



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Dirección de transmisión en
un canal de televisión
público**

INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES

Que para obtener el título de
Ingeniero en Telecomunicaciones

P R E S E N T A

José Alberto Ortega Romero

ASESOR DE INFORME

M.I. Juventino Cuéllar González



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2019

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO.....	2
2. HISTORIA Y DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	3
2.1 HISTORIA DE LA INSTITUCIÓN	3
2.2 CREACIÓN DEL CANAL DE TELEVISIÓN.....	3
2.3 DESCRIPCIÓN DEL CANAL DE TELEVISIÓN	5
3. ÁREA DE TRABAJO Y ACTIVIDADES DESEMPEÑADAS	7
3.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO.....	7
3.2 LUGAR DE TRABAJO	8
4. ANTECEDENTES.....	13
4.1 INTRODUCCIÓN	13
4.2 ¿COMO ES GENERADA LA SEÑAL DE TELEVISIÓN?	14
4.3 PRESUPUESTO DE ENLACE PARA ESTACIÓN TERRENA Y REGRESO SATELITAL..	20
4.4 REDES DE DATOS EN LA TELEVISIÓN.....	21
5. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	26
5.1 CONTEXTO.....	26
5.2 ANÁLISIS.....	28
5.3 OPORTUNIDADES DE MEJORA.....	29
6. PROPUESTA DE CAMBIO: SERVIDOR CENTRAL DE TRÁNSITO Y ALMACENAMIENTO	30
6.1 INTRODUCCIÓN	30
6.2 MÓDULOS DEL PROYECTO	32
6.3 INFRAESTRUCTURA PROPUESTA	33
6.4 ADQUISICIÓN DEL EQUIPO.....	37
6.5 TOPOLOGÍA DE LA RED.....	38
6.6 COMPARACIÓN DE REDES CON ALMACENAMIENTO	40
6.6 EVALUACIÓN GENERAL	41
6.7 CONCLUSIONES DE LA PROPUESTA.....	42
7. METODOLOGÍA.....	43
8. RESULTADOS.....	45
9. CONCLUSIONES	47

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO

Este documento informa acerca de las actividades desarrolladas dentro de un medio de comunicación público, perteneciente a una institución gubernamental. Son explicadas las funciones que se desempeñan dentro del área de Ingeniería, específicamente en la Dirección de Transmisión. De igual manera se analizan las relaciones entre las distintas áreas que conforman el medio televisivo que siguen una cadena de procedimientos la cual da como resultado un contenido audiovisual de calidad que refleja los valores de esta organización.

El presente informe se encuentra dividido en cuatro partes principales, en primer lugar, es presentada una breve reseña histórica y contextual de la institución, con un mayor énfasis en el canal de televisión, su creación, transformación y consolidación. De la misma manera son explicadas las actividades desempeñadas y su progreso en el lugar de trabajo. En segundo lugar, es desarrollado el marco teórico dentro de los conocimientos de la ingeniería que permiten llevar a cabo el trabajo dentro del canal de televisión. Posteriormente se describe una propuesta de mejora con especificaciones, alcances y metas con el propósito de optimizar los procedimientos diarios. Finalmente, son presentadas las conclusiones acerca del trabajo desarrollado y el impacto social que tiene su correcto desarrollo, así como las oportunidades de aprendizaje que ofrece.

El objetivo de la propuesta es aplicar los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos en la Facultad de Ingeniería para proveer una mejora sustancial en el desarrollo de las actividades dentro de este medio de comunicación. Esta propuesta favorecería el resultado final que en todo canal de televisión siempre es la señal emitida y la calidad de su contenido. Mediante la aplicación correcta y asertiva de la ingeniería, pueden ser aprovechados los recursos existentes y a su vez complementados con las nuevas tecnologías disponibles, todo esto en un corto plazo. Y debido a sus características, la propuesta descrita en el documento puede ser adaptada a largo plazo conservando la escalabilidad, confiabilidad y asequibilidad.

2. HISTORIA Y DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

2.1 HISTORIA DE LA INSTITUCIÓN

Esta organización posee una larga historia ya que fue conformada a principios del siglo XIX en Michoacán. Sufrió numerosos cambios de sede a lo largo del tiempo para finalmente establecerse en la Ciudad de México. Como toda institución gubernamental, desde sus inicios el servicio a la población fue su principal prioridad y dentro de esta actividad, el comunicar de una manera pronta y eficiente a los ciudadanos los eventos y las decisiones que se originen.

Actualmente, con la evolución de las formas de comunicación y el incesante progreso tecnológico, el papel dejó de ser la manera más eficiente de cumplir el propósito anterior. A principios del siglo XX, con la llegada de la radio a México y posteriormente con la de la televisión, surgieron nuevos métodos para difundir información a un público extenso. Con el fin de comunicar las actividades desarrolladas, la organización incursionó primeramente en la radio y cuando las condiciones fueron propicias, en la televisión.

2.2 CREACIÓN DEL CANAL DE TELEVISIÓN

El 11 de junio de 2002 fue promulgada la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, por lo cual hubo una mayor apertura y fomento hacia los medios de comunicación públicos. Dentro de la institución fue propuesta una modernización general de la manera en que se comunicaba a la sociedad información de relevancia, respondiendo a esto fue establecida la creación de un canal de televisión con el objetivo de servir como ventana a todo lo generado dentro de la organización.

En el 2005 acuerda el comité interno la creación de una Dirección General del Canal de Televisión, al considerar de carácter urgente contar con un área responsable de los contenidos audiovisuales generados en la institución. Entre sus principales funciones destacaron el dar a conocer publicaciones relevantes a la comunidad, proporcionar información clara y oportuna del ámbito y asimismo impulsar la imagen de la organización frente a la sociedad. Consecuentemente con dichos objetivos fueron establecidas las funciones y responsabilidades de transmisión, producción y coordinación del material audiovisual generado tanto internamente como por los demás órganos que constituyen esta institución.

La selección del contenido audiovisual fue un aspecto importante en el proceso de creación, ya que dicha programación debió reflejar la imagen sólida y certera ante el público. La armonía entre la programación cultural complementaria con el contenido de los órganos relacionados fue clave en el cumplimiento de los objetivos iniciales del medio de comunicación. Estos objetivos y funciones se definieron con el fin de establecer un lazo de transparencia entre el ámbito institucional y el público en general.

En mayo de 2006 inició sus transmisiones el canal de televisión, la señal fue distribuida al país a través de televisión restringida. En su primera etapa emitió en un horario de programación reducido, cubriendo los eventos en vivo más importantes y agregando posteriormente contenidos de barras de opinión de producción interna. Conforme transcurrió el tiempo se fue extendiendo progresivamente el horario hasta cubrir las 24 horas del día, los 365 días del año, contando con gran variedad de programas internos y externos, así como contenido internacional.

El canal televisivo fue pionero en transparencia en su ámbito, siendo el primero en transmitir en tiempo real este tipo de contenidos audiovisuales a través de un medio de difusión masiva como la televisión. Lo anterior le ha valido el reconocimiento por parte de distintas organizaciones y gobiernos, aunado al hecho de que varios países han seguido la pauta establecida por esta organización en materia de acceso y transparencia.

Con el paso de los años y consecuencia del constante crecimiento del medio de comunicación, la institución tomó la decisión de trasladar toda la infraestructura de su canal de televisión a un inmueble separado para facilitar su operación y desarrollo. Fueron realizadas las adecuaciones pertinentes para albergar la infraestructura tecnológica que demanda un canal de televisión. De esta manera se promovió el continuo crecimiento y mejora de calidad en el canal al contar con sus propias instalaciones, así como suficiente espacio dedicado exclusivamente a la generación y producción de su señal televisiva.

En febrero de 2014, en presencia de los directivos de la organización, fue inaugurado el nuevo edificio del canal de televisión. Fue reconocido el trabajo realizado en el medio a lo largo de los años y de su necesidad de un espacio adecuado para la producción de sus contenidos audiovisuales informativos y de opinión. Junto con el cambio de instalaciones hubo un cambio del equipo en general, permitiendo un incremento en la capacidad tecnológica en aras de la transición hacia la televisión digital y la alta definición.

Esta institución ha hecho una inversión mayor para lograr la generación de contenidos de opinión, la cobertura de eventos especiales donde participen los integrantes de ella y la mejora continua de sus equipos y procesos en general. A pesar de poseer una plantilla no muy extensa (aproximadamente 120 trabajadores), en el 2017 fueron generadas poco más de 1000 horas de contenido informativo, incluyendo noticieros, producciones especiales e informes de actividades.

A poco más de 10 años de su inauguración, este medio de comunicación se ha consolidado como medio de transparencia, marcando un hito histórico al ser el primer canal de televisión en transmitir este tipo de contenidos audiovisuales públicamente. Ha servido como modelo de innovación para otros países en el acceso a la información y vinculación con la sociedad. Por lo tanto, como modelo debe seguir mejorando progresivamente para satisfacer la demanda de información veraz y certera en torno a este ámbito en nuestro país.

2.3 DESCRIPCIÓN DEL CANAL DE TELEVISIÓN

El objetivo principal del canal de televisión ha sido crear un vínculo entre el organismo y la ciudadanía, transmitiendo información relevante en materia y fortaleciendo la transparencia de sus publicaciones generadas. Mediante un ámbito interpretativo de los temas expuestos, así como su seguimiento, ha ido aumentando la audiencia, ya sea adepta del ámbito específico o público en general. Complementariamente, el material cultural que es transmitido en su programación ha enriquecido constantemente la calidad de los contenidos y su imagen en general. Esta imagen es la de un canal informativo con una visión integral de la cultura del conocimiento y su sociedad.

El edificio que alberga al canal televisivo ha sido adaptado para facilitar cada una de las tareas llevadas a cabo cotidianamente; una tarea difícil debido a la cantidad de requerimientos de interconexión entre las áreas para realizar sus actividades. Todas las labores referentes al canal de televisión, a excepción de los eventos especiales externos y los contenidos generados en otros edificios de la institución, se llevan a cabo en este edificio. De igual manera se posee una unidad móvil satelital que permite realizar enlaces externos foráneos de manera eficiente ya que incorpora una pequeña cabina de producción.

La sede del canal de televisión posee foros de televisión con suficiente espacio para realizar programas y noticieros, cada uno cuenta con sus respectivas cabinas de producción. Además se cuenta con un almacén para el equipo de los camarógrafos, junto con una bodega para resguardar el equipo utilizado en enlaces

externos, así como el material de reparación. El edificio dispone de un área de redacción y noticias que genera la información utilizada en los programas informativos. De igual manera, hay una cabina aislada de grabación de audio para la producción de noticias.

Por otro lado, se encuentran las áreas de videoteca, control maestro, ingesta digital, diseño e imagen, post producción y edición, las cuales ocupan la mayor superficie del edificio. Lo anterior debido a que su adaptación requirió de canaletas, piso falso, alimentación de respaldo y una comunicación entre ellas. Una subestación eléctrica y un sistema de aire acondicionado fueron indispensables en estas ubicaciones por lo cual se llevo a cabo una modificación estructural mayor en el edificio. Finalmente, las demás ubicaciones del edificio pertenecen a los servicios a la producción, direcciones de área y la administración general, de la misma manera indispensables para el funcionamiento del canal.

El canal como una dirección de la institución, responde directamente a las necesidades de los superiores jerárquicos y los directivos generales. En conjunto con comunicación social, son responsables de la imagen y percepción del organismo hacia la población. Las funciones que desempeña el canal de televisión permiten acercar los contenidos especializados a un público no necesariamente enfocado a este ámbito. La diversidad de programas permite captar la atención del espectador, ofreciendo un contenido formativo y relevante.

3. ÁREA DE TRABAJO Y ACTIVIDADES DESEMPEÑADAS

3.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO

Dentro de la Subdirección General de Ingeniería, se encuentra la Dirección de Transmisión, que es la encargada de mantener la señal de televisión en las normas establecidas para su emisión, así como asegurar el correcto funcionamiento del equipo que se encarga de distribuir la señal a sus distintos usuarios. Otras de sus funciones incluyen el despliegue de los equipos de telecomunicaciones necesarios para cubrir los eventos especiales que llevan a cabo los organismos y de la misma manera la coordinación con distintas señales externas para su transmisión al aire.

Debido al tamaño del canal, el área de transmisión debe cubrir las distintas funciones relacionadas al control maestro, la central de video que incluye la estación terrena y los enlaces externos ya sean estos por microondas, IP o satelitales. Lo anterior incluye las tareas de coordinación en recepción y transmisión de señales por distintos medios, así como la constante evaluación de las características técnicas de los contenidos audiovisuales, entre otras. Dichas tareas y responsabilidades son cubiertas por los técnicos operativos, sin embargo, no se encuentran limitadas a ellas.

3.1.1 AREAS DE LA DIRECCIÓN DE TRANSMISIÓN

La infraestructura de la Dirección de Transmisión se conforma por:

- **Central de Video:** Es el área encargada de la estación terrena, la cual distribuye la señal del canal televisivo vía satelital y por microondas. Cuenta con suficientes antenas y sus respectivos decodificadores para la recepción de distintas señales nacionales e internacionales, así como el equipo de microondas para los enlaces locales. Se encarga del enrutamiento de todas las señales que recibe y envía el control maestro.
- **Control Maestro:** En esta ubicación se concentran todas las señales que se reciben de fuentes externas e internas. Se realiza la constante supervisión de todo el material audiovisual para asegurar el cumplimiento de las normas de calidad de la señal de televisión. Es el último eslabón de los procesos internos del medio de comunicación, ya que la señal que sea transmitida en esta área es la que el usuario final recibirá.

- Ingesta Digital: El lugar donde convergen todos los medios audiovisuales, es el destino previo a la incorporación del material al almacenamiento del control maestro. Una vez generados los programas finales, son corroborados sus niveles técnicos de calidad para su ingesta al servidor principal de transmisión. Está compuesta por servidores de almacenamiento, receptores satelitales, receptores de IPTV y un archivo en discos ópticos.

3.1.2 FUNCIONES EXTERNAS DE LA DIRECCIÓN DE TRANSMISIÓN

- Unidad Móvil Satelital: Vehículo adecuado para funcionar como estación terrena móvil, incluyendo una antena parabólica, amplificador de alta potencia, generador de energía eléctrica y una pequeña cabina de producción. De gran uso para enlaces de larga distancia que los dispositivos de microondas no puedan cubrir o como enlace de respaldo. Tiene limitantes como el contar con una línea de vista directa al satélite receptor, así como también estar sujeta a los segmentos satelitales previamente contratados.
- Dispositivos de Microonda: Referido al equipo electrónico utilizado para establecer enlaces de comunicación dentro de la CDMX, empleado para la mayoría de eventos especiales locales debido a su facilidad de despliegue y fácil aislamiento del canal de transmisión. Comúnmente son usados en redundancia para asegurar la continuidad de la señal en caso de interferencia en uno de los canales. Factores como larga distancia, ausencia de línea de vista directa, interferencias por otros equipos en la misma frecuencia o lluvias y ráfagas de viento pueden ocasionar interrupciones en la señal.

3.2 LUGAR DE TRABAJO

El trabajo como técnico operativo que realicé dentro del área de transmisión, fue llevado a cabo la mayor parte del tiempo en el control maestro o en la central de video. En el control maestro son procesadas todas las señales generadas y recibidas, es el punto final antes de que un contenido sea transmitido al aire. En esta área se cuenta con servidores de video, equipos de conmutación de señales, plataformas de convergencia de video y dispositivos para la corrección de

parámetros de video y audio digital. De igual manera concentra los equipos que transmiten la señal final hacia la estación terrena dispuesta en otra ubicación geográfica.

Este centro de trabajo está compuesto de dos partes, el área operativa y la del equipo. En el área operativa se encuentran herramientas como el conmutador de señales, terminales de servidores para la continuidad, generadores de gráficos, intercomunicadores de voz, monitores de señales, etc. Este equipo es constantemente manipulado para llevar a cabo las tareas cotidianas, por lo cual se encuentra separado y disponible para uso inmediato del personal.



