVD Recorder)	MATROX	2*
DVD-393 *	Reproductor de DVD (DVD Player)	PANASONIC	1*
Image server 2000B-250	Servidor de Video, 1 canal de Ingesta, 3 canales de salida para Edición y Play Out, entradas y salidas en video compuesto/SDI, puerto de red para recibir Archivos en una LAN, 110 horas de Almacenamiento, (4) 250 GB Serial ATA disk drives in RAID-5 array.	MARSHALL	1
EDJE4000A	Equipo video streaming, real time-streaming AVC Encoder, MPEG4, Encode and deliver the highest quality AVC video and AAC-LC for delivery over IPTV, Satellite, Cable, and Terrestrial networks.	Behringer	1

▲ Tabla 4: Equipos y accesorios para el ME del diseño propuesto de ULCV

OTROS ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS			
Referencia	Descripción	Marca	Cantidad
QU-2006 *	UPS de 6 KVA	QUEST	1*
N.A.	Base dúplex de piso	N.A.	1
COLORS	Rack de piso (Gabinete)	QUEST	1
QUEST *	Muebles para Master	QUEST	1*
QUEST *	Muebles para Sala de Edición	QUEST	1*
N.A.*	Implementación y montaje (Incluye cables y conectares de audio y video, accesorios para cableado y herrajes necesarios) para todo el proyecto.	Varios	1*
N.A.*	Accesorios y cables de extensión eléctrica, cables de audio y video para uso externo, multitomas eléctricos, herramientas básicas e insumos.	Varios	1*
ADOBE *	Software para Sala de Edición No Lineal (Adobe Premier PRO 2.0)	ADOBE	1*

▲ Tabla 5: Otros elementos complementarios del diseño propuesto de ULCV

CITAS

1. El equipamiento al que se hace referencia se puede repetir de un módulo a otro, esto es, se puede emplear el mismo equipo o equipos similares en uno o varios módulos, incluso de manera simultánea, sin afectarse el concepto de módulos independientes como tal pero interrelacionados.
2. Otra buena y precisa explicación de estos fundamentos y otros anteriormente expuestos de la parte técnica y de ingeniería de la televisión, incluyendo análisis de señales y ancho de banda puede obtenerse en [11].
3. Estos algoritmos de reducción del flujo de bits se basan en la aplicación de la transformada discreta del coseno en los dominios del tiempo y del espacio.
4. Se considera solamente la transmisión digital ya que la transmisión análoga, aunque aún vigente y por varios años más, será reemplazada por la primera en un futuro cercano dependiendo de los plazos de cada país, en lo que se conoce como el "apagón analógico", lo cual es ya un hecho inevitable e ineludible, por lo tanto se busca enfocar los planteamientos hacia los conceptos más recientes y de mayor utilidad en el momento actual de la tecnología de televisión.

REFERENCIAS

- [1] Bernard Grob y Charles Herndon, *Televisión práctica y sistemas de video*, sexta edición. Editorial Alfaomega, México, 2007.
- [2] Jaime Barroso, *Introducción a la realización televisiva*, Editorial IORTV, España, 2005.
- [3] Herbert Zetl, *Manual de producción de televisión*, séptima edición. Editorial Thomson, México, 2000.
- [4] Neftalí Peñaflores Valdez, *Manual de producción de televisión*, SEP-CETE-JICA, México, 2002.
- [5] Leonardo Andrés Carvajal Álvarez, *Diseño de cableado de Master y análisis del sistema de telecomunicaciones en Telecafé Ltda.*, Tesis de grado, Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales, Colombia, 1997.
- [6] Samuel E. Ebersole, *Manual del operador profesional de radio y televisión*, Editorial DORSI EDICIONES, España, 1998.
- [7] Federico Fernández D., *La dirección de producción en cine y TV*, Ediciones Paidós, España, 2003.
- [8] Gerard Millerson, *Técnicas de realización y producción para televisión*, Editorial IORTV, España, 1991.
- [9] José Luis Fernández y Tirso Nohales, *Postproducción digital*, Editorial Escuela de Cine y Vídeo de Andoain, España, 1999.
- [10] SONY Corporation, *System Manual: Broadcast Products Management*, International Marketing Division, Communication Products Marketing Group, 1995.
- [11] Emilio Pareja C., *Sensores y cámaras CCD*, Editorial RTVE, España, 1991.
- [12] Peter Ward, *Cámara de video digital*, Editorial Escuela de Cine y Vídeo de Andoain, España, 2002.