Ilustración 1 - Área de operación de equipos en un control maestro (Ilustrativo)

Por otro lado, el área de equipo se encuentra aislada debido a las condiciones ambientales que requieren ciertos dispositivos para funcionar correctamente. Esta parte cuenta con el funcionamiento permanente de aires acondicionados de precisión los cuales mantienen los equipos electrónicos a una determinada temperatura y humedad. Es prioritaria esta área ya que concentra gran cantidad de equipo y es donde comienza el enlace hacia la central de video. A lo largo de varios racks, están dispuestos gran número de dispositivos en constante operación a lo largo de todo el año. Algunos realizan tareas como la distribución de la señal de



Ilustración 2 - Equipos en un control maestro (Ilustrativo)

video del canal dentro del edificio, mientras otros conmutan y distribuyen todas las señales que se encuentran disponibles en el control maestro.

La conectividad de los equipos del control maestro en red LAN a través de interfaces Ethernet, permite la operación remota de la mayoría, lo cual facilita ampliamente las labores concentrando sus interfaces en un mismo equipo. Por otro lado, evita el contacto directo y con ello cambios bruscos de temperatura para el personal o el riesgo de manipular por error algún dispositivo sensible para la transmisión. La centralización de los equipos facilita su administración y operación, organizando eficientemente el trabajo y generando la posibilidad de automatizar labores repetitivas o tediosas para el personal.

3.2.1 RESPONSABILIDADES

El control maestro es responsable de distintas actividades, una de las más importantes es el asegurar la continuidad de las emisiones del canal de televisión las 24 horas del día. Lo anterior lo realicé supervisando en todo momento que la señal transmitida se encontrara dentro de las normas técnicas internacionales. Para lograr estas responsabilidades debí asegurarme que el equipo contenido dentro del control maestro y la central de video se encontrara en óptimas condiciones. El monitoreo constante y el mantenimiento preventivo son esenciales para evitar contingencias en un área que debe asegurar una transmisión constante el 99% del año de acuerdo a los objetivos propuestos internamente.

Una responsabilidad importante fue asegurarme de que el material para transmisión se encontrara en el servidor con suficiente tiempo de anticipación. De igual manera el estar al pendiente de grabaciones de señales externas en horarios específicos que deben cumplirse ya que éstas pasan a formar parte de la programación. Producto de estas actividades y de una coordinación adecuada con el área de continuidad, aseguré la permanencia de la señal y la anticipación de cualquier corrección necesaria.

3.2.2 FUNCIONES

Como operador técnico dentro del control maestro tuve que cubrir turnos durante los cuales en todo momento debí tener supervisión de la señal al aire, de los equipos empleados para transmisión y de la misma manera, generar reportes de horarios de emisión de los programas y la calidad de la señal al aire. Asimismo, fue importante el monitoreo de las señales externas para su grabación o emisión.

Dentro de la supervisión de la señal di un seguimiento continuo a cada contenido transmitido, ya que, de no cumplir con las normas generé un reporte para corregir el material y de ser posible realicé la corrección. La mayor parte del contenido al ser integrado al servidor, puede ser corregido en la misma área del control maestro, sin embargo, ésta debe ser la última opción ya que el material debe ser entregado dentro de normas y listo para su emisión.

En el caso de los eventos en vivo debí coordinarme previamente con la fuente externa para asegurar un correcto funcionamiento de la vía de comunicación y evitar interrupciones. Esto lo logré mediante un enlace continuo con la central de video y ésta, a su vez, con la fuente externa. Lo anterior lo realicé con anticipación para que, en caso de haber alguna falla, poder corregirla antes del evento o programa en cuestión.

Para un enlace de microondas, como operador técnico, cubrí otros aspectos importantes, como la exploración del sitio donde tuviera lugar el enlace para considerar el equipo necesario para la transmisión, lo cual es el primer paso en todo evento llevado a cabo fuera de las instalaciones de la institución. A los eventos fue llevado todo el equipo contemplado para asegurar la transmisión continua durante la duración del evento. De igual manera solventé con eficacia las incidencias que afectaron en distintas ocasiones a los enlaces.

3.2.3 ACTIVIDADES

Seguí un procedimiento en cada entrega de turno, de esta manera me aseguré que fuera brindada la información suficiente que sirve al personal que queda a cargo para ejecutar correctamente sus actividades. Primeramente, notifiqué al operador de relevo de las incidencias ocurridas durante el turno en caso de existirlas, también ponerlo al tanto de tareas asignadas o en curso. El operador que llegue a turno se encarga de revisar que el equipo dentro del control maestro se encuentre operando normalmente y en sus parámetros preestablecidos, caso contrario deberá ser reportado al superior inmediato, tratando de corregir el problema lo más rápido posible para no tener afectaciones en la transmisión.

Hasta hace algunos años era considerado el rol de Operador de Switcher y Operador de Videotape para el funcionamiento del control maestro, actualmente en virtud de los avances tecnológicos se ha podido prescindir de algunas tareas y facilitar el trabajo. A pesar de ello se sigue requiriendo personal para la operación de los equipos, especialmente durante eventos en vivo o mantenimientos mayores, por lo tanto, se han mantenido los roles con ligeros cambios en sus actividades correspondientes, quedando de la siguiente manera para el canal de televisión:

- **Operador de Switcher:** Es el encargado de la conmutación de fuentes audiovisuales, operación del titulado para gráficos y de llevar un registro de horario correspondiente a los programas transmitidos, siendo estas actividades la prioridad principal ya que afectan directamente la transmisión al aire. Todas estas tareas deben ser precisas ya que se cuenta con una pauta de programación del día correspondiente que indica cortes de estación, tipo de clasificaciones en cada programa y eventos internos o externos a transmitir los cuales deben cumplirse en todo momento. De la misma manera al disponer de un equipo de gráficos, cuando sea requerido debe generar los mismos para añadir o complementar la información de la programación. Finalmente, es de gran importancia la coordinación con el personal del área de continuidad para eventos en vivo, así como cambios en la programación y demás incidencias.
- **Operador de Videotape:** Es el responsable de las máquinas de reproducción de video para la grabación de material en el servidor o su transmisión al aire. Realiza el último ajuste de niveles de calidad audiovisuales en caso de ser necesario. Es el encargado de generar los reportes de calidad de los programas emitidos y generar los mismos respecto al material audiovisual que no cumpla con las normas. Por otra parte, para asegurar que la recepción de la señal satelital o de microondas funcione correctamente, debe estar en constante comunicación con la central de video y los distintos usuarios y proveedores para corroborar la adecuada recepción en sus estaciones receptoras.

4. ANTECEDENTES

4.1 INTRODUCCIÓN

El canal de televisión a lo largo de 12 años de transmisión ha experimentado numerosos cambios. Al inicio de sus operaciones pocos canales en México contaban con tecnología de video digital, tanto para producción como transmisión. Durante el año 2006 estos equipos digitales, aparte de ser escasos, resultaban muy caros para ser adquiridos por pequeñas empresas, especialmente para un canal público de nueva creación. Por lo cual, el inicio de este medio de comunicación se dio con dispositivos audiovisuales análogos, desde las cámaras de video, los medios de almacenamiento, hasta la señal entregada al codificador satelital. Con el transcurso del tiempo y los constantes avances tecnológicos, disminuyeron los costos y aumentó la asequibilidad de lo digital; estos factores permitieron dar el paso hacia la televisión digital.

La homologación de los soportes de video digital junto con la adquisición escalonada de los equipos permitió a los canales de televisión de menor tamaño ofrecer sus contenidos con una mayor calidad, en alta definición. De esta manera el canal de televisión adoptó gradualmente las innovaciones y logró en un relativo corto plazo la migración tecnológica de su infraestructura. Lo anterior significó un cambio mayor en los procesos debido a los nuevos estándares empleados y la creciente convergencia de los medios audiovisuales con las tecnologías de la información.

La reducida pero suficiente plantilla, de alrededor de 120 personas que conforman todo el personal del canal, ha favorecido los constantes cambios para la mejora y eficiencia de sus tareas cotidianas. Debido a la previa experiencia de la mayor parte del personal en distintos canales de televisión, este medio televisivo ha adaptado las mejores prácticas de otros lugares y ha moldeado un sistema efectivo que permite cubrir todas las necesidades de un medio de comunicación público.

En el caso específico, la Subdirección General de Ingeniería tiene como función principal la coordinación de los recursos tecnológicos para atender los servicios relacionados con la transmisión, producción, postproducción, entre otros. De esta manera los equipos y el personal del área están al servicio de las necesidades técnicas. Dichas tareas varían de acuerdo a cada proceso y deben cumplirse en tiempo y forma, debido que distintas áreas dependen del funcionamiento de Ingeniería y viceversa.

Durante mi estancia en el canal de televisión colaboré en el control maestro y la central de video, los cuales se encargan directamente de la permanencia continua

de la señal al aire y de su correcta difusión por los distintos medios. Es a través de una serie de tareas que logré desempeñar estas funciones, donde cada parte involucrada tiene gran relevancia para su cumplimiento. Se describen brevemente los pasos desde que se genera una señal audiovisual hasta que es transmitida vía satelital.

De igual manera es analizado el marco teórico en torno a las redes, tendencia que ha aumentado los últimos años e incorporado en la mayor parte de los equipos para lograr una mejor integración y colaboración. De esta manera es posible evaluar la calidad de la infraestructura de red disponible, así como identificar puntos a mejorar para aumentar la productividad. Y es este último punto crucial debido a que la tendencia tecnológica ha reducido cada vez más la brecha entre la televisión y las redes.

4.2 ¿COMO ES GENERADA LA SEÑAL DE TELEVISIÓN?

4.2.1 PRODUCCIÓN DE LA SEÑAL DIGITAL

Para lograr captar una señal de video, es necesario un dispositivo electrónico que permita capturar la luz con todos sus colores de manera continua y que pueda almacenarla a modo de imágenes consecutivas. Este dispositivo, comúnmente una videocámara, procesa tres canales de luz fundamentales e independientes: rojo, verde y azul (RGB por sus siglas en inglés). Los canales se transforman a través de una matriz para lograr la composición de la señal de luminancia (Y). Debido a la gran sensibilidad del ojo humano a los niveles de brillo, la televisión en blanco y negro fue suficiente para sus primeras décadas, sin embargo, con el avance de la tecnología y una mayor exigencia por parte de la audiencia, fueron añadidas las señales de crominancia (U, V). Estas últimas, se conforman por una diferencia entre los canales fundamentales rojo y azul y la señal de luminancia. De esta manera surge el concepto de video compuesto (CVBS en inglés), que incorpora las tres señales necesarias para distribuir video a color.

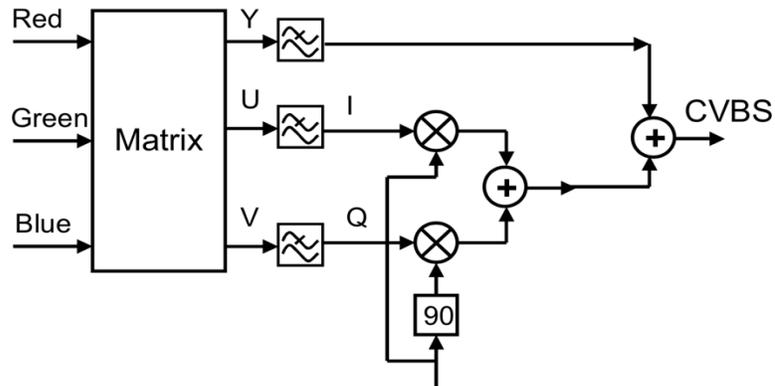


Diagrama 1 - Procesamiento de modulación de los canales de luz en formato PAL. (Walter, 2004)

Consecuentemente a las innovaciones tecnológicas surgieron nuevos conceptos, nuevas maneras de procesar una señal, lo cual modificó el proceso en general, aunque conservó los principios básicos en la generación de la señal de video. Se estandarizaron los anchos de banda de las señales de luz y color, así como los de las señales de audio. Lo anterior aunado al surgimiento de la era digital, propició la aparición de los estándares de transmisión digital de video. En esta transición, la señal de luminancia mantuvo su nombre, y las componentes de color pasaron de ser U y V a Cb y Cr respectivamente.

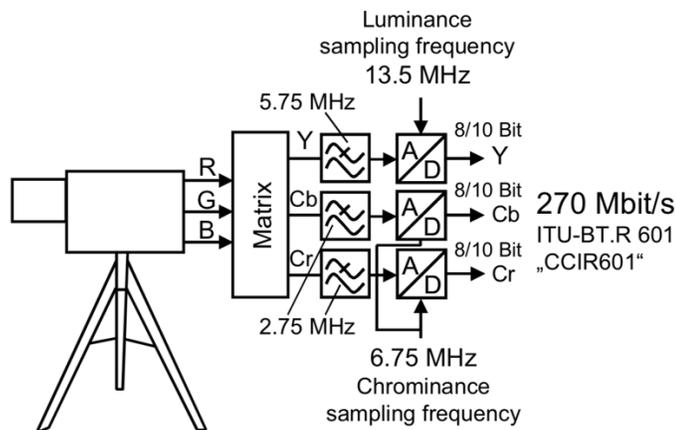


Diagrama 2 - Procesamiento de la señal de video digital bajo la norma ITU-BT.R 601. (Walter, 2004)

4.2.2 DISTRIBUCIÓN DE LA SEÑAL

Para lograr transmitir correctamente la señal de video, fue necesaria la adopción de un soporte que permitiera la transferencia de información continua, ordenada y confiable. El primer estándar MPEG especificó la compresión de la señal digital y el seccionamiento del audio y video en distintos paquetes de datos de longitud

variable. A causa de su reducido ancho de banda, este soporte fue óptimo para la distribución de señales por distintos medios de transmisión. A pesar de ello, el requerimiento de una mejor calidad y mayor cantidad de señales obligó a la adopción de otro soporte ya que MPEG solamente puede transportar una señal de video y una de audio.

Por lo tanto, la segunda generación del estándar, MPEG-2, incluyó entre otros aspectos, dos o más señales de audio y video multiplexadas en una misma señal de datos, tasas mayores de transferencia y paquetes de menor tamaño de longitud constante. Estas nuevas definiciones permiten la transmisión simultánea de distintas señales a través del mismo canal de información, mejorando considerablemente el aprovechamiento de los distintos medios de transmisión. Cabe señalar que este estándar es el empleado actualmente en el canal de televisión

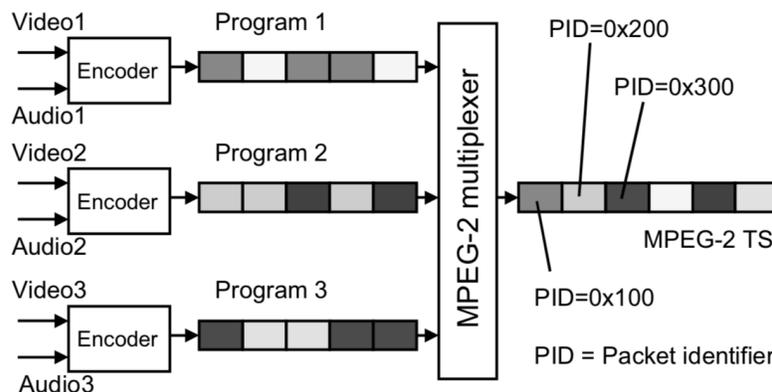


Diagrama 3 - Paquetes multiplexados del flujo de transporte de MPEG-2. (Walter, 2004)

Actualmente, tecnologías como MPEG-4 y las compresiones HAVC y h.265 permiten una mejor codificación lo cual facilita alcanzar definiciones de video más altas. Es de esperarse que con el paso del tiempo estas innovaciones sean gradualmente adoptadas para la difusión de contenidos audiovisuales debido a sus notables mejoras. Sin embargo, este cambio, así como los anteriores, representa un salto que gradualmente sucederá de acuerdo a las demandas de la audiencia.

4.2.3 CONFORMIDAD DE LA SEÑAL DIGITAL

Toda señal digital generada a través de un dispositivo, a pesar de capturarse bajo un estándar, puede tener anomalías debido a incidencias visuales no controladas, o sufrir transformaciones y deterioros a lo largo de su procesamiento. En

grabaciones con soportes físicos se reduce el margen de error de estas últimas, sin estar exentas de un error de operación. Por otro lado, las grabaciones a través de medios remotos (satélites, microondas, IP) pueden sufrir degradaciones a lo largo de su transporte a pesar de su naturaleza digital y sus redundancias en datos.