- [13] Tomás Bethencourt, *Sistemas de video en componentes colorimétricas*, Editorial RTVE, España, 1993.
- [14] Erasmo A. Bustamante Q., *Curso de TV a color, fascículo 1, segunda edición*, Electrónica Busher's, Medellín, 1989, pp. 1-24.
- [15] Matt McGillicuddy, *Color Television Fundamentals, NTSC and PAL*, Ampex Corporation, USA, 1990.
- [16] Tomás Bethencourt, *Sistemas de televisión (Clásicos y avanzados)*, segunda edición. Editorial RTVE, España, 1991.
- [17] Roy Blake, *Sistemas electrónicos de comunicaciones, segunda edición*. Editorial Thomson, México, 2004, pp. 673-735.
- [18] Des Lyver, *Principios básicos del sonido para video*, Editorial Gedisa, España, 2000.
- [19] Marcos Faúndez, *Tratamiento digital de voz e imagen y aplicación a la multimedia*, Editorial Alfaomega-Marcombo, México, 2007.
- [20] Herve Bendit, *Televisión digital*, Editorial Thomson-Paraninfo, México, 2004.
- [21] Eduardo Gavilán E., *MPEG-2: Pieza clave de la televisión digital, segunda edición*. Editorial IORTV, España, 1999.
- [22] John Watkinson, *Compresión en video y audio*, Editorial IORTV, España, 1995.
- [23] Edmund A. Williams, *NAB (National Association of Broadcasters), Engineering Handbook, 10th edition*. NAB, USA, 2007.
- [24] Wes Simpson, *Video sobre IP: Una guía práctica para tecnología y aplicaciones*, Editorial Escuela de Cine y Video de Andoain, España, 2007.
- [25] David Austeberry, *La tecnología "streaming" de video y audio*, Editorial Escuela de Cine y Video de Andoain, España, 2005.
- [26] Mike Cox y otros, *Metadatos descriptivos para TV*, Editorial Escuela de Cine y Video de Andoain, España, 2007.
- [27] Mark Gawlinski, *Producción de televisión interactiva*, Editorial Escuela de Cine y Video de Andoain, España, 2004.
- [28] José Luis Fernández y Antonio Suárez, *Radio y televisión analógica y digital*, Ediciones TELEVES, España, 2006.
- [29] Emilio Pareja C., *HDTV: Televisión de alta definición*, Editorial RTVE, España, 1998.
- [30] Fernando Gómez de Marcos, *Radiodifusión digital*, Editorial IORTV, España, 1997.
- [31] José Manuel Huidobro, *Tecnologías de telecomunicaciones*, Editorial Alfaomega - Creaciones Copyright, México, 2006, pp. 164-176, 463-485.
- [32] José Simonetta, *Televisión digital avanzada, Handbook*, Editorial Intertel, Argentina, 2002.
- [33] Carlos Rosado, *Comunicaciones por satélite*, Editorial Limusa, México, 2000.
- [34] Wayne Tomasi, *Sistemas de comunicaciones electrónicas, cuarta edición*. Editorial Prentice Hall, México, 2003, pp. 761-863.
- [35] *Broadcast Engineering, Manuales y revistas sobre radiodifusión*, Intertec Publication, USA, varios años.
- [36] Patricia Holland, *The Television Handbook, Segunda edición*. Editorial Routledge, USA, 2007.

BIBLIOGRAFÍA

- ALTEN, Stankey R. *El manual de audio en los medios de comunicación*. Editorial Escuela de Cine y Video de Andoain, España, 1997.
- AUSTEBERRY, David. *La tecnología "streaming" de video y audio*. Editorial Escuela de Cine y Video de Andoain, España, 2005.
- BARROSO, Jaime. *Introducción a la realización televisiva*. Editorial IORTV, España, 2005.
- BAYLIN, Frank y GALE, Brent. *Televisión doméstica vía satélite: Manual de instalación y de localización de averías*. Baylin-Gale Productions, USA, 1985.
- BELOVE, Charles. *Enciclopedia de la electrónica: Ingeniería y técnica*. Editorial Océano-Centrum, España, 1990.
- BENDIT, Herve. *Televisión digital*. Editorial Thomson-Paraninfo, México, 2004.
- BETHENCOURT, Tomás. *Sistemas de televisión (Clásicos y avanzados)*, segunda edición. Editorial RTVE, España, 1991.
- _____. *Sistemas de video en componentes colorimétricas*. Editorial RTVE, España, 1993.
- BLAKE, Roy. *Sistemas electrónicos de comunicaciones, segunda edición*. Editorial Thomson, México, 2004.
- BORQUE P, Alfredo. *Radio y televisión digitales*. Editorial Thomson-Paraninfo, México, 2006.
- BORWICK, John. *Micrófonos: Tecnologías y aplicaciones*. Editorial Escuela de Cine y Video de Andoain, España, 2001.
- BROADCAST ENGINEERING, *Manuales y revistas sobre radiodifusión*. Intertec Publication, USA, varios años.
- BUSTAMANTE Q., Erasmo A. *Curso de TV a color, fascículo 1, segunda edición*. Electrónica Busher's, Colombia, 1989.
- CARVAJAL A., Leonardo Andrés. *Diseño de cableado de Master y análisis del sistema de telecomunicaciones en Telecafé Ltda., Tesis de grado*. Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales, Colombia, 1997.
- CASTRO, Manuel y otros. *Diseño y desarrollo de multimedia: Sistemas, imagen, sonido y video*. Editorial Alfaomega-Rama, España, 2007.
- CERVERA D., Ethiel. *Iluminación: Cine, fotografía y video*. Editorial Alhambra Mexicana, México, 1995.