Por las razones anteriores, toda señal que vaya a ser emitida en el canal de televisión, debe ser calificada, por medio de sus parámetros digitales, así como los visualmente perceptibles, los cuales deben ser los apropiados para la transmisión y agradables a la vista del usuario. En caso de no cumplir los requerimientos del Departamento de Calidad, el material es procesado en medios de edición no lineales para ajustar sus características y lograr su conformidad. De igual manera, es realizada una última supervisión de calidad en la etapa de incorporación al servidor donde se realiza un último ajuste en caso de ser necesario, previo a su almacenamiento final.

4.2.4 TRANSMISIÓN DE LA SEÑAL

Dentro del área de Ingeniería, la Dirección de Transmisión tiene a su disposición la infraestructura necesaria para la generación de la señal televisiva, su mantenimiento durante su transporte y su difusión vía satélite y a través de microondas. Para ello cuenta con dos ubicaciones físicas, el control maestro y la central de video. Desde estas dos ubicaciones es distribuida la señal digital final, ambas separadas geográficamente, lo cual implica un salto adicional en la distribución de la señal.

Primeramente, el control maestro recibe señales por distintos medios, a través de fibra óptica y microondas por la central de video, por difusión mediante los estudios y en soportes físicos como programas finales de los productores. Esta señal debe cumplir con distintas características para poder ser incorporada al almacenamiento del control maestro.

Todo el contenido digital debe estar en los correctos soportes de archivo y con la codificación preestablecida por los equipos electrónicos. De esta manera los contenidos audiovisuales pueden ser vaciados a un servidor de medios, el cual se comunica a través de redes de datos, permitiendo el flujo constante de la señal en alta definición por distintas vías. Para el caso específico del control maestro, es mayormente empleado el soporte de video en banda base, es decir HD-SDI. Esta señal de salida sin compresión se encuentra sujeta a los estándares SMPTE-274 y SMPTE-292M. (Society of Motion Picture and Television Engineers, 1998)

La señal provista del servidor de medios es distribuida a través de una matriz lógica de conmutación que permite seleccionar una fuente y enviarla a cuantos destinos sea necesario. En este caso, es enviada la señal a una fuente del switcher de transmisión, para su emisión al aire. La salida de este dispositivo se encuentra directamente conectada a una plataforma de convergencia de medios, la cual, por medio de tarjetas codificadoras, convierte la señal de vídeo en banda base a datos mediante el códec H.264 con un tipo de soporte MPEG-2. Esta conversión, codifica y comprime la señal para enviarla en paquetes a través del protocolo TCP sobre UDP, que facilita su transporte. El resultado en esta etapa es una señal digital con una tasa de transmisión de 15Mbps, que debido a su menor tamaño por compresión permite su fácil distribución.

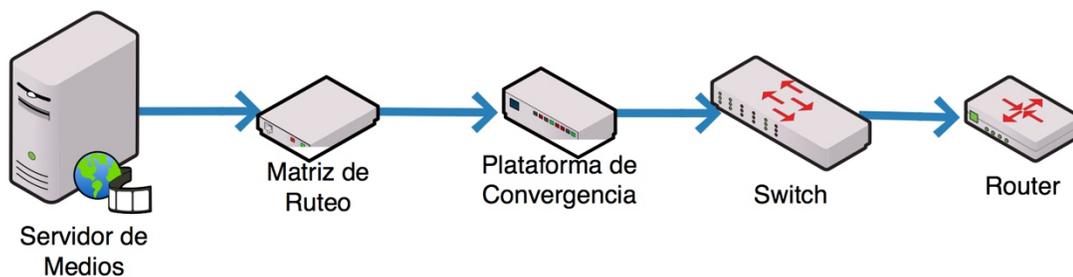


Ilustración 3 - Ruta de señal de video en el control maestro

Como medida de seguridad, la señal cuenta con un respaldo en caso de falla de la vía primaria, asimismo la plataforma de convergencia permite respaldo de sus tarjetas de conversión a través de otras en redundancia. Una vez convertidas las señales, son enviadas a un switch el cual se encuentra conectado a transductores, los cuales convierten una vez más la señal para su transporte a través de fibra óptica.

El área de transmisión posee un enlace óptico dedicado que cuenta con cuatro fibras monomodo, dos para recepción y dos para transmisión. La fibra óptica permite enviar simultáneamente distintas señales sin digitalizaciones, pérdidas y con un retraso casi imperceptible. Es preciso señalar, en caso de falla de la vía de fibra óptica, se tiene la alternativa de enlace a través de equipo de microondas y por red de datos celular, los cuales permiten mantener la comunicación y la transmisión entre el control maestro y la central de video.

Por su parte, la central de video posee los mismos dispositivos para convertir nuevamente la información y enviarla a su plataforma de convergencia de medios. De igual manera se reciben las señales por vías independientes en conjunto con las tarjetas de redundancia. Después de la conversión de datos a señal HD-SDI, estas son enviadas una matriz de ruteo que posteriormente las dirige a sincronizadores de video y audio que permiten corregir parámetros eléctricos fuera de normas. De

esta manera se asegura que la señal a emitir cumple con los requisitos para transmisión de televisión digital de acuerdo a la ATSC. (Advanced Television Systems Committee, 2018)

4.2.5 DIFUSIÓN DE LA SEÑAL FINAL

Durante esta última etapa, la señal es recibida por un codificador, que convierte del estándar HD-SDI a un formato apto para su difusión, y posteriormente comprime y codifica. Después es enviada al modulador que procesa los datos, establece frecuencia, tasa de transmisión, entre otros parámetros. Este es el último paso respecto a la transformación de la señal para que cumpla el estándar para transmisiones satelitales DVB-S2. (ETSI , 2009)

Finalmente, la señal modulada en frecuencia intermedia es enviada a un amplificador de alta potencia (HPA) para lograr la correcta recepción en el transpondedor satelital. Este amplificador se encuentra acoplado a través una guía de onda rectangular al LNB de la antena de transmisión. La antena offset de ala de cuatro metros, orientada hacia el satélite geoestacionario, logra el enlace de subida satelital en banda C de la señal de video. El mismo LNB en su modo dual permite la recepción de la señal transmitida. La señal es transmitida en polaridad horizontal por lo cual la recepción para los usuarios satelitales se da en polaridad vertical. Después de este paso es realizado el monitoreo permanente de la señal satelital para corroborar su correcta difusión.



Ilustración 4 - Antena de enlace de subida (Ilustrativa)

Alternativamente, el canal de televisión entrega su señal a través de microondas a un proveedor de servicios satelitales que en sus instalaciones se encarga de transmitirla a otro satélite para tener un respaldo en caso de falla en el transmisor principal. De la misma manera, esta señal junto con la de los sistemas de televisión restringida es monitoreada para su constante evaluación.



Debido a la naturaleza de las transmisiones satelitales, siempre es necesario contar con un margen de tolerancia para asegurar su correcta transmisión y recepción. Un presupuesto de enlace es un modelo teórico del enlace satelital ya sea para su enlace de subida desde la estación terrena o su enlace de bajada desde el satélite. Este modelo toma en cuenta todos los factores de ganancia y pérdida que influyan en la correcta transmisión de la señal, permitiendo conocer distintas características que debe cumplir el enlace para ser confiable.

4.3 PRESUPUESTO DE ENLACE PARA ESTACIÓN TERRENA Y REGRESO SATELITAL

Cálculos encontrados en Anexo 2

Parámetros del enlace satelital en banda C			
		Libre	Lluvia
Enlace de subida (CDMX)	Potencia de transmisión [dBW]	16	16
	Pérdidas de línea de transmisión [dB]	-2.2	-2.2
	Ganancia de la antena transmisora [dBi]	46.2	46.2
	PIRE de enlace de subida	60	60
	Pérdidas de espacio libre [dB]	-199.65	-199.65
	Pérdidas por lluvia [dB]	0	-1.53
	Figura de mérito en satélite G/T [dB/K]*	1.0	1.0
	Ancho de banda [dB-Hz]	-69.0	-69.0
	Constante de Boltzmann [dBW/Hz K]	228.6	228.6
	C/N de subida		20.95
Enlace de bajada (CDMX)	PIRE satelital [dBW]*	28.8	26.9
	Pérdidas de espacio libre [dB]	-195.92	-195.92
	Pérdidas por lluvia [dB]	0	-0.15
	Figura de mérito en tierra G/T [dB/K]	21.48	21.48
	Ancho de banda [dB-Hz]	-69.0	-69.0
	Constante de Boltzmann [dBW/Hz K]	228.6	228.6
C/N de bajada		13.96	11.91
Eb/No resultante		12.23	10.18

*Datos satelitales obtenidos de la página web del proveedor de servicio (EUTELSAT, 2018)

4.4 REDES DE DATOS EN LA TELEVISIÓN

Otra parte medular de este medio de comunicación público es referida a los equipos que conforman la red de área local para el intercambio de información y la disponibilidad de estos. Un conjunto de computadoras, servidores, teléfonos, medios de almacenamiento, etc., conectados entre sí dentro de una organización constituyen una red LAN (Local Area Network). Este tipo de redes se caracterizan por cubrir un espacio geográfico limitado pero escalable, tener una topografía definida y comunicarse mediante uno o varios protocolos. Una red LAN puede estar constituida desde un par de computadoras conectadas por un switch, hasta miles de equipos gestionados a través de routers y redes virtuales. El canal de televisión posee varios dispositivos que basan su funcionamiento en estas comunicaciones, los servidores de video, los soportes de archivos digitales, los editores de video no lineales, los receptores satelitales, etc.

Anteriormente el uso de redes de alta velocidad se limitaba a grandes empresas o compañías que tenían la necesidad de compartir contenidos dentro de su organización, ya que debido al costo relativo del equipo para una pequeña institución y la poca relevancia que poseía esta tecnología en este ámbito en específico hace varios años, dificultaba el acceso y adquisición. Hoy en día con la asequibilidad tecnológica se han podido incorporar estas tecnologías prácticamente en cualquier ámbito, como un pequeño comercio o los hogares en general. El principio de funcionamiento de estas redes ha sufrido ligeros cambios, pero su estructura de operación prevalece, brindando grandes ventajas en conexiones.

La constante automatización de tareas y demanda de mayor eficiencia han sido puntos clave que favorecen el desarrollo de las redes en el canal de televisión. Para entender la aplicación de esta tecnología en este ámbito, es importante conocer su composición y estructura jerárquica que permite interconectar gran número de dispositivos y herramientas electrónicas. Existen numerosos tipos de topologías y configuraciones de red, sin embargo, para el caso específico de este medio televisivo algunos esquemas son de mayor uso y aprovechamiento.

Una red está compuesta de tres distintos elementos para su funcionamiento, los cuales son el hardware, software y protocolos de comunicación. Cada uno depende del otro y de acuerdo a su configuración determinan la infraestructura y arquitectura de la red. La infraestructura se puede entender como los dispositivos, cables y antenas, es decir, lo físico. La arquitectura de una red es la manera en que se comunican y comparten información los distintos equipos conectados.

Un ejemplo común de la infraestructura y arquitectura, es la red de conmutación de paquetes, donde el dispositivo origen transmite su información en pequeños

paquetes de datos a un dispositivo destino. Los paquetes pueden utilizar diferentes rutas para ser entregados y posteriormente unidos en el destino. Mas tarde, el dispositivo destino envía una confirmación si la información se recibió correctamente, de lo contrario se notifica al origen para su reenvío. Este protocolo de comunicación obtiene sus reglas y modos de transmisión de la arquitectura de red, mientras que la infraestructura le provee de rutas y permite la conexión a través de los enlaces físicos.

4.4.1 ELEMENTOS DE UNA RED

- Terminal: son las fuentes y destinos finales de la comunicación, regularmente son interfaces entre la red y el usuario para poder interpretar la información. El hardware se encarga de recibir la información de la red y el software permite visualizarla por el usuario. Pueden ser computadoras, teléfonos móviles, tablets, etc.
- Dispositivos intermediarios: se encargan de gestionar y direccionar la información entre las terminales desde su origen hacia su destino, se pueden conectar entre sí para escalar la red. La información viaja a través del hardware con especificaciones, rutas y destinos establecidos mediante el protocolo de comunicación. En este caso se habla de routers, switches, hubs, etc.
- Medio de enlace: es el cable o tecnología que conecta los dispositivos entre sí, es el proveedor del canal de comunicación. Los más comunes dentro del canal son el cable coaxial, fibra óptica, par trenzado y medios no guiados como la tecnología Wi-Fi.

4.4.2 CARACTERÍSTICAS DE UNA RED CONFIABLE

La información que viaja a través de una red es de gran relevancia para el usuario, por lo cual debe ser lo suficientemente robusta para asegurar la comunicación y a la vez estar protegida frente a errores o fallas que provengan dentro o fuera de su infraestructura. En comunicaciones sensibles como un enlace remoto audiovisual o una transferencia de archivos es indispensable contar con esta fiabilidad de que serán recibidos los datos. Para que una red sea confiable debe tener tolerancia a fallas, escalabilidad, calidad de servicio (QoS) y seguridad. (Cisco Networking Academy, 2013)

La tolerancia a fallas se traduce como la capacidad de la red para responder ante la falta de algún equipo o medio para la interconexión. Las redes por conmutación de paquetes permiten usar cualquier ruta disponible para llegar a su destino, pero para ello deben existir medios alternativos que permitan una recuperación automática y provean de un enlace entre los dispositivos. Dependiendo de su aplicación, hay redes donde no se pueden permitir la interrupción de la comunicación lo cual convierte en máxima prioridad su tolerancia a fallas.

Por otra parte, la escalabilidad permite expandir el número de nodos que a su vez se traduce en mayor número de equipos y usuarios conectados, sin afectar a los existentes ni comprometer el desempeño de la red. También se refiere a la facilidad de incorporar nuevos productos o aplicaciones que permitan mejorar las funciones de comunicación.

Dentro de una red existen ciertos equipos que deben tener mayor prioridad debido a su rol dentro en la infraestructura o el tipo de información que intercambian, para ello existe la calidad de servicios (QoS). Esta característica permite diferenciar entre las aplicaciones de red para asignar prioridades de comunicación a servicios de voz, IPTV o de intercambio de archivos. Estas asignaciones se realizan con base en distintas aplicaciones tales son aquellas que dependen del tiempo como una emisión multimedia, las que no lo hacen como un intercambio de archivos o las de alta prioridad como una transacción bancaria.

Finalmente, la seguridad es una característica inherente a cualquier red, sin ella toda la información que viaja entre los dispositivos se encontraría disponible a cualquier persona. Robo de propiedad intelectual, información personal comprometida o pérdida de archivos indispensable pueden ser consecuencias de una seguridad no adecuada. Existen dos tipos de seguridad en una red, la seguridad de infraestructura y la de información. La primera se refiere a impedir accesos no autorizados a los equipos y sus interfaces de gestión. Por otro lado, la segunda se corresponde de asegurar que la información intercambiada se encuentre protegida.

4.4.3 DISEÑO DE UNA RED

La arquitectura de una red obedece a los requerimientos que se encuentran definidos por los objetivos de la organización y/o por los aspectos técnicos. Uno de los primeros pasos es identificar la función principal o razón de existencia de la red, los usuarios a los que servirá y de ellos cuáles tendrán mayor prioridad. De esta manera podemos diferenciar los servicios y aplicaciones que proveerá la red.

Cisco propone un modelo jerárquico de tres capas que separa los dispositivos de acuerdo a sus funciones (Stewart, 2008). La capa central es la columna vertebral de la red, se encarga de manejar grandes cantidades de datos y concentra la mayor parte del tráfico de la red. En específico esta capa debe contar con todas las características de una red confiable, ya que el resto de los dispositivos dependen de ella y su funcionamiento. Se encuentra compuesta por routers y switches, los cuales ofrecen vínculo entre distintas LAN o Internet.

La capa de distribución se encarga de manejar y administrar el tráfico entre las capas exteriores, establece políticas de filtro y flujos de trabajo. Al igual que la capa central, la redundancia es un requerimiento obligatorio. Por último, la capa de acceso permite a los usuarios conectarse a la red, ya sea por cableado o puntos inalámbricos. Sus características principales son el permitir escalabilidad para añadir nuevas terminales, facilitar la recuperación en caso de fallas y asegurar una fácil identificación topológica dentro de la red.