- COX, Mike y otros. *Metadatos descriptivos para TV*, Editorial Escuela de Cine y Video de Andoaín, España, 2007.
- De BOECK, Willy. *Televisión digital*. Editorial IORTV, España, 1991.
- EBERSOLE, Samuel E. *Manual del operador profesional de radio y televisión*. Editorial DORSL EDICIONES, España, 1998.
- FAÚNDEZ, Marcos. *Tratamiento digital de voz e imagen y aplicación a la multimedia*. Editorial Alfaomega-Marcombo, México, 2007.
- FERNÁNDEZ D., Federico. *La dirección de producción en cine y TV*. Ediciones Paidós, España, 2003.
- FERNÁNDEZ, José Luis y NOHALES, Tirso. *Postproducción digital*. Editorial Escuela de Cine y Video de Andoaín, España, 1999.
- FERNÁNDEZ, José Luis y SUÁREZ, Antonio. *Radio y televisión analógica y digital*. Ediciones TELEVES, España, 2006.
- FINK, Donald G. y CHRISTIANSEN, Donald. *Manual de Ingeniería Electrónica, Volúmenes III y IV*. Editorial McGraw Hill, México, 1992.
- FREEMAN, Roger. *Ingeniería de sistemas de telecomunicaciones*. Editorial Limusa, México, 1995.
- FRENZEN, Louis. *Electrónica aplicada a los sistemas de las comunicaciones, tercera edición*. Editorial Alfaomega, México, 2007.
- _____. *Sistemas electrónicos de comunicaciones*. Editorial Alfaomega, México, 2007.
- GAVILÁN E., Eduardo. *Aplicaciones de la televisión digital a la transmisión por satélite*. Editorial IORTV, España, 1995.
- _____. *MPEG-2: Pieza clave de la televisión digital, segunda edición*. Editorial IORTV, España, 1999.
- GAWLINSKI, Mark. *Producción de televisión interactiva*. Editorial Escuela de Cine y Video de Andoaín, España, 2004.
- GÓMEZ, Alvaro y VELOSO, Manuel. *Redes de computadoras e internet: Funcionamiento, servicios ofrecidos y alternativas de conexión*. Editorial Alfaomega-Rama, España, 2007.
- GÓMEZ DE MARCOS, Fernando. *Radiodifusión digital*. Editorial IORTV, España, 1997.
- GROB, Bernard y HERNDON, Charles. *Televisión práctica y sistemas de video, sexta edición*. Editorial Alfaomega, México, 2007.
- HARTWIG, Robert L. *Tecnología básica para televisión*. Editorial IORTV, España, 1993.
- HOLLAND, Patricia. *The Television Handbook, Segunda edición*. Editorial Routledge, USA, 2007.
- HUIDOBRO, José Manuel. *Fundamentos de telecomunicaciones*. Editorial Thomson-Paraninfo, España, 2006.
- _____. *Redes y servicios de telecomunicaciones, cuarta edición*. Editorial Thomson-Paraninfo, España, 2006.
- _____. *Tecnologías de telecomunicaciones*. Editorial Alfaomega - Creaciones Copyright, México, 2006.
- IGLESIAS, Pablo. *Postproducción digital de sonido por computadora*. Editorial Alfaomega-Rama, España, 2007.
- JERRAM, Peter y GOSNEY, Michael. *El manual de multimedia*. Editorial Escuela de Cine y Video de Andoaín, España, 2004.
- LEÓN-GARCÍA, Alberto y WIDJAJA, Indra. *Redes de comunicación: Conceptos fundamentales y arquitecturas básicas*. Editorial McGraw Hill, México, 2006.
- LYVER, Des. *Principios básicos del sonido para video*. Editorial Gedisa, España, 2000.
- MARIÑO, José y otros. *Tratamiento digital de la señal: Una introducción experimental, segunda edición*. Editorial Alfaomega-Ediciones UPC, España, 2006.
- McGILLICUDDY, Matt. *Color Television Fundamentals, NTSC and PAL*. Ampex Corporation, USA, 1990.
- MILLERSON, Gerard. *Técnicas de realización y producción para televisión*. Editorial IORTV, España, 1991.
- PÁRAMO, José Antonio. *Cine y TV: Terminología técnica*. Editorial Diccionarios Espasa, España, 2002.
- PAREJA C., Emilio. *HDTV: Televisión de alta definición*. Editorial RTVE, España, 1998.
- _____. *Sensores y cámaras CCD*. Editorial RTVE, España, 1991.
- PEÑAFLORES VALDEZ, Neftalí. *Manual de producción de televisión*. SEP-CETE-JICA, México, 2002.
- PERALES B., Tomás. *Radio y televisión digitales*. Editorial Creaciones Copyright, España, 2005.
- POOLE, C. y BRADLEY, J. *El manual del profesional de los medios digitales*. Editorial Escuela de Cine y Video de Andoaín, España, 2005.
- ROLDÁN, David. *Comunicaciones inalámbricas*. Editorial Alfaomega-Rama, España, 2007.
- ROSADO, Carlos. *Comunicaciones por satélite*. Editorial Limusa, México, 2000.
- SÁINZ, Miguel. *Introducción a la producción televisiva*. Editorial IORTV, España, 1995.