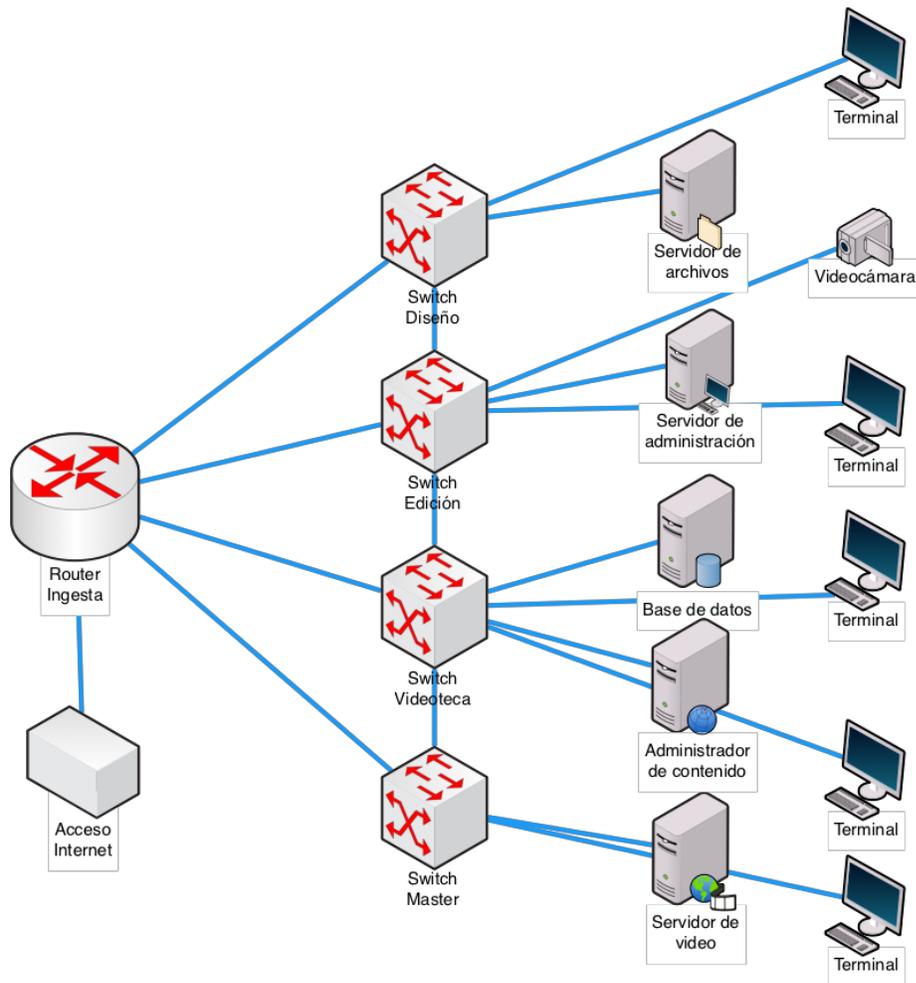


Ilustración 6 – Modelo de red simulado del canal de televisión.

4.4.4 PLANEACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED

En esta etapa debe haber quedado bien definido el alcance y extensión del proyecto ya que de lo contrario el costo y tiempo de realización pueden modificarse negativamente. Se define la arquitectura y tecnología comparando las más eficientes de acuerdo al presupuesto y/o especificaciones del proyecto. Durante la planeación se necesita un diseño previo que cumpla con los principales requerimientos técnicos y estándares de operación. De acuerdo a una publicación de la ITU en el 2007, los siguientes aspectos deben ser considerados en la planeación:

- Pronósticos de demanda a mediano y largo plazo.
- Identificación de posibles nodos, al momento del despliegue.
- Conjunto de rutas físicas de la infraestructura.
- Arquitectura a ser empleada en cada dominio.
- Costos de componentes de infraestructura y telecomunicaciones.

Esta planeación estratégica debe apegarse a la realidad, considerando todos los factores relevantes: crecimiento esperado, costos no inmediatos, tolerancia a fallas, etc. Empero de la precisión, siempre existe un factor de error que a largo plazo no se puede calcular.

Durante el proceso de planeación, debe quedar definida la tecnología y arquitectura, junto con los dispositivos y su modo de comunicación. Durante este análisis, se debe tomar en cuenta la homologación del equipo para tener un correcto funcionamiento de acuerdo a las normas oficiales. Si bien, existe una compatibilidad general de formatos y protocolos en los equipos de redes, el uso de una misma marca puede sacar mayor provecho de la infraestructura. El factor económico puede alterar algunas características de diseño originales por lo cual la planeación debe ajustarse a la situación.

Finalmente, debe cuidarse el despliegue de la infraestructura para apegarse al diseño establecido, instalando los dispositivos y configurando sus funciones para cumplir los requerimientos. Asimismo, durante esta implementación es recomendable seguir normas establecidas para facilitar su mantenimiento, expansión o modificación futura, esto aplica tanto para la instalación física y la configuración de la arquitectura.

5. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

5.1 CONTEXTO

El canal de televisión se rige de acuerdo al manual de operación específico que define y delimita las tareas y responsabilidades de cada área, sin embargo, en algunas ocasiones estas no se desarrollan adecuadamente, por lo cual es necesario optimizar su desarrollo. Respecto de esto, tareas como convertir un contenido producido internamente en material apto para su difusión, son parte fundamental dentro de las labores que realiza un canal de televisión y que deben optimizarse constantemente.

En el proceso de transformación de un contenido audiovisual, distintas áreas como Producción, Post-Producción, Calidad, Continuidad y Programación y Transmisión, siguen un proceso para cumplir los requerimientos y procurar la prontitud del contenido a transmitir. La colaboración expedita y adecuada de cada área permite mantener la inercia del trabajo que se traduce en un producto de calidad al usuario final. Para mantener el estándar establecido, debe existir comunicación organizacional efectiva que permita facilitar los procesos y de ser posible, minimizar el tiempo que consumen.

Las interrupciones dentro de los procesos ocasionan problemas que se reflejan en retrasos de tiempo, prolongación de plazos de entrega e inclusive cancelaciones de transmisión. Debido a ello, el evitar y minimizar los errores y cortes en el flujo de trabajo favorecerá en todo momento el resultado final. Para eliminar estos inconvenientes se debe conocer el proceso a detalle y tratar de identificar los puntos de inflexión donde ocurren. Algunos se deben a descuidos por parte del personal, ya sea por enfocarse en distintas tareas o por cubrir otro tipo de responsabilidades, sumado a esto también existe un tiempo consumido por el propio equipo para procesamientos, codificaciones o copiados de material que retrasan de manera considerable las labores.

Cada área debe cumplir en tiempo y forma con su parte correspondiente para poder pasar la estafeta a la siguiente. Un retraso en algún punto significa un retraso para los siguientes procesos, ya que dependen directamente del correcto trabajo de la parte antecesora. El eliminar estas demoras en el proceso de transmisión de un programa permite cumplir los objetivos inmediatos y a largo plazo dentro del medio de comunicación. Por ende, se presenta un breve análisis de los puntos principales en la serie de tareas que permiten que un programa se emita al aire.

Ciclo de vida de un programa dentro del canal televisivo:

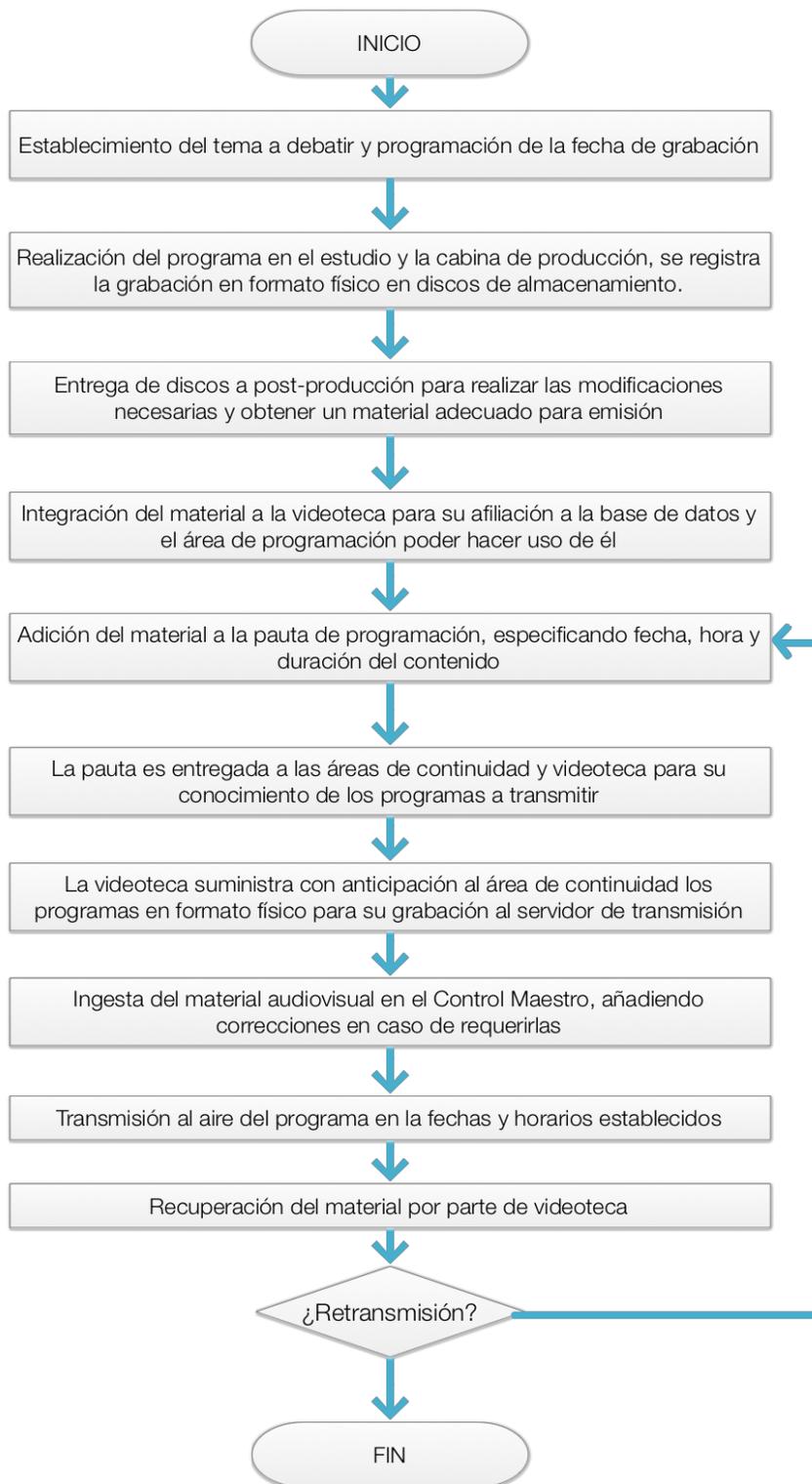


Figura 1 – Flujo de elaboración de contenido interno.

5.2 ANÁLISIS

El flujo de trabajo antes descrito forma parte de una cadena diaria que se traduce en la conformidad y continuidad de la señal al aire, ya que de no cumplirse adecuadamente puede ser afectada la transmisión. Un error en la catalogación del material, la entrega tardía o una incorrecta ingesta repercute directamente en la emisión final.

Las principales desventajas del proceso residen en el constante cambio de codificación de los programas, el tiempo consumido en transferencias entre soportes, la logística de entrega del material entre áreas y finalmente la dificultad de modificar un material con prontitud. Por separado cada tarea representa una pequeña porción de tiempo que, comparada con el total de tiempo acumulado desde su producción hasta la transmisión, añadiendo los cortes imprevisibles en el flujo de trabajo, resulta ser excesivo en numerosos casos.

El primer par de procesos corresponden al área de producción, que debe entregar en la fecha establecida un material conforme a las normas técnicas y estándares establecidos para su compatibilidad con los formatos de video empleados en las áreas. A partir de este momento existe una fecha de transmisión, dentro de la cual se debe tener el programa final listo para su transmisión con antelación de un día cuando menos.

El material producido internamente, así como el provisto por productores externos, es entregado en discos SONY XDCAM, un soporte físico adoptado al comienzo de la transición digital dentro del canal. Mediante especificaciones de codificación establecidas es exportado el material para su correcta recepción. De esta manera se asegura la compatibilidad general dentro de las áreas.

Posteriormente, post-producción se encarga de transferir los archivos a sus equipos de edición no lineal para realizar los ajustes necesarios a los niveles y características de los programas. En este proceso se pueden corregir errores menores en el video y audio. De igual manera son añadidos efectos de entrada, salida, así como los créditos. Una vez listo el material es vaciado nuevamente en el soporte físico XDCAM para su posterior manejo.

Una vez procesado y elaborada su bitácora, pasa por un control de calidad que determina si el contenido es apto para transmisión. Una vez aprobado el material es enviado a la videoteca para su incorporación a la base de datos. Desde este punto, el material es incorporado al tren de programación de acuerdo con la pauta de programación, especificando fecha y hora de emisión. Es crítico contar con el material completo diariamente para su entrega, ya que de hacerlo por separado puede haber omisiones o confusiones.

El tren de programación es entregado al control maestro un día antes de su emisión, de esta manera se pueden incorporar los contenidos con antelación y permite realizar correcciones pertinentes en caso de necesitarlas. El proceso de ingesta consiste en reproducir los materiales a través de su soporte físico XDCAM para que mediante un puerto multimedia bajo estándar HD-SDI pueda ser codificado en el servidor de video para su transmisión. Este proceso consume el mismo tiempo que la duración del programa, es decir, en tiempo real. Por lo anterior y los demás procesos precedentes es de vital importancia contar con el material tiempo suficiente antes de su emisión.

5.3 OPORTUNIDADES DE MEJORA

El tiempo consumido por el constante cambio de soporte y los cambios de codificación ralentizan el proceso. Sumando el tiempo en que el material es entregado en su formato físico de un área a otra, las modificaciones imprevistas a su contenido o su estructura, resulta un proceso que consume tiempo significativo. Incurriendo ocasiones en las que el material debe ser omitido para ciertas áreas debido a la necesidad inmediata de ingesta para su transmisión.

La sobrecarga de trabajo en un área dificulta el flujo continuo de los contenidos pendientes de transmisión, esto puede presentarse en cualquier parte del proceso y están sujetas las demás áreas al cumplimiento de la anterior para realizar en tiempo y forma sus compromisos. Cualquier impertinencia presentada repercute la entrega del tren de programación necesario para la transmisión de cada día.

En otro aspecto, este material producido internamente, es requerido por áreas que lo distribuyen por redes sociales, páginas web o a petición de los directivos de la institución, por lo cual es necesario tenerlo disponible en cualquier momento para su difusión. Las desventajas de la mecánica de trabajo actual son presentadas si el material se encuentra desubicado, si está programado para transmisión a lo largo del día o si aún no se encuentra en el formato físico requerido.

Como se explica anteriormente, existen una serie de pasos desde la producción del material hasta su transmisión, cada uno necesario para asegurar la calidad y conformidad del material. Sin embargo, en este proceso el formato físico viaja de un área a otra de forma consecutiva hasta llegar a su destino final, lo cual toma alrededor de una semana. Si bien la exigencia del canal no demanda una inmediatez en la emisión de los programas, algunos temas discutidos contienen información oportuna que es de gran utilidad para los televidentes. Por ello es de gran relevancia el proveer de las herramientas necesarias e implementar los cambios pertinentes para optimizar este proceso cotidiano.

6. PROPUESTA DE CAMBIO: SERVIDOR CENTRAL DE TRÁNSITO Y ALMACENAMIENTO

6.1 INTRODUCCIÓN

Con el creciente y acelerado ritmo de cambio en las tecnologías de la información, no es sorpresa que equipos o procesos de hace 10 años se vuelvan obsoletos, puesto que surgen innovaciones que siguen facilitando el trabajo y que permiten reducir tiempo y esfuerzo en tareas. Con estos cambios llega la tendencia a la conectividad y convergencia, una migración inevitable hacia la interconexión de equipos, la descentralización de tareas y la interoperabilidad. Todo esto se logra a través de redes con protocolos de intercambio de archivos, conexiones de gran velocidad y alta disponibilidad, lo cual permite digitalizar el trabajo, es decir, no depender exclusivamente de un lugar de trabajo o dispositivo disponible para realizar labores.

En el ámbito televisivo, puede parecer difícil implementar dichas tecnologías debido a la especialización de cada equipo o la dificultad de mover archivos de una ubicación a otra. Sin embargo, cada vez más los proveedores se enfocan en crear soluciones integrales para converger estos procesos y facilitar el proceso que lleva desde la grabación de un programa de televisión hasta su transmisión final. Con el paso del tiempo la tecnología ha mejorado su confiabilidad (indispensable en un canal de televisión) y se ha vuelto más asequible, permitiendo un mayor mercado.

Para crear un trabajo colaborativo en tiempo real se propone un almacenamiento en red que permita a las distintas áreas acceder a los contenidos para su edición, revisión de calidad, preparación para transmisión o archivamiento. La manera de lograr esto es crear una red que posea las características necesarias para trabajar en un entorno que demanda confiabilidad y disponibilidad inmediata. Asimismo, el almacenamiento tendrá que tener las mismas características para cumplir los requisitos de la propuesta.

Se pueden aprovechar los equipos de cómputo existentes independientemente de sus sistemas operativos e inclusive interconectar equipos profesionales de grabación o reproducción. Para ello, el almacenamiento adherido a la red (NAS, por sus siglas en inglés), debe operar con más de un protocolo de transferencia de archivos. La velocidad y facilidad de conexión de igual manera juegan un aspecto clave para la correcta implementación y funcionamiento. A continuación, se describe la propuesta de proyecto con detalle.

OBJETIVO DE LA PROPUESTA

Crear una red con almacenamiento incrustado que permita la interconexión e intercambio entre los usuarios con el fin de poder colaborar y producir el contenido audiovisual requerido por el canal televisivo de la manera más eficiente posible.

ALCANCE DE LA PROPUESTA

La red permitirá conectar a los usuarios actuales dentro de este medio de comunicación que intercambien archivos entre ellos para la producción, edición y supervisión de calidad del material. De la misma manera será accesible a las áreas que archivan y utilizan el contenido para la transmisión final. La comunicación entre los dispositivos debe fluir de tal forma que no existan cuellos de botella a pesar de la cantidad de tráfico de datos en horas críticas. Otro punto considerado es el aseguramiento mediante redundancia en caso de alguna falla para mantener el servicio ininterrumpido. Finalmente, la expansión de usuarios o almacenamiento se puede lograr fácilmente gracias a la configuración propuesta.

USUARIOS DEL SERVIDOR

Existen seis áreas que serían los principales usuarios del almacenamiento: Producción, Imagen y Diseño, Edición, Continuidad y Transmisión. De acuerdo a las actividades de cada una se puede identificar la prioridad de comunicación para cada una.

- Producción: En esta área los materiales producidos sin editar se vacían en discos de almacenamiento, donde el equipo de igual manera permite transferir este contenido a otro almacenamiento en la red.
- Imagen y Diseño: Encargada de los gráficos dentro de programas, promocionales, capsulas, etc. Genera constantemente nuevo material audiovisual para su uso en distintas áreas. Son los encargados de renovar constantemente la imagen del canal.
- Post Producción: Revisa el material una vez modificado por imagen y diseño, corroboran que se encuentre en los niveles y que cumpla con los requisitos de formato y forma que se requieren para la transmisión.
- Edición (Noticias): Es responsable de la generación de contenidos empleados para las notas informativas de los noticieros del canal. Reciben las notas desde la redacción, posteriormente las ilustran y las ajustan a las grabaciones de audio para su entrega a los productores de los noticieros.
- Continuidad: Los materiales ya listos para transmisión son revisados respecto a su calidad e inocuidad, para después ser programados para transmisión en un horario previamente definido, al mismo tiempo se

anexan a la videoteca donde se catalogan y se entregan posteriormente al área de transmisión.

- Transmisión: Recibe los materiales audiovisuales de la videoteca en un tren de programación que contiene todo lo necesario para la transmisión posterior. El material nuevo que se encuentre en el servidor se ingesta previamente revisados sus niveles y normas. Se conserva el material audiovisual durante el día de su emisión para tener disponibilidad inmediata en caso de contingencia.

6.2 MÓDULOS DEL PROYECTO

De acuerdo a lo anterior, es posible diferenciar entre las áreas distintos requerimientos y determinar quienes demandan mayores recursos de tráfico en red. Analizada la situación se expone que Edición requiere de mayor prioridad sobre las demás áreas por lo siguiente, diariamente se generan notas informativas para los noticieros que son emitidos a lo largo del día, algunas veces estas notas sufren modificaciones o se incorporan algunas nuevas para tener la información más actualizada. En algunos casos el noticiero habrá empezado cuando alguna nota informativa este terminando de ser editada. Por esta razón y debido a la prioridad de los contenidos informativos en el canal se requiere disponibilidad y prioridad en tráfico para el área de Edición.

Para el caso de las demás áreas, cada una depende de la anterior, desde la generación de los contenidos por producción hasta la emisión al aire de transmisión. Generalmente se cuentan con tiempos establecidos que no requieren mayor ajuste, por lo cual poseen la misma prioridad a excepción de algún incidente. Por ejemplo, en el caso de que el material se encuentre retrasado, siempre y cuando sea viable en forma, se enviará directamente a transmisión para después pasar por continuidad. En este tipo de situaciones es imprescindible contar con un acceso confiable y preferencia de tráfico en red para realizar las transferencias al servidor de transmisión. Por lo cual, en orden de prioridad, detrás de Edición, se encuentra Transmisión.

Las demás áreas requieren una conexión robusta y disponible en todo momento, sin embargo, pueden tener una prioridad menos a las dos áreas mencionadas anteriormente. De esta manera se pueden mantener el trabajo inclusive bajo eventos de contingencia o emergencia. Con esta diferenciación de servicios, se puede establecer el diseño de la red para que se ajuste a las necesidades. A continuación, se presenta un diagrama que incluye la ubicación física de las áreas

para determinar los componentes necesarios en el despliegue de la red y calcular un costo aproximado.

6.3 INFRAESTRUCTURA PROPUESTA

ALMACENAMIENTO

Este soporte de la red debe cumplir con varios aspectos cruciales: disponibilidad inmediata de todo el contenido en cualquier momento, alta velocidad de transferencia de archivos, capacidad de consulta para múltiples usuarios simultáneamente, confiabilidad y seguridad cercana al 100% de los datos guardados. Al definirse como un servidor de almacenamiento y no de un multimedia, su procesamiento no es prioridad, caso contrario donde lo es su velocidad de transferencia. Por otro lado, no puede haber pérdidas o daños a la información contenida en sus discos. Estas características son los mínimos requerimientos para las necesidades de intercambio de información.

El equipo de almacenamiento debe tener la conexión más rápida posible en red, esto debido a que el estándar más empleado, 1000BASE-T (Gigabit Ethernet), resulta ser lento para contenidos multimedia de alta definición sin compresión. La actual tendencia en redes muestra una acelerada disminución de presencia del estándar anterior y la adopción de otros con velocidades superiores.¹ Consecuentemente, el dispositivo de almacenamiento deberá operar en estos estándares de mayor velocidad, lo cual por consiguiente aplicará para el cableado y sus interconexiones. Debido a la continua demanda de archivos de gran tamaño es indispensable contar con una conexión lo más rápida posible.

Para atender a los usuarios del canal simultáneamente, el servidor de almacenamiento debe ser capaz de procesar tareas en paralelo sin afectar las otras en curso. Un procesador robusto es necesario para atender las peticiones sin demoras o fallas. De igual manera es importante que la seguridad, los permisos y cuotas de almacenamiento sean fácilmente administrables para asegurar la integridad de la información y del dispositivo.

CABLEADO

Para desplegar la red es necesario determinar la ubicación de cada terminal, así como su interconexión, ya sea por medio de un switch o directamente a un cable de red. También deben definirse aspectos como el tipo de cable, la interfaz de conexión

¹ Información recuperada de <https://www.intel.com/content/dam/www/public/us/en/documents/white-papers/practical-considerations-for-network-speed-white-paper.pdf> el 28 de Febrero de 2018.

entre los equipos (RJ45, SFP, SFP+, etc.), las posibles limitantes físicas por distancias o transferencias de datos, entre otros.

De la misma manera, se deben calcular distancias y posiciones para determinar la cantidad de material en el caso de los cables o conectores. Para las altas tasas de transferencia de información que propone el proyecto, es de gran importancia reducir en mayor parte la distancia del cableado, así como evitar curvas muy bruscas que puedan afectar la capacidad física de transmisión de datos. En el canal de televisión se analizaron las posibles rutas que puede seguir el cableado para reducir estos efectos negativos. A continuación, se presenta un diagrama simulado con las conexiones necesarias de acuerdo al diseño.

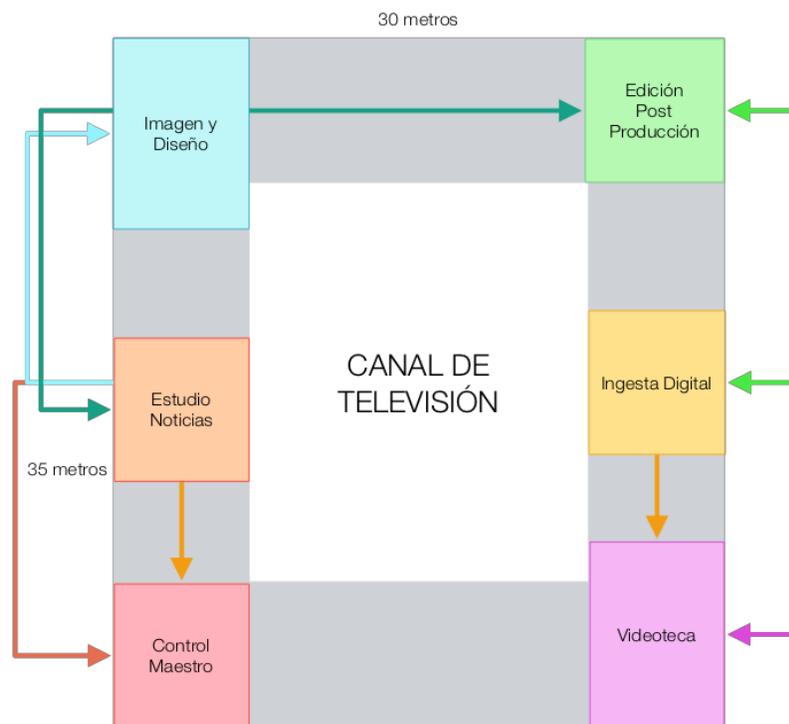


Ilustración 7 - Diagrama de conexiones de cable de red simulado.

Calculando el largo de los cables necesario para las conexiones (incluyendo diferencia entre alturas por cada planta), los datos obtenidos son los siguientes:

Cable Ingesta - Edición	25 metros (2 cables)
Cable Ingesta - Imagen	30 metros (2 cables)
Cable Ingesta - Control Maestro	35 metros (2 cables)
Cable Ingesta - Videoteca	60 metros (2 cables)
Cable Ingesta - Estudio	50 metros (2 cables)
Cable Edición - Estudio	35 metros (1 cable)

Tabla 1 - Relación de distancia en conexiones.

De acuerdo a la lista, se requieren 435 metros de cable aproximadamente. Debido al factor de incertidumbre se requiere al menos de un 10% más para asegurar la distancia. Esto es, 479 metros para cubrir las conexiones necesarias. Por otro lado, al requerir 11 cables se necesitarán al menos 22 conectores para realizar sus terminaciones.

Actualmente la infraestructura de red del canal cuenta con conexiones de cable de par trenzado de cobre bajo el estándar 1000BASE-T, la cual ofrece una velocidad de transferencia máxima de 1Gbps. La demanda de información multimedia entre estos equipos se ha visto limitada por esta velocidad, que, a pesar de considerarse rápida para algunas aplicaciones, no permite trabajar fluidamente con archivos de vídeo sin compresión.

De igual modo, la falta de interconexión entre áreas ha dificultado este intercambio al tener que trabajar con distintos medios de almacenamiento. Por lo cual, en conjunto con la prioridad de conectar los equipos, se encuentra el aumentar considerablemente la tasa de transferencia para poder cubrir las necesidades de las áreas de trabajo en un mediano a largo plazo.

En referencia a lo anterior, un estándar más rápido permitiría un mayor intercambio de información y su pronta disponibilidad. Las velocidades que manejan estos estándares más rápidos, parten desde los 10Gbps hasta alcanzar los 100Gbps. Dichas velocidades se encuentran directamente relacionadas al equipo de interconexión de red (switch, router, hub, etc.), así como al medio que los conecta. Actualmente estos distintos estándares trabajan principalmente sobre dos medios físicos: par trenzado de cobre y fibra óptica.

ESTÁNDARES

Para el correcto funcionamiento a la velocidad deseada y del modo especificado es necesario homologar los estándares bajo los cuales el equipo trabaja. En este

caso para mantener el ancho de banda y la velocidad de conexión requeridos, es necesario implementar las mismas especificaciones a lo largo de todo el sistema de manera que exista una total compatibilidad y así evitar conflictos. ANSI/TIA-568-B.2-10-2008 Category 6A es el estándar que indica el tipo de cable, su configuración y sus terminaciones necesarias para cumplir con los requerimientos de la Categoría 6A, capaz de trabajar con la tecnología 10GBASE-T (BELDEN, 2010).

Respecto al cableado de par trenzado, debe existir el mismo tipo de cable a lo largo de toda la instalación para minimizar los conflictos en la transferencia de información. En la propuesta se sugiere un cable con aprobación de categoría 6A que en ambientes nominales puede alcanzar fácilmente una velocidad de 5Gbit/s.

Cada medio físico tiene sus características, ventajas y desventajas sobre el otro, por lo que ninguno de ellos es universalmente adecuado. Las necesidades del proyecto determinan cual es el medio idóneo de acuerdo a su aplicación o uso.

INTERCONEXIÓN

Para conectar los equipos a la velocidad deseada es necesario un conmutador o switch, el cual administre las conexiones y su tráfico. Un factor a tener en cuenta es la cantidad de puertos y equipos a conectar, ya que de esto dependerá la escalabilidad de la red. Hoy en día la interfaz más usada es 1GbE, que está siendo desplazada por otras de mayor capacidad en la industria en general. Debido a lo anterior y para un rendimiento óptimo a futuro, los switches deberán operar a velocidades por lo menos de 10GbE, para permitir un intercambio de información rápido y constante.

La tecnología, ya sea fibra óptica o par de cobre trenzado, determina el tipo de puertos requeridos. Al tratarse de un edificio con distancias no mayores a los 100 metros es posible utilizar distintos medios de transmisión. En este caso el cable de par trenzado de categoría 6A permite tasas de transmisión cercanas a los 10Gbps, no despreciables respecto a las entregadas por una fibra óptica.

En este caso es preferido el primero sobre este último debido a la facilidad de instalación, la compatibilidad de puertos físicos con equipos ya existentes y la menor probabilidad de daño por manipulaciones. La mayor parte de los equipos se conectan a través de interfaces Ethernet RJ45, por lo cual con esta configuración no se requieren adaptadores o transductores adicionales. No obstante, es requerido cable de par trenzado categoría 6a o mayor, para asegurar la velocidad especificada, así como los equipos que soporten en sus tarjetas de red el estándar para evitar cuellos de botella en el tráfico de información.

LISTA DE EQUIPO NECESARIO PARA RED LAN

Tipo	Equipo
Switch de Red	Switch 12 Puertos 10GbE
Almacenamiento	Almacenamiento Adherido a la Red
Cable FTO	FTP Cat. 6ª (>435 metros)
Conectores RJ45	RJ45 para Cat. 6ª (>22 piezas)

Tabla 2 - Equipo y modelo para implementación.