- _____. Manual básico de producción en televisión. Editorial IORTV, España, 1995.
- SIMONETTA, José. Televisión digital avanzada. Handbook. Editorial Intertel, Argentina, 2002.
- SIMPSON, Robert S. Control de la iluminación, tecnología y aplicaciones. Editorial Escuela de Cine y Video de Andoain, España, 2004.
- SIMPSON, Wes. Video sobre IP: Una guía práctica para tecnología y aplicaciones. Editorial Escuela de Cine y Video de Andoain, España, 2007.
- SOLARINO, Carlo. Cómo hacer televisión. Colección Signo e Imagen. Editorial Cátedra, España, 1988.
- SONY Corporation, System Manual: Broadcast Products Management, International Marketing Division, Communication Products Marketing Group, 1995.
- SOUTO, Mario Raimondo. Manual del realizador profesional de video. Editorial DOR, España, 1993.
- TOMASI, Wayne. Sistemas de comunicaciones electrónicas, cuarta edición. Editorial Prentice Hall, México, 2003.
- UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones), Manuales y normas sobre telecomunicaciones. USA, varios años.
- VELA, Esther. Glosario de inglés técnico para imagen, sonido y multimedia. Editorial Escuela de Cine y Video de Andoain, España, 1997.
- VILCHES, Lorenzo. La migración digital. Editorial Gedisa, España, 2001.
- WARD, Peter. Cámara de video digital. Editorial Escuela de Cine y Video de Andoain, España, 2002.
- WATKINSON, John. Compresión en video y audio. Editorial IORTV, España, 1995.
- _____. El arte del audio digital. Editorial IORTV, España, 2002.
- _____. El arte del video digital. Editorial IORTV, España, 2002
- WHEELER, Paul. Alta definición y cinematografía 24 fps, Editorial Escuela de Cine y Video de Andoain, España, 2003.
- WHITE, Gordon. Técnicas del video, segunda edición. Editorial IORTV, España, 1993.
- WILLIAMS, Edmund A. NAB (National Association of Broadcasters), Engineering Handbook, 10th edition. NAB, USA, 2007.
- WYATT, Hilary y AMVES, Tim. Postproducción de audio para TV y cine. Editorial Escuela de Cine y Video de Andoain, España, 2005.
- ZETL, Herbert. Manual de producción de televisión, séptima edición. Editorial Thomson, México, 2000.
- ZÚÑIGA, Joseba y otros. Comunicación audiovisual. Editorial Escuela de Cine y Video de Andoain, España, 1998.
- _____. Realización en televisión. Editorial Escuela de Cine y Video de Andoain, España, 2006

Leonardo Andrés Carvajal Álvarez

Ingeniero Electrónico - Universidad Nacional de Colombia, estudios de especialidad en Telecomunicaciones y Magister en Administración (MBA) - Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (México) y UNAB (Colombia). Diplomado en Educación - Universidad de Caldas. Tiene experiencia en el sector privado y el público, en empresas nacionales y multinacionales, así como en el sector de la televisión, desempeñando cargos de ingeniería y directivos. Fundador, socio y actual Gerente de Global Synergy Ltda. Desde 1997 es docente universitario de pregrado y postgrado.