COTIZACIÓN DE MATERIAL NECESARIO

Marca Y Modelo	Cant.	Precio Unit.	Precio Total
Netgear ProSAFE XS728T 24-Port	3	\$2204.99 USD	\$6614.97 USD
Buffalo Terastation 96TB 51210RH	1	\$7899.99 USD	\$7899.99 USD
Kramer BC-UNIKAT 4-Pair U/FTP Video (500 m.)	1	\$420.00 USD	\$420.00 USD
Platinum Tools ezEX44 RJ45 Shielded (50 piezas)	1	\$97.33 USD	\$97.33 USD
TOTAL			\$15,032.29 USD

Tabla 3 - B&H Photo Video Digital (2018). Recuperado de: <https://www.bhphotovideo.com/>

6.4 ADQUISICIÓN DEL EQUIPO

Todo los componentes cotizados son posibles encontrarlos en la página de B&H Photo Video, la cual ofrece gran variedad de productos profesionales. El precio referido en la página es aproximado al proveedor debido a tratarse de una empresa de gran dimensión, además de poder conseguir inmediatamente el costo de cada componente sin solicitar una cotización. De acuerdo al sitio, el equipo solicitado se encuentra en inventario por lo cual permite agilizar su entrega. El equipo es enviado en un intervalo de 7-14 días hábiles a través de distintos servicios de mensajería², por lo cual, en menos de un mes podría estar disponible para su instalación.

Respecto a la capacidad financiera para adquirir el producto, la institución destina una cantidad a la Dirección del Canal de Televisión y esta a su vez a la Subdirección General de Ingeniería, la cual permite presupuestar proyectos como este y conseguir una licitación o adjudicación directa. La planeación del equipo a adquirir se realiza con un año de anticipación, empero, el beneficio que pueda proveer al canal permitiría que su gestión tenga una duración menor a la ordinaria.

ARQUITECTURA LÓGICA PROPUESTA

Una vez establecida la infraestructura, la manera en que se comuniquen los dispositivos y los protocolos que utilicen definirán que tanto provecho podrá

² Información recuperada de <https://www.bhphotovideo.com/find/HelpCenter/Shipping.jsp> el 2 de Marzo de 2018.

obtenerse de ellos. Establecida la interfaz Ethernet entre ellos y las especificaciones físicas de cada componente, es necesario determinar como será realizado el intercambio de información. El protocolo IPv4, utilizado prácticamente en cualquier red, permite su comunicación efectiva y constante, comúnmente utilizado como TCP/IP debido a sus características de fiabilidad y consistencia en la transferencia de información.

El número de dispositivos a conectar en la red difícilmente sobrepasa la capacidad de una red clase C, por lo cual trabajar con este rango de dirección permite incluir todos los equipos y a su vez limitar su interacción de tráfico con otras subredes.

En el canal existe aproximadamente un número similar de equipos servidores y terminales que trabajan con sistema operativo de Microsoft Windows y Apple Mac OS. Cada sistema operativo tiene su propio protocolo de intercambio de archivos en red, SAMBA y AFP, respectivamente. Estos protocolos permiten compatibilidad general de los almacenamientos en red con el equipo, aprovechando prácticamente todo el ancho de banda disponible. El almacenamiento en red propuesto puede trabajar fácilmente con ambas tecnologías sin comprometer la disponibilidad o velocidad.

6.5 TOPOLOGÍA DE LA RED

De acuerdo al equipo especificado y basado en las necesidades inmediatas para incorporar la propuesta al esquema de trabajo establecido es presentada el siguiente diagrama:

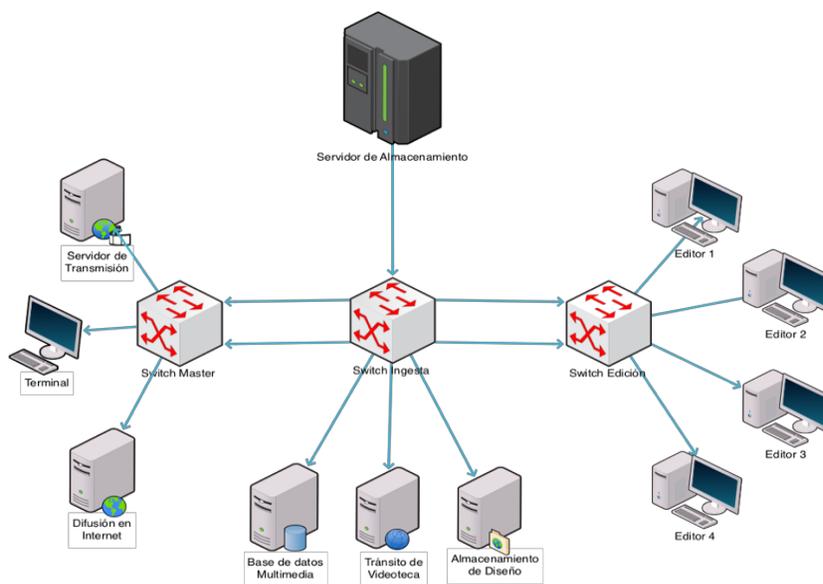


Ilustración 8 - Propuesta de interconexión para red del canal de televisión.

LIMITANTES EN LOS EQUIPOS TERMINALES/DE USUARIO

La tasa de transferencia de la red basada en 10GBase-T depende de su cableado y dispositivos de interconexión, sin embargo, también es de suma importancia la velocidad a la que operen las terminales para evitar cuellos de botella en el flujo de información. Las tarjetas de red de los equipos definen la velocidad de conexión máxima a la que podrán comunicarse. Por otro lado, la velocidad de lectura y escritura en el almacenamiento local de las terminales también puede ralentizar los procesos.

LIMITANTES DE DISEÑO/ARQUITECTURA

Una limitante física importante en la velocidad de transferencia en la red se debe a la distancia de los cables, a mayor distancia habrá menor velocidad. Esto se debe a la interferencia y los efectos nocivos que conforme viaja la señal pueden deteriorarla, lo cual conforme aumenta la frecuencia de transmisión de datos, también lo hace su interferencia. Gran parte de esta interferencia es debida a efectos conocidos como NEXT y FEXT, los cuales son producidos debido a las perturbaciones inducidas de un par trenzado hacia otro.

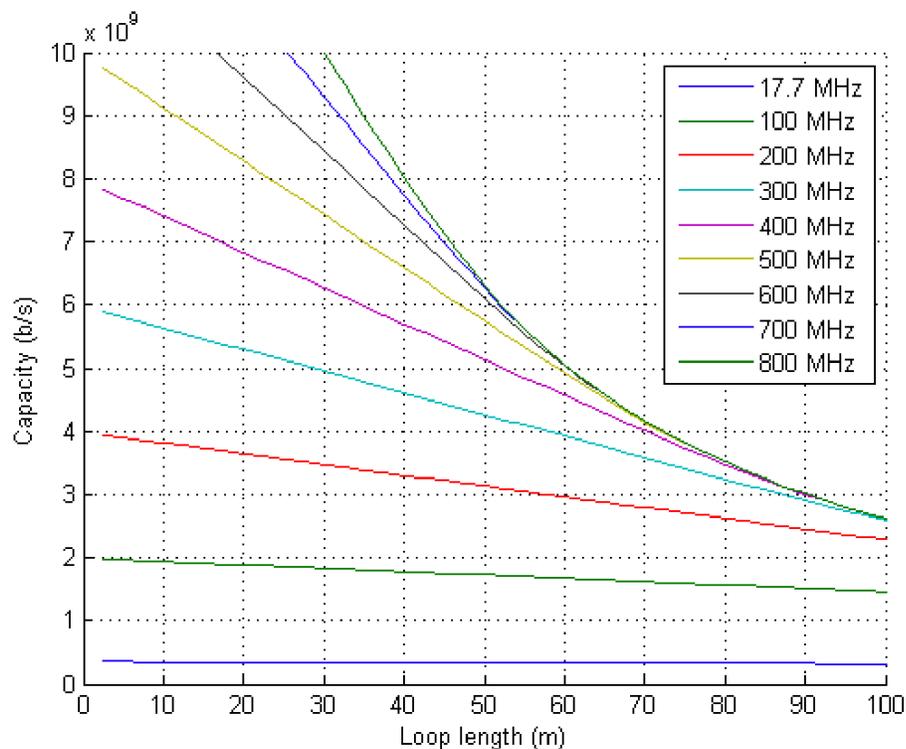


Tabla 4 – Relación distancia – tasa de transmisión. XG-FAST: Towards 10 Gb/s Copper Access (2014). Recuperado de https://www.researchgate.net/Capacity-versus-the-loop-length-for-a-CAD55-05-mm-gauge-twisted-pair-cable-with-a-60_fig1_274310047

6.6 COMPARACIÓN DE REDES CON ALMACENAMIENTO

Existen distintos tipos de infraestructura de red que permiten acceder a un almacenamiento conectado, dependiendo de su estructura y configuración estos pueden proveer de numerosos servicios y distintas velocidades. Los tipos más comunes de este tipo de redes son las SAN y NAS.

- SAN (Storage Area Network): Referida a una red enteramente dedicada a conectar almacenamiento con terminales de usuario de manera que sea visto como un disco local. Trabaja con protocolos como iSCSI que le permiten realizar la conexión. Diseñado para grandes industrias debido a su alta escalabilidad, aunque requiere una infraestructura más costosa.
- NAS (Network Attached Storage): Red que permite acceder a un servidor de almacenamiento que provee de archivos, el procesamiento es realizado por el mismo servidor. De rápido despliegue en red y costo menor, aunque limitado por las capacidades del servidor.

Ambas configuraciones de red poseen distintas características que se adecuan a necesidades específicas ya que cada una ofrece ventajas sobre la otra en distintas tareas. Para el caso de este medio televisivo, con una plantilla de 120 empleados de los cuales por lo menos 30 de ellos hacen uso directo de estos contenidos y requieren acceso a la red. Debido a la naturaleza del mismo canal televisivo este número de usuarios se mantiene ya que con pocos usuarios se pueden cubrir todas las tareas de transferencia. Esto anterior es traducido en una moderada demanda de archivos y consumo de ancho de banda.

Existen empresas que se dedican a diseñar este tipo de sistemas de almacenamiento sobre distintas infraestructuras, para los canales de televisión, como lo son SONY, GrassValley, Imagine Communications, etc. Estos ofrecen numerosas ventajas respecto a sus competidores, mayor almacenamiento, mejor integración con el equipo existente, posibilidades de automatización, entre otras. Sin embargo, en algo coinciden todas, su costo debido al desarrollo de aplicaciones específicas y demás funciones aumenta considerablemente, aunado al hecho de que solo la empresa podrá ser la única que de soporte al sistema de su diseño.

Respecto a esto, el factor del costo es de gran relevancia debido a la dimensión del canal de televisión, por lo que una gran infraestructura no es asequible en términos de capacidad adquisitiva. El medio de comunicación público al ser una dirección que depende de un organismo gubernamental, responde a la población

mediante transparencia en todos sus gastos y debe ajustarlos en razón de los requerimientos necesarios para que sean aprobadas sus peticiones.

La propuesta presenta un modelo básico de almacenamiento de red incrustado a través de un protocolo de intercambio de archivos, sus funciones son básicas, pero altamente prácticas para la transferencia de archivos. La compatibilidad de este protocolo con prácticamente cualquier equipo de cómputo existente permite tener una compatibilidad independiente de los sistemas operativos o la manera en que gestionen sus archivos de forma local. A la vez, el hecho de que el almacenamiento se encuentre centralizado en el servidor y se pueda trabajar directamente en él, permite recuperar los documentos en caso de fallo en alguna de las terminales. De esta manera es disminuida la probabilidad de interrupción en las tareas.

6.6 EVALUACIÓN GENERAL

Como se ha mencionado anteriormente, gran parte del tiempo consumido se debe a las transferencias en soportes, debido a que si bien, también se realizan constantes cambios en la codificación de los contenidos, los editores no lineales poseen suficiente procesamiento para acelerar esta tarea. A pesar lo de anterior, al final de todo el proceso no es totalmente despreciable el tiempo que esta tarea ocupa. Se presenta una tabla comparativa de los procesos usuales y el tiempo en los que se llevan a cabo, contrastando los necesarios bajo la nueva propuesta presentada:

TAREA	DURACIÓN ACTUAL [minutos]	DURACIÓN PROPUESTA* [minutos]
Producción inicial	60	60
Transferencia a editor	25	25
Edición del material	-	-
Transferencia a soporte	25	5
Inclusión a la videoteca	-	-
Adición a pauta de programación	-	-
Entrega de material al control maestro	-	5
Ingesta del material	60	-
TOTAL	170	95

Tabla 5 - Comparación entre proceso actual y propuesto

De acuerdo a la tabla anterior, de implementarse la propuesta, la duración de las tareas para poder transmitir un programa desde su producción se reduciría más de

un 50% del tiempo que consume actualmente. Esto anterior dejando del lado el hecho de que, con la propuesta, el contenido en cuestión se encontraría disponible inmediatamente después de su uso.

Contrastando, la adaptación o cambio de esquema de trabajo resulta ser confuso o conflictivo al principio, ya que los nuevos procesos y distintas tecnologías rompen la inercia del trabajo a pesar de que sean favorables en términos productivos. Sin embargo, superando esta reorganización, las tareas reducirían su tiempo notoriamente lo cual beneficiaría a todas las demás áreas que dependen de la entrega oportuna de los contenidos.

6.7 CONCLUSIONES DE LA PROPUESTA

El sistema de almacenamiento en red es una opción asequible y de fácil configuración. Existen diversas opciones en el mercado que ofrecen varias ventajas comparadas con la propuesta, sin embargo, su costo elevado y su limitación en compatibilidad con equipos y configuraciones coloca la propuesta como una alternativa considerable. La versatilidad de un equipo de almacenamiento en red con un sistema operativo de código abierto permite modificaciones y personalizaciones específicas para cada tarea.

La propuesta permite aprovechar la infraestructura existente, mejorando distintos puntos críticos de tráfico para evitar congestionamientos. La velocidad final obtenida en la práctica será mayor por mucho respecto a la actual que permiten los medios físicos como los discos. El tiempo total aprovechado beneficiaría al proceso en general permitiendo enfocar la atención en otros aspectos también importantes. Por otro lado, este método de trabajo permite tener disponibilidad inmediata del material en cuanto se encuentre listo, reduciendo la probabilidad de falla u omisión del contenido en la transmisión pautada.

Finalmente, el costo del equipo es aceptable en relación al beneficio y debido a las optimizaciones que ofrecería en el flujo de trabajo actual su incorporación significaría un avance en la comunicación e intercambio de contenidos audiovisuales. La innovación constante en los métodos operativos dentro del canal favorece su competitividad en los medios de comunicación e impulsan su desarrollo. Por lo anterior, la propuesta concuerda con los objetivos del área de trabajo y del lugar de trabajo en general.

7. METODOLOGÍA

La metodología empleada para el estudio de las actividades de este medio de comunicación público es análisis-síntesis. Este estudio permite analizar cada elemento de un proceso aisladamente y posteriormente con sus relaciones respecto a los demás, para seguidamente reagruparlos con el fin de estudiarlos en su totalidad. Esta metodología permite descomponer procesos de cada área o actividades que se realizan y estudiarlas, de esta manera es posible encontrar mejoras en un elemento que afectan al siguiente y por ende al proceso entero. La síntesis permite concentrar todos los elementos y resultados obtenidos para obtener una conclusión objetiva.

ANÁLISIS

Ya sea el caso de un enlace satelital o de microondas o un cálculo de tasa de transferencia de datos, la capacidad de análisis permite resolver situaciones cotidianas de manera rápida y eficiente. Casi todo el trabajo operativo en el medio requiere de conocimientos previos, sin embargo, requiere en mayor grado de un análisis adecuado. A veces son necesarios los cálculos para determinar la viabilidad de transmitir a largas distancias mediante microondas, y en otros casos, con un análisis a simple vista podrá determinarse la facilidad de un enlace satelital.

Para el caso del área donde laboré, la ingeniería requiere de un aprendizaje profundo de los equipos con los que se cuentan, los procesos que se llevan a cabo y la manera en que se desarrollan. De esta manera es posible identificar cuáles son las restricciones y los puntos de posible mejora. Para ello debe conocerse totalmente el proceso, es decir, desde su inicio y cada una de sus fases hasta culminar. Es justo después de este paso que el pensamiento crítico, analítico y lógico se gesta. La ingeniería busca la mejora constante, la optimización de procesos y en las últimas décadas, la automatización también.

Aprovechando todos los elementos dispuestos como los encontrados en un canal de televisión es factible aplicar conocimientos en áreas como comunicaciones digitales, satelitales, ópticas, de radiofrecuencia, así como de redes y transmisores. La similitud de los escenarios en la vida real con la teoría y la práctica de laboratorio facilita esta aplicación y permite expandir el conocimiento adquiriendo importante experiencia. Lo anterior extrapolado a los conocimientos de las prácticas rutinarias permite converger lo empírico con lo teórico logrando obtener una perspectiva más extensa.

SÍNTESIS

Posteriormente, la etapa del diseño estudia la viabilidad en cuanto a implementación de la o las mejoras. Cabe resaltar que en ocasiones la mejor solución no siempre es viable debido a cuestiones económicas o administrativas. Por ello, debe encontrarse la solución requerida, la que cumpla los requerimientos y al mismo tiempo esté dentro de las capacidades de la organización. En este proceso el apoyo de métodos de simulación y cálculos asegura que el diseño se encuentre correctamente realizado, para concluir correctamente la planificación.

Un método correctamente implementado puede impactar positivamente un flujo de trabajo obteniendo mejoras y aumentando la eficiencia en las labores del canal de televisión. Por lo anterior el análisis previo es de suma importancia, así como el hecho de entender que cada tarea es parte de un todo que está contenido dentro de los objetivos de cada área. En el caso del área de transmisión, una síntesis de todos los factores que involucra un enlace establecido ya en práctica permite aproximar de manera más cercana el resultado final. Otro caso es el de la logística de un contenido audiovisual para su emisión. Esto es logrado identificando cada parte del proceso por separado y su influencia en el sistema visto como un todo.

La relación de cada proceso con los demás afecta directamente al resultado y de acuerdo al método de análisis-síntesis es posible separar cada elemento para conocer sus detalles y posteriormente reagruparlos para obtener patrones de comportamiento y establecer las mejoras que puedan ser implementadas de manera certera. Con la metodología de investigación es posible establecer una pauta para las mejoras posteriores y maximizar la efectividad resultante de las mismas.

8. RESULTADOS

El medio de comunicación público expuesto es un excelente lugar para conocer a fondo la técnica de la televisión, no es un canal muy extenso ni una cadena comercial, sin embargo, permite conocer íntegramente el proceso para llevar un producto audiovisual de calidad a los televidentes. Se puede conocer el objetivo y la relación de cada área con las demás, lo cual da una comprensión amplia del funcionamiento total, desde el primer paso hasta su resultado.

El área de transmisión depende del funcionamiento de otros sectores del canal para poder llevar a cabo sus labores, de la misma manera que se encuentra al servicio de los requerimientos del canal en general. Esto anterior permite que las labores no se encuentren limitadas exclusivamente al lugar de trabajo y se complementen con otras relacionadas al ámbito de ingeniería. En el caso personal, el laborar en el control maestro no excluye el ir a realizar enlaces de microondas o transmisiones vía satélite desde distintos puntos de la ciudad para cubrir eventos de la institución. Este tipo de actividades permiten conocer nuevos entornos y adquirir conocimientos fuera del área de trabajo.

Como ingeniero en telecomunicaciones de recién ingreso, uno conoce a través de los compañeros de trabajo, los jefes y demás personal que labora, el funcionamiento de un canal de televisión, es decir, cada parte y equipo que lo conforman. Y es a través de estos conocimientos adquiridos en el campo de trabajo, aunados a los obtenidos durante la formación profesional, que uno puede implementar nuevas técnicas y procedimientos en beneficio de la eficiencia del trabajo.

Para el caso específico, dentro del control maestro, gran número de equipos requieren ciertos parámetros y especificaciones para operar, siendo muy difícil aprender su funcionamiento y capacidades en primera instancia. Además, debido a que estos equipos se encuentran a disposición de la transmisión no es posible manipularlos ya que resultan críticos para la continuidad de la señal al aire. Todo lo anterior dificulta el aprendizaje autodidáctico práctico, que es compensado con los conocimientos teóricos de los manuales de operación y los prácticos que poseen los compañeros de trabajo.

La formación académica proporciona una ventaja significativa al poder comprender la mayor parte de los aspectos técnicos que se encuentran dentro del área de ingeniería. Algunos equipos resultan familiares a los utilizados durante las prácticas realizadas en los laboratorios de la universidad, otros más solamente vistos en teoría, pero con los conocimientos suficientes para conocer su

funcionamiento y sus capacidades. Es gracias a esto que uno puede adaptarse fácilmente a distintos entornos de trabajo y aprender rápidamente.

En el control maestro es supervisada constantemente la calidad de la emisión, para lo cual se requieren conocimientos de aspectos técnicos de la señal digital. Cada programa transmitido debe ser evaluado para determinar si cumple con las normas de transmisión en video y audio, para ello se auxilia de herramientas que miden las características eléctricas de la señal y permiten determinar si el material se encuentra dentro de los límites establecidos. Por otro lado, un aspecto también importante, es el hecho de que sea óptimo y agradable a la vista, en algunos casos las características eléctricas de un programa no permiten discernir si el programa es apto para su emisión.

No obstante, el mejor momento donde se puede aplicar la capacidad y criterio que otorga la universidad y su formación, es en casos de contingencia, que, a pesar de los mantenimientos y precauciones para evitarlos, ningún canal de televisión se encuentra exento de ellos. Es justo en estos escenarios donde la capacidad de razonamiento y pensamiento puede hacer la diferencia entre tener una señal fuera del aire unos cuantos segundos o varios minutos. Para poder resolver estos eventos fortuitos se debe contar con los conocimientos suficientes del equipo que se encuentra involucrado en la transmisión, se tiene que descartar de acuerdo a la cadena de procesos, donde se encuentra el mal funcionamiento, corregirlo y de ser posible repararlo. Todo esto se realiza una vez que se ha restablecido la continuidad de la señal, la máxima prioridad en el control maestro.

9. CONCLUSIONES

La televisión como una ciencia de varias décadas atrás, muestra una historia de desarrollo incesante la cual se ha forjado en torno a aspectos tecnológicos, financieros y culturales. El impacto de esta tecnología no tuvo precedentes a finales del siglo pasado, convirtiéndose en el principal medio de comunicación global. Las formas de comunicación han cambiado radicalmente en los últimos años, empero, la televisión ha demostrado que lejos de quedar obsoleta, puede coexistir y desarrollarse dentro de estas tecnologías.

Los canales de televisión son un claro ejemplo de estos desarrollos constantes dentro de distintos campos de la Ingeniería en Telecomunicaciones. En este medio de comunicación público se cuenta con estaciones terrenas que incluyen transmisores, receptores, codificadores, amplificadores, antenas, etc. En el mismo sentido se cuenta con servidores, conmutadores (switches), enrutadores (routers) y demás equipo informático. De la misma manera son encontrados enlaces de fibra óptica para transferencia de información, redes virtuales privadas en equipos críticos para la transmisión, redes inalámbricas distribuidas en el edificio para operación remota de la infraestructura, entre otros.

Al encontrarse todos estos ámbitos se facilita el poner en práctica gran parte de la teoría aprendida en la licenciatura, conocer la operación de los equipos electrónicos y aprovechar sus capacidades. Sin embargo, es de vital importancia aprender los manuales de operación, protocolos de emergencia y contingencia para un ambiente real con circunstancias y exigencias establecidas. Se tiene que conocer y dominar el entorno de trabajo para poder pensar y actuar rápidamente cuando sea necesario ya que en este medio el tiempo es siempre una variable crucial.

La experiencia adquirida en la licenciatura aunada a la obtenida desempeñando funciones dentro de la institución, permite estudiar las necesidades que demanda este canal de televisión, buscando una mejora continua mediante la aplicación de conocimientos en distintos procesos. Asimismo, permite tener una amplia visión de cambios que permitan facilitar, mejorar u optimizar las tareas que se llevan diariamente a cabo dentro del área de ingeniería. En este caso se aborda una propuesta de cambio integral relacionada a las Tecnologías de la Información (TI) que favorezca el trabajo colaborativo mediante el intercambio de información en todos los niveles y direcciones dentro de las áreas que conforman el canal.

En un ambiente dinámico como la televisión, los procesos deben mejorarse constantemente, el equipo tecnológico tiene que actualizarse periódicamente y las áreas trabajar estrechamente, todo ello en virtud de mantener la calidad de la señal que se ofrece al televidente. La convergencia de todos estos equipos y el análisis

de las distintas áreas de oportunidad de mejora permiten obtener un panorama vasto, ya que la experiencia adquirida es complementada con nuevos conocimientos conforme surgen innovaciones. Es de gran importancia mejorar estos aspectos continuamente ya que, de omitirlos, la cadena de procesos que conlleva al producto final puede deteriorar el cumplimiento de los objetivos.

Estas últimas décadas, la tendencia de la mayor parte de dispositivos tecnológicos gira en torno a las TI, dicho de otra forma, es hablar de equipos interconectados, intercambios de información instantáneos, conexiones remotas seguras, etc. La constante evolución de estas, permite optimizar y modernizar procesos dentro de las ingenierías, ejemplo de ello, el automatizar tareas que ha pasado a ser herramienta clave dentro de las industrias. Estos procesos permiten enfocar la atención humana hacia actividades mas dedicadas e importantes, reduciendo la repetitividad laboral y mejorando la eficiencia.

Este canal de televisión como medio de comunicación público no puede quedar fuera de estos progresos tecnológicos, los cuales brindan grandes beneficios y facilitan las tareas cotidianas y extraordinarias. La incorporación de redes prácticamente dentro de cualquier ámbito es inevitable, la demanda e intercambio de información las ha vuelto indispensables. Por consiguiente, una red que sirva a todas las áreas de este canal de televisión y permita una colaboración armónica que facilite sus labores debe ser prioridad. Sin embargo, una red es un trabajo integral de diseño, planeación e implementación el cual debe asegurar un funcionamiento constante para permitir un trabajo fluido y simplificación de lo operativo.

La investigación en distintas áreas y el análisis de sus procesos enriquecen las actividades profesionales y permiten una mejor comprensión de los objetivos y la manera de obtenerlos. De la misma manera, la participación en un canal de televisión con un propósito no lucrativo permite conocer la naturaleza original de este medio de comunicación y adquirir todos los conocimientos prácticos que complementan la formación académica. Un medio de comunicación que atiende necesidades sociales de transparencia propicia el observar los resultados de la ingeniería aplicada de un punto de vista sensible y humano. Es en esta concurrencia de aspectos donde el objetivo profesional de la ingeniería potencia el desarrollo de las capacidades técnicas y personales.

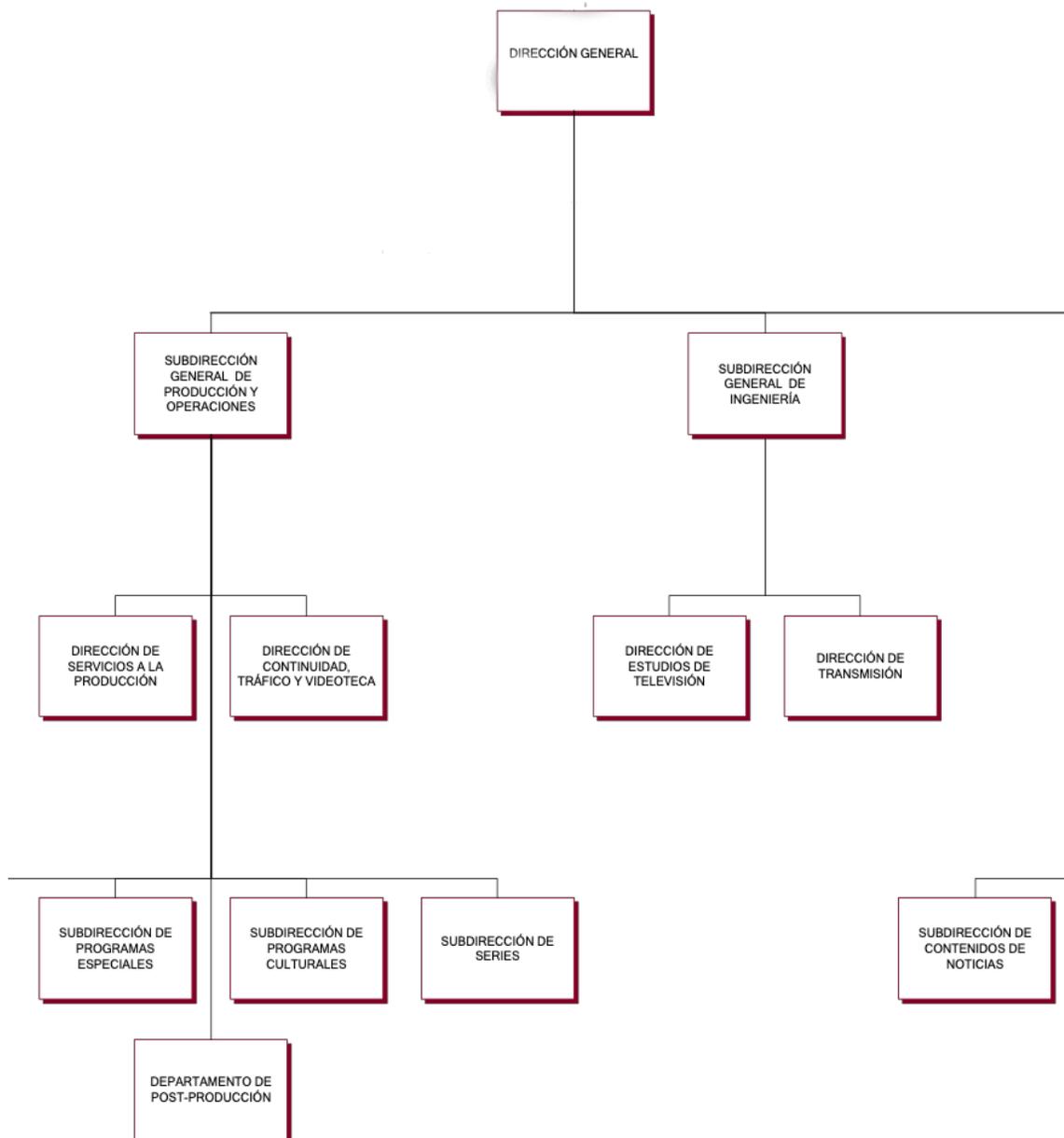
BIBLIOGRAFÍA

- Cisco Networking Academy. (2013). *Network Basics Companion Guide* (Vol. 1). Indianapolis, Estados Unidos: Cisco Press.
- Commscope, Inc. (2016). BR-105349.1 Flextwist waveguide. Estados Unidos.
- Advanced Television Systems Committee. (9 de Enero de 2018). *Standards - ATSC*. Obtenido de ATSC: <https://www.atsc.org/standards/>
- Apple. (09 de Diciembre de 2016). *Final Cut Pro X Supported Media Formats*. Recuperado el 03 de Enero de 2018, de Apple Support: <https://support.apple.com/kb/PH12754>
- BELDEN. (2010). *Cabling for 10GBASE-T The case for UTP*. Obtenido de Pennsylvania State University:
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.550.4634&rep=rep1&type=pdf>
- Buffalo Inc. (8 de Junio de 2018). *TS5810 Datasheet Spec Page*. Obtenido de Buffalo Inc.:
https://www.buffalotech.com/images/about_buffalo/TS5010_Datasheet_English.pdf
- Dirección General del Canal Judicial. (20 de Marzo de 2015). *Manual de Organización Específico*. Recuperado el 9 de Septiembre de 2017, de Suprema Corte de Justicia de la Nación:
https://www.scjn.gob.mx/sites/default/files/estructura_organica/manual_organizacion/2017-03/MOE%20Canal%20Judicial.pdf
- ETSI . (2009). Digital Video Broadcasting (DVB); Second generation framing structure, channel coding and modulation systems for Broadcasting, Interactive Services, News Gathering and other broadband satellite applications (DVB-S2). Sophia Antipolis, Francia.
- EUTELSAT. (12 de Agosto de 2018). *EUTELSAT*. Obtenido de EUTELSAT satellite:
<https://www.eutelsat.com/en/satellites/EUTELSAT-115WB.html>
- Harmonic Inc. (2016). *Spectrum Media Port 7000*. Recuperado el 03 de Enero de 2018, de Harmonic Inc.:
https://www.harmonicinc.com/media/2016/05/Harmonic_DS_Spectrum_MediaPort_7000.pdf
- Harmonic Inc. (03 de Enero de 2016). *Spectrum MediaDirector 2251B*. Recuperado el 2018, de Harmonic Inc.:
https://www.harmonicinc.com/media/2016/05/Harmonic_DS_Spectrum_MediaDirector_2251B.pdf
- ITU. (2005). ITU-R P.838-3 Specific attenuation model for rain for use in prediction methods. Genova.
- ITU. (2007). *Telecom Network Planning for evolving Network Architectures*. Genova, Italia: Telecommunication Development Bureau.

- ITU. (2013). ITU-R P.676-10 Attenuation by atmospheric gases. Genova.
- ITU. (2013). ITU-R P.839-4 Rain height model for prediction methods. Genova.
- ITU. (2017). ITU-R P.837-7 Characteristics of precipitation for propagation modelling. Genova.
- ITU. (2017). ITU-R P.618-13 Propagation data and prediction methods required for the design of Earth-space telecommunication systems. Genova.
- Netgear, Inc. (12 de Junio de 2018). *Netgear Inc.* Obtenido de XS712T, XS728T: <http://www.downloads.netgear.com/files/GDC/datasheet/en/XS712T-XS728T.pdf>
- Patriot Antenna Systems. (2011). 3.8m Offset antenna guide. Estados Unidos.
- ServSat Communications, Inc. (2011). C Band Linear Polarity TX/RX Feed Assembly. Estados Unidos.
- Society of Motion Picture and Television Engineers. (1998). *Bit-Serial Digital Interface for High-Definition Television Systems*. Nueva York: SMPTE.
- Sony. (2011). *XDS - PD2000 Sony*, 1. Recuperado el 03 de Enero de 2018, de Pro Sony: https://pro.sony.com/bbsc/assetDownloadController/XDS-PD1000_XDS-PD2000_OpManual_v2_30.pdf
- Sony. (2014). *PDW-HD1550*, 1. Recuperado el 3 de Enero de 2018, de Pro Sony: https://pro.sony.com/bbsc/assetDownloadController/PDW-HD1550_OpMan_v1_0.pdf
- Stewart, K. (2008). *Designing and Supporting Computer Networks*. Indianapolis, Indiana, Estados Unidos: Cisco Press.
- Teledyne Paradise Datacom. (2016). GaAs Solid State Power Amplifier. Estados Unidos.
- Walter, F. (2004). *Digital Television: A Practical Guide for Engineers*. Múnich: Springer Science & Business Media.

ANEXOS

Anexo 1. Estructura orgánica del canal de televisión



Anexo 2. Presupuesto de enlace

Estación terrena (ET): Centro Histórico, CDMX

Satélite geoestacionario (SAT): EUTELSAT

Latitud de ET (LA_{ET}) [°]	19.43
Longitud de ET (LO_{ET}) [°]	99.13
Longitud de SAT (LO_{SAT}) [°]	114.9
Altitud de ET [km]	2.24
Frecuencia de subida [GHz]	6.300
Polarización de subida	Horizontal
Frecuencia de bajada [GHz]	4.100
Polarización de bajada	Vertical

AZIMUTH

$$Azm' = \tan^{-1} \left(\frac{\tan(LO_{ET} - LO_{SAT})}{\sin LA_{ET}} \right) \quad (1)$$

$$Azm' = \tan^{-1} \left(\frac{\tan(99.13 - 114.9)}{\sin 19.43} \right) \quad (2)$$

$$Azm' = -40.33 \quad (3)$$

Debido a que la ET se encuentra al NE respecto al satélite geoestacionario:

$$Azm = 180 - Azm' \quad (4)$$

$$Azm = 180 - (-40.33) = 220.33 \quad (5)$$

$$\mathbf{Azm = 220.33[°]} \quad (6)$$

ELEVACIÓN

$$elev = \tan^{-1} \frac{\cos LA_{ET} \cdot \cos(LO_{ET} - LO_{SAT}) - 0.1512}{\sqrt{1 - \cos LA_{ET}^2 \cdot \cos(LO_{ET} - LO_{SAT})^2}} \quad (7)$$

$$elev = \tan^{-1} \frac{\cos 19.43 \cdot \cos -15.77 - 0.1512}{\sqrt{1 - \cos 19.43^2 \cdot \cos -15.77^2}} \quad (8)$$

$$\mathbf{elev = 60.96[°]} \quad (9)$$

RANGO SATELITAL

Radio de la Tierra (r) [km]	6378
Distancia al satélite (h) [km]	35786

$$S = \sqrt{r^2 + (r + h)^2 - 2r \cdot (r + h) \cdot \cos\beta} \quad (10)$$

$$\alpha = \sin^{-1} 0.1512 \cos(elev) \quad (11)$$

$$\beta = 90 - \alpha - elev \quad (12)$$

$$S = \sqrt{6378^2 + 42164^2 - 2(6378) \cdot (42164) \cdot \cos(24.83)} \quad (13)$$

$$S = 36375 \text{ [km]} \quad (14)$$

ENLACE DE SUBIDA

POTENCIA DE TRANSMISIÓN

Amplificador de estado sólido con potencia de salida de 40[W] (Teledyne Paradise Datacom, 2016)

$$G_{HPA} = 10\log(40) = 16.02 \text{ [dB]} \quad (15)$$

PÉRDIDAS DE TRANSMISIÓN

Pérdida de 0.3 [dB/m] en la guía de onda flexible WR137 (Commscope, Inc., 2016)

Pérdidas de inserción de 0.1 [dB] en el alimentador en Banda C (ServSat Communications, Inc., 2011)

$$L_{TU} = (0.3 * 7) + 0.1 = 2.2 \text{ [dB]} \quad (16)$$

GANANCIA DE LA ANTENA

De acuerdo a las especificaciones del fabricante para banda C y polarización lineal (Patriot Antenna Systems, 2011)

$$G_{TU} = 46.2 \text{ [dBi]} \quad (17)$$

POTENCIA ISOTRÓPICA RADIADA EFECTIVA

$$PIRE = G_{HPA} + G_{TU} - L_{TU} \quad (18)$$

$$PIRE = 16.2 + 46.2 - 2.2 \quad (19)$$

$$PIRE = 60.2 \text{ [dB]} \quad (20)$$

PÉRDIDAS DEL ESPACIO LIBRE

$$L_{FSLU} = 92.4 + 20\log(f_{GHz}) + 20\log(S_{km}) \quad (21)$$

$$L_{FSLU} = 92.4 + 20\log(6.338) + 20\log(36375) \quad (22)$$

$$L_{FSLU} = 199.65 \text{ [dB]} \quad (23)$$

PÉRDIDAS POR LLUVIA

Conforme a la recomendación ITU-R P.618-13 (ITU, 2017) para métodos de predicción de enlaces satelitales y la ubicación geográfica de la ET, tenemos lo siguiente:

De acuerdo a ITU-R P.839-4 (ITU, 2013) y la altura en la CDMX, $h_0=5$ [km] y $h_s=2.24$ [km]

$$h_R = h_0 + 0.36_{km} = 5.36 \text{ [km]} \quad (24)$$

$$L_S = \frac{h_R - h_S}{\sin(elev)} = \frac{5.36 - 2.24}{\sin(60.96)} = 3.568 \text{ [km]} \quad (25)$$

$$L_G = L_S \cos(elev) = 3.568 \cos(60.96) = 1.732 [km] \quad (26)$$

Obteniendo las características del modelo de precipitación de acuerdo a la frecuencia y polarización, así como las fórmulas respectivas de ITU-R P.837-7 (ITU, 2017) e ITU-R P.838-3 (ITU, 2005)

$$\gamma_R = k * R_{0.01}^\alpha = 0.0007056 * 50^{1.59} = 0.24879 \left[\frac{dB}{km} \right] \quad (27)$$

$$r_{0.01} = \frac{1}{1 + 0.78 \sqrt{\frac{L_G \gamma_R}{f}} - 0.38(1 - e^{-2L_G})} = \frac{1}{1 + 0.78 \sqrt{\frac{0.43}{6.33}} - 0.38(1 - e^{-3.46})} \quad (28)$$

$$= 1.5708 [1]$$

$$\xi = \tan^{-1} \frac{h_R - h_S}{L_G * r_{0.01}} = \tan^{-1} \frac{5.36 - 2.24}{1.7319 * 1.5708} = 48.91[^\circ] \quad (29)$$

De acuerdo a lo anterior y conforme a ITU-R P.618-13 (ITU, 2017) se tiene que $\chi=16.57[^\circ]$

$$v_{0.01} = \frac{1}{1 + \sqrt{\sin \theta} \left(31 \left(1 - e^{-\frac{\theta}{1+\chi}} \right) \frac{L_S \gamma_R}{f^2} - 0.45 \right)} \quad (30)$$

$$v_{0.01} = \frac{1}{1 + \sqrt{\sin \theta} \left(31 \left(1 - e^{-\frac{60.96}{15.57}} \right) \frac{0.8876}{40.17} - 0.45 \right)} = 1.7254 [1] \quad (31)$$

$$L_E = L_S * v_{0.01} = 3.568 * 1.7254 = 6.1562 [km] \quad (32)$$

$$A_{0.01} = \gamma_R * L_E = 0.24879 * 6.1562 = \mathbf{1.5316 [dB]} \quad (33)$$

Anexo 3. Especificaciones Videograbadora XDCAM XDS-PD2000



El modelo PD2000 es un sistema de grabación y reproducción profesional, con soporte multimedia de discos XDCAM, memorias SxS o su almacenamiento interno de discos duros de estado sólido (SSD). Es altamente compatible con sistemas de edición no lineal y permite su operación y gestión a través de interfaz de red. La videograbadora admite los siguientes formatos para grabación/reproducción:

FORMATOS SOPORTADOS	
VIDEO	AUDIO
MPEG-2 422P@HL, 50 Mbps	8 ch/16 bit/48 kHz
MPEG-2 MP@HL, 35 Mbps/VBR	4 ch/ 24 bit/48 kHz
MPEG IMX, 50 Mbps	4 ch/24 bit/48 kHz, 8 ch/16 bit/48 kHz
DVCAM, 25Mbps	4 ch/24 bit/48 kHz

Tabla 6 – XDCAM XDS-PD2000

Nota. Fuente: Adaptado de manual de operación de XDCAM (Sony, 2011)

Este modelo se encuentra dentro del control maestro, su principal función es la de ingesta de material, es decir, reproducción para grabación en el servidor de transmisión. De igual manera se ocupa para grabación de señales externas. Cuenta con un puerto Gigabit Ethernet que permite habilitar sus funciones de red mediante una interfaz, el protocolo FTP también soportado puede transferir archivos de los distintos soportes físicos aceptados a una fuente remota.

Anexo 4. Características Final Cut Pro X



Final Cut Pro X

Es un programa de edición no lineal de video que permite una amplia manipulación de contenidos audiovisuales. Es una aplicación nativa de macOS, desarrollada por Apple, lo cual integra muy bien sus funciones. A la vez ofrece compatibilidad con los archivos generados por las videograbadoras XDCAM, así como la posibilidad de exportación al contenedor original. Posee gran número de funcionalidades para post producción, puede añadir subtítulos cerrados, balancear niveles de audio, ajustar los parámetros de la imagen, etc. Esta aplicación es ampliamente utilizada debido a su sencilla interfaz y fácil ajuste. Final Cut Pro X ofrece soporte para los siguientes formatos:

FORMATOS PARA IMPORTACIÓN		
VIDEO		
Apple Animation Codec	H.264	REDCODE RAW
Apple Intermediate Codec	HDV	Uncompressed 8-bit 4:2:2
Apple ProRes	iFrame	Uncompressed 10-bit 4:2:2
AVCHD	Motion JPEG	XAVC
AVC-ULTRA	MPEG IMX	XDCAM HD/EX/422
DVCPRO HD	QuickTime Formats	XF-AVC
AUDIO		
AAC	CAF	MP4
AIFF	MP3	WAV
CONTENEDOR		
3GP	MOV	MTS/M2TS
AVI	MP4	MXF

FORMATOS PARA EXPORTACIÓN		
Apple ProRes	H.264	Uncompressed 8-bit 4:2:2
AVC-Intra Class 50/100/200	HDV	Uncompressed 10-bit 4:2:2
DV, DVCAM	MPEG IMX	XDCAM HD/EX/422
DVCPRO HD	MXF	
COMPRESOR		
Apple Animation Codec	AVC-Intra (MXF)	Quicktime Formats

Tabla 7 – Formatos soportados Final Cut Pro X

Nota. Fuente: Adaptado de formatos admitidos por Final Cut Pro X (Apple, 2016)

Anexo 5. Especificaciones Puertos Multimedia SPECTRUM CHANNEL 7000



Este módulo es el encargado de codificar y comprimir la señal de video para poder almacenarla. Sus entradas al igual que sus salidas son compatibles con video en SD (SMPTE-259M) y HD (SMPTE-292M), lo cual permite capturar y reproducir video en banda base. Funciona conjuntamente con el Director de Medios que controla el flujo de este equipo y le provee de comunicación con el arreglo de discos de almacenamiento. Este equipo recibe comandos desde las interfaces gráficas para grabar o reproducir contenidos y es operado a través de red.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
VIDEO	
Canales	Cuatro canales bidireccionales independientes
Entrada	SD/HD con una entrada por canal
Salida	SD/HD con dos salidas por canal
Formatos de codificación/compresión	SD MPEG-2, HD MPEG-2, SD DV, HD DV, XDCAM HD, ProRes 422
AUDIO	
Canales	Hasta 16 embebedidos por canal de video
Formatos	PCM a 16, 24 y 32 bits a 48 kHz
CONECTIVIDAD	
Ethernet	Privada, punto a punto, hacia el Director de Medios mediante dos puertos gigabit

Tabla 8 - Especificaciones Técnicas de Media Port 7000

Nota. Fuente: Adaptado de hoja de datos de Media Port 7000 (Harmonic Inc., 2016)

Anexo 6. Especificaciones Director SPECTRUM MEDIADIRECTOR 2251B



Es el procesador del servidor de medios, es decir, controla el tráfico de información entre las interfaces del servidor y su almacenamiento. Permite la transmisión de sus contenidos y regula el flujo de datos de acuerdo a la demanda de los usuarios. Recibe y envía información de los puertos multimedia, funciona como puente entre estos y los discos de almacenamiento.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
CONECTIVIDAD	
SAS	2 puertos SAS 3.0 (conectividad con arreglo de discos RAID)
Ethernet	2 puertos 10-Gb Ethernet (para transferencia de archivos) 2 puertos gigabit Ethernet
Archivos Encriptados	6 puertos gigabit para EFS
Medios de Alta Velocidad	6 puertos gigabit
Servicios Integrados	FTP, SAMBA, AFP

Tabla 9 – Especificaciones Técnicas de SPECTRUM MEDIADIRECTOR 2251B

Nota. Fuente: Adaptado de hoja de datos de Media Director 2251B (Harmonic Inc., 2016)

Anexo 7 - Buffalo Terastation 51210RH



El almacenamiento en red propuesto debido a sus características de conectividad en red y tamaño de almacenamiento. Ofrece alta disponibilidad a pesar de las conexiones simultáneas y una velocidad suficiente para una rápida transferencia de archivos de video en alta definición.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
ALMACENAMIENTO	
Interface	SATA III (6 Gbps)
Redundancia	RAID 0/1/5/6/10
Capacidad Total	96 TB en 12 discos de 8 TB
PROCESAMIENTO	
Procesador	AL314 (1.7 GHz Quad-Core)
Memoria RAM	8 GB DDR3 with ECC
CONECTIVIDAD	
Ethernet RJ45	2 puertos 10GbE 2 puertos 1GbE
Servicios de Red	CIFS/SMB, AFP, FTP, SFTP, NFS, SNMP

Nota. Fuente: Adaptado de hoja de datos de Buffalo Terastation 51210RH (Buffalo Inc., 2018)

Anexo 8 - Netgear ProSAFE XS728T 24-Port



El switch de red con 24 puertos Ethernet RJ-45, además de cuatro adicionales en SFP, todos a una velocidad 10 Gigabit por segundo que permite un intercambio inmediato de información. Adecuado para entornos de alta demanda de transmisión de datos como lo es la transferencia de archivos multimedia de alta resolución.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
CONECTIVIDAD	
Ethernet RJ45	24 puertos 10GbE
SFP	4 puertos de fibra dedicados 10GbX
DESEMPEÑO	
Ancho de Banda	560 Gbps
VLAN	Hasta 512, basadas en puertos/IP/MAC

Nota. Fuente: Adaptado de hoja de datos de Netgear ProSAFE XS728T 24-Port (Netgear, Inc., 2018)